

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİNDE
TEDARİKÇİ SEÇİMİ SİSTEMİNE AİT BİR KARAR
DESTEK MODELİ GELİŞTİRİLMESİ VE UYGULAMA
SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ**

Endüstri Yük. Müh. Selçuk ŞEN

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

DOKTORA TEZİ

Tez Savunma Tarihi : 06 Mart 2007
Tez Danışmanı : Prof. Dr. Hüseyin BAŞLIGİL (YTÜ)
Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Ataç SOYSAL (Doğuş Üniversitesi)
: Prof. Dr. Mesut ÖZGÜRLER (YTÜ)
: Prof. Dr. Füsün ÜLENGİN (Doğuş Üniversitesi)
: Yrd. Doç. Dr. Tufan DEMİREL (YTÜ)

İSTANBUL, 2007

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ	v
KISALTMA LİSTESİ	vii
ŞEKİL LİSTESİ	viii
ÇİZELGE LİSTESİ	ix
ÖNSÖZ	xi
ÖZET	xii
ABSTRACT	xiii
1. GİRİŞ	1
1.1 Tez Çalışmasının Amacı ve Önemi	2
1.2 Tezin Organizasyonu	3
2. TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ SİSTEMİNDE TEDARİKÇİ SEÇİMİ	5
2.1 Tedarik Zinciri Yönetimi	9
2.1.1 Tedarik Zinciri Yönetiminin Tarihsel Gelişimi	14
2.1.2 Tedarik Zinciri Yönetiminin Amaçları	16
2.1.3 Tedarik Zinciri Yönetiminin Yapısı	17
2.1.3.1 Tedarik Zinciri Yönetimi Prosesleri	17
2.1.4 Tedarik Zinciri Yönetiminin Sağladığı Faydalar	19
2.1.5 Tedarik Zinciri Yönetiminin İşletme İçindeki Önemi	22
2.1.6 Tedarik Zinciri Yönetiminin Fonksiyonları	23
2.1.7 Tedarik Zinciri Yönetiminin Kararları	24
2.1.8 Tedarik Zinciri Yönetiminin Konuları	26
2.1.8.1 Ölçümler ve Veri Toplanması	26
2.1.8.2 Müşteri Tatmini, Envanterler, Esneklik	27
2.1.8.3 Envanter Yönetimindeki Gizli Tehlikeler	29
2.1.9 Teknolojinin Tedarik Zinciri Yönetimi Üzerindeki Etkisi	30
2.1.9.1 Bilgi Teknolojisi	31
2.1.9.2 İmalat Teknolojisi	34
2.1.9.3 Taşıma Teknolojisi	35
2.1.10 Tedarik Zinciri Yönetiminin Başarıları	36
2.1.11 Tedarik Zinciri Yönetimi ve Satınalma Fonksiyonu	37
2.2 Tedarikçi Seçimi	38
2.3 Tedarikçi Seçimine Uygulanan Model Yapıları	43

3.	TEDARİKÇİ SEÇİM MODELLERİNİN İNCELENMESİ.....	49
3.1.1	Araştırma Metodolojisi.....	58
3.1.2	Geliştirilen İnceleme Metodolojisi	58
3.1.2.1	Belirlenen Makalelerin Özetleri	61
3.1.2.2	İnceleme Kriterlerinin Belirlenmesi	72
3.1.2.3	İnceleme Kriterlerinin Ağırlıklandırılması.....	72
3.1.2.4	Belirlenen Kriterlere Göre Makalelerin Puanlandırılması.....	74
3.1.2.5	Makalelerin Kümelenendirilmesi	77
3.1.3	Geliştirilen Değerlendirme Metodolojisinin Sonuçları	85
4.	TEDARİKÇİ SEÇİMİ SİSTEMİNE AİT BİR KARAR DESTEK MODELİ ...	90
4.1	Modelin Amacı ve Önemi	90
4.2	Geliştirilen Modelin Kavramsal Tasarımı	91
4.3	Problemin Formülasyonu	94
4.4	Seçim Kriterlerinin Belirlenmesi.....	97
4.4.1	Tedarikçi Seçim Kriterleri	99
4.4.2	Seçim Kriterlerinin Belirlenmesi Sürecinin Adımları	103
4.5	Niteliklerin Belirlenmesi	113
4.5.1	Seçim Kriterlerinin Ağırlıklandırılması.....	113
4.5.1.1	Bulanık Sayılar ve Bulanık Kümeler.....	114
4.5.1.2	Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi	116
4.5.2	Etkin Tedarikçi Kümesinin Belirlenmesi	123
4.6	Son Seçim: Tedarikçi Belirleme ve Miktar Atama Modeli.....	131
4.6.1	Tedarikçi Belirleme ve Miktar Atama Modelinin Geçerlilik Testi	135
5.	GELİŞTİRİLEN KARAR DESTEK MODELİNİN UYGULANMASI.....	148
5.1	Uygulama Yapılan Firmanın Mevcut Durumu.....	148
5.2	Çapraz Fonksiyonel Bir Takımın Oluşturulması.....	150
5.3	Problemin ve Kriterlerin Formülasyonu Aşamaları	150
5.4	Niteliklerin Belirlenmesi Aşamaları.....	154
5.4.1	Seçim Kriterlerinin Ağırlıklandırılması Aşamaları.....	154
5.4.2	Etkin Tedarikçi Kümesinin Belirlenmesi Aşamaları.....	158
5.5	Son Seçim Aşamaları	165
6.	SONUÇLAR ve ÖNERİLER	169
	KAYNAKLAR.....	175
	EKLER	183
Ek 1	Tedarikçi seçimi ve miktar atama modelinin geçerlilik testi sonuçları	184
Ek 2	S_1 algoritmasının uygulanmasında yüzde ve bağıl önem derecelerinin hesaplanması.....	185
Ek 3	S_1 algoritmasının uygulama sonuçları	186
Ek 4	Etkin tedarikçi kümesinin belirlenmesi modelinin uygulama ana verileri	187
Ek 5	Elektro tedarikçisi için maksimum etkinlik oranını veren modelin LINGO paket programında açılımı ve çözümü.....	188
Ek 6	Elektro tedarikçisi için minimum etkinlik oranını veren modelin LINGO paket programında açılımı ve çözümü.....	195

Ek 7	Tedarikçi seçimi ve miktar atama modelinin uygulama ana verileri.....	202
Ek 8	Tedarikçi seçimi ve miktar atama modelinin LINGO paket programında açılımı	203
Ek 9	Tedarikçi seçimi ve miktar atama modelinin çözümü ile elde edilen karar değişkenleri değerleri	218
ÖZGEÇMİŞ.....		220

SİMGE LİSTESİ

a_r	Çıktı ağırlığı
a_{ri}	Çıktı değişkeninin malzeme için ağırlığı
b_{ij}	Tedarikçiden satın alınan malzemenin periyot başı (başlangıç) stok miktarı
b_s	Girdi ağırlığı
b_{si}	Girdi değişkeninin malzeme için ağırlığı
CI	Tutarlılık indeksi
CR	Tutarlılık oranı
$d(x_i, x_j)$	x_i ve x_j vektörleri arasındaki mesafe
dc_{ij}	Tedarikçinin malzeme için satınalma fiyatına göre % iskonto oranı
d_i	Ana seçim kriterinin önem derecesi
d_{ij}	İkinci düzey seçim kriterinin önem derecesi
d_{ijk}	Üçüncü düzey seçim kriterinin önem derecesi
d_{ijkn}	Üçüncü düzey seçim kriterine karar vericinin atadığı önem derecesi
d_{ijn}	İkinci düzey seçim kriterine karar vericinin atadığı önem derecesi
d_{in}	Ana seçim kriterine karar vericinin atadığı önem derecesi
D_{it}	Bir periyotta malzemeye olan talep
d_{min}	Vektörler arasındaki minimum mesafe
EBM	Toplam elde bulundurma maliyeti (yıllık)
ES_m	Tedarikçi-satın alıcı entegrasyon seviyesi
G_{im}	Ana seçim kriterinin bir entegrasyon seviyesinden bir üst seviyeye geçme ölçütü
h	Malzemenin her periyottaki satın alma fiyatına göre % elde bulundurma maliyeti
K	Oluşturulan grup sayısını
KV_n	Karar verici
l	Bulanık üçgensel sayının alt değeri
m	Bulanık üçgensel sayının orta değeri
M_i	Küme Ortalaması
M_{gi}^j	Boyut analizi değeri
$\tilde{M}$	Bulanık üçgensel sayı
N	Toplam gözlem sayısı
NC	İstenen küme sayısı
ne_{ijkm}	İlgili entegrasyon seviyesinde üçüncü düzey kriterin aldığı “evet” sayısı
ne_{ijm}	İlgili entegrasyon seviyesinde ikinci düzey kriterin aldığı “evet” sayısı
ne_{im}	İlgili entegrasyon seviyesinde ana kriterin aldığı toplam “evet” sayısı
nh_{ijkm}	İlgili entegrasyon seviyesinde üçüncü düzey kriterin aldığı “hayır” sayısı
nh_{ijm}	İlgili entegrasyon seviyesinde ikinci düzey kriterin aldığı “hayır” sayısı
nh_{im}	İlgili entegrasyon seviyesinde ana kriterin aldığı toplam “hayır” sayısı
n_i	Gruptaki gözlem sayısı
N_{it}	Tedarikçiden satın alınan malzemenin taşıma maliyeti
no_i	İlgili entegrasyon seviyesinde ana kriterin aldığı toplam “olabilir” sayısı
no_{ijkm}	İlgili entegrasyon seviyesinde üçüncü düzey kriterin aldığı “olabilir” sayısı
no_{ijm}	İlgili entegrasyon seviyesinde ikinci düzey kriterin aldığı “olabilir” sayısı
Pd_i	Ana seçim kriterinin yüzde önem derecesi
Pd_{ij}	Üçüncü düzey seçim kriterinin yüzde önem derecesi
Pd_{ijk}	İkinci düzey seçim kriterinin yüzde önem derecesi
P_{ij}	Malzeme için tedarikçinin satınalma fiyatı
Rd_i	Ana seçim kriterinin bağıl önem derecesi
Rd_{ij}	İkinci düzey seçim kriterinin bağıl önem derecesi
Rd_{ijk}	Üçüncü düzey seçim kriterinin bağıl önem derecesi

R_i	Her gruptaki gözlemlerin sıra numaralarının toplamı
RI	Rassal indeks
sd_{jit}	Bir periyotta tedarikçiden satın alınan malzemenin tüketim miktarı
S_i	Bulanık sentetik boyut değeri
S_{ijkm}	Üçüncü düzey seçim kriteri için entegrasyon seviyesi indeksi
S_{ijm}	İkinci düzey seçim kriteri için entegrasyon seviyesi indeksi
SMM	Toplam satınalma maliyeti
TPM	Toplam taşıma maliyeti (yıllık)
$TÜSG_m$	Toplam bir entegrasyon seviyesinden bir üst seviyeye geçme puanı
u	Bulanık üçgensel sayının üst değeri
$ÜSG_{im}$	Ana seçim kriterinin bir entegrasyon seviyesinden bir üst seviyeye geçme puanı
v_{ijt}	Bir periyot sonunda tedarikçiden satın alınan malzemenin stok miktarı
W	Kruskal-Wallis test istatistiği değeri
we	“Evet” ifadesinin ağırlığı
wh	“Olabilir” ifadesinin ağırlığı
wo	“Hayır” ifadesinin ağırlığı
w_r	Çıktı değişkeninin firma için önemi
w_s	Girdi değişkeninin firma için önemi
x_i	Tedarikçi seçimi ana kriterleri
x_{ij}	Tedarikçi seçimi ikinci düzey alt kriterleri
x_{ijk}	Tedarikçi seçimi üçüncü düzey alt kriterleri
X_{ijt}	Bir periyotta malzemeden tedarikçiye verilen sipariş miktarı
x_k	Gözlem vektörü
x_s^*	Tüm tedarikçiler için en iyi girdi değeri
x_{si}	Tedarikçinin girdi değeri
x_{si}^*	Malzeme için girdi değişkeninin hedef değeri
x_{sij}	Tedarikçinin malzeme için girdi değeri
y_{ijt}	Tedarikçi seçimi ikili karar değişkeni
y_r^*	Tüm tedarikçiler için en iyi çıktı değeri
y_{ri}	Tedarikçinin çıktı değeri
y_{ri}^*	Malzeme için çıktı değişkeninin hedef değeri
y_{rij}	Tedarikçinin malzeme için çıktı değeri
ω	Karar vericinin iyimserlik derecesi
ε	Yakınsama kriteri
α	Anlamlılık düzeyi
$\lambda_{\max}$	Özdeğerlerin en büyüğü
$\mu_{\tilde{M}}(x)$	Üyelik fonksiyonu
δ	Bulanıklık derecesi

KISALTMA LİSTESİ

AHP	Analitik Hiyerarşi Prosesi
CBR	Case Base Reasoning
COI	Chain of Interactions
DBS	Dönem Başı Stok
DSS	Dönem Sonu Stok
EDI	Electronic Data Interchange
ERP	Enterprise Resource Planning
ISM	Interactive Selection Model
ISTM	Interpretive Structural Modeling
KDS	Karar Destek Sistemi
MES	Manufacturing Execution Systems
MP	Matematiksel Programlama
MRP II	Manufacturing Resources Planning
MRP	Material Requirement Planning
OMS	Order Management Systems
ş.k.g.	Şu kısıtlara göre
SCP	Supply Chain Planning
TCO	Total Cost of Ownership
TD	Tedarikçi Değerlendirme
TMS	Transportation Management Systems
TS	Tedarikçi Seçimi
TZY	Tedarik Zinciri Yönetimi
WMS	Warehouse Management Systems

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2.1 Malzeme tedarik sistemi	6
Şekil 2.2 Firma içinden tedarik bölümüne olan bilgi akımı	7
Şekil 2.3 Firma dışından tedarik bölümüne gelen bilgi akımı.....	7
Şekil 2.4 Tedarik zinciri örneği	10
Şekil 2.5 Tedarik zinciri yapısı.....	11
Şekil 2.6 Tek safhalı tedarik zinciri.....	13
Şekil 2.7 Çok safhalı tedarik zinciri	13
Şekil 2.8 Tedarik zincirinin yapısal boyutu.....	14
Şekil 2.9 Tedarik zinciri yönetimi yapısının temel elemanları	17
Şekil 2.10 Tedarik zinciri yönetiminin fonksiyonları.....	24
Şekil 2.11 Bir iş ortamındaki akışlar	24
Şekil 2.12 Tedarik zinciri yönetimi hedeflerinin hiyerarşisi	26
Şekil 2.13 Tedarik zinciri kapsamında satınalma.....	39
Şekil 2.14 Gelişmelerin ilk satınalma kararlarına etkisi.....	45
Şekil 2.15 Tedarikçi seçiminde karar metotlarının konumlandırması.....	48
Şekil 3.1 SPSS veri editörüne verilerin girilmesi	79
Şekil 3.2 Analiz yönteminin seçimi.....	80
Şekil 3.3 Analiz bilgilerinin yazıldığı pencere	80
Şekil 3.4 İterasyon sayısının belirtildiği kısım	81
Şekil 3.5 Yeni verilerin mevcut listeye kayıt edilmesi.....	81
Şekil 3.6 Seçenekler bölümü	81
Şekil 3.7 SPSS tarafından belirlenen küme bilgileri	82
Şekil 3.8 Makalelerin kümelerinin bilgisi	82
Şekil 3.9 Sonuç küme merkezleri	83
Şekil 3.10 SPSS paket programından elde edilen sonuçlar	83
Şekil 4.1 Geliştirilen modelin ana hatları	93
Şekil 4.2 Tedarikçi seçim kriter hiyerarşisi	102
Şekil 4.3 Seçim kriterlerinin belirlenmesi sürecinin adımları	103
Şekil 4.4 S_1 algoritması.....	109
Şekil 4.5 S_2 algoritması	110
Şekil 4.6 Seçim kriterlerinin belirlenmesi sürecinin akışı.....	112
Şekil 4.7 Üçgensel üyelik fonksiyonu	115
Şekil 4.8 Kullanılan bulanık üçgensel sayıların üyelik fonksiyonları	117
Şekil 5.1 Belirlenen kriter hiyerarşisi	153
Şekil 5.2 Oluşturulan ilk tedarikçi grupları	160
Şekil 5.3 Oluşturulan son tedarikçi grupları.....	164
Şekil 5.4 LINGO programında model çözüm penceresi	166

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 2.1 Tedarikçi seçimi ara yüzü.....	46
Çizelge 2.2 Satınalma durumlarının incelenmesi	47
Çizelge 2.3 Satınalma portföy matrisi	47
Çizelge 3.1 Tedarikçi seçimi modellerinin sınıflandırılması.....	54
Çizelge 3.2 De Boer vd.nin (2001) sınıflandırma çalışmasının özeti.....	57
Çizelge 3.2 De Boer vd.nin (2001) sınıflandırma çalışmasının özeti (devamı)	58
Çizelge 3.3 İncelenen makalelerin listesi	59
Çizelge 3.3 İncelenen makalelerin listesi (Devamı).....	60
Çizelge 3.4 Saaty skalası	73
Çizelge 3.5 İkili karşılaştırma matrisinin oluşturulması.....	73
Çizelge 3.6 Kriterlerin tutarlılık ölçütü ve tutarlılık oranları	74
Çizelge 3.7 <i>RI</i> değerinin belirlendiği tablo.....	74
Çizelge 3.8 Makalelere verilen ağırlıklandırılmış puanlar	76
Çizelge 3.8 Makalelere verilen ağırlıklandırılmış puanlar (Devamı).....	77
Çizelge 3.9 Tüm makalelerin ait oldukları kümeler	84
Çizelge 3.9 Tüm makalelerin ait oldukları kümeler (Devamı).....	85
Çizelge 3.10 1. küme makalelerin listesi	86
Çizelge 3.11 2. küme makalelerin listesi	87
Çizelge 3.12 3. küme makalelerin listesi	87
Çizelge 3.13 De Boer vd.nin (2001) literatürdeki modellerin karar metotlarına göre sınıflandırılmasına eklenen makaleler	88
Çizelge 3.13 De Boer vd.nin (2001) literatürdeki modellerin karar metotlarına göre sınıflandırılmasına eklenen makaleler (Devamı)	89
Çizelge 4.1 Geliştirilen modelin adımları ve kullanılan metotlar	92
Çizelge 4.2 Literatürdeki tedarikçi seçim kriterleri	101
Çizelge 4.3 Önem dereceleri ve açıklamaları	105
Çizelge 4.4 Entegrasyon seviyesi indeksi şablonu	108
Çizelge 4.5 G_{im} değerleri şablonu.....	110
Çizelge 4.6 Üç karar verici tarafından doldurulan örnek ikili karşılaştırma matrisi	118
Çizelge 4.7 Birleştirilmiş ikili karşılaştırma matrisi.....	118
Çizelge 4.8 Farklı bulanık AHP metotlarının karşılaştırılması	121
Çizelge 4.9 A ve B malzemesi talep miktarları	135
Çizelge 4.10 A ve B malzemesi için her periyottaki % elde bulundurma maliyeti.....	135
Çizelge 4.11 A ve B malzemesi için her tedarikçinin % iskonto oranı	136
Çizelge 4.12 A ve B malzemesi için her tedarikçinin satınalma fiyatı.....	136
Çizelge 4.13 A ve B malzemesinin her tedarikçiden taşıma maliyeti	136
Çizelge 4.14 Her tedarikçiden satın alınan A ve B malzemesinin periyot başı stok miktarı ..	137
Çizelge 4.15 Senaryoların açıklamaları	137
Çizelge 4.16 Senaryo 1'in sonuçları-1	137
Çizelge 4.17 Senaryo 1'in sonuçları-2	138
Çizelge 4.18 Senaryo 1'in sonuçları-3	139
Çizelge 4.19 Senaryo 2'nin sonuçları-1	140
Çizelge 4.20 Senaryo 2'nin sonuçları-2	140
Çizelge 4.21 Senaryo 2'nin sonuçları-3	141
Çizelge 4.22 Senaryo 3'ün sonuçları-1	142
Çizelge 4.23 Senaryo 3'ün sonuçları-2	142
Çizelge 4.24 Senaryo 3'ün sonuçları-3	143
Çizelge 4.25 Senaryo 4'ün sonuçları-1	144

Çizelge 4.26 Senaryo 4'ün sonuçları-2	144
Çizelge 4.27 Senaryo 4'ün sonuçları-3	145
Çizelge 4.28 Senaryo 5'in sonuçları-1	146
Çizelge 4.29 Senaryo 5'in sonuçları-2	146
Çizelge 4.30 Senaryo 5'in sonuçları-3	147
Çizelge 5.1 Maliyet kriterleri için karar vericilerin atamaları, yüzde ve bağıl önem derecesi hesaplamaları	151
Çizelge 5.2 Maliyet kriterleri için S_1 algoritmasının uygulama sonuçları.....	151
Çizelge 5.3 S_1 ve S_2 algoritmalarının uygulanmasıyla elde edilen sonuçlar	152
Çizelge 5.4 Ana kriterler için karşılaştırma matrisi.....	155
Çizelge 5.5 Maliyet alt kriterleri için ikili karşılaştırma matrisleri	155
Çizelge 5.6 Kalite alt kriterleri için ikili karşılaştırma matrisleri.....	155
Çizelge 5.7 Güvenilirlik alt kriterleri için ikili karşılaştırma matrisleri	155
Çizelge 5.8 Ana kriterler için karşılaştırma matrisinin durulaştırılmış hali	155
Çizelge 5.9 Kalite alt kriterleri için ikili karşılaştırma matrisinin durulaştırılmış hali.....	156
Çizelge 5.10 Seçim kriterlerinin ağırlıklandırılması aşamasının sonuçları.....	158
Çizelge 5.11 Tedarikçi firmaların etkinlik oranları	159
Çizelge 5.12 Etkinlik oranlarının sıralanması ve sıra numaralarının atanması	161
Çizelge 5.13 Oluşturulan ilk tedarikçi grupları için Kruskal-Wallis testi hesaplamaları.....	162
Çizelge 5.14 Oluşturulan son tedarikçi grupları için Kruskal-Wallis testi hesaplamaları.....	164
Çizelge 5.15 Modelin amaç fonksiyonu değerleri.....	167
Çizelge 5.16 Modelin tedarikçi seçimi ve miktar atama (X_{ijt}) sonuçları	168

ÖNSÖZ

Bugün içinde bulunduğumuz ekonomik koşullar, yöneticileri, sistemlerin başarılarını arttırabilmek, başka bir deyişle kaynaklarını daha verimli kullanabilmek için çeşitli bilimsel yöntemleri kullanmaya her zamankinden daha fazla zorlamaktadır. Özellikle yüksek maliyetler, malzeme yokluğu, enflasyon ve benzeri gelişmeler sebebiyle tedarik zinciri yönetimi faaliyetlerinin geliştirilmesi daha fazla önem kazanmaktadır. Bugünün yöneticisinin, hızla değişen çevresel etmenler ve ekonomik koşullar karşısında gerekli önlemleri alabilmesi, büyük ölçüde bilimsel yöntemlere ve modern yaklaşımlara ağırlık vermesine bağlıdır. Günümüzde kaynakların en iyi şekilde kullanılması rekabet ortamında firmaların en önemli hedeflerinden biri olmuştur. Müşterilere kaliteli ve ucuz ürün sunmak her firmanın ana hedeflerinden biridir. Müşterilere sunulacak kaliteli ve ucuz ürün ise büyük oranda o ürünü oluşturan malzemelere bağlıdır. Bu bağlamda firmaların üretimlerini etkin ve verimli bir şekilde sürdürebilmeleri ve mevcut pazardan en yüksek payı alabilmeleri için tedarik fonksiyonuna önem vermeleri gerekmektedir. Tedarik fonksiyonunda ise maliyetlerin yönetilmesi ancak uygun tedarikçilerin belirlenmesi ve bu tedarikçilere uygun miktarlarda sipariş açılması koşullarından geçmektedir. Bu amaçla geliştirilen modelde, tedarikçi seçim süreci, karar destek sistemi içerisinde ele alınmakta ve uygulayıcılar için karar verme süreçlerinde faydalı olması amaçlanmaktadır. Modelin bu yapısı, pratik hayatta çok kolay ve etkin bir şekilde uygulanabilmektedir.

Bu tez çalışmasında, en zor anlarımda en büyük manevi desteği sağlayan, tez çalışmamı baştan sona benimle beraber tartışan, fikir veren ve yöneten sayın hocam Prof. Dr. Hüseyin BAŞLIGİL'e, engin bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan ve bana yol gösteren tez izleme komitesi üyelerinden sayın hocam Prof. Dr. Ataç SOYSAL'a, değerli katkılarından dolayı sayın hocam Prof. Dr. Mesut ÖZGÜRLER'e, modelimin uygulama aşamalarında bana destek veren Audio Elektronik Ltd. Şti. çalışma arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca bugüne kadar desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen tüm aileme, bu çalışmanın oluşumu sırasında, benimle beraber yorulan, emek sarf eden, bana her türlü manevi desteği sağlayan eşim Arş. Gör. Ceyda ŞEN'e sonsuz teşekkür ederim.

Ocak, 2007

Endüstri Yüksek Müh. Selçuk ŞEN

ÖZET

Birçok sektörde, hammaddelerin ve malzemelerin maliyeti ürün maliyetinin önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Bu şartlar altında, satınalma departmanı maliyet düşürmede önemli bir rol oynamaktadır. Satınalma fonksiyonunun en önemli konularından biri de, her tür işletme için ihtiyaç duyulan malzeme, hizmet ve ekipmanın edinimini kapsayan tedarikçi seçimi konusudur. Bir satınalma yöneticisi için en zor kararlardan biri uygun tedarikçilerin seçimidir. Bu kararlar genellikle, eksik bilgi, kalitatif kriterlerin varlığı ve tercihlerin belirsizliği gibi nedenlerle karmaşılaşmaktadır.

Tedarik zinciri yönetimi literatüründe tedarikçi seçimine yönelik çok sayıda karar modeli bulunmaktadır. Bu modellerde en çok ilgi tedarikçi seçim sürecinde son safha olan, seçim aşamasında yoğunlaşmaktadır. Bununla beraber, son seçim aşamasının kalitesi büyük ölçüde, bu aşamaya gelinceye kadar gerçekleştirilen önceki aşamaların kalitesine bağlıdır. Bu sebeple, “Tedarik Zinciri Yönetiminde Tedarikçi Seçimi Sistemine Ait Bir Karar Destek Modeli Geliştirilmesi ve Uygulama Sonuçlarının Değerlendirilmesi” konulu bu tez çalışmasında, tedarikçi seçim sürecinin tüm aşamalarını kapsayan bir karar destek modeli sunulmaktadır. Geliştirilen model, problem formülasyonu, kriter formülasyonu, tedarikçi niteliklerinin belirlenmesi ve son seçim aşamaları olarak tanımlanan dört ana kısımdan oluşmaktadır. Karar vericileri desteklemek için modelin her aşamasında farklı karar verme metotlarının kullanımı önerilmektedir.

Geliştirilen model problemin tanımından, etkin tedarikçiler arasından son seçimin yapılmasına ve sipariş miktarlarının atanmasına kadar tüm aşamaları ile bir elektronik firmasında uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar modelin pratikte uygulanabilirliğini göstermiştir. Ayrıca, senaryo analizleri ile test edilen model sonuçlarının geçerliliği firma yöneticileri tarafından da doğrulanmıştır.

Anahtar kelimeler: Tedarik zinciri yönetimi, tedarikçi seçimi, karar destek sistemi, karar verme metotları.

ABSTRACT

In most industries, the cost of raw materials and component parts constitutes the main cost of a product. In these circumstances, the purchasing department can play a key role in cost reduction. One major aspect of the purchasing function is supplier selection, which includes the acquisition of required material, services and equipment for all types of business enterprises. Selecting the right suppliers is always a difficult task for the purchasing manager. These decisions are typically complicated for several reasons such as incomplete information, additional qualitative criteria and imprecise preferences.

In supply chain management literature, there are many decision models for supplier selection. In these models, most attention has so far been paid to the choice phase, which is the last phase of the supplier selection process. However, the quality of the final choice phase is largely dependent on the quality of the steps prior to that phase. Therefore, in this thesis study, titled “Developing a Decision Support Model for Supplier Selection System in Supply Chain Management and Evaluation of Application Results”, a decision support model that covers all phases of supplier selection process is presented. This model consists of four main phases, namely, problem formulation, formulation of criteria, determining supplier qualifications and final choice. Different decision making methods are proposed to assist decision makers in each phase of the model.

The all phases of the presented model from initial problem definition, over the final choice among the qualified suppliers, to the order quantity allocation are applied in an electronic company. The results demonstrate the feasibility of applying the presented model in practice. In addition, the validity of the model results that is tested via scenario analyses is verified by the managers in the company.

Keywords: Supply chain management, supplier selection, decision support system, decision making methods.

1. GİRİŞ

Gelişen teknoloji ve beraberinde gelen globalleşme, rekabet koşullarını daha da güçlendirmektedir. İşte tam bu noktada, devreye giren “fark yaratan-yenilik” kavramı, günümüz dünyasında önemli kavramlardan biri haline gelmiştir. Fark yaratan işletmeler, bu gelişim sürecine hızla ayak uydurabilmekte ve gelişim/büyüme döngüsünde yerlerini alabilmektedir. İşletmeler açısından fark yaratma, gelişen yönetim anlayışına hızlı bir şekilde adapte olabilme ve kendi iş süreçlerine bu farkı yansıtabilme başarılarından geçmektedir. Fark yaratma günümüz dünyasında, firma içi ya da firma dışı olsun, tüm iş süreçlerinde birlikteliğin yani bütünselliğin ön koşul olarak gösterildiğini ortaya koymaktadır. Herhangi bir firmada, iş süreçlerinin birbirinden ayrılması ya da farklı birer departman olarak düşünülmesi, ilgili firmanın karar verme mekanizmalarını yavaşlatmakta, istenilen sonuçlara ulaşmasını geciktirmektedir. Farkı yakalamak isteyen firmalar, gelişen teknolojinin gerisinde kalmama koşulu ile firma içerisindeki ve dışarısındaki tüm iş süreçlerini bir bütün olarak düşünmek zorundadır. Bu bütünsellik anlayışı, farklı iş süreçleri hakkında geliştirilen tüm modellerin temel olarak birleştirilmesini ve aynı bakış açısı ile değerlendirilmesini savunmaktadır. Bu bağlamda, tedarik zinciri yönetimi sistemi de bu konuyu benimseyen ve kendi iş süreçlerine uygulayan firmalar için bir fark yaratmaktadır.

Tedarik zinciri yönetimi, bir firma içerisinde ve dışarısında oluşan tüm süreçlerin birlikteliğini ve aynı amaç doğrultusunda ilerlemesini sağlamaktadır. Firmaların bu noktada, yapmış oldukları en büyük hata, bu süreçleri birbirinden ayırmak ve değerlendirmektir. Aynı amaç doğrultusunda ilerleyebilen tüm birimler bir sinerji yaratmakta ve toplam faydalarını maksimize edebilmektedir. Tedarik zinciri yönetimi, adından da anlaşıldığı üzere, tüm iş süreçlerini birer zincir halkası olarak düşünmekte ve bu zincir halkalarını birbirinden ayırmamaktadır. Tedarik zinciri yönetimi; müşteri ilişkileri yönetimi, satış, üretim, satınalma ve tedarikçi ilişkileri yönetimini birer zincir halkası olarak tanımlamaktadır. Sistem, bu halkaları birbiri içerisinde görmek ve halkaların toplam başarısını ölçmektedir. Zincir halkalarının birbirinden ayrı olarak düşünülmemesi, performanslarının ayrı olarak ölçülmemesi ve tüm halkalar için belirlenecek ortak hedefler doğrultusunda ilerlenmesi, firmalar için en önemli fark yaratma koşulları olarak ortaya çıkmaktadır.

Tanımlanan bu zincir halkalarından en önemlilerinden biri de satınalma ya da tedarik süreçleri halkasıdır. Özellikle günümüzde, en önemli rekabet avantajı olarak ortaya çıkan, yüksek kalitede ve düşük maliyetle ürün üretme arzusu, firmaların tanımladıkları tüm iş süreçlerinde maliyetlerini ölçmeleri ve bu ölçülen maliyetleri azaltmaları konusunda bir baskı

yaratmaktadır. Firmalar maliyetlerini azaltma konusunda incelemeler yaptıklarında, en önemli maliyet kaleminin satın aldıkları malzeme maliyeti olduğunu görmektedir. Firmalar, tedarik zinciri yönetiminde malzeme satın alma maliyetlerinin iyileştirilebilmesi için, satınalma veya tedarik halkasındaki iş süreçlerinin yönetilmesi gerektiğini fark etmekte ve bu konuda yenilik yaratabilmek adına farklı yöntemler geliştirmektedir.

Geliştirilen yöntemler, doğru tedarikçinin seçimi ve seçilen firma ile ilgili ilişkilerin yönetimi üzerinde yoğunlaşmaktadır. Firmaların doğru tedarikçi ile çalışmaları, maliyetlerin yönetilebilmesi için en önemli kaynaklardan birisidir. Maliyet yönetebilme problemini, bütünsel bir bakış açısı ile tedarikçi seçiminden başlatan firmaların rakiplerine göre fark yarattıkları gözlemlenmektedir.

Tedarikçi seçim problemi, bu özellikleriyle akademisyenler tarafından da büyük ilgi görmekte ve bu konuda literatürde çok sayıda model ve metodoloji bulunmaktadır. Sunulan bu çalışmaların hepsinin ortak hedefi satın alıcı firmanın, maliyetlerini iyileştirmek ve kurulan tedarik zincirine katma değer sağlamaktır. Bu tez çalışmasında da, tedarikçi seçim problemine bütünsel bir bakış açısı sunmak ve geliştirilen karar destek modeli ile fark yaratmak amaçlanmıştır.

1.1 Tez Çalışmasının Amacı ve Önemi

Dünya çapında bir işletme olabilmek, ulusal ve uluslararası pazarlarda rekabet edebilmek ve kar sağlayabilmek sadece pazarda değil, maliyette de rekabet edebilmeyi, teknolojiye lider olmayı ve kalitede tutarlılığı sürdürmeyi gerektirmektedir. Bu gereksinimleri karşılayabilmenin günümüzdeki en iyi yolu, işletmelerin ve tedarikçilerinin iş proseslerini entegre etmeleri ve bir tedarik zinciri yönetimi sistemi oluşturmalarından geçmektedir. Tedarik zinciri yönetimi bu zincirdeki tüm halkaların, tedarikçilerin ve işletme içindeki tüm departmanların yakın bir işbirliği içinde çalışmalarını, maliyet kazançlarını, bilgilerini ve uzmanlıklarını paylaşmalarını ve böylelikle birbirlerinin ihtiyaçlarını ve yeteneklerini anlamalarını sağlayarak değer zincirini optimize etmektedir. Bu sayede bütün şirketleri içine alan bir kaynak planlaması ile son müşterinin gerçek veya tahminsel ihtiyaçları karşılanmakta, yüksek müşteri tatmini ve sonuçta yüksek satış ve kar elde etmektedir.

20. yüzyılda geliştirilen en önemli iş stratejilerinden biri olan tedarik zinciri yönetiminde tedarik, depoda tutma, üretim, satış gibi iş prosesleri en iyi şekilde şirketin yararına optimize edilmektedir. Bütün üretim aşamalarında stokların minimuma indirilmesine çalışılmaktadır. Bu hedef, herhangi bir ürünün üretilebilmesi için beraber çalışan tedarik zinciri işletmelerinin

arasındaki bağımlılığı artırmaktadır. Bütün işletmeler birbiriyle koordine olup tam zamanında bilgi alış verişine girmektedirler. Tedarik zinciri yönetimi, böylece stokların ve fazla kapasitenin azaltılmasını, maliyetlerin, dolayısıyla fiyatların düşürülmesini, siparişlerin yerine getirilme süresinin kısaltılmasını ve teslimat güvenilirliğinin yükseltilmesini sağlamaktadır.

Tedarik zinciri yönetimi kapsamındaki halkalardan en önemlilerinden biri de satınalma sürecidir. Örneğin, endüstriyel bir işletmenin toplam cirosunda satınalmanın oranı yaklaşık %50-90 arasında değişmektedir. Ayrıca bir ürün maliyetinin yaklaşık %40-70 arasındaki bir oranı da hammadde ve komponent parça alımına aittir. Gelişen dünya düzeni ile beraber müşteri öncelikleri değişmekte ve bu da satınalma kararlarının karmaşıklığını artırmaktadır. Bu gelişmeler satınalma kararlarının verilmesinde özellikle de tedarikçi seçiminde daha sistematik ve şeffaf yaklaşımların oluşturulması gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Bu bağlamda, işletmelerin malzeme alımında uygun tedarikçileri belirlemesi konusunda bir çok yöntem mevcuttur. Yöneylem araştırması kapsamındaki birçok teknik, tedarikçi seçimi sürecinde kullanılabilir. Yapılan literatür araştırmaları sonucunda, tedarikçi seçimi fonksiyonu bir karar destek sistemi yaklaşımı ile incelendiğinde, bu süreci tam olarak kapsayan bir metodolojinin olmadığı saptanmıştır. Kurulan modeller genellikle bu sürecin sadece belli bir kısmına odaklanmıştır.

Dolayısıyla bu tez çalışmasında literatürdeki bu eksikliğin giderilmesi ve yöneticilerin bu önemli kararda desteklenmesi amaçlanmaktadır. Bu amaçlarla, tedarikçi seçimi fonksiyonunu tam olarak kapsayan bir karar destek sistemi modeli geliştirilmiş ve bir elektronik firmasının tedarikçi seçimi sürecine bu yapı uygulanarak, elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir.

1.2 Tezin Organizasyonu

Bu doktora tez çalışması toplam altı bölümden oluşmaktadır.

Giriş bölümünün ardından ikinci bölümde, bütünsellik ilkesinden hareketle bu tez çalışmasının konusu olan tedarikçi seçiminin içinde yer aldığı tedarik zinciri yönetimi konusu üzerinde durulmaktadır. Tedarik zinciri yönetimine ait literatürde yer alan tanımlamalar verilerek, tedarik zinciri yönetiminin tarihsel gelişimi, amaçları, yapısı, prosesleri ve temel fonksiyonları detaylarıyla açıklanmaktadır. Ardından tedarik zinciri yönetiminin temel halkalarından olan satınalma fonksiyonu detaylandırılmakta ve bu fonksiyonun en önemli kararlarından biri olan tedarikçi seçimi konusuna geçilmektedir. Tedarikçi seçimi kararının önemi ve temel özellikleri üzerinde durulduktan sonra bu konuya uygulanan temel model

yapıları ortaya konmaktadır.

Üçüncü bölümde, tedarikçi seçimine uygulanan modeller üzerinde gerçekleştirilen literatür araştırması sistematik bir yapıda sunulmaktadır. Bu bölümün amacı, tedarik zinciri yönetimi literatüründe mevcut olan tedarikçi seçimine yönelik modellerin incelenmesi ve bu modellerin güçlü ve zayıf yönlerinden hareketle, geliştirilecek karar destek sistemi için ideal bir yapının belirlenmesidir. Bu bağlamda, son yıllarda tedarikçi seçimi modelleri üzerinde yapılan en kapsamlı literatür taraması olarak kabul gören De Boer vd.nin (2001) sınıflandırma çalışması temel alınarak, revize edilmektedir. Bölüm içerisinde araştırma ve inceleme metodolojisi ve elde edilen sonuçlar açıklanmaktadır.

Dördüncü bölümde, literatürde varolan eksikliklerden hareketle geliştirilen karar destek modelinin, kavramsal tasarımı sunulmaktadır. Daha sonra modelin adımları; problemin formülasyonu, seçim kriterlerinin belirlenmesi, niteliklerin belirlenmesi ve son seçim şeklinde, her adımda kullanılan karar metotlarıyla beraber detaylandırılmaktadır.

Son seçim aşamasında geliştirilen karmaşık tamsayılı programlama modelinin geçerliliğinin senaryo analizleriyle test edilmesi ve doğrulanmasının ardından, beşinci bölümde geliştirilen model tüm adımlarıyla bir elektronik firmasında uygulanmakta ve uygulama sonuçları değerlendirilmektedir.

Tezin son bölümü olan altıncı bölümde ise, geliştirilen karar destek modeli bir önceki bölümde gerçekleştirilen uygulama sonuçlarının ışığında değerlendirilmektedir. Geliştirilen modelin güçlü ve geliştirilebilir yönleri tartışılarak, geleceğe dönük çalışma önerileri sunulmakta ve doktora tez çalışması tamamlanmaktadır.

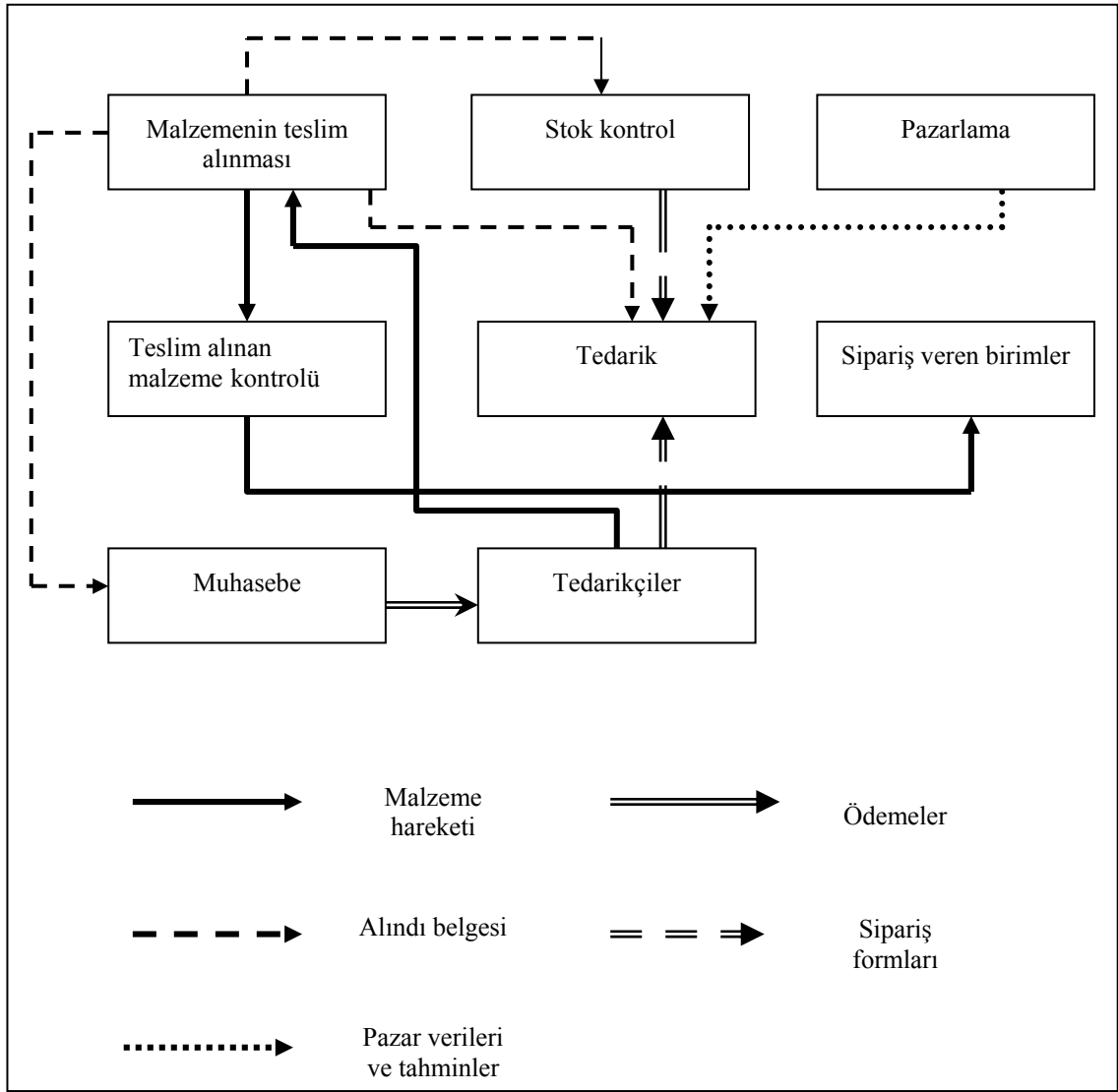
2. TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ SİSTEMİNDE TEDARİKÇİ SEÇİMİ

Tedarik, sözlük anlamına bakıldığında “araştırıp bulmak, sağlamak” anlamındadır. Şirket içi anlamına bakıldığında ise, tedarik özel bir departman olarak düşünülebilmektedir. Bu departman, malzemelerin üretimin akışı göz önünde bulundurularak satın alınmasından sorumludur. Malzeme gereksiniminin karşılanması satınalma fonksiyonu içinde düşünülmektedir. Üretim kontrolü, mühendis ve malzeme istemeye yetkili diğer kısımlar tarafından düzenlenen ihtiyaç listelerindeki malzemelerin, istenen cins ve miktarda satın alınmasından tedarik bölümü sorumludur. İşletme organizasyonunda tedarik kısmı, genellikle satınalma bölümü içinde yer almaktadır.

Tedarik bölümünün sadece istenen malzemeleri temin etmek yerine, ilgili kısımlarla çok iyi bir diyaloga girerek malzemelerde istenen özellikleri tam anlamıyla kavraması satınalma aşamasından önce mevcut alternatifleri daha iyi değerlendirebilmesine ve dolayısıyla da tedarik fonksiyonu işlevlerini tam anlamıyla yerine getirebilmesine yardımcı olacaktır. İşletmelerde tedarik bölümünün ana görevleri aşağıdaki gruplara ayrılabilir:

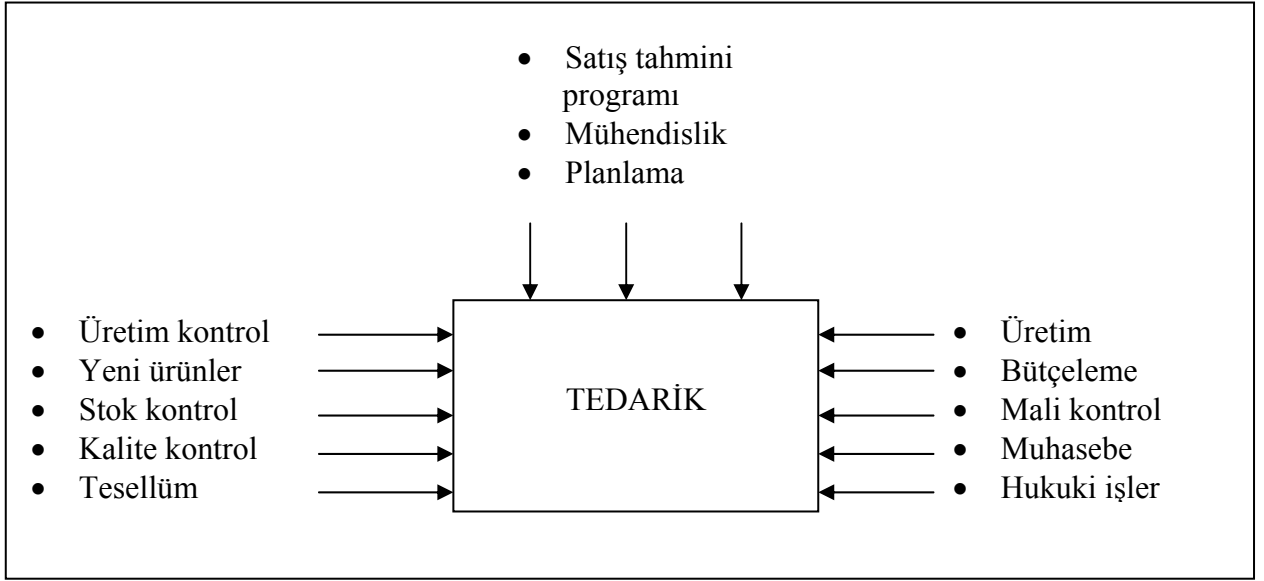
- İhtiyaç duyulan malzemenin özelliklerini, olanaklar dahilinde standartlaştırmak ve amaca en uygun nitelik gösteren malzemeyi satın almak üzere kontrolden geçirmek,
- En uygun tedarik kaynaklarını seçmek ve işin teslimi dahil, satınalma koşullarını belirlemek ve ilgili bölümlere satınalma emirleri göstermek,
- Teslimatın öngörülen zamanda, kalitenin ve miktarın istenen şekilde olup olmadığını izlemek,
- Satınalma konusuna giren her türlü maddenin teminiyle ilgili olarak, ilgili bölümler ve tedarikçiler arasındaki sözleşmenin yapılmasına nezaret etmek ve bunu yönetmek,
- Piyasadaki bir haber alma ve bilgi toplama servisi gibi hareket ederek maliyetin düşürülmesi veya firma ürünlerinin kalitesinin yükseltilmesi amacıyla sürekli olarak yeni ve daha etkin tedarikçileri, yeni malzemeleri ve ürünleri araştırmak.

Ayrıca, Şekil 2.1’de genel tedarik yada satınalma departmanının temel görevleri ve örnek bir malzeme tedarik sistemi gösterilmektedir.

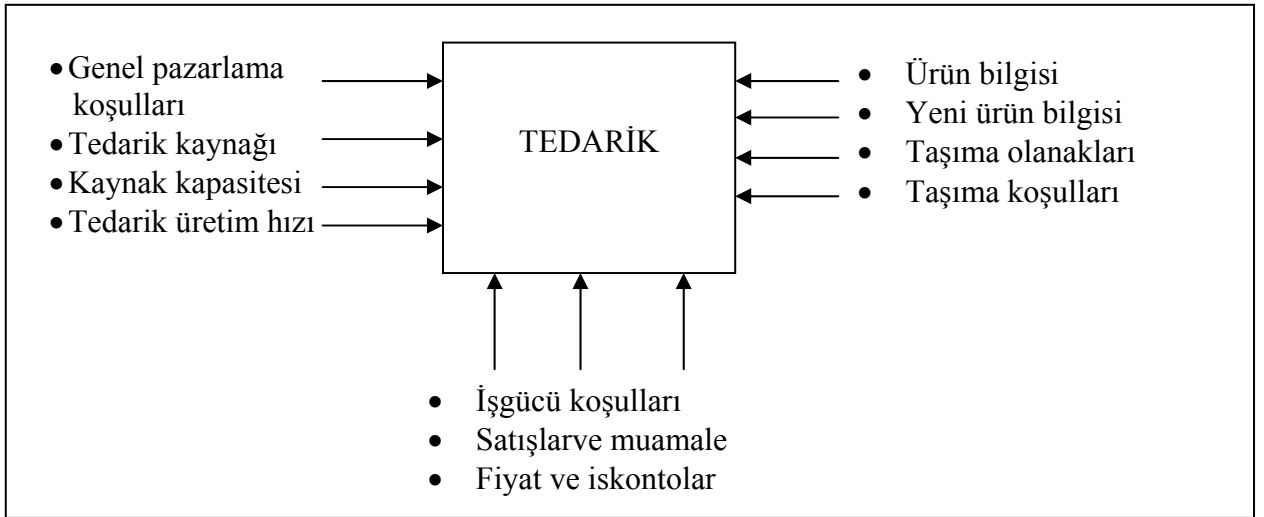


Şekil 2.1 Malzeme tedarik sistemi (Fox vd., 1992)

Tedarik bölümü, firmanın dış dünya ile olan bağlantısının en önemli noktalarından biridir. Bir tedarik sisteminin etkinliği, firmanın çeşitli fonksiyonlarından ve dış kaynaklardan tedarik bölümüne ve tedarik bölümünden firmanın diğer fonksiyonlarına olan bilgi akışına bağlıdır. Bu bilgi akışı, Şekil 2.2 ve 2.3'te gösterilmektedir. Günümüzde bu bilgi akışı, bilgisayar kullanımının giderek yayılması ve şirketlerde bilgisayar ağlarının kurulmasıyla daha doğru ve daha hızlı bir hale gelmiştir. Bilgisayarlarla desteklenmiş bir tedarik sistemi, elle yapılan işleri daha yakından izlemektedir. Bu işlemler; bir ihtiyaç miktarının saptanması, bir tedarik kaynağının seçilmesi, sipariş emrinin yazılması, teslimin zamanında yapılmasına ilişkin takibin yapılması, tesellümün kaydedilmesi ve ödeme ile ilgili çekin yazılması gibi fonksiyonlardan oluşmaktadır.



Şekil 2.2 Firma içinden tedarik bölümüne olan bilgi akımı (Fox vd., 1992)



Şekil 2.3 Firma dışından tedarik bölümüne gelen bilgi akımı (Fox vd., 1992)

Daha öncede belirtildiği üzere, tedarik bölümünün asıl amacı, ihtiyaç duyulan malzemelerin doğru miktar ve zamanda karşılamaktır. Tedarik bölümü, bu malzeme tedarikini sağlarken bazı esasları göz önüne almaktadır (Fox vd., 1992).

- Sarf faktörlerinin tedariki ile malzemenin mamule dönüşüp piyasaya sunulup satılması (satış geliri dönüşmesi) arasında geçen sürenin minimize edilmesi esastır. Bu da, malzemenin bekletilmeden ve stoklanmadan üretime sokulup değerlendirilmesi ile mümkündür. Bu değerlerde sıfır noktasına ulaşılamasa da en az düzeye getirmek esastır.
- Tüm diğer üretim faktörlerinde de olduğu gibi, malzemenin de ekonomik kullanımı esastır.

Bunun için de, hem malzemenin belli bir akış düzeni içinde yeterli miktar ve nitelikte, zamanında ve yerinde üretimin emrine hazır tutulması, bekletilmeden üretimde kullanılıp sarf edilmesidir.

- Hedef, stoksuz üretimdir; yani tedarik edilmiş olan malzemenin, hiç stoklara uğramadan, kesintisiz bir akış düzeni içinde doğrudan üretimdeki değişim/dönüşüm sürecine sokulup değerlendirilmesidir.
- Malzemenin verimli kullanılması konusunda iki temel sorun vardır. Bunlar; zaman sorunu ve malzemedan en iyi şekilde yararlanılamaması sorunudur.

Malzemenin verimli kullanımındaki zaman sorunu, stoklama (elde bulundurma) ve üretim sırasındaki beklemlerden doğmaktadır. Malzemenin akışındaki kesinti (durma/bekleme/yatma), malzemeye bağlanan sermayenin, bu malzemeyle üretilecek olan son mamulün piyasada satılıp satış geliri şeklinde işletmeye geri dönüşünün gecikmesi/ertelenmesi demektir. Bu nedenle, tedarik ile mamul satış gelirinin işletmeye dönüşü arasındaki zaman diliminin mümkün olduğunca kısa olması esastır. Malzeme hareketinde kaybedilen her zaman, malzemeye bağlanan sermayeyi bağladığı için, maliyetleri arttıracaktır. Bu tür maliyetleri minimum tutma gereği ile işletmenin üretime hazır halde tutulması gereği arasında belli bir çelişki ortaya çıkabilir. Burada sipariş miktarlarını ve sipariş sürelerini en iyilemek suretiyle uygun çözümler bulunabilmektedir (Metz, 1998).

Verimli malzeme kullanımı açısından üç unsur üzerinde durulmalıdır:

- Malzeme kayıplarının (fire, bozulma) en aza indirilmesi ve malzeme artıklarının da değerlendirilmesi,
- Standardizasyon (norm) ve değer analizi yoluyla malzeme kullanımının rasyonelleştirilmesi,
- İşletme içindeki malzeme hareketinde de çeşitli nedenlerle bazı kesintiler, boşluklar veya yığılmalar ortaya çıkmakta, bunlar da maliyet artırıcı etki yapmaktadır. Üretim akışındaki uygun bir organizasyon ile kesintisiz üretim akışı sağlanarak özellikle iş istasyonları arasındaki ya da işçinin sebep olduğu bazı beklemler önlenmeye çalışılmaktadır.

Zamanında firmaya ulaşamayan malzeme, taşıma, yükleme/boşaltma, stoklama veya bekleme sırasında doğan malzeme kaybı veya bozulması nedeniyle, üretimdeki hata oranını yükseltmektedir. Her iki halde de, hem üretim maliyetleri, hem de ürünlerdeki malzeme maliyet oranı artmaktadır. Malzeme kaybını en aza indirmek için, tedarik ve üretim süreçlerinin hızlı (miktar ve zaman itibarıyla) birbirleriyle uyumlu olması gerekmektedir. İşçinin sebep olduğu israflar da eğitimle veya ücret (prim) sistemiyle azaltılabilmektedir.

2.1 Tedarik Zinciri Yönetimi

Tedarik zinciri yönetimi, işletmelerin iç kaynaklarının entegre edilerek dış kaynaklarla etkin biçimde çalışmasının sağlanmasıdır. Buradaki temel amaç; geliştirilmiş üretim kapasitesi, pazar duyarlılığı ve müşteri/tedarikçi ilişkileri gibi işletmenin tüm performansını oluşturan değerlerin arttırılmasıdır. Tedarik zinciri yönetimi, hammaddelerin temininden imalat ürünlerine ve buradan da tüketiciye işlenmiş ürünlerin dağıtımına kadar tüm tedarik zinciri boyunca bilgiye dayalı karar almamıza olanak vermektedir. Tedarik zinciri yönetiminin en iyi şekilde kullanımında çözüm; hem zincir boyunca bilgi akışının en etkin duruma getirilmesi, hem de tüketici hizmeti düzeyleri ile ilişkili amaçların yerine getirilebilmesi için tedarik zincirindeki eldeki mevcut kaynakların toplamının en uygun şekilde kullanılmasıdır.

Tedarik zinciri yönetimi, müşteriyi memnun edecek bir şekilde daha iyi ürün ve hizmet üretip sunmak için genişleyen bir faktörler bileşenini, planlama ve kontrol etme amacıyla ileri teknoloji, bilişim yönetimi ve yöneylem araştırması matematiği kullanmaktadır. İleri seviyede programlar, ilişkisel veri tabanları ve buna benzer teknik araçlardan faydalanmaktadır. Teknolojisi karmaşık olsa bile, tedarik zinciri yönetiminin en önemli kavramları ve çalışma teknikleri oldukça iyi anlaşılmaktadır (Metz, 1998).

Tedarik zinciri yönetimi; tedarik, depoda tutma, üretim ve satış gibi prosesleri şirketin yararına en iyilemektedir. Bütün üretim aşamalarında stokların minimuma indirilmesini amaçlamaktadır. Stoklar minimuma indirilmeye çalışılırken, tedarik zinciri birimleri arasında maksimum düzeyde iletişim ve işbirliği yapılacağı için bu hedef, herhangi bir ürünün üretilmesi için beraber çalışan tedarik zinciri işletmelerinin arasındaki bağımlılığı arttırmaktadır. Bütün işletmeler birbiriyle koordine olup tam zamanında bilgi değiş-tokuşuna girmektedir. Tedarik zinciri yönetimi sistemleri böylece stokların ve fazla kapasitenin azaltılmasını, maliyetlerin; dolayısıyla fiyatların düşürülmesini, siparişlerin yerine getirilme sürecinin kısaltılmasını ve teslimat güvenilirliğinin yükseltilmesini sağlamaktadır.

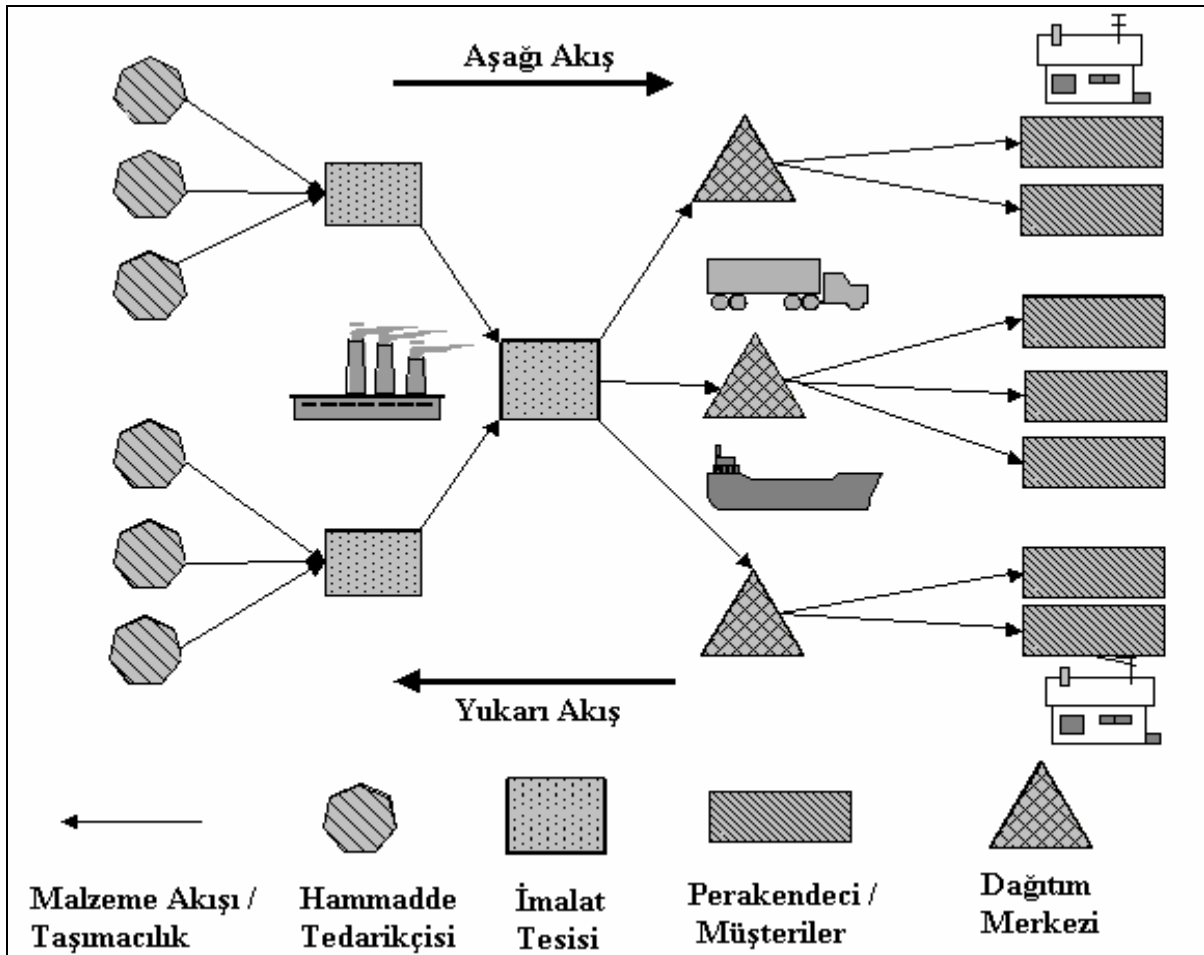
Tedarik zinciri yönetim sistemi; şirketin dışındaki tedarik işlerini sağlayanların yönetilmesi ve bunlarla etkin çalışılması için şirketin iç kaynaklarını bir bütün halinde ele alan temel bir işletme sistemi olarak tanımlanmaktadır. Burada amaç, şirketin üretim kapasitesinin arttırılması, piyasaya karşı duyarlılığın geliştirilmesi ve tüketici ile tedarik işlerini üstlenenler arasında ilişkilerin iyileştirilmesi yoluyla şirketin çalışmasının ileriye götürülmesidir.

Tedarik zinciri hem içsel hem de dışsal bir perspektif içerisinde ele alınabilir; içsel perspektif, iç malzeme akışının etkinliğinin sağlanması üzerinde yoğunlaşır. Bunun sağlanması için içsel tedarik zinciri; üretkenlik, temin zamanları, lojistik maliyetleri gibi konularla ilişkilendirilir.

Dışsal perspektif ise, hammaddeden nihai müşteriye kadar olan dış malzeme akışını kapsamaktadır.

Tedarik Zinciri Konseyi' ne göre, Tedarik Zinciri kavramı son ürünün üretilmesi ve dağıtımı (tedarikçinin tedarikçisinden müşterinin müşterisine kadar) ile ilgili bütün çabaları kapsamaktadır.

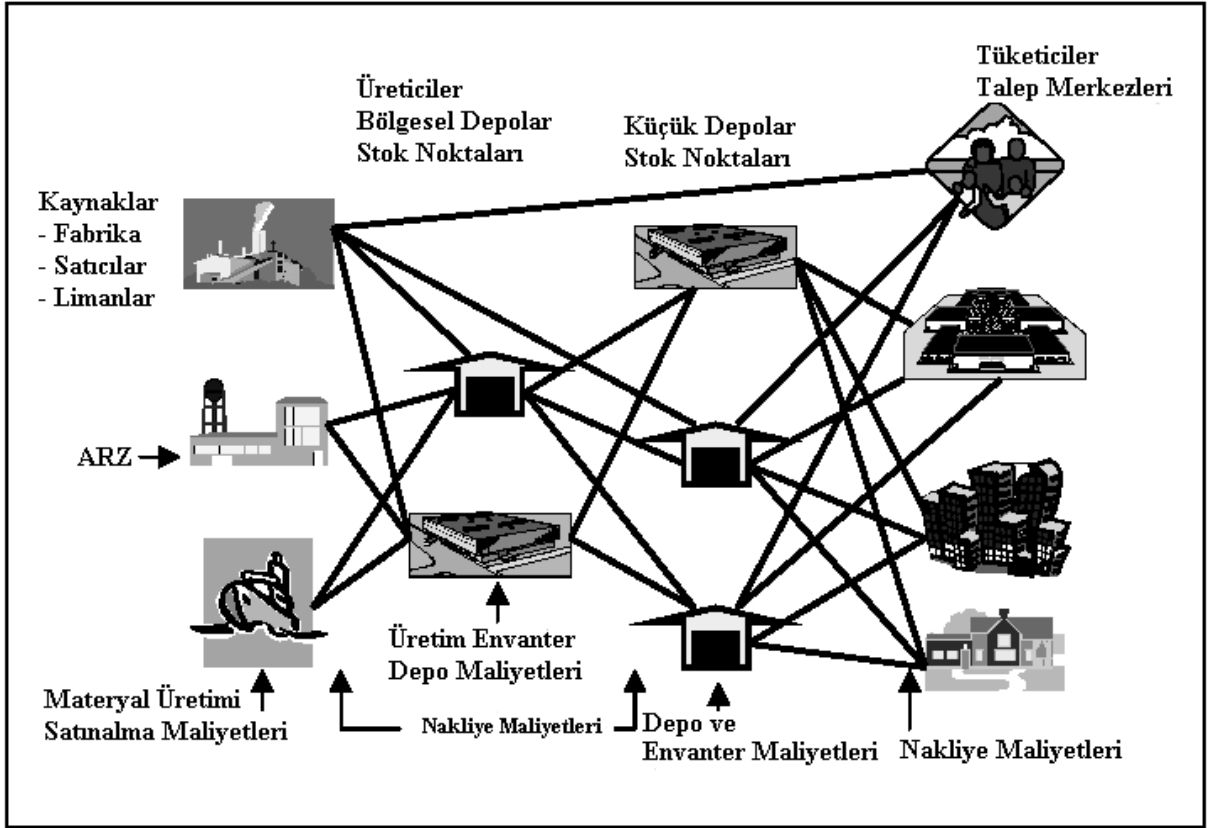
Genel bir tedarik zincirinde, hammaddeler tedarik edilmekte, ürünler bir ya da daha fazla fabrikada üretilmekte, geçici stoklama için depolara gönderilmekte ve daha sonra müşterilere gönderilmektedir. Maliyetleri düşürmek ve hizmet kalitesini artırmak için tedarik zincirinin çeşitli seviyelerinde etkili tedarik zinciri stratejileri de yer almaktadır (Ganeshan ve Harrison, 1995). Örnek bir tedarik zinciri Şekil 2.4'de gösterilmektedir.



Şekil 2.4 Tedarik zinciri örneği (Teigen, 1997)

Geleneksel olarak tedarik zinciri içindeki pazarlama, dağıtım, planlama, üretim ve satınalma organizasyonları bağımsız olarak çalışmaktadır. Bu organizasyonların hedefleri genelde birbirleriyle çakışmaktadır. Pazarlamanın iyi müşteri hizmeti ve maksimum satış geliri hedefi

üretimin ve dağıtımın hedefleriyle çakışır. Birçok üretim operasyonu, envanter seviyeleri ve dağıtım kabiliyetleri üzerindeki etkileri için küçük bir bedel ile çıktıyı maksimize etmek ve maliyetleri düşürmek için dizayn edilmektedir. Açıkça görülmektedir ki; değişik fonksiyonların entegre olarak çalışabilmesi için bir mekanizmaya ihtiyaç vardır. Böyle bir entegrasyona ulaşabilmek için tedarik zinciri bir stratejidir (İGEM, 2005). Tedarik zinciri yapısına başka bir örnek Şekil 2.5’de gösterilmektedir.



Şekil 2.5 Tedarik zinciri yapısı (İGEM, 2005)

Bir iş ortamında üç çeşit akış mevcuttur. Bunlar:

- Mamulün elde edilmesinden tüketimine kadar olan akışı,
- Tedarikçilerden iş ortamına ve buradan da müşterilere olan bilgi akışı,
- Satınalma için gerekli fonları sağlayan müşterilerden iş ortamına olan finansal akış.

Tedarik zinciri fonksiyonları ise iş ortamındaki mamul akışını temsil etmektedir. Tedarik zinciri bir işletmede doğru malzemelerin, hizmetlerin ve teknolojinin doğru kaynaktan, doğru zaman ve uygun kalitede satın alındığının garanti edilmesinden sorumludur.

Tedarik zinciri, malzemelerin sağlanması, bu malzemelerin ara ve tamamlanmış ürünlere dönüşümü ve tamamlanmış ürünlerin müşterilere dağıtımını fonksiyonlarını yerine getiren araç

ve dağıtım seçeneklerinin bir şebekesidir. Tedarik zinciri, karmaşıklığı endüstri veya işletmeye göre değişse de, hem hizmet, hem de üretim işletmelerinde bulunmaktadır. Hizmet endüstrileri de mamul üretimi yapan işletmeler gibi bir ürün teslimatı yapmaktadır. Bu ürünler bilgi, müşteri hizmetleri ve benzeri olabilmektedir. Ayrıca, hizmet ve mamul üretimi arasındaki fark da gittikçe belirsizleşmektedir. Gerçekte de modern üretim sistemlerinin ürün meydana getirme veya malzemelerin işlenmesi gibi fiziksel safhalardan daha fazla faaliyet göstermesi gerekmektedir. Sonuç olarak, tedarik zinciri; tedarik, ürün tasarımı, üretim planlaması, malzeme yönetimi, siparişlerin yerine getirilmesi, envanter yönetimi, nakliye, depolama ve müşteri servislerini kapsamaktadır.

Kurumsal fonksiyonların verimli olabilmeleri için bütünleşik bir biçimde çalışmaları gerekmektedir. Tedarik zinciri ile ilgili olaylara hızlı ve kaliteli bir şekilde karşılıklar verilmesini sağlamak için kuruluş çerçevesindeki birçok fonksiyonun koordinasyonu gereklidir.

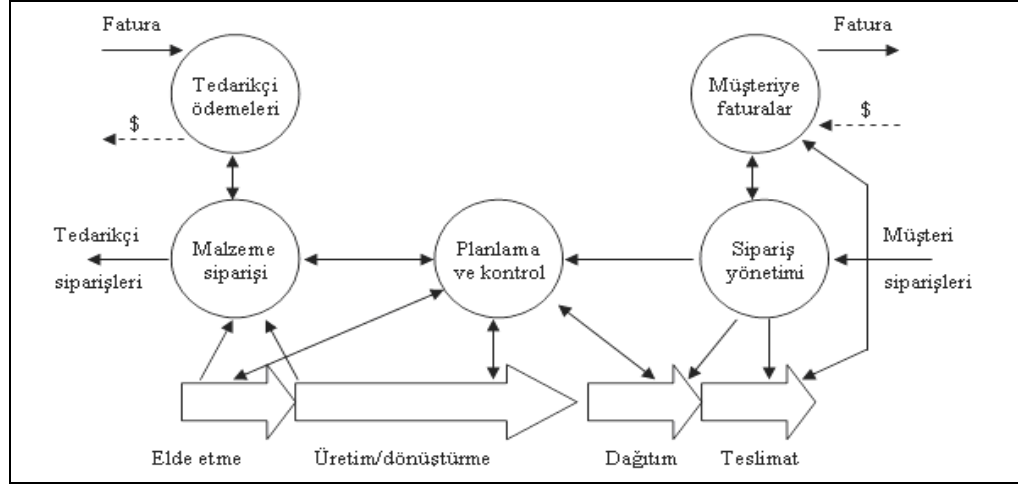
Tedarik zinciri, yapısının karmaşıklığına göre, tek ve çok safhalı olmak üzere ikiye ayrılmaktadır:

- Tek safhalı tedarik zinciri, hammaddelerin elde edilmesi, üretim ve dağıtımın malzeme akış fonksiyonlarını birleştirmektedir. Bu çeşit tedarik zincirinde birçok bilgi işleme ve karar verme fonksiyonu bulunmaktadır. Ödenen veya alınacak para miktarı envanter ve ekipmanın parasal değeri kadar önemli olduğundan, sermayeyi idare etme fonksiyonu da vardır. Tek adımlı tedarik zinciri tek şirketli tedarik zinciri olup tedarik zinciri yönetiminin odak noktasıdır.

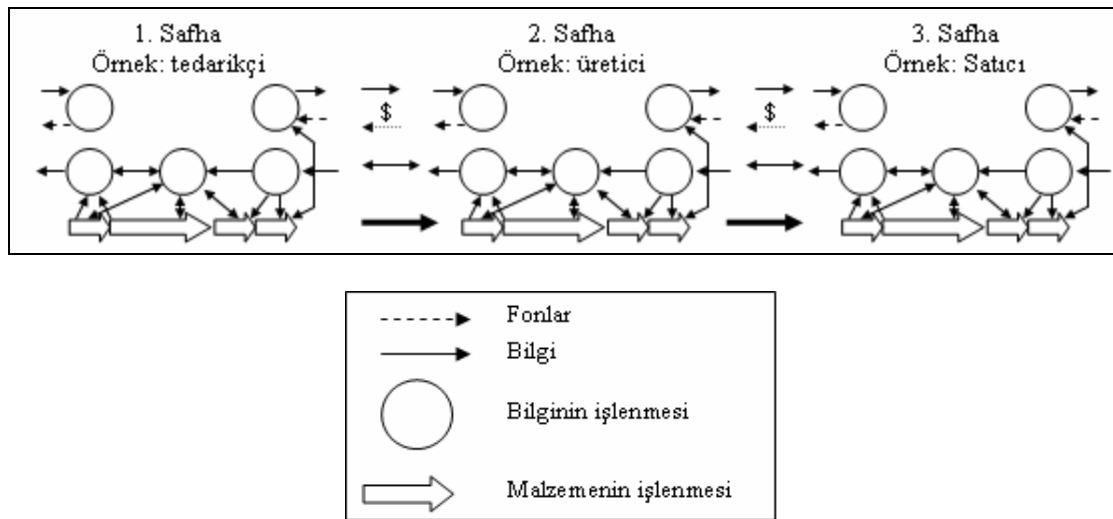
Şekil 2.6’da örnek bir tek safhalı tedarik zinciri yapısı gösterilmiştir.

- Çok safhalı tedarik zinciri yönetimi, daha önce belirtilen tedarik zinciri tanımına daha iyi bir örnektir. Bunlar tipik olarak çok şirketli tedarik zincirleridir, ancak özellikle de tek safhalı tedarik zincirlerinin çoklu kopyalarıdır (Metz, 1998).

Şekil 2.7’de örnek bir çok safhalı tedarik zinciri yapısı gösterilmektedir.

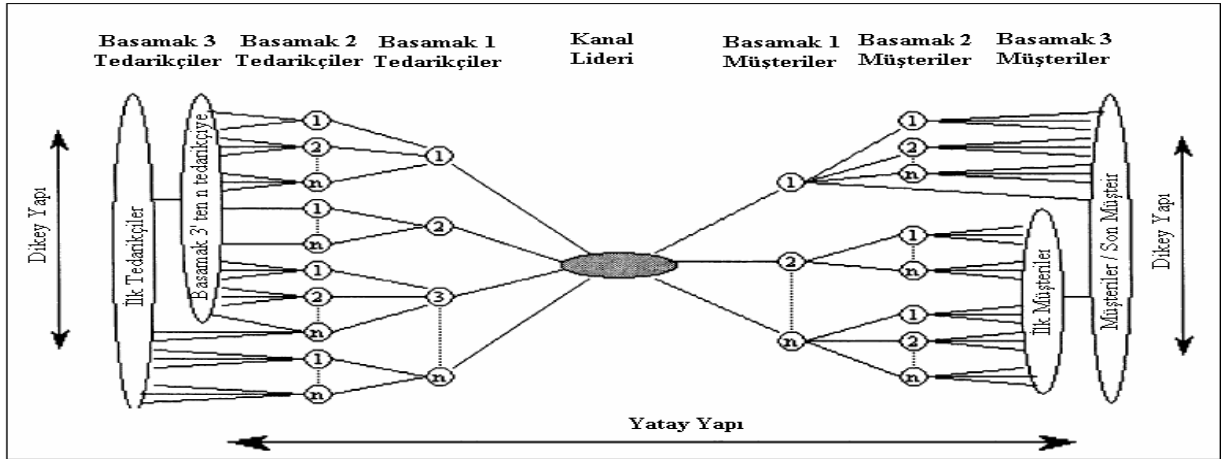


Şekil 2.6 Tek safhalı tedarik zinciri (Metz, 1998)



Şekil 2.7 Çok safhalı tedarik zinciri (Metz, 1998)

Tedarik zincirinin yapısal boyutlarını anlamak, tedarik zincirinin halkalarını analiz etmek ve modellemek için bir ön koşuldur. Genel olarak, dikey ve yatay yapı olmak üzere iki çeşit boyuttan söz edilebilir. Yatay yapı, tedarik zinciri boyunca mevcut olan basamakların sayısını ifade etmektedir. Tedarik zinciri birçok basamaktan oluşacak şekilde uzun olabileceği gibi birkaç basamaktan oluşacak şekilde kısa olabilir. Dikey yapı ise, Şekil 2.8’de her bir basamakta gösterilen tedarikçi ve müşterilerin sayısını ifade etmektedir.



Şekil 2.8 Tedarik zincirinin yapısal boyutu (Min ve Zahou, 2002)

2.1.1 Tedarik Zinciri Yönetiminin Tarihsel Gelişimi

Tedarik zinciri yönetimi tarihçesine bakıldığında genel olarak üç ana safhadan geçildiği görülmektedir.

İlk safha, tamamlanmış ürünlerin fiziksel dağıtımına odaklanan bir envanter “itış” dönemi olarak karakterize etmektedir. Bu periyot boyunca yaklaşık olarak 1960’tan 1975’e kadar şirketler, üretim prosesleri ve hammadde olarak iki ayrı iş bölümü şeklinde çalışıyorlardı. Üretim çıktıları tamamlanmış ürün yerleşimlerine (lokasyon) iletiliyordu.

İkinci safhada bu evrimsel iş dünyasının liderleri, operasyonların işletme ile entegre edilmesinin önemini fark etmeye başladılar. Bu periyot boyunca 1975’ten 1990’a kadar daha hızlı gelişen şirketler envanter yerine müşteriye yönelmeye başladılar.

1980’lerde şirketler maliyetlerini düşüren ve farklı pazarlarda da yarışmalarına olanak veren çeşitli üretim teknolojileri keşfettiler. Tam zamanında üretim, Kanban, yalın üretim, toplam kalite yönetimi gibi konular çok popüler oldular ve şirketler kaynaklarının çoğunluğunu bu stratejileri şirketlerine getirmek için kullandılar. Son birkaç yılda, birçok şirket maliyetlerini kısmi olarak azalttı. Bu şirketlerden birçoğu karı ve pazar payını artırmada bir sonraki adımın

etkili bir tedarik zinciri yönetimi olduğunu keşfetmeye başladı (Simchi-Levi ve Kaminsky, 2000).

1980'lerin sonlarına doğru olan son safhada ise tedarik zinciri yönetimi kavramı oldukça önem kazandı. Şirketler fark ettiler ki; verimlilik sadece işletmedeki bilgi, ilişki ve malzeme akışının yönetimi ile artabilecekti. Bu, tedarik zinciri yönetimi kavramı ile sonuçlandı.

Genel olarak bakıldığında ise; tedarik zinciri yönetimi lojistik yönetimindeki gelişmelerin bir devamı olmaktadır. 1963 yılında Ulusal Fiziksel Dağıtım Yönetimi Konseyi kurulduğunda uygulamacılar depolama ile nakliye fonksiyonları arasındaki ilişkiyi keşfetmektedir. Fiziksel dağıtım yönetimi daha hızlı, daha yaygın ve özellikle daha güvenilir nakliye kullanımı ile envanter indirimi yararları sağlayarak bu iki fonksiyonu bütünleştirmektedir.

Daha hızlı depo idaresi ve nakliye yolu ile siparişe daha çabuk cevap verme zamanı tahmin periyodunun süresini azaltmaktadır ve böylelikle tahminlerin doğruluğu artmaktadır. Diğer bir entegrasyon avantajı ise nakliye ve depolamanın birlikte dikkate alınmasını sağlamakta, böylece daha iyi servis ve düşük maliyetler için depolama lokasyonunu optimize etmektedir.

Fiziksel dağıtım yönetimi, farklı depolama seviyeleri (fabrika, bölgesel dağıtım merkezleri, yerel dağıtım merkezleri) ve daha karmaşık analizler (örneğin; toplam depolama-nakliye maliyetleri, nakliye/depolama ağı optimizasyonu) arasındaki geliştirilmiş veri iletişimi tarafından mümkündür. Daha iyi veri ve analitik teknikler karışık faktörler arasından daha iyi kararlar alınmasını kolaylaştırmaktadır. Aslında gittikçe ilerleyen iletişim ve analizler karışık kararlar alabilme yeteneğini sürekli olarak arttırmaktadır.

Tedarik zinciri yönetimindeki ikinci safha olan “lojistik evre” üretim, satınalma ve sipariş yönetimi fonksiyonlarının bir yardımcısı olarak karşımıza çıkmaktadır. Elektronik data alışverişi; dünya çapında iletişim kuran, veri saklayan, analiz yapan bilgisayarların gelişimi tarafından desteklenmektedir.

Üçüncü, şu andaki adım ise bütünleşik tedarik zinciri yönetimidir. Entegre edilmiş fonksiyonların uzayan zincirinin bir ucuna tedarikçiler ve diğer ucuna da müşteriler eklenmektedir. Böylece yedi adet tedarik zinciri fonksiyonu oluşmaktadır. Bu; iki fonksiyonlu fiziksel dağıtım zincirinden daha kapsamlıdır. Bu kapsamlılıkla baş edebilmek için elektronik data, elektronik para transferi, yüksek bant genişliğindeki iletişim ve planlama, uygulama için de bilgisayarlı karar destek sistemleri kullanılmaktadır. Eğitim de burada bir kilit faktördür.

Tedarik zincirindeki bir sonraki adım ise “süper tedarik zinciri yönetimi”dir. Bu adımda ürün

gelişimi, pazarlama ve müşteri hizmetleri gibi birçok fonksiyon birleştirilecektir. Bu; ileri iletişim, daha iyi ve daha fazla kullanıcı uyumlu bilgisayar karar destek sistemleri ile mümkün olacaktır. Bazı örneklerini şimdiden görebilmek mümkündür.

Süper tedarik zinciri yönetiminde ürün tasarımcıları tedarik zinciri takımının bir parçası olarak üretimin çeşidinin daha kolay olması için ürünü tasarlamaktadır. Bu sayede o ürün daha kolay kullanılmaktadır. Sipariş öncesi ve sipariş sırasındaki bilgiler tüm tedarik zinciri katılımcılarına gönderilmektedir. Böylece katılımcılar çok daha çabuk ve doğru cevap verebilmektedir.

Gelişmeler, tedarik zinciri takımı entegrasyon konusunda çalışmayı öğrendikçe sürekli olmaktadır. İki prosesli tedarik zincirinin gelecekte on veya daha fazla prosesin tek bir entegre proste birleştiği tedarik zincirine yönelten neden, bilgisayar teknolojisindeki gelişim, iletişim teknolojisi, kısacası “bilşim teknolojileri devrimi” olmaktadır. Bilşim teknolojisi daha çok bilginin daha doğru ve sıklıkla daha fazla kaynaktan alınabilmesini sağlamaktadır. Bilşim teknolojisi, her zamankinden daha fazla analiz yapabilme, modelleyebilme ve bilgilere etki edebilme olanağı sağlamaktadır. Kısaca iletişimdeki ve karar destek sistemlerindeki gelişmeler tedarik zincirinin artan karmaşıklığı ile başa çıkmayı, daha çok faktörü karar veren daha çok insanla birleştirmeyi ve sonuçları daha çabuk elde etmeyi sağlamaktadır (Metz, 1998).

2.1.2 Tedarik Zinciri Yönetiminin Amaçları

Tedarik zinciri yönetiminin ilk amacı, müşteri ihtiyaçlarını karşılayacak tipte ürün yapımında görev alan her şeyi inceleme konusu içine almaktır. Kapsamı ürünün tedarikçi ve üretim araçlarından depolara ve dağıtım kanallarına, oradan da perakendecilere ve mağazalara gönderilmesidir. Şüphesiz, bazı tedarik zinciri analizlerinde tedarikçilerin tedarikçilerini ve müşterilerin müşterilerini de katmak gerekebilmektedir.

İkinci olarak, tedarik zinciri yönetimin amacı; bütün sistem üzerinde maliyet-etkili ve verimli olmaktır. Ulaştırma ve dağıtımdan hammadde envanterlerine, üretime, bitmiş ürüne kadar sistemdeki bütün maliyetler minimize edilmeye çalışılmaktadır. Fakat asıl önemli nokta taşıma maliyetinin düşürülmesi veya envanterin azaltılması değil, tedarik zinciri yönetimine sistem yaklaşımının yerleştirilmesidir (Simchi-Levi ve Kaminsky, 2000).

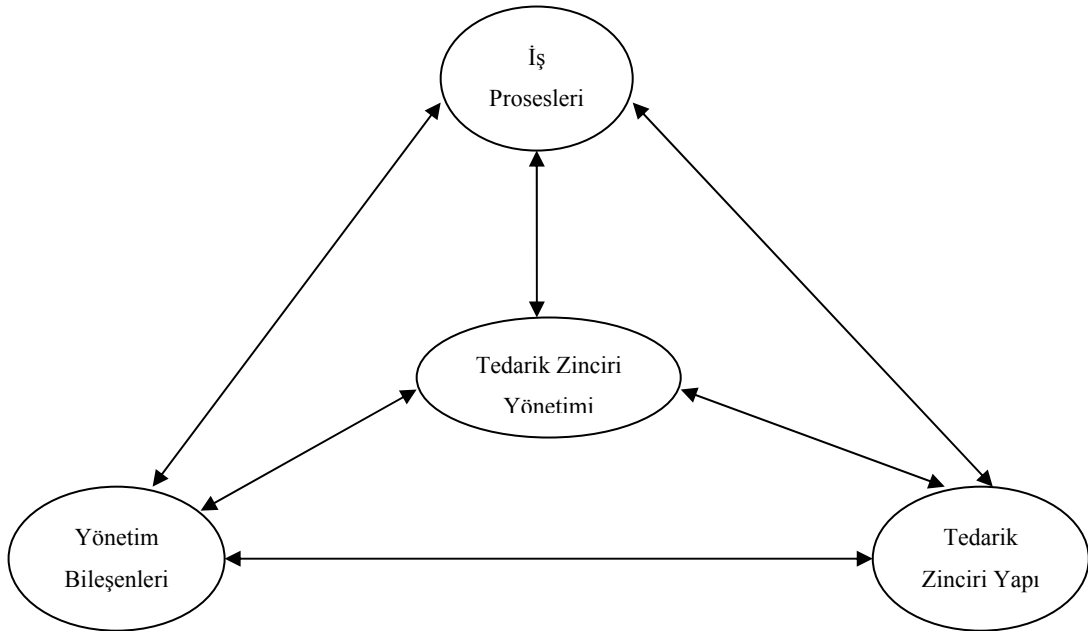
Tedarik zinciri yönetiminin neden gerekli olduğunu da aşağıdaki maddeler halinde özetlemek mümkündür:

- Günümüz rekabet şartları, mükemmel seviyede müşteri hizmeti gerektirmektedir. Bu da tedarik zinciri yönetiminin amaçlarından biridir.
- Dünya ekonomisinin gelişmesi ve yerel ürünlere artan talep tedarik zinciri yönetimini zorunlu kılmaktadır.
- Dağıtım kanalı ortaklıkların, tam zamanında üretim modelinin uygulanabilmesi ve çabuk talep karşılayabilme için tedarik zinciri yönetimi gereklidir.
- Üretim ve depolama kabiliyetini, taşıma ve depolama kabiliyeti haline dönüştürmeye ve prosesin en iyilenmesinden, lojistik sistem değişikliğine geçmeye odaklanmaktadır.
- Dar boğaz pazarlama ve dağıtım kanallarının seviyesini yükseltmek gereklidir.

2.1.3 Tedarik Zinciri Yönetiminin Yapısı

Tedarik zinciri yönetimin yapısı 3 temel ve ilişkili elemandan oluşmaktadır: İş prosesleri, yönetim bileşenleri ve tedarik zinciri yapısı. Bu elemanlar Şekil 2.9’da görülmektedir.

İş prosesleri, müşteriye yönelik değer katıcı çıktılar üreten faaliyetlerdir. Yönetim bileşenleri ise iş proseslerini oluşturan ve yöneten elemanlardır. Tedarik zinciri yapısı ise tedarik zinciri içinde yer alan şirketlerin düzenlenmesidir.



Şekil 2.9 Tedarik zinciri yönetimi yapısının temel elemanları (Lambert vd., 1998)

2.1.3.1 Tedarik Zinciri Yönetimi Prosesleri

Prosesler, özel bir pazar veya müşteri grubuna belirli bir değer üretmek için tasarlanan, düzenlenmiş ve ölçülmüş faaliyetler grubudur. Proses; bir başlangıcı, bir sonu, tanımlanmış

girdi ve çıktıları olan çalışan iş faaliyetlerinin zaman ve yer bazlı sıralanmasıdır. Tedarik zincirindeki iş prosesleri, biçimsel yapıdan bağımsız olarak organizasyon içi ve organizasyonlar arası sınırlarda yer alabilmektedir.

Tedarik zinciri yönetiminde yer alan iş prosesleri şunlardır:

- Müşteri ilişkileri yönetimi,
- Müşteri hizmetleri yönetimi,
- Talep yönetimi,
- Sipariş doldurma,
- Üretim akışı yönetimi,
- Tedarik etme,
- Ürün geliştirme ve
- Ticarileşme.

Müşteri ilişkileri yönetimi, şirket ve tüketici arasındaki ilişkinin bütünsel dönüşümünü yürütmektedir. Bu; müşterileri tanımlama, etkileme ve elinde tutma yolundaki tüm aktiviteleri içermektedir ve müşterilerle karla sonuçlanan ilişkiler kurmak için bütün organizasyonu sıralamaya odaklanmaktadır.

Müşteri ilişkileri yönetimi ve müşteri hizmet yönetiminin temelinde, müşterinin neyi istediğinin, neye ihtiyaç duyduğunun ve değer verdiğinin araştırılması koşulu yatmaktadır. Bu tip anlayışlar geliştirmek için şirketler; satış birlikleri, pazar araştırmaları, odak grupları, iç hesap çıkarımları, müşteri bilgi sistemleri, Internet, elektronik veri değişimi sistemleri ve müşteri etkileşimleri hakkındaki danışma merkezi verileri gibi elektronik kaynakların raporlarını içeren geniş bir kaynak alanından bilgi entegre edebilmek zorundadırlar. Bugünün veri depolama ve bulma teknikleri bütünleşik şekilde kullanıldığında şirketlerin, büyük miktarlardaki verileri etkin bir şekilde yönetmeleri ve artan doğrulukla müşterilerin ne istediğini anlamaları sağlanmaktadır. Doğru bilginin elde edilmesi şirketlere, tedarik zinciri boyunca daha az güvenlik stoku taşıması, talep planlaması, coğrafik dağıtım, malzemelerin tedarikini geliştirme ve özelleştirilmiş ürünler konusunda yol açmaktadır.

Kısacası, müşteri ilişkileri yönetimi tekniklerinin etkin kullanımı, karlı müşterilere odaklanarak tedarik zincirine hem maliyetleri düşürmek, hem de çeşitli müşteri bölümlerinin ihtiyaçlarını karşılamak için hizmet seviyelerini kalibre etme olanağı sağlamakta ve bu, müşteri bazında daha büyük sağlamlık, devamlılık ve önceden belirlenebilirlik yaratmaktadır.

Talep yönetiminde, tüketicilerin gitgide artan bilgileriyle taleplerde bulunduğunu ve eğer bir

şirket ihtiyaçlarını karşılamazsa bunu yapabilen başka bir şirketi bulabileceklerini göz önünde tutarak tahmin ve değişkenlik azaltma çalışmaları yapılmaktadır. Gerçek zamanlı teknolojilerin meydana gelmesinin, tüketiciye anında tatmini talep etmeyi, kendi deyimiyle hiçbir zaman tatmin olmayan müşteriye dönüşmesini öğrettiği belirlenmiştir. İstekleri bu kadar hızlı değişen müşterilerin taleplerini doğru şekilde karşılamak yine etkin bir tedarik zinciri yönetiminin konusu içine girmektedir.

Üretim akışı yönetimi, müşterinin istediği ürünü yapmakla ilgilidir. Bu daha esnek üretim prosesleri ve doğru ürün gruplarını elde etme çabası ile gerçekleşmektedir.

Tedarik etme, geleneksel “fiyat belirt ve al” sisteminden çok, stratejik tedarikçilerle olan ilişkilerin yönetimine odaklanmaktadır. Amaç, üretim akışı yönetimini desteklemek ve yeni ürün geliştirmektir.

Ürün geliştirme ve ticarileşme, yeni ürünlerin firmanın başarısında kritik bir eleman olması nedeniyle çok önemlidir. Anahtar müşteriler ve tedarikçiler, yeni ürünün pazara giriş süresini kısaltmak için birleşmektedir.

Klasik tanımları olan geleneksel yönetimlerle, proses odaklı yönetimin farkı; proses odaklı yönetimde müşteri talep ve beklentileri belirlenmekte, her proste bunlar dikkate alınmakta ve firma bu prosesler etrafında gelişmektedir (Lambert vd., 1998).

2.1.4 Tedarik Zinciri Yönetiminin Sağladığı Faydalar

Tedarik zinciri yönetimi bir anlamda siparişin üretilmesi, sipariş alınması, siparişin yerine getirilmesi ve ürünün, hizmetin veya bilginin dağıtımının koordinasyonunun sağlanmasıdır. Tedarik zinciri yönetimiyle;

- Hammaddelerin temini veya bitirilen ürünlerin dünyada herhangi bir yere gönderimi sağlanır.
- Merkezci, yerel yönetim ile global işletme ve yönetim stratejisi benimsenir.
- Anında ve zamanında bilgi paylaşımı ile toplam tedarik zincirinin görülebilirliği sağlanır.
- Bilginin sadece işletme dahilinde değil endüstrinin genelinde yönetimi sağlanır.
- Tedarik zinciri organizasyonunun, yüksek performans sağlayacak takımlar halinde yeniden organizasyonu sağlanır.
- Tedarik zinciri ile bilişim sistemi oluşturulması ile maliyet ve ölçüm standartlarına ulaşılır.

Başlangıç noktası tüketici, uç noktası ise hammadde tedarikçileri olan bir yığın işletme yerine, bunların tamamını ifade eden tek bir firma görünümündeki tedarik zinciri; şirketlerin iç

alışmalarını en uygun ve basit bir ekle getirirken, aynı zamanda tüm tedarik zincirinin çalışmasını incelemekte ve çalışmaları iyileştirmek suretiyle de şirketlerin tüketicie karşı yapmaları gerekenleri en uygun duruma getirme olanaklarını da sağlamaktadır.

Tedarik zinciri yönetimi; fiyat, kalite ve teknoloji gibi çıktıların geliştirilmesini ve uygulamaların uyumlu, bütünleşmiş ve yüksek performanslı olmalarını sağlamaktadır. Tedarik zinciri yönetimi uygulamaları; çok yönlü ve çok kullanışlı gelişim aktivitesi için temel oluşturmakta, uyumlu strateji, haberleşme liderliği ve iş süreci yönetimini geliştirmektedir. Müşteri/tedarikçi yoğunlaşmasını sağlamakta ve sanayinin vizyonunu ve araştırmasını en iyi uygulamalar içinde birleştirmektedir. Dolayısıyla tedarik zinciri yönetiminin beklenen yararları hammadde kaynaklarından son tüketicie kadar bütün alanlarda ortaya çıkmaktadır. Tedarik zinciri yönetiminin gerçek etki derecesi, tedarik zincirinde yarattığı görüş yeteneğindedir. Ekonomik hesaplamalar tedarik zinciri yönetiminin daha düşük stok ve sevkiyat ile çalışan işletmeler için en iyi miktarlarda dengelemeler yapabildiğini göstermektedir.

Tedarik zinciri yönetimi yazılımları her aşamada optimizasyonu, maliyet bilgisini de düşünerek gerçekleştirdiği için, tamamlanan projelerde malzeme stoklarında %30-50 azalma, nakliye maliyetlerinde %10-12 azalma, tedarik zinciri maliyetlerinde %10-20 azalma, malzeme satın alma fiyatlarında %5-10 azalma, kapasite kullanımında %5-20 iyileşme, sipariş tamamlama oranında %5 iyileşme, tahmin doğruluğunda %20-60 iyileşme, raf ömürlü ürünlerin stoklarında %10-20 azalma sonuçları elde edilmiştir. Her şirketin kendine özgü yapısı olması nedeni ile kazançlar da farklı olacaktır, fakat bu sonuçlar dünyada 1000'in üstünde uyarılama sonucu elde edilmiştir (Lambert vd., 1998).

Bilindiği gibi kurumsal kaynak planlaması (Enterprise Resource Planning-ERP) yazılımları, satınalmadan satışa, muhasebeden ürün maliyetlendirmesine, kalite kontrolden bakım onarıma ve insan kaynaklarına kadar, bir firmadaki tüm işlemlerin anında ve doğru görülmesini sağlamaktadır. Bilgiler, doğru kişi tarafından sisteme girildiği ve işlemler birbirini takip ettiği için, departmanlar entegre çalışmak zorundadır. Sonuç olarak departmanlar, anında haberleşme ve işbirliği ortamında çalışmaya yönelerek, şirket içi işleyiş problemlerini ve verimsizlikleri, yazılımın verdiği fonksiyon önerilerini de dikkate alarak hızla çözülebilmektedir.

Günümüz şartları, globalleşme ve rekabetin artması nedeniyle, firmaların ürün fiyatlarını, dolayısıyla maliyetlerini ve verimliliklerini daha iyi kontrol etmelerini zorunlu kılmaktadır. Bunun için şirket içi süreçleri iyileştirmenin dışında tedarik zincirinin parçası olan tedarikçi,

müşteri, dağıtıcı ve nakliyeciler ile karşılıklı güvene dayalı bir işbirliğine gidilmesi gerekmektedir. Bu yaklaşım üzerine kurulan tedarik zinciri yönetimi kavramı şöyle tanımlanmaktadır: “Ürünün tasarımından üretim ve satışına kadar tüm aşamalarda yer alan üretici, tedarikçi, müşteri, dağıtıcı ve bayi gibi kanalların genişletilmiş şirket çatısı altında birbirine bağlandığı ve müşterinin almak isteyebileceği ürün ve servisin bu çatı altında oluşturulduğu bir değer işbirliği.” Birden fazla şirketi kapsayan tedarik zinciri yönetimi yapısı, tek bir şirket gibi davranarak kaynakların (süreç, insan, teknoloji ve performans ölçümleri) ortak kullanımı sayesinde bir sinerji yaratmayı hedeflemektedir. Sonuç ise yüksek kaliteli, düşük maliyetli, piyasaya hızlı bir şekilde sunulan ve müşteri memnuniyeti sağlayan hizmet ya da ürün olarak ortaya çıkmaktadır (Lambert vd., 1998).

Ortak fayda; yukarıda sözü edilen işbirliğinin sonucunda, kalite, fiyat ve tasarım açısından tercih edilecek bir ürün ve gerekli servis yapısı oluşturulmaktadır. Bu çalışmada işbirliğinin en kritik faydası, tarafların ellerindeki bilgileri birleştirmeleridir. Bayi; müşteriden aldığı ihtiyaç ve eleştiri bilgilerini, üretici firma; elindeki pazar ve tasarım olasılıkları bilgilerini, tedarikçi; malzeme fiyat ve kalite bilgisini aktarmaktadır. Bu çalışmada firmalar, sonucun herkese kazanç olarak döneceğini bildiği için açık davranmaktadırlar.

Tedarik zinciri yönetimi çeşitli süreçlerden oluşmaktadır. İş ortaklarıyla tek bir firma gibi çalışma sonucunda, ERP sistemleri ile şirket içinde elde edilen verim, benzer şekilde, şirketler arasındaki süreçlerde de yakalanabilmekte ve verimsizlikler ortadan kaldırılabilir. Bu durum, tüm taraflara maliyet avantajı olarak geri dönmektedir. Söz konusu süreçlerdeki iyileştirmelerde motivasyon sağlamak için, tarafların kazancı bölüşmesi, başka bir ifadeyle “kazan-kazan” anlaşmalarının yapılması önemli olmaktadır. Örneğin; stok seviyesinin düşürülmesi çalışmasında, stoklar tedarikçi tarafından yönetiliyor olabilir. Tedarikçi kendi imalat planını çok daha iyi bildiği için, gelen talepleri dikkate alarak, şirketin stoklarında önemli düşüşler sağlayabilir. Oluşan mali kazancın, her iki firma arasında bölüşülmesi, satıcı firmayı daha fazla motive etmektedir.

Uzmanlaşma; tedarik zinciri yönetiminin bir amacı da, herkesin en iyi bildiği işi yapması, dolayısıyla uzmanlaşmasıdır. Üretici firmanın en iyi bildiği iş, son ürünün prosesleri; tedarikçi firma için, sorumlu olduğu malzemeler; bayi için, pazar hakkında daha detaylı bilgi sahibi olmak ve uçtaki müşterilere malın doğru bir şekilde satışını yapmaktır. Özellikle bilgi işlem, muhasebe, bordro yönetimi gibi şirket olmanın sonucunda yapılması gereken yan işler, esas yoğunlaşılacak konulardan zaman çalmaktadır. Bu görevlerin, konunun uzmanı firmalara dış kaynak olarak devredilmesi, güçlü olunan konuya daha fazla zaman ayrılmasına,

dolayısıyla daha hızlı ve doğru hareket edilmesine yardımcı olmaktadır. Ayrıca, tüm iş ortaklarının kaynakları ortak kullanması, çıkabilecek yeni iş olanaklarına hızlı ve fazla yatırım yapmadan ulaşmasını sağlayabilecektir.

Hızlı, doğru ve etkili sistem; tedarik zinciri yönetimi uygulaması için firmaların ilk önce ERP veya benzeri uygulamaların yardımı ile, iç işleyişini iyileştirmesi ve geçmiş verileri istenen detayda saklıyor olması beklenmektedir. Bundan sonra firmaların duvarlarını yıkarak iş ortakları ile birlikte planlama yapması hedeflenmektedir. Tedarik zinciri yönetimi yaklaşımı bu amaçla geliştirilmiş yazılımlar ile birlikte uygulandığında hedefine ulaşabilmektedir. Bu yazılımlar, ERP sistemlerinin yeterli olmadığı konular olan, strateji planlama, şirkete uygun modellerle satış tahmini ve üretim ve dağıtım hattının planlara uygun olarak optimizasyonunu gerçekleştirmektedir. Ayrıca Internet'in yaygınlaşması ve portalların oluşması ile birlikte, tedarik zinciri yönetimi yazılımları, şirketlerin iş ortakları ile konuşabileceği, şirketler arası entegrasyona izin veren fonksiyonları da kapsarlar.

Uzun vadeli planlama; tedarik zinciri yönetimi uzun vadeli planlamada yardımcı olmaktadır. Bu çalışmada yeni üretim birimlerinin, depoların ve bayilerin ideal lokasyonu, maliyet optimizasyonu ve müşteriye hızlı cevap verme kriterlerine göre tespit edilebilmektedir. Ayrıca hangi ürün nerede üretilmeli, malzeme, iş gücü, nakliye, stok, ürün ömrü yönetimi açısından en karlı kanal stratejisi nedir gibi sorulara cevap verme imkanı bulunabilmektedir.

Daha düşük seviyeli stok; tedarik zinciri yönetimi stok seviyelerinin düşürülmesinde önemli rol oynamaktadır. En uçtaki satış bilgisinin yazılım tarafından kısa bir süre içinde değerlendirilebilmesi, tedarikçilerin şirketteki kendi stoklarından sorumlu olması ve stok takibini yapması, talep tahminlerinin mümkün olduğunca doğru yapılması ve hatta yeni açılan depo ya da fabrikanın yerinin formülasyonlar yardımıyla doğru tespit edilmesi, önemli bir maliyet kalemi olan stok taşıma maliyetinin düşürülmesine yardımcı olmaktadır.

Belirsizliklerin ortadan kalkması; tedarik zinciri yönetiminin diğer bir amacı, müşteri hizmetlerindeki belirsizlikleri ortadan kaldırmaktır. Belirsizlik olarak nitelendirilen parametrelerin başında teslimat tarihleri gelmektedir. Bu belirsizliklerin giderilmesi, detaylı üretim ve nakliye planlarının optimizasyonu, geçmiş bilgilerin geleceğe yön verecek şekilde kullanılmasıyla sağlanmaktadır.

2.1.5 Tedarik Zinciri Yönetiminin İşletme İçindeki Önemi

Tedarik zinciri yönetiminin işletme içindeki önemi değişik faktörlerden kaynaklanmaktadır. Ancak yapılan çalışmalardan sonra aşağıdaki nedenler tespit edilmiştir (Lambert vd., 1998):

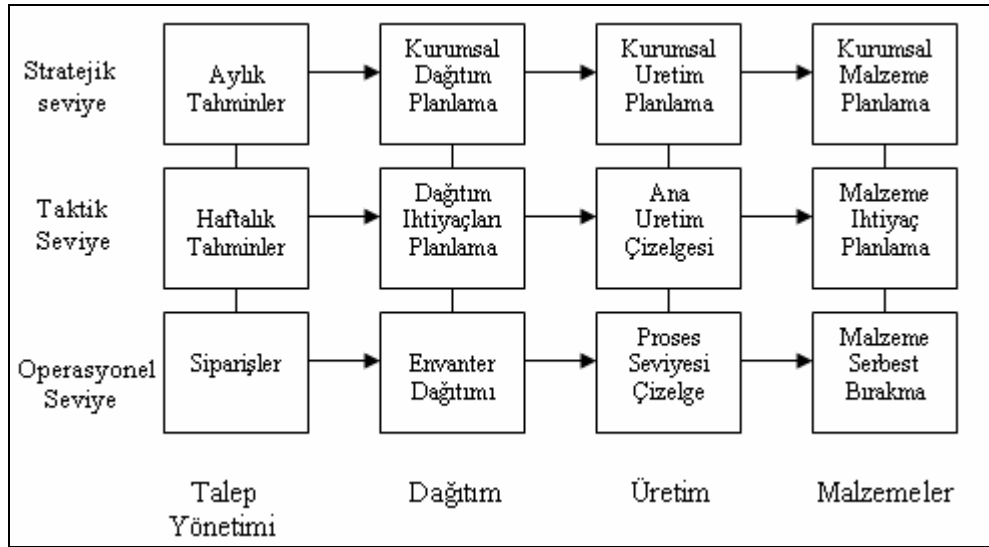
- *Geliştirilmiş Müşteri Hizmeti:* Bu faktör, daha çok, işletmeler için başarı ile başarısızlık arasındaki fark anlamına gelmektedir. Eğer bir müşteri, bir işletmenin ürününü talep eder ve o ürün o anda mevcut değilse, müşteri aynı ürünü başka bir işletmeden satın alacaktır. Bu yüzden, “doğru ürüne, doğru yerde ve doğru zamanda sahip olmak” müşteri memnuniyetinin sağlanması için en iyi yoldur.
- *Para Kazan/Maliyetleri Azalt:* Bu faktör en geniş olarak, ürünün pazara çıkarılma maliyetinin azaltılması şeklinde tanımlanmaktadır. Başka bir ifadeyle, bu faktör, ürünün tedarik zincirine iletilmesi ile ilgili bütün maliyetleri kapsamaktadır ve genellikle daha çok zaman etkinliğine sahip olan bir tedarik zinciri ile sonuçlanmaktadır.
- *Peşin Paradan Yararlanma:* Ürünü teslim ettikten bir süre sonra parası temin edilmektedir. Tedarik zinciri etkinliğine sahip olan işletmeler, para temin etme süresine göre diğer işletmelere nazaran %40-65’lik bir avantaja sahiptirler. Bu işletmeler diğer işletmelere göre paralarını 2-3 ay önceden temin etmektedir. Para ne kadar çabuk temin edilirse, hammaddelere ve operasyonlara o kadar çabuk yeni yatırım yapılmaktadır.

2.1.6 Tedarik Zinciri Yönetiminin Fonksiyonları

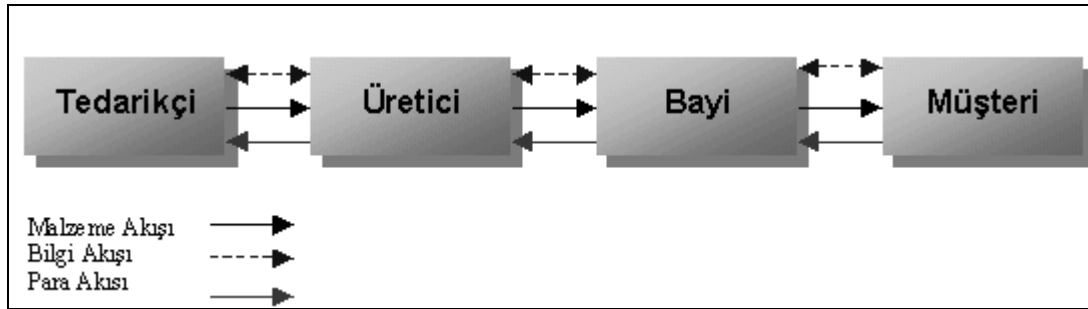
Tedarik zinciri yönetimi fonksiyonları; stratejik seviye, taktik seviye ve operasyonel seviye olmak üzere üç seviyede çalışmaktadır.

Her bir seviye, kararların alındığı sürenin periyodu ve bu periyot süresince alınan kararların sıklığı ile birbirinden ayrılmaktadır. Stratejik seviyede; üretimin nerede tahsis edileceği ve en iyi kaynak bulma stratejisinin ne olacağı; taktik seviyede; tahmin yürütme, planlama, temin süresi kısa olan malzemelerin siparişi ve üretim ihtiyaçlarının karşılanması için fazla mesailerin çizelgelenip çizelgelenemeyeceği; operasyonel seviyede; envanter dağıtımı, detaylı çizelgeleme ve bir makine bozulduğu zaman siparişin ne yapılacağı konuları ele alınmaktadır. TZY’ nin fonksiyonları Şekil 2.10’da görülmektedir.

Tedarik zinciri yönetimi, ayrıca, müşteri ve tedarikçilerle de koordinasyonu gerektirmektedir. Şekil 2.11’de bir iş yerindeki akışlar gösterilmektedir. Üretim için gerekli olan malzemelerin tedarikçiden alınması, mamulün üretimi ve son müşteri veya dağıtıcılara iletimi üst düzey koordinasyon gerektiren bir iştir. Bu basamaklardan herhangi birinde oluşacak hata, tüm zinciri etkilemektedir.



Şekil 2.10 Tedarik zinciri yönetiminin fonksiyonları (Fox vd., 1992)



Şekil 2.11 Bir iş ortamındaki akışlar (Fox vd., 1992)

Pazarda olduğu gibi, üretimin tabanı da dinamik bir yapıdadır. Planlanmamış olayların gerçekleşmesi, çizelgelenmiş faaliyetlerden sapmalara yol açabilir. Üretim kontrol sisteminin, planlı bir üretim için, üretim hedeflerini en iyileyecek yöntemlerle bu olaylara cevap vermesi gereklidir. Üretim kontrol sistemi, faaliyetlerini planlama, satış ve pazarlama gibi daha üst seviyelerdeki fonksiyonlarla koordine etmelidir.

2.1.7 Tedarik Zinciri Yönetiminin Kararları

Tedarik zinciri kararları 2 ana kategoride sınıflandırılmaktadır:

- Stratejik
- Operasyonel

Adından da anlaşılacağı gibi stratejik kararlar uzun bir zaman diliminde gerçekleşmektedir. Bu kararlar firmanın stratejileri ile bağlantılıdır ve tasarlama açısından tedarik zinciri politikalarına yol göstermektedir. Diğer yandan operasyonel kararlar kısa dönemlidir ve günlük bazlı aktivitelere odaklanmaktadır. Bu tip kararlardaki amaç; stratejik olarak planlanmış tedarik zincirinde ürün akışını verimli bir şekilde yönetmektir.

Tedarik zinciri yönetiminde dört temel karar alanı bulunmaktadır. Her bir karar alanı hem stratejik hem de operasyonel öğeler içermektedir. Bu karar alanları aşağıda özetlenmektedir (Ganeshan ve Harrison, 1995):

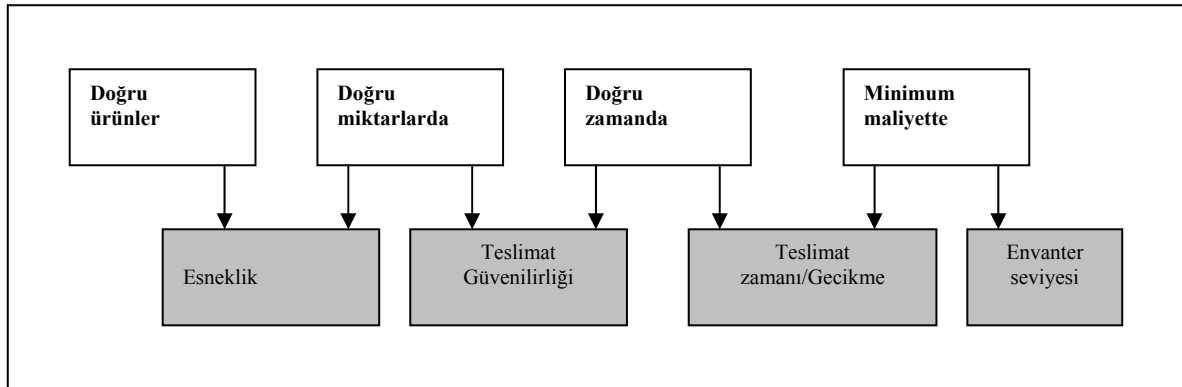
- *Yerleşim Kararları:* Üretim merkezlerinin, stok noktalarının ve kaynak noktalarının coğrafi olarak yerleşimi, bir tedarik zincirinin oluşturulmasında doğal olarak ilk adımdır. Bunların boyutu, sayısı ve konumu belirlendikten sonra ürünlerin nihai müşteriye kadar akabileceği mümkün güzergahlar da belirlenebilmektedir. Bu kararlar, müşteri pazarlarına erişimin temel stratejisini temsil ettiği ve gelir, maliyet ve hizmet seviyesinde önemli bir etkisi olduğu için bir firma için büyük önem taşımaktadır. Bu kararlar; üretim maliyetleri, vergiler, üretim sınırlamaları ve buna benzerlerini göz önüne alan bir optimizasyon rutini tarafından belirlenmelidir. Yerleşim kararları temel olarak stratejik olsa da, operasyonel bir seviyeyle de ilişkilidir.
- *Üretim Kararları:* Stratejik kararlar; hangi ürünün hangi fabrikada üretileceğini içermektedir. Daha önce de belirtildiği gibi bu kararların firmanın gelir, maliyet ve müşteri servis seviyelerine büyük etkisi vardır. Bu kararlar vasıtaların var olduğunu varsaymakta, ürünün vasıtalara giden veya ürünün vasıtalardan gelen tüm yollarını belirlemektedir. Diğer bir kritik konu ise; üretim vasıtalarının kapasitesidir. Bu kapasite; firma içindeki dikey entegrasyon seviyesine göre değişmektedir. Operasyonel kararlar ayrıntılı üretim planlamasına odaklanmaktadır. Bu kararlar; ana üretim planlamasını, makinelerdeki üretim planlamasını ve ekipman bakımını içermektedir. Diğer dikkate alınacak unsurlar ise iş yükünün dengelenmesi ve bir üretim vasıtasındaki kalite kontrol ölçüleridir.
- *Envanter Kararları:* Envanter kararları hangi envanterin yönetileceğini ifade etmektedir. Envanterler; hammadde olsun, ara mamul olsun ya da bitmiş bir mamul olsun tedarik zincirinin her adımında yer almaktadır. İlk amacı tedarik zincirinde yaşanan belirsizliklere karşın tampon görevi yapmaktır. Envanteri elde bulundurmanın kendi değerinin %20 ile 40'ı arasında maliyeti vardır. Envanterin verimli bir şekilde yönetimi tedarik zinciri operasyonunda kritik bir noktadır. Üst yönetim; hedeflerin belirlenmesinde stratejiktir. Ancak birçok araştırma envanter yönetimine operasyonel bir bakış açısı ile yaklaşmaktadır.

Bu yaklaşım dağıtım stratejilerini, kontrol politikalarını, sipariş miktarının optimum seviyesinin belirlenmesini ve yeniden sipariş noktasının belirlenmesini içermektedir ve her stok noktasındaki güvenli stok seviyesini belirlemektedir. Bu seviyeler müşteri servis seviyelerinin öncelikli belirleyici noktaları oldukları için oldukça önemli kritiklerdir.

- **Nakliye (Dağıtım) Kararları:** Nakliye kararlarının seçim tarzı en stratejik olanlardandır. Envanter kararları ile yakından ilgilidir. Havayolu ile nakliye hızlı, güvenilir ve stokların güvenli olmasını garanti ederken diğer yandan pahalı bir yöntemdir. Öte yandan deniz yolu veya tren ile gerçekleştirilen nakliye daha ucuzdur, ancak bu tip nakliyelerdeki belirsizlikleri yok etmek için büyük miktarlarda envanteri bulundurmamak gerekmektedir. Bu yüzden müşteri servis seviyesi ve coğrafi yer bu tip kararlarda önemli rol oynamaktadır. Nakliye; lojistik maliyetlerinin %30'undan fazla olduğu için, operasyonel verimlilik ekonomik bir anlam kazanmaktadır. Nakliye büyüklüğü, rota ve ekipmanların planlanması firmanın nakliye stratejisinin verimli bir şekilde yönetilmesindeki kilit noktalardır.

2.1.8 Tedarik Zinciri Yönetiminin Konuları

Lojistiğin klasik hedefi doğru ürünleri, doğru miktarlarda, doğru yerde, doğru zamanda minimum maliyetle edinmektir. Şekil 2.12 bu ayrıntılı hedefi tedarik zinciri yönetimi içinde dört ana alana dönüştürmektedir (Fox vd., 1992):



Şekil 2.12 Tedarik zinciri yönetimi hedeflerinin hiyerarşisi (Fox vd., 1992)

Alt satırın ortasında yer alan teslimat güvenilirliği ile teslimat zamanı kutuları, müşteri hizmetinin safhalarıdır. Bunlar ilk kutudaki esneklik ve son kutudaki envantere seviyesine kuvvetli şekilde bağlıdır.

2.1.8.1 Ölçümler ve Veri Toplanması

Yönetim; hedef uyumlu aktivitelerin planlanması, uygulanması ve kontrolü demektir. Bugünün tedarik zincirleri sezgiye dayalı kontrol için çok karmaşıktır. Tedarik zincirinin

performansında istatistiksel veriye erişim gereklidir.

Bir ölçüm (metrik), bir performans ölçüm standardıdır. Ölçüler (metrikler), tedarik zincirindeki proses performansını değerlendirme bazını vermektedir. Bunlar, yöneticilere tedarik zincirinin gelişimini takip etme fırsatını vermektedir. Hangi verinin toplanacağı konusu en fazla öneme sahiptir. Ancak uygun veriyi toplamakla, uygun ölçümler hesaplanabilmekte ve performans değerlendirilebilmektedir. Uygun verinin düzenli olarak toplanmadığı bir tedarik zinciri uygun şekilde yönetilemez (Fox vd., 1992).

2.1.8.2 Müşteri Tatmini, Envanterler, Esneklik

Tatmin olmuş müşteriler herhangi bir tedarik zinciri yönetim stratejisinin arzulan nihai sonucudur. Tedarik zinciri yönetiminde 3 anahtar kavram bulunmaktadır. Bunlar aşağıda açıklanmaktadır:

Müşteri Tatmini: Bir şirketin müşterilerinin tatmin düzeyi hakkında herkes farklı yorumlarda bulunabilir. Bu anlamda müşteri tatmini oldukça bulanık bir kavramdır. Bundan dolayı müşteri hizmeti, bunu ölçmede kullanılan ölçümlerle tartışılmaktadır. Müşteri hizmetinin tipik ölçümleri bir şirketin tarihlere göre siparişleri karşılama kabiliyeti ya da belirlenen vakitlerde, ürünlerin müşterilere ulaştırılması (zamanında teslim) şeklindedir. Diğer ölçümler, zamanında teslim edilmeyen siparişlerin teslim performansını değerlendirmede kullanılabilir. Bunu göstermenin bir yolu siparişten teslimata ortalama zamanı ölçmekle olmaktadır.

Envanterler: Üretim varlıkları; hammadde, üretim prosesindeki ürünler ve tamamlanmış ürünler için envanterlere sahiptir. Buna ek olarak, genellikle tedarik zincirinin farklı seviyeleri arasında ambarlar ya da dağıtım merkezleri sık bulunmaktadır. Envanterler yüksek maliyetlidir. Envanterlere kapital bağlamak, şirketi bu kapitali geri dönüşü yüksek olan bir projeye yatırmaktan mahrum bırakmaktadır. Delik açan maliyet envanterleri bu yüzden envanter değerinin en fazla %30-40'ı kadar yükseklikte hazırlanmaktadır. Buna ek olarak ölü envanter diye tanımlanan, ürün daha fazla pazarda tutunamadığında ortaya çıkan envanterden sakınmak gerekmektedir. Bu konu genelde yaşam seyrinin sonu diye bilinmektedir. Görüldüğü üzere her şirketin ilgisi envanter seviyelerini minimumda korumaktır. Tam zamanında üretim paradigmasının hedefi de hemen envanterleri kaldırmaktır.

Esneklik: Esneklik, çevredeki değişikliklere cevap verebilme kabiliyeti olarak tanımlanabilmektedir. Üreticiye göre esneklik; arzı, talepteki değişikliklere göre değiştirme kabiliyetidir. Tedarik zincirinde, bir varlığın esnekliği akıntıya karşı duran varlıkların esnekliğine yüksek derecede bağlıdır. Bundan dolayı tedarik zincirinin bütününün esnekliği,

içindeki varlıkların esnekliğine ve iç bağlantılarına dayanmaktadır.

Bir üreticinin esnekliği, talepteki değişikliklere cevap verebilme kabiliyetidir. Bir tek gün içinde müşteri isteklerini alan, bileşenleri (parçaları) sipariş eden ve alan, bunları bir araya getiren, siparişleri karşılayan ve bunları müşterilere ulaştıran bir şirket düşünüldüğünde bu şirketin tam bir esnekliğe sahip olması gerekmektedir. Bir günlük bazda, önceden kestirilemeyen herhangi bir olaya cevap verebilmeli ve envantersiz bir şekilde %100 müşteri tatminine kolayca ulaşabilmelidir. Bu, kuşkusuz çok nadir olan bir durumdur. Bir tedarik zinciri, her seviyenin gecikme zamanına eklemede bulunduğu birçok üretim, taşımacılık ve ambarlama seviyesinden oluşmaktadır. Tedarik zincirinin başında ilk malzemelerin sipariş edilmesinden, tamamlanmış ürünlerin müşteriye ulaşması uzun süre alabilmektedir. Örneğin bu süre, Amerikan giyim endüstrisinde tipik olarak 58,5 haftadır. Müşterilerin sipariştten teslimata kadar bu denli uzun beklemeyecekleri kesindir. Üretici, planlama yapmalı ve bundan dolayı da aynı zamanda talep tahminleriyle gelecekteki talebi kestirmelidir.

Eğer üretim planlaması ve envanter mükemmel olsaydı, ihtiyaç olunduğu zaman edinilen bileşenlerin ve toplama hattından alınır alınmaz gönderilen tamamlanmış mamullerin olduğu net bir tam zamanında üretim stratejisi uygulanabilirdi. Fakat bir tedarik zincirinde önceden görülemeyen birçok olay ve hesaplanmak durumunda bulunan belirsizlikler vardır. Bunlar; tedarikçilerden gelen geç gönderimler, defolu gelen mal, eksik üretilmiş mamul, üretim prosesinin bozulması ya da fazlasıyla belirsiz ürün talebi olabilmektedir.

Planlama ufku uzadıkça, planların doğruluğu, tamlığı da azalacaktır. Örneğin tipik bir Amerikan giyim üreticisi, geleceğin bir yıldan daha fazlasını görmek zorundadır. Bunun yüksek derecede müşteri hizmeti sağlayabilmesi için, yıl içindeki bütün belirsizliklerin hesaplanması gerekmektedir. Uzun gecikme zamanı, üreticiyi esnek olmayan ve önceden belirlenemeyen olayları hesaplayabilir duruma getirebilmektedir. Güvenlik stokları tedarik zincirindeki gerekli esnekliği garanti etmekte ya da esnekliğin eksikliğine karşı tampon vazifesi görmektedir.

Tedarik zincirinde, gecikme zamanlarını düşürüldüğü takdirde planlama ufkunu da daraltmış olmaktadır ve böylece esnekliği arttırırken envanter yapısındaki tampon ihtiyacı da azaltmış olmaktadır. Diğer bir deyişle yüksek esneklik, aynı seviyedeki müşteri hizmetini sağlamak için daha az envantere gereksinim sağlayacaktır.

Eğer bir tedarik zincirinde gecikme zamanlarını sabit kabul edersek, siparişleri karşılama kabiliyeti direk olarak envanter seviyelerine bağımlı olacaktır. Mamullerin alındığı

tamamlanmış mamul envanterinde mamul bulundukça siparişler karşılanabilmektedir. Hammadde envanterleri gibi diğer envanterler müşteri tatmininde daha dolaylı etkiye sahip olacaktır. Bu sebepten tedarik zinciri yönetiminde, abartılmış envanter seviyesini korumak geneldir. Fakat yukarıda ifade edildiği gibi envanter bulundurma maliyetleri, envanter değerlerinin en fazla %30-40'ı kadar değerinde hesap edilmektedir.

Fazla büyük envanterler, yüksek maliyetli envanter yönetimi stratejisi iken, düşük karşılama oranları da aynı zamanda yüksek maliyetlidir. İş, iptal edilmiş siparişlerle kaybedilebilirken şirketin itibarı da zarar görmektedir. Bu yüzden şirketlerin bir ilgi alanı da envanter bulundurma maliyetleriyle, eksik müşteri tatmini maliyetini dengelemektir. Envanter ve müşteri tatmini değiş-tokuşu lojistik ve tedarik zinciri yönetiminin klasik konularından biridir (Fox vd., 1992).

2.1.8.3 Envanter Yönetimindeki Gizli Tehlikeler

Elektronik, bilgisayar ve otomobil şirketlerindeki tedarik zinciri yönetiminden edinilen bilgi ve tecrübeye dayanarak envanter yönetimindeki gizli tehlikeler aşağıdaki gibi tanımlamaktadır (Simchi-Levi ve Kaminsky, 2000):

Tedarik Zinciri Ölçümlerinin Olmaması: Birden fazla alanlı tedarik zincirinde, her alan kendine uygun bir özerk yönetim takımı kurmaktadır. Çeşitli takımların hedefleri farklı ve hatta yanıltıcı olabilmektedir. Bir tedarik zincirinde örneğin A bölgesinin envanteri düşürülebilir ve böylece bölgesel bir perspektiften bakıldığında performansın arttığı görülür. Fakat envanter seviyesinin düşüklüğü aynı zamanda A bölgesinin esnekliğini de düşürebilir. Çünkü A bölgesi artık değişikliklere daha yavaş cevap verebilmekte ve A bölgesinin müşterisi olan B bölgesi de A bölgesinin parçalarından oluşan envanterini, kendi esnekliği ve müşteri hizmeti seviyesini sağlamak için arttıracaktır. Tedarik zinciri ölçümlerinin eksikliği, A bölgesindeki yöneticilerin kendi bölgesel gelişmelerinin tedarik zincirinin bütünündeki performansa etki etmediğini görmelerini engellemiştir. Tedarik zinciri ölçümlerinin hedefi, tüm tedarik zincirinin performans değerlendirmelerinin temelini tek bir sistem olarak vermektir.

Müşteri Hizmetinin Yetersiz Tanımlanması: Müşteri hizmeti için olan ölçümler oldukça azdır ve öz değildir. Performansın değerlendirilmesi zor olmaktadır ve müşteri hizmetinin belirgin safhaları gözden kaçırılabilir.

Doğru (Tam) Olmayan Teslimat Durumu Verileri: Müşteriler, siparişlerin teslimat tarihleri ile geciken teslimatlardan doğru olarak haberdar edilmezler. Şirketler genellikle düzeltilmesi

gerekli olan bilgiyi hazır hale getiremezler.

Etkin Olmayan Bilgi Sistemleri: Sistem çevresini, envanterleri, desteği, geleceğe ait üretim planlarını vb. tanımlayan farklı operasyon alanlarında bulunan veri tabanları çoğunlukla birbirine bağlanmamıştır. Bilgi, manuel olarak düzeltilmek zorundadır ve bu uzun bir proses olabilmektedir. Bu yüzden planlama çevrimleri, fazlasıyla belirsiz talep tahminleri kullanarak uzun sürebilmektedir. Yanlış ürünler üretilmekte, envanterler ve destekler büyümektedir.

Belirsizliklerin Etkisini Göz Ardı Etmek: Genellikle tedarik zincirleri, tedarikçilerin teslim zamanları, gelen malların kalitesi, üretim proses zamanı, geçiş zamanları vb. belirsizlikleri takip etmezler. Bu durum, optimum olmayan stok seviyelerine yol açmaktadır. Bazı durumlarda belirsizlikler uygun bir şekilde izlenebilmektedir ancak tamamlayıcı bir takip yoktur.

Basitleştirici Envanter Stoklama Politikaları: Stoklama politikaları, yukarıda belirtilen belirsizliklerden dolayı birbirine bağlanmamıştır. Bu politikalar genellikle stoklanan malların kullanım miktarına dayalıdır. Bu, kullanımla ilişkilendirilmiş belirsizlik hakkında hiçbir şey söylemez. Analizler göstermektedir ki, stok politikalarını miktar-bazlı olmaktan belirsizlik-bazlı olmaya dönüştürdükçe stok seviyeleri büyük miktarda düşürülebilir.

Organizasyonel Engeller: Tedarik zincirindeki varlıklar aynı şirketteki farklı organizasyonlara ait olabilmektedir. Organizasyonlar, varlıkların performansını bağımsız olarak ölçeceklerdir. Aynı birinci tehlikede olduğu gibi, her varlık bölgesel hedeflere erişmek için tutulmuş olduğundan, önemli sinerjiler kaybolacaktır.

Tamamlanmamış Tedarik Zinciri: Tedarik zinciri yöneticileri genellikle sadece iç tedarik zincirine odaklanmışlardır. Dış tedarikçileri ve müşterileri de içerek, iç tedarik zincirinden öteye gitmek iç operasyonları geliştirmede sık sık yeni fırsatlar ortaya çıkarmaktadır.

2.1.9 Teknolojinin Tedarik Zinciri Yönetimi Üzerindeki Etkisi

Başka hiçbir faktör, teknolojinin (bilgi, imalat ve taşımacılık) ilerlemesi kadar, tedarik zinciri yönetiminin gelişimine faydalı olmamıştır. Teknolojideki gelişmeler, esnek imalat, ucuz ve daha güvenilir taşımacılık, gelişmiş global haberleşme ve güçlü bilgi işlemleri sağlamıştır. Bu gelişmeler, tedarik zinciri fonksiyonlarını koordine etme, piyasadaki değişikliklere hızlı ve sık cevap verme, iş çevresini ve ürün dizaynını kontrol etme imkanı vermektedir. Rakipler bu teknoloji gelişmelerini çok çabuk uygulama konusunda itici güç oluşturmaktadır. Bu hızlı teknolojik ilerlemeler tedarik zinciri yönetiminin daha hızlı gelişmesine yardımcı olmaktadır.

Teknolojinin dışında, organizasyon yönetimindeki gelişmeler ve finansal muhasebedeki gelişmeler de tedarik zinciri yönetiminin anahtar faktörleridir. Aslında bu iki faktör de “yumuşak teknolojiler” olarak görülebilmektedir. Maliyet temelli finansal metotlar, bu işlem elemanlarının maliyetlerini vermektedir ve iyi yapılandırılmış tedarik zinciri tasarımı için anlaşılması gereken finansal değiş-tokuşları ölçme imkanı vermektedir. Organizasyon yönetimindeki gelişmeler, daha iyi takım çalışmalarını ve değişen tedarik zincirlerinin yönetiminde ihtiyaç duyulan “yatay işlem yönetimini” kolaylaştırmaktadır.

2.1.9.1 Bilgi Teknolojisi

Bilgi teknolojisi, tedarik zinciri yönetiminin gelişiminde oldukça önemli bir yere sahiptir. Aşağıda bilgi teknolojisindeki gelişmelerin götürebileceği noktalarla ilgili birkaç örnek verilmektedir (Lambert vd., 1998):

- *Internet*: Internet’in sürekli gelişmesi direkt satışı ve müşterilere daha iyi servisi mümkün kılmaktadır. Örneğin; Internet’teki mağazalarda geniş ticari mal çeşitliliğine, istenilen her detaya (ebat, renk ve diğer özellikler dahil olmak üzere) göz atabilmekte ve sipariş vermeden önce bu malların stokta olup olmadığı öğrenilebilmektedir.
- *İletişimin İlerlemesi*: Hızla ilerleyen telekomünikasyon sistemi, tedarik zincirlerindeki iletişimi güçlendirmekte ve iletişim maliyetini düşürmektedir.
- *Geliştirilmiş Dağıtım Karar Destek Sistemleri*: Araştırmacılar, sınırsız haberleşmeyi sağlayan Internete bağlı olan örnek “giyilebilir bilgisayarlar” geliştirmişlerdir. Bu üniteler, kişinin cebine konulan küçük tek el klavyelerden giriş alır ve gözlüğün iç tarafına takılan bir aparat ile bilgi gösterilir. Bunlar şimdilik kolay görünmemektedir. Gelecekteki gelişmeler bunları kullanıcı için hissedilemez bir yük haline getirecektir. Klavyeye girişlerde yüksek kalitedeki ses tanıtımı da katıldığı zaman, bunlar açıkça kullanışlı olacaktır. Gelecekte gözlüklü, sese duyarlı bilgisayarlar giyen tedarik zinciri operatörleri ve yöneticileri düşünülelim. O zaman ne yaparlarsa yapsınlar ve nerede olurlarsa olsunlar, her zaman fiili sorulara daha hızlı cevap alma gücünde olacaklardır. Analizleri isteyebilecek ve yüksek, güçlü karar destek sistemlerinden sonuçları çabukça alabilecek ve tedarik zincirinin her parçasıyla daha düşük maliyetle haberleşebileceklerdir.

Günümüzde bilgi teknolojilerindeki gelişmelerin tedarik zinciri yönetimi üzerine en büyük etkisi kuşkusuz tedarik zinciri yönetimi yazılımlarıdır. Tedarik zinciri yazılımının evrimi aşağıda sunulmaktadır:

1998 öncesi: Bu tarihe kadar altı çeşit temel planlama ve gerçekleştirme yazılımı bulunmaktaydı. Bunlar Kurumsal Kaynak Planlaması (Enterprise Resource Planning-ERP),

Tedarik Zinciri Planlaması (Supply Chain Planning-SCP), Sipariş Yönetimi Sistemleri (Order Management Systems-OMS), Depolama Yönetim Sistemleri (Warehouse Management Systems-WMS), Üretim Uygulama Sistemleri (Manufacturing Execution Systems-MES) ve Nakliye Yönetim Sistemleri (Transportation Management Systems-TMS)'dir. Her biri kendi açısından tedarik zinciri ile ilgilidir ve diğer çeşitlerle çok az bağlantısı bulunmaktadır.

1998–2001: Güncel geliştirme çalışmaları söz konusu altı yazılım tipinin bağlanması ve bütünleştirilmesi üzerine yoğunlaşmıştır. Amaç bağımsız safhalar yerine bütün olarak tedarik zinciri ile ilgili çalışan paket programlar oluşturmaktır. Son zamanlara kadar WMS'nin TMS paketleri ile bağlanması üzerinde durulmaktaydı. Bir sonraki safha ise OMS ile WMS arasında bağlantı inşa edilmesi olacaktır. Bu çabalara rağmen, altı yazılımın her biri de özelliklerini korumaktadır.

2001–2004: Bu altı güncel yazılım tipi ilk olarak bütünleştirildikten sonra, isimleri hala kullanılıyor olacaktır. Bu kısmen, gerçekte elde edilen bütünleşme seviyesini yansıtır olacaktır. Bu ayrıca da çeşitli paket programların göreceli gücünün sonucu olacaktır.

2004 sonrası: Temel hedef tam olarak bütünleşmiş tedarik zinciri yönetimi paket programlarının üretilmesidir. Bunlar, tedarik zincirinde zaman, maliyet ve işçilere ihtiyaç duyulmaması için gerekli bütün planlama ve uygulama fonksiyonlarını gerçekleştirecektir. Bunlar karmaşık ve maliyetli olacaktır ve bazı kimseler bu gün ERP'de olduğu gibi kurulmasının güç olacağını düşünecektir. Ancak, lider işletmeler pazardaki konumlarının muhafaza edilmesi veya iyileştirilmesi için önemli oldukları kanaatine varacaktır.

Gelecekteki tedarik zinciri yönetimi yazılım paketlerinin temel altı bileşeni iki önemli fonksiyonu yerine getirecektir. Bunlardan biri planlama (tahmin ve çizelgeler) ve diğeri de plana dayalı uygulamadır. ERP ve SCP, planlama kategorisine girerken, MES, WMS ve TMS uygulama kısmındadır. OMS iki kategorinin arasındadır, çünkü planlamanın son adımını ve uygulamanın da ilk adımını oluşturmaktadır. ERP ile planlamaya başlanmaktadır. ERP bir işletmenin kurumsal kapsamda finansı, insan kaynakları, satın alma, sipariş verilmesi ve ilgili idari fonksiyonlar üzerine yoğunlaşmaktadır.

Birçok paket program ayrıca üretime yönelik modüller bulundurmaktadır. Gerçekte, ERP genel olarak eski malzeme ihtiyaç planlaması (Material Requirement Planning-MRP) ve üretim kaynakları planlaması (Manufacturing Resources Planning-MRP II) paket programlarının bir ileri safhası olarak düşünülmektedir. ERP seçenekleri arasına bazı sipariş ve nakliye yönetimi imkanı dışında depolama kontrolü de eklenmiştir. Buna karşın, sonuçta

geleceğin bütünleşik yapısı oluşmamıştır. Bunun yerine söz konusu yazılım ERP tedarikçileri dışındaki şirketler tarafından yazılmış ve temel yapıya eklenmiştir. ERP'nin genel olarak farkına varılan güçlü olduğu konu, ortaklık finanslarının tahmin ve yönetimi olmuştur. Bu, ERP'nin gelecekte avantajı olacaktır. Finansal açıdan etkili olmak için maliyet, gelir, depolama ve üretim araçları gibi mallar ve envanterler de dahil olmak üzere pasifleri içeren veritabanlarına ihtiyaç vardır. Bu veritabanları, siparişlerin en yüksek seviyede yerine getirilmesinin ne kadar mal olacağının analizi ve değerlendirilmesi için gerekli bilgileri sağlayacaktır. ERP, bir siparişin yerine getirilmesinin maliyetini verebilir, tedarik seçeneklerini belirleyebilir ve siparişlerin karlılığını gösterebilir.

SCP yazılım paketleri sipariş talebi ile başlayan ve bu talebin ne şekilde ve ne zaman karşılanabileceğini belirleyen analitik araçlardır. Kurumsal seviyede veya birimler seviyesinde planlama yapmaktadır. Bu belirlemeleri yapmak için, bilgilerin bir kısmı bir ERP sisteminden veya başka bir merkezi veritabanından gelebilmektedir. Son zamanlarda tedarik zinciri planlaması birçok yeni forma dönüşmüştür. SCP orijinal olarak imalathane tabanına odaklanmıştır ve ileri seviyede planlama ve çizelgeleme olarak bilinmektedir. Envanter planlaması, tedarik zinciri şebeke tasarımı, üretim planlaması, talep planlaması gibi birçok modülden meydana gelmiştir. Her bir modülün SCP içinde kendi bir yeri vardır ve planlama verimliliğini arttırmak için hepsi bütünleşmiştir. SCP'nin operasyonel verimlilikte önemli etkileri bulunmaktadır. Önde gelen SCP tedarikçilerinden Manugistics aşağıdaki üç örneği sunmaktadır:

- Kimya devi Rohm & Haas, zamanında teslimatları %85'ten %96'ya yükseltmiştir.
- Yoğurt üreticisi Dannon envanter çevrimlerini %30 arttırmış ve envanter seviyelerini %20 azaltmıştır.
- Glaxo Wellcome müşteri servis seviyelerini %97'den %99,5'e yükseltmiştir.

OMS planlama ve uygulama yazılımları arasındadır. Bir sipariş yönetimi sistemi siparişleri almakta ve planlama kısmını tamamlamak için kurumsal tabandaki envanterin mevcut olup olmadığını belirlemektedir. Söz konusu yazılım ardından, MES, WMS ve TMS'ye iletmek üzere siparişlerin önceliğinin belirtilmesi ve optimize edilmesi gibi uygulamaya giren görevleri bazı görevleri yerine getirmektedir. Müşteri servisleri bölümüne bağlantılar da bulunmaktadır, çünkü OMS parçaların mevcut olmasına göre beklenen gönderme ve teslimat tarihlerini geliştirebilmektedir. OMS planlama ve uygulama yazılımlarının bütünleşmesine olan ihtiyaca iyi bir örnektir. Veritabanındaki üst seviyedeki bilgilere ulaşamadıkça karar verememektedir. Aşağı seviyedeki uygulama yazılımıyla bağlantılı olmama durumunda,

verdiği kararlar işleyebilecekleri yere iletilememektedir.

Uygulama kısmında MES, WMS ve TMS bulunmaktadır. Üçü de kendi açılarından siparişlerin yerine getirilmesi üzerine odaklanmaktadır. Örneğin MES parçaların üretilmesini sağlamaktadır. WMS bu parçaların depoda bulundurulmasını yönetmekte, TMS ise siparişleri en uygun taşıyıcılara iletmektedir. Üretim uygulama sistemleri imalathane tabanını kontrol etmektedir. MES siparişlerin yerine getirilmesi için, müşteri tarafından ihtiyaç duyulduğu zaman tamamlanmış ürünün zamanında meydana getirilmesi için gerekli tüm kaynakları (teçhizat, envanter ve işçileri) yönetmektedir. Bu kaynakların gerektiği şekilde tahsisini, korunmasını, çizelgelenmesini ve dağıtımını gerçekleştirmektedir. Bunların yerine getirilmesi, gerçek zamanlı verilerin kullanıldığı dinamik kontrolü gerektirmektedir. Bu ise, MES'in değişen durumlarla ilgilenmesine olanak vermektedir. Örneğin söz konusu yazılım, makinelerin çalışmadığı zamanların eksikliğini çalışma gruplarının rotasyonu ve öncelikleri yeniden ayarlayarak gidermektedir. MES kullanıcılarının kazandığı faydalar arasında, temin sürelerinin %20'den fazla azaltılması, üretim çevrim zamanının %30 kadar kısılması, yarı mamul seviyelerinin %30'dan fazla azaltılması bulunmaktadır.

WMS mamuller üretildikten sonra devreye girmektedir. WMS, MES'e benzer bir biçimde siparişlerin yerine getirilmesi için gerekli kaynakların gerçek zamanlı kontrolünü sağlamaktadır. Teslimattan göndermeye kadar olan envanter, insan ve ekipmanı yönetmektedir. Envanterler WMS'nin seçtiği bir noktaya bırakılmaktadır. Siparişler, WMS'nin belirlediği en verimli yolla belirgin bir sıra ile seçilmektedir. WMS'nin kazandırdığı faydalar arasında daha kısa sipariş iyileştirme zamanları, daha yüksek seviyede envanter istikrarı, daha fazla siparişin yerine getirilmesi bulunmaktadır. Bir işletmenin tedarik zincirinin son safhası TMS'nin yönetimi altındadır. TMS'nin operasyonel verimlilik dışındaki gerçek potansiyeli, maliyet kazanımlarıdır. Bir işletmenin lojistik maliyetlerinin %70'inin nakliyeyle ilgili olduğu tahmin edilmektedir. Bir TMS ile nakliyat verimsizlikleri, gereksiz maliyetler ve fazla olan işçiler minimize edilmektedir. Bu, söz konusu yazılımın nakliyatı ve nakliyecisi seçimini otomatikleştirmesi sayesinde gerçekleşmektedir (Forger, 2000).

2.1.9.2 İmalat Teknolojisi

Birçok şirket için, imalatı tedarik zinciri takımına dahil etmek çetin bir mücadele olmuştur. Tarihsel olarak, bu fonksiyon “bize ne üreteceğimizi söyle, en iyi bildiğimiz gibi etkili üretmemize izin ver ve sonra ürettiklerimizi dağıt” pozisyonunu almıştır. Ancak gittikçe artarak, üretim teknolojisindeki ilerlemeler, bütün tedarik zincirinin etkinliğinin arttırılmasında yardımcı olmaktadır. Aşağıda birkaç mevcut ve gelecekte karşılaşılabilecek

örnekler vardır (Lambert vd., 1998):

Esnek İmalat; imalattaki esneklik, kısa üretimin hızlı geçişlerle devam etmesini sağlar. Bazı durumlarda esnek imalat, bir konuda ekonomik üretimin olmasını mümkün kılacaktır. Bu “kütle üretiminin” nasıl başarılabileceğinin bir anahtar parçasıdır.

İmalattaki esnekliğin bir başka formu ise yer esnekliğidir. Global tedarik zinciri ile ilgili çalışmalarda, dünyanın birkaç farklı bölgesinde aynı ürünü imal eden firmalar incelenmiş ve bir aşırı üretim kapasitesi ile yatırım yapmanın fabrikalara fayda getireceği görülmüştür. Ekstra kapasite, üreticiye geçerli arz-talepteki dalgalanmalara yanıt vermede, en uygun fabrikalara imalat yükünü çabucak yükleme imkanı tanımaktadır.

Bu tipik olarak, tedarik zinciri düşüncesinin sezgisel bir sonucudur. Doğru yerlerde aşırı kapasiteye yatırım yapmak, mevcut değişim oranlarındaki değişikliklere hızlı cevap verebildiğinden, yığılan talepleri karşıladığından, toplam tedarik zinciri maliyetleri azaltılabilmektedir.

Erteleme; hemen teslimat için, müşteriye yakın olan bir yerde, bir ürünün son tamamlayıcı niteliklerini üretmek, mükemmel bir tedarik zinciri verimi kazandırmaktadır. Bu sistemde, esas kısımda üretim yapıldığından, üretim maliyeti daha az olmakta ve son işlem müşteriye yakın ikinci bir yerde yapıldığından esas fabrikadaki envanterin toplam miktarı azalmaktadır. Ayrıca, en yüksek kaliteli mallar sadece müşteri siparişlerine göre paketlenmektedir ve hemen sevk edilmektedir. Bu yüzden kısa bir süre için envanterdirler. Bu şekilde olunca da müşteri cevabını daha hızlı almakta ve bütün siparişleri ulaşmaktadır.

Örneğin; Gillette, kendi tıraş makinesi bıçak işinde erteleme sistemine başvurmuştur. Temel bıçaklar mevcut iki ileri teknoloji fabrikalarında imal edilmeye devam edilecek, fakat paketleme operasyonu yöresel dağıtım merkezlerine taşınacaktır. Paketleme siparişe göre yapılmalıdır. Bu işlem, her perakendeci için yeniden düzenlenecek etiketlemeyi mümkün kılmaktadır. Ayrıca; Gillette, bozuk miktardaki ambalajların (paketlerin) israfı olmaksızın ambalaj tercihinde perakendecilerin bıçak miktarını tam olarak karşılayabilir. Şirket, bu sistem tamamen etkin olarak kurulduğunda, biten malların envanterinde %50’lik bir azalma sağlamayı beklemektedir.

2.1.9.3 Taşıma Teknolojisi

Taşıma teknolojisi, bilgi teknolojisi kadar süratli gelişmemiştir. Fakat yükleme işlevleri, bilgisayar destekli programlama, konteynır trenleri gibi arada sırada olan ani ataklarla gittikçe

ilerlemeye devam etmektedir.

Ayrıca araç ve araç/lojistik sistem ilerlemeleri de olacaktır. Örneğin, geleneksel dizaynlara göre neredeyse iki kat daha hızlı olan yeni bir yük gemisi tasarlanmıştır. Geminin tasarımcıları daha hızlı yükleme boşaltma zamanları sağlayan yeni bir yükleme boşaltma sistemi geliştirmişlerdir. Bu, yeni taşıma teknolojisi temeline dayanan bir lojistik sistem gelişmesidir. Başka bir ilgi çeken olasılık kargo taşımacılığı için kullanılabilen yeni teknoloji balonlardır. Bu balonlar büyük ve hızlı olacaktır (60-100 mph). Ara taşıma işlemleri olmaksızın, merkezlerindeki çok büyük yükleri toplamakta ve direkt olarak yerlerine teslim etmekte etkili olacaklardır. Yeni balon teknolojisi, itici sistem ilerlemeleri ve ilerlemiş denizcilik ve rotasyon sistemleri, bu olasılığı gerçekleştirmede kullanılacaklardır (Lambert vd., 1998).

2.1.10 Tedarik Zinciri Yönetiminin Başarıları

Tedarik zinciri yönetimi kullanan firmalarda elde edilen başarılarla örnekler aşağıda yer almaktadır (Metz, 1998):

- Envanter %50 azalmıştır.
- Zamanındaki teslimatlar %40 artmıştır.
- Kümülatif dönüşüm zamanı %27 azalmıştır.
- Ciro %17 artmıştır.
- Cirodaki tedarik zincirinin toplam maliyetlerinin payı %20 azalmıştır.
- Sipariş gelmeden paketleme yapılmayacağı için mamul stoku %50 azalır.
- Envanter yalnızca 2 kat artarken sipariş verildiğinde stokta mal bulunmamasından kaynaklanan kayıplar 9 kat azalmıştır.

Tedarik zinciri yönetiminin başarısının devamını sağlayan 5 faktör aşağıdaki gibidir (Metz, 1998):

- Müşteriye odaklanma: Tedarik zincirinde her adımda, temel müşteri ihtiyaçları yorumlanmaktadır.
- Gelişmiş bilişim teknolojisi kullanımı: Veri ve bilgi, tedarik bölümünün her bir birimine iletilmektedir. Bilgisayar destekli karar destek sistemleri bu karışık bilgiyi daha sonra tedarik zinciri boyunca kolaylıkla iletişim kurulmasını sağlayan bilgilere dönüştürmektedir.
- Kantitatif tabanlı performans yönetimi: Çoklu performans faktörlerinin ölçütleri tedarik zincirindeki her adımda görülmektedir. Zaman ve maliyet anahtar ölçütlerdir. Ancak

diğerleri uygun hale getirilerek tedarik zincirinde kullanılmaktadır. Tüm ölçütler temel tedarik zinciri hedefleri ile ilişkilidir.

- Çapraz fonksiyonlu takımların kullanımı: Birbirleriyle ilgili fonksiyonel operasyonlardan gelen takımlar birlikte çalışarak organizasyonel engelleri aşarak, lokal ve genel gelişmeleri bulabilmektedirler ve bu sayede tüm tedarik zincirinin performansına olumlu bir etkisi olmaktadır.
- İnsan faktörü ve organizasyon dinamiklerinin önemi: İnsan ve organizasyon koordinasyon/ölçme/ödüllendirme tekniklerinin kullanımı tedarik zincirindeki yenilikleri kolaylaştırmaktadır.

2.1.11 Tedarik Zinciri Yönetimi ve Satınalma Fonksiyonu

Günümüzün sürekli artan rekabet koşullarında ayakta kalabilmeleri için işletmelerin dinamik stratejilere ihtiyaçları vardır. Müşteri ihtiyaçlarına ve beklentilerine en hızlı şekilde cevap verebilme ve pazar olanaklarını yakalama becerisi hayati önem taşımaktadır. Tarih boyunca tüm firmalar kıt kaynakların en verimli şekilde nasıl kullanılabileceği üzerine araştırmalar yapmışlar ve en yüksek verimlilikte, en yüksek kalitede ve en düşük maliyetle bu işi nasıl sağlarız sorusuna cevap bulmaya çalışmışlardır. Bilişim sektöründe meydana gelen hızlı ilerleme rekabet avantajı sağlamak isteyen firmalara büyük kolaylıklar sağlamıştır.

Yoğun rekabetin yaşandığı şu günlerde rekabetin yeni adı tedarik zinciri yönetimidir. Tedarik zinciri yönetimi satış, üretim, montaj tesisleri ve dağıtım merkezleri gibi birimlerin kendi aralarındaki malzeme ve bilgi akışının yönetimidir. Şirket bazında verimlilik artışı, müşterilerden depolara ya da dağıtım merkezlerine, fabrikalardan tedarikçilere kadar olan tüm süreçlerde etkin bir iletişim ve yalınlaştırılmış iş süreçleriyle sağlanabilir. Pazar dinamikleri artmakta, yenilikler daha hızlı gerçekleşmekte ve ürün döngüsü kısalmaktadır. Ürün ve servisler artan çeşitlilikleri ile birlikte daha karmaşılaşmaktadır. Rekabetin artan gücü fiyatlar üzerindeki baskısını gittikçe artırmaktadır.

Geleceğin dinamik ortamında başarılı operasyonlar elde etmek isteyen işletmeler bu tür tehditlerle yüzleşmek zorundadırlar, çünkü pazar; esneklik, hız ve globalleşmiş işletme altyapılarını talep etmektedir. Tedarik zinciri yönetimi bu taleplerin gerçekleştirilmesi için işletmelere büyük destek ve kolaylık sağlamaktadır.

Satınalmanın dahili ve harici fonksiyonları olarak yeniden kapsamsal tarifi, endüstriyel satınalmanın iç müşterilerin satınalmanın hizmet kalitesini algılayışlarının ölçümü, yeniliklerle şansa bağlı teşebbüslerde bulunmak, risk almak ve proaktiflik, bir firmanın

rekabetçi tutumuna uyan iş birlikçi alıcı/tedarikçi ilişkileri kurmak gibi pek çok neoklasik göreviyle birlikte bulunmaktadır.

Çağdaş satınalma bu nedenle bir endüstri sistemi içindeki tedarik zinciri yönetiminin temel bir birimi olarak kabul edilmiştir. Dahili değiş tokuş/tedarik ve harici değiş tokuş/tedarik bir satınalma/tedarik organizasyonu boyunca entegre edilmiştir (Şekil 2.13). Karşılana fonksiyonlar şunlardır (Fung, 1999):

- *Stratejik tedarik:* Tedarik görevleri ve tedarikçi performansını firmanın toplu ve iş stratejileriyle aynı hizaya getirmektir.
- *Tedarikçi bazlı yönetim:* Stratejik satınalmada belirtilen tedarikçi ilişkisinin yapısı ve kültürünü yönetmektir.
- *Yatay tedarik organizasyonu:* Esnek yapılar ve cevap verebilir enformasyon sistemleri yoluyla organizasyonel takımları stratejik tedarik ve tedarikçi bazlı yönetim için harekete geçirmektir.

Satınalma fonksiyonun ilk adımı tedarikçi seçimidir. Tedarikçi seçimi konusu bir sonraki bölümde ele alınacaktır.

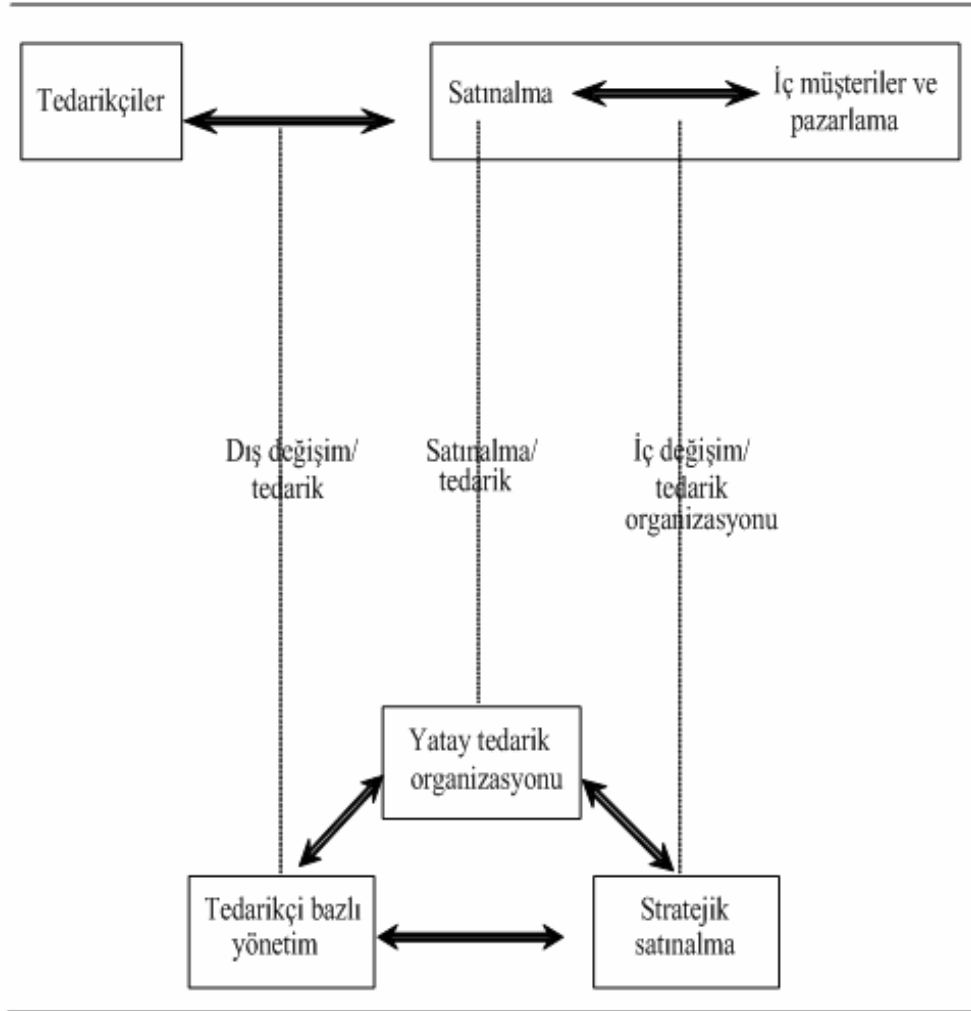
2.2 Tedarikçi Seçimi

Tedarikçi seçimi, şirket yapısı içinde farklı işlevlere hitap etmekle beraber hiyerarşik bir yapıda çok sayıda nicel ve nitel faktörleri kapsayan birçok amaçlı karar problemidir. Tedarikçi seçiminde amaç, şirket ihtiyaçlarını makul bir fiyat düzeyinde sürekli ve sorunsuz olarak karşılayabilecek en yüksek nitelikteki muhtemel tedarikçi firmaları tanımlamaktır. Seçim işlemi, ortak ölçütler kümesi kullanılarak tedarikçilerin genel karşılaştırmasıdır. Bununla birlikte, muhtemel tedarikçilerin değerlendirmesi şirketin ihtiyaçlarına bağlı olarak farklılık gösterebilmektedir.

Organizasyonlar için verilmesi gereken en önemli kararlardan biri, tedarikçi seçimidir. Tedarik fonksiyonunun sorumluluğu, çoğu zaman yeterli kalite ve miktarda, uygun fiyata, uygun bir teslimatla hammaddenin, teçhizatın ve malzemenin tedariki olarak tanımlanmaktadır (Tam ve Tummala, 2001).

Seçimin ana amacı yüksek potansiyelli tedarikçileri tanımlamaktır. Muhtemel tedarikçiyi seçmek için şirket, her bir tedarikçinin kabiliyetini süreklilik ve fiyat etkinliği ihtiyaçlarını karşılamasına göre değerlendirmektedir. Ölçütler, seçime tabi tutulacak bütün tedarikçi firmalara uygulanabilir olarak, şirketin ihtiyaçlarını ve tedarik stratejisini yansıtarak

belirlenmektedir. Ölçütler nicel olarak değerlendirilebilecekken ihtiyaçların çoğunlukla genel nitel kavramlarla ifade edilmesinden dolayı, ihtiyaçları kullanışlı ölçütlere dönüştürmek zor olabilmektedir. Bunun sonucu olarak nitel faktörlerin değerlendirilmesi uzman yargısını ve hiyerarşik yapı da bu faktörlerin sentezini gerektirmektedir.



Şekil 2.13 Tedarik zinciri kapsamında satınalma (Fung, 1999)

Seçim ölçütlerinin belirlenmesi esnasında, ölçütün kullanışlı olmasını garantilemek için şirket bazı ölçüler saptayabilir. Çoğunlukla ölçüt belirleme bir sonraki adım olan bilgi toplama ile üst üste binmektedir. Bununla beraber, belirli ölçütler olmadan bilgi toplama, konuyla ilgili olmayan çabalara neden olabilmektedir. Seçim esnasında bazı ölçütler değerlendirme için kullanışlı olmayabilir. Bilgi, elde edilmesi oldukça güç, analiz için karmaşık olabilir ya da zaman bütün bunlar için yeterli olmayabilir. Ortak ölçütlerin tüm tedarikçi firmalara uygulanması objektif karşılaştırmalar yapmayı da mümkün kılmaktadır.

Teknolojik değişmelere bağlı olarak müşterilerin ihtiyaçları gelişmiş ve daha düşük fiyat ve

daha yüksek kaliteyi aynı zamanda talep etmeye başlamışlardır. Yeni gelişmelerle birlikte birçok ülkede şiddetli pazar rekabeti oluşmuş, organizasyonlar müşteri ihtiyacını, yeni ürünlerle ve servislerle karşılamak, buna paralel olarak da yeni tedarikçilerle işbirliği yapmak zorunda kalmışlardır (Dağdeviren ve Eren, 2001).

Tedarikçi seçimi maliyet, kalite, performans, teknoloji vb. birçok kriteri içeren önemli bir problemdir. Sadece malzeme maliyeti değil aynı zamanda işletme maliyetleri, bakım, geliştirme ve destekleme maliyetleri de bu seçimde göz önünde bulundurulması gereken unsurlardır. Bundan dolayı ekonomiklik ve performans ile ilgili kriterler arasından sistematik bir satıcı seçim sürecini elde etmede kullanılmak üzere kriterlerin değerlendirilip öncelik sırasına konulmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu süreç aynı zamanda hem seçim sürecini kısaltacak hem de karar vermede başarıyı artıracaktır (Tam ve Tummala, 2001).

Satınalma ya da malzemelerin temini bir iş destek fonksiyonu olarak endüstride zengin bir tarihsel geçmişe sahiptir. Ancak satınalmanın bir yönetim fonksiyonu olarak bilinçli gelişimi 1970'lere, petrol krizi ve rekabetin baskıları özel ve kamu işletmelerinde maliyet yapısını korumak için satınalma girdilerinin dikkatli yönetimini gerektirene kadar meydana gelmemiştir. Geleneksel görüş satınalmanın öncelikli olarak bir firmanın karını ve sermaye dönüşümünü ve dolayısıyla endüstrideki rekabetçi pozisyonunu direkt olarak etkileyen ve bir maliyet azaltma fonksiyonu olduğu yönündedir. Bu bağlamda, satın alma "daha ucuz" malzemeler alma (değer mühendisliği, değer analizi ve standardizasyonuna odaklanarak) ve malzemeleri "daha ucuz" satın alma ve tedarik etme (alternatif kaynaklara, görüşmelere, satın alma metodlarına ve envanter yönetimine odaklanarak) gayreti gösteren "muhasibeci" satın almasına dönüşmüştür.

Potansiyel tedarikçiler listesinden seçim yapmak için sistematik bir yaklaşım gerekmektedir. Tedarikçinin yeterliliği, hem genel hem de teknik bir takım kriterleri esas alarak ölçülmelidir. Ayrıca mevcut tedarikçiler potansiyel tedarikçilerle belli bir bazda karşılaştırılmalıdır. Bir tedarik stratejisi olarak, mal satmak için rekabet eden fazla sayıda tedarikçinin olması bir firma için iyi bir politikadır. Tedarik bazının yerel, ulusal ve uluslararası tedarikçilerin eklenmesi yoluyla genişletilmesi politikası hedef pazarlarda rekabet edilmesine yardımcı olmaktadır (İGEM, 2005).

Maliyet odaklı satınalma anlayışı bir işin esasının satınalma değil, pazarlama, yani bir şirketin son ürün ya da hizmetleri olduğu gerçeğini büyük ölçüde ihmal etmektedir. Kar sadece maliyet azaltma yoluyla değil, toplam müşteri memnuniyeti veren rekabetçi ürün ya da hizmetlerin hazırlığıyla da en iyi şekilde elde edilmektedir. Satınalmanın kalite, fiyat, miktar

ve zaman yönleri bir firmanın farklılık, değer, teslim zamanı ve cevap verebilirlik stratejileri ile entegrasyonlarının ışığı altında değerlendirilmelidir. İç müşteri gereksinimlerine yaratıcı satın alma cevapları dinamik tedarikçi pazar koşulları ile karşılıklı etkileşimini yansıtmak için yeterince araştırılmamıştır. Satın alma ya da kaynak temini ile ilgili kararlar bu nedenle stratejikten çok idari olarak sınıflandırılmaktadır.

Dış kaynaklardan alınan tüm malzeme ve hizmetlerin, kendisinin olduğu kadar müşterilerin de ihtiyaçlarını karşılaması firmanın sorumluluğundadır. Bu nedenle satın alma faaliyeti uygun şekilde denetlenmelidir. Bu denetimin amacı, yan sektörler ve piyasadan yapılan satın alma işlemlerinin planlı ve kontrollü olarak bir sistem dahilinde gerçekleştirilmesi için;

- Tedarik kaynaklarının saptanması,
- Tedarikçi firmaların değerlendirilmesi ve yeterlilik araştırmalarının yapılması,
- Denetleme sonuçlarının raporlanması,
- Tespit edilen aksaklıklarla ilgili düzeltici ve önleyici faaliyet talebinde bulunulması,
- Nitelikli ve güvenilir firmaların seçiminin yapılması,
- Tedarikçi firmalarla ilgili bir bilgi bankasının oluşturulması ve bunun güncel olarak tutulması,
- Satın alma işleminde esas olacak verilerin açık ve anlaşılır bir şekilde tanımlanması,
- Gerekli görülen şartname ve taleplerin eksiksiz olarak hazırlanması,
- Satın alınan ürün ve hizmetlere ilişkin doğrulama işlerinin uygulanması,
- Kayıtların güvence altında tutulmasını sağlamak ve bu hususlarda gereksinim duyulan yazılı ve güncel prosedürlerin hazırlanması gerekmektedir (Atalay, 2000).

Kuruluşların müşterilerin gereksinimlerini karşılamak için, birlikte çalıştıkları firmaların özelliklerini değerlendirmek durumundadır. Değerlendirme çalışmaları bir kıstasa göre yapılmalı ve yeterli görülen firmalarla çalışılmalıdır. Tedarikçiler genel hatlarıyla aşağıdaki hususlar bazında değerlendirilmelidir;

- Ürün veya hizmetin kalite gereksinimlerini karşılama yetenekleri,
- Gerekli teknik düzeylerde makine, takım ve insan gücünün mevcudiyeti,
- Ticari ve finansal varlıkları,
- Kalite güvence sistemlerinin etkinliği.

Değerlendirme ve denetim, tedarikçinin yeterliliğinin belirlenmesi için etkin bir sistemlerdir. Firmanın değerlendirilmesi, istenilen kalitede ürünlerin alınmasına yarar. Juran'a göre, tedarikçinin kalite sistemini güvence edecek 9 esas faaliyet aşağıdaki gibi olmalıdır (Atalay,

2000):

- Ürün ve servis kalite şartları tanımlanmalıdır,
- Alternatif tedarikçiler değerlendirilmelidir,
- Tedarikçiler seçilmelidir,
- Müşterek kalite planlama faaliyetleri yönetilmelidir,
- Kontratın uygulanmasında tedarikçiyle ortaklaşa hareket edilmelidir,
- Fiyatlara uygunluğun kanıtları toplanmalıdır,
- Onaylı (kalifiye) tedarikçiler sertifikalandırılmalıdır,
- Gerektiğinde kalite iyileştirme programları uygulanmalıdır,
- Tedarikçi kalite düzeyi puanlamaları oluşturulmalı ve kullanılmalıdır.

Tedarikçi değerlendirmesi üç ana katagori altında toplanabilmektedir;

- *Yeni (potansiyel) tedarikçi için:* Tedarikçinin belirlenen ürün/hizmet gerekliliklerini sağlama yeteneğine sahip olup olmadığı değerlendirilmektedir,
- *Eski (mevcut) tedarikçi için:* Tedarikçinin anlaşma yapıldığındaki uygunluğunu ve istenen şartları sağlama yeteneğini sürdürüp sürdüremediği değerlendirilmektedir,
- *Problemli tedarikçi için:* Ürün ve hizmetin tedarikinde sorunlarla karşılaşıldığı tespit edilen tedarikçilerde, çıkan problemin kaynağının araştırılması ve giderilmesi için çözümler bulunmasını amaçlayarak yapılan değerlendirmedir.

Değerlendirme ve denetim nihai ürün kalitesini etkileyebilecek tüm faaliyet alanlarını ve uygulamaların kapsamalıdır. Bunlar aşağıdaki başlıklar altında toplanabilmektedir:

- Kalite güvence sistemi,
- Girdi kontrolü,
- Malzeme gözden geçirme,
- Proses kontrol,
- Son kontrol,
- Ölçüm cihazları ve test ekipmanları,
- Depolama-ambalajlama-muhafaza ve sevkiyat kontrolü,
- Ürün tanımı ve izlenebilirliği,
- Uygun olmayan ürünler.

Yapılacak değerlendirme ve denetlemelerde ise aşağıdaki öncelik sırasına göre sıralanmış faaliyetlerin tümü veya tedarikçi firma tarafından uygun görülen bir veya birkaçı esas alınabilmektedir (Atalay, 2000):

- Tedarikçi firmalara gönderilen ve onlar tarafından cevaplandırılan anket formalarının değerlendirilmesi,
- Tedarikçi firmaların kalite sistemi ve ürün/hizmet standartlarına ilişkin sahip olduğu belgelerin kapsam ve geçerlilik süresi yönünden incelenmesi,
- Tedarikçi firmaların (temin edilebiliyorsa) kalite güvence el kitaplarının incelenmesi,
- Tedarikçi firmaların mevcut sistemlerine ilişkin değerlendirme faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi ve bir rapor hazırlanması.

Değerlendirme esnasında kuruluş tarafından kullanılabilecek veri kaynakları; satın almayı yapan bölümün ürün/hizmet satın alma dokümanları, girdi kalite kontrol kayıtları, önceki performanslara ait kayıtlar, varsa kaynaktan inceleme sonuçları, muayene/test talimatları, varsa tedarikçi test raporları/analiz sertifikaları ve uygulanan anket formlarının sonuçlarıdır.

Tedarikçinin yerinde faydalanılabilecek veri kaynakları ise, kalite sistem dokümantasyonu ve değerlendirme hazırlıklarında özellikle, firmanın mevcut performansı, girdi kalite kontrol kayıtları, düzeltici faaliyet talepleri ve sonuçları, satın alma kayıtları, spesifikasyonlar, satın almayı yapan bölümün görüşleri olmaktadır.

2.3 Tedarikçi Seçimine Uygulanan Model Yapıları

Satınalma fonksiyonunun önemi arttıkça satınalma kararları da daha önemli hale gelmektedir. Organizasyonlar tedarikçilere daha bağımlı hale geldikçe zayıf karar vermenin direkt ve endirekt sonuçları daha katı olmaktadır. Satınalma stratejileri ve operasyonları konularında alınan kararlar kârlılığı birinci derecede etkilemektedir. Ek olarak, çeşitli gelişmeler de satınalma kararlarını zorlaştırmaktadır. Ticaretteki küreselleşme ve Internet satınalmanın seçim kümesini genişletmiştir. Müşteri önceliklerinin değişimi daha geniş ve hızlı tedarikçi seçimini gerektirmektedir. Yerel tedarik düzenlemeleri karar vermede daha fazla şeffaflığı istemektedir. Yeni organizasyonel formlar daha fazla karar vericinin katılmasına yönelmişlerdir. Şekil 2.14’de bu gelişmelerin satınalma kararlarının karmaşıklığı ve önemini nasıl etkilemekte olduğunu göstermektedir.

Bu gelişmeler, satınalma kararlarının verilmesinde, özellikle de tedarikçi seçiminde, daha sistematik ve daha şeffaf yaklaşımların oluşturulması gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. Bu noktada satınalma kararlarının verilmesini destekleyen modern yöneylem araştırması teknikleri bulunmaktadır. Bu tekniklerden bazıları aşağıdaki gibidir (De Boer vd., 2001):

- Çok kriterli karar verme metotları
- Problem yapılandırma yaklaşımları

- Matematiksel programlama modelleri
- Veri işleme teknikleri

Yöneylem Araştırması modelleri ile satınalma kararlarının etkin bir şekilde verilmesi şöyle olmaktadır (De Boer vd., 2001):

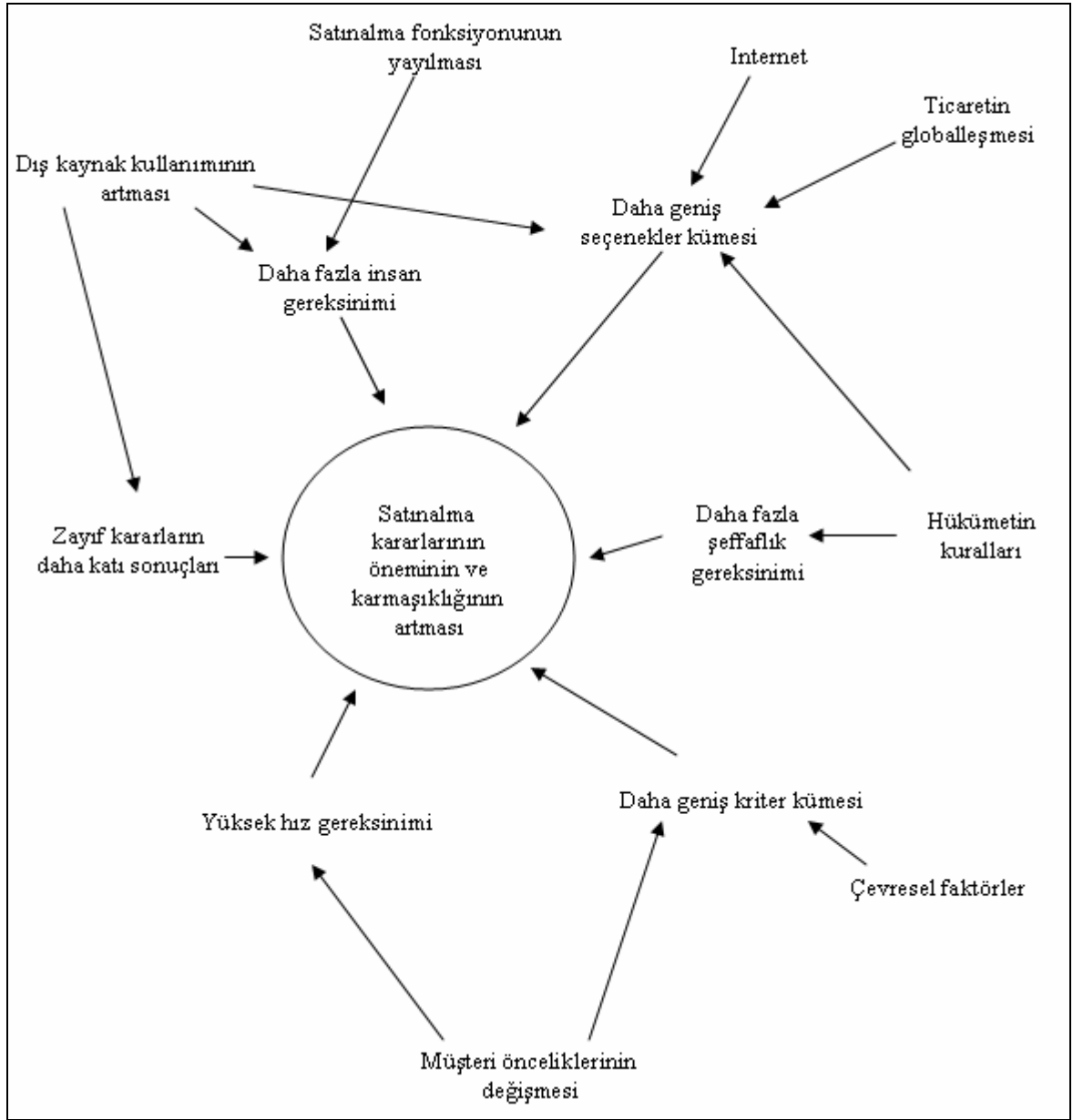
- Satın almacıya “doğru problemi” çözmek için destek olmaktadır. Örneğin, eğer teslimat problemleri tedarikçiye geçersiz bilgi verilmesinden kaynaklanmışsa tedarikçiden vazgeçmekten kaçınılmasını sağlamaktadır.
- Satın almacıya “karar verme esnasında alternatif kriterlerin” göz önüne alınmasında destek olmaktadır (Üret ya da satın al kararı).
- Satın almacıya “karar durumunun doğru ve tam bir şekilde modellenmesinde” destek olmaktadır (Örneğin el ile tutulamayan faktörlerle çalışılarak ve grup halinde karar vererek).

Ek olarak, yöneylem araştırması modelleri satınalma yönetiminin etkinliğini şu şekilde artırmaktadır (De Boer vd., 2001):

- Karar verme bilgisinin analizini ve hesaplanmasını otomatikleştirmekte ve hızlandırmaktadır (Örneğin Internet üzerinde tedarikçi bilgisinin bulunması).
- Satınalma kararının verilmesi sürecinin etkin bir şekilde depolanmasını ve gelecekte bu bilgiye hızlı bir şekilde ulaşılmasını sağlamaktadır (Örneğin tedarikçi değerlendirme için kriter yapısını içeren dosyanın saklanması).
- Karar verme ya da değerlendirme sürecinden gereksiz kriter ve alternatifleri elimine etmektedir (Örneğin; geniş ve pahalı tedarikçi denetim programlarında).
- Etkin iletişimi kolaylaştırmakta ve karar verme süreçlerinin çıktılarını belirlemektedir (Örneğin; yönetime ya da tedarikçilere rapor verilirken).

Tedarikçi seçimi modelleri bir ekseninde karmaşıklık ve önem bakımından değişik durumlardaki uygulamalar açısından incelenmektedir. Diğer ekseninde ise tedarikçi seçimi sürecindeki farklı safhalar ele alınmaktadır. Bu safhalar;

- Tedarikçi seçimi amaçlarının belirlenmesi
- Kriterlerin tanımlanması
- Uygun tedarikçilerin ilk özelliklerinin belirlenmesi
- Son kararın verilmesi



Şekil 2.14 Gelişmelerin ilk satınalma kararlarına etkisi (De Boer vd., 2001)

Bu inceleme Çizelge 2.1’de gösterilmektedir. Çeşitli yazarlar, özellikle de endüstriyel pazarlama alanından, satınalma ve tedarikçi seçimindeki karmaşıklığı incelemişlerdir. De Boer vd. (2001) karmaşıklığı Çizelge 2.2’de görüldüğü gibi üç tipik durumda çeşitlendirmektedir. Yeni tedarikçiler en karmaşık, belirsizliği en yüksek olan durumlardır. Yeni ürünler, modifiye edilmiş tekrarlı satın almalar ve periyodik arasındaki bu ayırım satın almacı için “ilk girişi” kolaylaştırmaktadır.

Çizelge 2.1 Tedarikçi seçimi ara yüzü (De Boer vd., 2001)

	Yeni tedarikçi durumu	Modifiye edilmiş tekrarlı satın almalar	Periyodik alımlar	Stratejik/darboğaz alımlar
Problemin tanımı	Bir tedarikçi kullan ya da kullanma?	Daha fazla ya da daha az ya da başka tedarikçiler kullan?	Şimdiki tedarikçiyi değiştir?	Tedarikçiyle nasıl alışveriş yapılır?
Kriterlerin formülasyonu	Tedarikçilerin geçmiş bilgisi yok.	Geçmiş bilgi var.	Geçmiş bilgi var.	Geçmiş bilgi var, bu zamana kadar az sayıda geçerli seçim yapılmıştır.
Sınıflandırma	Küçük tedarikçi kümesi	Büyük tedarikçi kümesi	Büyük tedarikçi kümesi	Büyük tedarikçi kümesi
Seçim	Ayıklamaktan ziyade sıraya dizilir.	Ayıklamaktan ziyade sıraya dizilir.	Ayıklamaktan ziyade sıraya dizilir.	Geçmiş veriye ulaşılabilir.

Karmaşıklık ve önemi kapsayan bir inceleme de portföy yaklaşımıdır (Kralijic, 1983). Bu portföy yaklaşımında bir satınalma durumunun önemi ve karmaşıklığı iki faktörle değerlendirilir: kar etkisi ve tedarik riski. Kar etkisi satın alınan ürünlerin/hizmetin beklenen parasal değeri ve gelecekteki ürün kalitesi üzerindeki etkiyi içermektedir. Tedarik riski ise düşünülen ürünlerin/hizmetin uygunluğu ve potansiyel tedarikçi sayısından oluşmaktadır. Bu faktörlere bağlı olarak satın almalar (ve ilgili tedarikçi seçimi kararları) Kralijic'in sınıflandırmasına göre stratejik, darboğaz, piston ve rutin satın almalar diye gruplandırılmaktadır. Bu Çizelge 2.3'te gösterilmektedir.

Rutin parçalarda birçok tedarikçi bulunmaktadır. Aslında, parçanın düşük değerinden dolayı tedarikçileri sıklıkla araştırmak ve seçmek etkin değildir. Genelde yüksek etkinlikli bir sipariş ve idare prosedürünün başarılmaması için bir rutin parça kümesi, bir ya da daha çok tedarikçiye atanmaktadır. Tedarikçi seçimi sabittir. İstenen ya da gerekli parçalardaki değişiklikler, varolan tedarikçiyle görüşülmektedir. Tedarikçinin uygunluğu periyodik olarak tekrar düşünülmekte ve eğer gerekiyorsa yeni bir seçim yapılmaktadır. Darboğaz ve stratejik parçalarda tedarikçinin seçimi daha fazla ya da daha az sabittir. Parçaların özelliklerindeki küçük değişiklikler, otomatik olarak varolan tedarikçiyle halledilmektedir. Çok özel bir tasarım ya da malzemenin ender bulunmasından dolayı yüksek tedarik riski olduğundan, tedarikçi seçimi hızlı gerçekleşmemektedir. Sonuç olarak, seçim kümesi çoğunlukla daha

küçüktür. Karar modelleri, varolan tedarikçinin periyodik olarak değerlendirilmesi için öncelikle kullanılmaktadır. Piston parçalar, tipik olarak modifiye edilmiş tekrarlı satın alma durumlarını kapsamaktadırlar.

Çizelge 2.2 Satınalma durumlarının incelenmesi (DeBoer vd., 2001)

Yeni ürün/tedarikçi durumu	Tamamen yeni ürün/hizmet; tecrübe yok Bilinen tedarikçi yok Yüksek seviyede belirsizlik Kapsamlı problem çözümü; grup halinde karar verme Yeni ürün/hizmet bilinen tedarikçilerden
Modifiye edilmiş tekrarlı satın almalar	Var olan (modifiye edilmiş) ürünler yeni tedarikçilerden Orta seviye belirsizlik Az kapsamlı problem çözme
Periyodik alımlar	Tedarikçiler hakkında mükemmel bilgi Kontratlı çalışma

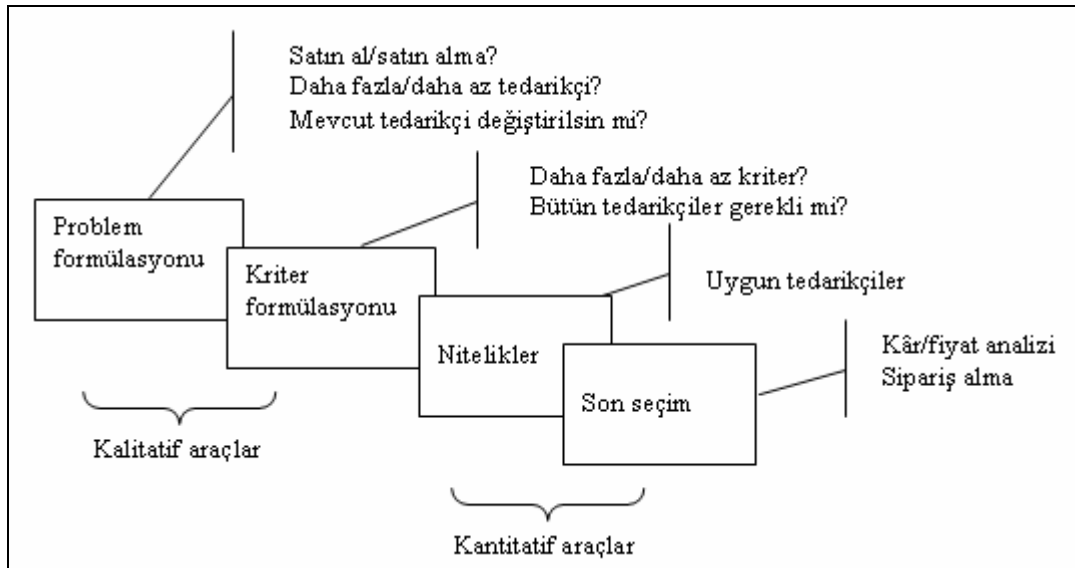
Kalitatif yöntemler bir karar vericinin bir problem durum hakkındaki anlayışını ortaya koyma ve analiz etmek ve olası (alternatif) çözümler üzerine beyin fırtınası yapmak için araçları içerebilmektedir. Kantitatif yöntemleri geniş bir yaklaşımlar değişkenliğini kapsamaktadır. Veri analizi teknikleri benzer kararların analizinde kullanılmaktadır. Lineer programlama gibi optimizasyon teknikleri maliyet fonksiyonunu minimize etmek gibi optimum problem çözümlerini bulmada karar vericiye yardımcı olmaktadır. Çok kriterli karar analiz teknikleri karar vericiyi çeşitli farklı kriterler doğrultusunda alternatifler kümesini sistematik olarak değerlendirmede desteklemektedir.

Çizelge 2.3 Satınalma portföy matrisi (De Boer vd., 2001)

	Düşük tedarik riski	Yüksek tedarik riski
Düşük kar etkisi	<i>Rutin parçalar</i> Birçok tedarikçi Modern (mantıklı) satınalma prosedürleri Sistem kontratı Otomasyon	<i>Darboğaz parçaları</i> Tekeli tedarik pazarı Uzun dönemli kontrat Dahili olarak alternatif geliştirmek Beklenmedik olayları planlama
Yüksek kar etkisi	<i>Piston parçalar</i> Bir çok tedarikçi Rekabette fiyat artırma Kısa dönem kontrat Aktif tedarikleme	<i>Stratejik parçalar</i> Bir kaç tedarikçi Orta/uzun dönemli kontrat Tedarikçi geliştirme (harici olarak) Sürekli inceleme

Şekil 2.15’de tedarikçi seçim probleminin çözümü için uygulanan bir karar destek sistemi yaklaşımı sunulmuştur. Bu karar destek sisteminin uygulama adımları şu şekilde özetlenebilmektedir:

- Problem formülasyonu aşamasında, tedarikçi seçiminin amaçlarının belirlenmektedir. Tedarikçi ile satın almayı yapacak firma arasındaki iletişim düzeyinin bu aşamada ortaya konulması gerekmektedir. Burada kullanılan teknikler kalitatif araçlardır.
- Kriter formülasyonu aşamasında, tedarikçi seçiminde satın almayı yapacak firma seçim kriterleri belirlemektedir. Burada kullanılan teknikler kalitatif araçlardır.
- Nitelikler aşamasında, uygun tedarikçi kümesinin kriter formülasyonu aşamasında belirlenen kriterleri karşılama dereceleri ortaya konulmaktadır. Burada kullanılan teknik ise, kantitatif araçlardır.
- Son seçim aşamasında ise, belirlenen kriterlere ve tedarikçilerin bunları karşılama derecelerine göre ilgili tedarikçinin seçimi yapılmaktadır. Burada da kantitatif araçlar kullanılmaktadır.



Şekil 2.15 Tedarikçi seçiminde karar metodlarının konumlandırılması (De Boer vd., 2001)

Bir sonraki bölümde, literatürdeki tedarikçi seçim modelleri geliştirilen bir metodoloji ile incelenmiştir. Bu metodolojide De Boer vd.nin (2001) Şekil 2.15’teki karar metodlarını konumlandırma yaklaşımı temel olarak alınmaktadır. Bu inceleme sonucunda, tedarikçi seçimi literatürü sınıflandırılmıştır.

3. TEDARİKÇİ SEÇİM MODELLERİNİN İNCELENMESİ

Literatürdeki tedarikçi seçimi modellerinin değerlendirilmesine yönelik bir sınıflama, Şekil 2.15’de özetlenen ve De Boer vd. (2001) tarafından ortaya konan, karar metotlarına göre modellerin sınıflandırılmasıdır. Bu sınıflandırmanın yapılmasındaki amaç, tedarikçi seçim prosesi için geliştirilmiş olan modellerin bir karar destek sistemi içerisinde değerlendirilmesidir. De Boer vd. (2001), 2000 yılına kadar literatürde yayınlanmış olan modelleri karar metotlarına göre sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırma aşağıda özetlenmektedir:

- *Problemin Tanımlanması ve Kriterlerin Formülasyonu İçin Karar Yöntemleri:* Problemin tanımlanması için karar yöntemleri, karar vericiyi mümkün karar alternatiflerini dikkatlice sorgulamakta desteklemektedir. Problemin tanımlanması, tedarikçi seçimi konusunda en büyük problemin ne olduğunun ve bununla baş etmek için neden bir ya da daha çok tedarikçiyi seçmenin en iyi yol olarak görüldüğünün belirlenmesini içermektedir. Problem tanımlama konusunda literatürde her hangi bir yayına rastlanmamıştır.

Kriterlerin formülasyonu safhasında ise satınalma ve tedarik literatüründe iki çalışma mevcuttur (De Boer vd., 2001):

- *Mandal ve Deshmukh (1994):* Bu çalışmada, yorumlamalı yapısal modellemeyi amaçlayan bir teknik geliştirmiştir. Bu teknikte tedarikçi seçim kriterleri arasındaki ilişkiler bir grafik model yardımıyla belirlenmekte ve tanımlanmaktadır. Bu da satın alıcıya bağımsız kriterleri bağımlı kriterlerden ayırma konusunda yardımcı olmaktadır. Bağımlı kriterler son seçim aşamasında önemlidir. Bağımsız kriterler ise uygun tedarikçilerin belirlenmesi aşamasında önemli olmaktadır.
- *Vokurka vd. (1996):* Bu çalışmada tedarikçi seçimi kriterlerinin formülasyonu için birçok safhayı içeren bir uzman sistem geliştirmiştir. Bu uzman sistemin temel girdisi var olan literatür ve bir satınalma yöneticisi kullanılarak oluşturulmaktadır.
- *Uygun Tedarikçilerin Niteliklerinin Belirlenmesi İçin Karar Metotları:* Bu safhada tedarikçi niteliklerinin belirlenmesi ile tüm tedarikçiler kümesi daha küçük bir kabul edilebilir tedarikçiler kümesine azaltılmaktadır. Bu, bir sıralama işleminden çok ayırma işlemidir. Bu aşamada kullanılan metotlar aşağıda özetlenmektedir (De Boer vd., 2001):
- *Kategorisel Metotlar (Zenz, 1981; Timmermann, 1986):* Kategorisel metotlar temelde kalitatif modellerdir. Geçmiş veri ve satın alıcının tecrübesine dayanarak var olan ya da bilinen tedarikçiler bir kriter kümesine göre değerlendirilmektedir. Değerlendirmeler tedarikçinin performansını “+”, “0”, “-” şeklinde kategorilere ayırmaktan oluşmaktadır. Bir tedarikçi tüm kriterlere göre değerlendirildikten sonra ortalama bir değer

bulunmaktadır.

- *Veri Zarflama Analizi:* Bu metot, bir karar alternatifinin verimliliği fikri üzerine kurulmuştur. Alternatifler faydalı kriter (çıktı) ve maliyet kriteri (girdi) üzerinden değerlendirilmektedir. Bir alternatifin (örneğin, bir tedarikçinin) verimi, çıktılarının ağırlık toplamalarının (tedarikçi performansları), girdilerinin ağırlık toplamalarına (tedarikçiyi kullanma maliyeti) oranı olarak tanımlanmaktadır. Her tedarikçi için, tedarikçi verim oranını maksimize eden ağırlıklar kümesi oluşturulmaktadır. Böylece tedarikçiler “verimli” ya da “verimsiz” diye sınıflandırılmaktadır. Bu yöntemle ilgili literatürdeki çalışmalar Weber ve Ellram (1992), Weber ve Desai (1996), Weber vd. (1998), Papagapiou vd. (1996), Liu vd. (2000)’dir (De Boer vd., 2001).
- *Grup (Küme) Analizi:* Bu metot, istatistik tabanlı bir metottur. Bu sınıflama algoritması, nümerik olarak atanan skorlar kümesi ile tanımlanan parçaları gruplayarak bir küme oluşturmaktadır. Bu grupta, bir küme içindeki parçalar arasındaki farklılıklar minimum düzeyde, farklı gruplardaki parçalar arasındaki farklılıklar da maksimum düzeyde olmalıdır. Bu metot ilk olarak Hinkle vd. (1969), ondan 20 yıl kadar sonra da Holt (1998) tarafından kullanılmıştır (De Boer vd., 2001).
- *Olay Bazlı Nedenleme (Case-Based-Reasoning-CBR) Sistemleri:* Bu metot yapay zeka yaklaşımına dayalı bir sistemdir. Temelde, bir CBR sistemi bir karar verici gibi davranmaktadır ve önceki karar durumlarından yararlı bilgiler ve tecrübeler sağlayan yazılım sürümlü bir veri tabanıdır. Ng vd. (1995) bir CBR sistemi geliştirmiştir (De Boer vd., 2001).
- *Son Seçim Safhası İçin Karar Modelleri:* Satınalma sürecinin tedarikçi seçimi safhasına uygulanan karar modellerinin çoğu, bu safha içinde geliştirilmiştir. Tedarikçi seçim modelleri Çizelge 3.1’de de görüldüğü gibi üç yolla sınıflandırılabilir. Bu sınıflandırmada ilk ayırım tek tip ya da çok tip ürün arasında yapılabilir. Tedarikçi seçimi modellerinin üçte ikisi bu şekilde “tek tip” ya da “çok tip” ürün modelleri olarak karakterize edilebilir. Bu modeller tedarikçinin tek ürün ya da çok ürün için bir seferde seçilmesini içermektedir. Tek tip ürün modelleri tedarikçileri bir ürün için seçmekte, ama farklı ürünler söz konusu olursa kullanılamamaktadır. Çok parça için olan modeller değişik ürünler ya da ürün grupları arasındaki bağımlılıkları göz önüne almaktadır. Örneğin; bir tedarikçi, ürün karışımını dikkate almadan toplam satış hacmi üzerinden büyük bir fiyat indirimi sunabilir. Sipariş maliyetleri, çeşitli ürünler için olan siparişlerin tek bir sipariş formunda birleştirilmesi ile azaltılabilir. Tek tip ürün modelleri ayrıca bir tedarikçi ile çalışmaktan dolayı ortaya çıkan bazı maliyetleri değerinin altında

göstermektedir (fabrika ziyaretleri, satınalma yöneticisinin zamanı gibi). Üstelik bu maliyetler çoğunlukla tamamen göz ardı edilmektedir. Tedarikçi seçimi modellerinin yarısından fazlası problemi kalem kalem ele almakta ve çok tip ürünler için tedarikçiler seçilirken tekrar tekrar uygulanmaları gerekmektedir. Literatürdeki tedarikçi seçimi için karar yöntemlerinin çoğu satın alınan parçaların envanter yönetimini dikkate almamaktadır. Sadece birkaç model siparişleri zamana göre planlama düşüncesini içermektedir. Örneğin; sipariş düzeyinde, elektronik veri değişimi (Electronic Data Interchange-EDI) yoluyla sipariş imkanından dolayı farklı olası tedarikçiler arasındaki maliyetler değişebilmektedir. Eğer, envanter yönetimi nedenlerinden (dayanıksız envanter) dolayı sık sipariş gerekli olursa, düşük birim fiyatlı, fakat yüksek sipariş maliyetli, örneğin EDI sistemi olmayan bir tedarikçi daha yüksek birim fiyatlı ve EDI sistemli bir tedarikçiden daha yüksek bir toplam sahip olma maliyeti (Total Cost of Ownership-TCO) yaratabilmektedir. Başka bir ikilem de miktar indirimi elde etme ile büyük partiler satın alındığında envanter tutma maliyetleri arasındadır. Degraeve ve Roodhofs'un (2004) sunduğu model, TCO'nun yaygınlıkla kabul edilen teorik yapısını bir satınalma kapsamı içinde ele alan ve faaliyet tabanlı maliyetlendirme ve TCO bilgisini objektif bir matematiksel programlama modeli içinde tedarikçi seçimi ve çok tip ürünler için çoklu periyotlu bir zaman ufku üzerinde sipariş miktarlarının belirlenmesi için kullanan ilk modeldir. Degraeve ve Roodhofs'tan başka sadece Bender (1985) ve Ronen ve Trietsch (1988) zamana göre envanter yönetimi ve tedarikçi seçimini aynı model içinde ele almaktadır. Bender'in (1985) modeli matematiksel programlama modelini içermemektedir. Ronen ve Trietsch (1988) tedarikçileri seçen ve sipariş atamalarını zamana göre programlayan bir karar destek sistemi önermektedir, fakat bu karar destek sistemi büyük projelerde temin süresi yönetimi üzerinde odaklanmaktadır. Buradaki envanter yönetimi problemi aslında her kalem için "kullanım tarihinden ne kadar önce sipariş verilmelidir?" sorusunu cevaplamaktadır.

Üçüncü bir sınıflandırma ise seçim safhasında kullanılan spesifik modelleme teknikleriyle ilgilidir (De Boer vd., 2001). Bu sınıflandırma da Çizelge 3.1'de görülmekte ve aşağıda özetlenmektedir.

- *Lineer Ağırlıklandırma Modeli:* Lineer ağırlıklandırma modellerinde kriterlere ağırlıklar verilmekte ve en büyük ağırlık en yüksek öneme işaret etmektedir. Kriteria verilen ağırlık ile oranları çarpılarak her tedarikçi için tek bir skor elde edilmektedir. Daha sonra en yüksek skora sahip tedarikçi seçilmektedir. Lineer ağırlıklandırma modelleri çok sübjektiftir ve çoğunlukla değişik tahmin dereceleri, ağırlıklar ve/veya

değişik kişilerin tahminlerine karşı oldukça duyarlıdır. Lineer ağırlıklandırma modellerinin çoğunluğunun tekrarlı olmasına karşın bazıları da tekrarsız modellerdir. Zenz (1981) ve Timmerman (1986) en temel lineer ağırlıklandırma modelini geliştirmiştir.

Lineer ağırlıklandırma metodu, birçok yazar tarafından temel alınarak çeşitli adaptasyonlarla geliştirilmiştir. Birinci adaptasyon temel lineer ağırlıklandırma metodunun telafi edici, dengeleyici yapısı ile ilgilidir. Bir dengeleyici modelde, yüksek orana sahip olan bir kriter düşük orana sahip kriteri dengelemektedir. De Boer vd. (1998) tarafından önerilen ve dengeleyici modele benzeyen oranlama yaklaşımı, satınalıcıya dengelemede bir ya da daha fazla kriterde oluşabilecek kötü skorlar için sınırlandırmalar koyma imkanı vermektedir. Grando ve Sianesi (1996) olası tedarikçi seçimi stratejilerinin belirlenmesini sağlamak için bir çok tip ürün oranlama modeli geliştirmiştir. Bu model dengeleyici değildir ve tek bir toplam oran için farklı kriterdeki oranları birleştirmemektedir. Gregory (1986) aynı maksimum oranı alan tedarikçiler arasında siparişleri bölmek için metoda ikinci bir adaptasyon yapmaktadır (De Boer vd., 2001).

Lineer ağırlıklandırma modellerine bir başka adaptasyon da belirsizlik durumlarında daha olumlu sonuçlar alınabilmesi için yapılmıştır. Soukoup (1987) satın alınan ürün ya da hizmet talebindeki belirsizlik durumlarında kullanılabilen simülasyon tabanlı bir yaklaşım sunmaktadır. Bazı modeller de oranlama mekanizmasının kendisindeki belirsizlikle ilgilenmektedir. Belirsizlik, bir tedarikçinin bir kriterdeki skorunu ya da bazı kriterlerin önemini yüksek bir doğruluk payıyla belirlemenin zorluğu anlamına gelmektedir. Nydick ve Hill (1992), Barbarosoğlu ve Yazgaç (1997), Narasimhan (1983) ve Masella ve Rangone (2000) tedarikçi seçimindeki bu belirsizlik ile başa çıkmak için analitik hiyerarşi prosesini (AHP) kullanmıştır. AHP, kısaca, lineer ağırlıklandırma metodundaki performans skorlamada olduğu gibi kriter ağırlıkları için nokta tahminler yapmaktadır. AHP, satınalıcıya bir kriterin diğer bir kriterle göre karşılıklı önemi ve benzer şekilde bir kriter için bir tedarikçinin diğerine karşı karşılıklı önceliği hakkında sözlü kalitatif ifadeler yaratmaktadır. Sarkis ve Talluri (2000) AHP'nin daha karmaşık bir versiyonu olan analitik şebeke prosesini kullanmıştır. Willis vd. (1993) tedarikçiler arasında ikili karşılaştırmalar yaparak her bir kriteri ağırlıklandırmaktadır. Bazı yazarlar da belirsizlik durumlarında çeşitli istatistiksel teknikler önermektedir. Örneğin Williams (1984) kriter ağırlıklandırmada tahmin analizlerini kullanmıştır. Min (1994) ve Petroni ve Braglia (2000) da aynı amaçla

ilgisizliklerin karşılaştırması ve temel elemanlar analizini uygulamıştır. Teknikler farklı olmasına rağmen ortak nokta, satın alıcının kesin nümerik kriter ağırlıkları hazırlamasına gerek olmamasıdır. Thompson (1990,1991) Monte Carlo simülasyonunu kullanmıştır. Yine burada da satın alıcının kriter ağırlıkları belirlemesine ve kriterlere performans skorları atamasına gerek yoktur. Buna karşılık, skor aralıklarını vermek ya da kalitatif sıralama yapmak yeterli olmaktadır (De Boer vd., 2001).

Bir grup yazar da belirsizliğin olduğu ve kesinliğin olmadığı tedarikçi seçimi durumlarını modelleme için bulanık küme mantığını kullanmayı önermektedir. Morlacchi (1997) bulanık küme mantığı ile AHP'yi birleştirerek bir model geliştirmiş ve elektrik ve mekanik sektörlerindeki küçük tedarikçileri değerlendirmede uygulamıştır. İki yıl sonra, çalışmasını geliştirerek bu tür bir tedarikçi değerlendirme modelinin tasarım safhasına odaklanmış ve hibrit teknikleri kullanmanın avantaj ve dezavantajlarını belirtmiştir. Ayrıca, Li vd. (1997) ve Holt (1998) da tedarikçi seçiminde bulanık mantık uygulamasını incelemiştir (De Boer vd., 2001).

- *Toplam Sahip Olma Maliyeti (TCO) Modelleri:* TCO tabanlı modeller, tedarikçi seçiminde satın alınan bir parçanın yaşam döngüsünde uğradığı tüm sayılabilir maliyetleri kapsamaktadır. Ellram (1994) maliyetleri şöyle ayırmaktadır (De Boer vd., 2001):

- İşlem öncesinde oluşan maliyetler
- İşlem esnasında oluşan maliyetler
- İşlem sonrasında oluşan maliyetler

Bilgisayarlaştırılmış maliyet hesaplama sistemli büyük organizasyonlar için Timmermann (1986) maliyet oranı metodunu hazırlamıştır. Bu metot, kalite, dağıtım ve hizmet ile ilgili tüm maliyetleri toplamakta ve birim fiyat üzerinde fayda ya da ceza yüzdesi olarak ifade etmektedir. Monczka ve Trecha (1988) ve Smytka ve Clemens (1993) de maliyetleri belirlemenin zor olduğu servis ve teslimat performansı gibi kriterler için oranlama yöntemleri ile toplam maliyet yaklaşımını birleştirmiştir. Tüm bu yaklaşımlar tek parça modelleridir ve basit olaylara uygulanmışlardır.

- *Matematiksel Programlama Modelleri:* Matematiksel programlama modelleri (MP) çoğunlukla sadece daha nicel kriterleri değerlendirmektedir. Bunlar lineer, (karışık) tamsayı ya da hedef programlama modelleridir. MP, karar vericinin, karar problemini içinde yer alan değişken değerlerini değiştirerek ile maksimize (örn. kar) ya da minimize (örn. maliyet) edilebilen bir matematiksel amaç fonksiyonu şeklinde formüle edilebilmesini sağlamaktadır.

Çizelge 3.1 Tedarikçi seçimi modellerinin sınıflandırılması (De Boer vd., 2001)

Tek Tip Ürün				Çok Tip Ürün			
Zamana Göre Envanter Yönetimi Olmadan			Zamana Göre Envanter Yönetimi İle	Zamana Göre Envanter Yönetimi Olmadan	Zamana Göre Envanter Yönetimi İle		
Tahmin/lineer ağırlıklandırma modelleri	Toplam maliyet yaklaşımları	Matematiksel programlama	Matematiksel programlama	Tahmin/lineer ağırlıklandırma	Matematiksel programlama	Matematiksel programlama	İstatistiksel programlama
Timmerman (1986) (kategorisel metod, lineer ağırlıklandırma)	Timmerman (1986) (maliyet oranlı metot)	Chaudhry vd. (1993)	Buffa ve Jackson (1983)	Grando ve Sianesi (1996)	Rosenthal vd. (1995)	Bender vd. (1985)	Ronen ve Trietsch (1988)
Barbarosoğlu ve Yazgaç (1997)	Monczka ve Trecha (1988)	Weber ve Current (1993)	Ghoudsypour ve O'Brien (2001)		Current ve Weber (1994)	Degraeve ve Roodhofs (2000)	
Nydick ve Hill (1992)	Smytka ve Clemens (1993)	Pan (1989)			Akinc (1993)		
Gregory (1986)		Das ve Tyagi (1994)			Sadrian ve Yoon (1994)		
Willis vd. (1993)		Dağdeviren ve Eren (2001)			Turner (1988)		
Li vd. (1997)					Benton (1991)		
Soukup (1987)					Karpak vd. (1999)		
Thompson (1990)							
Thompson (1991)							
De Boer vd. (1998)							

Bir taraftan MP'nin karar vericiyi amaç fonksiyonunu açık bir şekilde saptamaya zorladığından lineer ağırlıklandırma modellerine göre daha objektif olduğu söylenmekte, diğer taraftan da MP modellerinde sadece kantitatif kriterlerin ele alınabildiği düşünülmektedir.

Chaudry vd. (1993), Weber ve Current (1993), Pan (1989), Das ve Tyagi (1994), Buffa ve Jackson (1983) tarafından geliştirilen modeller hariç tüm MP modelleri çok parça tipi için uygulanmıştır. Pan (1989), Chaudry vd. (1993), Rosenthal vd. (1995), Sadrian ve Yoon (1994) kalite, hizmet ve dağıtım kısıtlarının önceden belirlenen değerlerini kullanmıştır. Weber ve Current (1993) ise daha karmaşık ağırlıklandırma ve kısıt metotları kullanarak ve birden çok amaçlar arasındaki değiş-tokuş eğrilerini çizerek, kalite-hizmet-dağıtım kısıtlarının da gerçek değerlerini dikkate alan bir model kurmuştur. Weber ve Desai (1996) zaten seçilmiş olan tedarikçilerin etkinliklerinin değerlendirilmesi için veri zarflama analizi tekniğini kullanmıştır. Weber, Current ve Desai (1998) MP ve veri zarflama analizi tekniğini birleştirerek satın alıcılara seçilmeyen tedarikçilerle de hızlı bir görüşme yapabilmeleri ve birçok tedarikçiyi değerlendirebilme imkanı sunmaktadır. Karpak vd. (1999) tedarikçiler seçildiğinde ve siparişler dağıtıldığında oluşan maliyetleri minimize etmek ve kalite ve teslimat güvenilirliğini maksimize etmek için hedef programlamayı kullanmıştır. Chaudry vd. (1993), Rosenthal vd. (1995), Sadrian ve Yoon (1995), Ganeshan vd. (1999) fiyat kırma üzerine modeller geliştirmişlerdir. Akınç (1993) tedarikçi sayısı ile ilgili karar desteğine konsantre olmuştur. Benton (1991) çok parça tipi için lineer olmayan amaç fonksiyonunu çözebilmek için bir sezgisel algoritma geliştirmiştir. Current ve Weber (1994) tedarikçi seçim problemi için tesis yeri seçimi modellerini uygulamıştır. Das ve Tyagi (1994) toptancı için, üretici seçiminin bir çok faktörden biri olduğu düşüncesiyle toplam toptancı hizmeti maliyetini minimize eden bir karar destek sistemi geliştirmiştir.

Bender vd. (1985), Buffa ve Jackson (1983) ve Degraeve ve Roodhofs (2000) envanter yönetimi ve tedarikçi seçimi kararlarını birlikte değerlendirmektedir. Fakat, Bender vd.nin (1985) çalışmasında matematiksel programlama modeli formülasyonu bulunmamaktadır. Buffa ve Jackson (1983) ise tek tip parça tipi için envanter yönetimi kullanmıştır. Degraeve ve Roodhofs (1998, 2000) tedarikçi seçiminin ve envanter yönetim politikasının toplam sahip olma maliyetini faaliyet tabanlı maliyetlendirme bilgisini kullanarak minimize eden bir matematiksel programlama modeli geliştirmiştir (De Boer vd., 2001).

Ghoundsypour ve O'Brien (1998) hem somut hem de soyut kriterleri göz önüne almak ve tedarikçiler arasındaki sipariş atamasını optimize etmek için AHP ve MP'yi entegre eden bir karar destek sistemi sunmaktadır (De Boer vd., 2001).

- *İstatistiksel Modeller:* İstatistiksel modeller tedarikçi seçimindeki belirsizlikle ilgilenmektedir. Fakat bu konuda çok az model vardır. Bu modeller de bir seferde tek bir kriterle ilgili belirsizliği incelemektedir. Ronen ve Trietsch (1988) sipariş teslim zamanının belirsiz olduğu durumda tedarikçi seçimi ve sipariş verme politikası için bir karar destek sistemi geliştirmiştir. Yazarlar kolaylık için üssel dağılımı önermektedir, fakat pratikte dağılım geçmiş verilerden çıkarılabilmektedir. Soukoup (1987) oranlama modelinde değişken talep için bir simülasyon çözümü sunmuştur (De Boer vd., 2001).
- *Yapay Zeka Tabanlı Modeller:* Yapay zeka tabanlı modeller geçmiş bilgilerle denenebilen bilgisayar tabanlı sistemlerdir. Tedarikçi seçimine uygulanan yapay zeka teknolojisi, sinir ağlarını ve uzman sistemleri içermektedir. Sistemin kullanıcısı sinir ağlarını sadece mevcut durum karakteristikleriyle beraber kurabilmektedir. Bu durumun kötü bir yanı, daha önce sistemde yer almayan tedarikçileri inceleyememesidir. Khoo vd. (1998) akıllı yazılım ajanları denilen Internet tabanlı teknolojiyi kullanmıştır. Bu teknolojiler, genellikle ürünlerin tedarikini otomatikleştirmek için uygulanmaktadır. Cook (1997) ve Ng vd. (1995) CBR sistemini kullanmıştır. Vokurka vd. (1996) ise tedarikçi seçimi için bir uzman sistem geliştirmiştir (De Boer vd., 2001).

Bu noktaya kadar De Boer vd.nin (2001) tarafından yapılan sınıflandırma çalışması açıklanmıştır. Tedarikçi seçim sürecinin dört adımını ele alan ve bu dört adımda kullanılan karar metotlarına göre modelleri sınıflandıran bu literatür araştırması, Çizelge 3.2'de özetlenmektedir. Bu özetleme, temel olarak, dört adım baz alınarak yapılmıştır. Çizelgedeki “√” işareti, ilgili çalışmanın sınıflandırmaya temel konu olan adımı içerdiğini göstermektedir. “–” işareti ise, ilgili adımı içermediğini göstermektedir.

Bu tez çalışmasında ise, geliştirilen bir inceleme metodolojisi ile De Boer vd.nin, (2001) yapmış oldukları sınıflandırmadan (Çizelge 3.2) daha sonra yayınlanan ve bu sınıflandırmada yer almayan makaleler değerlendirilmekte ve ilgili sınıflama tablosunun revize edilmesi amaçlanmaktadır. Bir sonraki kısımda kullanılan araştırma ve sınıflandırma metodolojisi açıklanmaktadır.

Çizelge 3.2 De Boer vd.nin (2001) sınıflandırma çalışmasının özeti

Makalenin Adı	Karar Metotları			
	Problemın Formülasyonu	Kriterlerin Formülasyonu	Nitelikler	Son Seçim
Akinc (1993)	–	–	–	√
Albino ve Garavelli (1998)	–	–	–	√
Barbarosoğlu ve Yazgaç (1997)	–	–	√	√
Bender vd. (1985)	–	–	–	√
Benton (1991)	–	–	–	√
Buffa ve Jackson (1983)	–	–	–	√
Chaudry vd. (1993)	–	–	–	√
Current ve Weber (1994)	–	–	–	√
Das ve Tyagi (1994)	–	–	–	√
Degraeve vd. (2000)	–	–	–	√
Degraeve ve Roodhofs (1998, 1999, 2000)	–	–	–	√
Ganeshan vd. (1999)	–	–	–	√
Grando ve Sianesi (1996)	–	–	√	√
Hinkle vd. (1969)	–	–	√	–
Holt (1998)	–	–	√	√
Karpak vd. (1999)	–	–	–	√
Khoo vd. (1998)	–	–	–	√
Li vd. (1997)	–	–	√	√
Liu vd. (2000)	–	–	√	–
Mandal ve Deshmukh (1994)	–	√	–	–
Masella ve Rangone (2000)	–	–	–	√
Monczka ve Trecha (1988)	–	–	–	√
Morlacchi (1997)	–	–	–	√
Morlacchi (1999)	–	–	–	√
Narasimhan (1983)	–	–	√	√
Ng vd. (1995)	–	–	√	–
Nydick ve Hill (1992)	–	–	√	√
Pan (1989)	–	–	–	√
Papagapiou vd. (1996)	–	–	√	–
Petroni ve Braglia (2000)	–	–	–	√
Ronen ve Trietsch (1988)	–	–	–	√
Rosenthal vd. (1995)	–	–	–	√
Sadrian ve Yoon (1994)	–	–	–	√
Sarkis ve Talluri (2000)	–	–	–	√
Smytka ve Clemens (1993)	–	–	–	√
Soukoup (1987)	–	–	√	√
Thompson (1990)	–	–	√	√
Thompson (1991)	–	–	–	√
Timmermann (1986)	–	–	√	√

Çizelge 3.2 De Boer vd.nin (2001) sınıflandırma çalışmasının özeti (devamı)

Makalenin Adı	Problemin Formülasyonu	Kriterlerin Formülasyonu	Nitelikler	Son Seçim
Turner (1988)	–	–	–	√
Vokurka vd. (1996)	–	√	√	√
Weber (1991)	–	–	–	√
Weber vd. (1991)	–	–	–	√
Weber ve Current (1993)	–	–	–	√
Weber ve Desai (1996)	–	–	–	√
Weber ve Ellram (1992)	–	–	–	√
Williams (1984)	–	–	√	√
Willis vd. (1993)	–	–	√	√
Yoon ve Naadimuthu (1993)	–	–	–	√

3.1.1 Araştırma Metodolojisi

Bu kısımda araştırmanın ne şekilde yapıldığı, hangi anahtar kelimeler kullanıldığı, hangi makale kaynakları kullanıldığı gibi bilgiler verilecektir. Çalışmada, yüksek lisans ve doktora tezleri ile henüz yayınlanmamış çalışmalar ve kitaplar yapılan incelemeye dahil edilmemiştir. Bu çalışmada kullanılan makaleler taranırken, tedarik zinciri yönetimi, tedarikçi seçimi, tedarikçi değerlendirmesi, karar destek sistemi anahtar kelimeleri kullanılmıştır. Özellikle 2001 yılı ve sonrası makaleler incelenmiş, karşılaştırma yapabilmek ve değerlendirme kriterlerini belirleyebilmek için 2001 öncesinde yayınlanmış olan makalelerin bir kısmı da incelenmiştir. Çalışma için makalelerin temini Applied Mathematics and Computation, Computers and Operations Research, Production Economics, Technovation, Journal of Operational Management, Expert Systems with Applications, European Journal of Operational Research, Electronic Commerce Research and Applications, Journal of World Business, Journal of Operations Management, Journal of Cleaner Production ve benzeri dergilerden sağlanmıştır. Bu araştırma Çizelge 3.3’de listelenen 65 makalenin seçilmesiyle sonuçlanmıştır.

3.1.2 Geliştirilen İnceleme Metodolojisi

Tez çalışmasının bu bölümünde yapılan literatür araştırmaları sonucunda tespit edilen 65 adet makalenin nasıl bir yöntemle incelendiği anlatılmaktadır. İlk olarak makaleler, konu başlıklarına göre Tedarikçi Değerlendirme (TD), Tedarik Zinciri Yönetimi (TZY), Tedarikçi Seçimi (TS) ve Karar Destek Sistemi (KDS) olmak üzere dört ana başlığa ayrılarak

sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırmaya göre makalelerin tam listesi Çizelge 3.3’de verilmiştir. Bu çizelgede makalelerin yazarları, yayınlanma tarihleri ve hangi konu ile ilgili oldukları gösterilmektedir.

Bu değerlendirmenin yapılmasının amacı, De Boer vd.nin (2001) sınıflandırma çalışmasında bulunmayan ve 2001 yılından günümüze kadar geliştirilmiş olan modellerin belirlenen kriterlere göre değerlendirilerek sınıflandırmaya eklenmesidir. Bu bölüm için incelenen makaleler, genel itibari ile tedarik zinciri yönetimi, tedarikçi seçimi, tedarikçi değerlendirme, tedarikçi seçim ve değerlendirmesi ile ilgili olan karar destek sistemi kurma konularını içeren makalelerdir. Çalışma sonucunda tespit edilen makaleler 3 kümeye ayrılmıştır. 1 ve 2 no’lu kümelerin, karar metotlarına göre yapılan sınıflandırma çalışmasının geliştirilmesinde kullanılmasına karar verilmiştir. 3 no’lu kümedeki makaleler bu sınıflandırma yapısında kullanılmayan makale kümesi olarak tespit edilmiştir. İlgili değerlendirme kriterleri aşağıda gösterilmektedir:

- Literatür taraması
- Modelin varlığı
- Sayısal örnek ile model uygulamasının varlığı
- Yayınlanma yılı

Bu kriterlere göre puanlandırılan makaleler derecelendirilmek suretiyle, inceleme açısından önem sırasına konulmuştur.

Çizelge 3.3 İncelenen makalelerin listesi

Makale No	Makalenin Adı	Yayınlanma Yılı	İlgili Konu
1	Hong vd.	2005	TS
2	Almeida ve Perassa	2001	TS
3	Sezen	2004	TZY
4	Şahin vd.	2004	TS
5	Roth vd.	2004	TS
6	Taşkın vd.	2004	TS
7	Öz ve Baykoç	2004	TS
8	Liu ve Hai	2005	TS
9	Degraeve vd.	2004	TS
10	Prahinski ve Benton	2004	TD
11	Çetinyokuş ve Gökçen	2004	TD
12	Kumar vd.	2004	TS
13	Berardi vd.	2004	TS
14	Humphreys vd.	2003	TS
15	Kamann ve Bakker	2003	TS
16	Dahel	2003	TS
17	Chen vd.	2005	TD

Çizelge 3.3 İncelenen makalelerin listesi (Devamı)

Makale No	Makalenin Adı	Yayınlanma Yılı	İlgili Konu
18	Talluri vd.	2006	TD
19	Ayuso vd.	2003	KDS
20	Humphreys vd.	2003	KDS
21	Basnet ve Leung	2005	KDS
22	Kahraman vd.	2003	KDS
23	Crama vd.	2004	KDS
24	Dulmin ve Mininno	2003	KDS
25	Bharadwaj	2004	KDS
26	Talluri ve Narasimhan	2004	TS
27	Erol ve Ferrell	2002	TS
28	Yan vd.	2002	TS
29	Kengpol	2002	TS
30	Perona ve Saccani	2004	TS
31	De Boer ve Wegen	2003	TS
32	Talluri ve Narasimhan	2003	TD
33	Cooper	2002	KDS
34	Zhu	2002	KDS
35	Erol ve Ferrell	2001	TS
36	Cakravastia vd.	2001	TS
37	Gelderman ve Weele	2001	TS
38	Dağdeviren ve Eren	2001	TS
39	Ghousypour ve O'Brien	2001	TS
40	Peterson ve Lucas	2001	TS
41	De Boer vd.	2001	KDS
42	Wang vd.	2004	KDS
43	Tempelmeier	2001	KDS
44	Muralidharan vd.	2001	KDS
45	Braglia ve Petroni	2000	TS
46	Dong vd.	2000	TS
47	Bhutta ve Huq	2002	TS
48	Tam ve Tummala	2001	KDS
49	Weber vd.	2000	KDS
50	Feng vd.	2000	KDS
51	Da Silva vd.	2000	KDS
52	Lee	2000	KDS
53	Carpenter	1999	TD
54	Humphreys vd.	1998	TD
55	Carr ve Pearson	1998	TZY
56	Verma ve Pullman	1998	TS
57	De Boer vd.	1998	KDS
58	Patton	1997	KDS
59	Weber vd.	1997	KDS
60	Mclvor vd.	1996	TS
61	Weber	1996	TD
62	Ghousypour ve O'Brien	1998	KDS
63	Patton	1996	KDS
64	Roodhooft ve Konings	1997	KDS
65	Min	1994	KDS

3.1.2.1 Belirlenen Makalelerin Özetleri

Aşağıda belirlenen 65 makalenin, belirlenen kriterler ışığında özetleri yer almaktadır.

Hong vd. (2005): Bu çalışmada sürekli devam eden müşteri ilişkileri için etkili bir metod geliştirmeye çalışılmıştır. Model birçok kritere göre tedarikçi seçimi konusunda geliştirilmiştir. Yazarlar her bir dönem için satınalma sırasında maksimum kazancı elde etmek amacıyla optimum tedarikçi seçme yoluna gitmiştir. Makalede, veri madenciliği yolu ile tedarikçi verileri dahili ve harici kaynaklardan toplandıktan sonra karmaşık tamsayılı programlama yöntemi ile kümelendirme ve son seçim işlemleri yapılmıştır. Yazarlar metodun geliştirilebileceği veya geliştirilemeyeceği konusunda herhangi bir yorumda bulunmamaktadır.

Almeida ve Perassa (2001): Bu makale, tedarik zincirinin satınalma sürecini değerlendirmek için, nicel ve nitel terimlere, ölçü ve faktörlere bağlı olarak bir tedarik zinciri metodolojisi önermektedir. Nitel parametreler AHP metodu ile belirlenmiştir. Herhangi bir matematiksel model önermemektedir. Yapılan bir tabloya göre bir yazılım vasıtasıyla tedarikçi seçimi yapılmaktadır. Sayısal örnek bulunmaktadır.

Sezen (2004): Makalede yazar veri zarflama analizi metodunu kullanarak tedarik zinciri ortaklarının performanslarını değerlendirmektedir. Sayısal örnek yoktur.

Şahin vd. (2004): Çalışma De Boer'in 2001 ve 2003 yılında önerdiği 4 aşamalı tedarikçi seçimi modeline katkıda bulunmaktadır. Burada uygulanan yöntem, farklı ürün grupları için belli bir kriterin ağırlığının farklı olacağı mantığından yola çıkmaktadır. Çalışma için anket yapılmış ve anket sonuçları MS Excel ve AHP ile tedarikçi seçimi yapmak için kullanılmıştır. Expert Choice adlı paket program kullanılarak belli kriterlerin değişik ürün grupları için değişik olan ağırlıkları tespit edilmiştir. Sayısal örnek yoktur. Sadece kriter ağırlıkları belirlenmiştir.

Roth vd. (2004): Makale tedarikçi seçimi ve değerlendirmesiyle ilgili olarak herhangi bir matematiksel model öne sürmemektedir. Sadece Amerika ve Japonya'daki satınalma süreçlerinin karşılaştırması yapılmaktadır. Sayısal örnek mevcuttur. Zengin bir literatür taraması yapılmıştır.

Taşkın vd. (2004): Bulanık mantık yaklaşımı ile uygun tedarikçinin belirlenmesi ile ilgili bir çalışmadır. Sadece matematiksel modelin formülasyonu verilmiştir. Sayısal örnek yoktur.

Öz ve Baykoç (2004): Bu çalışmada, tedarik zinciri yönetiminde karar teorisi destekli uzman

sistem tasarımı ve tedarikçi seçim problemine uygulanması ele alınmıştır. Bu çalışmada, uzman sistemlerin geleneksel yaklaşımlarından farklı olarak, karar ağacı kullanılarak modellenmesi durumunda sağlayacağı yararlar tartışılmaktadır. XpertRule adında bir program kullanılarak uzman sistem karar ağacı şeklinde modellenmiştir.

Liu ve Hai (2005): Makale yeni bir matematiksel model önermektedir. Önerilen model çok kriterli seçim problemlerinde kullanılan AHP'ye benzer bir modeldir. Yazarlar, geliştirdiği metoda oylamalı AHP adını vermiştir. Modelin gelecekte sadece tedarikçi seçiminde değil, insan kaynaklarında eleman seçim süreci ve benzeri süreçlere uygulanabileceğini ve böylece kullanım alanının genişleyeceği ifade edilmektedir. Sayısal örnek mevcuttur.

Degrave vd. (2004): Makale Alcatel Bell adlı şirketin kullanacağı havaalanlarının tespiti için geliştirilen metodolojiyi anlatmaktadır. Satın alma giderlerinin azaltılması için geliştirilen modelde şirket %19'luk bir tasarruf sağlamıştır. Geliştirilen model matematiksel bir modeldir. Sayısal örnek bulunmaktadır.

Pranhinski ve Benton (2004): Tedarikçi performansının geliştirilmesi için uygulanacak iletişim stratejileri ile ilgili bir çalışmadır. Sayısal örnek mevcuttur. Çok zengin bir literatür taraması yapılmıştır.

Çetinyokuş ve Gökçen (2004): Bu çalışmada, tedarikçi ilişkileri yönetimi ve tedarikçi performansının değerlendirilmesi için kullanıcıya vereceği kararlarla ilgili alternatif durumlar üreten bir karar destek sistemi geliştirilmiştir. Makalede kısmen tedarikçi seçimi ve değerlendirilmesi konularına değinilmiştir. Sayısal örnek yoktur.

Kumar vd. (2004): Çalışma, tedarikçi seçimi konusunda amaçların açık olarak belli olmadığı bir bulanık mantık yaklaşımı önermektedir. Geliştirilen modelle ilgili bir uygulama yapılmıştır. Geliştirilen model LINGO/LINDO paket programlarında çözülmüştür. Sayısal örnek bulunmaktadır.

Berardi vd. (2004): Makalede tedarikçi seçimi veya değerlendirilmesi ile ilgili herhangi bir metot önerilmemektedir. Sinir ağları sınıflandırma modellerini değerlendirmeye yönelik bir çalışmadır. Sayısal örnek mevcuttur.

Humphreys vd. (2003a): Makalede, Hong Kong'daki büyük şirketlerin tedarikçileri ile olan stratejik ilişkilerinin göreceli olarak önemi araştırılmıştır. İngiltere ve birçok Avrupa ülkesindeki tedarikçi ilişkileri göz önüne alınmış ve son olarak da Hong Kong ile İngiltere arasında bir karşılaştırmaya gidilmiştir. Herhangi bir matematiksel model yoktur.

Kamann ve Bakker (2003): Makalede herhangi bir matematiksel model önerisi yoktur. Sadece satınalma müdürlerinin dış dünya ile olan ilişkilerinin nasıl olması gerektiği konusunda önerilerde bulunmaktadır.

Dahel (2003): Çalışma, hem tedarikçi sayısını belirlemek hem de bu tedarikçilere atanacak sipariş miktarını tespit etmek amacıyla çok amaçlı karma bir tamsayılı programlama modeli önermektedir. Seçim prosesi, fiyat, dağıtım ve kalite kısıtlarıyla beraber tedarikçi kapasitesini de göz önüne alarak çözüm yapma yoluna gitmektedir. Modelin amacı satınalma giderlerini minimize ederken, ürün kalitesini ve dağıtım güvenilirliğini maksimize etmektir. Sayısal örnek mevcuttur.

Chen vd. (2005): Bu makale tedarikçi yeteneği ve fiyat analizi grafiğini kullanarak tedarikçi performansını değerlendirme yoluna gitmiştir. Greenwich ve Jahr-Schaffrath'ın 1995 yılında önerdikleri bu yöntemin uygulanması ile ilgili bir örnek çalışma yapılmıştır. Sayısal örnek mevcuttur.

Talluri vd. (2006): Yazarlar, tedarikçilerin değerlendirilmesi konusunda birçok yaklaşım olmasına rağmen önerilen modellerin karmaşık olduğunu belirtmiş ve modellerin geliştirilememesini de olasılık içermeyen modellerle olan sıkı ilişkilere bağlamıştır. Bu eksikliği gidermek adına veri zarflama analizinden türetilen şans kısıtlı veri zarflama analizi adında bir model geliştirilmiştir. Sayısal örnek mevcuttur.

Ayuso vd. (2003): Makalede iki aşamalı bir 0-1 programlama yaklaşımı modeli önerilmiştir. Model sadece tedarikçi seçimi konusuna değil, fabrika alanının büyüklüğü, ürün seçimi gibi konulara da ışık tutmaya çalışmaktadır. Çalışmada tedarik zinciri yönetimi stratejik olarak incelemiştir. Modelin birinci ayağı stratejik kararlardan, ikinci bölümü ise taktiksel kararlardan oluşmaktadır. Bu çalışmada iki ayrı yaklaşım birleştirilmek suretiyle yeni bir yaklaşım elde edilmeye çalışılmıştır. Sayısal örnek mevcuttur.

Humphreys vd. (2003b): Bu çalışmada, tedarikçi seçimine çevresel faktörlerin de dahil edildiği bir yapı oluşturulmaya çalışılmıştır. Geleneksel yaklaşımda firmalar tedarikçi performans değerlendirmesi çalışması yaparken kalite, esneklik gibi kriterleri göz önüne almaktadır. Ancak çevresel baskılar firmaları tedarikçi seçim sürecinde çevresel faktörleri de göz önüne almaya zorlamaktadır. Bu makale, firmalara çevresel faktörleri, tedarikçi seçim sürecine ekleme konusunda bir karar destek aracı sunmaktadır. Sonuç olarak da bilgi tabanlı bu önermenin nasıl uygulanacağına ait bir örnek bulunmaktadır. Makalenin sonuç kısmında uzun vadede çevresel faktörlerin tedarikçi seçiminde daha da önemli hale geleceği

vurgulanmaktadır.

Basnet ve Leung (2005): Çalışmada, çok ürün ve çok tedarikçinin bulunduğu bir ortamda uzun dönemde envanter parti büyüklüğü belirleme ile ilgili bir senaryo ortaya koyulmaktadır. Sezgisel ve lineer bir algoritma önerilmiştir. Bu algoritmalar ile hangi ürün ne miktarda, hangi tedarikçiden ve ne zaman tedarik edilecek konuları tespit edilmeye çalışılmıştır. Sonuç olarak çalışma geleneksel envanter parti büyüklüğü belirleme ile tedarikçi seçimi kavramlarını birleştirecek bir yaklaşım öne sürmektedir. Tedarikçi seçimi ve tedarikçiye dayalı maliyet indirgeme operasyonları tedarik zinciri yönetiminde önemli kavramlar olarak ele alınmaktadır. Yazarlar bu konuda çok fazla kantitatif metodun olmadığını ve gelecek araştırmalar için verimli bir saha olduğunu belirtmektedir. Sayısal örnek mevcuttur.

Kahraman vd. (2003): Makalenin amacı, müşteri memnuniyetini maksimum seviyede sağlayacak yiyecek tedarik firmalarının seçimi için analitik bir araç oluşturmaktır. Türkiye'nin önde gelen üç yiyecek tedarik firması ile yapılan görüşmelerde müşterilerin yiyecek tedarik edecek firmaları belirlerken en çok önem verdikleri kriterler anket çalışmaları neticesinde belirlenmektedir. Bu yiyecek tedarik eden firmalar, bulanık AHP yöntemi kullanılarak karşılaştırılmaktadır. Müşteriler ve uzmanlar tarafında oluşturulan üçgensel bulanık sayıların ortalaması, ikili karşılaştırma matrisinde uygulanmaktadır. Çalışma bulanık ortamda uygulanmış bir bulanık AHP çalışmasıdır. Sayısal örnek mevcuttur.

Crama vd. (2004): Makale, satınalma konusunu birden çok fabrikası olan firmalar için ele almaktadır. Satın alınan parçaları sağlayan tedarikçiler karmaşık bir indirim planı ortaya koymaktadır. Satınalma planları hem firma için hem de alt fabrikalar için eş zamanlı olarak yürütülmektedir. Satınalma kararlarının karmaşıklığı, son ürünlerin eşitlenmesi gerekliliğinden doğmaktadır. Yazarlar, toplam maliyeti minimize etme adına, olayı lineer olmayan karma 0-1 programlama problemi şeklinde ele almıştır. Sonuç olarak yazarlar tamsayı programlama ile ilişkili bir önerme sunmuştur. Sayısal örnek mevcuttur.

Dulmin ve Mininno, 2003: Günümüzde firmalar çekirdek faaliyetlerinde dış kaynak kullanımı yoluna gitmektedir. Çalışmada İtalya'daki bir kara ve demiryolu taşımacılığı firmasının tedarikçi seçimi kararları, yenilikçi bir duyarlılık analizi yöntemiyle ele alınmıştır. Çalışmada nicel kriterler olduğu kadar nitel kriterler de ele alınmak suretiyle promethee tekniğine yüksek ölçümlü duyarlılık analizi eklenerek yeni bir yaklaşım öne sürülmüştür. Sonuç olarak gelecekte ele alınabilecek potansiyel konulardan bahsedilmiştir. Sayısal örnek mevcuttur.

Bharadwaj (2004): Daha önceki çalışmalar, tedarikçileri ürünlerin farklı kategorilerine göre seçen yaklaşımlar sunmaktadır. Bu çalışma elektronik komponent partilerinin satın alınması konusunda bir yaklaşım öne sürmektedir. Bu çalışmada satın almanın anahtar kriterlerini araştırmak yerine parça kombinasyonlarından oluşan partilerin satın alınması konusunda araştırma yapılma yoluna gidilmiştir. Sonuçta elektronik parçaların tedarikinde kullanılan kriterlerle temel tedarikçi seçimi kriterleri arasında fark olmadığı kanıtlanmıştır. Sayısal örnek mevcuttur.

Talluri ve Narasimhan (2004): Bu çalışmada, çoklu stratejik ve operasyonel faktörleri de dahil etmek suretiyle etkili bir dış kaynak seçimi konusu irdelenmiştir. Tedarikçiler performanslarına göre çeşitli kategorilere ayrılabilen ve yöneticiler tedarikçileri uzun dönem ortaklık edilecek tedarikçiler, eğitime tabi tutulacak tedarikçiler ve çalışmayı bırakacakları tedarikçiler olarak gruplandırma yoluna gidebilmektedir. Ayrıca çalışma tedarikçi grupları arasındaki farklılıkları göz önünde tutarak, etkin olmayan tedarikçilerin gelişimlerini stratejik olarak nasıl gerçekleştirebilecekleri konusunu da irdelenmiştir. Çalışmada tedarikçi performansını etkili bir şekilde sınıflandırmak için veri zarflama analizi modeli kullanılmıştır. Ayrıca stratejik yeterlilikler ve performans ölçümleri bir arada incelenmiştir. Sayısal örnek mevcuttur.

Erol ve Ferrell (2002): Bu çalışma karar vermeyi desteklemek adına endüstriyel dağıtıcılara entegre bir sistem sunmaktadır. Yaklaşım, dağıtıcıların yüz yüze kaldıkları iki temel karar sorununa eş zamanlı olarak çözüm getirmektedir. Bu temel kararlar, tedarikçilerin ambarlara ve ambarların da müşterilere atanması sorunudur. İlk olarak dağıtıcılar, maliyetleri azaltmak ve müşteri memnuniyetini arttırmak şeklinde birbiriyle çelişen amaçları yerine getirmek durumundadır. İkinci olarak, özellikler ve gereksinimler bu atamalarda hem nicel hem de nitel formattadır ve metodoloji buna izin vermektedir. Ayrıca makalede örnek bir uygulama yer almaktadır.

Yan vd. (2002): Bu çalışma, tedarik zinciri tasarımı konusunda malzeme ürün ağaçlarını da göz önünde bulundurarak bir üretim-dağıtım modeli öne sürmektedir. Tedarikçi seçiminden ziyade tedarik zinciri tasarımı konusuna değinilmiştir.

Kengpol (2002): Tayland'ın trafik denetleme komisyonunun Bangkok şehrinin dış bölgelerine ağır taşıma araçlarının girişini yasaklaması üzerine, lojistik firmaları yeni dağıtım merkezi bulma konusunda karar vermek durumunda kalmışlardır. Bu çalışmanın amacı, bu firmalara yeni bir dağıtım merkezi bulmaları konusunda bir karar destek sistemi oluşturmalarına yardımcı olmaktır. Değerlendirme modeli ve kriterleri, AHP modeli, sermaye yatırımı modeli

ve taşıma modelinin beraber uygulanması ile oluşturulmuştur. Çalışma sonrası ortaya çıkan karar destek sistemi uyarınca bir program oluşturulmuştur. Sayısal örnek mevcuttur.

Perano ve Saccani (2002): Çalışma, müşteri-tedarikçi ilişkisinin yönetimini araştırmayı amaçlamaktadır. Sadece İtalyan firmaları arasında araştırma yapmak suretiyle müşteri-tedarikçi ilişkilerini inceleme yoluna gitmektedir. Makalede herhangi bir matematiksel model geliştirilmemiştir. Sayısal örnek mevcuttur.

De Boer ve Wegen (2003): Bu çalışmada, tedarikçi seçiminde karar verme adına yapılan deneysel bir çalışma ele alınmıştır. Tedarikçi seçim sürecinin her adımı ele alınmıştır. Bu süreç yeni bir tedarikçiye olan ihtiyacın belirlenmesi, karar kriterlerinin formülasyonu, uygun tedarikçilerin belirlenmesi ve son seçim adımlarını kapsamaktadır. Tecrübeler formal karar modellerinin tedarikçi seçim sürecine değişik şekillerde ve değişik satınalma konularında uygulanabildiğini göstermektedir. De Boer'in bu makalesinde de literatürdeki modeller hakkında bir tablo bulunmaktadır.

Talluri ve Narasimhan (2003): Bu çalışmanın amacı, literatürde yer alan çalışmalarda, tedarikçilerin performans değişkenlik ölçülerinin göz ardı edilmesinden dolayı ortaya çıkan boşluğu doldurmaktır. Satınalıcılar için bu kriterleri satınalma süreçlerine dahil etmek kritik bir öneme sahiptir. Bu durum alıcıya tedarikçinin performansını doğru bir şekilde analiz etme fırsatını sunacaktır. Bu çalışma, bir maksimum-minimum etkinlik yaklaşımıyla tedarikçinin performansındaki değişimi doğru bir şekilde analiz etmeyi sağlamaktadır. Sayısal örnek bulunmaktadır.

Cooper (2002): Bu çalışmada daha çok envanter konusunda karar verme ile ilgili bilgiler verilmiştir.

Zhu (2002): Makalede, satınalıcı firma tarafından oluşturulmuş olan bir amaçlar setinin maksimize edilmesi için yeni bir alıcı-satıcı oyun modeli geliştirilmiştir. Bu yeni model alıcıya, uygun tedarikçileri değerlendirme ve seçme yönünde yardımcı olmaktadır. Veri zarflama analizi modelinden yola çıkarak böyle bir model geliştiren araştırmacılar geleceğe yönelik herhangi bir öngöründe bulunmamışlardır. Sayısal örnek mevcuttur.

Erol ve Ferrell (2001): Bu çalışma, karar vericilere sonlu sayıdaki alternatif arasından, hem kalitatif hem de kantitatif faktörleri göz önünde bulundurmak suretiyle seçim yapmaları konusunda yardımcı olmak için bir model geliştirilmiştir. Metodoloji kalitatif bilgileri, kantitatif parametrelere dönüştürmek için bulanık kalite fonksiyonu açılımı tekniğini kullanmaktadır. Optimal sonucu elde etmek için ise çelişen amaçlar için uzlaşık sonuç üreten

hedef programlama yaklaşımı kullanılmaktadır. Sayısal örnek mevcuttur.

Cakravasti vd. (2001): Çalışmada, tedarik zincirinin oluşturulması sırasında yapılan tedarikçi seçim işlemi için analitik bir model geliştirilmiştir. Modelde her bir potansiyel tedarikçi için kapasite kısıtı dikkate alınmıştır. Tedarik zincirinin kabul edilen amacı fiyat ve teslim zamanını azaltmak suretiyle müşteri memnuniyetsizlik düzeyini aşağıya çekmektir. Tüm model karar vermede iki aşamada uygulanmaktadır ve bu aşamalar operasyonel ve zincir aşamasıdır. Operasyonel aşama, her bir potansiyel tedarikçinin üretim ve lojistik faaliyetlerini müşterilerin istekleri doğrultusunda en iyilemekten oluşmaktadır. Zincir aşamasında ise, potansiyel tedarikçiler değerlendirme sonucu indirgenerek tedarik zinciri oluşturulmaktadır. Tedarik zincirinin yapısı ürün memnuniyeti ve müşteri sipariş boyutu üzerine kuruludur. Karmaşık tamsayılı programlama tekniği kullanılmıştır. Modelin alıcı ve tedarikçi arasındaki ilişkileri, sipariş düzeyi, fiyat ve teslim zamanını da dikkate alarak daha düşük kademeli ürünler için de uygulanabileceği önerilmektedir. Sayısal örnek mevcuttur.

Gelderman ve Weele (2001): Makale herhangi bir matematiksel model içermemektedir. Kralijic'in (1983) yapmış olduğu satınalma portfolyo yaklaşımını incelemiştir.

Dağdeviren ve Eren (2001): Bu çalışmada, AHP ve 0-1 hedef programlama tekniklerinin genel yapısı anlatılmış ve her iki yöntemin kullanılmasıyla tedarikçi seçimine yönelik bir model sunulmuştur. Sonuç olarak bu iki modelin bir arada kullanılmasının etkinliği tartışılmıştır. Sayısal örnek mevcuttur.

Ghoundsypour ve O'Brien (2001): Tedarikçi seçiminde literatürde genellikle satınalma faaliyetinin net maliyeti dikkate alınarak çeşitli matematiksel modeller kullanılmaktadır. Bu çalışmada lineer olmayan tamsayılı programlama tekniği kullanılarak satınalma, sipariş, lojistik, depolama gibi maliyet unsurları da dikkat alınarak tedarikçi seçimi yapılmaya çalışılmıştır. Sayısal örnek mevcuttur.

Peterson ve Lucas (2001): Makalede herhangi bir matematiksel model yoktur. Sadece daha iyi satış yapılabilmesi için müşterilerin beklentilerinin neler olduğu konusuna değinilmiştir.

De Boer vd. (2001): Tedarikçi seçimi için kullanılan metotları incelemiştir. Literatür taraması olduğu için zengin kaynak kullanımı vardır. Sayısal uygulama yoktur. Sadece modeller değerlendirilmiştir.

Wang vd. (2004): Çalışmada yeni bir model önerilmemiştir. AHP metodu ile ürün karakteristiği ve tedarikçi karakteristiği ilişkilendirilmiş, önceliklendirilmiş hedef

programlama ile tedarikçilere verilecek sipariş düzeyi belirlenmiştir. Sayısal örnek mevcuttur.

Tempelmeier (2001): Çalışmada, tek ürün için tedarikçi seçimi ve sipariş düzeyi belirleme problemi dinamik durumlar için ele alınmış ve bir yazılım ortaya konulmuştur. Sayısal örnek mevcuttur.

Muralidharan vd. (2001): Tedarikçi değerlendirme, tedarik zinciri yönetiminde stratejik bir öneme sahiptir. Tedarikçi değerlendirme AHP ile yapılabileceği gibi, tek kişi veya bir grup karar verici tarafından da gerçekleştirilebilmektedir. Güven aralığı yaklaşımı olarak ortaya konan modelde, bir grup karar verici tedarikçilerin değerlendirmesini yapmakta ve belirlenen düşük notlar ile yüksek notlar arasında bir güven aralığı olarak tayin edilmektedir.

Braglia ve Petroni (2000): Bu çalışmada tedarikçi seçim süreci kalite güvence merkezli olarak ele alınmıştır. Ticari kaygılardan uzak olarak, tedarikçi seçimi sadece kalite açısından incelenmiştir. Çalışmada veri zarflama analizi metodu kullanılmıştır. Çeşitli hesaplamalar için bir yazılım kullanımı yoluna gidilmiştir. Sayısal örnek mevcuttur.

Dong vd. (2000): Bu çalışmada, tam zamanında üretim sisteminde hem tedarikçi hem de alıcı firma için lojistik maliyetlerini azaltmak adına yeni bir model geliştirilmiştir. Tam zamanında satınalma durumunda maliyetler direkt olarak sadece alıcı firma tarafına düşmektedir. Tam zamanında satın alma tedarikçilere tam zamanında üretim sistemine adapte olma konusunda yardımcı olacak, en azından dolaylı olarak maliyetlerinin azalmasını sağlayacaktır.

Bhutta ve Huq (2002): Çalışmada herhangi bir matematiksel model önerilmemiştir. Sadece TCO ve AHP teknikleri karşılaştırılmıştır. AHP'den daha iyi sonuç alabilmek için TCO yaklaşımının güçlü yanlarının AHP'de kullanılma yolları araştırılmıştır.

Tam ve Tummala (2001): Telekomünikasyon sektöründe çalışan firmalar için tedarikçi seçimi çok büyük önem arz etmektedir. Bu tür firmalara yapılan yatırımlar uzun dönemli yatırımlar olduğu için ve tedarikçi seçiminin telekomünikasyon hizmetlerine direkt etkisi sebebiyle tedarikçi seçiminin önemi bir kat daha artmaktadır. Telekomünikasyon hizmeti veren firmalar için tedarikçi seçimi çok katılımcılı, çok kriterli bir karar problemidir. Çalışmada AHP tabanlı bir metot geliştirilerek telekomünikasyon sektörüne uygulanma yoluna gidilmiştir.

Weber vd. (2000): Tedarik zinciri yönetiminde tedarikçi seçimi karmaşık bir konudur. Bunun nedenlerinden biri, belirlenen kriterlere göre değerlendirme yaparken, herhangi bir tedarikçinin bir kriter gere başarisız sayılabilecekken diğere bir kriter gere başarılı sayılabilesidir. Bu duruma çözüm olması için Weber ve Current (1993), çok amaçlı

programlama modeli sunmaktadır. Bu çalışmada da yazarlar, çok amaçlı programlama yaklaşımına dayalı olarak seçilmiş tedarikçilerin, sipariş büyüklükleri ile birlikte çeşitli kriterler üzerinde performanslarını ölçerek, ağırlıklandırma çalışması yapmıştır.

Feng vd. (2000): Bu çalışmada, tedarikçi seçimi ve tedarikçi tabanlı kalite kayıp fonksiyonu ile proses yeterlilik indeksi eş zamanlı olarak düşünülerek olasılıklı bir tamsayılı programlama modeli geliştirilmiştir. Sayısal bir örnek mevcut bulunmaktadır. Zengin bir literatür taraması yapılmıştır. Yazarlar ileriki çalışmalar için, envanter maliyetleri, hurda ve yeniden işleme maliyetleri ve denetim maliyetlerini de hesaba katarak bir model geliştirilebileceğini ifade etmiştir.

Da Silva vd. (2000): Perakende sektöründe faaliyet gösteren firmalar, kritik bir role sahiptir. Hem hedef müşteri kitlesinin ihtiyaçlarını karşılamak hem de tedarikçileri ile iyi ilişkiler kurmak durumundadır. Modern perakendecilik yüksek derece konsantrasyon ve satın alma fonksiyonunun merkezileştirilmesi üzerine kuruludur. Perakendeciler müşterilerin isteklerini anlamamanın yanında onlarla ilişkilerini geliştirmek durumundadır. Bu çalışmada altı dış kaynak kullanım kararı kullanılarak telafi edici bir yaklaşım ele alınmıştır. Buradaki kriterler kısmen İngiltere'deki sekiz adet perakendeci firma pilot olarak seçilip belirlenmiştir.

Lee (2000): Satınalma süreci çok çeşitli fonksiyonu içinde barındırmaktadır. Karar verme sürecinde çok çeşitli kriterler olduğundan kararlar daha da karmaşıklaşmaktadır. Bu çalışma, tedarikçi seçimi ve klasik maliyetlendirme yaklaşımlarından farklı olarak faaliyet tabanlı maliyetlendirme ile TCO yaklaşımlarını kullanmak suretiyle sipariş miktarını belirlemeye çalışmaktadır. Tedarikçi seçimi için ise karmaşık tamsayılı programlama modeli geliştirilmiştir.

Carpenter (2000): Çalışma, üniversite kütüphanesine kitap sağlayan tedarikçi yayın firmalarının değerlendirilmesine yönelik bir yapı sunmaktadır. Aynı zamanda tedarikçilerin sağladığı kitapların konu itibarıyla uygun kitaplar olup olmadığı konusu da değerlendirilmektedir. Çeşitli departmanlardan ve irtibat bürosundan alınan istatistiksel bilgiler kullanılarak kitap tedarikçileri değerlendirilmektedir. Herhangi bir matematiksel model geliştirilmemiştir.

Humphreys vd. (1998): Birçok üretici tam zamanında üretim felsefesinin uluslararası pazarda rekabet etme açısından etkili bir araç olduğunu düşünmektedir. Tam zamanında üretim stratejisinin en önemli silahlarından birisi de satın alma kavramıdır. Bu felsefesinin başarılı bir şekilde uygulanmasında, parçaların ve hammaddelerin satın alınması anahtar bir rol

oynamaktadır. Bu çalışmada, Hong Kong'ta kurulu olan bir uluslararası satın alma ofisinin geliştirmiş olduğu ölçümsel analiz yöntemi ile tedarikçi değerlendirme sistemi sunulmaktadır.

Carr ve Pearson (1998): Çalışmada, satıncı firmaların stratejik rolü ele alınmış ve 739 firmanın üst düzey satınalma sorumlularından toplanan bilgiler değerlendirilmiştir. Bilgiler titiz bir şekilde analiz edildikten sonra 739 firmadan 571'inin verileri korelasyon analizi ve faktör analizi yöntemleri kullanılarak incelenmiştir.

Verma ve Pullman (1998): Çalışmada, Likert skalası kullanılarak, tedarikçilerin kalitelerini belirleme ve tedarikçilerin seçiminin kontrol edilmesi yoluna gidilmiştir. Sayısal örnek ve model bulunmamaktadır. Seçilen yöntemin sadece tedarikçi seçim sürecine uygulandığı, ancak yöntemin toplam kalite yönetiminin değişik safhalarına ve tam zamanında üretim gibi üretim sistemlerine de uygulanabileceği vurgulanmıştır.

De Boer vd. (1998): Firmaların satınalma kararlarının başlangıcını oluşturan üret ya da satın al kararı ve tedarikçi seçim kararları işletmeler için kritik öneme sahiptir. Yönetim biliminin teknikleri bu tür karar problemleri için yardımcı birer araç olmaktadır. Bu çalışmada, oranlama metodu ilk kez satınalma kararlarında uygulanmıştır. Oranlama metodunun başlangıç satınalma kararları için ne kadar uygun bir yöntem olduğu bir tedarikçi seçimi örneğiyle açıklanmıştır. Zengin bir kaynak taraması yapan yazarlar, geleceğe dönük herhangi bir öneride bulunmamışlardır.

Patton (1997): Bu çalışmada, tedarikçi seçimi sürecinde tek başına veya grup halinde karar verme durumlarında kullanılan araştırma sorularının doğası araştırılmıştır. Yurt çapında yapılan ve 431 endüstriyel alıcının katıldığı araştırmada firmaların grup kararlarından ziyade tek kişinin aldığı kararlara göre tedarikçi seçtiği belirlenmiştir. Ayrıca tek başına satın alma kararlarının alındığı firmalardaki karar vericilerin, kararlarından dolayı ortaya çıkacak riskleri yönetmek için çok sayıda tedarikçi ile çalışma yoluna gittikleri ve böylece doğacak riskleri azaltmak istedikleri ortaya çıkmıştır. Çalışmada sayısal örnek verilmiştir.

Weber vd. (1997): Tedarikçi seçim kararları doğal olarak çok kriterli kararlardır. Ürün veya hizmet için rekabetin olduğu bir ortamda, tedarikçilerin bazıları seçilirken bazıları da seçilemeyecektir. Bu çalışmada tedarikçi seçimiyle ilgili üç yaklaşıma ve seçilemeyen tedarikçiler ile yapılacak müzakerelere değinilmiştir. Bir lineer programlama modeli geliştirilmiştir. Sayısal örnek mevcuttur.

McIvor vd. (1996): Çalışmada herhangi bir matematiksel model bulunmamaktadır. Satınalma fonksiyonunun son 20 yılda işletmeler için nasıl stratejik bir hal aldığı ve nasıl evrim geçirdiği

konusuna değinilmiştir. Zengin bir literatür taraması yapılmıştır.

Weber (1996): Çalışmada veri zarflama analizi metodu temel alınarak, çok kriterli bir yapıda tedarikçi performans incelemesi yoluna gidilmiştir. Çalışmada ayrıca veri zarflama analizi metodunun kullanımı anlatılarak, tedarikçilerin çok kriterli yapıda ne şekilde değerlendirileceği ve tedarikçilerle müzakerelerde ne şekilde kullanılacağı açıklanmıştır. Çalışmada veri zarflama analizi metodundan türetilmiş bir formülasyon mevcuttur. Sayısal örnek bulunmaktadır. Zengin bir kaynak taraması yapılmıştır. Diğer taraftan yazarlar farklı veri zarflama analizi modelleme şekillerinin kullanılabileceğinden de bahsetmektedir.

Ghoundsypour ve O'Brien (1998): En iyi tedarikçiyi seçebilmek, birbiriyle çelişebilen maddi ve maddi olmayan faktörlerin birlikte dikkate alınmasını gerektirmektedir. Bu çalışmada AHP ve lineer programlama yaklaşımlarının entegre edilmesinden oluşan bir yaklaşım sunulmaktadır. Bu bütünleşik yaklaşım en iyi tedarikçinin seçilmesini ve seçilen tedarikçilere optimum sipariş miktarları atanarak, toplam satınalma maliyetinin minimum düzeye çekilmesini sağlamaktadır. Model tedarikçi seçim sürecine kapasite kısıtlı veya kapasite kısıtsız olarak uygulanabilmektedir. Çalışmada sayısal bir örnek verilmiştir. Zengin bir kaynak taraması mevcuttur.

Patton (1996): Çalışmanın amacı, tedarikçi seçimi kararlarında endüstriyel alıcıların karmaşık çok amaçlı değerlendirme bilgilerini kullanmak ve birleştirmek amacıyla başvurdıkları metotların değerlendirilmesidir. Ülke çapında belirlenen bir örnek satıncı grubu üzerinde gerçekleştirilen deneysel çalışma ile elde edilen sonuçlar özetlenmektedir. Sonuçlar, satıncıların kararlarında her zaman geleneksel lineer programlama modelini kullanma yolunu seçmediklerini göstermektedir.

Roodhooft ve Konings (1997): Bu çalışmada, tedarikçi seçimi ve değerlendirmesi için bir faaliyet tabanlı maliyetlendirme yaklaşımı önerilmiştir. Bu yapı bir firmanın üretim prosesi içinde herhangi bir tedarikçi tarafından oluşturulan toplam maliyeti vermektedir. Ayrıca tedarikçi değerlendirme yaklaşımları için fiili ve gerçek toplam tedarikçi puanını, alıcının etkisi, tedarikçinin etkisi ve birleşik etki olarak ayırmayı sağlamaktadır. Çalışmada maliyetleme yaklaşımı bir örnek çalışma ile açıklanmıştır.

Min (1994): Son birkaç yıldan beri iş dünyası denizaşırı ülkelerde devrim niteliğindeki bir dizi değişime şahitlik etmiştir. Bu çalışmada bu durumla ilgili konulara değinilmiş ve uluslar arası düzeyde tedarikçi seçimi konusu anlatılmaya çalışılmıştır. Değerlendirme ile ilgili çeşitli metotlar anlatılmış ve değerlendirmede kullanılan kriterler ağırlıklandırılmıştır.

3.1.2.2 İnceleme Kriterlerinin Belirlenmesi

Karar metotlarına göre yapılan sınıflandırmada etkin incelemenin yapılabilmesi için belirlenen kriterlere göre, makalelerin kümelenmesi önemlidir. De Boer vd.'de (2001) sınıflandırma için ilk olarak makalelerde yer alan modeller incelenmektedir. İkinci kriter makalelerin yayımlanma yılıdır. Bu kriterin oluşturulmasının sebebi ise, yayımlanma yılının 2001 yılından önce olan makalelerin De Boer vd. (2001) tarafından da incelendiği ve sınıflandırmaya dahil edilmediği varsayımdır. Üçüncü olarak ise bu makalelerde yer alan modellerin sayısal örneklerle açıklanması, karar metotlarından hangi aşamaya girdiğini göstermekte yardımcı olmaktadır. Bir diğer kriter ise modellerde bulunan literatür taramasının yapılma derecesidir.

Geliştirilen literatür inceleme metodolojisi sadece karar metotlarına göre yapılacak sınıflandırmada kullanılmamakta, aynı zamanda belirlenen kriterler ışığında okuyucuların literatür araştırmalarında da yol göstermektedir.

3.1.2.3 İnceleme Kriterlerinin Ağırlıklandırılması

Çalışmada belirlenen kriterler tek başlarına bir anlam ifade etmeyecektir. Sağlıklı bir incelemenin yapılabilmesi için, makalelerin tüm bu kriterler baz alınarak aynı anda incelemeye tabi tutulması gerekmektedir. Kriterlerin hepsi aynı önem derecesine sahip olmadığı için ilk olarak kriterlerin ağırlıklandırılması yoluna gidilmiştir. Kriterleri ağırlıklandırmak için AHP yaklaşımın ikili matris karşılaştırma metodu kullanılmıştır.

AHP, Saaty tarafından 1977 yılında geliştirilmiş bir tekniktir. Bu yöntem geçen 28 yıl içinde pek çok alanda çok kriterli karar problemlerinin modellenmesinde başarı ile uygulanmıştır. AHP en genel tanımıyla, çok kriterli puanlama tekniğinde kullanılan kriterlerin ağırlıklandırılmasında bir yaklaşım sağlamaktadır (Ulucan, 2004). Kriterlerin birbirlerine göre ağırlıklandırılmasında kullanılan skala Saaty'nin skalasıdır. Bu skala Çizelge 3.4'de verilmektedir.

Çizelge 3.4'de verilen değerlere göre ikili karşılaştırma matrisi oluşturulmaktadır. İkili karşılaştırma matrisinin son hali Çizelge 3.5'de gösterilmektedir. İkili karşılaştırma matrisinin oluşturulmasından sonra sütun toplamaları alınarak her bir sütunun altına yazılmaktadır.

Çizelge 3.4 Saaty skalası (Triantaphyllou, 2000)

Önem Derecesi	Tanımı	Açıklama
1	Eşit Önem	İki alternatif amaca eşit katkıda bulunur.
3	Diğerine göre zayıf önem	Tecrübe ve yargılar birinin diğerine az tercih edilebilirliğini gösterir.
5	Güçlü önem	Tecrübe ve yargılar birinin diğerine tercih edilebilirliğini gösterir.
7	Daha güçlü önem	Bir aktivite güçlü şekilde tercih edilebilir ve uygulamada baskındır.
9	Çok güçlü önem	Bir aktivite kanıtlanmış bir tercih edilebilirliğe ve en yüksek sıraya sahiptir.
2,4,6,8	İki yargı arasındaki ara önem dereceleri	Uzlaşma gerektiğinde.
Değerlerin tersleri	<i>i</i> aktivitesi <i>j</i> aktivitesiyle kıyaslandığında yukarıdaki değerlerden birine sahipse, <i>j</i> aktivitesi <i>i</i> aktivitesiyle karşılaştırıldığında bu değer tersine sahip olur.	

Çizelge 3.5 İkili karşılaştırma matrisinin oluşturulması

	Model	Yayınlanma Yılı	Sayısal Örnek	Literatür Taraması
Model	1	3	5	7
Yayınlanma Yılı	1/3	1	2	5
Sayısal Örnek	1/5	1/2	1	2
Literatür Taraması	1/7	1/5	1/2	1
Toplam	1.68	4.70	8.50	15.00

Sütun toplamalarının alınmasından sonra bu değerleri normalize etmek gerekmektedir. Normalize etmek için her bir satır ve sütunun kesiminde yer alan sayı, sütunun toplam değerine bölünmelidir. Sonuç olarak Çizelge 3.6'daki matris elde edilmiş olur. Her bir satırda yer alan değerler toplanarak kriterlerin ağırlıkları belirlenir. Kriter ağırlıklarının tutarlı olarak belirlenip belirlenmediğinin tespiti için tutarlılık ölçütü belirlenmelidir. Bu ölçütün belirlenmesi AHP'nin en kuvvetli yönlerinden biridir. Tutarlılık oranı aşağıdaki formüllerle belirlenmektedir:

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (3.1)$$

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (3.2)$$

Çizelge 3.6 Kriterlerin tutarlılık ölçütü ve tutarlılık oranları

	Model	Yayınlanma Yılı	Sayısal Örnek	Literatür Taraması	Kriter Ağırlığı	Tutarlılık Ölçütü
Model	0.60	0.64	0.59	0.47	0.57	4.10
Yayınlanma Yılı	0.20	0.21	0.24	0.33	0.25	4.04
Sayısal Örnek	0.12	0.11	0.12	0.13	0.12	4.05
Literatür Taraması	0.09	0.04	0.06	0.07	0.06	4.01
Tutarlılık Oranı	0.03					

Eşitlik (3.2)'de yer alan RI değeri rassal indekstir. Adından da anlaşılacağı üzere rassal üretilen matrislerden elde edilmiştir. RI değeri kriter (ya da alternatif) sayısına göre aşağıdaki tablodan seçerek kullanılmaktadır. Burada $\lambda_{\max}$ değeri, $Aw = \lambda_{\max} w$ şeklinde vektörel çarpımla bulunmaktadır.

Çalışmada kullanılan kriter sayısı 4 olduğu için RI değeri 0.90'dır. Tutarlılık oranı 0.03 olarak 0.10'nun altında kaldığı için matris tutarlıdır. Çizelge 3.7'de RI değerleri görülmektedir.

Çizelge 3.7 RI değerinin belirlendiği tablo (Ulucan, 2004)

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0	0	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.48	1.56	1.57	1.59

3.1.2.4 Belirlenen Kriterlere Göre Makalelerin Puanlandırılması

Kriter ağırlıklarının belirlenmesinden sonra uygulanacak adım, belirlenen ağırlıklara göre makaleleri ağırlıklandırmaktır. Puanlandırma işlemi için çeşitli alt kriterler belirlenmesi gerekmektedir. Belli bir özelliğe sahip çalışmanın kaç puan alacağı bu kriterlerin puan skalasına göre tespit edilecektir.

Literatür taraması kriteri için değerlendirme skalası, zengin, orta düzey, zayıf ve literatür taramasını olmaması şeklinde belirlenmiştir. 0-5 arası puanlandırmaya tabi tutulacak makaleler için $5/3 \approx 1.65$ puan aralıklarıyla puanlandırma yapılması gerekmektedir. Buna göre literatür taraması kriterlerinin alt kriterleri şu şekilde puanlandırılmaktadır;

Zengin Literatür Taraması = 5 (kaynak sayısı ≥ 25 ise)

Orta Düzey Literatür Taraması = 3.35 ($15 \leq$ kaynak sayısı < 25)

Zayıf Literatür Taraması = 1.65 ($0 <$ kaynak sayısı < 15)

Literatür Taraması Yapılmamış = 0 (kaynak sayısı = 0)

Model kriteri incelendiğinde, üzerinde çalışılan makalelerde çeşitli şekillerde model kurma çalışması yapılmıştır. Yazarlardan bazıları birden fazla modeli birleştirip, sayısal örnekle geliştirdikleri modelin uygulamasını yapma yoluna gitmişlerdir. Bazıları bir model kurup, sayısal örnek vasıtasıyla modeli anlatmışlardır. Bir kısım yazar ise sadece model geliştirmişler, ancak sayısal örnek yapmamışlardır. Bazı makalelerde, daha önce oluşturulmuş bir modelle ilgili uygulama çalışması yapılmıştır. Bazı makaleler ise sadece sözel olarak fikir beyan etmek için kaleme alınmış ve herhangi bir model barındırmamaktadır. Bu durumlara ait puanlandırma aşağıdaki gibi yapılmıştır;

Sayısal Örnekli Kombine Model = 5

Sayısal Örnekli Model = 3.75

Sadece Model = 2.5

Herhangi Bir Modelin Uygulaması = 1.25

Model Yok = 0.

Sayısal örneğin olup olmamasına göre de puanlandırma yapma yoluna gidilmiştir. İçerisinde sayısal örnek barındıran makaleler 5 üzerinden 5, sayısal örnek bulunmayanlar ise 5 üzerinden 0 puan almıştır.

Çalışmada, 2001 yılı ve sonrasında kaleme alınan modeller daha fazla dikkate alınacağından 2001 yılı sonrasında yayınlanmış çalışmalara 5 puan, 2001 öncesi çalışmalara da 0 puan verme yoluna gidilmiştir. Bu puanlandırma sistemi ve belirlenen kriter ağırlıklarına göre puanlar Çizelge 3.8’de verilmiştir.

Çizelge 3.8 Makalelere verilen ağırlıklandırılmış puanlar

Makale No	Kriter Ağırlıkları ve Puanlar				Toplam Puan	Kaynak Sayısı
	Model	Yayınlanma Yılı	Sayısal Örnek	Literatür Taraması		
	0.57	0.12	0.25	0.06	1	
1	5	5	5	1.65	4.8	11
2	0	5	5	1.65	1.95	3
3	1.25	0	5	1.65	2.06	7
4	0	0	5	1.65	1.35	13
5	0	0	5	5	1.55	49
6	0	0	5	3.35	1.45	16
7	1.25	5	5	3.35	2.76	22
8	5	5	5	3.35	4.9	17
9	3.75	5	5	3.35	4.19	19
10	0	5	5	5	2.15	37
11	0	0	5	1.65	1.35	6
12	3.75	5	5	5	4.29	31
13	0	0	5	5	1.55	29
14	0	0	5	3.35	1.45	22
15	0	0	5	5	1.55	39
16	5	5	5	3.35	4.9	16
17	5	5	5	5	5	25
18	3.75	5	5	5	4.29	52
19	5	5	5	5	5	56
20	5	5	5	3.35	4.9	17
21	5	5	5	3.35	4.9	16
22	5	5	5	5	5	27
23	3.75	5	5	5	4.29	35
24	5	5	5	5	5	59
25	3.75	5	5	5	4.29	61
26	1.25	5	5	5	2.86	39
27	3.75	5	5	3.35	4.19	22
28	2.5	5	5	3.35	3.48	15
29	5	5	5	3.35	4.9	18
30	0	5	5	5	2.15	52
31	0	0	5	5	1.55	58
32	1.25	0	5	5	2.26	52
33	0	0	0	0	0	0
34	5	5	5	1.65	4.8	9
35	5	5	5	5	5	27
36	3.75	5	5	3.35	4.19	24

Çizelge 3.8 Makalelere verilen ağırlıklandırılmış puanlar (Devamı)

Makale No	Kriter Ağırlıkları ve Puanlar				Toplam Puan	Kaynak Sayısı
	Model	Yayınlanma Yılı	Sayısal Örnek	Literatür Taraması		
	0.57	0.12	0.25	0.06	1	
37	0	0	5	3.35	1.45	22
38	1.25	5	5	5	2.86	35
39	3.75	5	5	5	4.29	31
40	0	0	0	3.35	0.2	22
41	0	0	5	5	1.55	81
42	1.25	5	5	5	2.86	43
43	5	5	5	3.35	4.9	24
44	3.75	5	5	5	4.29	70
45	1.25	5	5	5	2.86	25
46	2.5	0	0	5	1.73	55
47	0	0	0	1.65	0.1	4
48	3.75	5	0	3.35	2.94	20
49	3.75	5	0	1.65	2.84	13
50	5	5	0	5	3.75	41
51	0	5	0	5	0.9	47
52	5	5	0	1.65	3.55	7
53	0	0	0	1.65	0.1	5
54	1.25	5	0	3.35	1.51	21
55	0	0	0	5	0.3	69
56	5	5	0	5	3.75	43
57	1.25	5	0	5	1.61	41
58	0	5	0	3.35	0.8	18
59	5	5	0	1.65	3.55	11
60	0	0	0	5	0.3	52
61	3.75	5	0	5	3.04	55
62	5	5	0	5	3.75	37
63	0	5	0	5	0.9	45
64	3.75	5	0	3.35	2.94	19
65	5	5	0	5	3.75	30

3.1.2.5 Makalelerin Kümelenendirilmesi

Bu bölümde kriterlere göre ağırlıklandırılan ve toplam skorları belirlenen makaleler kümelenendirilmiştir. Kümelenendirme prosedürü, makalelerin önceliklendirilmesi ve sınıflandırmaya dahil edilecek olanlarının seçilmesidir. Makalelerin kümelenendirilmesi için SPSS paket programında *K-Vasıtalı kümelenendirme işlemi* metodu ve hızlı kümelenendirme algoritması kullanılmıştır. Bu prosedür, yüzlerce veriyi işleyebilen bir algoritma kullanarak, seçilen karakteristik özelliklere göre birbiriyle ilişkili olan göreceli homojen grupların oluşturulması için kullanılan bir yöntemdir. Eğer belirli bilgiler mevcutsa başlangıç küme merkezleri belirlenebilmektedir. Karakteristikleri sınıflandırırken iki metot kullanılabilir. Kümelenendirme yaparken, iteratif olarak küme merkezleri

sınıflandırılabilmekte veya sadece sınıflandırmaya da tabi tutulabilmektedir. Bu algoritmanın kullanılabilmesi için kümelendirme yapılacak grup sayısının önceden biliniyor olması gerekmektedir.

Hızlı kümelendirme algoritmasında şu gösterimler kullanılmaktadır:

NC	İstenen küme sayısı
M_i	i . kümenin Ortalaması
x_k	k . gözlemin vektörü
$d(x_i, x_j)$	x_i ve x_j vektörleri arasındaki mesafe
$d_{\min}$	$\min_{i,j} d(M_i, M_j)$
ε	Yakınsama kriteri

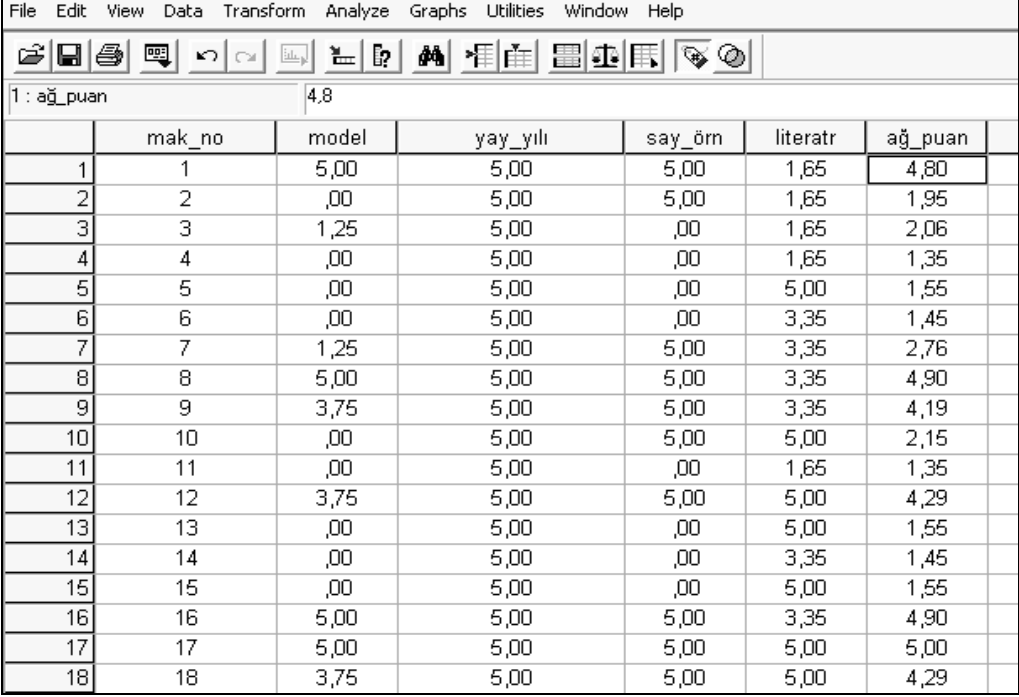
Hızlı kümelendirme algoritması aşağıdaki 3 adımdan oluşmaktadır:

- *Adım 1: Başlangıç küme merkezlerini seç.* Eğer $\min_i d(x_k, M_i) > d_{\min}$ ve $d(x_k, M_m) > d(x_k, M_n)$ ise x_k , M_n 'nin yerini alır. Eğer, $\min_i d(x_k, M_i) > d_{\min}$ ve $d(x_k, M_m) < d(x_k, M_n)$ ise x_k , M_m 'nin yerini alır. Bunun anlamı şudur: M_m ve M_n 'den hangisi x_k 'ya daha yakınsa x_k onun yerini alır. Eğer birinci durumda x_k herhangi birinin yerini alamadıysa, ikinci bir test uygulanır:
 M_q , x_k 'ya en yakın grubun ortalaması olsun,
 M_q ise x_k 'ya en yakın ikinci grubun ortalaması olsun,
Eğer, $d(x_k, M_p) > \min_i d(M_q, M_i)$ ise $M_q = x_k$ dır.
- *Adım 2: Başlangıç küme merkezlerinin güncelleştirilmesi:* İlk durumdan başlayarak, bütün küme merkezleri kendine en yakın küme merkezi ile birleştirilerek, yeni küme merkezi güncelleştirilir. Küme merkezlerinin güncelleştirilmesi, küme merkezlerinin sınıflandırılması sonucunu ortaya çıkaracaktır.
- *Adım 3: Durumların En yakın Kümeye Atanması:* Elde edilen son küme merkezlerine göre, durumları küme merkezine en yakın olduğu kümeye atama işlemi yapılır (Hartigan, 1975).

Bu çalışmada yapılacak ilk işlem küme merkezlerinin tespiti olacaktır. Küme merkezlerinin tespitinin ardından ağırlıklandırılmış puanlara göre her bir makaleyi uygun bir kümeye atamak suretiyle, makaleler derecelendirilebilecektir ve işlem son bulmuş olacaktır.

SPSS paket programı ile küme merkezlerinin tespiti için uygulanması gereken adımlar şu şekildedir:

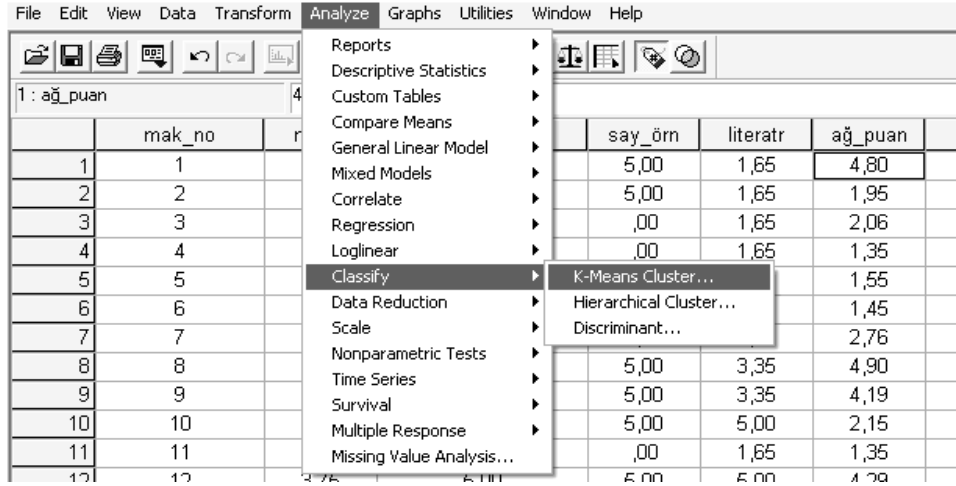
- 1. ADIM: İlk olarak ağırlıklandırılmış puanlandırmaya tabi tutulan makalelerle ilgili bilgiler SPSS paket programına girilir (Şekil 3.1). Veri analizinin ilk adımı verilerin SPSS veri editörüne girilmesidir. Veriler, makale no (mak_no), model, yayınlanma yılı (yay_yılı), sayısal örnek (say_örn), literatür (literatr) ve ağırlıklandırılmış puan (ağ_puan) olmak üzere 6 kolon halinde girilmiştir.



	mak_no	model	yay_yılı	say_örn	literatr	ağ_puan
1	1	5,00	5,00	5,00	1,65	4,80
2	2	,00	5,00	5,00	1,65	1,95
3	3	1,25	5,00	,00	1,65	2,06
4	4	,00	5,00	,00	1,65	1,35
5	5	,00	5,00	,00	5,00	1,55
6	6	,00	5,00	,00	3,35	1,45
7	7	1,25	5,00	5,00	3,35	2,76
8	8	5,00	5,00	5,00	3,35	4,90
9	9	3,75	5,00	5,00	3,35	4,19
10	10	,00	5,00	5,00	5,00	2,15
11	11	,00	5,00	,00	1,65	1,35
12	12	3,75	5,00	5,00	5,00	4,29
13	13	,00	5,00	,00	5,00	1,55
14	14	,00	5,00	,00	3,35	1,45
15	15	,00	5,00	,00	5,00	1,55
16	16	5,00	5,00	5,00	3,35	4,90
17	17	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
18	18	3,75	5,00	5,00	5,00	4,29

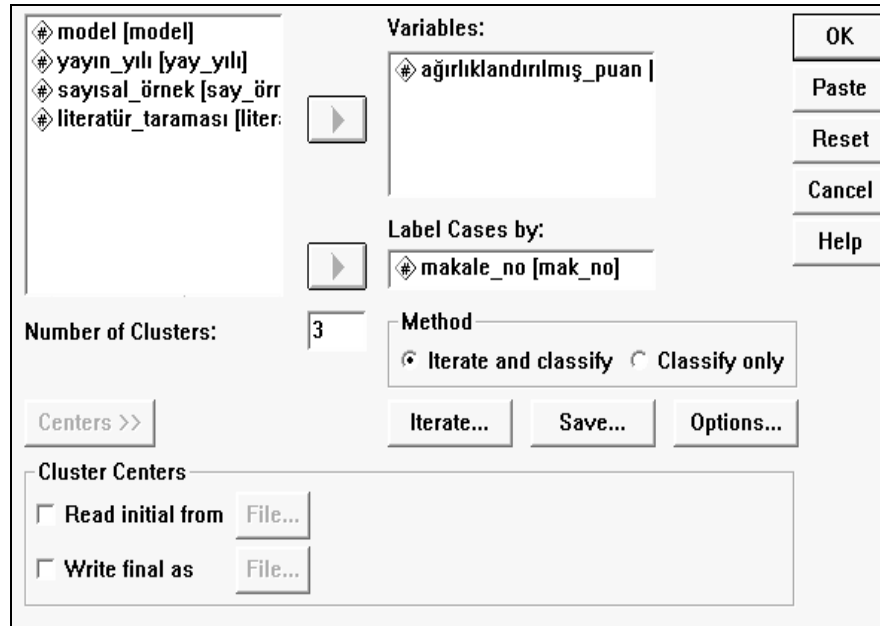
Şekil 3.1 SPSS veri editörüne verilerin girilmesi

- 2. ADIM : Veri editörüne verilerin girilmesinin ardından, kümelendirme çalışması için menü çubuğundan sırasıyla Analyze–Classify–K-Means Cluster seçenekleri seçilir (Şekil 3.2).



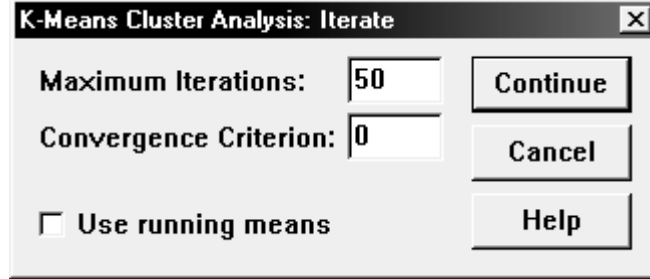
Şekil 3.2 Analiz yönteminin seçimi

- 3. ADIM: K- Means Cluster seçeneğini seçtikten sonra Şekil 3.3’deki tablo çıkmaktadır. Bu kısımda, oluşturulacak küme sayısı Number of Cluster (Küme Sayısı) bölümüne yazılmaktadır. Bu çalışmada makaleler 1, 2 ve 3 olmak üzere üç kategoriye ayrılmak istenmektedir. Aslında De Boer vd. (2001) sınıflandırmasının revize edilebilmesi için “incelemeye alınacak” ve “incelemeye alınmayacak” şeklindeki iki küme yeterli olabilmektedir. Fakat bu çalışmanın bir diğer amacı, uygulayıcıların ve akademisyenlerin incelenen 65 makaleyi belirlenen kriterler doğrultusunda inceleyebilmesine yardımcı olmaktır. Dolayısıyla üç kümeye karar verilmiştir. Gerektiğinde önerilen literatür inceleme metodolojisi baz alınarak amaçlara uygun bir şekilde yeniden düzenlenebilir.



Şekil 3.3 Analiz bilgilerinin yazıldığı pencere

Iterate (iterasyon) kısmına maksimum iterasyon sayısı ve yakınsaklık değerleri yazılır (Şekil 3.4). Çalışmada maksimum iterasyon sayısını 50 olarak ele alınmıştır. Bu işlemi takiben Şekil 3.3'deki yer alan Save butonunu tıklayarak elde edilen yeni verilerin, mevcut tabloya eklenip eklenmeyeceğine karar verilmektedir.



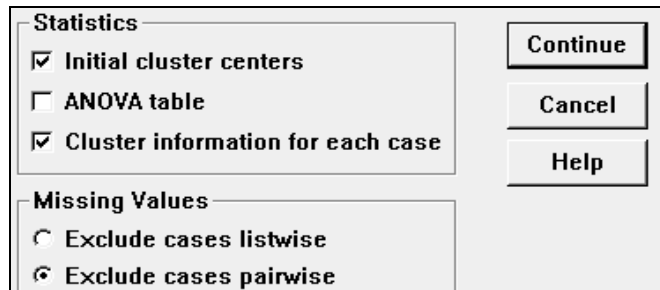
Şekil 3.4 İterasyon sayısının belirtildiği kısım



Şekil 3.5 Yeni verilerin mevcut listeye kayıt edilmesi

Makaleler, ağırlıklandırılmış puanlara göre bir incelemeye tabi tutulacağı için, makalelerin hangi kümeye gireceğini bilmek yeterli olacaktır. Dolayısıyla Şekil 3.5'de görüldüğü gibi bu kısımda sadece Cluster Membership (küme üyeliği) kısmı seçilir.

Bir sonraki adımda Options seçeneğinden, Initial Cluster Center (Başlangıç Küme Merkezi) ve Cluster Information for Each Case (Her Durum İçin Küme Bilgisi) sekmesi seçilir (Şekil 3.6).



Şekil 3.6 Seçenekler bölümü

Bu işlemi de yaptıktan sonra, başlangıç analiz sayfasında OK seçeneğini tıklanarak, programın veri editöründe yer alan bilgileri analiz etmesi istenir. Elde edilen sonuçlar Şekil 3.7 ve Şekil 3.8’de gösterilmiştir.

Output5 - SPSS Viewer

File Edit View Insert Format Analyze Graphs Utilities Window Help

Quick Cluster

Initial Cluster Centers

	Cluster		
	1	2	3
ag_t_p	5,00	,00	2,84

Iteration History^a

Iteration	Change in Cluster Centers		
	1	2	3
1	,350	,573	,369
2	,139	,238	4,562E-02
3	,102	,214	,126
4	3,321E-02	3,206E-02	,117
5	6,871E-02	,000	,104
6	,000	,000	,000

a. Convergence achieved due to no or small distance change. The maximum distance by which any center has changed is ,000. The current iteration is 6. The minimum distance between initial centers is 2,160.

Şekil 3.7 SPSS tarafından belirlenen küme bilgileri

Cluster Membership

Case Number	mak_no	Cluster	Distance
1	7	1	,288
2	8	3	,821
3	14	3	,711
4	16	2	,293
5	17	2	,493
6	18	2	,393
7	19	3	1,118E-02
8	20	1	,388
9	21	1	,322

Şekil 3.8 Makalelerin kümelerinin bilgisi

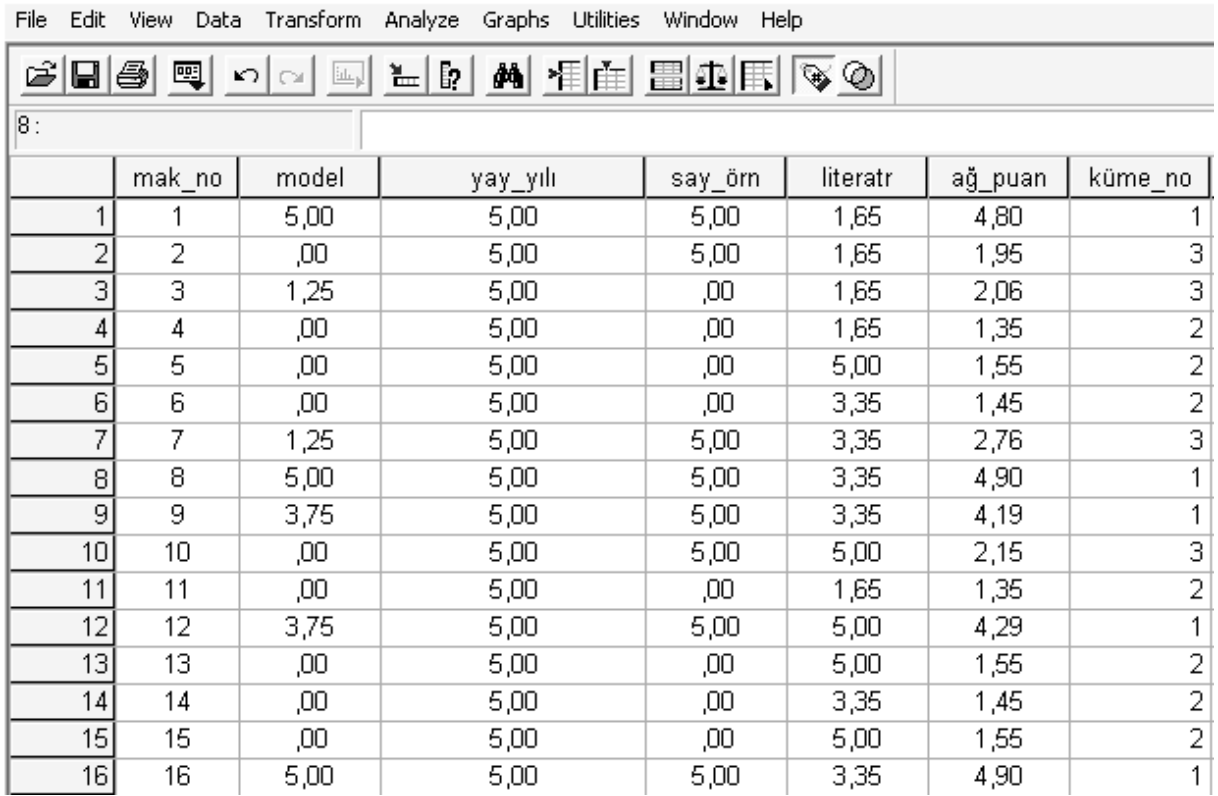
Bu sayfada yer alan diğer bir bilgi de, sonuç olarak elde edilen küme merkezlerinin bilgisidir. Programın elde ettiği sonuç Şekil 3.9’da görülmektedir. Sonuç olarak tespit edilen küme merkezlerine bakıldığı zaman, 1. kümenin merkezi 4.51, 2. kümenin merkezi 1.06 ve 3. kümenin merkezi ise 2.77 olarak bulunmuştur.

Final Cluster Centers

	Cluster		
	1	2	3
ag_t_p	4,51	1,06	2,77

Şekil 3.9 Sonuç küme merkezleri

Küme merkezlerinin tespitinden sonra sıra makalelerin hangi kümeye dahil olduğunun tespitine gelmiştir. Mevcut makaleler puanlarına göre, en yakın oldukları kümeye dahil edileceklerdir. SPSS paket programı mevcut veriler ışığında her bir makaleyi en yakın olduğu kümeye atayacak ve sonuç olarak ilk veri sayfasına yeni veri sütunu olarak yerleştirecektir. SPSS paket programının oluşturduğu kümeler Şekil 3.10’da görülmektedir.



	mak_no	model	yay_yılı	say_örn	literatr	ağ_puan	küme_no
1	1	5,00	5,00	5,00	1,65	4,80	1
2	2	,00	5,00	5,00	1,65	1,95	3
3	3	1,25	5,00	,00	1,65	2,06	3
4	4	,00	5,00	,00	1,65	1,35	2
5	5	,00	5,00	,00	5,00	1,55	2
6	6	,00	5,00	,00	3,35	1,45	2
7	7	1,25	5,00	5,00	3,35	2,76	3
8	8	5,00	5,00	5,00	3,35	4,90	1
9	9	3,75	5,00	5,00	3,35	4,19	1
10	10	,00	5,00	5,00	5,00	2,15	3
11	11	,00	5,00	,00	1,65	1,35	2
12	12	3,75	5,00	5,00	5,00	4,29	1
13	13	,00	5,00	,00	5,00	1,55	2
14	14	,00	5,00	,00	3,35	1,45	2
15	15	,00	5,00	,00	5,00	1,55	2
16	16	5,00	5,00	5,00	3,35	4,90	1

Şekil 3.10 SPSS paket programından elde edilen sonuçlar

Şekil 3.10’da görüldüğü üzere SPSS ilk veri editörü sayfasına yeni bir sütun açarak makalelerin ait oldukları kümelerin numaralarını yazmaktadır. Tüm makalelerin hangi kümeye dahil olduğu Çizelge 3.9’da verilmiştir. 1.küme, 2.küme ve 3.küme makalelerin listesi de sırasıyla Çizelge 3.10, 3.11 ve 3.12’de gösterilmektedir.

Çizelge 3.9 Tüm makalelerin ait oldukları kümeler

Makale No	Kriterler ve Puanlar				Ağırlıklı Toplam Skor	Kaynak sayısı	Küme
	Model	Sayısal Örnek	Yayınlanma Yılı	Literatür Taraması			
1	5	5	5	1.65	4.8	11	1
2	0	5	5	1.65	1.95	3	3
3	1.25	0	5	1.65	2.06	7	3
4	0	0	5	1.65	1.35	13	2
5	0	0	5	5	1.55	49	2
6	0	0	5	3.35	1.45	16	2
7	1.25	5	5	3.35	2.76	22	3
8	5	5	5	3.35	4.9	17	1
9	3.75	5	5	3.35	4.19	19	1
10	0	5	5	5	2.15	37	3
11	0	0	5	1.65	1.35	6	2
12	3.75	5	5	5	4.29	31	1
13	0	0	5	5	1.55	29	2
14	0	0	5	3.35	1.45	22	2
15	0	0	5	5	1.55	39	2
16	5	5	5	3.35	4.9	16	1
17	5	5	5	5	5	25	1
18	3.75	5	5	5	4.29	52	1
19	5	5	5	5	5	56	1
20	5	5	5	3.35	4.9	17	1
21	5	5	5	3.35	4.9	16	1
22	5	5	5	5	5	27	1
23	3.75	5	5	5	4.29	35	1
24	5	5	5	5	5	59	1
25	3.75	5	5	5	4.29	61	1
26	1.25	5	5	5	2.86	39	3
27	3.75	5	5	3.35	4.19	22	1
28	2.5	5	5	3.35	3.48	15	3
29	5	5	5	3.35	4.9	18	1
30	0	5	5	5	2.15	52	3
31	0	0	5	5	1.55	58	2
32	1.25	0	5	5	2.26	52	3
33	0	0	0	0	0	0	2
34	5	5	5	1.65	4.8	9	1
35	5	5	5	5	5	27	1
36	3.75	5	5	3.35	4.19	24	1
37	0	0	5	3.35	1.45	22	2
38	1.25	5	5	5	2.86	35	3
39	3.75	5	5	5	4.29	31	1
40	0	0	0	3.35	0.2	22	2
41	0	0	5	5	1.55	81	2
42	1.25	5	5	5	2.86	43	3
43	5	5	5	3.35	4.9	24	1
44	3.75	5	5	5	4.29	70	1
45	1.25	5	5	5	2.86	25	3
46	2.5	0	0	5	1.73	55	2
47	0	0	0	1.65	0.1	4	2

Çizelge 3.9 Tüm makalelerin ait oldukları kümeler (Devamı)

Makale No	Kriterler ve Puanlar				Ağırlıklı Toplam Skor	Kaynak sayısı	Küme
	Model	Sayısal Örnek	Yayınlanma Yılı	Literatür Taraması			
48	3.75	5	0	3.35	2.94	20	3
49	3.75	5	0	1.65	2.84	13	3
50	5	5	0	5	3.75	41	1
51	0	5	0	5	0.9	47	2
52	5	5	0	1.65	3.55	7	3
53	0	0	0	1.65	0.1	5	2
54	1.25	5	0	3.35	1.51	21	2
55	0	0	0	5	0.3	69	2
56	5	5	0	5	3.75	43	1
57	1.25	5	0	5	1.61	41	2
58	0	5	0	3.35	0.8	18	2
59	5	5	0	1.65	3.55	11	3
60	0	0	0	5	0.3	52	2
61	3.75	5	0	5	3.04	55	3
62	5	5	0	5	3.75	37	1
63	0	5	0	5	0.9	45	2
64	3.75	5	0	3.35	2.94	19	3
65	5	5	0	5	3.75	30	1

3.1.3 Geliştirilen Değerlendirme Metodolojisinin Sonuçları

Bu değerlendirme sonucunda, De Boer vd. (2001) sınıflandırma çalışmasının revize edilmesi amacıyla yönelik olarak belirlenen 65 makaleden seçilecek olanlar belirlenebilmektedir. Daha önce bahsedildiği gibi, bu makaleler üç tipte kümelendirilmiştir. 1. ve 2. kümede olan 43 makale, karar metotlarına göre yapılan sınıflandırmaya dahil edilecektir. De Boer vd.nin (2001) yaptığı sınıflandırma çalışmasının özetlendiği Çizelge 3.2'deki 50 makaleye Çizelge 3.13'deki 43 makale eklenmiştir. Sınıflandırmanın revizyonu esnasında dahil edilecek 43 makale sınıflandırma aşamalarına göre incelenmiştir.

Görüldüğü gibi, gerek De Boer vd.nin (2001) sınıflandırma çalışmasında gerekse yeni eklenen 43 makalede, karar destek sistemi bakış açısıyla dört adımı da içeren bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu geniş literatür içerisindeki bu eksiklik dikkat çekicidir. Bu tez çalışmasında geliştirilen model söz konusu dört adımı da içeren bir karar destek modelidir. Bir sonraki bölümde geliştirilen model ayrıntılarıyla ele alınacaktır.

Çizelge 3.10 1. küme makalelerin listesi

Makale No	Kriterler ve Puanlar				Ağırlıklı Toplam Skor	Kaynak sayısı	Küme
	Model	Sayısal Örnek	Yayınlanma Yılı	Literatür Taraması			
1	5	5	5	1.65	4.8	11	1
8	5	5	5	3.35	4.9	17	1
9	3.75	5	5	3.35	4.19	19	1
12	3.75	5	5	5	4.29	31	1
16	5	5	5	3.35	4.9	16	1
17	5	5	5	5	5	25	1
18	3.75	5	5	5	4.29	52	1
19	5	5	5	5	5	56	1
20	5	5	5	3.35	4.9	17	1
21	5	5	5	3.35	4.9	16	1
22	5	5	5	5	5	27	1
23	3.75	5	5	5	4.29	35	1
24	5	5	5	5	5	59	1
25	3.75	5	5	5	4.29	61	1
27	3.75	5	5	3.35	4.19	22	1
29	5	5	5	3.35	4.9	18	1
34	5	5	5	1.65	4.8	9	1
35	5	5	5	5	5	27	1
36	3.75	5	5	3.35	4.19	24	1
39	3.75	5	5	5	4.29	31	1
43	5	5	5	3.35	4.9	24	1
44	3.75	5	5	5	4.29	70	1
50	5	5	0	5	3.75	41	1
56	5	5	0	5	3.75	43	1
62	5	5	0	5	3.75	37	1
65	5	5	0	5	3.75	30	1

Çizelge 3.11 2. küme makalelerin listesi

Makale No	Kriterler ve Puanlar				Ağırlıklı Toplam Skor	Kaynak sayısı	Küme
	Model	Sayısal Örnek	Yayınlanma Yılı	Literatür Taraması			
2	0	5	5	1.65	1.95	3	3
3	1.25	0	5	1.65	2.06	7	3
7	1.25	5	5	3.35	2.76	22	3
10	0	5	5	5	2.15	37	3
26	1.25	5	5	5	2.86	39	3
28	2.5	5	5	3.35	3.48	15	3
30	0	5	5	5	2.15	52	3
32	1.25	0	5	5	2.26	52	3
38	1.25	5	5	5	2.86	35	3
42	1.25	5	5	5	2.86	43	3
45	1.25	5	5	5	2.86	25	3
48	3.75	5	0	3.35	2.94	20	3
49	3.75	5	0	1.65	2.84	13	3
52	5	5	0	1.65	3.55	7	3
59	5	5	0	1.65	3.55	11	3
61	3.75	5	0	5	3.04	55	3
64	3.75	5	0	3.35	2.94	19	3

Çizelge 3.12 3.küme makalelerin listesi

Makale No	Kriterler ve Puanlar				Ağırlıklı Toplam Puan	Kaynak sayısı	Küme
	Model	Sayısal Örnek	Yayınlanma Yılı	Literatür Taraması			
4	0	0	5	1.65	1.35	13	2
5	0	0	5	5	1.55	49	2
6	0	0	5	3.35	1.45	16	2
11	0	0	5	1.65	1.35	6	2
13	0	0	5	5	1.55	29	2
14	0	0	5	3.35	1.45	22	2
15	0	0	5	5	1.55	39	2
31	0	0	5	5	1.55	58	2
33	0	0	0	0	0	0	2
37	0	0	5	3.35	1.45	22	2
40	0	0	0	3.35	0.2	22	2
41	0	0	5	5	1.55	81	2
46	2.5	0	0	5	1.73	55	2
47	0	0	0	1.65	0.1	4	2
51	0	5	0	5	0.9	47	2
53	0	0	0	1.65	0.1	5	2
54	1.25	5	0	3.35	1.51	21	2
55	0	0	0	5	0.3	69	2
57	1.25	5	0	5	1.61	41	2
58	0	5	0	3.35	0.8	18	2
60	0	0	0	5	0.3	52	2
63	0	5	0	5	0.9	45	2

Çizelge 3.13 De Boer vd.nin (2001) literatürdeki modellerin karar metotlarına göre sınıflandırılmasına eklenen makaleler

Makalenin Adı	Karar Metotları			
	Problemın Formülasyonu	Kriterlerin Formülasyonu	Nitelikler	Son Seçim
Almeida ve Perassa (2001)	–	√	√	√
Ayuso vd. (2003)	–	–	–	√
Basnet ve Leung (2005)	–	–	–	√
Bharadwaj (2004)	–	√	√	–
Braglia ve Petroni (2000)	–	–	√	–
Cakravastia vd. (2001)	–	–	–	√
Chen vd. (2005)	–	–	√	–
Crama vd. (2004)	–	–	–	√
Dağdeviren ve Eren (2001)	–	–	√	√
Dahel (2003)	–	–	–	√
Degraeve vd. (2004)	–	–	–	√
Dulmin ve Mininno (2003)	–	√	√	–
Erol ve Ferrell (2001)	–	–	–	√
Erol ve Ferrell (2002)	–	–	√	√
Feng vd. (2000)	–	–	–	√
Ghoudsypour ve O'Brien (1998)	–	–	√	√
Ghoudsypour ve O'Brien (2001)	–	–	–	√
Hong vd. (2005)	–	–	–	√
Humphreys vd. (2003b)	–	√	√	√
Kahraman vd. (2003)	–	–	√	–
Kengpol (2002)	–	–	–	√
Kumar vd. (2004)	–	–	–	√
Lee (2000)	–	–	–	√
Liu ve Hai (2005)	–	–	√	√
Min (1994)	–	–	√	√
Muralidharan vd. (2001)	–	–	√	–
Öz ve Baykoç (2004)	–	–	–	√
Perona ve Saccani (2004)	–	√	–	–
Prahinski ve Benton (2004)	–	–	√	–
Roodhooft ve Konings (1997)	–	–	–	√
Sezen (2004)	–	–	√	–
Talluri ve Narasimhan (2004)	–	–	√	√
Talluri ve Narasimhan (2003)	–	–	√	–
Talluri vd. (2006)	–	–	–	√
Tam ve Tummala (2001)	–	–	√	–
Tempelmeier (2001)	–	–	–	√
Verma ve Pulman (1998)	–	–	√	–
Wang vd. (2004)	–	–	√	√

Çizelge 3.13 De Boer vd.nin (2001) literatürdeki modellerin karar metotlarına göre sınıflandırılmasına eklenen makaleler (Devamı)

Makalenin Adı	Karar Metotları			
	Problemin Formülasyonu	Kriterlerin Formülasyonu	Nitelikler	Son Seçim
Weber (1996)	–	–	√	–
Weber vd. (1997)	–	–	–	√
Weber vd. (2000)	–	–	√	–
Yan vd. (2002)	–	–	–	√
Zhu (2002)	–	–	√	√

4. TEDARİKÇİ SEÇİMİ SİSTEMİNE AİT BİR KARAR DESTEK MODELİ

Bu bölümde daha önce açıklanan satınalma seviyelerinin tümü için geçerli olan ve tedarikçi seçimi problemini, problemin formülasyonundan son seçim kararına kadar ele almak suretiyle geliştirilen karar destek modeli kavramsal tasarımı, geliştirme adımları ve formülasyonlarıyla birlikte sunulmaktadır.

4.1 Modelin Amacı ve Önemi

Birçok sektörde, hammaddelerin ve malzemelerin maliyeti ürün maliyetinin önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Bu şartlar altında, satınalma departmanı maliyet düşürmede önemli bir rol oynamaktadır. Satınalma fonksiyonunun en önemli konularından biri de tedarikçi seçimi konusudur (Ghodsypour ve O'Brien, 1998). Bir satınalma yöneticisi için en zor kararlardan biri uygun tedarikçinin seçimidir. Bu karar çoğunlukla, eksik bilgi, kalitatif kriterlerin varlığı ve tercihlerin belirsizliği gibi nedenlerle karmaşıklaşmaktadır.

Son 30 yıldır tedarikçi seçimi kararlarında kullanılacak sistematik yaklaşımlar için birçok akademik çalışma yapılmaktadır. Bu bağlamda tedarikçi seçimini destekleyen metotlar ve araçlar üzerinde detaylı literatür araştırmaları mevcuttur (Weber vd., 1991; De Boer vd., 2001). Yöneylem araştırması, satınalma karar vericilerinin kararlarındaki karmaşıklık ve önemle başa çıkabilmek için çok sayıda metot ve teknik önermektedir. Bu tekniklerden bazıları çok kriterli karar verme metotları, matematiksel programlama ve veri madenciliği teknikleri olarak sayılabilmektedir.

3. bölümde çeşitli tedarikçi seçim modelleri incelenmiş ve araştırmacıların en çok ilgi gösterdiği aşamanın son seçim aşaması olduğu görülmüştür. Bununla beraber, son seçim aşamasının kalitesi büyük ölçüde bu aşamaya gelinceye kadar gerçekleştirilen önceki aşamaların kalitesine bağlıdır. De Boer vd. (2001), tedarikçi seçim sürecinde diğer çalışmalarda yapıldığı gibi (Weber vd., 1991; Holt, 1998; Degraeve vd., 2000) sadece son seçim aşamasını dikkate almamaktadır. De Boer vd.ye göre (2001), bir tedarikçi seçim problemi tipik olarak aşağıdaki dört aşamadan oluşmaktadır (Şekil 2.15):

- Problem formülasyonu
- Kriter formülasyonu
- Uygun tedarikçilerin nitelikleri
- Son seçim

De Boer vd. (2001) çalışmalarında, tedarikçi seçim sürecinin problem tanımından başlayarak, kriter formülasyonu, nitelikler ve son seçime kadar uzanan tüm aşamaları ile ele alınması gerektiğini savunmaktadır. Bu çalışmada bir literatür taraması sunulmakta ve her bir aşamaya ait modeller incelenmektedir.

Gerek De Boer vd.nin (2001) literatür taramasında ve gerekse daha sonra gerçekleştirilen literatür incelemelerinde, sözü geçen dört adımın hepsini içeren ve her bir adıma çözüm sunan bir çalışmaya rastlanmamıştır. Literatürdeki bu eksiklik doğrultusunda, bu tez çalışmasında geliştirilen tedarikçi seçimi modeli, bahsedilen dört adımı da kapsayan bir karar destek sistemi olarak sunulmaktadır. Bu noktadan sonra, modelin kavramsal tasarımı ve formülasyonları ayrıntılarıyla açıklanacaktır.

4.2 Geliştirilen Modelin Kavramsal Tasarımı

Modelin kavramsal tasarımı literatürdeki tedarikçi seçimi modelleri incelenerek oluşturulmuştur. Bu modeldeki amaç, tedarikçi seçimine ait bir yapının oluşturulmasıdır. Bu modelde, seçim prosesine ait adımlarda optimizasyon amaçlanmış ve tüm süreci en iyilecek bir yaklaşım geliştirilmiştir. Modelin uygulama adımları ve her bir adımda kullanılan karar verme metodu Çizelge 4.1’de özetlenmekte ve Şekil 4.1’de gösterilmektedir.

Geliştirilen modelin *problem formülasyonu aşamasında*, firmanın tedarikçilerine bakış açısı ortaya konulmuş ve tedarikçi – satın alıcı arasında entegrasyon seviyeleri tanımlanmıştır. Bu entegrasyon seviyeleri, firmalar için stratejik önem taşıyan ve karlılıklarını direkt olarak etkileyen bir olgudur. Geliştirilen model, firmaların asıl kar elde edecekleri ürünü üretmek için kullanacakları malzemeleri kendi bünyelerinde üretme ya da herhangi bir tedarikçiden sağlama kararını vermesine yardımcı olacaktır. Ayrıca tedarikçiden temin etme yöntemini seçen firmalar için, seçim prosesini en iyilecek yöntemin geliştirilmesi için ilgili verilerin doğru bakış açısı ile değerlendirilmesini sağlayacaktır.

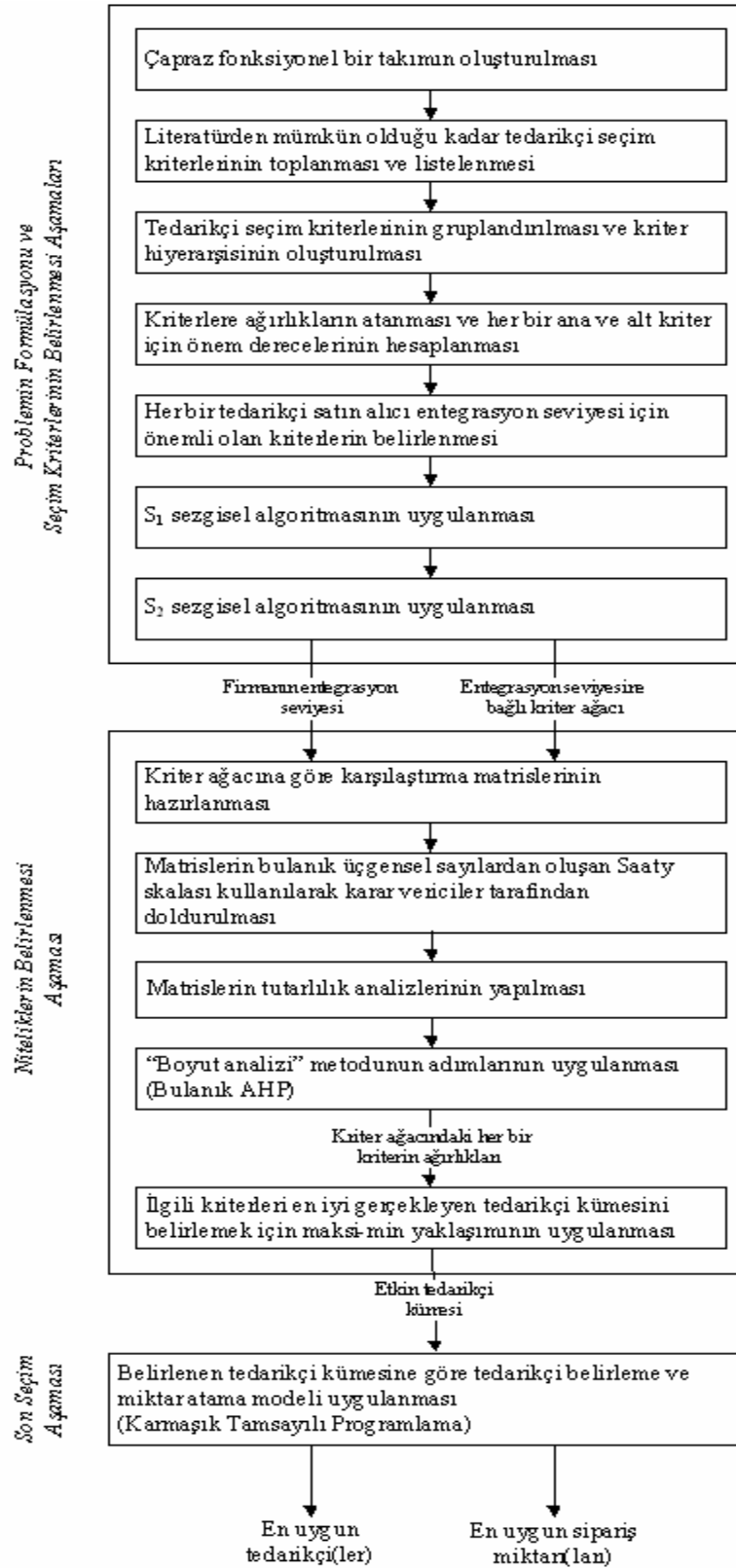
Seçim kriterlerinin belirlenmesi aşamasında, tedarikçi seçimi prosesinde bir önceki adımda tespit edilen entegrasyon seviyesine göre ilgili kriterler belirlenir. Bu kriterler literatür araştırması ile elde edilen veriler ışığında hazırlanmıştır. Hazırlanan ana tedarikçi seçimi kriterleri içerisinde, problem formülasyonunda tanımlanan entegrasyon seviyesine göre firmaların bir seçim yapması gerekmektedir. Yani, ilgili ana kriterlerin ilgili entegrasyon seviyesine göre azaltılması gerekmektedir. Modelde, bu aşama için bir sezgisel algoritma geliştirilmiştir. Bu algoritma ile firmaların tedarikçileri ile gerçek entegrasyon seviyeleri tespit edilmekte ve bu entegrasyon seviyesine göre seçim kriterleri ortaya konmaktadır.

Niteliklerin belirlenmesi aşaması modelde iki adımda gerçekleştirilmiştir. İlgili adımlardan birincisi, tespit edilen kriter listesinin seçim prosesindeki firma tarafından önem derecelerinin belirlenmesidir. Kriterlerin firma için önem derecelerinin belirlenmesi için Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi yöntemi kullanılmıştır. Niteliklerin belirlenmesinde ikinci adım olarak, firma tarafından ağırlıkları tespit edilen kriterler için maksimum-minimum yaklaşımı kullanılarak ilgili kriteri en iyi gerçekleyen tedarikçi kümesinin belirlenmesidir.

Son seçim aşamasında ise, geliştirilen karmaşık tamsayılı programlama modelinin uygulanmasıyla etkin tedarikçi kümesi arasından seçilen tedarikçi veya tedarikçiler sipariş miktarları ile birlikte belirlenmektedir.

Çizelge 4.1 Geliştirilen modelin adımları ve kullanılan metotlar

Geliştirilen Modelin Adımları	Açıklama	Kullanılan Metot
Tedarikçi seçimi probleminin formülasyonu	Tedarikçi-satın alıcı arasında entegrasyon seviyeleri tanımlanır.	Sezgisel Algoritma
Seçim kriterlerinin belirlenmesi	Bir önceki adımda tespit edilen firmanın entegrasyon seviyesine göre ilgili kriterler belirlenir.	Sezgisel Algoritma
Niteliklerin belirlenmesi	Seçim Kriterlerinin Ağırlıklandırılması: Kriter ağacındaki kriterlerin önem dereceleri belirlenir.	Bulanık AHP
	Etkin Tedarikçi Kümesinin Belirlenmesi: Ağırlıkları tespit edilen kriterler için ilgili kriterleri en iyi gerçekleyen tedarikçi kümesi belirlenir.	Maksimum-Minimum Yaklaşımı
Son Seçim	Belirlenen tedarikçi kümesine göre tedarikçi belirleme ve miktar atama modeli uygulanır.	Karmaşık Tamsayılı Programlama



Şekil 4.1 Geliştirilen modelin ana hatları

Bu noktadan itibaren geliştirilen modelin uygulama adımları ve her bir adımda kullanılan karar metotları ayrıntılı olarak açıklanacaktır.

4.3 Problemin Formülasyonu

Tedarikçi seçim sürecindeki en önemli karar tedarikçi ile satın alıcı arasındaki entegrasyon seviyesinin tanımlanmasıdır (Masella ve Rangone, 1995). Bundan sonra, tedarikçi seçim sürecinde kullanılacak seçim kriterleri bu seviyeye, firmanın rekabetçi konumuna ve stratejilerine bağlı olarak belirlenebilmektedir. Klasik olarak, satın alıcı-tedarikçi arasındaki ilişkilerin iki temel tipi bulunmaktadır: “rekabetçi ve işbirlikçi” (Imrie ve Morris, 1992; Gules ve Burgess, 1996; Humphreys vd., 2003a). Rekabetçi modelin temel karakteristikleri sağlam müzakereler, fiyat odaklılık, kısa dönemli kontratlar ve çoklu satınalma olarak sayılabilir (Matthyssens ve Van den Bulte, 1994). Bu koşullar altında, bu modelde tedarikçilerin katma değer yaratan hizmetler, teknoloji, süreç yenilikleri gibi yetenekleri arasında farklılıklar bulunmadığı kabul edilmektedir (Humphreys vd., 2003a). İşbirlikçi model ise rekabetçi modelin tam tersi olarak ortaya çıkmaktadır. Gules ve Burgess (1996) tarafından da belirtildiği gibi günümüzün tedarikçi-satın alıcı ilişkileri daha işbirlikçi, karşılıklı fayda ve güvene dayalı bir yapıya dönüşmektedir. Dolayısıyla, işbirlikçi modelde, tercih edilen tedarikçi sadece fiyat ya da maliyet baz alınarak değil; üretim, dağıtım ve satış sonrası hizmet konularındaki yeterlilikleri de dikkate alınarak belirlenmelidir. Bu durum satın alıcı ortaklarının işle ilgili yetenekleri ve uzmanlıkları hakkında bilgi edinmeleri açısından aynı zamanda tedarikçiler için de faydalıdır (Imrie ve Morris, 1992).

Literatürde tedarikçi-satın alıcı arasındaki ilişki şekilleri konusunda birçok yazar tarafından yapılmış farklı sınıflandırmalar bulunmaktadır. Chan’e (2003) göre tedarikçi-satın alıcı arasındaki ilişkiler etkileşim tabanlı olup 5 seviyede kategorize edilebilmektedir. Bu sınıflandırma etkileşimin iki temel faktörüne dayalı olarak yapılmaktadır: etkileşimin etkisi (uzun süreli, dönemsel ve geçici) ve etkileşimin değeri (yüksek ve düşük). Etkileşimin etkisi, ürün, proses, insan kaynakları veya teknoloji amaçlı her türlü aktif işbirliğinin süresini ifade etmektedir. Etkileşimin değeri ise, satın alıcı firmaların tedarikçilerle ürün, proses, insan kaynakları veya teknoloji ile ilgili olarak hangi derecede etkileşimde bulunduğu anlamına gelmektedir. Sonuç olarak beş farklı ilişki seviyesi *geçici temel ilişki, geçici operasyonel ilişki, dönemsel operasyonel ilişki, uzun süreli taktiksel ilişki, uzun süreli stratejik ilişki* olarak tanımlanmaktadır.

Perona ve Saccani (2004), satın alıcı- tedarikçi entegrasyonunu tanımlamak için, De Maio ve Maggiore'nin (1992) çalışmasından adapte ettikleri ilişki tiplerini kullanan bir model sunmaktadır. Bu sınıflandırmada ise, geleneksel ilişki, operasyonel ortaklık, teknolojik ortaklık ve gelişmiş ortaklık isimli dört tedarikçi-satın alıcı ilişki seviyesi tanımlanmaktadır. *Geleneksel ilişki*, müşteri-tedarikçi entegrasyonun olmadığı ilişki tipini karakterize etmektedir. *Operasyonel ortaklık* ise, yüksek hacimli parçalarla çalışıldığında oluşan yüksek maliyetleri düşürme ihtiyacından doğmaktadır. Bu seviyede lojistik entegrasyon önemli hale gelmektedir. *Teknolojik ortaklık*, satın alıcı tarafında teknolojik uzmanlık açısından bir eksiklik olduğu durumlarda oluşmaktadır. *Gelişmiş ortaklık* ise, hem lojistik hem de teknolojik konularda entegrasyon şeklinde tanımlanmaktadır.

Bu tez çalışmasında ise, Ghodsypour ve O'Brien'dan (1998) adapte edilen 5 seviyeli tedarikçi-satın alıcı entegrasyon stratejileri kullanılmaktadır. Tedarikçi-satın alıcı arasındaki entegrasyon seviyesi seçim sürecinde dikkate alınacak kriterleri ve bu kriterlerin sayısını etkilemektedir. Temel alınan bu sınıflandırmadaki her bir seviyenin tanımları ve seçim kriterleri, yukarıda değinilen farklı sınıflandırmalarla benzerlikleriyle beraber aşağıda açıklanmaktadır:

- **Seviye A:** Bu seviye, tedarikçi firma ile satın alıcı arasında entegrasyonun olmadığı safhadır. Bu seviyede satın alıcı tedarikçilerden hiçbir özel veya kritik istekte bulunmamaktadır. Bu nedenle, tedarikçiler genellikle soru sormadan kendilerinden ne istendiyse onu sunmaktadır. Hataların oluşması normal kabul edilmektedir. Maliyet ve kalite bu seviye için en önemli kriterlerdir. Bu seviye Chan (2003) tarafından tanımlanan “geçici temel ilişki”ye ve Perona ve Saccani (2004) tarafından tanımlanan “geleneksel ilişki”ye benzemektedir.
- **Seviye B:** Bu seviye lojistik entegrasyon olarak adlandırılmaktadır. Tedarikçinin lojistik performansı satın alıcının rekabetinde çok önemlidir. Dolayısıyla tedarikçinin lojistik performansına büyük önem verilmektedir. Seçim prosesinde, maliyet, kalite haricinde; tedarik edilen parti, zamanında teslimat gibi operasyonel lojistik konuları da bu seviyede dikkate alınmalıdır. Bu seviye Chan (2003) tarafından tanımlanan “geçici operasyonel ilişki”ye benzemektedir.
- **Seviye C:** Bu seviye operasyonel entegrasyon olarak adlandırılmaktadır. Bu nedenle tedarikçinin sadece çıktı karakteristikleri dikkate alınmakla kalınmamakta, aynı zamanda bu hizmetleri sağlama yolları da dikkate alınmaktadır. Bu seviyede, yukarıda tanımlanan kriterler haricinde hazırlık zamanı, temin süresi gibi tedarikçinin süreç yeterlilikleri de

değerlendirme sürecinde dikkate alınması gerekmektedir. Kalite bakış açısıyla, aynı hata oranına sahip iki tedarikçi arasından daha az kontrolle aynı kalite düzeyini sağlayabilen tedarikçi tercih edilmektedir. Başka bir ifadeyle tedarikçinin süreç yeterlilik indeksleri, tedarikçi firmanın güvenirliliği ve üretim kapasitesi gibi olgular önem kazanmaktadır. Bu seviye Chan (2003) tarafından tanımlanan “*dönemsel operasyonel ilişki*”ye ve Perona ve Saccani (2004) tarafından tanımlanan “*operasyonel ortaklık*”a benzemektedir.

- **Seviye D:** Bu seviyedeki entegrasyon daha önceki seviyelere göre daha derindir ve firma içerisinde ürün ve prosesleri kontrol eden insan kaynaklarının yetenekleri üzerine odaklanılmaktadır. Süreç entegrasyonu olarak adlandırılan bu seviyede üst yönetim, tedarikçisi ile süreçlerini ve ürünlerini entegre etme kararı almaktadır. Satın alıcı firma tedarikçi firmanın insan kaynağının değerini arttırmak için daha fazla eğitim programları ve resmi (veya gayri resmi) toplantılar gerçekleştirmeyi önerebilmektedir. Ürün veya süreci iyileştirmek için, tedarikçi firma çalışanlarının hammaddeden başlayarak son ürüne gelinceye kadar ürünün her bir üretim adımını bilmesi gerekmektedir. Bu seviyede hem tedarikçi hem de satın alıcı firma tarafındaki çalışanlar arasındaki bilgi paylaşımı da önemli bir hale gelmektedir. Dolayısıyla her iki tarafın da bir ortaklık içerisinde takım halinde çalışması gerekmektedir. Bu seviyede, daha önceki seviyelerdeki kriterlere ek olarak, tedarikçi firmanın yönetim ve organizasyonu, kültürü gibi tedarikçinin insan kaynağına yönelik konular da değerlendirme sürecine dahil edilmelidir. Bu seviye Chan (2003) tarafından tanımlanan “*uzun süreli taktiksel ilişki*”ye benzemektedir.
- **Seviye E:** En yüksek entegrasyon seviyesidir. Firma tedarikçisini bir iş ortağı olarak görmeye başlamıştır. Satın alıcı firma tedarikçisiyle uzun soluklu bir etkileşim veya işbirliği içerisine girmiştir. Daha önceki seviyelere ek olarak, hem satın alıcı hem de tedarikçi tarafındaki yüksek seviyeli teknoloji aynı stratejik amaçlar doğrultusunda çalışmayı kolaylaştırmaktadır. Satın alıcılar ve tedarikçiler anlaşmalar yaparak, yeni pazar arayışı, yeni fikirler ve yeni teknolojiler ile ilgili her türlü bilgiyi paylaşabilirler. Bu seviye, mevcut ve gelecekteki pazarda ürün farklılaştırma konusunda, her iki taraftaki firma için de daha fazla AR-GE çalışması gerektirmektedir. Bu noktada tedarikçi firmanın stratejik prosedürleri çok önemli hale gelmekte, yönetim ve organizasyon yapısı, insan kaynaklarının yanı sıra teknolojiye bakış açısı da satın alıcı tarafından incelenmesi gereken kriterler olarak ortaya çıkmaktadır. Bu seviye Chan (2003) tarafından tanımlanan “*uzun süreli stratejik ilişki*”ye benzemektedir.

Yukarıda tanımlanan entegrasyon seviyeleri, ilgili malzemenin satın alınacağı firmanın seçim sürecinde, özellikle kriter belirleme aşamasında stratejik bir rol oynamaktadır. Chan’e (2003)

göre farklı tedarikçi-satın alıcı entegrasyon seviyelerine göre farklı seçim kriterleri ve farklı kriter hiyerarşileri kullanılmalıdır. Bu amaçla farklı tedarikçi-satın alıcı etkileşimleri için geliştirilmiş seçim kriterleri tanımlamıştır. Örneğin, maliyet ve kalite kriterleri her düzey için kullanılmalıdır. Üretim yeteneği ve performans geçmişi kriterlerinin son üç seviye için, yönetim konuları ve finansal performansın son iki aşama için, teknolojik konuların ise sadece 5. seviye için önemli kriterler olduğunu belirtmiştir.

Firmaların seçim prosesinde en önemli noktalardan bir tanesi bu entegrasyon seviyesinin tanımlanması ve böylelikle problemin formüle edilmesidir. Önerilen modelde problemin formülasyonu aşamasında, Ghodsypour ve O'Brien (1998) ve Chan (2003) tarafından yapılan tanımlamalar dikkate alınarak, tedarikçi-satın alıcı entegrasyon seviyesini belirlemeye yönelik olarak bir entegrasyon seviyesi indeksi tanımlanmıştır. Modelin seçim kriterlerinin belirlenmesi aşamasındaki sezgisel algoritma, karar vericileri arzu edilen entegrasyon seviyesini belirleyerek desteklemektedir. Aynı zamanda bu seviyeyi baz alarak kullanılacak kantitatif ve kalitatif tedarikçi seçim kriterlerinin belirlenmesine de yardımcı olmaktadır. Böylece seçim prosesinin etkinliği artırılmış olacaktır. Bu algoritmanın adımları bir sonraki bölümde açıklanacaktır.

4.4 Seçim Kriterlerinin Belirlenmesi

Tedarikçi seçim sürecinin en önemli aşamalarından biri de seçim kriterlerinin formülasyonu aşamasıdır. Tedarikçi seçiminde seçim kriterlerinin önemi literatürde birçok yazar tarafından vurgulanmıştır (Min, 1994; Barbarosoğlu ve Yazgaç, 1997; Krause ve Ellram, 1997; Ghodsypour ve O'Brien, 1998, Motwani vd., 1999; Masella ve Rangone, 2000; De Boer vd., 2001; Humphreys vd., 2001; Liu ve Hai, 2005). Hangi tedarikçinin seçileceği kararı verilirken genellikle iki temel kriter göz önüne alınmaktadır: kantitatif ve kalitatif kriterler. Bunlardan birincisi, maliyet gibi somut bir kantitatif ölçek kullanılarak ölçülebilecek kriterlerdir. Tasarım kalitesi gibi kalitatif kriterler ise, bu yolla ölçülemeyen kriterlerdir. Tedarikçi seçim kriterleriyle ilgili kararları karmaşıklaştıran bir diğer faktör de bu iki tip kriterden bazılarının birbiri ile çelişmesidir. Wind ve Robinson (1968) çalışmalarında bu olası çelişkileri tanımlamaktadır. Onlara göre, örneğin en düşük fiyatı sağlayan tedarikçi en iyi kaliteyi sağlayamayabilmekte veya en iyi kaliteyi sağlayan bir tedarikçi de zamanında teslim kriterini karşılayamayabilmektedir. Sonuç olarak, en iyi tedarikçileri belirleyebilmek için birbiriyle çelişen kalitatif ve kantitatif faktörler arasında bir denge sağlamak gerekmektedir.

Tedarikçi seçim sürecinde uygun olmayan seçim kriterlerinin kullanılması son kararı direkt olarak etkilemektedir. Buna rağmen, seçim kriterlerinin tanımlanması aşaması satın alma ve tedarik araştırmacıları tarafından diğer aşamalara göre daha az ilgi görmektedir. De Boer vd.nin (2001) geniş literatür araştırması bu aşamayla ilgili sadece iki çalışma tanımlamaktadır. Mandal ve Desmukh (1994) yorumlayıcı yapısal model (Interpretive Structural Modelling-ISTM) adlı, grup kararına dayanan, tedarikçi ve seçim kriterleri arasındaki ilişkiyi tanımlayan ve özetleyen grafiksel bir model sunmaktadır. Satın alma kararı veren kişinin bağımlı ve bağımsız kriterleri ayırması gerektiğini önermektedir. Bağımlı kriterleri son seçim kararında dikkate alınması gereken kriterler olarak tanımlamakta, bağımsız kriterlerin ise son karardan önce kabul edilebilir tedarikçileri belirlerken önem kazandığını belirtmektedir. Vokurka vd. (1996) seçim kriterlerinin belirlenmesi aşamasını da kapsayan bir uzman sistem geliştirmiştir. Uzman sistemin bilgi kaynakları mevcut literatür ve bir satın alma yöneticisidir. Ayrıca uzman olmayan diğer kullanıcılar da özel durumlar için kullanılacak kriterlere önerilerde bulunabilmektedir.

De Boer vd.nin (2001) literatür araştırmasından sonra, seçim kriterlerinin formülasyonu ile ilgili birkaç çalışma daha literatüre eklenmiştir. Tam ve Tummala (2001) bir telekomünikasyon sisteminde tedarikçi seçimine yönelik olarak ana ve alt seçim kriterlerini belirlemek için bir anket çalışması sunmaktadır. Bu anketin amacı, analitik hiyerarşi prosesi (AHP) modelinin oluşturulması için spesifik kriterlerin ve alt kriterlerin tanımlanmasında bir temel oluşturacak kritik başarı faktörlerinin sıralanmasıdır. Chan (2003) ise tedarikçi seçimi problemine yönelik olarak, etkileşimli seçim modeli (Interactive Selection Model-ISM) olarak tanımlanan bir model sunmaktadır. Bu modelde analitik hiyerarşi prosesi (AHP) kullanılarak, farklı tedarikçi-satın alıcı seviyeleri için farklı ISM'ler oluşturulması savunulmaktadır. Chan (2003) modelinde ayrıca bir zinciri oluşturan kriterler arasında her zaman bir etkileşim olduğu düşüncesiyle ortaya koyduğu etkileşimler zinciri (Chain of Interactions-COI) adlı bir metot kullanmaktadır. Bu metot karar vericilere kriterlerin önem dereceleri üzerinde karar verirken ikili karşılaştırmalar yerine bilgi ve deneyimlerini kullanma fırsatı sunmaktadır. Aslında bu model, Mandal ve Desmukh (1994) tarafından sunulan ISTM tekniklerinin geliştirilmiş şeklidir. Model seçim kriterlerini nedensel ve yorumsal yapıda tanımlamak yerine, etkileşimli olarak tanımlamaktadır.

Bu tez çalışmasında, tedarikçi seçim kriterlerinin belirlenmesine yönelik olarak sunulan sezgisel algoritmanın birinci amacı, önceki çalışmalarda sunulan kalitatif ve kantitatif kriterlerin derlenmesidir. İkinci amacı ise, derlenen kriterler arasından firmanın satın alma

kararını etkileyecek olanlarının satın alıcı-tedarikçi ilişkilerine, işletmenin rekabet durumuna ve stratejilerine bağlı olarak belirlenmesine yönelik bir metodoloji sunmaktır. Sunulan çözüm, karar vericileri sadece tedarikçi seçim kriterlerinin tanımlanmasında değil, aynı zamanda satın alıcı-tedarikçi entegrasyon seviyesinin belirlenmesinde de desteklemektedir. Bu bağlamda öncelikle tedarikçi seçim kriterleri ve literatürdeki buna yönelik çalışmalar hakkında bilgi verilecek, daha sonra da önerilen metodolojinin detayları açıklanacaktır.

4.4.1 Tedarikçi Seçim Kriterleri

Tedarikçi seçimi literatürü ürün kalitesi, dağıtım, fiyat ve hizmet gibi kriterlerin tedarikçi performansının değerlendirilmesinde anahtar kriterler olduğunu kabul etmektedir (Dickson, 1966; Dempsey, 1978; Lehmann ve O'Shaughnessy, 1974, 1982; Wilson, 1994). Tedarikçi seçim kriterleri konusundaki en önemli ve ilk çalışma Dickson (1966) tarafından yapılan çalışma olarak kabul görmektedir. Dickson (1966), farklı tedarikçi seçim projelerindeki satınalma yöneticileri tarafından göz önüne alınan 23 kriter tanımlamaktadır. Bu çalışmada önemli kriterleri belirlemek için geliştirilen bir anket, Amerika ve Kanada'daki satınalma yöneticileri tarafından cevaplanmıştır. İki yıl sonra Wind ve Robinson (1968) çalışmalarında, birçok tedarikçi seçimi kararının birden fazla kriter kullanılarak alındığını savunmaktadır. Weber vd. (1991) tarafından gerçekleştirilen literatür taramasında da, yazarlar incelenen 74 makaleden 47'sinde birden fazla seçim kriteri kullanıldığını kanıtlamaktadır. Bu çalışmada tedarikçi seçimi konusundaki makaleler sınıflandırılmakta ve tam zamanında üretim stratejisinin tedarikçi seçimi üzerindeki etkileri tartışılmaktadır. Weber vd. (1991) çalışmalarında Dickson'un 23 kriterini kullanmakta ve 74 makalenin %80'inde fiyat, %59'unda dağıtım, %54'ünde de kalite kriterinin ele alındığını göstermektedir.

Dickson (1966) tarafından yapılan çalışma temel kabul edilerek, günümüze kadar sektörlere ve satın alma durumlarına bağlı olarak değişen çok sayıda kriter seti tanımlanmıştır. Bunlar arasında Chaudhry vd. (1993), Min (1994), Vokurka vd. (1996), Humphreys vd. (1998), Ghodspour ve O'Brien (1998), Motwani vd. (1999), Tam ve Tummala (2001), Bharadwaj (2004), Liu ve Hai (2005) sayılabilir. Ayrıca kullanılacak kriterlerin ürün kategorilerine göre de farklılaştığı düşünülmektedir. Bu noktada bazı araştırmacılar her bir farklı ürün kategorisi için bir teori geliştirilmesini önermektedir (Choffray ve Lilien, 1978). Bu öneriye cevap olarak, Bharadwaj (2004) tüm ürünlere karşılık gelen tüm seçim kriterlerini incelemek yerine, elektronik parça tedarikinde kullanılan kriterleri belirlemeye yönelik bir model geliştirmiştir. Önceki çalışmalar seçim kriterlerinin farklı ürünlere göre değişeceğini savunurken, Bharadwaj'ın (2004) çalışmasının literatüre teorik katkısı, elektronik parça alımında

kullanılacak seçim kriterleri ile mevcut seçim kriterleri arasında fark olmadığını göstermektedir.

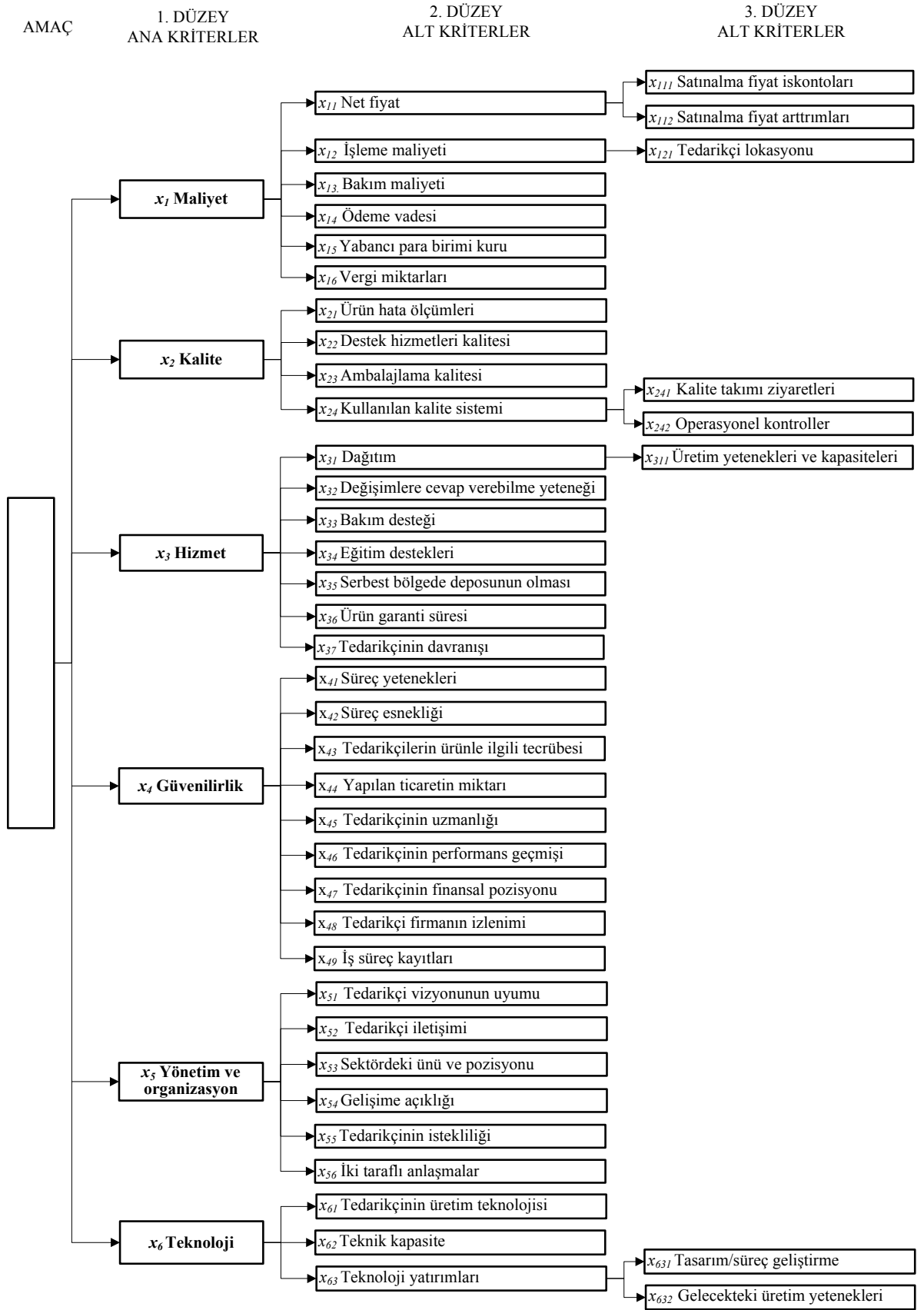
Bu tez çalışmasında yapılan kapsamlı bir literatür araştırması doğrultusunda, Dickson'un kriterleri ve bu kriterlere eklenenlerle birlikte, tedarikçi seçim sürecinde dikkate alınması önemli olan 49 adet tedarikçi seçim kriteri tanımlanmış ve Çizelge 4.2'de referanslarıyla listelenmiştir. Bu kriterler hem net fiyat, işleme maliyeti, ürün hata ölçümleri gibi ürün bazlı kriterlerden; hem de dağıtım, tedarikçinin uzmanlığı ve destek hizmetleri gibi tedarikçi bazlı kriterlerden oluşmaktadır. Ürün bazlı kriterlerin ele alınması doğru kalitedeki ürünü, doğru zamanda ve doğru miktarda tedarik etmek açısından önemlidir. Diğer taraftan tedarikçi kalitesinin değerlendirilmesi de alınacak hizmetlerin belirlenen spesifikasyonlarda olmasını sağlamak ve müşteri tatminini arttırmak için önemlidir (Tam ve Tummala, 2001). Dolayısıyla bir tedarikçi seçim modelinde her iki kategorideki kriterlerin de ele alınması gerekmektedir. Bu tez çalışmasında da bu faktörlerin her ikisi birden ele alınmıştır.

Önceki çalışmalardaki tedarikçi seçim kriterleri listelendikten sonra, Çizelge 4.2'de görülen tüm kriterler altı ana kriter altında gruplandırılmıştır. Bu ana kriterler, x_i , ($i=1,2,...,6$) maliyet, kalite, hizmet, güvenilirlik, yönetim ve organizasyon ve teknoloji olarak belirlenmiştir. Daha sonra ikinci düzeyde, bu ana kriterler x_{ij} ($j= 1,2,...,n(i)$) alt kriterlerine ve üçüncü düzeyde de x_{ijk} ($k=1,2,...,n(j)$) alt kriterlerine gruplandırılmıştır. Tedarikçi seçim kriterleri bu şekilde gruplandırıldıktan sonra Şekil 4.2'deki kriter ağacı şablonu oluşturulmuştur.

Listelenen ve gruplanan bu kriterler, tez çalışmasında sunulan tedarikçi seçim modelinde bir şablon olarak kullanılmaktadır. Farklı firmalar, farklı koşullar altında farklı satınalma davranışları sergilemektedir. Bu farklılıklar, firmaların tedarikçi yönetimini ve dolayısıyla kullanacakları seçim kriterlerini de etkilemektedir. Bu nedenle, bu çalışmadaki metodoloji, tanımlanan bu kriterler arasından firmanın satınalma kararı için önemli olanlarını seçtirmeyi amaçlamaktadır. Eğer firmaların değişen ihtiyaçları doğrultusunda yeni değerlendirme kriterleri doğarsa, bu durumda bu kriterler sunulan şablona eklenebilir.

Çizelge 4.2 Literatürdeki tedarikçi seçim kriterleri

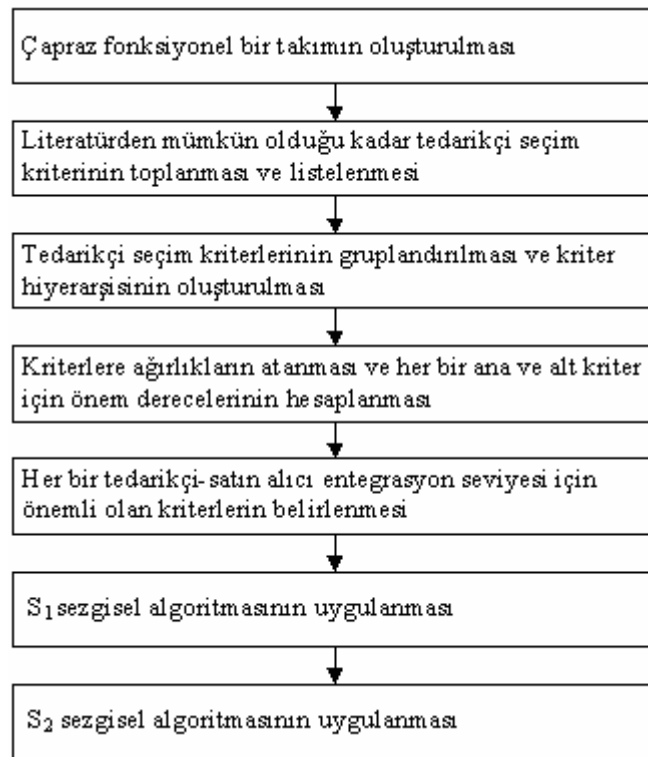
Kriterler	Referans
Net fiyat	
Dağıtım	
Kalite	
Üretim yetenekleri ve kapasiteleri	
Tedarikçi lokasyonu	
Teknik kapasite	
Tedarikçi firma yönetim ve organizasyonu	
Tedarikçi firmanın sektördeki ünü ve pozisyonu	
Tedarikçinin finansal pozisyonu	
Tedarikçinin performans geçmişi	
Tedarikçinin bakım desteği	
Tedarikçinin davranışı	Dickson, 1966
Ürün ambalajlama kalitesi	
Operasyonel kontroller	
Eğitim destekleri	
Satın alma fiyat artırımı	
Tedarikçi firmanın iş süreçleri kayıtları	
Tedarikçi iletişimi	
İki taraflı anlaşmalar	
Tedarikçi firmanın izlenimi	
Tedarikçinin istekliliği	
Tedarikçinin ürünle ilgili tecrübesi	
Ürün garanti süresi	
Satın alma fiyat iskontosu	Chaudhry vd., 1993
Tedarikçi firma kalite takımı ziyaretleri	
Tedarikçi firmanın yabancı para birimi kuru	Min, 1994
Tedarikçi vizyonunun firma vizyonuna uyumu	
Tedarikçi firmanın güvenilirliği	
Teknoloji	Vokurka vd., 1996
Gelecekteki üretim yetenekleri	
Tedarikçi firmanın gelişime açıklığı	
Tasarım/süreç geliştirme	Humphreys vd., 1998
Maliyet	
Hizmet	
Ürün hata ölçümleri	Ghodsypour ve O' Brien, 1998
Tedarikçi süreç yetenekleri	
Tedarikçinin değişimlere cevap verebilme yeteneği	
Tedarikçi süreç esnekliği	
Tedarikçi firmaya yapılan ödemelerdeki vergi miktarları	Motwani vd., 1999
Teknoloji yatırımları	
Destek hizmetlerinin kalitesi	
Tedarikçinin uzmanlığı	
Tedarikçinin üretim teknolojisi	Tam ve Tummala, 2001
Tedarikçi tarafından kullanılan kalite sistemi	
İşleme maliyeti	
Bakım maliyeti	
Tedarikçi ödeme vadesi	Bharadwaj, 2004
Tedarikçinin serbest bölgede deposunun olması	
Tedarikçi firmayla yapılan ticaretin miktarı	Liu ve Hai, 2005



Şekil 4.2 Tedarikçi seçim kriter hiyerarşisi

4.4.2 Seçim Kriterlerinin Belirlenmesi Sürecinin Adımları

Bu bölümde tedarikçi seçim kriterlerinin belirlenmesine yönelik olarak, iki algoritma kullanan sistematik bir prosedür sunulmaktadır. Birinci algoritmanın adımları izlenerek bir üst seviyeye geçme puanı olarak tanımlanan puan hesaplanmaktadır. İkinci sezgisel algoritma ise, birinci algoritmanın çıktıları kullanarak tedarikçi-satın alıcı arasındaki entegrasyon seviyesine karar verilmesini sağlamaktadır. Bu entegrasyon seviyesine karar verildikten sonra, buna bağlı olarak tedarikçi seçim sürecinde kullanılacak kantitatif ve kalitatif kriterler tanımlanabilmekte ve hiyerarşik yapıya dönüştürülebilmektedir. Şekil 4.3 seçim kriterlerinin tanımlanması sürecinin adımlarını göstermekte ve bu adımlar aşağıda açıklanmaktadır:



Şekil 4.3 Seçim kriterlerinin belirlenmesi sürecinin adımları

- *Adım 1: Çapraz fonksiyonel bir takımın oluşturulması:* Tedarikçi seçim kriterlerinin belirlenmesi envanter yönetimi, üretim planlama ve kontrol, nakit akışı, ürün/hizmet kalitesi gibi pek çok faaliyeti etkilemektedir. Bu nedenle, bu kararın farklı bakış açılarına sahip ve firmanın farklı departmanlarını temsil eden karar vericilerden oluşan bir çok disiplinli takım tarafından alınması gerekmektedir. Dolayısıyla ilk adım algoritmanın daha sonraki adımlarını uygulamak üzere, firmanın genel müdürü, üretim müdürü, kalite müdürü, satınalma müdürü, Ar-Ge müdürü gibi ilgili yöneticilerinden meydana gelen bir takımın oluşturulmasıdır.

- *Adım 2: Literatürden mümkün olduğu kadar seçim kriterinin toplanması ve listelenmesi:* Bölüm 4.4.1’de de belirtildiği gibi detaylı bir literatür araştırması gerçekleştirilerek, Dickson’un kriterleri ve bu kriterlere eklenenlerle birlikte 49 tedarikçi seçim kriteri Çizelge 4.2’de referanslarıyla listelenmektedir. Eğer karar vericiler değişen ihtiyaçları doğrultusunda farklı kriterleri de önemli görürse, bu yeni kriterleri önerilen şablona ekleyebilirler.
 - *Adım 3: Tedarikçi seçim kriterlerinin gruplandırılması ve kriter hiyerarşisinin oluşturulması:* Önceki çalışmalarda tanımlanan kriterlerin listelenmesinden sonra, Çizelge 4.2’deki kriterler Bölüm 4.4.1’de açıklandığı gibi hiyerarşik yapıya dönüştürülmektedir.
 - *Adım 4: Kriterlere ağırlıkların atanması ve her bir ana ve alt kriter için önem derecelerinin hesaplanması:* Her bir karar verici KV_n ($n = 1,2,...,N$), Çizelge 4.3’te gösterilen 1-5 skalasını kullanarak, Şekil 4.2’deki tüm kriterlere ağırlıklar atamaktadır. İkili karşılaştırmalar yerine bu skalanın kullanılmasının temel sebebi, kriter sayısının çok fazla olması nedeniyle oluşacak karşılaştırma sayısındaki artışla başa çıkabilmektir. Örneğin, kriter hiyerarşisinin ikinci düzeyi 35 tane alt kriterden oluşmaktadır. Bu durumda kriterler arasındaki ikili karşılaştırma sayısı $n(n-1)/2 = 595$ olacaktır. Bu durum çok fazla hesaplama güçlüğüne ve zaman kaybına sebep olacaktır. Karar verici karşılaştırma yapmadan direk olarak bir önem derecesi atayacağından, 1-5 skalasının kullanılması bu güçlükleri elemine edecektir.
- d_{in} , i . ana kritere n . karar vericinin atadığı önem derecesi ($i = 1,2,...,I$), d_{ijn} , i . ana kriterin j . alt kriterine n . karar vericinin atadığı önem derecesi ($j = 1,2,...,J$) ve d_{ijkn} , i . ana kriterin j . alt kriterinin k . alt kriterine n . karar vericinin atadığı önem derecesi ($k = 1,2,...,K$) olarak tanımlanmıştır. Eşitlik (4.1), (4.2) ve (4.3)’te gösterilen ortalamalar kullanılarak karar vericilerin kararları birleştirilmektedir:

$$d_i = \frac{\sum_{n=1}^N d_{in}}{N} \quad \forall i \text{ için} \quad (4.1)$$

$$d_{ij} = \frac{\sum_{n=1}^N d_{ijn}}{N} \quad \forall i, j \text{ için} \quad (4.2)$$

$$d_{ijk} = \frac{\sum_{n=1}^N d_{ijkn}}{N} \quad \forall i, j, k \text{ için} \quad (4.3)$$

Burada, d_i , i . ana kriterin önem derecesini, d_{ij} , i . ana kriterin j . alt kriterinin önem derecesini, d_{ijk} , i . ana kriterin j . alt kriterinin k . alt kriterinin önem derecesini göstermektedir. Daha sonra Pd_i , i . ana kriterin yüzde önem derecesi, Pd_{ij} , i . ana kriterin j . alt kriterinin yüzde önem derecesi, Pd_{ijk} , i . ana kriterin j . alt kriterinin k . alt kriterinin yüzde önem derecesi olarak tanımlanmıştır. Bu değerler eşitlik (4.4), (4.5) ve (4.6)'daki gibi önem derecelerinin skaladaki en yüksek değere bölünmesi ve yüz ile çarpılması ile elde edilmektedir.

Çizelge 4.3 Önem dereceleri ve açıklamaları

Önem Derecesi (d_{in} , d_{ijn} , d_{ijkn})	Açıklama
1	Önemli değil
2	Kısmen önemli
3	Önemli
4	Çok önemli
5	Kesinlikle önemli

$$Pd_i = \frac{d_i}{5} * 100 \quad \forall i \text{ için} \quad (4.4)$$

$$Pd_{ij} = \frac{d_{ij}}{5} * 100 \quad \forall i, j \text{ için} \quad (4.5)$$

$$Pd_{ijk} = \frac{d_{ijk}}{5} * 100 \quad \forall i, j, k \text{ için} \quad (4.6)$$

Bir sonraki aşamada yüzde önem derecelerini her bir alt kriterin bağlı olduğu üst kritere yansıtarak bağıl önem dereceleri hesaplanmaktadır. Bağıl önem dereceleri, Rd_i , i . ana kriterin bağıl önem derecesi, Rd_{ij} , i . ana kriterin j . alt kriterinin bağıl önem derecesi, Rd_{ijk} , i . ana kriterin j . alt kriterinin k . alt kriterinin bağıl önem derecesi olmak üzere eşitlik (4.7), (4.8) ve (4.9) ile hesaplanmaktadır:

$$Rd_i = Pd_i \quad \forall i \text{ için} \quad (4.7)$$

$$Rd_{ij} = Pd_i * Pd_{ij} \quad \forall i, j \text{ için} \quad (4.8)$$

$$Rd_{ijk} = Pd_i * Pd_{ij} * Pd_{ijk} \quad \forall i, j, k \text{ için} \quad (4.9)$$

- *Adım 5: Her bir tedarikçi-satın alıcı entegrasyon seviyesi için önemli olan kriterlerin belirlenmesi:* Problemin formülasyonu aşamasında da bahsedildiği gibi Ghoudsypour ve O'Brien (1998) ve Chan (2003) tedarikçi-satın alıcı entegrasyon seviyeleri (ES_m , $m = 1,2,3,4,5$) ve bu seviyeler için önemli olan kriterleri tanımlamıştır. Örneğin seviye A için kalite ve maliyet en önemli kriterler olmaktadır. Bu tanımlamalar anahtar olarak alınmış ve Şekil 4.2'deki alt kriterler değerlendirilerek bir entegrasyon seviyesi indeksi tanımlanmıştır. Bu indeks, her bir alt kriterin m . entegrasyon seviyesi için önemli olup olmadığını belirlemektedir. Bunun için S_{ijm} , i . ana kriterin j . alt kriterinin m . entegrasyon seviyesi için seviye indeksi, S_{ijkm} , i . ana kriterin j . alt kriterinin k . alt kriterinin m . entegrasyon seviyesi için seviye indeksi olarak aşağıdaki gibi tanımlamıştır:

$$S_{ijm} = \begin{cases} 1, & \text{Kriter ilgili entegrasyon seviyesi için önemliyse} \\ 0, & \text{Aksi takdirde} \end{cases}$$

$$S_{ijkm} = \begin{cases} 1, & \text{Kriter ilgili entegrasyon seviyesi için önemliyse} \\ 0, & \text{Aksi takdirde} \end{cases}$$

Çizelge 4.4, Şekil 4.2'deki her bir alt kriter için bir entegrasyon seviyesi indeksi şablonu olarak sunulmaktadır.

- *Adım 6: S_1 sezgisel algoritmasının uygulanması:* Bu adımın başlangıcında karar vericilerin 0 ile 1 arasında bir değer olan ω iyimserlik derecesini belirlemesi gerekmektedir. Bunun anlamı, bir kriter için bağıl önem derecesi ω değerine eşit veya üzerinde olması bu kriterin firma tarafından dikkate alınmaya değer olarak görülmesidir. Bu durumda yüksek bir ω değeri, yüksek iyimserlik düzeyini ifade etmektedir. Karar vericilerin algılamaları ve içerisinde bulundukları çevre her zaman istikrarlı olmadığı için, modelde farklı ω değerleri kullanılarak çıktılar üzerindeki etkileri analiz edilebilmektedir.

ω iyimserlik derecesine karar verildikten sonra bağıl önem dereceleriyle birlikte, S_1 algoritması Şekil 4.4'te gösterildiği gibi uygulanmaktadır. Burada ne_{ijm} , i . ana kriterin ikinci düzeyindeki ve m . entegrasyon seviyesindeki evet sayısı, no_{ijm} , i . ana kriterin ikinci düzeyindeki ve m . entegrasyon seviyesindeki olabilir sayısı, nh_{ijm} , i . ana kriterin ikinci düzeyindeki ve m . entegrasyon seviyesindeki hayır sayısı olarak tanımlanmıştır. Benzer şekilde ne_{ijkm} , i . ana kriterin üçüncü düzeyindeki ve m . entegrasyon seviyesindeki evet sayısı, no_{ijkm} , i . ana kriterin üçüncü düzeyindeki ve m . entegrasyon seviyesindeki olabilir sayısı, nh_{ijkm} , i . ana kriterin üçüncü düzeyindeki ve m . entegrasyon seviyesindeki hayır sayısı olarak tanımlanmıştır. “Evet” ifadesi firmanın değerlendirilen kriteri ilgili entegrasyon seviyesi için dikkate alması gerektiğini göstermektedir. “Olabilir” ifadesi ise,

değerlendirilen kriter ilgili entegrasyon seviyesi için önemli olmadığı halde, firma için önemli olduğu ve kararın takıma bırakıldığı anlamına gelmektedir. “Hayır” ifadesi ise, firmanın değerlendirilen kriteri ilgili entegrasyon seviyesi için dikkate almaması gerektiğini göstermektedir.

Ana kriterler düzeyinde toplam evet, olabilir ve hayır sayılarının hesaplanması için eşitlik (4.10), (4.11), (4.12) kullanılmaktadır.

$$ne_{im} = ne_{ijm} + ne_{ijkm} \quad \forall i, m \text{ için} \quad (4.10)$$

$$nh_{im} = nh_{ijm} + nh_{ijkm} \quad \forall i, m \text{ için} \quad (4.11)$$

$$no_{im} = no_{ijm} + no_{ijkm} \quad \forall i, m \text{ için} \quad (4.12)$$

Burada ne_{im} , i . ana kriterin m . entegrasyon seviyesindeki toplam evet sayısını, no_{im} , i . ana kriterin m . entegrasyon seviyesindeki toplam olabilir sayısını, nh_{im} , i . ana kriterin m . entegrasyon seviyesindeki toplam hayır sayısını göstermektedir.

Bundan sonra takım içerisindeki karar vericilerin “Evet”, “Olabilir” ve “Hayır” ifadeleri için ağırlıkları (we , wo , wh) ataması gerekmektedir. Buradan $\dot{U}SG_{im}$, i . ana kriterin m . entegrasyon seviyesinden bir üst seviyeye geçme puanı, her bir ana kriter ve her bir entegrasyon seviyesi için eşitlik (4.13) kullanılarak hesaplanabilmektedir:

$$\dot{U}SG_{im} = G_{im} * [(ne_{im} * we) + (no_{im} * wo)] \quad \forall i, m \text{ için} \quad (4.13)$$

Eşitlik (4.13)’teki G_{im} , i . ana kriterin m . entegrasyon seviyesinden bir üst seviyeye geçmesi ölçütünü göstermektedir. G_{im} ikili değişken olarak aşağıdaki gibi tanımlanmıştır:

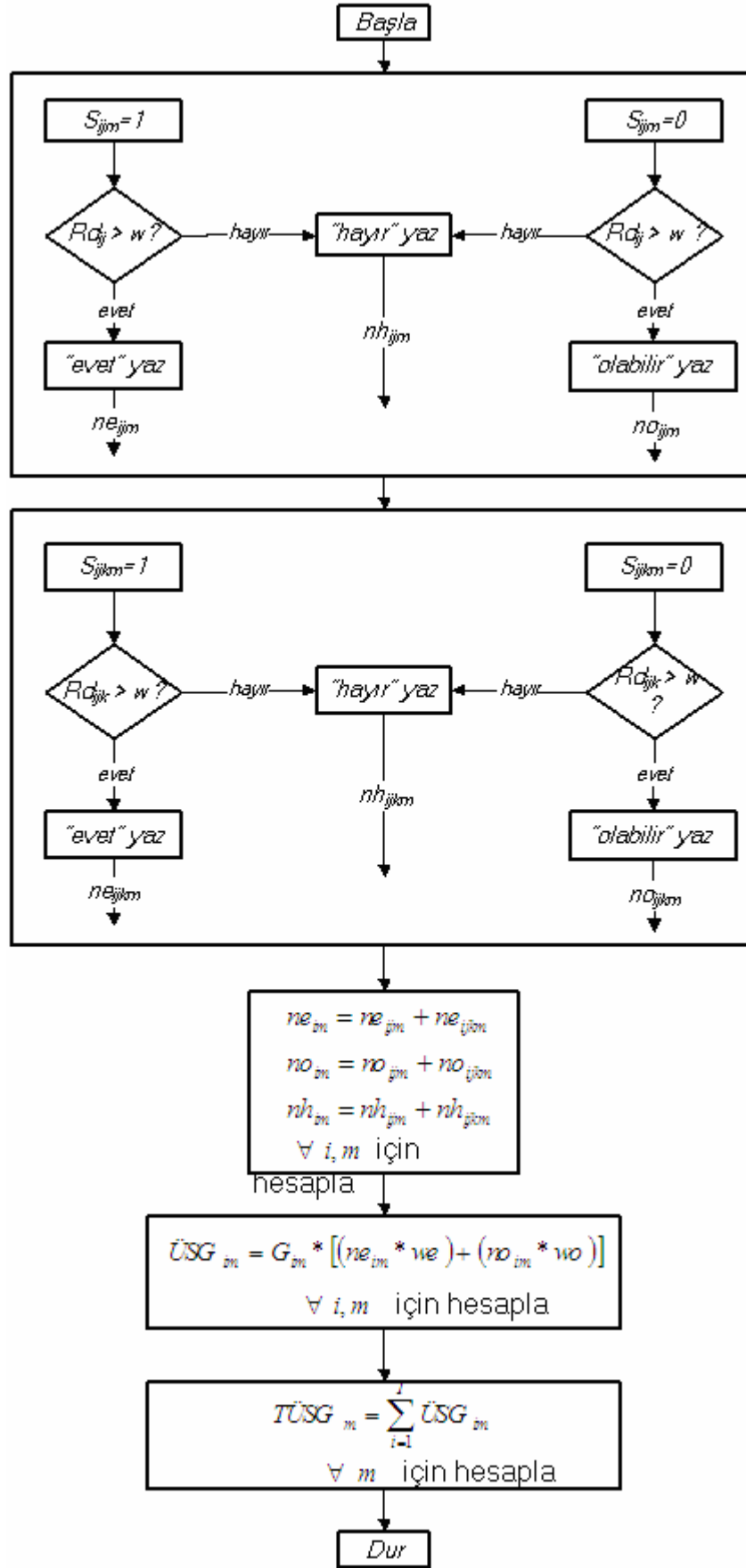
$$G_{im} = \begin{cases} 1, & \text{Kriter bir üst seviyeye geçmek için gerekliyse} \\ 0, & \text{Aksi takdirde} \end{cases}$$

Çizelge 4.5 her bir ana kriter için G_{im} değerlerinin şablonu olarak sunulmaktadır. S_I algoritmasının çıktısı olan $T\dot{U}SG_m$, m . entegrasyon seviyesinden toplam bir üst seviyeye geçme puanı eşitlik (4.14) kullanılarak hesaplanmaktadır:

$$T\dot{U}SG_m = \sum_{i=1}^I \dot{U}SG_{im} \quad \forall m \text{ için} \quad (4.14)$$

Çizelge 4.4 Entegrasyon seviyesi indeksi şablonu

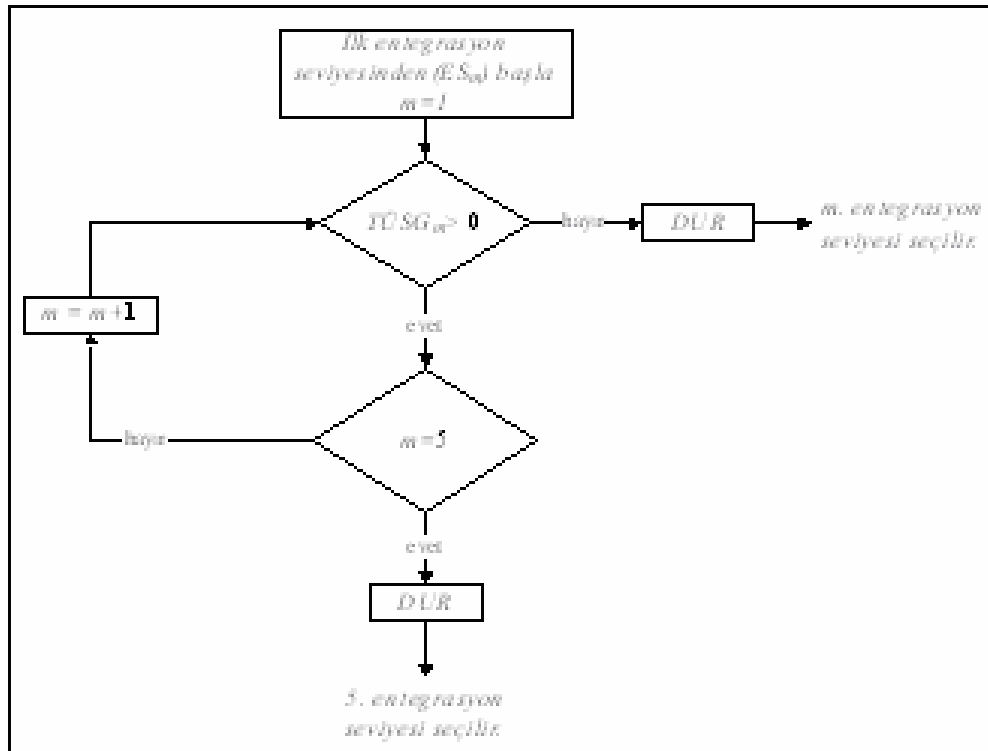
Tedarikçi Seçim Kriterleri	Entegrasyon seviyesi indeksleri (S_{ijm} , S_{ijkn})				
	Seviye A	Seviye B	Seviye C	Seviye D	Seviye E
	$m=1$	$m=2$	$m=3$	$m=4$	$m=5$
Maliyet					
Net fiyat	1	1	1	1	1
Satın alma fiyat iskontosu	1	1	1	1	1
Satın alma fiyat artırım	1	1	1	1	1
İşleme maliyeti	1	1	1	1	1
Tedarikçi lokasyonu	0	1	1	1	1
Bakım maliyeti	0	1	1	1	1
Tedarikçi ödeme vadesi	1	1	1	1	1
Tedarikçi firmanın yabancı para birimi kuru	1	1	1	1	1
Vergi miktarları	1	1	1	1	1
Kalite					
Ürün hata ölçümleri	1	1	1	1	1
Destek hizmetlerinin kalitesi	0	0	1	1	1
Ürün ambalajlama kalitesi	0	1	1	1	1
Tedarikçi tarafından kullanılan kalite sistemi	0	0	0	1	1
Tedarikçi firma kalite takımı ziyaretleri	0	0	0	1	1
Operasyonel kontroller	0	0	0	1	1
Hizmet					
Dağıtım	0	1	1	1	1
Üretim yetenekleri ve kapasiteleri	0	0	1	1	1
Tedarikçinin değişimlere cevap verebilme yeteneği	0	0	0	1	1
Tedarikçinin bakım desteği	0	0	1	1	1
Eğitim destekleri	0	0	0	1	1
Tedarikçinin serbest bölgede deposunun olması	0	1	1	1	1
Ürün garanti süresi	0	0	1	1	1
Tedarikçinin davranışı	0	0	0	1	1
Güvenilirlik					
Tedarikçi süreç yetenekleri	0	0	1	1	1
Tedarikçi süreç esnekliği	0	0	1	1	1
Tedarikçinin ürünle ilgili tecrübesi	0	0	0	1	1
Tedarikçi firmayla yapılan ticaretin miktarı	0	0	1	1	1
Tedarikçinin uzmanlığı	0	0	1	1	1
Tedarikçinin performans geçmişi	0	0	1	1	1
Tedarikçinin finansal pozisyonu	0	0	0	1	1
Tedarikçi firmanın izlenimi	0	0	1	1	1
Tedarikçi firmanın iş süreçleri kayıtları	0	0	0	1	1
Yönetim ve Organizasyon					
Tedarikçi vizyonunun firma vizyonuna uyumu	0	0	0	1	1
Tedarikçi iletişimi	0	0	0	1	1
Tedarikçi firmanın sektördeki ünü ve pozisyonu	0	0	0	1	1
Tedarikçi firmanın gelişime açıklığı	0	0	0	1	1
Tedarikçinin istekliliği	0	0	0	1	1
İki taraflı anlaşmalar	0	0	0	1	1
Teknoloji					
Tedarikçinin üretim teknolojisi	0	0	0	0	1
Teknik kapasite	0	0	0	0	1
Teknoloji yatırımları	0	0	0	0	1
Tasarım/süreç geliştirme	0	0	0	0	1
Gelecekteki üretim yetenekleri	0	0	0	0	1

Şekil 4.4 S_I algoritması

Çizelge 4.5 G_{im} değerleri şablonu

Ana Kriterler	G_{im}				
	Seviye A	Seviye B	Seviye C	Seviye D	Seviye E
	$m=1$	$m=2$	$m=3$	$m=4$	$m=5$
Maliyet	0	0	0	0	0
Kalite	0	0	0	0	0
Hizmet	1	0	0	0	0
Güvenilirlik	1	1	0	0	0
Yönetim ve Organizasyon	1	1	1	0	0
Teknoloji	1	1	1	1	0

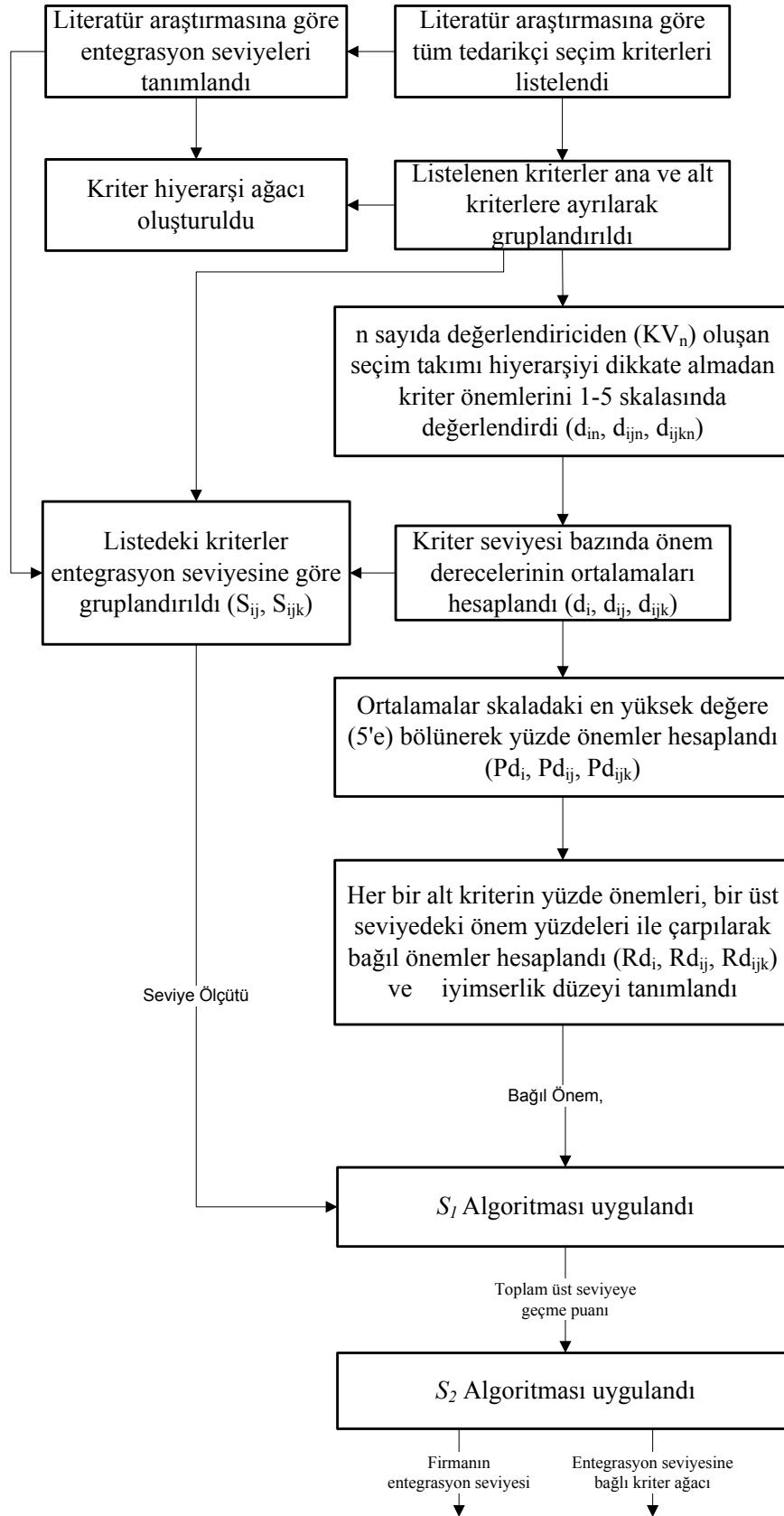
- *Adım 7: S_2 sezgisel algoritmasının uygulanması:* S_2 sezgisel algoritması Şekil 4.5'te gösterilmektedir. Bu algoritma uygulanarak tedarikçi seçim sürecindeki en önemli kararlardan biri olan tedarikçi-satın alıcı arasındaki entegrasyon seviyesinin belirlenmesi sağlanabilmektedir. Bu sezgisel algoritma S_1 sezgisel algoritmasının çıktısı olan toplam bir üst seviyeye geçme ölçütünü baz almaktadır. Bu adımın sonucunda belirlenen entegrasyon seviyesinde “evet” ve “olabilir” değerlerini alan x_{ij} ve x_{ijk} alt kriterleri ve seçilen alt kriterlerin x_i ana kriterleri tedarikçi seçim sürecinde söz konusu firmanın kullanacağı seçim kriterleri olarak listelenebilmekte ve kriter hiyerarşisi oluşturulabilmektedir.

Şekil 4.5 S_2 algoritması

Şekil 4.6 sunulan seçim kriterlerinin tanımlanması sürecinin adımlarını daha detaylı olarak özetlemektedir. Seçim kriterlerinin belirlenmesi için sunulan bu yaklaşım, öncelikle arzu edilen tedarikçi-satın alıcı entegrasyon seviyesinin belirlenmesini ve ardından bu seviyeyi göz önüne alarak kalitatif ve kantitatif seçim kriterlerinin tanımlamasını sağlayan kapsamlı ve sistematik bir metottur. Daha önceki çalışmalarda araştırmacılar önceden belirlenmiş bazı kriterleri kullanmayı önerirken, sunulan metodun adımlarının uygulanması ile karar vericiler kolaylıkla entegrasyon seviyesini belirleyebilmekte ve buna bağlı olarak kullanılacak kriterleri tanımlayabilmektedir. Önerilen yaklaşım farklı bir durumda takım üyeleri tarafından ihtiyaç duyulacak herhangi bir spesifik kriterin kolaylıkla eklenebilmesi esnekliğini sağlamaktadır. Benzer şekilde, değerlendirme takımına yeni bir üyenin eklenmesi de algoritmanın çalışmasını zorlaştırmamaktadır.

Aslında teorik olarak bir çok kriterli karar verme metodu Şekil 4.2’de görülen tüm kriterlerin tedarikçi seçim sürecinde kullanılmasına imkan vermektedir. Fakat tüm kriterleri kullanmak yerine, uygun kriterlerin kullanılması yapılacak ikili karşılaştırmaların sayısını ve buna bağlı olarak hesaplama güçlüklerini azaltmaktadır. Aynı zamanda da, karar vericilerde oluşabilecek önyargıların da elemine edilmesine veya azalmasına sebep olmaktadır. Bu aşamada karar vericiler, karmaşık bir matematiksel modelin zorluklarından kaçınarak basit ve sezgisel bir prosedür ile desteklenmektedir. Sunulan yaklaşımın bir diğer avantajı, mevcut durumdan hareketle seçim kriterlerinin sayısını azaltması ve böylece sürecin diğer aşamalarındaki hesaplama zamanını ve çabasını azaltmasıdır. Uygulama sürecinde hesaplamaların kolaylığı için tüm girdiler MS Excel’e aktarılabilmektedir. Önerilen 1-5 skalasının kullanılması da karar vericilerin, karışıklığa sebep olabilecek ikili karşılaştırmalardan kaçınmasını sağlamaktadır. Ayrıca karar vericiler ω iyimserlik derecesinin farklı değerlerini kullanarak son kararın ne şekilde değişeceğini de analiz edebilmektedirler.

Sonuç olarak, bu süreç tamamlandığında firmanın tedarikçileriyle entegrasyon seviyesi ve bir sonraki aşamaya geçecek olan seçim kriterleri listesi hiyerarşik bir yapıda belirlenmiş olmaktadır.



Şekil 4.6 Seçim kriterlerinin belirlenmesi sürecinin akışı

4.5 Niteliklerin Belirlenmesi

Niteliklerin belirlenmesi aşaması modelde iki adımda gerçekleştirilmiştir. Bu adımlardan birincisi, tespit edilen kriter listesinin seçim prosesindeki firma tarafından önem derecelerinin belirlenmesidir. Kriterlerin firma için önem derecelerinin belirlenmesi için Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi yöntemi kullanılmıştır. Niteliklerin belirlenmesinde ikinci adım olarak, firma tarafından ağırlıkları tespit edilen kriterler için maksimum – minimum yaklaşımı kullanılarak ilgili kriteri en iyi gerçekleyen tedarikçi kümesinin belirlenmesidir.

4.5.1 Seçim Kriterlerinin Ağırlıklandırılması

Kullanılacak olan seçim kriterleri tanımlandıktan sonra, seçim takımı tedarikçi seçim sürecinin bir sonraki aşamalarını uygulamaya devam edebilmektedir. Başka bir deyişle, seçilen kriterler üzerinde tedarikçi performansını değerlendirebilmekte ve herhangi bir çok kriterli karar verme metodunu kullanarak performans ölçümlerine göre tedarikçileri puanlayabilmektedir. Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) en çok kullanılan çok kriterli karar verme metodlarından biridir. AHP'nin temel avantajlarından biri, çok sayıda kriterle başa çıkabilmenin diğer metotlara göre daha kolay olmasıdır. Buna ek olarak, anlaşılması kolay bir metottur ve hem kalitatif hem de kantitatif kriterlerin değerlendirilmesinde uygundur. Metodun uygulanması, ağır ve sıkıcı matematiksel hesaplamalar içermemektedir (Kahraman vd., 2004).

Tedarikçi seçimi problemlerinde de son seçim kararının verilmesi aşamasında AHP, birçok yazar tarafından kullanılmıştır (Barbarosoğlu ve Yazgaç, 1997; Ghodsypour ve O'Brien, 1998; Tam ve Tummala, 2001; Chan, 2003; Kahraman vd., 2004; Liu ve Hai, 2005). Bu tez çalışmasında önerilen tedarikçi seçim modelinde ise, bir önceki bölümde sunulan seçim kriterlerinin belirlenmesine yönelik metodoloji ile AHP uygulaması öncesinde karar vericilerin hangi kriterleri hiyerarşiye dahil edeceğine dönük sistematik bir yol sunulmaktadır. Bu şekilde, karar vericiler tedarikçi seçim sürecinde iyi ve doğru tanımlanmış kriterleri kullanabilmektedir.

Uzun zamandan beri pek çok fiziksel gerçek hayat durumlarının tam olarak tanımlanmasının mümkün olmadığı kabul edilmiştir. Bunun nedeni gerçek dünya durumlarında yüksek derecede baskı olmasıdır. Karar vericiler genellikle, sabit değer atamalarındansa, aralıklar ile çalışmayı daha güvenilir bulmaktadır. Zadeh (1965) doğal bulanıklığı ölçmek için bulanık küme teorisini tasarlamıştır. Bulanıklık, üyelikten üye olmayana keskin bir geçiş olmayan birbirine kümelerle birleşmiş bir etki tipidir. Hala, çok sayıda araştırmacı, verilerin ya da eski

bilgilerin bulanık olduğu problemlerle karşı karşıya gelmektedir. Bu durum kısmen belirsiz kavramlar ve yargı kurallarıyla sürekli süzgeçten geçirilen bilgi için, karar destek sistemleri ve uzman sistemler oluşturan insanlar için kritik hale gelmiştir. Bu noktada çok kriterli karar verme metodlarının bulanık hallerinin kullanılması yoluna gidilmektedir.

Bu tez çalışmasında önerilen karar destek modelinde de bir önceki adımda belirlenen kriterlerin ağırlıklandırılmasında bulanık AHP metodu kullanılmaktadır. Bir sonraki kısımda bulanık sayılar, bulanık küme teorisi, bulanık AHP ve boyut analizi metodu açıklanmaktadır.

4.5.1.1 Bulanık Sayılar ve Bulanık Kümeler

Bulanık küme ile ilgili kavramlar ilk olarak 1964 yılında Zadeh tarafından ele alınmıştır. Zadeh, bir sistemdeki karmaşıklığın yarattığı belirsizliğin farklı görünümelerini ve kişilerin algılama farklılıklarını, 1965 yılında “bulanık kümeler” adı altında yayınlanan makalesinde ele almıştır. Zadeh’e 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 belirsizliğe veya kesin olmama haline bulanıklık denir. İnsanların düşünce biçimindeki algılama farklılıkları, onların sübjektif davranışları ve hedeflerindeki belirsizlikler bulanıklık olgusu ile açıklanabilmektedir (Zadeh, 1965).

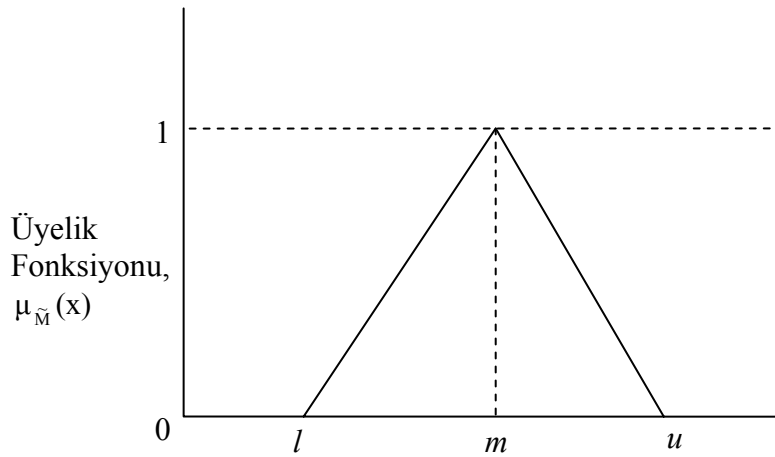
Küme üyeliğinin belirlendiği sınır koşulu, bulanık kümelerde esnek bir yapıda ifade edilmektedir. Diğer bir deyişle, bulanık kümelerde, küme üyeliğinin kısmi üyeliğe geçişi sağlanarak, geleneksel küme teorisi geliştirilmektedir. Böylece, bulanık küme teorisinde kümeye tam olarak üye olan nesnelerden, kümeye tamamen üye olmayan nesnelere doğru esnek ve dereceli bir geçişe izin verilmektedir. Geleneksel kümeler ile bulanık kümeler arasındaki en temel fark üyelik fonksiyonlarıdır. Geleneksel bir küme sadece bir üyelik fonksiyonuyla nitelenebilirken, bulanık bir küme teorik olarak sonsuz sayıda üyelik fonksiyonu ile nitelenebilmektedir. 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. Bulanık bir kümenin üyelik fonksiyonunu belirleme süreci, kavramların uygulamadaki anlamına dayanarak sezgisel olarak da yapılmaktadır. Bulanık kümelerin üyelik fonksiyonlarındaki çeşitlilik, yöneticilerin karar almadaki belirsizliklerini azaltmaktadır. Yöneylem araştırmasının karar almada sıkça kullanılan doğrusal programlama, doğrusal olmayan programlama, tamsayı programlama, hedef programlama, çok amaçlı karar verme, dinamik programlama, ulaştırma modelleri, oyun teorisi ve şebeke analizi gibi bir çok alanda bulanık küme teorisi uygulanabilmektedir (Özkan, 2003).

Bulanık işlemler ilk olarak Dubois ve Prade (1983) tarafından ortaya atılmıştır (Triantaphyllou, 2000). Daha sonra bu işlemler birçok yazar tarafından kullanılarak geliştirilmiştir. Örneğin Van Laarhoven ve Pedrycz (1983), Buckley (1985) ve Boender vd. (1989) gibi yazarlar Dubois ve Prade (1983) tarafından tanıtılan bulanık işlemleri kullanarak AHP'nin bulanık versiyonunu geliştirmişlerdir. Bu tez çalışmasında bulanık üçgensel sayılar kullanılmaktadır. Bunun sebebi, karmaşık yamuk sayılarla karşılaştırıldığında, üçgensel sayıların daha basit olmasıdır (Triantaphyllou, 2000).

Bir bulanık üçgensel sayı, $l \leq m \leq u$ olmak üzere, $\tilde{M} = (l, m, u)$ şeklinde ifade edilmektedir.

Üyelik fonksiyonu $\mu_{\tilde{M}}(x)$ ise eşitlik (4.15)'teki gibi tanımlanmakta ve Şekil 4.7'de gösterilmektedir:

$$\mu_{\tilde{M}} = \begin{cases} 0, & x < l \\ \frac{x-l}{m-l}, & l \leq x \leq m \\ \frac{u-x}{u-m}, & m \leq x \leq u \\ 0, & x > u \end{cases} \quad (4.15)$$



Şekil 4.7 Üçgensel üyelik fonksiyonu (Özkan, 2003)

İki bulanık üçgensel sayı için temel işlemler ilk olarak Van Laarhoven ve Pedrycz (1983) tarafından geliştirilmiştir. 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:

$M_1 \oplus M_2 = (M_{1l} + M_{2l}, M_{1m} + M_{2m}, M_{1u} + M_{2u})$	Toplama	
$M_1 \otimes M_2 = (M_{1l} \times M_{2l}, M_{1m} \times M_{2m}, M_{1u} \times M_{2u})$	Çarpma	
$\ominus M_1 = (-M_{1u}, -M_{1m}, -M_{1l})$	Negatif	(4.16)
$1/M_1 \cong (1/M_{1u}, 1/M_{1m}, 1/M_{1l})$	Bölme	
$\ln(M_1) \cong (\ln(M_{1l}), \ln(M_{1m}), \ln(M_{1u}))$	Logaritma	
$\exp(M_1) \cong (\exp(M_{1l}), \exp(M_{1m}), \exp(M_{1u}))$	Üssel	

4.5.1.2 Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi

Bu tez çalışmasında geliştirilen modelin seçim kriterlerinin ağırlıklandırılması aşamasında önerilen bulanık analitik hiyerarşi prosesinin (AHP) uygulama adımları aşağıda gösterilmektedir:

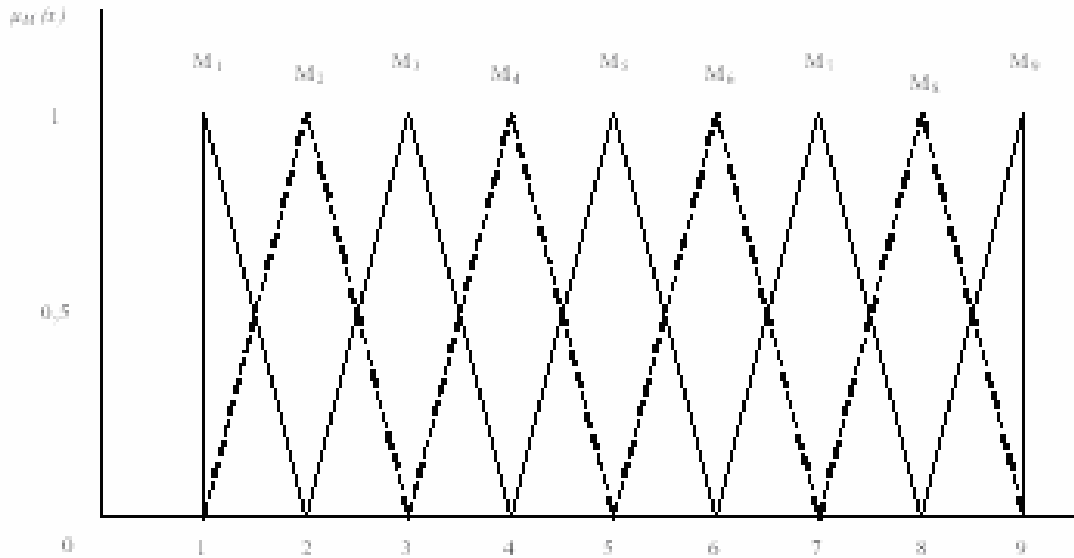
- *Adım 1: İkili karşılaştırma matrislerinin hazırlanması:* Bu adımda seçim kriterlerinin belirlenmesi aşamasından elde edilen kriter ağacı kullanılarak tüm ikili karşılaştırma matrisleri karar vericilerin doldurmasına hazır hale getirilmektedir. Bu sırada, matrisleri doldururken karar vericilerin kullanacağı ölçek de hazırlanmaktadır.

Literatürde birçok uygulamada, AHP ikili karşılaştırma matrislerindeki değerlendirmelerin belirsizliğini dikkate alabilmek için bulanık üçgensel sayılar kullanmak suretiyle bulanık olarak uygulanmaktadır. Örneğin Weck vd. (1997) klasik AHP'ye bulanık mantığın matematiğini eklemek suretiyle farklı üretim çevrimi alternatiflerini değerlendirmeye yönelik bir metot sunmaktadır. İncelenen her bir üretim çevrimi bir bulanık küme olarak değerlendirilmiştir. Deng (1999) kalitatif çok kriterli analiz problemleri için bir bulanık AHP yaklaşımı sunmaktadır. Lee vd. (1999) AHP'nin ardındaki temel düşünceleri gözden geçirerek, karşılaştırma aralığı kavramını tanımlamakta ve karşılaştırma sürecinin bulanık yapısına yönelik stokastik optimizasyon temeline dayanan bir metodoloji önermektedir. Zhu vd. (1999) bulanık AHP uygulamaları ve boyut analizi metodu üzerinde tartışmaktadır. Kuo ve Chen (2002) yeni bir mağaza yeri seçimi için bir karar destek sistemi geliştirmiştir. Önerilen sistemin ilk komponenti bulanık AHP uygulaması için hiyerarşik yapının oluşturulmasıdır. Kahraman vd. (2003) fabrika yeri seçimi problemi için bulanık AHP de dahil olmak üzere dört farklı çok kriterli karar verme metodu sunmaktadır. Bozdağ vd. (2003) somut ve soyut faktörleri göz önüne alarak en iyi bilgisayarla bütünleşik imalat sisteminin seçimi problemine bulanık AHP tekniğini uygulamaktadır. Kahraman vd. (2004) yemek firmalarını müşteri memnuniyetine göre karşılaştırmak için

bulanık AHP tekniğini kullanmaktadır.

Bu tez çalışmasındaki bulanık AHP uygulamasında, Saaty'nin Çizelge 3.4'te verilen skalası bulanıklaştırılmıştır. δ , kararın bulanıklık derecesini göstermek için kullanılan bir sabittir. Büyük δ değeri kararın yüksek bulanıklığa sahip olduğunu göstermektedir. δ 0'a eşit olduğu zaman bulanık olmayan sayılar elde edilmektedir. Zhu vd. (1999) δ 'nın 0.5'ten büyük veya eşit olması gerektiğini bildirmektedir. Bu tez çalışmasında da $\delta =1$ olarak belirlenmiştir.

Şekil 4.8 kullanılan üçgensel sayıları ve üyelik fonksiyonlarını göstermektedir. Şekilden de görüldüğü gibi M_1, M_3, M_5, M_7, M_9 ana değerler için kullanılırken, M_2, M_4, M_6 ve M_8 ara değerleri göstermektedir. Eğer bir karar verici i kriterini j kriteri ile karşılaştırdığında güçlü önemi ifade ediyorsa bu durumda $M=(4,5,6)$ üçgensel sayısını kullanacaktır. Eğer j kriteri i kriterinden daha az önemli ise bu durumda $M=(1/6, 1/5, 1/4)$ ters üçgensel sayısını kullanacaktır.



Şekil 4.8 Kullanılan bulanık üçgensel sayıların üyelik fonksiyonları

- *Adım 2: İkili karşılaştırma matrislerinin karar vericiler tarafından doldurulması:* Bu adımda karar vericiler, birinci adımda tanımlanan bulanık skalayı ve üyelik fonksiyonlarını kullanarak ikili karşılaştırma matrislerini doldurmaktadır. Örneğin üç karar vericinin ikili karşılaştırma matrisini Çizelge 4.6'da doldurduğunu düşünelim.

Çizelge 4.6 Üç karar verici tarafından doldurulan örnek ikili karşılaştırma matrisi

	Kriter 1	Kriter 2	Kriter 3
Kriter 1			(1,1,2)
	(1,1,1)	(1,2,3) (2,3,4) (1,1,2)	(1,1,2) (1,2,3)
Kriter 2	(1/3,1/2,1/1) (1/4,1/3,1/1) (1/2,1/1,1/1)	(1,1,1)	(1,1,2) (1,2,3) (1,1,2)
Kriter 3	(1/2,1/1,1/1) (1/2,1/1,1/1) (1/3,1/2,1/1)	(1/2,1/1,1/1) (1/3,1/2,1/1) (1/2,1/1,1/1)	(1,1,1)

Karar vericilerin kararları birleştirilirken yapılan hesaplamada eşitlik (4.16)'da üçgensel sayıların toplanması ile ilgili verilen formülasyonlar kullanılmaktadır. Örneğin kriter 1 ve kriter 2'nin değerlendirmelerinin birleştirilmiş hali aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır (Kwong ve Bai, 2003):

$$(1+2+1)/3=1.33,$$

$$(2+3+1)/3=2,$$

$$(3+4+2)/3=3.$$

Çizelge 4.7, üç karar vericinin doldurduğu ikili karşılaştırma matrislerindeki kararların birleştirilmesi ile oluşan sonuç matrisini göstermektedir.

Çizelge 4.7 Birleştirilmiş ikili karşılaştırma matrisi

	Kriter 1	Kriter 2	Kriter 3
Kriter 1	(1,1,1)	(1.33,2,3)	(1.00,1.33,2.33)
Kriter 2	(0.33,0.50,0.75)	(1,1,1)	(1.00,1.33,2.33)
Kriter 3	(0.43,0.75,1.00)	(0.43,0.75,1.00)	(1,1,1)

- *Adım 3: İkili karşılaştırma matrislerinin tutarlılık analizlerinin yapılması:* Bu adımda karar vericiler tarafından doldurulan bulanık matrisler duru hale dönüştürülerek tutarlılıkları test edilmektedir. Saaty tarafından geliştirilen AHP metodolojisi, her bir karşılaştırma matrisinde herhangi bir tutarsızlık olup olmadığını belirlemek için bir tutarlılık indeksi kullanımını önermektedir.

Tutarlılık indeksi, CI ve tutarlılık oranı, CR , eşitlik (3.1), (3.2) ve (3.3) kullanılarak hesaplanabilmektedir. Eşitliklerdeki RI değeri ise, n 'e göre değişen ve Çizelge 3.7'de

gösterilen rassal indeks olmaktadır. Eğer hesaplanan CR değeri, %10'dan küçükse, yapılan karşılaştırma değerlendirmeleri kabul edilebilir ve tutarlıdır. Aksi takdirde karar vericiler tarafından yapılan değerlendirmeler tutarsız olarak nitelendirilmekte ve karar verici ikili karşılaştırma matrisinin doldurulmasını yinelemektedir.

Bu formülasyonları karar vericiler tarafından doldurulan bulanık matrislerde uygulayabilmek için, matrislerin öncelikle durulaştırılması gerekmektedir. $M = (l, m, u)$ şeklinde ifade edilen bir bulanık üçgensel sayı eşitlik (4.17) kullanılarak durulaştırılabilmektedir (Kwong ve Bai, 2003):

$$M_{\text{duru}} = (4m + l + u) / 6 \quad (4.17)$$

Örneğin aşağıdaki ikili karşılaştırma matrisini ele alalım ve bu matrisin tutarlı olup olmadığını kontrol edelim:

$$C_1 = \begin{bmatrix} (1,1,1) & (2.33,3.33,4.33) & (0.43,0.75,3.03) & (0.67,1.67,2.67) \\ (0.23,0.3,0.43) & (1,1,1) & (0.2,0.25,0.37) & (0.33,0.5,1.0) \\ (0.33,1.33,2.33) & (3,4,5) & (1,1,1) & (1.33,2.33,3.33) \\ (0.37,0.6,1.49) & (1,2,3) & (0.3,0.43,0.75) & (1,1,1) \end{bmatrix}$$

Eşitlik (4.17)'yi kullanarak hesaplanan duru matris aşağıda görülmektedir:

$$C_{1_duru} = \begin{bmatrix} 1.0000 & 3.3300 & 1.0767 & 1.67 \\ 0.3100 & 1.0000 & 0.2617 & 0.5550 \\ 1.3300 & 4.0000 & 1.0000 & 2.3300 \\ 0.7167 & 2.0000 & 0.4617 & 1.0000 \end{bmatrix}$$

Burada artık duru formda olan C_1 matrisi üzerinde klasik AHP hesaplamaları yapılabilmektedir. Bu hesaplamalarda satır değerlerinin toplamı alınarak normalize edilmekte ve öncelik vektörüne ulaşılmaktadır. Daha sonra, öncelik vektörü ile duru matrisin vektörel çarpımı yapılmakta ve elde edilen sütun vektörün değerlerinin toplamı alınarak özdeğerlerin en büyüğü olan $\lambda_{\max}$ hesaplanmaktadır. Bu örnek için $\lambda_{\max}$ 4.2208 olarak hesaplanmaktadır. $n=4$ olduğu için, RI değeri, 0.9 olarak Çizelge 3.7'den okunmaktadır. Bundan sonra tutarlılık indeksi ve tutarlılık oranı aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır:

$$CI = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1) = (4.2208 - 4) / (4 - 1) = 0.0736,$$

$$CR = (CI / RI) = (0.0736 / 0.9) = 0.0792 \leq 0.1.$$

Diğer tüm matrisler için de tutarlılık oranları hesaplandıktan sonra, tüm değerler %10'nun altında ise, karşılaştırma matrislerinin tutarlı olduğu kabul edilerek bir sonraki aşamaya geçilmektedir. Aksi takdirde, karar vericiler matrisler üzerindeki atamalarını kontrol ederek yinelemektedir.

- Adım 4: Boyut analizi metodunun adımlarının uygulanması:* Birçok yazar tarafından tanımlanan çok çeşitli bulanık AHP metodu bulunmaktadır. Bu metotlar, bulanık küme teorisi ve hiyerarşik yapı analizi kavramlarını kullanarak alternatif seçimi problemlerine yönelik olarak geliştirilmiş sistematik yaklaşımlardır. Bulanık AHP konusundaki ilk çalışma Van Laarhoven ve Pedrycz (1983) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada yazarlar, üçgensel üyelik fonksiyonları ile tanımlanan bulanık oranları karşılaştırmaktadır. Buckley (1985) ise karşılaştırma oranlarının bulanık önceliklerini yamuk üyelik fonksiyonlarını kullanarak belirlemektedir. Boender vd. (1989) bulanık AHP uygulamasında karar vericilerin karşılaştırma kararlarını verirken orijinal Saaty skalası yerine geometrik oran skalasının kullanılmasını önermektedir. Stam vd. (1996) yakın zamanda geliştirilmiş yapay zeka tekniklerinin AHP'deki tercih sıralamalarının belirlenmesinde kullanılabilirliğini incelemektedir. Chang (1996) bulanık AHP'ye yönelik yeni bir yaklaşım geliştirmiştir. Bu yaklaşımda, ikili karşılaştırmalar için üçgensel bulanık sayılar ve ikili karşılaştırmaların sentetik boyut değerleri için boyut analiz metodu kullanılmaktadır. Cheng (1997) bulanık AHP ile ilgili olarak üyelik fonksiyonun derecesine dayalı yeni bir algoritma önermektedir. Geliştirilen çok sayıdaki bulanık AHP metodu içerisinde Chang (1992) tarafından ortaya konan “*boyut analizi*” yaklaşımı en çok kabul gören ve kullanılan yaklaşım olmaktadır. Çizelge 4.8 literatürdeki bulanık AHP tekniklerinin bir karşılaştırmasını göstermektedir. Bu karşılaştırma metotların teorik yapılarındaki önemli farklılıkları ortaya konmak suretiyle yapılmaktadır. Aynı zamanda her bir metodun avantaj ve dezavantajlarını da göstermektedir. Bu karşılaştırmadan ve metotların güçlü ve zayıf yönlerinden hareketle, bu tez çalışmasında bir önceki adımda belirlenen kalitatif ve kantitatif kriterlerin ağırlıklandırılmasında Chang'ın (1992, 1996) “*boyut analizi*” metodu kullanılmaktadır. Bu metodun seçilmesinin en önemli sebebi metodun adımlarının diğer bulanık AHP metotlarına kıyasla daha kolay olması ve klasik AHP'ye çok benzemesidir.

Aşağıda bulanık AHP üzerinde uygulanacak olan Chang'ın “*boyut analizi*” metodunun adımları verilmektedir. Bu metotta, $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ kriter seti olmak üzere, her bir kriter için m boyut analizi değeri, $M_{gi}^1, M_{gi}^2, \dots, M_{gi}^j$ ($i = 1, 2, \dots, n$) şeklinde elde edilmektedir. Burada M_{gi}^j değerleri, parametreleri l , m ve u olan bulanık üçgensel sayılardır. Burada l , mümkün olan en az değer, m , en mümkün olan değer ve u , mümkün olan en büyük değer olmaktadır. Bir bulanık üçgensel sayı (l, m, u) şeklinde gösterilmektedir.

Çizelge 4.8 Farklı bulanık AHP metotlarının karşılaştırılması (Büyüközkan vd., 2004)

Referans	Metodun ana karakteristikleri	Avantajları (A) ve dezavantajları (D)
Van Laarhoven ve Pedrycz (1983)	- Saaty'nin AHP metodunun bulanık üçgensel sayılarla genişletilmesi - Bulanık ağırlıkların ve bulanık performans skorlarının elde edilmesinde Lootsma'nın logaritmik en küçük kareler metodu kullanılır.	(A) Çok sayıda karar vericinin fikirleri iki taraflı matriste modellenebilmektedir. (D) Lineer eşitlikler için her zaman bir çözüm bulunamaz. (D) Küçük bir problem için bile çok büyük hesaplama güçlükleri bulunmaktadır. (D) Sadece bulanık üçgensel sayıların kullanımına izin vermektedir.
Buckley (1985)	- Saaty'nin AHP metodunun bulanık yamuk sayılarla genişletilmesi - Bulanık ağırlıkların ve bulanık performans skorlarının elde edilmesinde geometrik ortalama metodu kullanılır.	(A) Bulanık durumlara doğru genişletmek kolaydır. (A) İki taraflı karşılaştırma matrisinin tek bir çözümünü garanti etmektedir. (D) Hesaplama güçlükleri bulunmaktadır.
Boender, de Gran ve Lootsma (1989)	- Van Laarhoven ve Pedrycz'in metodunu revize eder. - Önceliklerin normalizasyonunda daha sağlam bir yaklaşım sunar.	(A) Çok sayıda karar vericinin fikirleri modellenebilmektedir. (D) Hesaplama güçlükleri bulunmaktadır.
Chang (1996)	- Sentetik boyut değerleri - Kolay sıralama - Karışık toplam sıralama	(A) Hesaplama güçlükleri diğerlerine kıyasla daha azdır. (A) Duru AHP'nin adımlarını takip etmektedir. İlave işlemler içermemektedir. (D) Sadece bulanık üçgensel sayıların kullanımına izin vermektedir.
Cheng (1996)	- Bulanık standartlar oluşturur. - Performans skorlarını üyelik fonksiyonlarıyla gösterir. - Toplam ağırlıkların hesaplanmasında entropi görüşünü kullanır.	(A) Hesaplama güçlüğü çok fazla değildir. (D) Olasılık dağılımının bilindiği durumlarda entropiyi kullanmaktadır. (D) Metot olasılık ölçümlerine dayanmaktadır.

Chang'ın boyut analizi metodunun adımları şu şekildedir (Kahraman vd., 2003):

- *Adım 1:* i . kriter için bulanık sentetik boyut değeri aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanır:

$$S_i = \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \otimes \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1} \quad (4.18)$$

l_j , bulanık sayının en alt değeri, m_j , bulanık sayının orta değeri ve u_j , bulanık sayının en üst değeri olmak üzere,

$$M_{gi}^j = \left(\sum_{j=1}^m l_j, \sum_{j=1}^m m_j, \sum_{j=1}^m u_j \right) \quad (4.19)$$

şeklinde hesaplanmaktadır.

$\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1}$ değeri ise aşağıdaki eşitlik ile hesaplanmaktadır:

$$\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1} = \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^n u_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n m_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n l_i} \right) \quad (4.20)$$

- *Adım 2:* $M_2 = (l_2, m_2, u_2) \geq M_1 = (l_1, m_1, u_1)$ olma olasılığı $V(M_2 \geq M_1)$ aşağıdaki fonksiyon ile hesaplanmaktadır:

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

M_2 ve M_1 değerlerini karşılaştırabilmek için, hem $M_2 \geq M_1$ hem de $M_1 \geq M_2$ karşılaştırmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

- *Adım 3:* Bir M değerinin diğer M_i değerlerinden büyük olma durumu aşağıdaki eşitlikle ifade edilmektedir:

$$\begin{aligned} V(M \geq (M_1, M_2, \dots, M_k)) &= V[(M \geq M_1) \text{ ve } (M \geq M_2) \text{ ve } \dots \text{ve } (M \geq M_k)] \\ &= \min V(M \geq M_i) \quad i = 1, 2, 3, \dots, k. \end{aligned} \quad (4.22)$$

$d'(A_i) = \min V(S_i \geq S_k)$ ise ağırlık vektörü aşağıdaki şekilde verilmektedir:

$$W' = (d'(A_1), d'(A_2), \dots, d'(A_n))^T \quad (4.23)$$

- *Adım 4:* Normalizasyon yapıldıktan sonra, normalize edilmiş ağırlık vektörü aşağıdaki gibidir:

$$W = (d(A_1), d(A_2), \dots, d(A_n))^T \quad (4.24)$$

Bu algoritmanın sonunda her düzey ve her bir kriter için bulanık olmayan ağırlık vektörüne ulaşılmaktadır. Böylelikle seçim kriterlerinin belirlenmesi aşamasından gelen kriterler, hiyerarşik yapıları da dikkate alınarak birbirine göre ikili karşılaştırmalar kullanılarak ağırlıklandırılmış olmaktadır. Bu sürecin sonunda elde edilen kriter ağırlıkları, etkin tedarikçi kümesinin belirlenmesi modelinde parametre olarak kullanılmaktadır.

4.5.2 Etkin Tedarikçi Kümesinin Belirlenmesi

Tedarikçi performansının değerlendirilmesi için birçok etkin teknik bulunmasına rağmen, değişkenlik ölçümlerini değerlendirme prosesine katan az sayıda çalışma bulunmaktadır. Kuşkusuz performans değişkenliğinin karar verme sürecine entegre edilmesi ve etkin alternatiflerin tanımlanması, satın alıcıya son seçim kararında esneklik tanımaktadır. Talluri ve Narasimhan (2003) tarafından tedarikçi performans değerlendirmesine yönelik olarak önerilen maksimum-minimum yaklaşımı bu konuları dikkate almakta ve tartışmaktadır. Maksimum-minimum yaklaşımının ardındaki düşünce, satın alıcı tarafından oluşturulan en iyi hedef ölçümlerine karşı tedarikçi performansının maksimize ve minimize edilmesidir. Bu yaklaşımda modellerin birleştirilmesi her bir tedarikçi performansı için yüksek değerlerin daha iyi performans düzeylerini gösterdiği iki farklı ölçüm sağlamaktadır. İlk model tedarikçinin üstün olduğu alanları tanımlamak için bir yapı sunarken, ikinci model tedarikçinin düşük performans gösterdiği alanları ortaya koymaktadır. Sonuç olarak, her iki ölçüm de tedarikçi performansı hakkında geniş kapsamlı bilgi sağlamakta kullanılmaktadır.

Bu yaklaşımda n tedarikçi ve m nitelikten bahsedilmektedir. Satın alıcı firma tedarikçilere karşılık her bir nitelik için en iyi değerleri tanımlamakta ve bu hedef setini alternatif tedarikçilerin performansını değerlendirmek için kullanmaktadır. Bunun yanı sıra, alıcı firma hedef değerleri belirlerken her bir nitelik için en iyi değeri tanımlamak yerine, kendi kıyaslama değerlerini kullanabilmektedir. Örneğin, eğer hiçbir tedarikçi %100 dağıtım performansı sağlayamıyorsa, alıcı firma bu değeri potansiyel kıyaslama değeri olarak kullanabilir. Benzer şekilde, tüm tedarikçi fiyatlarından düşük olan bir ürün fiyatı hedef değer olarak belirlenebilir.

Bu yaklaşımda tedarikçinin verimliliği ağırlıklandırılmış çıktıların ağırlıklandırılmış girdilere oranı şeklinde tanımlanmaktadır. Tedarikçi verimliliği maksimize ve minimize edilerek dual

verimlilik skorları elde edilmektedir. Maksimizasyon durumu aşağıdaki model ile tanımlanmaktadır (Talluri ve Narasimhan, 2003):

Model (1)

$$\begin{aligned} \max \quad & \frac{\sum_{r=1}^v a_r * y_{rp}}{\sum_{s=1}^u b_s x_{sp}} \\ \text{s.k.g.} \quad & \frac{\sum_{r=1}^v a_r * y_r^*}{\sum_{s=1}^u b_s * x_s^*} = 1, \\ & \frac{\sum_{r=1}^v a_r * y_{ri}}{\sum_{s=1}^u b_s * x_{si}} \leq 1 \quad \forall i, \\ & a_r, b_s \geq 0 \quad \forall r, s. \end{aligned} \tag{4.25}$$

Bu modelde p değerlendirilmekte olan tedarikçiyi, v tedarikçi çıktı sayısını, u tedarikçi girdi sayısını, y_{ri} i . tedarikçinin r . çıktısının değerini, x_{si} i . tedarikçinin s . girdisinin değerini, y_r^* tüm tedarikçiler için r . çıktının en iyi değerini, x_s^* tüm tedarikçiler için s . girdinin en iyi değerini, a_r r . çıktıya verilen ağırlığı, b_s s . girdiye verilen ağırlığı göstermektedir. Modelin amaç fonksiyonu bir kısıt seti altında maksimize edilen p tedarikçisinin verimliliğini göstermektedir. İlk kısıt, satın alıcı tarafından belirlenen en iyi değerlere dayanan verimlilik skorunu göstermektedir ki bu değer 1'e eşitlenmektedir. Bu kısıt satın alıcı firma için etkin olan ölçüm kümesidir ve değerlendirme kümesindeki hiçbir tedarikçi veya tedarikçi kümesi bu duruma baskın olamaz. Bu etkinlik tanımı Charnes vd.nin (1978) çalışmalarına dayandırılmaktadır. İkinci kısıt kümesi, tüm tedarikçilerin etkinlik oranlarının 1 değerini aşmasını engellemektedir. Son olarak da, model için negatif olmama kısıtları tanımlanmaktadır.

Talluri ve Narasimhan (2003) çalışmalarında bu lineer olmayan modeli aşağıdaki şekilde lineer forma dönüştürmektedir:

Model (2)

$$\max \sum_{r=1}^v a_r * y_{rp}$$

ş.k.g.

$$\sum_{s=1}^u b_s * x_{sp} = 1,$$

$$\sum_{r=1}^v a_r * y_{r^*} - \sum_{s=1}^u b_s * x_{s^*} = 0, \quad (4.26)$$

$$\sum_{r=1}^v a_r * y_{ri} - \sum_{s=1}^u b_s * x_{si} \leq 0 \quad \forall i,$$

$$a_r, b_s \geq 0 \quad \forall r, s.$$

Yukarıdaki model her bir tedarikçi için çözülmekte ve her bir tedarikçiye ait verimlilik skorları elde edilmektedir. Model (2) hem satın alıcının hedefleri için maksimum etkinliği sağlayan, hem de değerlendirilen tedarikçinin etkinliğini maksimize eden girdi-çıktı ağırlıklarını tanımlamaktadır. Böylelikle yüksek bir etkinlik oranına sahip olan tedarikçi, satın alıcının hedeflerini de karşıladığı takdirde iyi performansa sahip bir tedarikçi olarak değerlendirilmektedir.

Maksimum-minimum yaklaşımının ikinci kısmı, yukarıdaki modelin aynı kısıtları altında tedarikçi performansının minimize edilmesini kapsamaktadır. Aşağıdaki model minimizasyon modelini göstermektedir (Talluri ve Narasimhan, 2003):

Model (3)

$$\min \sum_{r=1}^v a_r * y_{rp} \quad (4.27)$$

ş.k.g.

Model (2)'nin kısıtları

Model (3) hem satın alıcının hedefleri için maksimum etkinliği sağlayan, hem de değerlendirilen tedarikçinin etkinliğini minimize eden girdi-çıktı ağırlıklarını tanımlamaktadır. Böylelikle yüksek bir etkinlik oranına sahip olan tedarikçi iyi performansa sahip bir tedarikçi olarak değerlendirilmektedir.

Talluri ve Narasimhan (2003) geliştirdikleri maksimum-minimum yaklaşımının gerçek hayatta uygulanmasında birtakım problemler olduğundan bahsetmekte ve bu eksikliklerin giderilmesini gelecek çalışmalar olarak önermektedir. Bu problemlerden birincisi, yöneticilerin uygun girdi ve çıktı faktörlerini belirlemekte karşılaştıkları zorluklardır. Yöneticilerin, firmalarının rekabet önceliklerini, amaçlarını ve hedeflerini en iyi ifade eden faktörleri dikkatli bir şekilde seçmeleri gerektiği üzerinde durulmaktadır. İkincisi, karar modeline dahil edilecek faktör sayısının belirlenmesidir. Üçüncüsü ise, karar vericilerin önceliklerinin değerlendirme modeline yansıtılması gerekliliğidir.

Bu tez çalışmasında sunulan karar destek modelinde tedarikçi performans değerlendirmesi aşamasına gelinceye kadar bahsedilen problemlere çözüm önerileri geliştirilmiştir. Bu noktaya kadar satın alıcı firma, tedarikçi değerlendirmesinde dikkate alacağı faktörleri satın alıcı-tedarikçi entegrasyon seviyelerine, işletmenin rekabet durumuna ve stratejilerine bağlı olarak belirleyebilmektedir. Tedarikçi seçim kriterleri ve sayısı seçim kriterlerinin belirlenmesi aşamasında sunulan metodoloji kullanılarak hiyerarşik bir yapıda elde edilebilmektedir. Bir önceki aşamada da seçim kriterleri bulanık AHP kullanılarak ağırlıklandırılmaktadır ve karar vericilerin bu kriterler üzerindeki öncelikleri de bilinmektedir.

Dolayısıyla bu tez çalışmasında geliştirilen karar destek sisteminin etkin tedarikçi kümesinin belirlenmesi aşamasında Talluri ve Narasimhan (2003)'ın geliştirdiği maksimum-minimum yaklaşımının eksiklikleri giderilerek revize edilmiş hali kullanılmaktadır. Tedarikçi performans değerlendirmesinde satın alıcı firmanın belirleyeceği en iyi hedef ölçümlere göre tedarikçinin etkinliği minimize ve maksimize edilmektedir. Bu yaklaşımda her bir tedarikçinin etkinlik oranının iki ölçümü dikkate alınmaktadır. Birinci ölçüm değeri tedarikçinin güçlü yanını, ikincisi ise zayıf yanını göstermektedir. Bir başka bakış açısı ile, maksimum etkinlik oranı, tedarikçinin seçim prosesinde ulaşabileceği en yüksek etkinlik değerini; minimum etkinlik oranı ise tedarikçinin ulaşabileceği en düşük etkinlik değerini göstermektedir. Modelde etkinlik oranı çıktı ve girdi faktörlerinin bir oranı olarak ifade edilmektedir. Bütün durumlarda tedarikçi etkinlikleri, ağırlıklandırılmış çıktı değerlerinin ağırlıklandırılmış girdi değerlerine oranı olarak ifade edilebilmektedir.

Revize edilen modelde, girdi ve çıktı faktörlerini, satın alıcı firma tarafından daha önce açıklanan sezgisel algoritmayla belirlenen seçim kriterleri oluşturmaktadır. Kriterlerden hangilerinin girdi, hangilerinin çıktı olacağı kolaylıkla belirlenebilmektedir. Uygulanan algoritma sonucunda firma tedarikçisiyle en düşük entegrasyon seviyesinde çıksa bile, en az bir girdi ve bir çıktı faktörüne sahip olacaktır ve modeli uygulayabilecektir. Örneğin

uygulanen algoritma sonucunda firmanın entegrasyon seviyesi Seviye A olarak belirlendiği takdirde seçilen kriterler en az bir maliyet alt kriteri ve en az bir kalite alt kriteri olmaktadır. Bu durumda maliyet girdi faktörü olarak, kalite ise çıktı faktörü olarak kullanılabilir.

Satın alıcı firma yöneticilerinin önceliklerinin de değerlendirme sürecine dahil edilebilmesi için hem girdi hem de çıktı faktörlerinin önem dereceleri etkinlik oranlarına parametre olarak yansıtılmıştır. Bu önem dereceleri de bir önceki adımda gerçekleştirilen bulanık AHP uygulamasının sonuçları şeklinde modele girmektedir.

Ayrıca, Talluri ve Narasimhan (2003)'ın modeli, girdi ve çıktı faktörlerinin her bir tedarikçinin bir çeşit malzemesi üzerinden ölçülmesine izin vermektedir. Yani her bir tedarikçiden tek çeşit malzeme satın alındığı varsayılmaktadır. Bu modelin revize edilen yeni formu, bir tedarikçinin I adet malzeme çeşidine sahip olduğu durumlar için de geçerli olmakta ve uygulanabilmektedir.

Geliştirilen modelin indis seti, değişken ve parametrelerinin gösterimleri aşağıdaki gibidir:

- Modelin İndis Seti

$s = 1, \dots, S$:Girdi değişkenleri kümesi

$i = 1, \dots, I$:Malzeme tipi

$j = 1, \dots, J$:Tedarikçi kümesi

$r = 1, \dots, R$:Çıktı değişkenleri kümesi

p :Değerlendirilen p . tedarikçi ($p \in I$)

- Modelin Değişkenleri

a_{ri} = i . malzeme için r . çıktı değişkeninin ağırlığı

b_{si} = i . malzeme için s . girdi değişkeninin ağırlığı

- Modelin Parametreleri

w_s = s . girdi değişkeninin firma için önemi

w_r = r . çıktı değişkeninin firma için önemi

y_{rij} = i . malzeme için j . tedarikçinin r . çıktı değişkeni değeri

x_{sij} = i . malzeme için j . tedarikçinin s . girdi değişkeni değeri

y_{ri}^* = i . malzeme için r . çıktı değişkeni hedef değeri

x_{si}^* = i . malzeme için s . girdi değişkeni hedef değeri

Geliştirilen modelin matematiksel gösterimi aşağıda gösterilmektedir:

$$\max \frac{\sum_{r=1}^R \sum_{i=1}^I a_{ri} * y_{rip} * w_r}{\sum_{s=1}^S \sum_{i=1}^I b_{si} * x_{sip} * w_s}$$

ş.k.g.

$$\frac{\sum_{r=1}^R \sum_{i=1}^I a_{ri} * y_{ri}^* * w_r}{\sum_{s=1}^S \sum_{i=1}^I b_{si} * x_{si}^* * w_s} = 1$$

$$\frac{\sum_{r=1}^R \sum_{i=1}^I a_{ri} * y_{rij} * w_r}{\sum_{s=1}^S \sum_{i=1}^I b_{si} * x_{sij} * w_s} \leq 1, \quad \forall i$$

$$a_{ri}, b_{si} \geq 0 \quad \forall r, s.$$
(4.28)

Yukarıdaki model, tedarikçinin maksimum etkinlik oranını vermektedir. Modeli aynı kısıtlarla minimize ettiğimizde ise amaç fonksiyonu değeri tedarikçinin minimum etkinlik oranını vermektedir. Minimizasyon modeli aşağıda gösterilmektedir:

$$\min \frac{\sum_{r=1}^R \sum_{i=1}^I a_{ri} * y_{rip} * w_r}{\sum_{s=1}^S \sum_{i=1}^I b_{si} * x_{sip} * w_s}$$

ş.k.g.

$$\frac{\sum_{r=1}^R \sum_{i=1}^I a_{ri} * y_{ri}^* * w_r}{\sum_{s=1}^S \sum_{i=1}^I b_{si} * x_{si}^* * w_s} = 1$$

$$\frac{\sum_{r=1}^R \sum_{i=1}^I a_{ri} * y_{rij} * w_r}{\sum_{s=1}^S \sum_{i=1}^I b_{si} * x_{sij} * w_s} \leq 1, \quad \forall i$$

$$a_{ri}, b_{si} \geq 0 \quad \forall r, s.$$
(4.29)

Bu modeller, doğrusal olmayan programlama modelleridir. Bu modeller doğrusal forma dönüştürülmeye çalışıldığında iki yol izlenebilmektedir. Bunlardan birincisi girdi odaklı yaklaşımdır. Bu yaklaşımda çıktılar sabit tutularak ve 1'e eşitlenerek girdi minimizasyonu ve maksimizasyonu ile tedarikçilerin girdi değişkenleri yönünden maksimum ve minimum etkinliklerine odaklanılabilir. İkincisi ise, çıktı odaklı yaklaşımdır. Bu yaklaşımda da girdiler sabit tutularak çıktı maksimizasyonu ve minimizasyonu ile tedarikçilerin çıktı değişkenleri yönünden maksimum ve minimum etkinliklerine odaklanılabilir. Bu tez çalışmasında geliştirilen karar destek modelinin bu aşamasında çıktı odaklı yaklaşım tercih edilmektedir. Girdiler sabit tutularak tedarikçilerin güçlü ve zayıf tarafları elde edilmeye çalışılmaktadır. Çünkü zaten son seçim aşamasında girdi odaklı yaklaşımla, toplam tedarik maliyetini minimize etmeye çalışan karmaşık tamsayılı programlama modeli kullanılarak tedarikçi seçimi ve miktar ataması gerçekleştirilecektir. Bu bakış açısıyla eşitlik (4.29)'daki modelin doğrusal formu aşağıda verilmektedir:

$$\begin{aligned}
 \max - \min &= \sum_{r=1}^R \sum_{i=1}^I a_{ri} * y_{rip} * w_r \\
 \text{s.k.g.} \\
 \sum_{s=1}^S \sum_{i=1}^I b_{si} * x_{sip} * w_s &= 1 \\
 \sum_{r=1}^R \sum_{i=1}^I a_{ri} * y_{ri}^* * w_r - \sum_{s=1}^S \sum_{i=1}^I b_{si} * x_{si}^* * w_s &= 0 \\
 \sum_{r=1}^R \sum_{i=1}^I a_{ri} * y_{rij} * w_r - \sum_{s=1}^S \sum_{i=1}^I b_{si} * x_{sij} * w_s &\leq 0, \quad \forall j \\
 a_{ri}, b_{si} &\geq 0 \quad \forall r, s.
 \end{aligned} \tag{4.30}$$

Yukarıdaki iki model her tedarikçi için çözümlenmektedir. Böylece tedarikçilerin maksimum ve minimum performans oranları tespit edilmiş olmaktadır. Bu noktadan sonra, homojen tedarikçi grupları oluşturmak için, tedarikçilerin maksimum ve minimum performans skorlarını kullanan bir istatistiksel metot kullanılmaktadır. Bu yolla, tespit edilen ilgili tedarikçilerin maksimum ve minimum performans oranlarına göre istatistiksel açıdan anlamlı tedarikçi grupları oluşturulmaktadır. Böylece, modelin bir sonraki aşamasında değerlendirilecek tedarikçi kümesi belirlenmektedir.

İkiden fazla bağımsız örneğin aynı bölünmeye sahip ana kitlelerden gelip gelmedikleri parametrik olmayan metotlar yardımıyla araştırılabilmektedir (Köksal, 1985). Dolayısıyla, tedarikçi gruplamasının istatistiksel açıdan anlamlılığı, parametrik olmayan bir istatistiksel test olan Kruskal-Wallis testi ile test edilecektir. Sıralama temeline dayanan bu test, iki veya daha fazla bağımsız örneğin farklarının analizinde kullanılmaktadır. Kruskal-Wallis testi, aslında iki örnek için geliştirilmiş olan Mann-Whitney testinin genişletilmiş bir halidir. Burada da Mann-Whitney testine benzer bir şekilde, analize dahil olan tüm gözlem değerlerine büyüklüklerine göre sıra numaraları verilerek, her örneğe ait sıra sayıları toplamı belirlenmektedir. Bekleneceği gibi her analizde i ile örnek sayısı belirtilmek üzere R_i sayıda sıra toplamı bulunacaktır. Sonraki safhada her gruba (örneğe) ait R_i 'lerin karelerinin alınarak o grup veya örneğin mevcuduna, n 'e, bölünmesi işlemi yer almaktadır (Köksal, 1985).

Geliştirilen karar destek modelinin bu aşamasında, bu testin kullanılma nedenleri;

- İlgili verilerin dağılımı hakkında herhangi bir tahmin yapılamaması ve bu testin dağılımdan bağımsız olması,
- Matematiksel modelin sonucunda çıkan verilerin rahatlıkla küçükten büyüğe doğru sıralanabilmesi ve böylece test girdilerinin kolaylıkla oluşturulması,
- İlgili popülasyon parametrelerini içermeyen hipotezlerin test edilebilmesi,
- Hesaplamaların kolaylıkla yapılabilmesi,
- Sonuçların kolaylıkla anlaşılabilmesidir.

Bu istatistiksel testte ilk önce, matematiksel model sonucu ortaya çıkan tedarikçi maksimum ve minimum performansları; 1, en düşük performans; 2, 1'den daha yüksek performans, şeklinde küçükten büyüğe doğru sıralanmaktadır. Bu sıralamadan sonra karar vericiler sezgisel olarak ilgili sıralama derecelerine göre tedarikçileri gruplandırmaktadır. Daha sonra bu yapılan gruplandırmanın istatistiksel açıdan anlamlılığı Kruskal-Wallis testine göre aşağıdaki adımlar uygulanarak test edilmektedir (Şenesen, 2000):

- *Adım 1: Hipotezin oluşturulması*

H_0 = Tüm k popülasyonu ana kütle ortalamaları aynıdır.

- *Adım 2: W istatistik test değerinin hesaplanması:* Eşitlik 4.31 kullanılarak W istatistik test değeri hesaplanmaktadır. Burada N , toplam gözlem sayısı; K , oluşturulan grup sayısını; n_i , i . gruptaki gözlem sayısı ($i=1,2,...,k$), R_i , her gruptaki gözlemlerin sıra numaralarının toplamı olmaktadır.

$$W = \frac{12}{N(N+1)} \sum_{i=1}^K \frac{R_i^2}{n_i} - 3(N+1) \quad (4.31)$$

- *Adım 3:* W istatistiğinin bölünmesi $K-1$ serbestlik derecesine göre ki-kare dağılımına uymaktadır. Bu durumda $K-1$ serbestlik derecesi ve α anlamlılık düzeyi olmak üzere eğer $W > \chi^2(K-1, \alpha)$ ise H_0 hipotezi reddedilir. Aksi taktirde, H_0 hipotezi kabul edilir.

Sezgisel olarak oluşturulan tedarikçi grupları Kruskal-Wallis testine göre anlamlı ise bu durumda maksimum ve minimum etkinlik oranlarına göre bir tedarikçi kümesi seçilmektedir. Seçilen tedarikçi grubu, modelin bir sonraki aşamasında değerlendirilecek etkin tedarikçi kümesi olarak tespit edilmektedir.

4.6 Son Seçim: Tedarikçi Belirleme ve Miktar Atama Modeli

Literatürde tedarikçi seçimi sürecinde son seçim aşamasına yönelik olarak birçok matematiksel programlama modeli bulunmaktadır. Bunlardan büyük bir çoğunluğu da, bir veya birden fazla amaç içeren karmaşık tamsayılı programlama modelleridir. Weber ve Current (1993) toplam satınalma fiyatını, geciken ve reddedilen ürünleri minimize etmek üzere bir karmaşık tamsayılı programlama modeli kullanmaktadır. Chaudhry vd. (1993) lineer ve karmaşık tamsayılı programlama modelini tedarikçi seçiminde fiyat indirimli maliyet minimizasyonu problemlerinde kullanmaktadır. Ghodsypour ve O'Brien (2001) çalışmalarında toplam lojistik maliyetlerini, net fiyatı, taşıma ve sipariş maliyetlerini dikkate alan bir karmaşık tamsayılı programlama modeli sunmaktadır. Tempelmeier (2001), dinamik talep koşulları altında tedarikçi seçimine ve satınalma miktarı belirlemeye yönelik olarak tek malzemeli bir karmaşık tamsayılı programlama modeli formüle etmiştir. Basit fakat kapsamlı bir sezgisel prosedür sunmakta ve test etmektedir. Dahel (2003), çok ürünlü, çok tedarikçili bir ortam için seçilecek tedarikçi sayısını, bu tedarikçilere atanacak miktarları aynı anda belirleyen bir çok amaçlı karmaşık tamsayılı programlama modeli geliştirmiştir.

Literatürde varolan karmaşık tamsayılı programlama modellerinin sayısı arttırılabilmektedir. Bu modellerin tümü tedarikçi seçimi probleminin sadece son seçim aşamasına odaklanmış modellerdir. Bu tez çalışmasında sunulan karar destek modeli içerisinde de son seçim aşamasına yönelik olarak bir karmaşık tamsayılı programlama modeli geliştirilmiştir. Fakat bu modelin uygulanması aşamasına gelinceye kadar, seçim problemi ile karşı karşıya olan firmanın tedarikçileriyle entegrasyon seviyelerinin ne olması gerektiği, bu seviyeye bağlı olarak seçim sürecinde hangi seçim kriterlerinin kullanılması gerektiği belirlenmiş, seçim kriterleri bulanık AHP metodu kullanılarak önceliklendirilmiş, bu öncelikler dikkate alınarak tedarikçilerin maksimum ve minimum etkinlik oranlarına göre etkin tedarikçi kümesi belirlenmiştir. Bu aşamada ise bir önceki aşamadan gelen etkin tedarikçi kümesine,

geliştirilen karmaşık tamsayılı programlama modeli uygulanarak, en uygun tedarikçiye en uygun sipariş miktarının atanması sağlanacaktır. Aşağıda geliştirilen model ayrıntılarıyla açıklanmaktadır:

- *Modelde kullanılan indis seti:* Geliştirilen modelde kullanılan indis seti aşağıda tanımlanmaktadır:

$i \in [1, I]$: Tedarikçi tarafından sunulan malzeme tipi için indeksi tanımlamaktadır.

$j \in [1, J]$: Tedarikçi kümesini tanımlamak için kullanılmaktadır.

$t \in [1, T]$: Zaman periyodu için kullanılan indeksi tanımlamaktadır.

- *Modelde kullanılan parametreler:* Geliştirilen modelde aşağıda tanımlanan parametreler kullanılmaktadır:

D_{it} = t periyodunda i . malzemeye olan talep

h = Malzemenin her periyottaki satın alma fiyatına göre % elde bulundurma maliyeti

dc_{ij} = j . tedarikçinin i . malzeme için satınalma fiyatına göre % iskonto oranı

P_{ij} = j . tedarikçinin i . malzeme için satınalma fiyatı

N_{it} = j tedarikçisinden satın alınan i . malzemenin taşıma maliyeti

b_{ij} = j tedarikçisinden satın alınan i . malzemenin periyot başı (başlangıç) stok miktarı

- *Modelin karar değişkenleri:* Geliştirilen modelde aşağıda tanımlanan karar değişkenleri kullanılmaktadır:

X_{ijt} = t periyodunda i . malzemedan j . tedarikçiye verilen sipariş miktarı

SMM = Toplam satınalma maliyeti

EBM = Toplam elde bulundurma maliyeti (yıllık)

TPM = Toplam taşıma maliyeti (yıllık)

y_{ijt} = 1, eğer t periyodunda i . malzeme için j . tedarikçiye sipariş verilirse
0, aksi taktirde

sd_{jit} = t . periyotta j . tedarikçiden satın alınan i . malzeme tüketim miktarı

v_{ijt} = t . periyot sonunda, j . tedarikçiden satın alınan i . malzemenin stok miktarı

- *Modelin amaç fonksiyonu:* Satın alan firma toplam tedarik maliyetini minimize etmek istemektedir. Toplam tedarik maliyeti, toplam satınalma maliyeti, toplam elde bulundurma maliyeti, toplam taşıma maliyeti olarak üç büyük kalemden oluşmaktadır. Geliştirilen modelin amaç fonksiyonu, toplam tedarik maliyetini minimize etme amacına yönelik maliyet minimizasyonu fonksiyonu şeklinde aşağıdaki eşitlikle gösterilmektedir:

$$\min \quad SMM + EBM + TPM \quad (4.32)$$

Bu maliyet kalemleri model içerisinde aşağıdaki eşitlikler kullanılarak tanımlanmaktadır:

Toplam satınalma maliyeti:

$$SMM = \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^I \sum_{t=1}^T P_{ij} (1 - dc_{ij}) X_{ijt} \quad (4.33)$$

Toplam elde bulundurma maliyeti:

$$EBM = \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^I \sum_{t=1}^T h P_{ij} v_{ijt} \quad (4.34)$$

Toplam taşıma maliyeti:

$$TPM = \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^I \sum_{t=1}^T N_{ij} y_{ijt} \quad (4.35)$$

- *Modelin kısıtları:* Geliştirilen modelin kısıtları aşağıda açıklanmaktadır:

Modelin birinci kısıtı, talep miktarı ile tüketilen malzeme miktarının eşit olması gerektiğini göstermektedir. Belirli bir periyotta, belirli bir malzeme için oluşacak toplam malzeme talebi, ilgili periyotta ilgili tedarikçiden satın alınan malzemenin tüketimine eşit olmalıdır:

$$\sum_{j=1}^J sd_{ijt} = D_{it}; \quad \forall t \in T, \forall i \in I \quad (4.36)$$

Modelin ikinci kısıtı, birinci periyottaki periyot başı stok miktarını göstermektedir. Periyot başı stok miktarı sadece birinci periyotta parametre olarak modele girmektedir. Diğer periyotlarda periyot başı stok miktarı model sonucunda oluşmaktadır. Birinci periyotta ilgili tedarikçiden satın alınan bir malzemenin tüketimi, birinci periyottaki periyot başı stok ve birinci periyotta ilgili tedarikçiye açılan sipariş miktarı toplamı ile birinci periyottaki ilgili tedarikçiden satın alınan malzemenin periyot sonu stok miktarı farkına eşit olmalıdır:

$$b_{ij} + X_{ij1} - v_{ij1} = sd_{ij1}, \quad \forall j \in J, \forall i \in I \quad (4.37)$$

Modelin üçüncü kısıtı bir önceki periyodun periyot sonu stok miktarının bir sonraki periyotta periyot başı stok miktarı olacağını ifade etmektedir. İlgili periyotta ilgili tedarikçiden satın alınan malzemenin tüketimi, ilgili periyotta ilgili tedarikçiye açılan sipariş miktarı ve bir önceki periyotta ilgili tedarikçiden satın alınan malzemenin periyot sonu stokunun toplamı ile ilgili periyotta ilgili tedarikçiden satın alınan malzemenin periyot sonu stok miktarı farkına eşit olmalıdır:

$$v_{ijt-1} + X_{ijt} - v_{ijt} = sd_{ijt} \quad \forall j \in J, \forall i \in I, \forall t \in T \setminus \{1\} \quad (4.38)$$

Modelin dördüncü kısıtı, malzeme kullanım miktarı ve o malzemeye olan talep miktarlarının karşılaştırılmasıyla tedarikçi atamasının yapılmasını sağlayan kısıttır. İlgili periyotta ilgili tedarikçiden satın alınan malzeme miktarı, ilgili periyotta oluşan toplam

malzeme talebinden küçük ya da eşit olmalıdır:

$$X_{ijt} \leq d_{it} y_{ijt} \quad \forall j \in J, \forall i \in I, \forall t \in T \quad (4.39)$$

Geliştirilen modelin matematiksel gösterimi aşağıda gösterilmektedir:

$$\min \quad SMM + EBM + TPM$$

ş.k.g.

$$SMM = \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^I \sum_{t=1}^T P_{ij} (1 - dc_{ij}) X_{ijt}$$

$$EBM = \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^I \sum_{t=1}^T h P_{ij} v_{ijt}$$

$$TPM = \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^I \sum_{t=1}^T N_{ij} y_{ijt}$$

$$\sum_{j=1}^J sd_{ijt} = D_{it}; \quad \forall t \in T, \forall i \in I$$

$$b_{ij} + X_{ij1} - v_{ij1} = sd_{ij1}, \quad \forall j \in J, \forall i \in I$$

$$v_{ijt-1} + X_{ijt} - v_{ijt} = sd_{ijt} \quad \forall j \in J, \forall i \in I, \forall t \in T \setminus \{1\}$$

$$X_{ijt} \leq d_{it} y_{ijt} \quad \forall j \in J, \forall i \in I, \forall t \in T$$

$$X_{ijt} \geq 0 \text{ ve tamsayı}$$

$$SMM, EBM, TPM \geq 0$$

$$y_{ijt} \in \{0,1\}$$

$$sd_{ijt} \geq 0 \text{ ve tamsayı}$$

$$v_{ijt} \geq 0 \text{ ve tamsayı} \quad (4.40)$$

4.6.1 Tedarikçi Belirleme ve Miktar Atama Modelinin Geçerlilik Testi

Tedarikçi belirleme ve miktar atama modeli, tedarikçi seçimine yönelik olarak geliştirilen karar destek sistemi modelinin son aşamasıdır. Bu aşamada, modelin önceki aşamalarında belirlenen tedarikçi kümesinde, ilgili malzemeler için uygun tedarikçilere sipariş ataması yapılmaktadır. Çalışmanın bu bölümünde, geliştirilen modelin geçerlilik testi yapılacaktır.

Geliştirilen modelde, tedarikçi belirleme ve miktar atama kısmının geçerlilik testini etkileyecek faktörler; toplam tedarik maliyetini minimum kılma çabasında olan değişkenlerden, periyot başı stok miktarlarından ve bunlara göre oluşan stok miktarı değişimlerinden etkilenmektedir. Önemi belirtilen faktörler, kurulan model içerisinde dinamik yapıya sahip olan, yani periyot değiştikçe sonucu etkileyen faktörlerdir. Bunlar, toplam satınalma maliyeti SMM , j tedarikçisinden satın alınan i . malzemenin periyot başı (başlangıç) stok miktarı b_{ij} , t . periyot sonunda, j . tedarikçiden satın alınan i . malzemenin stok miktarı v_{ijt} , t periyodunda i . malzemenin j . tedarikçiye verilen sipariş miktarı X_{ijt} 'dir. Oluşturulan senaryolarla periyot başına bu faktörler üzerinde oluşan değişimler incelendiğinde, modelin geçerliliği test edilebilecektir.

Modelin geçerlilik testi sonuçlarının kolaylıkla incelenebilmesi açısından iki malzeme tipi (A ve B), üç tedarikçi ve dört periyottan oluşan küçük bir veri kümesi üzerinde yapılacaktır. Çizelge 4.9-Çizelge 4.14'de geçerlilik testinde kullanılan parametreler gösterilmektedir.

Çizelge 4.9 A ve B malzemesi talep miktarları

D_{it} : t periyodunda i . malzemeye olan talep (adet/yıl)					
	A Malzemesi				Toplam
	$D11$	$D12$	$D13$	$D14$	Talep
Talep	300.000	300.000	350.000	300.000	1.250.000
	B Malzemesi				Toplam
	$D21$	$D22$	$D23$	$D24$	Talep
Talep	200.000	200.000	250.000	150.000	800.000

Çizelge 4.10 A ve B malzemesi için her periyottaki % elde bulundurma maliyeti

h : Malzemenin her periyottaki satınalma fiyatına göre % elde bulundurma maliyeti oranı (%)		
	A Malzemesi	B Malzemesi
	h	h
% oran	0.01	0.01

Çizelge 4.11 A ve B malzemesi için her tedarikçinin % iskonto oranı

dC_{ij} : j .tedarikçinin i . malzeme için satınalma fiyatına göre % iskonto oranı (%)			
	Tedarikçi 1	Tedarikçi 2	Tedarikçi 3
	$dC11$	$dC12$	$dC13$
A Malzemesi	0.15	0.12	0.18
	$dC21$	$dC22$	$dC23$
B Malzemesi	0.10	0.15	0.15

Çizelge 4.12 A ve B malzemesi için her tedarikçinin satınalma fiyatı

P_{ij} : j . tedarikçinin i . malzeme için satınalma fiyatı (YTL)		
	A Malzemesi	B Malzemesi
	$P11$	$P21$
Tedarikçi 1	0.014	0.25
	A Malzemesi	B Malzemesi
	$P12$	$P22$
Tedarikçi 2	0.0145	0.23
	A Malzemesi	B Malzemesi
	$P13$	$P23$
Tedarikçi 3	0.015	0.25

Çizelge 4.13 A ve B malzemesinin her tedarikçiden taşıma maliyeti

N_{ij} : j tedarikçisinden i malzemesinin taşıma maliyeti (YTL)		
	A Malzemesi	B Malzemesi
	$N11$	$N21$
Tedarikçi 1	100	100
	A Malzemesi	B Malzemesi
	$N12$	$N22$
Tedarikçi 2	150	150
	A Malzemesi	B Malzemesi
	$N13$	$N23$
Tedarikçi 3	100	100

Bu model verilerine göre Çizelge 4.15'te görülen senaryolar oluşturulmuş ve senaryoların sadece tek malzeme tipi için, sonuçları ve yorumları aşağıda sunulmuştur.

Senaryo 1: Dönem başı stok miktarları sıfıra eşit olduğu zaman;

Model periyot başı stok miktarları sıfır olacak şekilde LINGO programı kullanılarak çözülmüş ve Çizelge 4.16'daki sonuçlar elde edilmiştir.

Çizelge 4.14 Her tedarikçiden satın alınan A ve B malzemesinin periyot başı stok miktarı

b_{ij} : j tedarikçisinden satın alınan i malzemesinin periyot başı stok miktarı (adet)					
	1.senaryo	2.senaryo	3.senaryo	4.senaryo	5.senaryo
Değişken	Değer	Değer	Değer	Değer	Değer
b_{11}	0	100.000	300.000	300.000	400.000
b_{12}	0	200.000	300.000	500.000	300.000
b_{13}	0	100.000	200.000	200.000	700.000
Toplam b_{1i}	0	400.000	800.000	1.000.000	1.400.000
b_{21}	0	100.000	300.000	300.000	300.000
b_{22}	0	100.000	100.000	300.000	300.000
b_{23}	0	100.000	100.000	100.000	300.000
Toplam b_{2i}	0	300.000	500.000	700.000	900.000
Toplam b_{ij}	0	700.000	1.300.000	1.700.000	2.300.000

Çizelge 4.15 Senaryoların açıklamaları

Senaryo Adı	Açıklama
1. senaryo	Dönem Başı Stok = 0
2. senaryo	$0 < \text{Dönem Başı Stok} < t=1,2$ toplam talep
3. senaryo	$t=1,2$ toplam talep $< \text{Dönem Başı Stok} < t=1,2,3$ toplam talep
4. senaryo	$t=1,2,3$ toplam talep $< \text{Dönem Başı Stok} < t=1,2,3,4$ toplam talep
5. senaryo	$t=1,2,3,4$ toplam talep $< \text{Dönem Başı Stok}$

Çizelge 4.16 Senaryo 1'in sonuçları-1

EBM	0	Senaryo1			
SMM	171.275				
TPM	1.000				
Değişken	Değer	Değişken	Değer	Değişken	Değer
X111	300.000	Y111	1	V111	0
X112	300.000	Y112	1	V112	0
X113	350.000	Y113	1	V113	0
X114	300.000	Y114	1	V114	0
X221	200.000	Y221	1	V221	0
X222	200.000	Y222	1	V222	0
X223	250.000	Y223	1	V223	0
X224	150.000	Y224	1	V224	0

LINGO programı ile çözülen model sonuçları ayrıntılandırılarak, Çizelge 4.17'deki gibi periyot başına toplam satınalma maliyetini (SMM), stok miktarını (b_{ij}), ilgili periyotta ilgili malzeme için ilgili tedarikçiye atanan sipariş miktarını (X_{ijt}), ilgili periyotta tüketilen miktarı ve talep miktarını gösteren çizelge oluşturulmuştur. Bu çizelgede, t . periyot sonunda oluşan stok miktarı, $(t+1)$. periyodun dönem başı stok miktarı olmaktadır.

Çizelge 4.17 Senaryo 1'in sonuçları-2

Senaryo 1	1. Malzeme ($i=1$)					
	1. Periyot ($t=1$)					
	SMM	DBS	X_{ijt}	Talep	Tüketim	v_{ijt}/DSS
Tedarikçi 1	3570	0	300.000	300.000	300.000	0
Tedarikçi 2	3828	0	0	0	0	0
Tedarikçi 3	3690	0	0	0	0	0
TOPLAM		0	300.000	300.000	300.000	0
Senaryo 1	2. Periyot ($t=2$)					
	SMM	DBS	X_{ijt}	Talep	Tüketim	v_{ijt}/DSS
	SMM	DBS	X_{ijt}	Talep	Tüketim	v_{ijt}/DSS
Tedarikçi 1	3570	0	300.000	300.000	300.000	0
Tedarikçi 2	3828	0	0	0	0	0
Tedarikçi 3	3690	0	0	0	0	0
TOPLAM		0	300.000	300.000	300.000	0
Senaryo 1	3. Periyot ($t=3$)					
	SMM	DBS	X_{ijt}	Talep	Tüketim	v_{ijt}/DSS
	SMM	DBS	X_{ijt}	Talep	Tüketim	v_{ijt}/DSS
Tedarikçi 1	4165	0	350.000	350.000	350.000	0
Tedarikçi 2	4466	0	0	0	0	0
Tedarikçi 3	4305	0	0	0	0	0
TOPLAM		0	350.000	350.000	350.000	0
Senaryo 1	4. Periyot ($t=4$)					
	SMM	DBS	X_{ijt}	Talep	Tüketim	v_{ijt}/DSS
	SMM	DBS	X_{ijt}	Talep	Tüketim	v_{ijt}/DSS
Tedarikçi 1	3570	0	300.000	300.000	300.000	0
Tedarikçi 2	3828	0	0	0	0	0
Tedarikçi 3	3690	0	0	0	0	0
TOPLAM		0	300.000	300.000	300.000	0

Ayrıca Çizelge 4.18'de de toplam tedarik maliyeti hesabı periyot başına detaylı olarak gösterilmektedir.

Çizelge 4.18 Senaryo 1'in sonuçları-3

Senaryo 1	1. Periyot ($t=1$)			
	<i>EBM</i>	<i>SMM</i>	<i>TPM</i>	Toplam Tedarik Maliyeti
Tedarikçi 1	0	3570	100	3670
Tedarikçi 2	0	0	0	0
Tedarikçi 3	0	0	0	0
Senaryo 1	2. Periyot ($t=2$)			
	<i>EBM</i>	<i>SMM</i>	<i>TPM</i>	Toplam Tedarik Maliyeti
Tedarikçi 1	0	3570	100	3670
Tedarikçi 2	0	0	0	0
Tedarikçi 3	0	0	0	0
Senaryo 1	3. Periyot ($t=3$)			
	<i>EBM</i>	<i>SMM</i>	<i>TPM</i>	Toplam Tedarik Maliyeti
Tedarikçi 1	0	4165	100	4265
Tedarikçi 2	0	0	0	0
Tedarikçi 3	0	0	0	0
Senaryo 1	4. Periyot ($t=4$)			
	<i>EBM</i>	<i>SMM</i>	<i>TPM</i>	Toplam Tedarik Maliyeti
Tedarikçi 1	0	3570	100	3670
Tedarikçi 2	0	0	0	0
Tedarikçi 3	0	0	0	0

Yukarıdaki çizelgelerden de görüldüğü üzere, periyot değişimlerinde oluşan stok miktarları doğru oluşmaktadır. Ayrıca, tedarikçi seçiminde minimum toplam satınalma maliyetli tedarikçi seçilmektedir.

Senaryo 2: Periyot başı stok miktarları, $0 < DBS < t=1,2$ olduğu zaman;

Model, periyot başı stok miktarlarının birinci ve ikinci periyotlarda oluşan toplam talepten küçük olduğu zamanlarda LINGO programı kullanılarak çözülmüş ve Çizelge 4.19-Çizelge 4.21'deki sonuçlar elde edilmiştir.

Çizelge 4.19 Senaryo 2'nin sonuçları-1

EBM	2.440	Senaryo2			
SMM	107.865				
TPM	7.500				
Değişken	Değer	Değişken	Değer	Değişken	Değer
X111	0	Y111	0	V111	100.000
X112	200.000	Y112	1	V112	0
X113	350.000	Y113	1	V113	0
X114	300.000	Y114	1	V114	0
X221	0	Y221	0	V221	100.000
X222	100.000	Y222	1	V222	0
X223	250.000	Y223	1	V223	0
X224	150.000	Y224	1	V224	0

Çizelge 4.20 Senaryo 2'nin sonuçları-2

1. Malzeme (i=1)						
Senaryo 2	1. Periyot (t=1)					
	SMM	DBS	X_{ijt}	Talep	Tüketim	v_{ijt}/DSS
Tedarikçi 1	0	100.000	0	0	0	100.000
Tedarikçi 2	0	200.000	0	200.000	200.000	0
Tedarikçi 3	0	100.000	0	100.000	100.000	0
TOPLAM		400.000	0	300.000	300.000	100.000
2. Periyot (t=2)						
Senaryo 2	SMM	DBS	X_{ijt}	Talep	Tüketim	v_{ijt}/DSS
	SMM	DBS	X_{ijt}	Talep	Tüketim	v_{ijt}/DSS
Tedarikçi 1	2380	100.000	200.000	300.000	300.000	0
Tedarikçi 2	2552	0	0	0	0	0
Tedarikçi 3	2460	0	0	0	0	0
TOPLAM		100.000	200.000	300.000	300.000	0
3. Periyot (t=3)						
Senaryo 2	SMM	DBS	X_{ijt}	Talep	Tüketim	v_{ijt}/DSS
	SMM	DBS	X_{ijt}	Talep	Tüketim	v_{ijt}/DSS
Tedarikçi 1	4165	0	350.000	350.000	350.000	0
Tedarikçi 2	4466	0	0	0	0	0
Tedarikçi 3	4305	0	0	0	0	0
TOPLAM		0	350.000	350.000	350.000	0
4. Periyot (t=4)						
Senaryo 2	SMM	DBS	X_{ijt}	Talep	Tüketim	v_{ijt}/DSS
	SMM	DBS	X_{ijt}	Talep	Tüketim	v_{ijt}/DSS
Tedarikçi 1	3570	0	300.000	300.000	300.000	0
Tedarikçi 2	3828	0	0	0	0	0
Tedarikçi 3	3690	0	0	0	0	0
TOPLAM		0	300.000	300.000	300.000	0

Çizelge 4.21 Senaryo 2'nin sonuçları-3

Senaryo 2	1. Periyot ($t=1$)			
	EBM	SMM	TPM	Toplam Tedarik Maliyeti
Tedarikçi 1	11.9	0	0	11,9
Tedarikçi 2	0	0	0	0
Tedarikçi 3	0	0	0	0
Senaryo 2	2. Periyot ($t=2$)			
	EBM	SMM	TPM	Toplam Tedarik Maliyeti
Tedarikçi 1	0	2380	100	2480
Tedarikçi 2	0	0	0	0
Tedarikçi 3	0	0	0	0
Senaryo 2	3. Periyot ($t=3$)			
	EBM	SMM	TPM	Toplam Tedarik Maliyeti
Tedarikçi 1	0	4165	100	4265
Tedarikçi 2	0	0	0	0
Tedarikçi 3	0	0	0	0
Senaryo 2	4. Periyot ($t=4$)			
	EBM	SMM	TPM	Toplam Tedarik Maliyeti
Tedarikçi 1	0	3570	100	3670
Tedarikçi 2	0	0	0	0
Tedarikçi 3	0	0	0	0

Yukarıdaki çizelgelerden de görüldüğü üzere, periyot değişimlerinde oluşan stok miktarları doğru oluşmaktadır. Ayrıca, tedarikçi seçiminde minimum toplam satınalma maliyetli tedarikçi seçilmektedir.

Senaryo 3: Periyot başı stok miktarları, $t=1,2 < DBS < t=1,2,3$ olduğu zaman;

Model, periyot başı stok miktarlarının birinci, ikinci ve üçüncü periyotlarda oluşan toplam talepten küçük ve ayrıca birinci, ikinci periyotlarda oluşan toplam taleplerden büyük olduğu zamanlarda LINGO programı kullanılarak çözülmüş ve Çizelge 4.22-Çizelge 4.24'teki sonuçlar elde edilmiştir.

Çizelge 4.22 Senaryo 3'ün sonuçları-1

EBM	1.059	Senaryo3			
SMM	64.005				
TPM	500				
Değişken	Değer	Değişken	Değer	Değişken	Değer
X111	0	Y111	0	V111	300.000
X112	0	Y112	0	V121	200.000
X113	150.000	Y113	1	V211	100.000
X114	300.000	Y114	1	V221	100.000
X221	0	Y221	0	V231	100.000
X222	0	Y222	0	V112	200.000
X223	150.000	Y223	1	V222	100.000
X224	150.000	Y224	1		

Çizelge 4.23 Senaryo 3'ün sonuçları-2

Senaryo 3	1. Malzeme ($i=1$)					
	1. Periyot ($t=1$)					
	<i>SMM</i>	<i>DBS</i>	X_{ijt}	Talep	Tüketim	v_{ijt}/DSS
Tedarikçi 1	0	300.000	0	0		300.000
Tedarikçi 2	0	300.000	0	100.000	100.000	200.000
Tedarikçi 3	0	200.000	0	200.000	200.000	0
TOPLAM		800.000	0	300.000	300.000	500.000
Senaryo 3	2. Periyot ($t=2$)					
	<i>SMM</i>	<i>DBS</i>	X_{ijt}	Talep	Tüketim	v_{ijt}/DSS
	<i>SMM</i>	<i>DBS</i>	X_{ijt}	Talep	Tüketim	v_{ijt}/DSS
Tedarikçi 1	0	300.000	0	100.000	100.000	200.000
Tedarikçi 2	0	200.000	0	200.000	200.000	0
Tedarikçi 3	0	0	0	0	0	0
TOPLAM		500.000	0	300.000	300.000	200.000
Senaryo 3	3. Periyot ($t=3$)					
	<i>SMM</i>	<i>DBS</i>	X_{ijt}	Talep	Tüketim	v_{ijt}/DSS
	<i>SMM</i>	<i>DBS</i>	X_{ijt}	Talep	Tüketim	v_{ijt}/DSS
Tedarikçi 1	1785	200.000	150.000	350.000	350.000	0
Tedarikçi 2	1914	0	0	0	0	0
Tedarikçi 3	1845	0	0	0	0	0
TOPLAM		200.000	150.000	350.000	350.000	0
Senaryo 3	4. Periyot ($t=4$)					
	<i>SMM</i>	<i>DBS</i>	X_{ijt}	Talep	Tüketim	v_{ijt}/DSS
	<i>SMM</i>	<i>DBS</i>	X_{ijt}	Talep	Tüketim	v_{ijt}/DSS
Tedarikçi 1	3570	0	300.000	300.000	300.000	0
Tedarikçi 2	3828	0	0	0	0	0
Tedarikçi 3	3690	0	0	0	0	0
TOPLAM		0	300.000	300.000	300.000	0

Çizelge 4.24 Senaryo 3'ün sonuçları-3

Senaryo 3	1. Periyot ($t=1$)			
	EBM	SMM	TPM	Toplam Tedarik Maliyeti
Tedarikçi 1	35.7	0	0	35.7
Tedarikçi 2	25.52	0	0	25.52
Tedarikçi 3	0	0	0	0
Senaryo 3	2. Periyot ($t=2$)			
	EBM	SMM	TPM	Toplam Tedarik Maliyeti
Tedarikçi 1	23.8	0	0	23.8
Tedarikçi 2	0	0	0	0
Tedarikçi 3	0	0	0	0
Senaryo 3	3. Periyot ($t=3$)			
	EBM	SMM	TPM	Toplam Tedarik Maliyeti
Tedarikçi 1	0	1785	100	1885
Tedarikçi 2	0	0	0	0
Tedarikçi 3	0	0	0	0
Senaryo 3	4. Periyot ($t=4$)			
	EBM	SMM	TPM	Toplam Tedarik Maliyeti
Tedarikçi 1	0	3570	100	3670
Tedarikçi 2	0	0	0	0
Tedarikçi 3	0	0	0	0

Yukarıdaki çizelgelerden de görüldüğü üzere, periyot değişimlerinde oluşan stok miktarları doğru oluşmaktadır. Ayrıca, tedarikçi seçiminde minimum toplam satınalma maliyetli tedarikçi seçilmektedir.

Senaryo 4: Periyot başı stok miktarları, $t=1,2,3 < DBS < t=1,2,3,4$ olduğu zaman;

Model, periyot başı stok miktarlarının birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü periyotlarda oluşan toplam talepten küçük ve ayrıca birinci, ikinci, üçüncü periyotlarda oluşan toplam taleplerden büyük olduğu zamanlarda olduğu zamanlarda LINGO programı kullanılarak çözülmüş ve Çizelge 4.25-Çizelge 4.27 sonuçlar elde edilmiştir.

Çizelge 4.25 Senaryo 4'ün sonuçları-1

EBM	2.159	Senaryo 4			
SMM	22.525				
TPM	250				
Değişken	Değer	Değişken	Değer	Değişken	Değer
X111	0	Y111	0	V111	300.000
X112	0	Y112	0	V121	400.000
X113	0	Y113	0	V211	200.000
X114	250.000	Y114	1	V221	300.000
X221	0	Y221	0	V122	100.000
X222	0	Y222	0	V112	300.000
X223	0	Y223	0	V113	50.000
X224	100.000	Y224	1	V2222	300.000

Çizelge 4.26 Senaryo 4'ün sonuçları-2

Senaryo 4	1. Malzeme ($i=1$)					
	1. Periyot ($t=1$)					
	SMM	DBS	X_{ijt}	Talep	Tüketim	v_{ijt}/DSS
Tedarikçi 1	0	300.000	0	0	0	300.000
Tedarikçi 2	0	500.000	0	100.000	100.000	400.000
Tedarikçi 3	0	200.000	0	200.000	200.000	0
TOPLAM		1.000.000	0	300.000	300.000	700.000
Senaryo 4	2. Periyot ($t=2$)					
	SMM	DBS	X_{ijt}	Talep	Tüketim	v_{ijt}/DSS
	SMM	DBS	X_{ijt}	Talep	Tüketim	v_{ijt}/DSS
Tedarikçi 1	0	300.000	0	0	0	300.000
Tedarikçi 2	0	400.000	0	300.000	300.000	100.000
Tedarikçi 3	0	0	0	0	0	0
TOPLAM		700.000	0	300.000	300.000	400.000
Senaryo 4	3. Periyot ($t=3$)					
	SMM	DBS	X_{ijt}	Talep	Tüketim	v_{ijt}/DSS
	SMM	DBS	X_{ijt}	Talep	Tüketim	v_{ijt}/DSS
Tedarikçi 1	0	300.000	0	250.000	250.000	50.000
Tedarikçi 2	0	100.000	0	100.000	100.000	0
Tedarikçi 3	0	0	0	0	0	0
TOPLAM		400.000	0	350.000	350.000	50.000
Senaryo 4	4. Periyot ($t=4$)					
	SMM	DBS	X_{ijt}	Talep	Tüketim	v_{ijt}/DSS
	SMM	DBS	X_{ijt}	Talep	Tüketim	v_{ijt}/DSS
Tedarikçi 1	3570	50.000	250.000	300.000	300.000	0
Tedarikçi 2	3828	0	0	0	0	0
Tedarikçi 3	3690	0	0	0	0	0
TOPLAM		50.000	250.000	300.000	300.000	0

Çizelge 4.27 Senaryo 4'ün sonuçları-3

Senaryo 4	1. Periyot ($t=1$)			
	EBM	SMM	TPM	Toplam Tedarik Maliyeti
Tedarikçi 1	35.7	0	0	35.7
Tedarikçi 2	51.04	0	0	51.04
Tedarikçi 3	0	0	0	0
Senaryo 4	2. Periyot ($t=2$)			
	EBM	SMM	TPM	Toplam Tedarik Maliyeti
Tedarikçi 1	35.7	0	0	35.7
Tedarikçi 2	12.76	0	0	12.76
Tedarikçi 3	0	0	0	0
Senaryo 4	3. Periyot ($t=3$)			
	EBM	SMM	TPM	Toplam Tedarik Maliyeti
Tedarikçi 1	5.95	0	0	5.95
Tedarikçi 2	0	0	0	0
Tedarikçi 3	0	0	0	0
Senaryo 4	4. Periyot ($t=4$)			
	EBM	SMM	TPM	Toplam Tedarik Maliyeti
Tedarikçi 1	0	3570	100	3670
Tedarikçi 2	0	0	0	0
Tedarikçi 3	0	0	0	0

Yukarıdaki çizelgelerden de görüldüğü üzere, periyot değişimlerinde oluşan stok miktarları doğru oluşmaktadır. Ayrıca, tedarikçi seçiminde minimum toplam satınalma maliyetli tedarikçi seçilmektedir.

Senaryo 5: Periyot başı stok miktarları, $t=1,2,3,4 < DBS$ olduğu zaman;

Model, periyot başı stok miktarlarının birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü periyotlarda oluşan toplam talepten büyük olduğu zamanlarda, LINGO programı kullanılarak çözülmüş ve Çizelge 4.28-Çizelge 4.30 sonuçlar elde edilmektedir.

Çizelge 4.28 Senaryo 5'in sonuçları-1

EBM	4.043	Senaryo 5			
SMM	0				
TPM	0				
Değişken	Değer	Değişken	Değer	Değişken	Değer
X111	0	Y111	0	V111	400.000
X112	0	Y112	0	V121	300.000
X113	0	Y113	0	V131	400.000
X114	0	Y114	0	V211	300.000
X221	0	Y221	0	V221	300.000
X222	0	Y222	0	V231	100.000
X223	0	Y223	0	V112	400.000
X224	0	Y224	0	V113	400.000
				V212	200.000
				V122	300.000
				V123	50.000
				V222	300.000
				V224	100.000
				V132	100.000

Çizelge 4.29 Senaryo 5'in sonuçları-2

Senaryo 5	1. Malzeme ($i=1$)					
	1. Periyot ($t=1$)					
	<i>SMM</i>	<i>DBS</i>	X_{ijt}	Talep	Tüketim	v_{ijt}/DSS
Tedarikçi 1	0	400.000	0	0		400.000
Tedarikçi 2	0	300.000	0	0		300.000
Tedarikçi 3	0	700.000	0	300.000		400.000
TOPLAM		1.400.000	0	300.000	0	1.100.000
Senaryo 5	2. Periyot ($t=2$)					
	<i>SMM</i>	<i>DBS</i>	X_{ijt}	Talep	Tüketim	v_{ijt}/DSS
Tedarikçi 1	0	400.000	0	0	0	400.000
Tedarikçi 2	0	300.000	0	0	0	300.000
Tedarikçi 3	0	400.000	0	300.000	300.000	100.000
TOPLAM		1.100.000	0	300.000	300.000	800.000
Senaryo 5	3. Periyot ($t=3$)					
	<i>SMM</i>	<i>DBS</i>	X_{ijt}	Talep	Tüketim	v_{ijt}/DSS
Tedarikçi 1	0	400.000	0	0	0	400.000
Tedarikçi 2	0	300.000	0	250.000	250.000	50.000
Tedarikçi 3	0	100.000	0	100.000	100.000	0
TOPLAM		800.000	0	350.000	350.000	450.000
Senaryo 5	4. Periyot ($t=4$)					
	<i>SMM</i>	<i>DBS</i>	X_{ijt}	Talep	Tüketim	v_{ijt}/DSS
Tedarikçi 1	0	400.000	0	250.000	250.000	150.000
Tedarikçi 2	0	50.000	0	50.000	50.000	0
Tedarikçi 3	0	0	0	0	0	0
TOPLAM		450.000	0	300.000	300.000	150.000

Çizelge 4.30 Senaryo 5'in sonuçları-3

Senaryo 5	1. Periyot ($t=1$)			
	<i>EBM</i>	<i>SMM</i>	<i>TPM</i>	Toplam Tedarik Maliyeti
Tedarikçi 1	47.6	0	0	47.6
Tedarikçi 2	38.28	0	0	38.28
Tedarikçi 3	49.2	0	0	49.2
Senaryo 5	2. Periyot ($t=2$)			
	<i>EBM</i>	<i>SMM</i>	<i>TPM</i>	Toplam Tedarik Maliyeti
Tedarikçi 1	47.6	0	0	47.6
Tedarikçi 2	38.28	0	0	38.28
Tedarikçi 3	0	0	0	0
Senaryo 5	3. Periyot ($t=3$)			
	<i>EBM</i>	<i>SMM</i>	<i>TPM</i>	Toplam Tedarik Maliyeti
Tedarikçi 1	47.6	0	0	47.6
Tedarikçi 2	0	0	0	0
Tedarikçi 3	0	0	0	0
Senaryo 5	4. Periyot ($t=4$)			
	<i>EBM</i>	<i>SMM</i>	<i>TPM</i>	Toplam Tedarik Maliyeti
Tedarikçi 1	0	3570	100	3670
Tedarikçi 2	0	0	0	0
Tedarikçi 3	0	0	0	0

Yukarıdaki çizelgelerden de görüldüğü üzere, periyot değişimlerinde oluşan stok miktarları doğru oluşmaktadır. tedarikçi seçiminde minimum toplam satınalma maliyetli tedarikçi seçilmektedir.

Geliştirilen karar destek sistemi modelinin son seçim aşamasında oluşturulan modelin, geçerlilik testi yukarıda verilen beş senaryo ile test edilmiştir. Tüm senaryo testi sonuçları, model çözümünde gerçekleşmesi beklenen sonuçları göstermektedir. Beş senaryonun iki malzeme için sonuçları ayrıntıları ile Ek 1'de görülmektedir.

5. GELİŞTİRİLEN KARAR DESTEK MODELİNİN UYGULANMASI

Bu bölümde 4. Bölümde ayrıntılarıyla açıklanan karar destek modeli bir elektronik firmasında tedarikçi seçimi problemine uygulanmaktadır. Bir önceki bölümde beş aşamalı olarak tanımlanan karar destek modeli, beş farklı malzeme tipi, on iki periyot (üç sene) ve on tedarikçi için uygulanmıştır. Bu bölümde uygulama adımları ve sonuçları ayrıntılarıyla incelenmektedir.

5.1 Uygulama Yapılan Firmanın Mevcut Durumu

Geliştirilen karar destek sisteminin gerçek hayatta uygulanabilirliğini test etmek için, elektronik sektöründe, Audio Elektronik Bina İletişim Sistemleri şirketine uygulanmıştır. Audio, bina iletişim sistemleri endüstrisinde lider firma olarak 1979'dan beri yenilik ve keşiflerin öncüsü olmuş bir firmadır. Ürün gamındaki diafon ve telefon sistemlerinin, görüntülü ve sesli seçenekleri ile gerek konutların gerekse iş merkezlerinin dahili iletişim ihtiyaçlarını karşılamaktadır.

Audio, teknolojiyi sürekli takip ederek, araştırma geliştirme ve yeni ürün projelerine yapılan yatırımlar ile müşterilerin her türlü ihtiyaç ve beklentilerini toplam kalite bilinci ile karşılamaktadır. Firmada, sürekli gelişen teknolojinin takibi ve toplam kalite yönetiminin yanı sıra hümanist ve çevreci yönetim yaklaşımları ile dünya standartlarında üretim yapılmaktadır. 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. Türkiye pazarında yeterince doyuma ulaşmış olan firma, 2000 yılında başladığı “Değişim Yönetimi” projesi ve yeni ürün projeleri ile uluslararası bir kurum haline gelmek ve global bir marka olmak yolunda ilerlemektedir. Tüketicilerine daha iyi ürünler ve daha iyi hizmet sunabilmek amacıyla üretim teknolojisini sürekli geliştirmektedir. Firma, sadece markası ve ürünlerinin kalitesi ile değil, tedarik zinciri yönetimi kapsamında, bünyesindeki ekipler ve Türkiye genelindeki yaygın satış ve servis noktaları üzerinden müşterilerine sunduğu satış-destek ve teknik servis hizmetleriyle de müşterilerinin güvenini kazanmayı hedeflemektedir.

Firma çeşitli hammadde, komponent ve yarı mamulleri tedarikçilerden temin etmektedir. Firmanın tedarik ettiği malzemeler 4 farklı gruba ayrılmaktadır:

- Yarı mamul grubu: Bu malzeme grubunda yarı mamul kartlar ve bazı mekanik parçalar bulunmaktadır.
- Elektronik komponentler: Bu malzeme grubunda direnç, kondansatör, entegre, röle, baskılı devre (PCB) gibi komponentler bulunmaktadır.
- Metal malzeme grubu: Bu malzeme grubunda vida, somun, bağlantı ekipmanları gibi parçalar bulunmaktadır.
- Plastik malzeme grubu: Bu malzeme grubunda ürün dış kapağı, ürün mekanik parçaları gibi parçalar bulunmaktadır.
- Ambalaj malzeme grubu: Bu malzeme grubunda karton kutular, etiketler, montaj şemaları, garanti belgeleri gibi malzemeler bulunmaktadır.

2000’li yıllara gelinceye kadar, firma elektronik komponentler grubu için 5 tedarikçi ile ve diğer gruplar için birer tedarikçi ile çalışmaktaydı. Bu sırada, satınalma departmanının anahtar rolü, tedarikçiler arasında güçlü rekabet sağlayarak, mümkün olan en düşük fiyatla malzemeyi tedarik etmek idi. Başka bir deyişle, firma bu 8 tedarikçi ile ilişkisinde öncelikli olarak maliyet kriterini göz önüne almakta ve rekabetçi modeli benimsemekteydi. Fakat, artan ürün çeşitliliği, hızlı teknolojik yenilikler, ürün yaşam döngülerinin kısalması, değişen vizyon ve stratejik hedefler doğrultusunda, firma tedarikçi sayısını da zamanla arttırmak zorunda kalmıştır. Mevcut durumda firma, elektronik komponentler malzeme grubu için 30, metal malzeme grubu için 10, plastik ve ambalaj malzeme grubu için 4’er tedarikçi ile çalışmaktadır. Bu şartlar altında, satınalma departmanı tedarikçilerinin müşteri tatmini üzerinde önemli bir rolü olduğunun ve doğru kalitede, doğru miktarda, doğru zamanda malzemeyi doğru kaynaktan temin etmesi gerektiğinin farkına varmıştır. Bu doğrultuda, artık firmanın tedarikçilerini sadece fiyat kriterine bağlı olarak değil, birçok faktörü göz önüne alarak belirlemesi gerekmektedir. Bu noktada, firmanın satın alma kararlarını tedarikçi ile entegrasyon seviyelerine, firmanın rekabet durumuna ve stratejilerine bağlı olarak vermesi gerekmektedir. Dolayısıyla, firma öncelikle tedarikçileri ile entegrasyon seviyesini belirlemeye, sonra uygun seçim kriterleri ile tedarikçi performanslarını belirlemeye ve etkin tedarikçi kümesindeki doğru tedarikçiye doğru miktarda sipariş vermeye ihtiyaç duymaktadır. Başka bir deyişle firmanın tedarikçi seçimine ait bir karar destek modeli uygulaması gerekmektedir. Bu noktada, bu tez çalışmasında geliştirilen model, firmadaki karar vericileri bu kararları vermede desteklemek için uygulanmıştır. Uygulama alanı olarak firma için en önemli malzeme grubu olan elektronik komponentler grubundan beş farklı malzeme ve bu malzemelerin on adet tedarikçisi seçilmiştir. Firma on iki periyot (üç sene) için bu malzeme grubunda çalışacağı tedarikçileri miktar atamalarıyla beraber belirlemek istemektedir. Bu

doğrultuda uygulama adımları aşağıda detaylandırılmaktadır.

5.2 Çapraz Fonksiyonel Bir Takımın Oluşturulması

Firmada öncelikle, tedarikçi seçim sürecini gerçekleştirmek üzere beş kişiden oluşan bir değerlendirme takımı oluşturulmuştur. Değerlendirme takımı elemanları, organizasyon içerisinde tedarikçilerle ilgili aktivitelerde sık sık görev alan kişilerden oluşmaktadır. Bu takımın iki elemanı, genel müdür ve üretim müdürü, tedarikçi seçimi projelerinde beş yıldan fazla deneyimi olan kişilerdir. Takımın kalan elemanları firmanın satınalma, AR-GE ve kalite departmanlardan gelen üst düzey yöneticileridir. Takım elemanlarının tedarikçi seçim sürecinde yeterli tecrübelerinin bulunduğu ve bu kişilerin değerlendirmelerinin firmayı temsil ettiği kabul edilerek, modelin tüm girdileri bu takım tarafından sağlanmıştır.

5.3 Problemin ve Kriterlerin Formülasyonu Aşamaları

Modelin ilk adımları olan problemin ve kriterlerin formülasyonu aşamalarının uygulanması sonucunda, firma tedarikçisiyle hangi entegrasyon seviyesinde olması gerektiğini ve bu seviyeye bağlı olarak seçim sürecinde hangi kriterleri kullanmasının uygun olacağını belirleyecektir. Bu aşamaların uygulanmasında Bölüm 4.3'te detaylarıyla açıklanan entegrasyon seviyeleri (Seviye A, B, C ve D) ve Bölüm 4.4'te sunulan metodoloji kullanılmaktadır.

Bu aşamaların uygulanması için öncelikle, MS Excel'de Şekil 4.2'de gösterilen tüm ana ve alt kriterleri içeren bir form hazırlanmıştır. Bu form değerlendirme takımı elemanlarının kararlarının kaydedilmesinde ve hesaplamalarda kullanılmaktadır. Uygulama sırasında böyle bir formun kullanılması veri toplanması ve analizinin kolaylaşması bakımından oldukça faydalı bulunmuştur. Daha sonra, her takım elemanı kriter hiyerarşisi doğrultusunda, tüm ana kriterlere (d_{ijn}) ve tüm alt kriterlere (d_{ijn} , d_{ijkn}) Çizelge 4.3'te gösterilen 1-5 skalasını kullanarak ağırlıklar atamaktadır. Bu atamalar hazırlanan forma kaydedilmiş ve öncelikle eşitlik (4.1), (4.2) ve (4.3)'te gösterilen ortalamalar yardımıyla karar vericilerin kararları birleştirilerek d_i , d_{ij} , ve d_{ijk} değerleri elde edilmiştir. Bundan sonra eşitlik (4.4), (4.5), (4.6) kullanılarak önem derecelerinin skaladaki en yüksek değere bölünmesi ve yüz ile çarpılması ile yüzde önem dereceleri elde edilmiştir. Bağlı önem dereceleri Rd_i , Rd_{ij} , Rd_{ijk} da yine eşitlik (4.7), (4.8) ve (4.9) kullanılarak kolaylıkla hesaplanmıştır. Bu hesaplamaların hepsi MS Excel'deki formda formüller oluşturularak kısa bir sürede gerçekleştirilebilmektedir. Çizelge 5.1'de maliyet ana kriteri ve alt kriterleri için karar vericiler tarafından yapılan atamalar ve yüzde ve bağlı önem dereceleri gösterilmektedir. Tüm sonuçlar ise Ek 2'de verilmektedir.

Çizelge 5.1 Maliyet kriterleri için karar vericilerin atamaları, yüzde ve bağıl önem derecesi hesaplamaları

KRİTER	KV 1	KV 2	KV 3	KV 4	KV 5	Önem Derecesi (d_i, d_{ij}, d_{ijk})	Yüzde Önem Derecesi (Pd_i, Pd_{ij}, Pd_{ijk}) (%)	Bağıl Önem Derecesi (Rd_i, Rd_{ij}, Rd_{ijk}) (%)
Maliyet	5	4	3	5	4	4.2	84.00	84.00
<i>Net fiyat</i>	5	5	3	5	3	4.2	84.00	70.56
Satınalma fiyat iskontosu	4	5	2	5	1	3.4	68.00	47.98
Satınalma fiyat arttırmaları	5	4	5	1	2	3.4	68.00	47.98
<i>İşleme maliyeti</i>	3	3	2	3	2	2.6	52.00	43.68
Tedarikçi lokasyonu	3	4	2	3	4	3.2	64.00	27.96
<i>Bakım maliyeti</i>	3	2	5	3	3	3.2	64.00	53.76
<i>Ödeme vadesi</i>	4	2	1	5	1	2.6	52.00	43.68
<i>Yabancı para birimi kuru</i>	2	1	1	3	1	1.6	32.00	26.88
<i>Vergi miktarları</i>	2	1	1	2	1	1.4	28.00	23.52

Bir sonraki adımda, Çizelge 4.4 entegrasyon seviyesi şablonu kullanılarak, her bir alt kritere ait S_{ijm} ve S_{ijk} entegrasyon seviye indeksleri aynı formun içerisine kaydedilmektedir. Takım elemanları ω iyimserlik derecesini 0.5 olarak belirlemiştir. Bu noktadan sonra artık S_I algoritmasının girdileri hazır olmakta ve bu algoritma uygulanmaktadır. S_I algoritmasının uygulanmasıyla maliyet kriterleri için elde edilen sonuçlar Çizelge 5.2’de gösterilmektedir. Tüm sonuçlar ise Ek 3’de verilmektedir.

Çizelge 5.2 Maliyet kriterleri için S_I algoritmasının uygulama sonuçları

MALİYET KRİTERLERİ	A	E/H/O	B	E/H/O	C	E/H/O	D	E/H/O	E	E/H/O
<i>Net fiyat</i>	1	EVET	1	EVET	1	EVET	1	EVET	1	EVET
Satınalma fiyat iskonto	1	HAYIR	1	HAYIR	1	HAYIR	1	HAYIR	1	HAYIR
Satınalma fiyat artırım	1	HAYIR	1	HAYIR	1	HAYIR	1	HAYIR	1	HAYIR
<i>İşleme maliyeti</i>	1	HAYIR	1	HAYIR	1	HAYIR	1	HAYIR	1	HAYIR
Tedarikçi lokasyonu	0	HAYIR	1	HAYIR	1	HAYIR	1	HAYIR	1	HAYIR
<i>Bakım maliyeti</i>	0	OLABİLİR	1	EVET	1	EVET	1	EVET	1	EVET
<i>Ödeme vadesi</i>	1	HAYIR	1	HAYIR	1	HAYIR	1	HAYIR	1	HAYIR
<i>Yabancı para birimi kuru</i>	1	HAYIR	1	HAYIR	1	HAYIR	1	HAYIR	1	HAYIR
<i>Vergi miktarları</i>	1	HAYIR	1	HAYIR	1	HAYIR	1	HAYIR	1	HAYIR

Burada ikinci düzey alt kriterler için evet sayısı (ne_{ijm}), olabilir sayısı (no_{ijm}) ve hayır sayısı (nh_{ijm}) ve üçüncü düzey alt kriterler için evet sayısı (ne_{ijkm}), olabilir sayısı (no_{ijkm}) ve hayır sayısı (nh_{ijkm}) belirlenebilmektedir. Ana kriterler düzeyinde toplam evet, olabilir ve hayır sayılarının hesaplanması için eşitlik (4.10), (4.11) ve (4.12) kullanılmaktadır. Diğer yandan takım elemanları “evet”, “olabilir” ve “hayır” ifadeleri için ağırlıkları sırasıyla, 1, 0.5 ve 0 olarak belirlemiştir ($we=1$, $wo=0.5$, $wh=0$). Buradan $\bar{U}SG_{im}$, i . ana kriterin m . entegrasyon seviyesinden bir üst seviyeye geçme puanı, her bir ana kriter ve her bir entegrasyon seviyesi için eşitlik (4.13) kullanılarak hesaplanabilmektedir. Bu hesaplama yapılırken G_{im} değerleri için Çizelge 4.5’ten faydalanılmıştır. $T\bar{U}SG_m$, m . entegrasyon seviyesinden toplam bir üst seviyeye geçme puanı eşitlik (4.14) kullanılarak hesaplanmıştır.

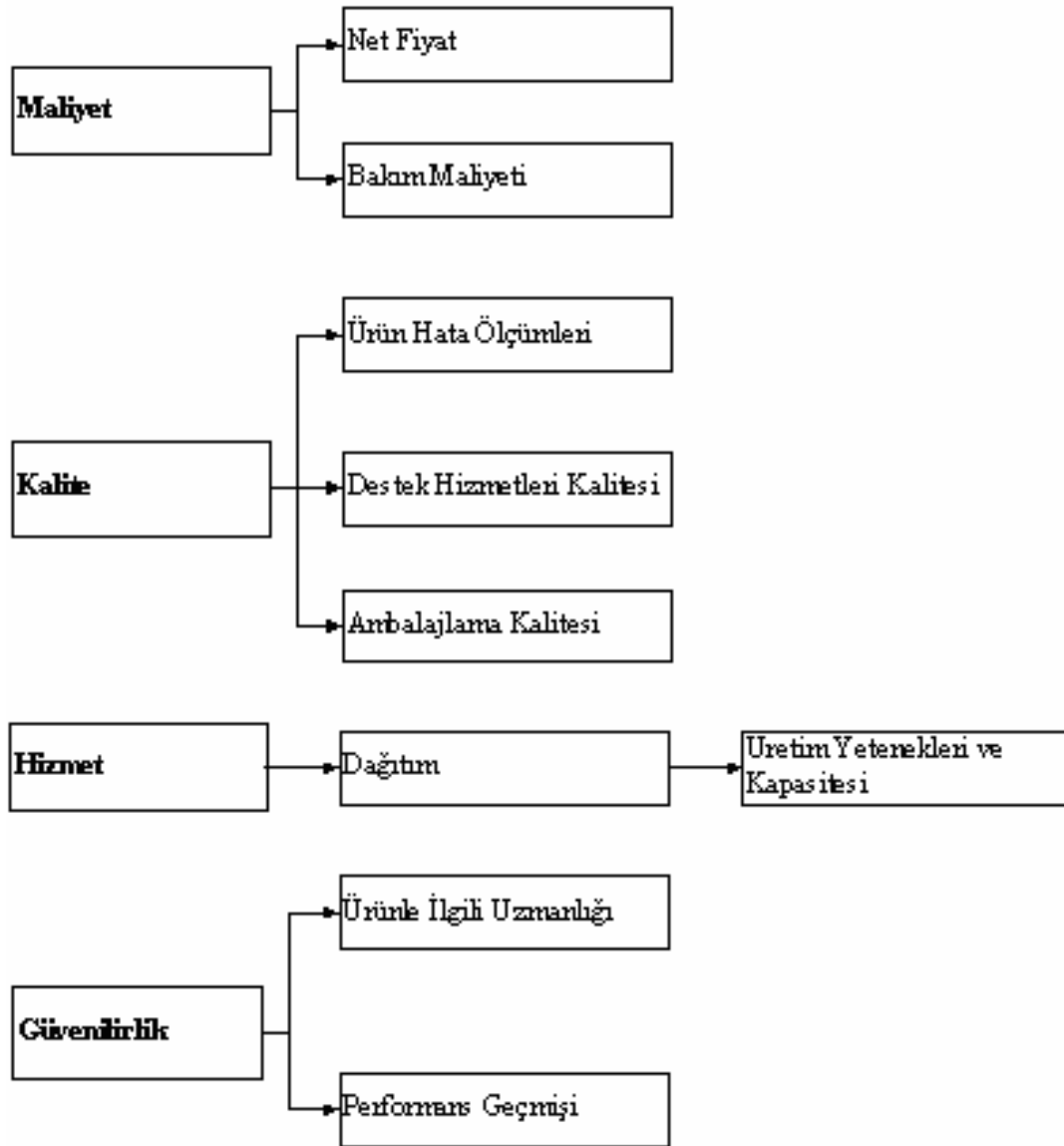
S_2 algoritmasının adımlarının uygulanmasıyla, takım elemanları $T\bar{U}SG_1=2>0$ olduğundan A entegrasyon seviyesinden B seviyesine geçmişlerdir. Aynı hesaplamalar B entegrasyon seviyesi için tekrarlanmış ve $T\bar{U}SG_2=1>0$ olduğundan C entegrasyon seviyesine geçilmiştir. C entegrasyon seviyesinden D entegrasyon seviyesine geçme puanı $T\bar{U}SG_3 = 0$ olduğundan algoritma durdurulmuş ve firmanın entegrasyon seviyesi C seviyesi olarak belirlenmiştir. Firma tarafından belirlenen C entegrasyon seviyesi “operasyonel entegrasyon”, “dönemsel operasyonel ilişki” veya “operasyonel ortaklık” olarak adlandırılmaktadır. Bu hesaplamalar başka bir MS Excel sayfasında yapılmıştır ve Çizelge 5.3’te gösterilmektedir.

Çizelge 5.3 S_1 ve S_2 algoritmalarının uygulanmasıyla elde edilen sonuçlar

	Seviye A ($m=1$)				Seviye B ($m=2$)				Seviye C ($m=3$)						
Ana Kriterler ($i=1,2,...,6$)	ne_{i1}	no_{i1}	nh_{i1}	G_{i1}	$\bar{U}SG_{i1}$	ne_{i2}	no_{i2}	nh_{i2}	G_{i2}	$\bar{U}SG_{i2}$	ne_{i3}	no_{i3}	nh_{i3}	G_{i3}	$\bar{U}SG_{i3}$
Maliyet	1	1	7		0	2	0	7		0	2	0	7		0
Kalite	1	2	3		0	2	1	3		0	3	0	3		0
Hizmet	0	2	6	1	1	1	1	6		0	2	0	6		0
Güvenilirlik	0	2	7	1	1	0	2	7	1	1	2	0	7		0
Yönetim ve Organizasyon	0	0	6	1	0	0	0	6	1	0	0	0	6	1	0
Teknoloji	0	0	5	1	0	0	0	5	1	0	0	0	5	1	0
$T\bar{U}SG_m$					2					1					0

Firmanın tedarikçileri ile entegrasyon seviyesi belirlendikten sonra, o entegrasyon seviyesinde “evet” ve “olabilir” değerlerini alan alt kriterler ve bunların ana kriterleri tedarikçi seçim sürecinde kullanılacak kriterler olarak seçilmektedir. Çizelge 5.3’ten görüldüğü gibi firmanın belirlenen entegrasyon seviyesinde, (C seviyesinde) “olabilir” değeri bulunmamaktadır. Uygulanan algoritmalar sonucunda belirlenen kriter ağacı Şekil 5.1’de gösterilmektedir. Şekilden de görüldüğü gibi dört ana kriter, maliyet, kalite, hizmet ve güvenilirlik kriter

hierarchy's first level as determined. Cost criterion has two sub-criteria "yes" value as selected. These are, net price and maintenance cost. Other criteria related to quality, product defect rates, support service quality and packaging quality. Service criterion has only one sub-criterion selected which is distribution. Distribution as a third level criterion, production capabilities and capacity as determined. Reliability criterion has two sub-criteria. These are, supplier's product related expertise and supplier's performance history.



Şekil 5.1 Belirlenen kriter hiyerarşisi

Tedarikçi seçim kriterlerinin belirlenmesi sürecinde uygulanan algoritmalar ile, firma hem tedarikçisiyle hangi entegrasyon seviyesinde çalışması gerektiği ve hem de tedarikçi seçim sürecinde hangi kriterleri kullanması gerektiği sonuçlarına ulaşmıştır. Değerlendirme takımı

elemanlarının tümü elde edilen sonuçlardan tatmin olmuştur. Ayrıca firma içerisindeki diğer departmanlardaki yöneticiler de yapılan çalışmadan oldukça memnun olmuşlar ve belirlenen entegrasyon seviyesi ile ilgili daha fazla bilgi talebinde bulunmuşlardır.

5.4 Niteliklerin Belirlenmesi Aşaması

Bu bölümde, tedarikçilerin niteliklerinin belirlenmesi aşaması, Bölüm 4.5'te açıklandığı gibi iki adımda uygulanacaktır. Bu adımlardan ilki, bir önceki adımda belirlenen seçim kriterlerinin bulanık AHP metoduyla ağırlıklandırılmasıdır. İkincisi ise kriter ağırlıklarını girdi olarak kabul etmek suretiyle tedarikçi alternatiflerinin maksimum ve minimum performanslarını belirleyen maksimum-minimum modelinin uygulanması ve etkin tedarikçi kümesinin belirlenmesidir.

5.4.1 Seçim Kriterlerinin Ağırlıklandırılması Aşaması

Bu aşamada bir önceki aşamanın sonucu olan ve Şekil 5.1'de gösterilen kriterlerin firma için önem derecelerini belirlemek için, bulanık AHP yöntemi kullanılacaktır. Bu amaçla bölüm 4.5.1.2'de açıklanan adımlar ve Chang'ın boyut analizi metodu uygulanacaktır.

- *Adım 1: İkili karşılaştırma matrislerinin hazırlanması:* Bu adımda seçim kriterlerinin belirlenmesi aşamasından elde edilen kriter ağacı kullanılarak tüm ikili karşılaştırma matrisleri karar vericilerin doldurmasına hazır hale getirilmiştir. Bunun için yine MS Excel'de hazırlanan tablolar kullanılmıştır.
- *Adım 2: İkili karşılaştırma matrislerinin karar vericiler tarafından doldurulması:* Bu adımda karar vericiler, Şekil 4.8'de gösterilen bulanık üçgensel sayıları ve üyelik fonksiyonlarını kullanarak ikili karşılaştırma matrislerini doldurmuştur. Bu sırada her biri ayrı ayrı matrislerini doldurmak yerine, aralarında uzlaşmaya vararak matrisleri oluşturma yolunu seçmiştir. Bu ikili karşılaştırma matrisleri Çizelge 5.4-Çizelge 5.7'de gösterilmektedir. Hizmet kriterinin ikinci düzeyinde dağıtım, üçüncü düzeyinde üretim yetenekleri ve kapasitesi olmak üzere birer kriter bulunduğu için ikili karşılaştırma matrisleri hazırlanmamıştır. Bu kriterlerin ağırlıkları 1 olarak hesaba katılacaktır.
- *Adım 3: İkili karşılaştırma matrislerinin tutarlılık analizlerinin yapılması:* Bu adımda ana kriterler ve kalite alt kriterleri için doldurulan matrislerin tutarlılık analizleri yapılacaktır. Diğer ikili karşılaştırmalar 2x2 matrisleri olduğu için tutarlılık analizine gerek yoktur. Bunun için öncelikle bulanık ikili karşılaştırma matrisleri, eşitlik 4.17 kullanılarak duru forma dönüştürülmüştür. Matrislerin duru formları Çizelge 5.8-Çizelge 5.9'da gösterilmektedir.

Çizelge 5.4 Ana kriterler için karşılaştırma matrisi

<i>Ana Kriterler</i>	Maliyet	Kalite	Hizmet	Güvenilirlik
Maliyet	$\tilde{1}$	$\tilde{2}$	$\tilde{2}$	$\tilde{3}$
Kalite	$\tilde{2}^{-1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{2}$	$\tilde{2}$
Hizmet	$\tilde{2}^{-1}$	$\tilde{2}^{-1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{1}$
Güvenilirlik	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{2}^{-1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{1}$

Çizelge 5.5 Maliyet alt kriterleri için ikili karşılaştırma matrisleri

<i>Maliyet Alt Kriterleri</i>	Net Fiyat	Bakım Maliyeti
Net Fiyat	$\tilde{1}$	$\tilde{2}$
Bakım Maliyeti	$\tilde{2}^{-1}$	$\tilde{1}$

Çizelge 5.6 Kalite alt kriterleri için ikili karşılaştırma matrisleri

<i>Kalite Alt Kriterleri</i>	Ürün Hata Ölçümleri	Destek Hizmetleri Kalitesi	Ürün Ambalajlama Kalitesi
Ürün Hata Ölçümleri	$\tilde{1}$	$\tilde{2}$	$\tilde{3}$
Destek Hizmetleri Kalitesi	$\tilde{2}^{-1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{2}$
Ürün Ambalajlama Kalitesi	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{2}^{-1}$	$\tilde{1}$

Çizelge 5.7 Güvenilirlik alt kriterleri için ikili karşılaştırma matrisleri

<i>Güvenilirlik Alt Kriterleri</i>	Uzmanlık	Performans
Uzmanlık	$\tilde{1}$	$\tilde{1}$
Performans	$\tilde{1}$	$\tilde{1}$

Çizelge 5.8 Ana kriterler için karşılaştırma matrisinin durulaştırılmış hali

<i>Ana Kriterler</i>	Maliyet	Kalite	Hizmet	Güvenilirlik
Maliyet	1.00	2.00	2.00	3.00
Kalite	0.56	1.00	2.00	2.00
Hizmet	0.56	0.56	1.00	1.00
Güvenilirlik	0.35	0.56	1.00	1.00

Çizelge 5.9 Kalite alt kriterleri için ikili karşılaştırma matrisinin durulaştırılmış hali

<i>Kalite Alt Kriterleri</i>	Ürün Hata Ölçümleri	Destek Hizmetleri Kalitesi	Ürün Ambalajlama Kalitesi
Ürün Hata Ölçümleri	1.00	2.00	3.00
Destek Hizmetleri Kalitesi	0.56	1.00	2.00
Ürün Ambalajlama Kalitesi	0.35	0.56	1.00

Ardından eşitlik (3.1) ve (3.2) kullanılarak tutarlılık analizleri yapılmıştır. Bu durumda ana kriterler için hazırlanan matriste klasik AHP hesaplamaları yapılarak öncelik vektörü hesaplanmış ve $\lambda_{\max}$ değeri 4.166 olarak bulunmuştur. n değeri 4 olduğundan rassal indeks Çizelge 3.7'den 0.9 olarak belirlenmiştir. Matrisin tutarlılık indeksi ve tutarlılık oranı aşağıdaki gibi hesaplanmış ve matris tutarlı bulunmuştur:

$$CI = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1) = (4.166 - 4) / (4 - 1) = 0.0553$$

$$CR = CI / RI = 0.0553 / 0.9 = 0.06 \leq 0.1$$

Benzer hesaplamalar yapılarak kalite alt kriterleri matrisi için $\lambda_{\max}$ değeri 3.0918 olarak bulunmuştur. n değeri 3 olduğundan rassal indeks Çizelge 3.7'den 0.58 olarak belirlenmiştir. Matrisin tutarlılık indeksi ve tutarlılık oranı aşağıdaki gibi hesaplanmış ve matris tutarlı bulunmuştur:

$$CI = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1) = (3.0918 - 3) / (3 - 1) = 0.0459$$

$$CR = CI / RI = 0.0459 / 0.58 = 0.08 \leq 0.1$$

- *Adım 4: Boyut analizi metodunun adımlarının uygulanması:* Bu adımda tutarlılık analizleri yapılarak kabul edilen bulanık matrisler üzerinde Chang'ın boyut analizinin adımları uygulanarak her bir kriterin ağırlığı bulunmuştur.

Çizelge 5.4 için sentetik değerler,

$$S_{\text{maliyet}} = (5, 8, 11) \otimes (1/26.50, 1/19.33, 1/13.58) = (0.19, 0.41, 0.81);$$

$$S_{\text{kalite}} = (3.33, 5.50, 8.00) \otimes (1/26.50, 1/19.33, 1/13.58) = (0.13, 0.28, 0.59);$$

$$S_{\text{hizmet}} = (2.67, 3.00, 4.00) \otimes (1/26.50, 1/19.33, 1/13.58) = (0.10, 0.16, 0.29);$$

$$S_{\text{güvenilirlik}} = (2.58, 2.83, 3.50) \otimes (1/26.50, 1/19.33, 1/13.58) = (0.10, 0.15, 0.26)$$

olarak hesaplanmıştır.

Bu vektörler kullanılarak,

$$V(S_{\text{maliyet}} \geq S_{\text{kalite}}) = 1.00, \quad V(S_{\text{maliyet}} \geq S_{\text{hizmet}}) = 1.00, \quad V(S_{\text{maliyet}} \geq S_{\text{güvenilirlik}}) = 1.00,$$

$$V(S_{\text{kalite}} \geq S_{\text{maliyet}}) = 0.76, \quad V(S_{\text{kalite}} \geq S_{\text{hizmet}}) = 1.00, \quad V(S_{\text{kalite}} \geq S_{\text{güvenilirlik}}) = 1.00,$$

$$V(S_{\text{hizmet}} \geq S_{\text{maliyet}}) = 0.29, \quad V(S_{\text{hizmet}} \geq S_{\text{kalite}}) = 0.57, \quad V(S_{\text{hizmet}} \geq S_{\text{güvenilirlik}}) = 1.00,$$

$$V(S_{\text{güvenilirlik}} \geq S_{\text{maliyet}}) = 0.21, \quad V(S_{\text{güvenilirlik}} \geq S_{\text{kalite}}) = 0.49, \quad V(S_{\text{güvenilirlik}} \geq S_{\text{hizmet}}) = 0.95$$

değerleri elde edilmiştir.

Dolayısıyla, Çizelge 5.4 için ağırlık vektörü $W_G = (0.44, 0.34, 0.13, 0.09)^T$ olarak belirlenmiştir.

Çizelge 5.5 için sentetik değerler,

$$S_{\text{net fiyat}} = (2,3,4) \otimes (1/6.00, 1/4.50, 1/3.33) = (0.33, 0.67, 1.20);$$

$$S_{\text{bakım maliyeti}} = (1.33, 1.50, 2.00) \otimes (1/6.00, 1/4.50, 1/3.33) = (0.22, 0.33, 0.60)$$

olarak hesaplanmıştır.

Bu vektörler kullanılarak,

$$V(S_{\text{net fiyat}} \geq S_{\text{bakım maliyeti}}) = 1.00, V(S_{\text{bakım maliyeti}} \geq S_{\text{net fiyat}}) = 0.44 \text{ değerleri elde edilmiştir.}$$

Dolayısıyla, Çizelge 5.5 için ağırlık vektörü $W_G = (0.69, 0.31)^T$ olarak belirlenmiştir.

Çizelge 5.6 için sentetik değerler,

$$S_{\text{hata}} = (4,6,8) \otimes (1/15.50, 1/11.33, 1/7.92) = (0.26, 0.53, 1.01);$$

$$S_{\text{destek}} = (2.33, 3.50, 5.00) \otimes (1/15.50, 1/11.33, 1/7.92) = (0.15, 0.31, 0.63);$$

$$S_{\text{ambalaj}} = (1.58, 1.83, 2.50) \otimes (1/15.50, 1/11.33, 1/7.92) = (0.10, 0.16, 0.32);$$

olarak hesaplanmıştır.

Bu vektörler kullanılarak,

$$V(S_{\text{hata}} \geq S_{\text{destek}}) = 1.00, V(S_{\text{hata}} \geq S_{\text{ambalaj}}) = 1.00,$$

$$V(S_{\text{destek}} \geq S_{\text{hata}}) = 0.63, V(S_{\text{destek}} \geq S_{\text{ambalaj}}) = 1.00,$$

$$V(S_{\text{ambalaj}} \geq S_{\text{hata}}) = 0.14, V(S_{\text{ambalaj}} \geq S_{\text{destek}}) = 0.53 \text{ değerleri elde edilmiştir.}$$

Dolayısıyla, Çizelge 5.6 için ağırlık vektörü $W_G = (0.56, 0.36, 0.08)^T$ olarak belirlenmiştir.

Benzer şekilde güvenilirlik alt kriterleri için de, aynı adımlar uygulanarak $W_G = (0.50, 0.50)^T$ olarak hesaplanmıştır.

Böylece seçim kriterlerinin belirlenmesi aşamasından gelen ve seçilen kriterler, kriter ağacına göre ağırlıklandırılmıştır. Çizelge 5.10 seçim kriterlerinin ağırlıklandırılması aşamasının sonuçlarını özetlemektedir.

Çizelge 5.10 Seçim kriterlerinin ağırlıklandırılması aşamasının sonuçları

Ana Kriterler (1. Düzey)	Alt Kriterler (2. Düzey)	Alt Kriterler (3. Düzey)
Maliyet (0.44)	Net fiyat (0.69) Bakım maliyeti (0.31)	
Kalite (0.34)	Ürün hata ölçümleri (0.56) Destek hizmetleri kalitesi (0.36) Ürün ambalajlama kalitesi (0.08)	
Hizmet (0.13)	Dağıtım (1.00)	Üretim yetenekleri ve kapasitesi (1.00)
Güvenilirlik (0.09)	Uzmanlık (0.50) Performans geçmişi (0.50)	

5.4.2 Etkin Tedarikçi Kümesinin Belirlenmesi Aşaması

Bu bölümde belirlenen kriter ağırlıkları kullanılarak bölüm 4.5.2’de açıklanan maksimum minimum modeli uygulanacaktır. Daha önce de belirtildiği gibi uygulama alanı olarak elektronik komponentler grubundan beş farklı malzeme ve bu malzemelerin on farklı tedarikçisi belirlenmiştir. Seçilen malzemeler, direnç, kondansatör, transistör, entegre ve röledir. Tedarikçiler ise, Elektro, Gesa, Arrow, Özdisan, Semtech, Dijital, Batı, Intrade, Omron ve Süper’dir. Bu tedarikçilerin tümü belirlenen malzeme tiplerinin hepsini sağlayabilmektedir.

Modelin uygulanması için ilk adım, kriter ağacından gelen kriterlerin girdi ve çıktı değişkenleri olarak gruplandırılmasıdır. Değerlendirme takımı bu kriterlerden maliyet ana kriteri altındaki net fiyat ve bakım maliyeti kriterlerini girdi değişkenleri olarak belirlemeye karar vermiştir. Geriye kalan kriterler, yani, kalite, hizmet ve güvenilirlik alt kriterleri de çıktı değişkenleri olarak belirlenmiştir. Bu noktadan sonra modelin uygulanması için ana verilerin hazırlanması aşamasına geçilmiştir. Modelin uygulanması için gerekli olan parametrelerden ilki, tedarikçilerin malzeme tiplerine göre girdi ve çıktı değişkenleri üzerindeki performans ölçümleridir. Hazırlanan MS Excel formu kullanılarak, tüm tedarikçilerin, girdi ve çıktı değişkenleri üzerindeki performansları takım tarafından tespit edilmiştir. Bu ölçümler yapılırken, net fiyat değişkeni için YTL/adet, bakım maliyeti için YTL/yıl, ürün hata ölçümleri için (1-% ürün hataları), tedarikçi kapasitesi için adet/yıl, destek hizmetleri kalitesi, dağıtım-zamanında teslimat, uzmanlık ve performans geçmişi değişkenleri için de % birimleri kullanılmıştır. Takım elemanları bu performans kararlarını belirlemekte zorlanmamıştır,

çünkü tüm tedarikçiler firmanın ortalama on yıldır çalıştığı ve tanıdığı tedarikçilerdir. Modelin uygulanmasındaki bir diğer parametre de kriter ağırlıklarıdır. Kriter ağacı şeklinde bir önceki aşamadan gelen ağırlıklar, kriter düzeyleri baz alınarak hesaplanmıştır. Örneğin, Çizelge 5.10'dan görüldüğü gibi net fiyat kriteri ikinci düzey bir kriterdir ve ağırlığı 0.69'dur. Bu kriterin ana kriteri olan maliyet kriterinin ağırlığı ise 0.44'tür. Bu durumda net fiyat kriterinin modele parametre olarak girecek ağırlığı (0.44×0.69) şeklinde 0.3036 olarak hesaplanmıştır. Diğer kriterler için de kriter ağacı katlanarak ağırlıklar elde edilmiştir. Modelin tüm ana verileri Ek 4'de gösterilmektedir.

Modelin tüm ana verileri hazırlandıktan sonra eşitlik (4.30)'da gösterilen model formülasyonun açılımı yapılarak, on tedarikçi için maksimizasyon ve minimizasyon modelleri çözülmüştür. Modellerin çözümünde LINGO paket programı kullanılmıştır. Örnek olarak Elektro tedarikçisi için maksimum etkinlik oranını veren modelin açılımı ve çözümü Ek 5'te gösterilmektedir. Minimum etkinlik oranını veren modelin açılımı ve çözümü ise Ek 6'da gösterilmektedir. Çözümlerden de görüldüğü gibi Elektro tedarikçisi için maksimum etkinlik oranı 0.99596, minimum etkinlik oranı ise 0.422220 olarak elde edilmiştir.

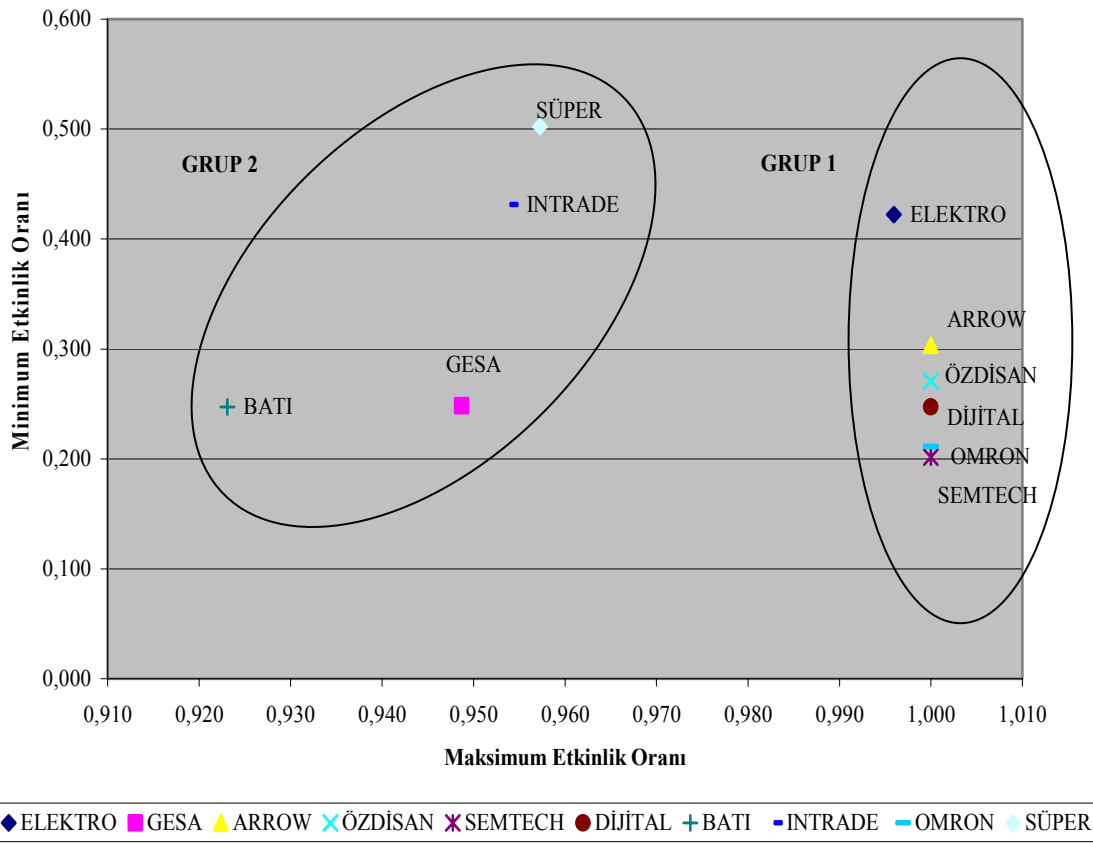
Tüm modellerde optimum çözümlere ulaşılmıştır ve Çizelge 5.11'de tüm modellerin çözülmesi sonucunda elde edilen on tedarikçiye ait maksimum ve minimum etkinlik oranları gösterilmektedir.

Çizelge 5.11 Tedarikçi firmaların etkinlik oranları

Tedarikçi Adı	Maksimum Etkinlik Oranı	Minimum Etkinlik Oranı
ELEKTRO	0.995960	0.422220
GESA	0.948700	0.248276
ARROW	1.000000	0.303446
ÖZDİSAN	1.000000	0.270586
SEMTECH	1.000000	0.201465
DİJİTAL	1.000000	0.247312
BATI	0.923077	0.247312
INTRADE	0.954066	0.431373
OMRON	1.000000	0.211200
SÜPER	0.957262	0.502220

Bu noktadan sonra etkin tedarikçi kümesinin belirlenmesi sürecine geçilmektedir. Tedarikçilerin maksimum ve minimum etkinlik oranları dikkate alınarak çeşitli tedarikçi grupları oluşturulacak ve bu grupların istatistiksel açıdan anlamlılığı bölüm 4.5.2'de açıklanan

Kruskal-Wallis testine göre test edilecektir. Tedarikçi gruplarını belirleyebilmek için maksimum ve minimum etkinlik oranlarını içeren bir grafik çizilmiştir. Şekil 5.2’de tedarikçilerin maksimum ve minimum etkinlik oranlarını gösterilmektedir. Değerlendirme takımı elemanları bu grafiği inceleyerek etkinlik oranlarına göre ilk bakışta iki grup oluşturmayı düşünmüştür. Gruplandırma etkinlik oranlarına göre birbirine en yakın tedarikçiler şeklinde yapılmıştır. Oluşturulan iki grubun birincisi, Elektro, Arrow, Özdisan, Dijital, Omron ve Semtech tedarikçilerinden; ikinci grup ise Süper, Intrade, Gesa ve Batı tedarikçilerinden oluşmaktadır. Şekil 5.2 bu gruplandırmayı göstermektedir.



Şekil 5.2 Oluşturulan ilk tedarikçi grupları

Bu grupların istatistiksel olarak anlamlılığını test etmek için Kruskal-Wallis testi kullanılmıştır. Bu testin uygulanması için ilk olarak aşağıdaki hipotez oluşturulmuştur:

H_0 : Oluşturulan tedarikçi gruplarının ana kütle ortalaması aynıdır.

Testin uygulanmasında bir sonraki adım tüm etkinlik oranlarının küçükten büyüğe doğru sıralanmasıdır. Sıralamadan sonra her bir etkinlik oranına bir sıra numarası atanmaktadır. Sıra

numarası atanırken aynı değerler için sıra numaralarının ortalaması alınmaktadır. Örneğin 3. ve 4. sırada iki değer birbirine eşit olduğu için, her birinin sıra numarası $(4+3)/2=3.5$ şeklinde belirlenmiştir. Sıralama ve sıra numaralarının atanması işlemleri Çizelge 5.12’de gösterilmektedir.

Çizelge 5.12 Etkinlik oranlarının sıralanması ve sıra numaralarının atanması

Etkinlik Oranları	Sıralama
0.201465	1
0.211200	2
0.247312	3.5
0.247312	3.5
0.248276	5
0.270586	6
0.303446	7
0.422220	8
0.431373	9
0.502220	10
0.923077	11
0.948700	12
0.954066	13
0.957262	14
0.995960	15
1.000000	18
1.000000	18
1.000000	18
1.000000	18
1.000000	18

Bundan sonra oluşturulan gruptaki her bir tedarikçiye ait etkinlik oranları kullanılarak, eşitlik (4.31)’de gösterilen test istatistiği için gereken veriler hesaplanmaktadır. N , toplam gözlem sayısı; n_i , i . gruptaki gözlem sayısı ($i=1,2,...,k$), R_i , her gruptaki gözlemlerin sıra dereceleri toplamı olmak üzere yapılan hesaplamalar Çizelge 5.13’de gösterilmektedir.

Çizelge 5.13 Oluşturulan ilk tedarikçi grupları için Kruskal-Wallis testi hesaplamaları

	Grup No 1 (i=1)	Grup No 2 (i=2)
	15	12
	8	5
	18	11
	7	3.5
	18	13
	6	9
	18	14
	1	10
	18	
	3.5	
	18	
	2	
R_i	133	78
R_i^2	17556	6006
n_i	12	8
R_i^2/n_i	1463.02	750.78
N	20	

Çizelge 5.13'teki hesaplamalar kullanılarak W istatistik test değeri aşağıdaki gibi hesaplanmıştır:

$$W = \frac{12}{n(n+1)} \sum_{i=1}^K \frac{R_i^2}{n_i} - 3(n+1) = \frac{12}{20*21} \left[\frac{(133)^2}{12} + \frac{(78)^2}{8} \right] - 3*(20+1)$$

$$W = 0.0285 * [1463.02 + 750.78] - 63$$

$$W = 0.0933$$

W istatistiğinin dağılımı $K-1$ serbestlik derecesine göre ki-kare dağılımına uymaktadır. Bu durumda eğer $W > \chi^2(K-1, \alpha)$ ise H_0 hipotezi reddedilir, aksi taktirde, H_0 hipotezi kabul edilir. Burada, K grup sayısı olmak üzere serbestlik derecesi 1'dir ($K-1=2-1=1$). $\alpha=0.1$ anlamlılık düzeyi kullanılarak χ^2 tablo değeri 2.71 olarak belirlenmiştir. $0.0933 < 2.71$ olduğundan H_0 hipotezi kabul edilmiştir. Bu durumda oluşturulan tedarikçi gruplarının ana kütle ortalamaları aynıdır ve istatistiksel olarak anlamlıdır sonucuna varılmıştır.

Bu noktadan sonra Şekil 5.2'ye ilk bakışta oluşturulan tedarikçi grupları yeniden incelendiğinde, Grup 1 içerisinde yer alan Elektro tedarikçisinin grubun diğer elemanlarına göre maksimum etkinlik oranı yani güçlü tarafları açısından daha kötü durumda olduğu görülmüştür. Eşitlik (4.30)'da gösterilen modele geri dönülürse, modelde her bir tedarikçi için

girdiler sabit tutularak çıktı maksimizasyonu ve minimizasyonu yapılmaktadır. Bu durumda en iyi maksimum etkinlik oranı ve en iyi minimum etkinlik oranı 1 olmaktadır. Grup 1 içerisindeki diğer tüm tedarikçilerin maksimum etkinlik oranı 1 olarak bulunmuştur. Elektro tedarikçisinin maksimum etkinlik oranı grubun diğer elemanlarına göre daha düşüktür. Dolayısıyla her ne kadar gruplar istatistiksel olarak anlamlı bulunsun da, karar vericiler ilk olarak Elektro tedarikçisini Grup 1’den çıkartarak Grup 2’ye dahil etmeyi düşünmüştür. Fakat Elektro tedarikçisinin maksimum etkinlik oranı Grup 2’nin elemanlarına kıyasla yüksektir. Aynı zamanda minimum etkinlik oranı da Batı ve Gesa tedarikçilerinden gözle görülür şekilde daha iyidir. Bu sebeplerle bu düşünceden vazgeçilerek sezgisel olarak tedarikçi grubu oluşturma denemelerine devam edilmiştir.

Son olarak karar vericiler etkinlik oranlarına göre 3 grup oluşturmaya karar vermiştir. Minimum etkinlik oranları birbirine çok yakın olan Süper, Intrade ve Elektro tedarikçileri bir grup, yine minimum etkinlik oranları birbirine çok yakın olan Batı ve Gesa bir grup, maksimum etkinlik oranları birbirine eşit ve 1 olan Arrow, Özdisan, Dijital, Omron ve Semtech tedarikçileri bir grup oluşturacak şekilde kümelenmiştir. Yeni tedarikçi grupları Şekil 5.3’de gösterilmektedir. Yeni gruplandırma için, Kruskal-Wallis testi yukarıda anlatılan adımlar izlenerek tekrar uygulanmıştır. “Üç tedarikçi grubu için de ana kütle ortalaması aynıdır” şeklinde kurulan hipotez, aynı sıralama ve sıra numaraları kullanılarak test edilmiştir. Yapılan hesaplamalar Çizelge 5.14’de gösterilmektedir.

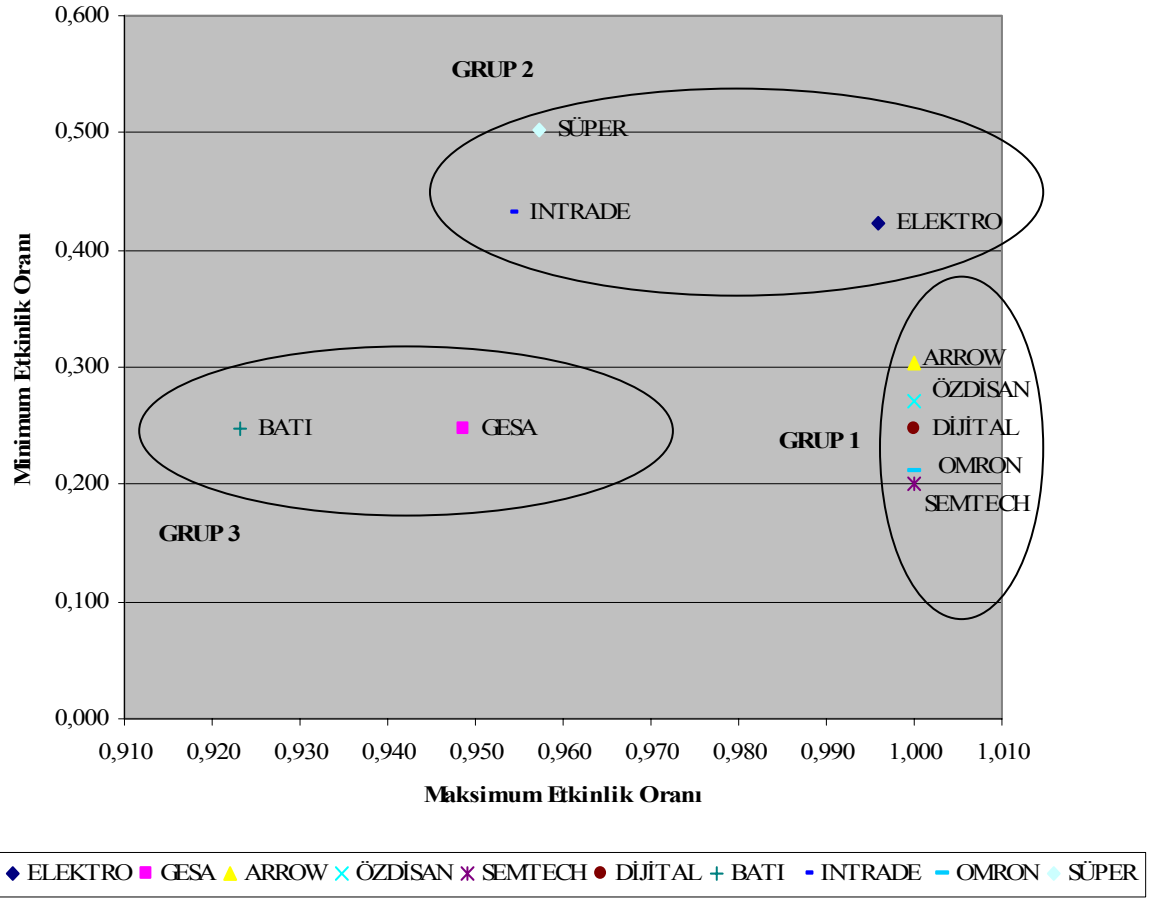
Çizelge 5.14’deki veriler kullanılarak W istatistik değeri aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır:

$$W = \frac{12}{n(n+1)} \sum_{i=1}^K \frac{R_i^2}{n_i} - 3(n+1) = \frac{12}{20*21} \left[\frac{(110)^2}{10} + \frac{(69)^2}{6} + \frac{(32)^2}{4} \right] - 3*(20+1)$$

$$W = 0.0285 * [1199.025 + 793.5 + 248.0625] - 63$$

$$W = 0.8567$$

Bu denemede üç grup bulunduğundan K serbestlik derecesi 2 olarak belirlenmiştir ($K-1 = 3-1=2$). $\alpha=0.1$ anlamlılık düzeyi kullanılarak χ^2 tablo değeri 4.61 olarak okunmuştur. Hesaplanan W istatistik değeri $0.8567 < 4.61$ olduğu için üç grubun ana kütle ortalamaları aynıdır diyen sıfır hipotezi kabul edilmektedir.



Şekil 5.3 Oluşturulan son tedarikçi grupları

Çizelge 5.14 Oluşturulan son tedarikçi grupları için Kruskal-Wallis testi hesaplamaları

	Grup No 1 ($I=1$)	Grup No 2 ($I=2$)	Grup No 3 ($I=3$)
	18	14	11
	7	10	3.5
	18	13	12
	6	9	5
	18	15	
	1	8	
	18		
	3.5		
	18		
	2		
R_i	110	69	32
R_i^2	11990	4761	992
n_i	10	6	4
R_i^2/n_i	1199.025	793.5	248.0625
N		20	

Sonuç olarak, değerlendirme takımı tarafından karar verilen tedarikçi gruplarının istatistiksel açıdan anlamlılığı test edilmiş ve kurulan hipotez kabul edilmiştir. Bu noktadan sonra karar vericilere iki seçenek sunulmuştur. Ya bu üç gruptan birini etkin tedarikçi kümesi olarak belirleyecekler ve bir sonraki aşamaya geçerek miktar atama modelini bu tedarikçi kümesine uygulayacaklar, ya da belirlenen grupların her biri için miktar atama modelini uygulayarak toplam tedarik maliyetlerini karşılaştıracaklardır. Firmadaki değerlendirme takımı maksimum ve minimum etkinlik oranlarını da dikkate alarak, Grup 1'i etkin tedarikçi kümesi olarak seçmeye karar vermiştir. Böylece elektronik komponentler grubundaki malzemeler için Arrow, Özdisan, Dijital, Omron ve Semtech tedarikçileriyle çalışmayı uygun bulmuşlardır.

Bu aşamanın sonucunda, bir sonraki aşamada değerlendirilecek tedarikçi sayısı on adetten beş adede düşmüş ve modele girecek tedarikçi sayısında %50 azalma sağlanmıştır. Bu durumda modelin en son aşamasında yani son seçim aşamasında kullanılacak tedarikçi grubu, Grup 1 (Arrow, Özdisan, Dijital, Omron ve Semtech)'dir.

5.5 Son Seçim Aşaması

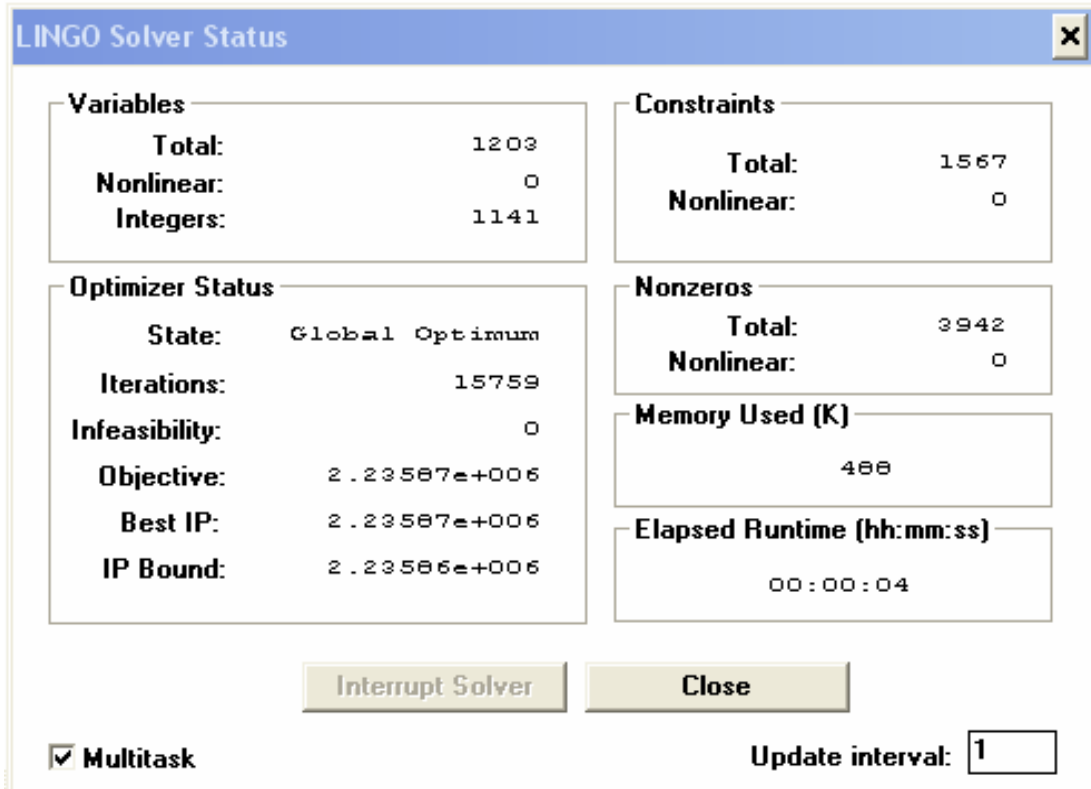
Son seçim aşamasında, bir önceki aşamada belirlenen etkin tedarikçi grubu için eşitlik (4.40)'da gösterilen karmaşık tamsayılı tedarikçi seçimi ve miktar atama modeli uygulanacaktır. Amaç fonksiyonu toplam tedarik maliyeti minimizasyonu olan bu modelin uygulanması sonucunda, grup içerisinde bir veya birkaç tedarikçi sipariş miktarı atamasıyla birlikte seçilecektir.

Bir önceki adımda 10 tedarikçinin 5 tedarikçiye azaltılmasıyla son seçim aşamasında kullanılacak olan model, 5 malzeme ($i=5$), 5 tedarikçi ($j=5$) ve 12 periyot ($t=12$) için uygulanacaktır. Malzemeler daha önceki modeldeki gibi, direnç, kondansatör, transistör, entegre ve röle'dir. Tedarikçiler ise Arrow (Arr), Özdisan (Öz), Semtech (Sem), Dijital (Dij), ve Omron (Om) tedarikçileridir.

Modelin uygulanması için öncelikle değerlendirme takımı elemanları ile birlikte modelin parametreleri hazırlanmıştır. Bu parametreler t periyodunda i . malzemeye olan talep D_{it} , malzemenin her periyottaki satın alma fiyatına göre % elde bulundurma maliyeti h , j . tedarikçinin i . malzeme için satınalma fiyatına göre % iskonto oranı dc_{ij} , j . tedarikçinin i . malzeme için satınalma fiyatı P_{ij} , j tedarikçisinden satın alınan i . malzemenin taşıma maliyeti N_{it} , j tedarikçisinden satın alınan i . malzemenin periyot başı (başlangıç) stok miktarı b_{ij} 'dir. Bu parametre değerleri değerlendirme takımı tarafından firmanın kayıtlarından kolaylıkla edinilmiştir. Sonuç olarak tedarikçi seçimi ve miktar atama modelinde kullanılacak ana veriler

Ek 7’de görüldüğü gibi hazırlanmıştır. Hazırlanan parametreler ve karar değişkenleri kullanılarak eşitlik (4.40)’daki modelin açılımı LINGO paket programında yazılmıştır (Ek 8).

Model LINGO paket programında çözüldüğünde, Şekil 5.4’te gösterildiği gibi, global optimum sonucunu vermektedir. Model açılımında 1141 tamsayılı değişken, 1567 kısıt, 3942 sıfır olmayan değişken bulunmaktadır. Model 15759 iterasyonda çözülmektedir. Modelin çözüm süresi kısadır ve kullanılan bellek miktarı ise 488 KB olarak görülmektedir.



Şekil 5.4 LINGO programında model çözüm penceresi

Modelin LINGO’da çözümünden elde edilen amaç fonksiyonu değerleri Çizelge 5.15’te gösterilmektedir. Buna göre, toplam tedarik maliyeti 2.225.745 YTL şeklinde oluşmuştur. Toplam tedarik maliyetinin yaklaşık %90’ını toplam satınalma maliyeti kalemi oluşturmaktadır. Oluşan toplam elde bulundurma maliyeti ve toplam taşıma maliyeti sonuçları da Çizelge 5.15’ten görülmektedir.

Çizelge 5.16’da model sonuçları seçilen tedarikçiler ve miktar atamaları şeklinde gösterilmektedir. Çizelgeden her periyotta her malzemeden hangi tedarikçiye, ne kadar sipariş verileceği, yani modelin ürettiği X_{ijt} değerleri görülmektedir. Görüldüğü gibi, direnç ve kondansatör malzemeleri için Arrow tedarikçisi, transistör ve entegre malzemeleri için Özdisan tedarikçisi seçilmiştir. Röle malzemesi için ise sadece 5. periyot için Omron

tedarikçisi seçilmiş, diğer tüm periyotlarda uygun miktarlar yine Özdisan tedarikçisinden karşılanmıştır.

Çizelge 5.15 Modelin amaç fonksiyonu değerleri

Maliyet Kalemleri	Değer (YTL)
Toplam Satınalma Maliyeti (SMM)	1.976.688
Toplam elde bulundurma maliyeti (EBM)	244.307
Toplam taşıma maliyeti (TPM)	4.750
TOPLAM	2.225.745

Model sonucunda elde edilen tüm karar değişkenlerinin değerleri Ek 9’da gösterilmektedir. Bunlar, seçim karar değişkeni y_{ijt} değerleri; sipariş miktarı değişkeni X_{ijt} değerleri, malzeme tüketim miktarı değişkeni sd_{ijt} değerleri ve malzeme stok miktarı değişkeni v_{ijt} değerleridir.

Tedarikçi seçimi ve sipariş atama modeli, bir karmaşık tamsayılı programlama modelidir. Bu modelde, birden fazla malzeme için, stok miktarlarının değişimi dikkate alınarak toplam tedarik maliyetinin minimizasyonu hedeflenmektedir. Model, belirlenen her periyot için dönem başı ve dönem sonu stok miktarlarını dikkate alarak, minimum tedarik maliyetine sahip tedarikçiyi seçmektedir. Bu noktada, sadece toplam tedarik maliyetinin minimizasyonuna odaklanılmasının sebebi, karar destek modelinin önceki aşamalarında, özellikle maksimum-minimum yaklaşımında, tedarikçilerin çıktı değişkenlerini karşılama derecelerinin analiz edilmesidir. Modelin önceki aşamalarında çıktı değişkenleri ayrıntıları ile analiz edildiğinden dolayı, oluşturulan karmaşık tamsayılı programlama modelinde toplam tedarik maliyetinin minimizasyonu hedeflenmiştir. Ayrıca, seçilen tedarikçilere de, firmadaki stok miktarlarına göre optimum sipariş miktarı ataması gerçekleştirilmektedir. Model bu özellikleri ile De Boer vd.nin (2001) yapmış olduğu Çizelge 3.1’deki sınıflandırma çalışmasında, çok tip ürün, zamana göre envanter yönetimi ile matematiksel programlama kısmına girmektedir. Firmaya modelin uygulanması ile, dört tip malzeme için (direnc, kondansatör, transistör, entegre) her periyotta toplam tedarik maliyeti minimum olan iki farklı tedarikçi seçilmiş ve ilgili sipariş miktarları atanmıştır. Sadece bir tip malzeme için (röle), beşinci periyotta farklı bir üçüncü tedarikçi seçilmiş ve miktar ataması yapılmıştır.

Çizelge 5.16 Modelin tedarikçi seçimi ve miktar atama (X_{ijt}) sonuçları

Direnç												
X_{ijt}	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5	t=6	t=7	t=8	t=9	t=10	t=11	t=12
Arr			15.000	400.000	300.000	400.000	300.000	450.000	400.000	300.000	450.000	400.000
Öz												
Sem												
Dij												
Om												
Kondansatör												
X_{ijt}	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5	t=6	t=7	t=8	t=9	t=10	t=11	t=12
Arr			150.000	350.000	350.000	300.000	250.000	350.000	350.000	300.000	250.000	350.000
Öz												
Sem												
Dij												
Om												
Transistör												
X_{ijt}	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5	t=6	t=7	t=8	t=9	t=10	t=11	t=12
Arr												
Öz							200.000	200.000	300.000	250.000	350.000	200.000
Sem												
Dij												
Om												
Entegre												
X_{ijt}	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5	t=6	t=7	t=8	t=9	t=10	t=11	t=12
Arr												
Öz				10.000	150.000	100.000	85.000	125.000	150.000	100.000	85.000	125.000
Sem												
Dij												
Om												
Röle												
X_{ijt}	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5	t=6	t=7	t=8	t=9	t=10	t=11	t=12
Arr												
Öz						25.000	35.000	55.000	50.000	45.000	35.000	55.000
Sem												
Dij												
Om					55.000							

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüzün sürekli artan rekabet koşullarında işletmelerin ayakta kalabilmeleri için dinamik stratejilere ihtiyaçları vardır. Müşteri ihtiyaçlarına ve beklentilerine en hızlı şekilde cevap verebilme ve pazar olanaklarını yakalama becerisi hayati önem taşımaktadır. Tarih boyunca tüm firmalar kıt kaynakların en verimli şekilde nasıl kullanılabileceği üzerine araştırmalar yapmışlar ve en yüksek verimlilikte, en yüksek kalitede ve en düşük maliyetle bu işi nasıl sağlarız sorusuna cevap bulmaya çalışmışlardır. Bilişim sektöründe meydana gelen hızlı ilerleme rekabet avantajı sağlamak isteyen firmalara büyük kolaylıklar sağlamıştır. Yoğun rekabetin yaşandığı şu günlerde rekabetin yeni adı tedarik zinciri yönetimidir. Tedarik zinciri yönetimi satış, üretim, montaj tesisleri, satınalma ve dağıtım merkezleri gibi birimlerin kendi aralarındaki malzeme ve bilgi akışının yönetimidir.

Şirket bazında verimlilik artışı, müşterilerden depolara ya da dağıtım merkezlerine, fabrikalardan tedarikçilere kadar olan tüm süreçlerde etkin bir iletişim ve yalınlaştırılmış iş süreçleriyle sağlanabilmektedir. Pazar dinamikleri artmakta, yenilikler daha hızlı gerçekleşmekte ve ürün döngüsü kısalmaktadır. Ürün veya hizmetler artan çeşitlilikleri ile birlikte daha da karmaşıklaşmaktadır. Rekabetin artan gücü fiyatlar üzerindeki baskıyı gittikçe artırmaktadır. Geleceğin dinamik ortamında başarılı operasyonlar elde etmek isteyen işletmeler bu tür tehditlerle yüzleşmek zorundadırlar, çünkü pazar; esneklik, hız ve globalleşmiş işletme altyapılarını talep etmektedir. Tedarik zinciri yönetimi bu taleplerin gerçekleştirilmesi için işletmelere büyük destek ve kolaylık sağlamaktadır. Bir tedarik zinciri malzemelerin tedariki, bu malzemelerin yarı mamul ve tamamlanmış nihai ürüne dönüştürülmesi ve bu ürünlerin müşterilere dağıtım fonksiyonlarını gerçekleştiren bir tesis ve dağıtım opsiyonları ağıdır. İşletmeler faaliyetlerini tedarik zincirindeki diğer işletmelerden bağımsız olarak değerlendiremezler. Bu da tedarik zincirinin halkaları olan farklı işletmelerin entegre edilebilmesini gerekli kılmaktadır. Tedarik zinciri ancak en zayıf halkası kadar güçlüdür. Dolayısıyla zincirdeki herhangi bir işletmenin başarısızlığı zincirin diğer üyelerini de etkiler. Tedarik zinciri yönetiminde müşteri tatmini çok önemlidir. Eskiden üretici firma stoklarını distribütöre kaydırarak kendi maliyetlerini düşürmekte idi. Ancak bu durumda distribütörün maliyetleri arttığından, maliyet fiyata, dolayısıyla müşteriye yansiyordu. Günümüzde firmalar müşterinin önemini kavramış durumdadır. Bu nedenle eskiden hakim olan “kaybet-kazan” anlayışı yerini “kazan-kazan” anlayışına bırakmıştır. “Bugün savaş benim firmamla rakip firma arasında değil, benim tedarik zincirimle rakip firmanın tedarik zinciri arasındadır” görüşü tedarik zinciri yönetiminin önemini bir kez daha vurgulamaktadır.

Tedarik zinciri yönetiminin doğru ürünlere, doğru miktarlarda, doğru yerde, doğru zamanda ve minimum maliyetle sahip olma ana hedefi, birbiriyle ilişkili olan müşteri tatmini, envanter yönetimi ve esneklik konularına dönüşmüştür. Müşteri tatmini tedarik zincirinin esnekliğine, talepteki değişimlere cevap verme kabiliyetine yüksek derecede bağlıdır. Esneklik ise çoğu zaman uzun teslim zamanları, belirsizlikler ve önceden görülemeyen olaylar nedeni ile yeterince iyi değildir. Esneklikteki bu eksikliğin giderilmesi için firmalar birlikte çalıştıkları ve dolayısıyla bağımlı oldukları işletmeleri seçerken çok dikkatli olmalıdır. Çoğu endüstride hammadde ve bileşenlerin maliyeti bir ürünün asıl maliyetini oluşturmaktadır. Bu maliyetlerin toplam maliyet içindeki oranı bazı durumlarda %70'e kadar çıkabilmektedir. Bu nedenle satınalma departmanı maliyet azaltılmasında anahtar rol oynamakta ve tedarikçi seçimi satınalma yönetiminin en önemli fonksiyonlarından biri haline gelmektedir.

Seçim süreci, her zaman karar vericiler açısından zahmetli olmakta ve sonuçlarının doğruluğu konusunda kaygılar yaratmaktadır. Oluşan bu kaygılar, günümüzde birçok yeni seçim metodlarının ya da modellerinin geliştirilmesine neden olmaktadır. Tedarikçi seçim süreci de, literatürde yaygın olarak incelenen ve birçok model geliştirilen konulardan biridir.

Son 30 yıldır tedarikçi seçimi kararlarında kullanılacak sistematik yaklaşımlar için birçok akademik çalışma yapılmıştır. Bu bağlamda, tedarikçi seçimini destekleyen metodlar ve araçlar üzerinde detaylı literatür araştırmaları mevcuttur. Yöneylem araştırması, satınalma karar vericilerinin kararlarındaki karmaşıklık ve önemle başa çıkabilmek için çok sayıda metod ve teknik önermektedir. Bu tekniklerden bazıları çok kriterli karar verme metodları, matematiksel programlama ve veri madenciliği teknikleri olarak sayılabilmektedir.

De Boer vd. (2001) çalışmalarında, tedarikçi seçim sürecinin problem tanımından başlayarak, kriterlerin formülasyonu, uygun tedarikçilerin niteliklerinin tespiti ve son seçime kadar uzanan tüm aşamaları ile ele alınması gerektiğini savunmaktadır. Bu tez çalışmasında da bir literatür taraması sunulmakta ve her bir aşamaya ait modeller incelenmektedir. Geliştirilen inceleme metodolojisi ile De Boer vd. (2001) tarafından yapılan literatür çalışması genişletilmekte ve günümüze adapte edilmektedir. İnceleme metodolojisi, literatür taraması için farklı bir yöntem önermektedir. Bu yöntemdeki temel konular, inceleme kriterlerinin belirlenmesi, kriterlerin AHP kullanılarak ağırlıklandırılması ve bu kriterler ışığında literatürün analiz edilmesidir. Ayrıca, analiz sonucunda inceleme kriterleri açısından çalışmalar kümelendirilmekte ve istatistiksel açıdan değerlendirilmektedir. Yapılan literatür analiz çalışması sonucunda, De Boer vd. (2001) sınıflandırma çalışmasının revize edilmesi amacına yönelik olarak kullanılan 65 makaleden seçilecek olanlar belirlenmiştir. Daha önce

bahsedildiği gibi, bu makaleler üç tipte kümelendirilmiştir. 1. ve 2. kümede olan 43 makale, karar metotlarına göre yapılan sınıflandırmaya dahil edilmiştir. De Boer vd.nin (2001) yaptığı sınıflandırma çalışmasındaki 50 makaleye, analiz sonucu 43 makale eklenmiştir.

Gerek De Boer vd.nin (2001) literatür taramasında ve gerekse daha sonra gerçekleştirilen literatür incelemelerinde, sözü geçen dört adımın hepsini içeren ve her bir adıma çözüm sunan bir çalışmaya rastlanmamıştır. Genelde yapılan çalışmaların birçoğunun son seçim aşamasında yoğunlaştığı tespit edilmiştir. Literatürdeki bu eksiklik doğrultusunda, bu tez çalışmasında geliştirilen tedarikçi seçimi modeli, bahsedilen dört adımı da kapsayan bir karar destek sistemi olarak sunulmaktadır. Ayrıca, geliştirilen bu modeldeki tüm adımlarda, bir önceki adımda oluşan sonuçlar, diğer adımda girdi olarak kullanılmaktadır. Bu yapı, tedarikçi seçim problemine bütünsel bir yaklaşım getirmekte ve modelde kullanılan kabul sayılarını en aza indirmektedir. Bu da modelin pratik hayatta kolay uygulanabilmesini ve karar vericiler açısından tüm adımların dikkate alınması suretiyle sonuçların doğruluğunun artırılabilmesini sağlamaktadır.

Modelin ilk adımı olan, tedarikçi seçimi probleminin formülasyonu aşamasında, tedarikçi ile satın alıcı arasındaki entegrasyon seviyeleri geliştirilen sezgisel algoritma ile tanımlanmaktadır. Modelin bu aşamasında, satın alıcı firmanın tedarikçi firmasına bakış açısı, yapılan sınıflandırma derecelerine göre ortaya konulmuştur. Satın alıcı firmaların, tedarikçi firmalarına bakış açılarının ya da başka bir deyişle entegrasyon seviyelerinin tanımlanması, ilgili firmanın değerlendirilmesinde kullanılacak seçim kriterlerinin etkin olarak seçilebilmesini sağlamaktadır. Etkin seçim kriterlerinin belirlenebilmesi de, değerlendirmeyi yapan satın alıcı firmaya hem zaman kazandırmakta hem de doğru değerlendirebilme şansını sunmaktadır.

Seçim kriterlerinin belirlenmesi aşamasında, modelin bir önceki adımında belirlenen entegrasyon seviyelerine göre, ilgili seçim kriterleri tespit edilmektedir. Modelin ilk aşamasında da veri olarak kullanılan tedarikçi seçim kriterleri literatür incelemesi sonucunda karşılaşılan tüm kriterler olarak tanımlanmaktadır. Bu kriterlerin etkinliği, seçilen entegrasyon seviyelerine göre artırılabilir. Elektronik firmasında yapılan uygulama sonucunda da tespit edilen 49 adet seçim kriteri, belirlenen operasyonel entegrasyon seviyesine (Seviye C) göre, geliştirilen sezgisel algoritma ile 9 adete düşürülmüştür. Bu da, firmanın seçim takımına seçim sürecinde harcanacak toplam süre açısından yaklaşık %20'lik bir kazanç sağlamaktadır. Ayrıca, satın alıcı firmanın doğru tedarikçi seçimi için kullanacağı seçim kriter kümesinin etkin olması, sonucun doğruluğunu da artırmaktadır.

Modelin niteliklerin belirlenmesi aşaması iki kısma bölünmüştür. Birinci kısım, bir önceki adımda tespit edilen seçim kriterlerinin satın alıcı firma tarafından önem derecelerinin belirlenmesinden oluşmaktadır. Bu aşamada kullanılan metot bulanık AHP metodudur. Yapılan araştırmalar sonucunda, kriter önem derecesi belirleme ya da başka bir deyişle kriter ağırlandırmada önerilen yaklaşımların birçoğunun AHP'yi kullanmakta olduğu tespit edilmiştir. Son yıllarda yapılan çalışmalarda, karar verme problemlerinin çözümünde bulanık mantık kullanımı hızla artmaktadır. Bu çalışmada, AHP'nin bulanıklaştırılmasının nedeni ise, tedarikçi seçim sürecinin karmaşıklığı ve karar verme sürecindeki belirsizliklerdir. Modelin bu aşamasındaki ikinci kısımda, satın alıcı firma açısından önem derecelerinin tespit edildiği seçim kriterlerini en iyi gerçekleyen tedarikçiler, geliştirilen matematiksel model ile belirlenmekte ve bu tedarikçiler istatistiksel açıdan anlamlı bir şekilde gruplanmaktadır. Bu gruplandırma sonucunda, modelin bir sonraki adımında değerlendirilecek olan tedarikçi sayısının azaltılması hedeflenmektedir. Seçim sürecinde, değerlendirilen tedarikçi sayısının azaltılması ve değerlendirme etkinliğinin artırılması konusuna ilginin, literatürde yapılan çalışmalarda giderek artan bir eğilim gösterdiği tespit edilmiştir. Geliştirilen bu model, bu fikri desteklemekte ve bir önceki adımda tespit edilen seçim kriterlerinin önem derecelerine göre tedarikçilerin bu kriterleri maksimum ve minimum karşılama düzeylerini ölçmektedir. Tespit edilen bu maksimum ve minimum etkinlik oranlarına göre tedarikçiler kümelendirilmiş ve bu kümelerin istatistiksel açıdan anlamlılığı test edilmiştir. Firmaya modelin uygulanmasından sonra elde edilen sonuçlar, modeli uygulanmadan önceki 10 adet tedarikçi sayısının 5 adete düştüğünü göstermektedir.

Modelin son aşamasında, bir önceki adımda belirlenen tedarikçiler için, tedarikçi seçimi ve sipariş miktarı ataması gerçekleşmektedir. Tedarikçi seçimi ve sipariş atama modeli, bir karmaşık tamsayılı programlama modelidir. Bu modelde, birden fazla malzeme için, stok miktarlarının değişimi dikkate alınarak toplam tedarik maliyetinin minimizasyonu hedeflenmektedir. Model, belirlenen her periyot için dönem başı ve dönem sonu stok miktarlarını dikkate alarak, minimum tedarik maliyetine sahip tedarikçiyi seçmektedir. Bu noktada, sadece toplam tedarik maliyetinin minimizasyonuna odaklanılmasının sebebi, karar destek modelinin önceki aşamalarında, özellikle maksimum-minimum yaklaşımında, tedarikçilerin çıktı değişkenlerini karşılama derecelerinin analiz edilmesidir. Modelin önceki aşamalarında çıktı değişkenleri ayrıntıları ile analiz edildiğinden dolayı, oluşturulan karmaşık tamsayılı programlama modelinde toplam tedarik maliyetinin minimizasyonu hedeflenmiştir. Ayrıca, seçilen tedarikçilere de, firmadaki stok miktarlarına göre optimum sipariş miktarı ataması gerçekleşmektedir. Model bu özellikleri ile De Boer vd.nin (2001) yapmış olduğu

Çizelge 3.1'deki sınıflandırma çalışmasında, çok tip ürün, zamana göre envanter yönetimi ile matematiksel programlama kısmına girmektedir. Geliştirilen karmaşık tamsayılı programlama modeli, gerçek veri kümesi ile uygulanmadan önce geçerliliği, oluşturulan beş farklı senaryo ile test edilmiştir. Bu senaryolar, model içerisinde değişimi gerçekleştikçe sonuçları değiştiren faktörler tespit edilerek oluşturulmuştur. Senaryo analizleri sonucunda, beş farklı senaryo içinde, sonuçlar anlamlı ve tutarlı çıkmıştır. Firmaya modelin uygulanması ile, dört tip malzeme için (direnc, kondansatör, transistör, entegre) her periyotta toplam tedarik maliyeti minimum olan iki farklı tedarikçi seçilmiş ve ilgili sipariş miktarları atanmıştır. Sadece bir tip malzeme için (röle), beşinci periyotta farklı bir üçüncü tedarikçi seçilmiş ve miktar ataması yapılmıştır.

Geliştirilen karar destek modeli ile, seçilmesi istenen tedarikçiye bakış açısının yani entegrasyon seviyesinin belirlenmesi, bu bakış açısına göre seçim kriterlerinin tespit edilmesi, seçim kriterlerinin satın alıcı firma açısından önem derecelerinin oluşturulması, önem dereceleri tespit edilen kriterleri en iyi sağlayan tedarikçilerin gruplandırılması ve oluşturulan bu tedarikçi kümesinden toplam tedarik maliyeti en iyi olan tedarikçilere gerekli sipariş miktarlarının atanması sağlanmaktadır. Geliştirilen model bu özellikleri ile Çizelge 3.2'de gösterilen De Boer vd.nin (2001) yapmış olduğu literatür çalışmasının genişletildiği ve günümüze adapte edildiği sınıflandırma çalışmasında, bütün adımları kapsayan tek model olma özelliğine sahiptir. Ayrıca tedarikçi seçim problemine, bütünsel bir bakış getiren model kabul sayılarını en aza indirmekte ve gerçek hayatta uygulanabilirliğini oldukça artırmaktadır.

Geliştirilen karar destek modelinin özellikleri buraya kadar detayları ile açıklanmıştır. Modelin, ileriki çalışmalarda geliştirilebilmesi için aşağıdaki öneriler sıralanabilmektedir:

- Modele yeni eklenebilecek karar vericiler ve seçim kriterleri sebebiyle, hesaplama zorluğunu oluşabilmektedir. Model hesaplamaları, MS EXCEL ve LINGO paket programı kullanılarak yapılmıştır. Karar verici ve seçim kriter sayısı artığında, veri girişleri ve hesaplamaların daha rahat yapılabilmesi için, bir kullanıcı ara yüzü geliştirilebilir.
- Model sadece elektronik sektöründe bir firmada uygulanmıştır. Model başka sektörlerde de uygulanabilir ve sonuçları genişletilebilir.
- Modelde kullanılan seçim kriterleri şablonu, tedarik zinciri yönetimi uzmanları arasında yapılacak bir anket çalışması ile belirlenebilir.
- Tedarikçi-satın alıcı firma entegrasyon seviyesi indeksi için sunulan şablon, yani herhangi bir seçim kriterinin bir entegrasyon seviyesinde bulunması ya da bulunmaması kararı, tedarik zinciri yönetimi uzmanları arasında yapılacak bir anket çalışması ile belirlenebilir.

- Modelde, karar vericilerin 0 ile 1 arasında bir değer olan ω iyimserlik derecesini belirlemesi gerekmektedir. Bunun anlamı, bir kriter için bağıl önem derecesi ω değerine eşit veya üzerinde olması bu kriterin firma tarafından dikkate alınmaya değer olarak görülmesidir. Bu durumda yüksek bir ω değeri, yüksek iyimserlik düzeyini ifade etmektedir. Karar vericilerin algılamaları ve içerisinde bulundukları çevre her zaman istikrarlı olmadığı için, modelde farklı ω değerleri kullanılarak çıktılar üzerindeki etkileri analiz edilebilmektedir. İleriki dönemlerde yapılacak çalışmalarda ω değeri, firma büyüklüğü ve sektör bilgileri gibi kriterler ışığında tanımlanabilir ve modele bir analiz çalışması sonrasında girebilir.
- Modelde kalitatif seçim kriterlerinin değerlendirilmesinde, yani tedarikçilerin bu kriterleri karşılama derecelerinin belirlenmesi için bir uzman sistem geliştirilebilir.
- Karar destek modelinin son aşamasında, De Boer vd.nin (2001) yapmış olduğu Çizelge 3.1'deki sınıflandırma çalışmasında, çok tip ürün, zamana göre envanter yönetimi ile istatistiksel sınıfına girecek şekilde istatistiksel bir model geliştirilebilir.
- Son seçim aşaması için geliştirilen karmaşık tamsayılı programlama modelinde, sadece toplam tedarik maliyeti minimizasyonu değil, oluşturulacak farklı tipteki diğer girdi değişkenleri için de bir model tanımlanabilir.
- Son seçim aşaması için geliştirilen karmaşık tamsayılı programlama modelinde, karar destek modelinin önceki adımlarında çıktı değişkeni olarak tanımlandığı için matematiksel modelde dikkate alınmayan tedarikçi kapasiteleri, bir çıktı değişkeni olmasına rağmen önemli bir faktör olduğu için modelin son seçim aşamasına dahil edilebilir.
- Son seçim aşaması için geliştirilen matematiksel modelde, malzemelere periyot başlarında oluşan talep bulanıklaştırılabilir. Son seçim aşamasında kurulacak model bulanık bir yapıda ele alınabilir.

KAYNAKLAR

- Almeida, D.A. ve Perassa, L.F., (2001), "Quantitative and Qualitative Factors in a Supplier Selection Process", XI Annual Meeting of the Production and Operation Management Society, San Antonio, Brazil.
- Atalay, T., (2000), "Tedarikçi Değerlendirme ve Denetim Sisteminin Kurulması ve Osmanlı Bankası Uygulama Örneği", 9. Ulusal Kalite Kongresi, 21-22 Kasım 2000, İstanbul.
- Ayuso, A.A., Escudero, L.F., Garin, A., Ortuno, M.T. ve Perez, G., (2003), "An Approach for Strategic Supply Chain Planning under Uncertainty based on Stochastic 0-1 Programming", *Journal of Global Optimization*, 26: 97-124.
- Barbarosoğlu, G. ve Yazgaç, T., (1997), "An Application of the Analytic Hierarchy Process to the Supplier Selection Problem", *Production and Inventory Management Journal*, 38(1): 14-21.
- Basnet, C.B. ve Leung, J., (2005), "Inventory Lot-Sizing with Supplier Selection", *Computers and Operation Research*, 32: 1-14.
- Berardi, V.L., Patuwo, B.E. ve Hu, M.Y., (2004), "A Principled Approach for Building and Evaluating Neural Network Classification Model", *Decision Support Systems*, 38: 233-246.
- Bharadwaj, N., (2004), "Investigating the Decision Criteria Used in Electronic Components Procurement", *Industrial Marketing Management*, 33: 317-323.
- Bhutta, K.S. ve Huq, F., (2002), "Supplier Selection Problem: A Comparison of the Total Cost of Ownership and Analytic Hierarchy Process Approaches", *Supply Chain Management: An International Journal*, 7(3): 126-135.
- Boender, C.G.E., de Grann, J.G. ve Lootsma, F.A., (1989), "Multi Criteria Decision Analysis with Fuzzy Pairwise Comparison", *Fuzzy Sets and Systems*, 29: 133-143.
- Bozdağ, C.E., Kahraman, C. ve Ruan, D., (2003), "Fuzzy Group Decision Making for Selection among Computer Integrated Manufacturing Systems", *Computers in Industry*, 51: 13-29.
- Braglia, M. ve Petroni, A., (2000), "A Quality Assurance-Oriented Methodology for Handling Trade-Offs in Supplier Selection", *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 30(2): 96-111.
- Buckley, J.J., (1985), "Fuzzy Hierarchical Analysis", *Fuzzy Sets and Systems*, 17: 233-247.
- Büyüközkan, G., Kahraman, C. ve Ruan, D., (2004), "A Fuzzy Multicriteria Decision Approach for Software Development Strategy Selection", *International Journal of General Systems*, 33: 259-280.
- Cakravastia, A., Toha I.S. ve Nakamura, N., (2001), "A Two-Stage Model for the Design of Supply Chain Networks", *International Journal of Production Economics*, 80: 231-248.
- Carpenter, E.J., (1999), "Is The Partnership Working?: Evaluating the Approval Plan Vendor", *Library Acquisitions: Practice and Theory*, 22: 329-333.
- Carr, A.S. ve Pearson, J.N., (1998), "Strategically Managed Buyer-Supplier Relationships and Performance Outcomes", *Journal of Operational Management* 17: 497-519.

- Chan, F.T.S., (2003), "Interactive Selection Model for Supplier Selection Process: An Analytical Hierarchy Process Approach", *International Journal of Production Research*, 41(15): 3549-3579.
- Chang, D.Y., (1992), "Extent Analysis and Synthetic Decision", *Optimization Techniques and Applications*, 1: 352.
- Chang, D.Y., (1996), "Applications of the Extent Analysis Method on Fuzzy AHP", *European Journal of Operational Research*, 95: 649-655.
- Charnes, A., Cooper, W.W. ve Rhodes, E., (1978), "Measuring the Efficiency of Decision Making Units", *European Journal of Operational Research*, 2(6): 429-444.
- Chaudhry, S.S., Forst, F.G. ve Zydiak, J.L., (1993), "Vendor Selection with Price Breaks", *European Journal of Operational Research*, 70: 52-66.
- Chen, K.L., Chen, K.S., ve Li, R.K., (2005), "Suppliers Capability and Price Analysis Chart", *International Journal of Production Economics*, 98: 315-327.
- Cheng, C.H., (1997), "Evaluating Naval Tactical Missile Systems by Fuzzy AHP Based on The Grade Value of Membership Function", *European Journal of Operational Research*, 96(2): 343-350.
- Choffray, J.M., ve Lilien, G.L., (1978), "A new approach to industrial market segmentation", *Sloan Management Review*, 19: 17-30.
- Cooper, S.J., (2002), "Design/Decision Making for Product and Processes", *Sustainability and Design for Environment Lecture Notes*, University of Washington.
- Crama, Y., Pascual, R. ve Torres, A., (2004), "Optimal Procurement Decisions in the Presence of Total Quantity Discounts and Alternative Product Recipes", *European Journal of Operational Research*, 159(2): 364-378.
- Çetinyokuş, T. ve Gökçen, H., (2004), "Tedarikçi Performansının Değerlendirilmesi İçin Bir Karar Destek Sistemi", *Yöneylem Araştırması/Endüstri Mühendisliği XXIV. Ulusal Kongresi*, 15-18 Haziran 2004, Gaziantep - Adana.
- Da Silva, R.V., Davies, G. ve Naude, P., (2000), "Assessing Customer Orientation in the Context of Buyer/Supplier Relationships Using Judgmental Modeling", *Industrial Marketing Management*, 31: 241-252.
- Dağdeviren, M. ve Eren, T., (2001), "Tedarikçi Firma Seçiminde Analitik Hiyerarşi Prosesi ve 0-1 Hedef Programlama Yöntemlerinin Kullanılması", *Gazi Üniversitesi Müh./Mim. Fakültesi Dergisi*, 16 (2): 41-52.
- Dahel, N., (2003), "Vendor Selection and Order Quantity Allocation in Volume Discount Environments", *Supply Chain Management: An International Journal*, 8: 335-342.
- De Boer, L., Wegen L. ve Telgen, J., (1998), "Outranking Methods in Support of Supplier Selection", *European Journal of Purchasing and Supply Management*, 4: 109-118.
- De Boer, L., Labro, E. ve Morlacchi, P., (2001), "A Review of Methods Supporting Supplier Selection", *European Journal of Purchasing and Supply Management*, 7(2): 75-89.
- De Boer, L. ve Wegen, L.L.M., (2003), "Practice and Promise of Formal Supplier Selection: A Study of Four Empirical Cases", *Journal of Purchasing and Supply Management*, 9: 109-118.

- De Maio, A. ve Maggiore, E., (1992), *Organizzare per Innovare*, Etas Libri, Milano.
- Degraeve, Z. ve Roodhooft, F., (2000), "A mathematical programming approach for procurement using activity based costing", *Journal of Business Finance and Accounting*, 27(1-2): 69-98.
- Degraeve, Z., Labro, E. ve Roodhooft, F., (2004), "Total Cost of Ownership Purchasing of a Service: The Case of Airline Selection at Alcatel Bell", *European Journal of Operational Research*, 156, 23-40.
- Dempsey, W.A., (1978), "Vendor Selection and the Buying Process", *Industrial Marketing Management*, 7(4): 257-267.
- Deng, H., (1999), "Multicriteria Analysis with Fuzzy Pairwise Comparison", *International Journal of Approximate Reasoning*, 21(3): 215-231.
- Dickson, G., (1966), "An Analysis of Vendor Selection Systems and Decisions", *Journal of Purchasing*, 2(1): 5-17.
- Dong, Y., Carter, C.R. ve Dresner, M.E., (2000), "JIT Purchasing and Performance: An Exploratory Analysis of Buyer and Supplier Perspectives", *Journal of Operational Management*, 19: 471-483.
- Dulmin, R. ve Mininno, V., (2003), "Supplier Selection Using a Multi-Criteria Decision Aid Method", *Journal of Purchasing and Supply Management*, 9: 177-187.
- Erol, İ. ve Ferrell, W.G., (2001), "A methodology for selection problems with multiple, conflicting objectives and both qualitative and quantitative criteria", *International Journal of Production Economic*, 86: 187-199.
- Erol, İ. ve Ferrell, W.G., (2002), "A methodology to support decision making across the supply chain of an industrial distributor", *International Journal of Production Economics*, 89: 119-129.
- Feng, C., Wang, J. ve Wang, J.S., (2000), "An Optimization Model for Concurrent Selection of Tolerances and Suppliers", *Computer and Industrial Engineering*, 40: 15-33.
- Forger, G., (2000), "The Secret to e-Success", *Modern Materials Handling*, 55(6), 8-12.
- Fox, M., Chionglo, J. ve Barbuceanu, M., (1992), "The Integrated Supply Chain Management System", *Technical Report*, Enterprise Integration Laboratory, Dept. of Industrial Engineering, University of Toronto.
- Fung, P., (1999), "Managing Purchasing in a Supply Chain Context - Evolution and Resolution", *Logistics Information Management*, 12(5): 362-367.
- 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.
- Gelderman, K. ve Van Weele, A., (2001), "Advancements in the Use of a Purchasing Portfolio Approach: A Case Study", *Conference Proceedings of 10th International IPSERA Conference*, Jonkoping, Sweden, 291-298.
- Ghodsypour, S.H. ve O'Brien, C., (1998), "A Decision Support System for Supplier Selection Using an Integrated Analytic Hierarchy Process and Linear Programming", *International Journal of Production Economics*, 56(57): 199-212.

- Ghodsypour, S.H. ve O'Brien, C., (2001), "A Two-Stage Model for the Design of Supply Chain Networks", *International Journal of Production Economics*, 73: 15-27.
- Gules, H.K. ve Burgess, T.F., (1996), "Manufacturing Technology and the Supply Chain: Linking Buyer-Supplier Relationships and Advanced Manufacturing Technology", *European Journal of Purchasing and Supply Management*, 2(1): 31-38.
- Hartigan, J.A., (1975), *Clustering Algorithm*, John Wiley & Sons, Inc, New York.
- Holt, G.D., (1998), "Which Contractor Selection Methodology?", *International Journal of Project Management*, 16(3): 153-164.
- Hong, G.H., Park, S.C., Jank, D.S. ve Rho, H.M., (2005), "An Effective Supplier Selection Method for Constructing a Competitive Supply-Relationship", *Expert Systems with Applications*, 28: 629-639.
- Humphreys, P.K., Mak, K.L. ve Yeung, C.M., (1998), "A Just-In-Time Evaluation Strategy for International Procurement", *Supply Chain Management: an International Journal*, 3(4): 175-186.
- Humphreys, P.K., Shiu, W.K. ve Chan, F.T.S., (2001), "Collaborative Buyer-Supplier Relationships in Hong Kong Manufacturing Firms", *Supply Chain Management: An International Journal*, 6: 152-162.
- Humphreys, P.K., Shiu, W.K. ve Lo, V.H.Y., (2003a), "Buyer-supplier relationship: perspectives between Hong Kong and the United Kingdom", *Journal of Materials Processing Technology*, 138: 236-242.
- Humphreys, P.K., Wong, Y.K. ve Chan, F.T.S., (2003b), "Integrating Environmental Criteria into the Supplier Selection Process", *Journal of Materials Processing Technology*, 138: 349-356.
- Imrie, R. ve Morris, J., (1992), "A Review of Recent Changes in Buyer-Supplier Relationships", *Omega, International Journal of Management Science*, 20(5/6): 641-652.
- İGEM, (2005), *Kobi'lerin Uluslararası Rekabet Güçlerini Artırmada Tedarik Zinciri Yönetiminin Önemi*, Dış Ticaret Müsteşarlığı, İhracatı Geliştirme Etüd Merkezi, Ankara.
- Kahraman, C., Ruan, D. ve Doğan, Y., (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.
- Kamann, D.F. ve Bakker, E.F., (2003), "Changing Supplier Selection and Relationship Practices: A Contagion Process", *Journal of Purchasing and Supply Management*, 10(2):55-64.
- Kengpol, A., (2002), "Design of a Decision Support System to Evaluate the Investment in a New Distribution Centre", *International Journal of Production Economics*, 90: 59-70.
- Köksal, B.A., (1985), *İstatistik Analiz Metotları*, Çağlayan Kitabevi, İstanbul.
- Kralijic, P., (1983), "Purchasing Must Become Supply Management", *Harvard Business Review*, 61(5): 109-117.

- Krause, D.R. ve Ellram, L.M., (1997), "Success Factors in Supplier Development", *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 27: 39-52.
- Kumar, M., Vrat, P. ve Shankar, R., (2004), "A Fuzzy Goal Programming Approach for Vendor Selection Problem in a Supply Chain", *Computers and Industrial Engineering*, 46: 69-85.
- Kuo, Y. ve Chen, L., (2002), "Using the Fuzzy Synthetic Decision Approach to Assess the Performance of University Teachers in Taiwan", *International Journal of Management*, 19: 593-604.
- 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.
- Lambert, D.M., Cooper, M.C. ve Pagh, J.D., (1998), "Supply Chain Management: Implementation Issues and Research Opportunities", *The International Journal of Logistics Management*, 9(2): 1-19.
- Lee, H., (2000), "Supplier Selection and Evaluation through Activity-Based Costing Approach", *The 27th Conference on Computers and Industrial Engineering*, Session 7, Logistic Team Industrial/Pusan National University, Beijing.
- Lee, M., Pham, H. ve Zhang, X., (1999), "A Methodology for Priority Setting with Application to Software Development Process", *European Journal of Operational Research*, 118: 375-389.
- Lehmann, D.R. ve O'Shaughnessy, J., (1974), "Difference in Attribute Importance for Different Industrial Products", *Journal of Marketing*, 38: 36-42.
- Lehmann, D.R. ve O'Shaughnessy, J., (1982), "Decision Criteria Used in Buying Different Categories of Products", *Journal of Purchasing and Materials Management*, 28: 9-14.
- Liu, F.F. ve Hai, H.L., (2005), "The Voting Analytic Hierarchy Process Method for Selecting Supplier", *International Journal of Production Economics*, 97(3): 308-317.
- Mandal, A. ve Deshmukh, S.G., (1994), "Vendor Selection Using Interpretive Structural Modelling (ISM)", *International Journal of Operations and Production Management*, 14(6): 52-59.
- Masella, C., ve Rangone, A., (1995), "Managing supplier/customer relationships by performance measurement systems", *Proceedings of 2nd International Symposium of Logistics*, Nottingham: 95-102.
- Masella, C. ve Rangone, A., (2000), "A Contingent Approach to the Design of Vendor Selection Systems for Different Types of Co-Operative Customer/Supplier Relationships", *International Journal of Operations and Production Management*, 20: 70-84.
- Matthyssens, P. ve Van den Butle, C., (1994), "Getting Closer and Nicer: Partnerships in the Supply Chain", *Long Range Planning*, 27(1): 72-83.
- McIvor, R.T., Humphreys, P.K. ve McAleer, W.E., (1996), "The Evolution of the Purchasing Function", *Journal of Strategic Change*, 5: 1-15.
- Metz, P.J., (1998), "Demystifying Supply Chain Management", *Supply Chain Management Review*, 2(4): 1-10.

- Min, H., (1994), "International Supplier Selection", *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 24(5): 24-33.
- Min, H. ve Zahou, G., (2002), "Supply Chain Modeling: Past, Present and Future", *Computer and Industrial Engineering*, 43: 231-249.
- Motwani, J., Youssef, M., Kathawala, Y. ve Futch, E., (1999), "Supplier Selection in Developing Countries: A Model Development", *Integrated Manufacturing Systems*, 10(3): 154-161.
- Muralidharan, C., Anantharaman, N. ve Deshmukh, S.G., (2001), "Vendor Rating in Purchasing Scenario: A Confidence Interval Approach", *International Journal of Operations and Production Management*, 21(10): 1305-1326.
- Öz, E. ve Baykoç, Ö.F., (2004), "Tedarikçi Seçimi Problemine Karar Teorisi Destekli Uzman Sistem Yaklaşımı", *Gazi Üniversitesi Müh./Mim. Fakültesi Dergisi*, 19(3): 275-285.
- Özkan, M.M., (2003), *Bulanık Hedef Programlama*, Ekin Kitabevi, Bursa.
- Patton, W.E., (1996), "Use of Human Judgment Models in Industrial Buyers Vendor Selection Decision", *Industrial Marketing Management*, 25: 135-149.
- Patton, W.E., (1997), "Individual and Joint Decision-Making in Industry Vendor Selection", *Journal of Business Research*, 38: 115-122.
- Perona, M. ve Saccani, N., (2004), "Integration Techniques in Customer-Supplier Relationships: An Empirical Research in the Italian Industry of Household Appliances", *International Journal of Production Economics*, 89: 189-205.
- Peterson, R.M. ve Lucas, G.H., (2001), "What Buyers Want Most from Sales People: A View from the Senior Level", *Business Horizons*, 44(5): 39-45.
- Prahinski, C. ve Benton, W.C., (2004), "Supplier Evaluations: Communication Strategies to Improve Supplier Performance", *Journal of Operations Management*, 22(1): 39-62.
- Roodhooft, F. ve Konings, J., (1997), "Vendor Selection and Evaluation: An Activity Based Costing Approach", *European Journal of Operational Research*, 96(1), 97-102.
- Roth, M.S., Money, R.B. ve Madden, T.J., (2004), "Purchasing Processes and Characteristics of Industrial Service Buyers in the U.S. and Japan", *Journal of World Business*, 39: 183-198.
- Sezen, B., (2004), "Veri Zarflama Analizi İle Tedarik Zinciri Ortaklarının Performanslarının Değerlendirilmesi", *Yöneylem Araştırması/Endüstri Mühendisliği XXIV. Ulusal Kongresi*, 15-18 Haziran 2004, Gaziantep - Adana.
- Simchi-Levi, D. ve Kaminsky, P., (2000), *Designing and Managing the Supply Chain Concepts, Strategies and Case Studies*, Simchi-Levi Edith, McGraw-Hill/Irwin, Burr Ridge, Illinois.
- Stam, A., Minghe, S. ve Haines, M., (1996), "Artificial Neural Network Representations for Hierarchical Preference Structures", *Computers and Operations Research*, 23(12): 1191-1201.
- Şahin, S.A., Gümüşsoy, Ç.A. ve Kabak, Ö., (2004), "Farklı Ürün Gruplarına Göre Tedarikçi Seçimi", *Yöneylem Araştırması/Endüstri Mühendisliği XXIV. Ulusal Kongresi*, 15-18 Haziran 2004, Gaziantep - Adana.
- Şenesen, Ü., (2000), *İşletme ve İktisat İçin İstatistik*, Literatür Yayıncılık, İstanbul.

- Talluri, S. ve Narasimhan, R., (2003), "Vendor Evaluation with Performance Variability: A Max-Min Approach", *European Journal of Operational Research*, 146: 543-552.
- Talluri, S. ve Narasimhan, R., (2004), "A methodology for strategic sourcing", *European Journal of Operational Research*, 154: 236-250.
- Talluri, S., Narasimhan, R. ve Nair, A., (2006), "Vendor Performance with Supply Risk: A Chance-Constrained DEA Approach", *International Journal of Production Economics*, 100(2): 212-222.
- Tam, M.C.Y. ve Tummala, V.M.R., (2001), "An Application of the AHP in Vendor Selection of a Telecommunications System", *Omega*, 29: 171-182.
- Taşkın, H., Bayrak, M.Y. ve Çelebi, N., (2004), "Bulanık Mantık Yaklaşımıyla Tedarikçi Seçim Metodu", *Yöneylem Araştırması/Endüstri Mühendisliği XXIV. Ulusal Kongresi*, 15-18 Haziran 2004, Gaziantep - Adana.
- Teigen, R., (1997), "Information Flow in a Supply Chain Management System", URL: <http://www.eil.utoronto.ca/profiles/rune/dip-thesis.html>
- Tempelmeier, H., (2001), "A Simple Heuristic for Dynamic Order Sizing and Supplier Selection with Time-Varying Data", *Production and Operations Management*, 11(4):499-515.
- Triantaphyllou, E., (2000), *Multi-Criteria Decision Making Methods: A Comparative Study*, Kluwer Academic Publishers, Netherlands.
- Ulucan, A., (2004), *Yöneylem Araştırması, İşletmecilik Uygulamalı Bilgisayar Destekli Modelleme*, Siyasal Kitabevi, Ankara.
- Van Laarhoven, P.J.M. ve Pedrycz, W., (1983), "A Fuzzy Extension of Saaty's Priority Theory", *Fuzzy Sets and Systems*, 11:229-241.
- Verma, R. ve Pullman, M.E., (1998), "An Analysis of the Supplier Selection Process", *Omega*, 26: 739-750.
- Vokurka, R.J., Choobineh, J. ve Vadi, L., (1996), "A Prototype Expert System for the Evaluation and Selection of Potential Suppliers", *International Journal of Operations and Production Management*, 16/12: 106-127.
- Wang, G., Huang, S.H. ve Dismukes, J.P., (2004), "Product-Driven Supply Chain Selection Using Integrated Multi-Criteria Decision-Making Methodology", *International Journal of Production Economics*, 91(1): 1-15.
- Weber, C.A., Current, J.R. ve Benton, W.C., (1991), "Vendor Selection Criteria and Methods", *European Journal of Operational Research*, 50: 2-18.
- Weber, C.A. ve Current, J.R., (1993), "A multiobjective approach to vendor selection", *European Journal of Operational Research*, 68: 173-184.
- Weber, C.A., (1996), "A Data Envelopment Analysis Approach to Measuring Vendor Performance", *Supply Chain Management*, 1: 28-39.
- Weber, C.A., Current, J.R. ve Desai, A., (1997), "Non-Cooperative Negotiation Strategies for Vendor Selection", *European Journal of Operational Research*, 108: 208-223.
- Weber, C.A., Current, J.R. ve Desai, A., (2000), "An Optimization Approach to Determining the Number of Vendors to Employ", *Supply Chain Management: An International Journal*, 5:

90-98.

Weck, M., Klocke, F., Schell, H. ve Ruenauver, E., (1997), "Evaluating alternative production cycles using the extended fuzzy AHP method", *European Journal of Operational Research*, 100(2): 351-366.

Wilson, E.J., (1994), "The Relative Importance of Supplier Selection Criteria: A Review and Update", *International Journal of Purchasing and Materials Management*, 30(3): 35- 41.

Wind, Y. ve Robinson, P.J., (1968), "The determinants of vendor selection: the evaluation function approach", *Journal of Purchasing and Materials Management*, 8: 29-41.

Yan, H., Yu, Z. ve Cheng, T.C.E., (2002), "A Strategic Model for Supply Chain Design with Logical Constraints: Formulation and Solution", *Computers and Operational Research*, 30: 2135-2155.

Zadeh, L.A., (1965), "Fuzzy Sets", *Information and Control*, 8: 338-353.

Zhu, J., (2002), "A Buyer–Seller Game Model for Selection and Negotiation of Purchasing Bids: Extensions and New Models", *European Journal of Operational Research*, 154: 150-156.

Zhu, K.J., Jing, Y. ve Chang, D.Y., (1999), "A Discussion of Extent Analysis Method and Applications of Fuzzy AHP", *European Journal of Operational Research* 116: 450-456.

EKLER

- Ek 1 Tedarikçi seçimi ve miktar atama modelinin geçerlilik testi sonuçları
- Ek 2 S_1 algoritmasının uygulanmasında yüzde ve bağıl önem derecelerinin hesaplanması
- Ek 3 S_1 algoritmasının uygulama sonuçları
- Ek 4 Etkin tedarikçi kümesinin belirlenmesi modelinin uygulama ana verileri
- Ek 5 Elektro tedarikçisi için maksimum etkinlik oranını veren modelin LINGO paket programında açılımı ve çözümü
- Ek 6 Elektro tedarikçisi için minimum etkinlik oranını veren modelin LINGO paket programında açılımı ve çözümü
- Ek 7 Tedarikçi seçimi ve miktar atama modelinin uygulama ana verileri
- Ek 8 Tedarikçi seçimi ve miktar atama modelinin LINGO paket programında açılımı
- Ek 9 Tedarikçi seçimi ve miktar atama modelinin çözümü ile elde edilen karar değişkenleri değerleri

Ek 1 Tedarikçi seçimi ve miktar atama modelinin geçerlilik testi sonuçları

Tedarikçi Seçimi ve Miktar Atama (i=2; j=3; t=4)								
1. Senaryo								
X_{ijt}	A Malzemesi				B Malzemesi			
	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=4$	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=4$
Tedarikçi 1	300.000	300.000	350.000	300.000	0	0	0	0
Tedarikçi 2	0	0	0	0	200.000	200.000	250.000	150.000
Tedarikçi 3	0	0	0	0	0	0	0	0
2. Senaryo								
X_{ijt}	A Malzemesi				B Malzemesi			
	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=4$	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=4$
Tedarikçi 1	0	200.000	350.000	300.000	0	0	0	0
Tedarikçi 2	0	0	0	0	0	100.000	250.000	150.000
Tedarikçi 3	0	0	0	0	0	0	0	0
3. Senaryo								
X_{ijt}	A Malzemesi				B Malzemesi			
	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=4$	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=4$
Tedarikçi 1	0	0	150.000	300.000	0	0	0	0
Tedarikçi 2	0	0	0	0	0	0	150.000	150.000
Tedarikçi 3	0	0	0	0	0	0	0	0
4. Senaryo								
X_{ijt}	A Malzemesi				B Malzemesi			
	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=4$	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=4$
Tedarikçi 1	0	0	0	250.000	0	0	0	0
Tedarikçi 2	0	0	0	0	0	0	0	100.000
Tedarikçi 3	0	0	0	0	0	0	0	0
5. Senaryo								
X_{ijt}	A Malzemesi				B Malzemesi			
	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=4$	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=4$
Tedarikçi 1	0	0	0	0	0	0	0	0
Tedarikçi 2	0	0	0	0	0	0	0	0
Tedarikçi 3	0	0	0	0	0	0	0	0

Amaç Fonksiyonu Değerleri

	Senaryo 1	Senaryo 2	Senaryo 3	Senaryo 4	Senaryo 5
SMM	171.275,00	107.865,00	64.005,00	22.525,00	0,00
EBM	0,00	244,00	1.059,00	2.158,50	4.043,25
TPM	1.000,00	750,00	500,00	250,00	0,00
TOPLAM	172.275,00	108.859,00	65.564,00	24.933,50	4.043,25

Ek 2 S1 algoritmasının uygulanmasında yüzde ve bağıl önem derecelerinin hesaplanması

Kriter Düzeyi	KRİTERLER	BAĞIL ÖNEM %	KV 1	KV 2	KV 3	KV 4	KV 5	% ÖNEM (1. Düzey)	% ÖNEM (2. Düzey)	% ÖNEM (3. Düzey)
1	Maliyet	84,00%	5	4	3	5	4	84,00%		
1.1	Net fiyat	70,56%	5	5	3	5	3		84,00%	
1.1.1	Satınalma fiyat iskontosu	47,98%	4	5	2	5	1			68,00%
1.1.2	Satınalma fiyat artırımları	47,98%	5	4	5	1	2			68,00%
1.2	İşleme maliyeti	43,68%	3	3	2	3	2		52,00%	
1.2.1	Tedarikçi lokasyonu	27,96%	3	4	2	3	4			64,00%
1.3	Bakım maliyeti	53,76%	3	2	5	3	3		64,00%	
1.4	Ödeme vadesi	43,68%	4	2	1	5	1		52,00%	
1.5	Tedarikçi firmanın yabancı para birimi kuru	26,88%	2	1	1	3	1		32,00%	
1.6	Tedarikçi firmaya yapılan ödemelerdeki vergi miktarları	23,52%	2	1	1	2	1		28,00%	
2	Kalite	92,00%	5	5	5	4	4	92,00%		
2.1	Ürün hata ölçümleri	80,96%	5	3	5	4	5		88,00%	
2.2	Destek hizmetlerinin kalitesi	77,28%	4	3	5	4	5		84,00%	
2.4	Ürün ambalajlama kalitesi	73,60%	3	4	5	5	3		80,00%	
2.3	Tedarikçi tarafından kullanılan kalite sistemi	40,48%	1	2	5	2	1		44,00%	
2.3.1	Tedarikçi firma kalite takımı ziyaretleri	19,43%	2	2	4	2	2			48,00%
2.3.2	Operasyonel kontroller	14,57%	1	2	2	1	3			36,00%
3	Hizmet	96,00%	4	5	5	5	5	96,00%		
3.1	Dağıtım	76,80%	5	5	3	5	2		80,00%	
3.1.1	Üretim yetenekleri ve kapasiteleri	55,30%	4	5	2	5	2			72,00%
3.2	Tedarikçinin değişimlere cevap verebilme yeteneği	46,08%	2	1	2	2	5		48,00%	
3.3	Bakım desteği	19,20%	1	1	1	1	1		20,00%	
3.4	Eğitim destekleri	46,08%	2	1	5	2	2		48,00%	
3.5	Tedarikçinin serbest bölgede deposunun olması	46,08%	3	3	2	3	1		48,00%	
3.6	Ürün garanti süresi	19,20%	1	1	1	1	1		20,00%	
3.7	Tedarikçinin davranışı	26,88%	2	1	1	2	1		28,00%	
4	Tedarikçi firmanın güvenirliliği	72,00%	4	3	3	5	3	72,00%		
4.1	Süreç yetenekleri	37,44%	3	3	2	3	2		52,00%	
4.2	Süreç esnekliği	46,08%	3	2	3	4	4		64,00%	
4.3	Tedarikçinin ürünle ilgili tecrübesi	46,08%	3	3	3	2	5		64,00%	
4.4	Tedarikçi firmaya yapılan ticaretin miktarı	46,08%	4	3	2	5	2		64,00%	
4.5	Tedarikçinin uzmanlığı	54,72%	3	3	3	5	5		76,00%	
4.6	Tedarikçi firmanın performans geçmişi	51,84%	4	3	4	5	2		72,00%	
4.7	Tedarikçinin finansal pozisyonu	31,68%	2	1	2	4	2		44,00%	
4.8	Tedarikçi firmanın izlenimi	34,56%	2	3	2	2	3		48,00%	
4.9	İş süreç kayıtları	31,68%	3	2	2	2	2		44,00%	
5	Tedarikçi firma yönetim ve organizasyonu	60,00%	3	2	4	3	3	60,00%		
5.1	Tedarikçi vizyonunun firma vizyonuna uyumu	45,60%	4	1	5	5	4		76,00%	
5.2	Tedarikçi iletişimi	45,60%	4	2	4	5	4		76,00%	
5.3	Sektördeki üni ve pozisyonu	38,40%	4	1	4	3	4		64,00%	
5.4	Tedarikçi firmanın gelişime açıklığı	38,40%	1	2	5	4	4		64,00%	
5.5	Tedarikçinin istekliliği	24,00%	2	1	1	4	2		40,00%	
5.6	İki tarafı anlaşmalar	38,40%	3	3	4	3	3		64,00%	
6	Teknoloji	68,00%	4	3	3	2	5	68,00%		
6.1	Tedarikçinin üretim teknolojisi	48,96%	4	2	4	3	5		72,00%	
6.2	Tedarikçinin teknik kapasitesi	46,24%	4	2	3	3	5		68,00%	
6.3	Teknoloji yatırımları	43,52%	4	1	4	2	5		64,00%	
6.3.1	Tasarım/süreç geliştirme	26,11%	4	1	3	2	5			60,00%
6.3.2	Gelecekteki üretim yetenekleri	27,85%	4	1	4	2	5			64,00%

ÖNEM

DERECESİ AÇIKLAMA

- 1 Önemli Değil
- 2 Kısmen Önemli
- 3 Önemli
- 4 Çok Önemli
- 5 Kesinlikle Önemli
- ∞ İyimsellik düzeyi [0,1] =50%

186
Ek 3 S1 algoritmasının uygulama sonuçları

Kriter Düzeyi	KRİTERLER	A	A DURUM	B	B DURUM	C	C DURUM	D	D DURUM	E	E DURUM
1	Maliyet										
1.1	Net fiyat	1	EVET	1	EVET	1	EVET	1	EVET	1	EVET
1.1.1	Satınalma fiyat iskontosu	1	HAYIR	1	HAYIR	1	HAYIR	1	HAYIR	1	HAYIR
1.1.2	Satınalma fiyat arttırmaları	1	HAYIR	1	HAYIR	1	HAYIR	1	HAYIR	1	HAYIR
1.2	İşleme maliyeti	1	HAYIR	1	HAYIR	1	HAYIR	1	HAYIR	1	HAYIR
1.2.1	Tedarikçi lokasyonu	0	HAYIR	1	HAYIR	1	HAYIR	1	HAYIR	1	HAYIR
1.3	Bakım maliyeti	0	OLABİLİR	1	EVET	1	EVET	1	EVET	1	EVET
1.4	Ödeme vadesi	1	HAYIR	1	HAYIR	1	HAYIR	1	HAYIR	1	HAYIR
1.5	Tedarikçi firmanın yabancı para birimi kuru	1	HAYIR	1	HAYIR	1	HAYIR	1	HAYIR	1	HAYIR
1.6	Tedarikçi firmaya yapılan ödemelerdeki vergi miktarları	1	HAYIR	1	HAYIR	1	HAYIR	1	HAYIR	1	HAYIR
2	Kalite										
2.1	Ürün hata ölçümleri	1	EVET	1	EVET	1	EVET	1	EVET	1	EVET
2.2	Destek hizmetlerinin kalitesi	0	OLABİLİR	0	OLABİLİR	1	EVET	1	EVET	1	EVET
2.4	Ürün ambalajlama kalitesi	0	OLABİLİR	1	EVET	1	EVET	1	EVET	1	EVET
2.3	Tedarikçi tarafından kullanılan kalite sistemi	0	HAYIR	0	HAYIR	0	HAYIR	1	HAYIR	1	HAYIR
2.3.1	Tedarikçi firma kalite takımı ziyaretleri	0	HAYIR	0	HAYIR	0	HAYIR	1	HAYIR	1	HAYIR
2.3.2	Operasyonel kontroller	0	HAYIR	0	HAYIR	0	HAYIR	1	HAYIR	1	HAYIR
3	Hizmet										
3.1	Dağıtım	0	OLABİLİR	1	EVET	1	EVET	1	EVET	1	EVET
3.1.1	Üretim yetenekleri ve kapasiteleri	0	OLABİLİR	0	OLABİLİR	1	EVET	1	EVET	1	EVET
3.2	Tedarikçinin değişimlere cevap verebilme yeteneği	0	HAYIR	0	HAYIR	0	HAYIR	1	HAYIR	1	HAYIR
3.3	Bakım desteği	0	HAYIR	0	HAYIR	1	HAYIR	1	HAYIR	1	HAYIR
3.4	Eğitim destekleri	0	HAYIR	0	HAYIR	0	HAYIR	1	HAYIR	1	HAYIR
3.5	Tedarikçinin serbest bölgede deposunun olması	0	HAYIR	1	HAYIR	1	HAYIR	1	HAYIR	1	HAYIR
3.6	Ürün garanti süresi	0	HAYIR	0	HAYIR	1	HAYIR	1	HAYIR	1	HAYIR
3.7	Tedarikçinin davranışı	0	HAYIR	0	HAYIR	0	HAYIR	1	HAYIR	1	HAYIR
4	Tedarikçi firmanın güvenirliliği										
4.1	Süreç yetenekleri	0	HAYIR	0	HAYIR	1	HAYIR	1	HAYIR	1	HAYIR
4.2	Süreç esnekliği	0	HAYIR	0	HAYIR	1	HAYIR	1	HAYIR	1	HAYIR
4.3	Tedarikçinin ürünle ilgili tecrübesi	0	HAYIR	0	HAYIR	0	HAYIR	1	HAYIR	1	HAYIR
4.4	Tedarikçi firmayla yapılan ticaretin miktarı	0	HAYIR	0	HAYIR	1	HAYIR	1	HAYIR	1	HAYIR
4.5	Tedarikçinin uzmanlığı	0	OLABİLİR	0	OLABİLİR	1	EVET	1	EVET	1	EVET
4.6	Tedarikçi firmanın performans geçmişi	0	OLABİLİR	0	OLABİLİR	1	EVET	1	EVET	1	EVET
4.7	Tedarikçinin finansal pozisyonu	0	HAYIR	0	HAYIR	0	HAYIR	1	HAYIR	1	HAYIR
4.8	Tedarikçi firmanın izlenimi	0	HAYIR	0	HAYIR	1	HAYIR	1	HAYIR	1	HAYIR
4.9	İş süreç kayıtları	0	HAYIR	0	HAYIR	0	HAYIR	1	HAYIR	1	HAYIR
5	Tedarikçi firma yönetim ve organizasyonu										
5.1	Tedarikçi vizyonunun firma vizyonuna uyumu	0	HAYIR	0	HAYIR	0	HAYIR	1	HAYIR	1	HAYIR
5.2	Tedarikçi iletişimi	0	HAYIR	0	HAYIR	0	HAYIR	1	HAYIR	1	HAYIR
5.3	Sektördeki üni ve pozisyonu	0	HAYIR	0	HAYIR	0	HAYIR	1	HAYIR	1	HAYIR
5.4	Tedarikçi firmanın gelişime açıklığı	0	HAYIR	0	HAYIR	0	HAYIR	1	HAYIR	1	HAYIR
5.5	Tedarikçinin istekliliği	0	HAYIR	0	HAYIR	0	HAYIR	1	HAYIR	1	HAYIR
5.6	İki taraflı anlaşmalar		HAYIR		HAYIR		HAYIR		HAYIR		HAYIR
6	Teknoloji										
6.1	Tedarikçinin üretim teknolojisi	0	HAYIR	0	HAYIR	0	HAYIR	0	HAYIR	1	HAYIR
6.2	Tedarikçinin teknik kapasitesi	0	HAYIR	0	HAYIR	0	HAYIR	0	HAYIR	1	HAYIR
6.3	Teknoloji yatırımları	0	HAYIR	0	HAYIR	0	HAYIR	0	HAYIR	1	HAYIR
6.3.1	Tasarım/süreç geliştirme	0	HAYIR	0	HAYIR	0	HAYIR	0	HAYIR	1	HAYIR
6.3.2	Gelecekteki üretim yetenekleri	0	HAYIR	0	HAYIR	0	HAYIR	0	HAYIR	1	HAYIR

ω İyimsizlik düzeyi [0,1]=50%

SEVİYE ÖLÇÜTÜ

1 Kriter İlgili Entegrasyon Seviyesinde Var
0 Kriter İlgili Entegrasyon Seviyesinde Yok

KRİTER TEDARİKÇİ	GİRDİ DEĞİŞKENLERİ									
	Net Fiyat (YTL/ADET)					Bakım Maliyeti (YTL/YIL)				
	Direnç	Kondansatör	Transistör	Entegre	Röle	Direnç	Kondan-satör	Transistör	Entegre	Röle
ELEKTRO	0,0140	0,2500	0,2500	0,9200	0,9900	1,000	1,000	1,000	1,100	1,250
GESA	0,0145	0,2300	0,2200	0,9900	1,0200	1,100	1,100	1,100	1,100	1,100
ARROW	0,0150	0,2500	0,2900	1,0200	1,0550	1,005	1,010	1,050	1,000	1,150
ÖZDİŞAN	0,0200	0,4000	0,2300	0,8800	0,9980	1,250	1,200	1,000	1,250	1,250
SEMTECH	0,0180	0,3300	0,3900	0,9600	1,6500	1,150	1,150	950	1,350	1,150
DİJİTAL	0,0280	0,4400	0,3500	0,9870	1,6800	1,000	1,100	950	1,500	1,400
BATI	0,0130	0,6200	0,3450	1,2500	1,6900	1,150	1,050	1,050	1,500	1,250
INTRADE	0,0120	0,2600	0,2560	1,4400	0,9860	1,050	950	1,050	1,500	1,250
OMRON	0,0150	0,2800	0,2400	1,2500	1,0200	950	1,100	1,250	1,200	1,000
SÜPER	0,4000	0,3300	0,2900	1,0800	1,0300	1,250	1,000	1,300	1,150	1,250
KRİTER TEDARİKÇİ	ÇIKTI DEĞİŞKENLERİ									
	Ürün Hata Ölçümleri (1- % ÜHÖ)					Destek Hizmetleri Kalitesi (%)				
	Direnç	Kondansatör	Transistör	Entegre	Röle	Direnç	Kondan-satör	Transistör	Entegre	Röle
ELEKTRO	0,95	0,90	0,95	0,90	0,90	0,90	0,90	0,95	0,65	0,95
GESA	0,90	0,85	0,90	0,85	0,85	0,90	0,90	0,90	0,75	0,90
ARROW	0,95	0,90	0,95	0,95	0,90	0,85	0,85	0,90	0,85	0,85
ÖZDİŞAN	0,80	0,75	0,80	0,90	0,75	0,95	0,95	0,85	0,95	0,95
SEMTECH	0,85	0,80	0,85	0,85	0,80	0,90	0,90	0,85	0,90	0,90
DİJİTAL	0,95	0,85	0,95	0,95	0,90	0,80	0,90	0,75	0,85	0,91
BATI	0,95	0,95	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,80	0,95	0,92
INTRADE	0,95	0,80	0,90	0,90	0,95	0,95	0,95	0,90	0,90	0,95
OMRON	0,90	0,78	0,75	0,75	0,90	0,85	0,85	0,80	0,95	0,90
SÜPER	0,80	0,88	0,80	0,75	0,80	0,85	0,85	0,80	0,95	0,88
KRİTER TEDARİKÇİ	Ürün Ambalajları Kalitesi (%)					Dağıtım - Zamanında Teslimat (%)				
	Direnç	Kondansatör	Transistör	Entegre	Röle	Direnç	Kondan-satör	Transistör	Entegre	Röle
ELEKTRO	0,95	1,00	1,00	1,00	1,00	0,80	0,80	1,00	1,00	1,00
GESA	0,95	1,00	1,00	0,95	0,95	0,75	0,70	1,00	1,00	1,00
ARROW	0,90	0,95	0,75	0,80	0,90	0,85	0,95	1,00	1,00	1,00
ÖZDİŞAN	0,95	0,95	0,80	0,85	0,85	0,75	0,80	0,75	0,80	0,90
SEMTECH	0,95	0,95	0,85	0,95	0,95	0,80	0,85	0,80	0,85	0,85
DİJİTAL	0,90	0,95	0,95	0,85	0,85	0,85	0,95	0,85	0,95	0,95
BATI	0,75	0,80	0,90	1,00	1,00	0,95	0,85	0,95	0,85	0,85
INTRADE	0,80	0,85	0,85	1,00	1,00	0,75	0,80	0,75	0,80	0,90
OMRON	0,85	0,95	0,95	1,00	1,00	0,75	0,80	0,75	0,80	0,90
SÜPER	0,95	0,85	0,85	1,00	1,00	0,75	0,80	0,75	0,80	0,90
KRİTER TEDARİKÇİ	Tedarikçi Kapasitesi (Adet/Yıl)					Uzmanlık (%)				
	Direnç	Kondan-satör	Transistör	Entegre	Röle	Direnç	Kondan-satör	Transistör	Entegre	Röle
ELEKTRO	50.000.000	25.000.000	15.000.000	2.500.000	1.500.000	0,95	0,85	0,95	0,95	0,90
GESA	45.000.000	45.000.000	10.000.000	2.000.000	750.000	0,90	0,85	0,90	0,90	0,85
ARROW	30.000.000	25.000.000	9.000.000	2.000.000	1.000.000	0,90	0,75	0,85	0,91	0,95
ÖZDİŞAN	35.000.000	35.000.000	8.000.000	2.400.000	1.500.000	0,85	0,80	0,95	0,92	0,90
SEMTECH	25.000.000	20.000.000	10.000.000	2.600.000	2.500.000	0,95	0,90	0,90	0,95	0,75
DİJİTAL	50.000.000	35.000.000	15.000.000	1.500.000	2.500.000	0,85	0,80	0,95	0,90	0,80
BATI	70.000.000	30.000.000	17.000.000	2.000.000	2.000.000	0,75	0,90	0,75	0,75	0,85
INTRADE	50.000.000	45.000.000	12.000.000	2.500.000	2.000.000	0,80	0,85	0,80	0,80	0,95
OMRON	65.000.000	20.000.000	14.000.000	1.500.000	750.000	0,85	0,95	0,85	0,85	0,96
SÜPER	10.000.000	5.000.000	3.000.000	1.000.000	50.000	0,95	0,90	0,95	0,95	0,97
KRİTER TEDARİKÇİ	Performans Geçmişi (%)									
	Direnç	Kondan-satör	Transistör	Entegre	Röle					
ELEKTRO	0,90	0,95	0,95	0,90	0,95					
GESA	0,75	0,80	0,90	0,75	0,90					
ARROW	0,80	0,85	0,85	0,80	0,85					
ÖZDİŞAN	0,85	0,95	0,95	0,90	0,95					
SEMTECH	0,95	0,85	0,85	0,85	0,85					
DİJİTAL	0,80	0,90	0,90	0,95	0,85					
BATI	0,78	0,75	0,75	0,90	0,95					
INTRADE	0,95	0,85	0,95	0,90	0,90					
OMRON	0,65	0,85	0,85	0,85	0,95					
SÜPER	0,58	0,69	0,80	0,87	0,58					
KRİTERLER	ws	wr	Ana Ağırlık	Alt Ağırlık						
Net Fiyat (YTL)	0,3036		0,44	0,69						
Bakım Maliyeti (YTL)	0,1364		0,44	0,31						
Ürün Hata Ölçümleri (1- % ÜHÖ)		0,1904	0,34	0,56						
Destek Hizmetleri Kalitesi (%)		0,1224	0,34	0,36						
Ürün Ambalajları Kalitesi (%)		0,0272	0,34	0,08						
Dağıtım (%)		0,13	0,13	1						
Kapasite (Adet/Yıl)		0,13	0,13	1						
Uzmanlık (%)		0,045	0,09	0,5						
Performans(%)		0,045	0,09	0,5						

Ek 5 Elektro tedarikçisi için maksimum etkinlik oranını veren modelin LINGO paket programında açılımı ve çözümü

MAX=(A11*0.95*0.1904)+(A21*0.90*0.1224)+(A31*0.95*0.0272)+
 (A41*0.80*0.13)+(A51*50000000*0.13)+(A61*0.95*0.045)+(A71*0.90*0.045)+
 (A12*0.90*0.1904)+(A22*0.90*0.1224)+(A32*1*0.0272)+(A42*0.80*0.13)+(A52*2500000
 0*0.13)+(A62*0.85*0.045)+(A72*0.95*0.045)+ (A13*0.95*0.1904)+(A23*0.95*0.1224)+
 (A33*1*0.0272)+(A43*1*0.13)+(A53*15000000*0.13)+(A63*0.95*0.045)+
 (A73*0.95*0.045)+ A14*0.90*0.1904)+(A24*0.65*0.1224)+(A34*1*0.0272)
 +(A44*1*0.13)+(A54*2500000*0.13)+(A64*0.95*0.045)+(A74*0.90*0.045)+
 (A15*0.90*0.1904)+(A25*0.95*0.1224)+(A35*1*0.0272)+(A45*1*0.13)+
 (A55*1500000*0.13)+(A65*0.90*0.045)+(A75*0.95*0.045);

!S.T.

!ELEKTRO

(A11*0.95*0.1904)+(A21*0.90*0.1224)+(A31*0.95*0.0272)+
 (A41*0.80*0.13)+(A51*50000000*0.13)+(A61*0.95*0.045)
 +(A71*0.90*0.045)+ (A12*0.90*0.1904)+(A22*0.90*0.1224)+(A32*1*0.0272)
 +(A42*0.80*0.13)+(A52*25000000*0.13)+(A62*0.85*0.045)+(A72*0.95*0.045)+
 (A13*0.95*0.1904)+(A23*0.95*0.1224)+(A33*1*0.0272)
 +(A43*1*0.13)+(A53*15000000*0.13)+(A63*0.95*0.045)+(A73*0.95*0.045)+
 (A14*0.90*0.1904)+(A24*0.65*0.1224)+(A34*1*0.0272)
 +(A44*1*0.13)+(A54*2500000*0.13)+(A64*0.95*0.045)+(A74*0.90*0.045)+
 (A15*0.90*0.1904)+(A25*0.95*0.1224)+(A35*1*0.0272)+(A45*1*0.13)+(A55*1500000*0.
 13)+(A65*0.90*0.045)+(A75*0.95*0.045)-
 (B11*0.014*0.3036)-(B21*1000*0.1364)-(B12*0.25*0.3036)-(B22*1000*0.1364)-
 (B13*0.25*0.3036)-(B23*1000*0.1364)-(B14*0.92*0.3036)-(B24*1100*0.1364)-
 (B15*0.99*0.3036)-(B25*1250*0.1364)<=0;

!GESA

(A11*0.90*0.1904)+(A21*0.90*0.1224)+(A31*0.95*0.0272)+
 (A41*0.75*0.13)+(A51*45000000*0.13)+(A61*0.90*0.045)+(A71*0.75*0.045)+
 (A12*0.85*0.1904)+(A22*0.90*0.1224)+(A32*1*0.0272)+(A42*0.70*0.13)+(A52*4500000
 0*0.13)+(A62*0.85*0.045)+(A72*0.80*0.045)+
 (A13*0.90*0.1904)+(A23*0.90*0.1224)+(A33*1*0.0272)+(A43*1*0.13)+(A53*10000000*
 0.13)+(A63*0.90*0.045)+(A73*0.90*0.045)+
 (A14*0.85*0.1904)+(A24*0.75*0.1224)+(A34*0.95*0.0272)+(A44*1*0.13)+
 (A54*2000000*0.13)+(A64*0.90*0.045)+(A74*0.75*0.045)+
 (A15*0.85*0.1904)+(A25*0.90*0.1224)+(A35*0.95*0.0272)+(A45*1*0.13)+(A55*750000*
 0.13)+(A65*0.85*0.045)+(A75*0.90*0.045)-
 (B11*0.0145*0.3036)-(B21*1100*0.1364)-(B12*0.23*0.3036)-(B22*1100*0.1364)-
 (B13*0.22*0.3036)-(B23*1100*0.1364)-(B14*0.99*0.3036)-(B24*1100*0.1364)-
 (B15*1.02*0.3036)-(B25*1100*0.1364)<=0;

!ARROW

(A11*0.95*0.1904)+(A21*0.85*0.1224)+(A31*0.90*0.0272)+
 (A41*0.85*0.13)+(A51*30000000*0.13)+(A61*0.90*0.045)+(A71*0.80*0.045)+
 (A12*0.90*0.1904)+(A22*0.85*0.1224)+(A32*0.95*0.0272)+(A42*0.95*0.13)+
 (A52*25000000*0.13)+(A62*0.75*0.045)+(A72*0.85*0.045)+
 (A13*0.95*0.1904)+(A23*0.90*0.1224)+(A33*0.75*0.0272)+(A43*1*0.13)
 +(A53*9000000*0.13)+(A63*0.85*0.045)+(A73*0.85*0.045)+
 (A14*0.95*0.1904)+(A24*0.85*0.1224)+(A34*0.80*0.0272)+(A44*1*0.13)+(A54*2000000
 *0.13)+(A64*0.91*0.045)+(A74*0.80*0.045)+

$(A15*0.90*0.1904)+(A25*0.85*0.1224)+(A35*0.90*0.0272)+(A45*1*0.13)$
 $+(A55*1000000*0.13)+(A65*0.95*0.045)+(A75*0.85*0.045)-$
 $(B11*0.015*0.3036)-(B21*1005*0.1364)-(B12*0.25*0.3036)-(B22*1010*0.1364)-$
 $(B13*0.29*0.3036)-(B23*1050*0.1364)-(B14*1.02*0.3036)-(B24*1000*0.1364)-$
 $(B15*1.055*0.3036)-(B25*1150*0.1364)\leq 0;$

!ÖZDİSAN

$(A11*0.80*0.1904)+(A21*0.95*0.1224)+(A31*0.95*0.0272)+$
 $(A41*0.75*0.13)+(A51*35000000*0.13)+(A61*0.85*0.045)+(A71*0.85*0.045)+$
 $(A12*0.75*0.1904)+(A22*0.95*0.1224)+(A32*0.95*0.0272)+(A42*0.80*0.13)+$
 $(A52*35000000*0.13)+(A62*0.80*0.045)+(A72*0.95*0.045)+$
 $(A13*0.80*0.1904)+(A23*0.85*0.1224)+(A33*0.80*0.0272)+(A43*0.75*0.13)$
 $+(A53*8000000*0.13)+(A63*0.95*0.045)+(A73*0.95*0.045)+$
 $(A14*0.90*0.1904)+(A24*0.95*0.1224)+(A34*0.85*0.0272)+(A44*0.80*0.13)$
 $+(A54*2400000*0.13)+(A64*0.92*0.045)+(A74*0.90*0.045)+$
 $(A15*0.75*0.1904)+(A25*0.95*0.1224)+(A35*0.85*0.0272)+(A45*0.90*0.13)$
 $+(A55*1500000*0.13)+(A65*0.90*0.045)+(A75*0.95*0.045)-$
 $(B11*0.02*0.3036)-(B21*1250*0.1364)-(B12*0.4*0.3036)-(B22*1200*0.1364)-$
 $(B13*0.23*0.3036)-(B23*1000*0.1364)-(B14*0.88*0.3036)-(B24*1250*0.1364)-$
 $(B15*0.998*0.3036)-(B25*1250*0.1364)\leq 0;$

!SEMTECH

$(A11*0.85*0.1904)+(A21*0.90*0.1224)+(A31*0.95*0.0272)+$
 $(A41*0.80*0.13)+(A51*25000000*0.13)+(A61*0.95*0.045)+(A71*0.95*0.045)+$
 $(A12*0.80*0.1904)+(A22*0.90*0.1224)+(A32*0.95*0.0272)+(A42*0.85*0.13)+$
 $(A52*20000000*0.13)+(A62*0.90*0.045)+(A72*0.85*0.045)+$
 $(A13*0.85*0.1904)+(A23*0.85*0.1224)+(A33*0.85*0.0272)+(A43*0.80*0.13)$
 $+(A53*10000000*0.13)+(A63*0.90*0.045)+(A73*0.85*0.045)+$
 $(A14*0.85*0.1904)+(A24*0.90*0.1224)+(A34*0.95*0.0272)+(A44*0.85*0.13)$
 $+(A54*2600000*0.13)+(A64*0.95*0.045)+(A74*0.85*0.045)+$
 $(A15*0.80*0.1904)+(A25*0.90*0.1224)+(A35*0.95*0.0272)+(A45*0.85*0.13)$
 $+(A55*2500000*0.13)+(A65*0.75*0.045)+(A75*0.85*0.045)-$
 $(B11*0.018*0.3036)-(B21*1150*0.1364)-(B12*0.33*0.3036)-(B22*1150*0.1364)-$
 $(B13*0.39*0.3036)-(B23*950*0.1364)-(B14*0.96*0.3036)-(B24*1350*0.1364)-$
 $(B15*1.65*0.3036)-(B25*1150*0.1364)\leq 0;$

!DİJİTAL

$(A11*0.95*0.1904)+(A21*0.80*0.1224)+(A31*0.90*0.0272)+$
 $(A41*0.85*0.13)+(A51*50000000*0.13)+(A61*0.85*0.045)+(A71*0.80*0.045)+$
 $(A12*0.85*0.1904)+(A22*0.90*0.1224)+(A32*0.95*0.0272)+(A42*0.95*0.13)+$
 $(A52*35000000*0.13)+(A62*0.80*0.045)+(A72*0.90*0.045)+$
 $(A13*0.95*0.1904)+(A23*0.75*0.1224)+(A33*0.95*0.0272)+(A43*0.85*0.13)$
 $+(A53*15000000*0.13)+(A63*0.95*0.045)+(A73*0.90*0.045)+$
 $(A14*0.95*0.1904)+(A24*0.85*0.1224)+(A34*0.85*0.0272)+(A44*0.95*0.13)$
 $+(A54*1500000*0.13)+(A64*0.90*0.045)+(A74*0.95*0.045)+$
 $(A15*0.90*0.1904)+(A25*0.91*0.1224)+(A35*0.85*0.0272)+(A45*0.95*0.13)$
 $+(A55*2500000*0.13)+(A65*0.80*0.045)+(A75*0.85*0.045)-$
 $(B11*0.028*0.3036)-(B21*1000*0.1364)-(B12*0.44*0.3036)-(B22*1100*0.1364)-$
 $(B13*0.35*0.3036)-(B23*950*0.1364)-(B14*0.987*0.3036)-(B24*1500*0.1364)-$
 $(B15*1.68*0.3036)-(B25*1400*0.1364)\leq 0;$

!BATI

$(A11*0.95*0.1904)+(A21*0.85*0.1224)+(A31*0.75*0.0272)+$
 $(A41*0.95*0.13)+(A51*70000000*0.13)+(A61*0.75*0.045)+(A71*0.78*0.045)+$
 $(A12*0.95*0.1904)+(A22*0.85*0.1224)+(A32*0.80*0.0272)+(A42*0.85*0.13)+$

$(A52*30000000*0.13)+(A62*0.90*0.045)+(A72*0.75*0.045)+$
 $(A13*0.85*0.1904)+(A23*0.80*0.1224)+(A33*0.90*0.0272)+(A43*0.95*0.13)$
 $+(A53*17000000*0.13)+(A63*0.75*0.045)+(A73*0.75*0.045)+$
 $(A14*0.85*0.1904)+(A24*0.95*0.1224)+(A34*1*0.0272)+(A44*0.85*0.13)$
 $+(A54*2000000*0.13)+(A64*0.75*0.045)+(A74*0.90*0.045)+$
 $(A15*0.85*0.1904)+(A25*0.92*0.1224)+(A35*1*0.0272)+(A45*0.85*0.13)$
 $+(A55*2000000*0.13)+(A65*0.85*0.045)+(A75*0.95*0.045)-$
 $(B11*0.013*0.3036)-(B21*1150*0.1364)-(B12*0.62*0.3036)-(B22*1050*0.1364)-$
 $(B13*0.345*0.3036)-(B23*1050*0.1364)-(B14*1.25*0.3036)-(B24*1500*0.1364)-$
 $(B15*1.69*0.3036)-(B25*1250*0.1364)\leq 0;$

!INTRADE

$(A11*0.95*0.1904)+(A21*0.95*0.1224)+(A31*0.80*0.0272)+$
 $(A41*0.75*0.13)+(A51*50000000*0.13)+(A61*0.80*0.045)+(A71*0.95*0.045)+$
 $(A12*0.80*0.1904)+(A22*0.95*0.1224)+(A32*0.85*0.0272)+(A42*0.80*0.13)+$
 $(A52*45000000*0.13)+(A62*0.85*0.045)+(A72*0.85*0.045)+$
 $(A13*0.90*0.1904)+(A23*0.90*0.1224)+(A33*0.85*0.0272)+(A43*0.75*0.13)$
 $+(A53*12000000*0.13)+(A63*0.80*0.045)+(A73*0.95*0.045)+$
 $(A14*0.90*0.1904)+(A24*0.90*0.1224)+(A34*1*0.0272)+(A44*0.80*0.13)$
 $+(A54*2500000*0.13)+(A64*0.80*0.045)+(A74*0.90*0.045)+$
 $(A15*0.95*0.1904)+(A25*0.95*0.1224)+(A35*1*0.0272)+(A45*0.90*0.13)$
 $+(A55*2000000*0.13)+(A65*0.95*0.045)+(A75*0.90*0.045)-$
 $(B11*0.012*0.3036)-(B21*1050*0.1364)-(B12*0.26*0.3036)-(B22*950*0.1364)-$
 $(B13*0.256*0.3036)-(B23*1050*0.1364)-(B14*1.44*0.3036)-(B24*1500*0.1364)-$
 $(B15*0.986*0.3036)-(B25*1250*0.1364)\leq 0;$

!OMRON

$(A11*0.90*0.1904)+(A21*0.85*0.1224)+(A31*0.85*0.0272)+$
 $(A41*0.75*0.13)+(A51*65000000*0.13)+(A61*0.85*0.045)+(A71*0.65*0.045)+$
 $(A12*0.78*0.1904)+(A22*0.85*0.1224)+(A32*0.95*0.0272)+(A42*0.80*0.13)+$
 $(A52*20000000*0.13)+(A62*0.95*0.045)+(A72*0.85*0.045)+$
 $(A13*0.75*0.1904)+(A23*0.80*0.1224)+(A33*0.95*0.0272)+(A43*0.75*0.13)$
 $+(A53*14000000*0.13)+(A63*0.85*0.045)+(A73*0.85*0.045)+$
 $(A14*0.75*0.1904)+(A24*0.95*0.1224)+(A34*1*0.0272)+(A44*0.80*0.13)$
 $+(A54*1500000*0.13)+(A64*0.85*0.045)+(A74*0.85*0.045)+$
 $(A15*0.90*0.1904)+(A25*0.90*0.1224)+(A35*1*0.0272)+(A45*0.90*0.13)$
 $+(A55*750000*0.13)+(A65*0.96*0.045)+(A75*0.95*0.045)-$
 $(B11*0.015*0.3036)-(B21*950*0.1364)-(B12*0.28*0.3036)-(B22*1100*0.1364)-$
 $(B13*0.24*0.3036)-(B23*1250*0.1364)-(B14*1.25*0.3036)-(B24*1200*0.1364)-$
 $(B15*1.02*0.3036)-(B25*1000*0.1364)\leq 0;$

!SÜPER

$(A11*0.80*0.1904)+(A21*0.85*0.1224)+(A31*0.95*0.0272)+$
 $(A41*0.75*0.13)+(A51*10000000*0.13)+(A61*0.95*0.045)+(A71*0.58*0.045)+$
 $(A12*0.88*0.1904)+(A22*0.85*0.1224)+(A32*0.85*0.0272)+(A42*0.80*0.13)+$
 $(A52*5000000*0.13)+(A62*0.90*0.045)+(A72*0.69*0.045)+$
 $(A13*0.80*0.1904)+(A23*0.80*0.1224)+(A33*0.85*0.0272)+(A43*0.75*0.13)$
 $+(A53*3000000*0.13)+(A63*0.95*0.045)+(A73*0.80*0.045)+$
 $(A14*0.75*0.1904)+(A24*0.95*0.1224)+(A34*1*0.0272)+(A44*0.80*0.13)$
 $+(A54*1000000*0.13)+(A64*0.95*0.045)+(A74*0.87*0.045)+$
 $(A15*0.80*0.1904)+(A25*0.88*0.1224)+(A35*1*0.0272)+(A45*0.90*0.13)$
 $+(A55*500000*0.13)+(A65*0.97*0.045)+(A75*0.58*0.045)-$
 $(B11*0.025*0.3036)-(B21*950*0.1364)-(B12*0.33*0.3036)-(B22*1000*0.1364)-$
 $(B13*0.29*0.3036)-(B23*1300*0.1364)-(B14*1.08*0.3036)-(B24*1150*0.1364)-$

$(B15*1.03*0.3036)-(B25*950*0.1364)\leq 0;$

!ELEKTRO GİRDİ

$(B11*0.014*0.3036)+(B21*1000*0.1364)+(B12*0.25*0.3036)+(B22*1000*0.1364)+$

$(B13*0.25*0.3036)+(B23*1000*0.1364)+(B14*0.92*0.3036)+(B24*1100*0.1364)+$

$(B15*0.99*0.3036)+(B25*1250*0.1364)=1;$

!HEDEF DEĞERLER

$(A11*0.95*0.1904)+(A21*0.95*0.1224)+(A31*0.95*0.0272)+$

$(A41*0.95*0.13)+(A51*70000000*0.13)+(A61*0.95*0.045)+(A71*0.95*0.045)+$

$(A12*0.95*0.1904)+(A22*0.95*0.1224)+(A32*1*0.0272)+(A42*0.95*0.13)+$

$(A52*45000000*0.13)+(A62*0.95*0.045)+(A72*0.95*0.045)+$

$(A13*0.95*0.1904)+(A23*0.95*0.1224)+(A33*1*0.0272)+(A43*1*0.13)+(A53*17000000*0.13)+$

$(A63*0.95*0.045)+(A73*0.95*0.045)+$

$(A14*0.95*0.1904)+(A24*0.95*0.1224)+(A34*1*0.0272)+(A44*1*0.13)+$

$(A54*2600000*0.13)+(A64*0.95*0.045)+(A74*0.95*0.045)+$

$(A15*0.95*0.1904)+(A25*0.95*0.1224)+(A35*1*0.0272)+(A45*1*0.13)+$

$(A55*2500000*0.13)+(A65*0.97*0.045)+(A75*0.95*0.045)-$

$(B11*0.012*0.3036)-(B21*950*0.1364)-(B12*0.23*0.3036)-(B22*950*0.1364)-$

$(B13*0.22*0.3036)-(B23*950*0.1364)-(B14*0.88*0.3036)-(B24*1000*0.1364)-$

$(B15*0.986*0.3036)-(B25*950*0.1364)=0;$

$A11\geq 0;$

$A21\geq 0;$

$A31\geq 0;$

$A41\geq 0;$

$A51\geq 0;$

$A61\geq 0;$

$A71\geq 0;$

$A12\geq 0;$

$A22\geq 0;$

$A32\geq 0;$

$A42\geq 0;$

$A52\geq 0;$

$A62\geq 0;$

$A72\geq 0;$

$A13\geq 0;$

$A23\geq 0;$

$A33\geq 0;$

$A43\geq 0;$

$A53\geq 0;$

$A63\geq 0;$

$A73\geq 0;$

$A14\geq 0;$

$A24\geq 0;$

$A34\geq 0;$

$A44\geq 0;$

$A54\geq 0;$

$A64\geq 0;$

$A74\geq 0;$

$A15\geq 0;$

$A25\geq 0;$

$A35\geq 0;$

$A45\geq 0;$

```

A55>=0;
A65>=0;
A75>=0;
B11>=0;
B12>=0;
B13>=0;
B14>=0;
B15>=0;
B21>=0;
B22>=0;
B23>=0;
B24>=0;
B25>=0;
END

```

ÇÖZÜM:

Rows= 58 Vars= 45 No. integer vars= 0 (all are linear)
 Nonzeros= 586 Constraint nonz= 550(45 are +- 1) Density=0.220
 Smallest and largest elements in absolute value= 0.364320E-02 0.910000E
 No. < : 10 No. =: 2 No. > : 45, Obj=MAX, GUBs <= 45
 Single cols= 0

Optimal solution found at step: 2
 Objective value: 0.9959596

Variable	Value	Reduced Cost
A11	0.0000000E+00	0.0000000E+00
A12	0.0000000E+00	0.9520000E-02
A13	0.0000000E+00	0.0000000E+00
A14	0.0000000E+00	0.9520000E-02
A15	0.0000000E+00	0.9520000E-02
A21	0.0000000E+00	0.6120000E-02
A22	0.0000000E+00	0.6120000E-02
A23	0.0000000E+00	0.0000000E+00
A24	0.0000000E+00	0.3672000E-01
A25	0.0000000E+00	0.0000000E+00
A31	0.0000000E+00	0.0000000E+00
A32	0.0000000E+00	0.0000000E+00
A33	0.0000000E+00	0.0000000E+00
A34	0.0000000E+00	0.0000000E+00
A35	0.0000000E+00	0.0000000E+00
A41	0.0000000E+00	0.1950000E-01
A42	0.0000000E+00	0.1950000E-01
A43	0.0000000E+00	0.0000000E+00
A44	0.0000000E+00	0.0000000E+00
A45	0.0000000E+00	0.0000000E+00
A51	0.0000000E+00	2600000.
A52	0.0000000E+00	2600000.
A53	0.0000000E+00	260000.0
A54	0.0000000E+00	13000.00

A55	0.0000000E+00	130000.0
A61	0.0000000E+00	0.0000000E+00
A62	0.0000000E+00	0.4500000E-02
A63	0.0000000E+00	0.0000000E+00
A64	0.0000000E+00	0.0000000E+00
A65	0.0000000E+00	0.3150000E-02
A71	0.0000000E+00	0.2250000E-02
A72	0.0000000E+00	0.0000000E+00
A73	0.0000000E+00	0.0000000E+00
A74	0.0000000E+00	0.2250000E-02
A75	23.29730	0.0000000E+00
B11	0.0000000E+00	0.5900266E-03
B21	0.0000000E+00	6.268887
B12	0.0000000E+00	0.5765332E-02
B22	0.0000000E+00	6.268887
B13	0.0000000E+00	0.8801332E-02
B23	0.0000000E+00	6.268887
B14	0.0000000E+00	0.1101546E-01
B24	0.0000000E+00	13.03378
B15	3.327078	0.0000000E+00
B25	0.0000000E+00	40.23111

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0.9959596	1.000000
2	0.4040404E-02	0.0000000E+00
3	0.8676236E-01	0.0000000E+00
4	0.1745348	0.0000000E+00
5	0.1212121E-01	0.0000000E+00
6	0.7755449	0.0000000E+00
7	0.8058480	0.0000000E+00
8	0.7111111	0.0000000E+00
9	0.5241893E-01	0.0000000E+00
10	0.3434343E-01	0.0000000E+00
11	0.4323445	0.0000000E+00
12	0.0000000E+00	0.9959596
13	0.0000000E+00	1.000000
14	0.0000000E+00	0.0000000E+00
15	0.0000000E+00	0.0000000E+00
16	0.0000000E+00	0.0000000E+00
17	0.0000000E+00	0.0000000E+00
18	0.0000000E+00	0.0000000E+00
19	0.0000000E+00	0.0000000E+00
20	0.0000000E+00	0.0000000E+00
21	0.0000000E+00	0.0000000E+00
22	0.0000000E+00	0.0000000E+00
23	0.0000000E+00	0.0000000E+00
24	0.0000000E+00	0.0000000E+00
25	0.0000000E+00	0.0000000E+00
26	0.0000000E+00	0.0000000E+00
27	0.0000000E+00	0.0000000E+00
28	0.0000000E+00	0.0000000E+00

29	0.0000000E+00	0.0000000E+00
30	0.0000000E+00	0.0000000E+00
31	0.0000000E+00	0.0000000E+00
32	0.0000000E+00	0.0000000E+00
33	0.0000000E+00	0.0000000E+00
34	0.0000000E+00	0.0000000E+00
35	0.0000000E+00	0.0000000E+00
36	0.0000000E+00	0.0000000E+00
37	0.0000000E+00	0.0000000E+00
38	0.0000000E+00	0.0000000E+00
39	0.0000000E+00	0.0000000E+00
40	0.0000000E+00	0.0000000E+00
41	0.0000000E+00	0.0000000E+00
42	0.0000000E+00	0.0000000E+00
43	0.0000000E+00	0.0000000E+00
44	0.0000000E+00	0.0000000E+00
45	0.0000000E+00	0.0000000E+00
46	0.0000000E+00	0.0000000E+00
47	0.0000000E+00	0.0000000E+00
48	23.29730	0.0000000E+00
49	0.0000000E+00	0.0000000E+00
50	0.0000000E+00	0.0000000E+00
51	0.0000000E+00	0.0000000E+00
52	0.0000000E+00	0.0000000E+00
53	3.327078	0.0000000E+00
54	0.0000000E+00	0.0000000E+00
55	0.0000000E+00	0.0000000E+00
56	0.0000000E+00	0.0000000E+00
57	0.0000000E+00	0.0000000E+00
58	0.0000000E+00	0.0000000E+00

Ek 6 Elektro tedarikçisi için minimum etkinlik oranını veren modelin LINGO paket programında açılımı ve çözümü

MIN=(A11*0.95*0.1904)+(A21*0.90*0.1224)+(A31*0.95*0.0272)+
 (A41*0.80*0.13)+(A51*50000000*0.13)+(A61*0.95*0.045)+(A71*0.90*0.045)+
 (A12*0.90*0.1904)+(A22*0.90*0.1224)+(A32*1*0.0272)+(A42*0.80*0.13)+(A52*2500000
 0*0.13)+(A62*0.85*0.045)+(A72*0.95*0.045)+ (A13*0.95*0.1904)+(A23*0.95*0.1224)+
 (A33*1*0.0272)+(A43*1*0.13)+(A53*15000000*0.13)+(A63*0.95*0.045)+
 (A73*0.95*0.045)+ A14*0.90*0.1904)+(A24*0.65*0.1224)+(A34*1*0.0272)
 +(A44*1*0.13)+(A54*2500000*0.13)+(A64*0.95*0.045)+(A74*0.90*0.045)+
 (A15*0.90*0.1904)+(A25*0.95*0.1224)+(A35*1*0.0272)+(A45*1*0.13)+
 (A55*1500000*0.13)+(A65*0.90*0.045)+(A75*0.95*0.045);

!S.T.

!ELEKTRO

(A11*0.95*0.1904)+(A21*0.90*0.1224)+(A31*0.95*0.0272)+
 (A41*0.80*0.13)+(A51*50000000*0.13)+(A61*0.95*0.045)
 +(A71*0.90*0.045)+ (A12*0.90*0.1904)+(A22*0.90*0.1224)+(A32*1*0.0272)
 +(A42*0.80*0.13)+(A52*25000000*0.13)+(A62*0.85*0.045)+(A72*0.95*0.045)+
 (A13*0.95*0.1904)+(A23*0.95*0.1224)+(A33*1*0.0272)
 +(A43*1*0.13)+(A53*15000000*0.13)+(A63*0.95*0.045)+(A73*0.95*0.045)+
 (A14*0.90*0.1904)+(A24*0.65*0.1224)+(A34*1*0.0272)
 +(A44*1*0.13)+(A54*2500000*0.13)+(A64*0.95*0.045)+(A74*0.90*0.045)+
 (A15*0.90*0.1904)+(A25*0.95*0.1224)+(A35*1*0.0272)+(A45*1*0.13)+(A55*1500000*0.
 13)+(A65*0.90*0.045)+(A75*0.95*0.045)-
 (B11*0.014*0.3036)-(B21*1000*0.1364)-(B12*0.25*0.3036)-(B22*1000*0.1364)-
 (B13*0.25*0.3036)-(B23*1000*0.1364)-(B14*0.92*0.3036)-(B24*1100*0.1364)-
 (B15*0.99*0.3036)-(B25*1250*0.1364)<=0;

!GESA

(A11*0.90*0.1904)+(A21*0.90*0.1224)+(A31*0.95*0.0272)+
 (A41*0.75*0.13)+(A51*45000000*0.13)+(A61*0.90*0.045)+(A71*0.75*0.045)+
 (A12*0.85*0.1904)+(A22*0.90*0.1224)+(A32*1*0.0272)+(A42*0.70*0.13)+(A52*4500000
 0*0.13)+(A62*0.85*0.045)+(A72*0.80*0.045)+
 (A13*0.90*0.1904)+(A23*0.90*0.1224)+(A33*1*0.0272)+(A43*1*0.13)+(A53*10000000*
 0.13)+(A63*0.90*0.045)+(A73*0.90*0.045)+
 (A14*0.85*0.1904)+(A24*0.75*0.1224)+(A34*0.95*0.0272)+(A44*1*0.13)+
 (A54*2000000*0.13)+(A64*0.90*0.045)+(A74*0.75*0.045)+
 (A15*0.85*0.1904)+(A25*0.90*0.1224)+(A35*0.95*0.0272)+(A45*1*0.13)+(A55*750000*
 0.13)+(A65*0.85*0.045)+(A75*0.90*0.045)-
 (B11*0.0145*0.3036)-(B21*1100*0.1364)-(B12*0.23*0.3036)-(B22*1100*0.1364)-
 (B13*0.22*0.3036)-(B23*1100*0.1364)-(B14*0.99*0.3036)-(B24*1100*0.1364)-
 (B15*1.02*0.3036)-(B25*1100*0.1364)<=0;

!ARROW

(A11*0.95*0.1904)+(A21*0.85*0.1224)+(A31*0.90*0.0272)+
 (A41*0.85*0.13)+(A51*30000000*0.13)+(A61*0.90*0.045)+(A71*0.80*0.045)+
 (A12*0.90*0.1904)+(A22*0.85*0.1224)+(A32*0.95*0.0272)+(A42*0.95*0.13)+
 (A52*25000000*0.13)+(A62*0.75*0.045)+(A72*0.85*0.045)+
 (A13*0.95*0.1904)+(A23*0.90*0.1224)+(A33*0.75*0.0272)+(A43*1*0.13)
 +(A53*9000000*0.13)+(A63*0.85*0.045)+(A73*0.85*0.045)+
 (A14*0.95*0.1904)+(A24*0.85*0.1224)+(A34*0.80*0.0272)+(A44*1*0.13)+(A54*2000000
 *0.13)+(A64*0.91*0.045)+(A74*0.80*0.045)+

$(A15*0.90*0.1904)+(A25*0.85*0.1224)+(A35*0.90*0.0272)+(A45*1*0.13)$
 $+(A55*1000000*0.13)+(A65*0.95*0.045)+(A75*0.85*0.045)-$
 $(B11*0.015*0.3036)-(B21*1005*0.1364)-(B12*0.25*0.3036)-(B22*1010*0.1364)-$
 $(B13*0.29*0.3036)-(B23*1050*0.1364)-(B14*1.02*0.3036)-(B24*1000*0.1364)-$
 $(B15*1.055*0.3036)-(B25*1150*0.1364)\leq 0;$

!ÖZDİSAN

$(A11*0.80*0.1904)+(A21*0.95*0.1224)+(A31*0.95*0.0272)+$
 $(A41*0.75*0.13)+(A51*35000000*0.13)+(A61*0.85*0.045)+(A71*0.85*0.045)+$
 $(A12*0.75*0.1904)+(A22*0.95*0.1224)+(A32*0.95*0.0272)+(A42*0.80*0.13)+$
 $(A52*35000000*0.13)+(A62*0.80*0.045)+(A72*0.95*0.045)+$
 $(A13*0.80*0.1904)+(A23*0.85*0.1224)+(A33*0.80*0.0272)+(A43*0.75*0.13)$
 $+(A53*8000000*0.13)+(A63*0.95*0.045)+(A73*0.95*0.045)+$
 $(A14*0.90*0.1904)+(A24*0.95*0.1224)+(A34*0.85*0.0272)+(A44*0.80*0.13)$
 $+(A54*2400000*0.13)+(A64*0.92*0.045)+(A74*0.90*0.045)+$
 $(A15*0.75*0.1904)+(A25*0.95*0.1224)+(A35*0.85*0.0272)+(A45*0.90*0.13)$
 $+(A55*1500000*0.13)+(A65*0.90*0.045)+(A75*0.95*0.045)-$
 $(B11*0.02*0.3036)-(B21*1250*0.1364)-(B12*0.4*0.3036)-(B22*1200*0.1364)-$
 $(B13*0.23*0.3036)-(B23*1000*0.1364)-(B14*0.88*0.3036)-(B24*1250*0.1364)-$
 $(B15*0.998*0.3036)-(B25*1250*0.1364)\leq 0;$

!SEMTECH

$(A11*0.85*0.1904)+(A21*0.90*0.1224)+(A31*0.95*0.0272)+$
 $(A41*0.80*0.13)+(A51*25000000*0.13)+(A61*0.95*0.045)+(A71*0.95*0.045)+$
 $(A12*0.80*0.1904)+(A22*0.90*0.1224)+(A32*0.95*0.0272)+(A42*0.85*0.13)+$
 $(A52*20000000*0.13)+(A62*0.90*0.045)+(A72*0.85*0.045)+$
 $(A13*0.85*0.1904)+(A23*0.85*0.1224)+(A33*0.85*0.0272)+(A43*0.80*0.13)$
 $+(A53*10000000*0.13)+(A63*0.90*0.045)+(A73*0.85*0.045)+$
 $(A14*0.85*0.1904)+(A24*0.90*0.1224)+(A34*0.95*0.0272)+(A44*0.85*0.13)$
 $+(A54*2600000*0.13)+(A64*0.95*0.045)+(A74*0.85*0.045)+$
 $(A15*0.80*0.1904)+(A25*0.90*0.1224)+(A35*0.95*0.0272)+(A45*0.85*0.13)$
 $+(A55*2500000*0.13)+(A65*0.75*0.045)+(A75*0.85*0.045)-$
 $(B11*0.018*0.3036)-(B21*1150*0.1364)-(B12*0.33*0.3036)-(B22*1150*0.1364)-$
 $(B13*0.39*0.3036)-(B23*950*0.1364)-(B14*0.96*0.3036)-(B24*1350*0.1364)-$
 $(B15*1.65*0.3036)-(B25*1150*0.1364)\leq 0;$

!DİJİTAL

$(A11*0.95*0.1904)+(A21*0.80*0.1224)+(A31*0.90*0.0272)+$
 $(A41*0.85*0.13)+(A51*50000000*0.13)+(A61*0.85*0.045)+(A71*0.80*0.045)+$
 $(A12*0.85*0.1904)+(A22*0.90*0.1224)+(A32*0.95*0.0272)+(A42*0.95*0.13)+$
 $(A52*35000000*0.13)+(A62*0.80*0.045)+(A72*0.90*0.045)+$
 $(A13*0.95*0.1904)+(A23*0.75*0.1224)+(A33*0.95*0.0272)+(A43*0.85*0.13)$
 $+(A53*15000000*0.13)+(A63*0.95*0.045)+(A73*0.90*0.045)+$
 $(A14*0.95*0.1904)+(A24*0.85*0.1224)+(A34*0.85*0.0272)+(A44*0.95*0.13)$
 $+(A54*1500000*0.13)+(A64*0.90*0.045)+(A74*0.95*0.045)+$
 $(A15*0.90*0.1904)+(A25*0.91*0.1224)+(A35*0.85*0.0272)+(A45*0.95*0.13)$
 $+(A55*2500000*0.13)+(A65*0.80*0.045)+(A75*0.85*0.045)-$
 $(B11*0.028*0.3036)-(B21*1000*0.1364)-(B12*0.44*0.3036)-(B22*1100*0.1364)-$
 $(B13*0.35*0.3036)-(B23*950*0.1364)-(B14*0.987*0.3036)-(B24*1500*0.1364)-$
 $(B15*1.68*0.3036)-(B25*1400*0.1364)\leq 0;$

!BATI

$(A11*0.95*0.1904)+(A21*0.85*0.1224)+(A31*0.75*0.0272)+$
 $(A41*0.95*0.13)+(A51*70000000*0.13)+(A61*0.75*0.045)+(A71*0.78*0.045)+$
 $(A12*0.95*0.1904)+(A22*0.85*0.1224)+(A32*0.80*0.0272)+(A42*0.85*0.13)+$

$(A52*30000000*0.13)+(A62*0.90*0.045)+(A72*0.75*0.045)+$
 $(A13*0.85*0.1904)+(A23*0.80*0.1224)+(A33*0.90*0.0272)+(A43*0.95*0.13)$
 $+(A53*17000000*0.13)+(A63*0.75*0.045)+(A73*0.75*0.045)+$
 $(A14*0.85*0.1904)+(A24*0.95*0.1224)+(A34*1*0.0272)+(A44*0.85*0.13)$
 $+(A54*2000000*0.13)+(A64*0.75*0.045)+(A74*0.90*0.045)+$
 $(A15*0.85*0.1904)+(A25*0.92*0.1224)+(A35*1*0.0272)+(A45*0.85*0.13)$
 $+(A55*2000000*0.13)+(A65*0.85*0.045)+(A75*0.95*0.045)-$
 $(B11*0.013*0.3036)-(B21*1150*0.1364)-(B12*0.62*0.3036)-(B22*1050*0.1364)-$
 $(B13*0.345*0.3036)-(B23*1050*0.1364)-(B14*1.25*0.3036)-(B24*1500*0.1364)-$
 $(B15*1.69*0.3036)-(B25*1250*0.1364)\leq 0;$

!INTRADE

$(A11*0.95*0.1904)+(A21*0.95*0.1224)+(A31*0.80*0.0272)+$
 $(A41*0.75*0.13)+(A51*50000000*0.13)+(A61*0.80*0.045)+(A71*0.95*0.045)+$
 $(A12*0.80*0.1904)+(A22*0.95*0.1224)+(A32*0.85*0.0272)+(A42*0.80*0.13)+$
 $(A52*45000000*0.13)+(A62*0.85*0.045)+(A72*0.85*0.045)+$
 $(A13*0.90*0.1904)+(A23*0.90*0.1224)+(A33*0.85*0.0272)+(A43*0.75*0.13)$
 $+(A53*12000000*0.13)+(A63*0.80*0.045)+(A73*0.95*0.045)+$
 $(A14*0.90*0.1904)+(A24*0.90*0.1224)+(A34*1*0.0272)+(A44*0.80*0.13)$
 $+(A54*2500000*0.13)+(A64*0.80*0.045)+(A74*0.90*0.045)+$
 $(A15*0.95*0.1904)+(A25*0.95*0.1224)+(A35*1*0.0272)+(A45*0.90*0.13)$
 $+(A55*2000000*0.13)+(A65*0.95*0.045)+(A75*0.90*0.045)-$
 $(B11*0.012*0.3036)-(B21*1050*0.1364)-(B12*0.26*0.3036)-(B22*950*0.1364)-$
 $(B13*0.256*0.3036)-(B23*1050*0.1364)-(B14*1.44*0.3036)-(B24*1500*0.1364)-$
 $(B15*0.986*0.3036)-(B25*1250*0.1364)\leq 0;$

!OMRON

$(A11*0.90*0.1904)+(A21*0.85*0.1224)+(A31*0.85*0.0272)+$
 $(A41*0.75*0.13)+(A51*65000000*0.13)+(A61*0.85*0.045)+(A71*0.65*0.045)+$
 $(A12*0.78*0.1904)+(A22*0.85*0.1224)+(A32*0.95*0.0272)+(A42*0.80*0.13)+$
 $(A52*20000000*0.13)+(A62*0.95*0.045)+(A72*0.85*0.045)+$
 $(A13*0.75*0.1904)+(A23*0.80*0.1224)+(A33*0.95*0.0272)+(A43*0.75*0.13)$
 $+(A53*14000000*0.13)+(A63*0.85*0.045)+(A73*0.85*0.045)+$
 $(A14*0.75*0.1904)+(A24*0.95*0.1224)+(A34*1*0.0272)+(A44*0.80*0.13)$
 $+(A54*1500000*0.13)+(A64*0.85*0.045)+(A74*0.85*0.045)+$
 $(A15*0.90*0.1904)+(A25*0.90*0.1224)+(A35*1*0.0272)+(A45*0.90*0.13)$
 $+(A55*750000*0.13)+(A65*0.96*0.045)+(A75*0.95*0.045)-$
 $(B11*0.015*0.3036)-(B21*950*0.1364)-(B12*0.28*0.3036)-(B22*1100*0.1364)-$
 $(B13*0.24*0.3036)-(B23*1250*0.1364)-(B14*1.25*0.3036)-(B24*1200*0.1364)-$
 $(B15*1.02*0.3036)-(B25*1000*0.1364)\leq 0;$

!SÜPER

$(A11*0.80*0.1904)+(A21*0.85*0.1224)+(A31*0.95*0.0272)+$
 $(A41*0.75*0.13)+(A51*10000000*0.13)+(A61*0.95*0.045)+(A71*0.58*0.045)+$
 $(A12*0.88*0.1904)+(A22*0.85*0.1224)+(A32*0.85*0.0272)+(A42*0.80*0.13)+$
 $(A52*5000000*0.13)+(A62*0.90*0.045)+(A72*0.69*0.045)+$
 $(A13*0.80*0.1904)+(A23*0.80*0.1224)+(A33*0.85*0.0272)+(A43*0.75*0.13)$
 $+(A53*3000000*0.13)+(A63*0.95*0.045)+(A73*0.80*0.045)+$
 $(A14*0.75*0.1904)+(A24*0.95*0.1224)+(A34*1*0.0272)+(A44*0.80*0.13)$
 $+(A54*1000000*0.13)+(A64*0.95*0.045)+(A74*0.87*0.045)+$
 $(A15*0.80*0.1904)+(A25*0.88*0.1224)+(A35*1*0.0272)+(A45*0.90*0.13)$
 $+(A55*500000*0.13)+(A65*0.97*0.045)+(A75*0.58*0.045)-$
 $(B11*0.025*0.3036)-(B21*950*0.1364)-(B12*0.33*0.3036)-(B22*1000*0.1364)-$
 $(B13*0.29*0.3036)-(B23*1300*0.1364)-(B14*1.08*0.3036)-(B24*1150*0.1364)-$

$$(B15*1.03*0.3036)-(B25*950*0.1364)\leq 0;$$

!ELEKTRO GİRDİ

$$(B11*0.014*0.3036)+(B21*1000*0.1364)+(B12*0.25*0.3036)+(B22*1000*0.1364)+$$

$$(B13*0.25*0.3036)+(B23*1000*0.1364)+(B14*0.92*0.3036)+(B24*1100*0.1364)+$$

$$(B15*0.99*0.3036)+(B25*1250*0.1364)=1;$$

!HEDEF DEĞERLER

$$(A11*0.95*0.1904)+(A21*0.95*0.1224)+(A31*0.95*0.0272)+$$

$$(A41*0.95*0.13)+(A51*70000000*0.13)+(A61*0.95*0.045)+(A71*0.95*0.045)+$$

$$(A12*0.95*0.1904)+(A22*0.95*0.1224)+(A32*1*0.0272)+(A42*0.95*0.13)+$$

$$(A52*45000000*0.13)+(A62*0.95*0.045)+(A72*0.95*0.045)+$$

$$(A13*0.95*0.1904)+(A23*0.95*0.1224)+(A33*1*0.0272)+(A43*1*0.13)+(A53*17000000*0.13)+$$

$$(A63*0.95*0.045)+(A73*0.95*0.045)+$$

$$(A14*0.95*0.1904)+(A24*0.95*0.1224)+(A34*1*0.0272)+(A44*1*0.13)+$$

$$(A54*2600000*0.13)+(A64*0.95*0.045)+(A74*0.95*0.045)+$$

$$(A15*0.95*0.1904)+(A25*0.95*0.1224)+(A35*1*0.0272)+(A45*1*0.13)+$$

$$(A55*2500000*0.13)+(A65*0.97*0.045)+(A75*0.95*0.045)-$$

$$(B11*0.012*0.3036)-(B21*950*0.1364)-(B12*0.23*0.3036)-(B22*950*0.1364)-$$

$$(B13*0.22*0.3036)-(B23*950*0.1364)-(B14*0.88*0.3036)-(B24*1000*0.1364)-$$

$$(B15*0.986*0.3036)-(B25*950*0.1364)=0;$$

$$A11\geq 0;$$

$$A21\geq 0;$$

$$A31\geq 0;$$

$$A41\geq 0;$$

$$A51\geq 0;$$

$$A61\geq 0;$$

$$A71\geq 0;$$

$$A12\geq 0;$$

$$A22\geq 0;$$

$$A32\geq 0;$$

$$A42\geq 0;$$

$$A52\geq 0;$$

$$A62\geq 0;$$

$$A72\geq 0;$$

$$A13\geq 0;$$

$$A23\geq 0;$$

$$A33\geq 0;$$

$$A43\geq 0;$$

$$A53\geq 0;$$

$$A63\geq 0;$$

$$A73\geq 0;$$

$$A14\geq 0;$$

$$A24\geq 0;$$

$$A34\geq 0;$$

$$A44\geq 0;$$

$$A54\geq 0;$$

$$A64\geq 0;$$

$$A74\geq 0;$$

$$A15\geq 0;$$

$$A25\geq 0;$$

$$A35\geq 0;$$

$$A45\geq 0;$$

```

A55>=0;
A65>=0;
A75>=0;
B11>=0;
B12>=0;
B13>=0;
B14>=0;
B15>=0;
B21>=0;
B22>=0;
B23>=0;
B24>=0;
B25>=0;
END

```

ÇÖZÜM:

Rows= 58 Vars= 45 No. integer vars= 0 (all are linear)
 Nonzeros= 586 Constraint nonz= 550(45 are +- 1) Density=0.220
 Smallest and largest elements in absolute value= 0.364320E-02 0.910000E
 No. < : 10 No. =: 2 No. > : 45, Obj=MIN, GUBs <= 45
 Single cols= 0

Optimal solution found at step: 1
 Objective value: 0.4222222

Variable	Value	Reduced Cost
A11	0.0000000E+00	0.8039111E-01
A12	0.0000000E+00	0.7087111E-01
A13	0.0000000E+00	0.8039111E-01
A14	0.0000000E+00	0.7087111E-01
A15	0.0000000E+00	0.7087111E-01
A21	0.0000000E+00	0.4556000E-01
A22	0.0000000E+00	0.4556000E-01
A23	0.0000000E+00	0.5168000E-01
A24	0.0000000E+00	0.1496000E-01
A25	0.0000000E+00	0.5168000E-01
A31	0.0000000E+00	0.1148444E-01
A32	0.0000000E+00	0.1208889E-01
A33	0.0000000E+00	0.1208889E-01
A34	0.0000000E+00	0.1208889E-01
A35	0.0000000E+00	0.1208889E-01
A41	0.0000000E+00	0.3538889E-01
A42	0.0000000E+00	0.3538889E-01
A43	0.0000000E+00	0.5777777E-01
A44	0.0000000E+00	0.5777777E-01
A45	0.0000000E+00	0.5777777E-01
A51	0.0000000E+00	1444444.
A52	0.1299145E-06	0.0000000E+00
A53	0.0000000E+00	722222.2
A54	0.0000000E+00	137222.2

A55	0.0000000E+00	14444.44
A61	0.0000000E+00	0.1900000E-01
A62	0.0000000E+00	0.1450000E-01
A63	0.0000000E+00	0.1900000E-01
A64	0.0000000E+00	0.1900000E-01
A65	0.0000000E+00	0.1625000E-01
A71	0.0000000E+00	0.1675000E-01
A72	0.0000000E+00	0.1900000E-01
A73	0.0000000E+00	0.1900000E-01
A74	0.0000000E+00	0.1675000E-01
A75	0.0000000E+00	0.1900000E-01
B11	0.0000000E+00	0.2293867E-03
B21	0.0000000E+00	14.39778
B12	0.0000000E+00	0.6746668E-02
B22	0.0000000E+00	14.39778
B13	0.0000000E+00	0.5060001E-02
B23	0.0000000E+00	14.39778
B14	0.0000000E+00	0.3049494E-01
B24	0.0000000E+00	12.42756
B15	0.0000000E+00	0.3940054E-01
B25	0.5865103E-02	0.0000000E+00

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0.4222222	1.000000
2	0.5777778	0.0000000E+00
3	0.1200000	0.0000000E+00
4	0.4977778	0.0000000E+00
5	0.4088889	0.0000000E+00
6	0.5822222	0.0000000E+00
7	0.5288889	0.0000000E+00
8	0.4933333	0.0000000E+00
9	0.2400000	0.0000000E+00
10	0.4622222	0.0000000E+00
11	0.6755556	0.0000000E+00
12	0.0000000E+00	-0.4222222
13	0.0000000E+00	-0.5555556
14	0.0000000E+00	0.0000000E+00
15	0.0000000E+00	0.0000000E+00
16	0.0000000E+00	0.0000000E+00
17	0.0000000E+00	0.0000000E+00
18	0.0000000E+00	0.0000000E+00
19	0.0000000E+00	0.0000000E+00
20	0.0000000E+00	0.0000000E+00
21	0.0000000E+00	0.0000000E+00
22	0.0000000E+00	0.0000000E+00
23	0.0000000E+00	0.0000000E+00
24	0.0000000E+00	0.0000000E+00
25	0.1299145E-06	0.0000000E+00
26	0.0000000E+00	0.0000000E+00
27	0.0000000E+00	0.0000000E+00
28	0.0000000E+00	0.0000000E+00

29	0.0000000E+00	0.0000000E+00
30	0.0000000E+00	0.0000000E+00
31	0.0000000E+00	0.0000000E+00
32	0.0000000E+00	0.0000000E+00
33	0.0000000E+00	0.0000000E+00
34	0.0000000E+00	0.0000000E+00
35	0.0000000E+00	0.0000000E+00
36	0.0000000E+00	0.0000000E+00
37	0.0000000E+00	0.0000000E+00
38	0.0000000E+00	0.0000000E+00
39	0.0000000E+00	0.0000000E+00
40	0.0000000E+00	0.0000000E+00
41	0.0000000E+00	0.0000000E+00
42	0.0000000E+00	0.0000000E+00
43	0.0000000E+00	0.0000000E+00
44	0.0000000E+00	0.0000000E+00
45	0.0000000E+00	0.0000000E+00
46	0.0000000E+00	0.0000000E+00
47	0.0000000E+00	0.0000000E+00
48	0.0000000E+00	0.0000000E+00
49	0.0000000E+00	0.0000000E+00
50	0.0000000E+00	0.0000000E+00
51	0.0000000E+00	0.0000000E+00
52	0.0000000E+00	0.0000000E+00
53	0.0000000E+00	0.0000000E+00
54	0.0000000E+00	0.0000000E+00
55	0.0000000E+00	0.0000000E+00
56	0.0000000E+00	0.0000000E+00
57	0.0000000E+00	0.0000000E+00
58	0.5865103E-02	0.0000000E+00

D_{it} : t periyodunda i . malzemeye olan talep (adet/periyot)

	Direnç											
	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D110	D111	D112
Talep	450.000	400.000	300.000	400.000	300.000	400.000	300.000	450.000	400.000	300.000	450.000	400.000
	Kondansatör											
	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D110	D111	D112
Talep	350.000	300.000	250.000	350.000	350.000	300.000	250.000	350.000	350.000	300.000	250.000	350.000
	Transistör											
	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D110	D111	D112
Talep	300.000	250.000	350.000	200.000	300.000	250.000	350.000	200.000	300.000	250.000	350.000	200.000
	Entegre											
	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D110	D111	D112
Talep	150.000	100.000	85.000	125.000	150.000	100.000	85.000	125.000	150.000	100.000	85.000	125.000
	Röle											
	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D110	D111	D112
Talep	50.000	45.000	35.000	55.000	50.000	45.000	35.000	55.000	50.000	45.000	35.000	55.000

 h : Malzemenin her periyottaki satınalma fiyatına göre % elde bulundurma maliyeti oranı (%)

	Direnç	Kondansatör	Transistör	Entegre	Röle
	h				
% oran	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000

 dC_{ij} : j . tedarikçinin i . malzeme için satınalma fiyatına göre % iskonto oranı (%)

	ARROW	ÖZDİŞAN	SEMTECH	DİJİTAL	OMRON
Direnç	dC11	dC12	dC13	dC14	dC15
	0,10	0,10	0,12	0,15	0,11
Kondansatör	dC21	dC22	dC23	dC24	dC25
	0,10	0,10	0,12	0,15	0,11
Transistör	dC31	dC32	dC33	dC34	dC35
	0,10	0,10	0,12	0,15	0,11
Entegre	dC41	dC42	dC43	dC44	dC45
	0,10	0,10	0,12	0,15	0,11
Röle	dC51	dC52	dC53	dC54	dC55
	0,10	0,10	0,12	0,15	0,11

 P_{ij} : j . tedarikçinin i . malzeme için satınalma fiyatı (YTL)

	Direnç	Kondansatör	Transistör	Entegre	Röle
ARROW	P11	P21	P31	P41	P51
	0,015	0,25	0,29	1,02	1,055
	Direnç	Kondansatör	Transistör	Entegre	Röle
ÖZDİŞAN	P12	P22	P32	P42	P52
	0,02	0,4	0,23	0,88	0,998
	Direnç	Kondansatör	Transistör	Entegre	Röle
SEMTECH	P13	P23	P33	P43	P53
	0,018	0,33	0,39	0,96	1,65
	Direnç	Kondansatör	Transistör	Entegre	Röle
DİJİTAL	P14	P24	P34	P44	P54
	0,028	0,44	0,35	0,987	1,68
	Direnç	Kondansatör	Transistör	Entegre	Röle
OMRON	P15	P25	P35	P45	P55
	0,015	0,28	0,24	1,25	1,02

 N_{ij} : j tedarikçisinden i malzemesinin taşıma maliyeti (YTL)

	Direnç	Kondansatör	Transistör	Entegre	Röle
ARROW	N11	N21	N31	N41	N51
	100	100	100	100	100
	Direnç	Kondansatör	Transistör	Entegre	Röle
ÖZDİŞAN	N12	N22	N32	N42	N52
	125	125	125	125	125
	Direnç	Kondansatör	Transistör	Entegre	Röle
SEMTECH	N13	N23	N33	N43	N53
	110	110	110	110	110
	Direnç	Kondansatör	Transistör	Entegre	Röle
DİJİTAL	N14	N24	N34	N44	N54
	100	100	100	100	100
	Direnç	Kondansatör	Transistör	Entegre	Röle
OMRON	N15	N25	N35	N45	N55
	130	130	130	130	130

 b_{ij} : j tedarikçisinden satınalınan i malzemesinin dönembaşı stok miktarı (adet)

Değişken	Dönem başı stok
b11	200.000
b12	210.000
b13	225.000
b15	0
b21	150.000
b22	300.000
b23	0
b24	300.000
b25	0
b31	500.000
b32	750.000
b33	500.000
b34	50.000
b35	0
b41	450.000
b42	0
b44	0
b45	0
b51	50.000
b52	50.000
b53	100.000
b54	0
b55	0

Ek 8 Tedarikçi seçimi ve miktar atama modelinin LINGO paket programında açılımı

MIN=SMM+EBM+TPM;

!S.T.

X111-450000*Y111<=0;

X112-400000*Y112<=0;

X113-300000*Y113<=0;

X114-400000*Y114<=0;

X115-300000*Y115<=0;

X116-400000*Y116<=0;

X117-300000*Y117<=0;

X118-450000*Y118<=0;

X119-400000*Y119<=0;

X1110-300000*Y1110<=0;

X1111-450000*Y1111<=0;

X1112-400000*Y1112<=0;

X211-350000*Y211<=0;

X212-300000*Y212<=0;

X213-250000*Y213<=0;

X214-350000*Y214<=0;

X215-350000*Y215<=0;

X216-300000*Y216<=0;

X217-250000*Y217<=0;

X218-350000*Y218<=0;

X219-350000*Y219<=0;

X2110-300000*Y2110<=0;

X2111-250000*Y2111<=0;

X2112-350000*Y2112<=0;

X311-300000*Y311<=0;

X312-250000*Y312<=0;

X313-350000*Y313<=0;

X314-200000*Y314<=0;

X315-300000*Y315<=0;

X316-250000*Y316<=0;

X317-350000*Y317<=0;

X318-200000*Y318<=0;

X319-300000*Y319<=0;

X3110-250000*Y3110<=0;

X3111-350000*Y3111<=0;

X3112-200000*Y3112<=0;

X411-150000*Y411<=0;

X412-100000*Y412<=0;

X413-85000*Y413<=0;

X414-125000*Y414<=0;

X415-150000*Y415<=0;

X416-100000*Y416<=0;

X417-85000*Y417<=0;

X418-125000*Y418<=0;

X419-150000*Y419<=0;

X4110-100000*Y4110<=0;

X4111-85000*Y4111<=0;

X4112-125000*Y4112<=0;

X511-50000*Y511<=0;

X512-45000*Y512<=0;

X513-35000*Y513<=0;

X514-55000*Y514<=0;

X515-50000*Y515<=0;

X516-45000*Y516<=0;

X517-35000*Y517<=0;

X518-55000*Y518<=0;

X519-50000*Y519<=0;

X5110-45000*Y5110<=0;

X5111-35000*Y5111<=0;

X5112-55000*Y5112<=0;

X121-450000*Y121<=0;

X122-400000*Y122<=0;

X123-300000*Y123<=0;

X124-400000*Y124<=0;

X125-300000*Y125<=0;

X126-400000*Y126<=0;

X127-300000*Y127<=0;

X128-450000*Y128<=0;

X129-400000*Y129<=0;

X1210-300000*Y1210<=0;

X1211-450000*Y1211<=0;

X1212-400000*Y1212<=0;

X221-350000*Y221<=0;

X222-300000*Y222<=0;

X223-250000*Y223<=0;

X224-350000*Y224<=0;

X225-350000*Y225<=0;

X226-300000*Y226<=0;

X227-250000*Y227<=0;

X228-350000*Y228<=0;

X229-350000*Y229<=0;

X2210-300000*Y2210<=0;

X2211-250000*Y2211<=0;

X2212-350000*Y2212<=0;

X321-300000*Y321<=0;

X322-250000*Y322<=0;

X323-350000*Y323<=0;

X324-200000*Y324<=0;

X325-300000*Y325<=0;

X326-250000*Y326<=0;

X327-350000*Y327<=0;

X328-200000*Y328<=0;

X329-300000*Y329<=0;

X3210-250000*Y3210<=0;

X3211-350000*Y3211<=0;

X3212-200000*Y3212<=0;

X421-150000*Y421<=0;

X422-100000*Y422<=0;

X423-85000*Y423<=0;

X424-125000*Y424<=0;

X425-150000*Y425<=0;

X426-100000*Y426<=0;

X427-85000*Y427<=0;

X428-125000*Y428<=0;

X429-150000*Y429<=0;

X4210-100000*Y4210<=0;

X4211-85000*Y4211<=0;

X4212-125000*Y4212<=0;

X521-50000*Y521<=0;

X522-45000*Y522<=0;

X523-35000*Y523<=0;
 X524-55000*Y524<=0;
 X525-50000*Y525<=0;
 X526-45000*Y526<=0;
 X527-35000*Y527<=0;
 X528-55000*Y528<=0;
 X529-50000*Y529<=0;
 X5210-45000*Y5210<=0;
 X5211-35000*Y5211<=0;
 X5212-55000*Y5212<=0;
 X131-450000*Y131<=0;
 X132-400000*Y132<=0;
 X133-300000*Y133<=0;
 X134-400000*Y134<=0;
 X135-300000*Y135<=0;
 X136-400000*Y136<=0;
 X137-300000*Y137<=0;
 X138-450000*Y138<=0;
 X139-400000*Y139<=0;
 X1310-300000*Y1310<=0;
 X1311-450000*Y1311<=0;
 X1312-400000*Y1312<=0;
 X231-350000*Y231<=0;
 X232-300000*Y232<=0;
 X233-250000*Y233<=0;
 X234-350000*Y234<=0;
 X235-350000*Y235<=0;
 X236-300000*Y236<=0;
 X237-250000*Y237<=0;
 X238-350000*Y238<=0;
 X239-350000*Y239<=0;
 X2310-300000*Y2310<=0;
 X2311-250000*Y2311<=0;
 X2312-350000*Y2312<=0;
 X331-300000*Y331<=0;
 X332-250000*Y332<=0;
 X333-350000*Y333<=0;
 X334-200000*Y334<=0;
 X335-300000*Y335<=0;
 X336-250000*Y336<=0;
 X337-350000*Y337<=0;
 X338-200000*Y338<=0;
 X339-300000*Y339<=0;
 X3310-250000*Y3310<=0;
 X3311-350000*Y3311<=0;
 X3312-200000*Y3312<=0;
 X431-150000*Y431<=0;
 X432-100000*Y432<=0;
 X433-85000*Y433<=0;
 X434-125000*Y434<=0;
 X435-150000*Y435<=0;
 X436-100000*Y436<=0;
 X437-85000*Y437<=0;
 X438-125000*Y438<=0;
 X439-150000*Y439<=0;
 X4310-100000*Y4310<=0;
 X4311-85000*Y4311<=0;
 X4312-125000*Y4312<=0;
 X531-50000*Y531<=0;
 X532-45000*Y532<=0;
 X533-35000*Y533<=0;
 X534-55000*Y534<=0;

X535-50000*Y535<=0;
 X536-45000*Y536<=0;
 X537-35000*Y537<=0;
 X538-55000*Y538<=0;
 X539-50000*Y539<=0;
 X5310-45000*Y5310<=0;
 X5311-35000*Y5311<=0;
 X5312-55000*Y5312<=0;
 X141-450000*Y141<=0;
 X142-400000*Y142<=0;
 X143-300000*Y143<=0;
 X144-400000*Y144<=0;
 X145-300000*Y145<=0;
 X146-400000*Y146<=0;
 X147-300000*Y147<=0;
 X148-450000*Y148<=0;
 X149-400000*Y149<=0;
 X1410-300000*Y1410<=0;
 X1411-450000*Y1411<=0;
 X1412-400000*Y1412<=0;
 X241-350000*Y241<=0;
 X242-300000*Y242<=0;
 X243-250000*Y243<=0;
 X244-350000*Y244<=0;
 X245-350000*Y245<=0;
 X246-300000*Y246<=0;
 X247-250000*Y247<=0;
 X248-350000*Y248<=0;
 X249-350000*Y249<=0;
 X2410-300000*Y2410<=0;
 X2411-250000*Y2411<=0;
 X2412-350000*Y2412<=0;
 X341-300000*Y341<=0;
 X342-250000*Y342<=0;
 X343-350000*Y343<=0;
 X344-200000*Y344<=0;
 X345-300000*Y345<=0;
 X346-250000*Y346<=0;
 X347-350000*Y347<=0;
 X348-200000*Y348<=0;
 X349-300000*Y349<=0;
 X3410-250000*Y3410<=0;
 X3411-350000*Y3411<=0;
 X3412-200000*Y3412<=0;
 X441-150000*Y441<=0;
 X442-100000*Y442<=0;
 X443-85000*Y443<=0;
 X444-125000*Y444<=0;
 X445-150000*Y445<=0;
 X446-100000*Y446<=0;
 X447-85000*Y447<=0;
 X448-125000*Y448<=0;
 X449-150000*Y449<=0;
 X4410-100000*Y4410<=0;
 X4411-85000*Y4411<=0;
 X4412-125000*Y4412<=0;
 X541-50000*Y541<=0;
 X542-45000*Y542<=0;
 X543-35000*Y543<=0;
 X544-55000*Y544<=0;
 X545-50000*Y545<=0;
 X546-45000*Y546<=0;

X547-35000*Y547<=0;
 X548-55000*Y548<=0;
 X549-50000*Y549<=0;
 X5410-45000*Y5410<=0;
 X5411-35000*Y5411<=0;
 X5412-55000*Y5412<=0;
 X151-450000*Y151<=0;
 X152-400000*Y152<=0;
 X153-300000*Y153<=0;
 X154-400000*Y154<=0;
 X155-300000*Y155<=0;
 X156-400000*Y156<=0;
 X157-300000*Y157<=0;
 X158-450000*Y158<=0;
 X159-400000*Y159<=0;
 X1510-300000*Y1510<=0;
 X1511-450000*Y1511<=0;
 X1512-400000*Y1512<=0;
 X251-350000*Y251<=0;
 X252-300000*Y252<=0;
 X253-250000*Y253<=0;
 X254-350000*Y254<=0;
 X255-350000*Y255<=0;
 X256-300000*Y256<=0;
 X257-250000*Y257<=0;
 X258-350000*Y258<=0;
 X259-350000*Y259<=0;
 X2510-300000*Y2510<=0;
 X2511-250000*Y2511<=0;
 X2512-350000*Y2512<=0;
 X351-300000*Y351<=0;
 X352-250000*Y352<=0;
 X353-350000*Y353<=0;
 X354-200000*Y354<=0;
 X355-300000*Y355<=0;
 X356-250000*Y356<=0;
 X357-350000*Y357<=0;
 X358-200000*Y358<=0;
 X359-300000*Y359<=0;
 X3510-250000*Y3510<=0;
 X3511-350000*Y3511<=0;
 X3512-200000*Y3512<=0;
 X451-150000*Y451<=0;
 X452-100000*Y452<=0;
 X453-85000*Y453<=0;
 X454-125000*Y454<=0;
 X455-150000*Y455<=0;
 X456-100000*Y456<=0;
 X457-85000*Y457<=0;
 X458-125000*Y458<=0;
 X459-150000*Y459<=0;
 X4510-100000*Y4510<=0;
 X4511-85000*Y4511<=0;
 X4512-125000*Y4512<=0;
 X551-50000*Y551<=0;
 X552-45000*Y552<=0;
 X553-35000*Y553<=0;
 X554-55000*Y554<=0;
 X555-50000*Y555<=0;
 X556-45000*Y556<=0;
 X557-35000*Y557<=0;
 X558-55000*Y558<=0;

X559-50000*Y559<=0;
 X5510-45000*Y5510<=0;
 X5511-35000*Y5511<=0;
 X5512-55000*Y5512<=0;
 SD111+SD121+SD131+SD141+SD151-
 450000=0;
 SD112+SD122+SD132+SD142+SD152-
 400000=0;
 SD113+SD123+SD133+SD143+SD153-
 300000=0;
 SD114+SD124+SD134+SD144+SD154-
 400000=0;
 SD115+SD125+SD135+SD145+SD155-
 300000=0;
 SD116+SD126+SD136+SD146+SD156-
 400000=0;
 SD117+SD127+SD137+SD147+SD157-
 300000=0;
 SD118+SD128+SD138+SD148+SD158-
 450000=0;
 SD119+SD129+SD139+SD149+SD159-
 400000=0;
 SD1110+SD1210+SD1310+SD1410+SD1510-
 300000=0;
 SD1111+SD1211+SD1311+SD1411+SD1511-
 450000=0;
 SD1112+SD1212+SD1312+SD1412+SD1512-
 400000=0;
 SD211+SD221+SD231+SD241+SD251-
 350000=0;
 SD212+SD222+SD232+SD242+SD252-
 300000=0;
 SD213+SD223+SD233+SD243+SD253-
 250000=0;
 SD214+SD224+SD234+SD244+SD254-
 350000=0;
 SD215+SD225+SD235+SD245+SD255-
 350000=0;
 SD216+SD226+SD236+SD246+SD256-
 300000=0;
 SD217+SD227+SD237+SD247+SD257-
 250000=0;
 SD218+SD228+SD238+SD248+SD258-
 350000=0;
 SD219+SD229+SD239+SD249+SD259-
 350000=0;
 SD2110+SD2210+SD2310+SD2410+SD2510-
 300000=0;
 SD2111+SD2211+SD2311+SD2411+SD2511-
 250000=0;
 SD2112+SD2212+SD2312+SD2412+SD2512-
 350000=0;
 SD311+SD321+SD331+SD341+SD351-
 300000=0;
 SD312+SD322+SD332+SD342+SD352-
 250000=0;
 SD313+SD323+SD333+SD343+SD353-
 350000=0;
 SD314+SD324+SD334+SD344+SD354-
 200000=0;
 SD315+SD325+SD335+SD345+SD355-
 300000=0;

SD316+SD326+SD336+SD346+SD356-
 250000=0;
 SD317+SD327+SD337+SD347+SD357-
 350000=0;
 SD318+SD328+SD338+SD348+SD358-
 200000=0;
 SD319+SD329+SD339+SD349+SD359-
 300000=0;
 SD3110+SD3210+SD3310+SD3410+SD3510-
 250000=0;
 SD3111+SD3211+SD3311+SD3411+SD3511-
 350000=0;
 SD3112+SD3212+SD3312+SD3412+SD3512-
 200000=0;
 SD411+SD421+SD431+SD441+SD451-
 150000=0;
 SD412+SD422+SD432+SD442+SD452-
 100000=0;
 SD413+SD423+SD433+SD443+SD453-
 85000=0;
 SD414+SD424+SD434+SD444+SD454-
 125000=0;
 SD415+SD425+SD435+SD445+SD455-
 150000=0;
 SD416+SD426+SD436+SD446+SD456-
 100000=0;
 SD417+SD427+SD437+SD447+SD457-
 85000=0;
 SD418+SD428+SD438+SD448+SD458-
 125000=0;
 SD419+SD429+SD439+SD449+SD459-
 150000=0;
 SD4110+SD4210+SD4310+SD4410+SD4510-
 100000=0;
 SD4111+SD4211+SD4311+SD4411+SD4511-
 85000=0;
 SD4112+SD4212+SD4312+SD4412+SD4512-
 125000=0;
 SD511+SD521+SD531+SD541+SD551-
 50000=0;
 SD512+SD522+SD532+SD542+SD552-
 45000=0;
 SD513+SD523+SD533+SD543+SD553-
 35000=0;
 SD514+SD524+SD534+SD544+SD554-
 55000=0;
 SD515+SD525+SD535+SD545+SD555-
 50000=0;
 SD516+SD526+SD536+SD546+SD556-
 45000=0;
 SD517+SD527+SD537+SD547+SD557-
 35000=0;
 SD518+SD528+SD538+SD548+SD558-
 55000=0;
 SD519+SD529+SD539+SD549+SD559-
 50000=0;
 SD5110+SD5210+SD5310+SD5410+SD5510-
 45000=0;
 SD5111+SD5211+SD5311+SD5411+SD5511-
 35000=0;
 SD5112+SD5212+SD5312+SD5412+SD5512-
 55000=0;

200000+X111-V111-SD111=0;
 210000+X121-V121-SD121=0;
 225000+X131-V131-SD131=0;
 500000+X141-V141-SD141=0;
 X151-V151-SD151=0;
 150000+X211-V211-SD211=0;
 300000+X221-V221-SD221=0;
 X231-V231-SD231=0;
 300000+X241-V241-SD241=0;
 X251-V251-SD251=0;
 500000+X311-V311-SD311=0;
 750000+X321-V321-SD321=0;
 500000+X331-V331-SD331=0;
 50000+X341-V341-SD341=0;
 X351-V351-SD351=0;
 450000+X411-V411-SD411=0;
 X421-V421-SD421=0;
 X431-V431-SD431=0;
 X441-V441-SD441=0;
 X451-V451-SD451=0;
 50000+X511-V511-SD511=0;
 50000+X521-V521-SD521=0;
 100000+X531-V531-SD531=0;
 X541-V541-SD541=0;
 X551-V551-SD551=0;
 V111+X112-V112-SD112=0;
 V112+X113-V113-SD113=0;
 V113+X114-V114-SD114=0;
 V114+X115-V115-SD115=0;
 V115+X116-V116-SD116=0;
 V116+X117-V117-SD117=0;
 V117+X118-V118-SD118=0;
 V118+X119-V119-SD119=0;
 V119+X1110-V1110-SD1110=0;
 V1110+X1111-V1111-SD1111=0;
 V1111+X1112-V1112-SD1112=0;
 V211+X212-V212-SD212=0;
 V212+X213-V213-SD213=0;
 V213+X214-V214-SD214=0;
 V214+X215-V215-SD215=0;
 V215+X216-V216-SD216=0;
 V216+X217-V217-SD217=0;
 V217+X218-V218-SD218=0;
 V218+X219-V219-SD219=0;
 V219+X2110-V2110-SD2110=0;
 V2110+X2111-V2111-SD2111=0;
 V2111+X2112-V2112-SD2112=0;
 V311+X312-V312-SD312=0;
 V312+X313-V313-SD313=0;
 V313+X314-V314-SD314=0;
 V314+X315-V315-SD315=0;
 V315+X316-V316-SD316=0;
 V316+X317-V317-SD317=0;
 V317+X318-V318-SD318=0;
 V318+X319-V319-SD319=0;
 V319+X3110-V3110-SD3110=0;
 V3110+X3111-V3111-SD3111=0;
 V3111+X3112-V3112-SD3112=0;
 V411+X412-V412-SD412=0;
 V412+X413-V413-SD413=0;
 V413+X414-V414-SD414=0;
 V414+X415-V415-SD415=0;

V415+X416-V416-SD416=0;
 V416+X417-V417-SD417=0;
 V417+X418-V418-SD418=0;
 V418+X419-V419-SD419=0;
 V419+X4110-V4110-SD4110=0;
 V4110+X4111-V4111-SD4111=0;
 V4111+X4112-V4112-SD4112=0;
 V511+X512-V512-SD512=0;
 V512+X513-V513-SD513=0;
 V513+X514-V514-SD514=0;
 V514+X515-V515-SD515=0;
 V515+X516-V516-SD516=0;
 V516+X517-V517-SD517=0;
 V517+X518-V518-SD518=0;
 V518+X519-V519-SD519=0;
 V519+X5110-V5110-SD5110=0;
 V5110+X5111-V5111-SD5111=0;
 V5111+X5112-V5112-SD5112=0;
 V121+X122-V122-SD122=0;
 V122+X123-V123-SD123=0;
 V123+X124-V124-SD124=0;
 V124+X125-V125-SD125=0;
 V125+X126-V126-SD126=0;
 V126+X127-V127-SD127=0;
 V127+X128-V128-SD128=0;
 V128+X129-V129-SD129=0;
 V129+X1210-V1210-SD1210=0;
 V1210+X1211-V1211-SD1211=0;
 V1211+X1212-V1212-SD1212=0;
 V221+X222-V222-SD222=0;
 V222+X223-V223-SD223=0;
 V223+X224-V224-SD224=0;
 V224+X225-V225-SD225=0;
 V225+X226-V226-SD226=0;
 V226+X227-V227-SD227=0;
 V227+X228-V228-SD228=0;
 V228+X229-V229-SD229=0;
 V229+X2210-V2210-SD2210=0;
 V2210+X2211-V2211-SD2211=0;
 V2211+X2212-V2212-SD2212=0;
 V321+X322-V322-SD322=0;
 V322+X323-V323-SD323=0;
 V323+X324-V324-SD324=0;
 V324+X325-V325-SD325=0;
 V325+X326-V326-SD326=0;
 V326+X327-V327-SD327=0;
 V327+X328-V328-SD328=0;
 V328+X329-V329-SD329=0;
 V329+X3210-V3210-SD3210=0;
 V3210+X3211-V3211-SD3211=0;
 V3211+X3212-V3212-SD3212=0;
 V421+X422-V422-SD422=0;
 V422+X423-V423-SD423=0;
 V423+X424-V424-SD424=0;
 V424+X425-V425-SD425=0;
 V425+X426-V426-SD426=0;
 V426+X427-V427-SD427=0;
 V427+X428-V428-SD428=0;
 V428+X429-V429-SD429=0;
 V429+X4210-V4210-SD4210=0;
 V4210+X4211-V4211-SD4211=0;
 V4211+X4212-V4212-SD4212=0;

V521+X522-V522-SD522=0;
 V522+X523-V523-SD523=0;
 V523+X524-V524-SD524=0;
 V524+X525-V525-SD525=0;
 V525+X526-V526-SD526=0;
 V526+X527-V527-SD527=0;
 V527+X528-V528-SD528=0;
 V528+X529-V529-SD529=0;
 V529+X5210-V5210-SD5210=0;
 V5210+X5211-V5211-SD5211=0;
 V5211+X5212-V5212-SD5212=0;
 V131+X132-V132-SD132=0;
 V132+X133-V133-SD133=0;
 V133+X134-V134-SD134=0;
 V134+X135-V135-SD135=0;
 V135+X136-V136-SD136=0;
 V136+X137-V137-SD137=0;
 V137+X138-V138-SD138=0;
 V138+X139-V139-SD139=0;
 V139+X1310-V1310-SD1310=0;
 V1310+X1311-V1311-SD1311=0;
 V1311+X1312-V1312-SD1312=0;
 V231+X232-V232-SD232=0;
 V232+X233-V233-SD233=0;
 V233+X234-V234-SD234=0;
 V234+X235-V235-SD235=0;
 V235+X236-V236-SD236=0;
 V236+X237-V237-SD237=0;
 V237+X238-V238-SD238=0;
 V238+X239-V239-SD239=0;
 V239+X2310-V2310-SD2310=0;
 V2310+X2311-V2311-SD2311=0;
 V2311+X2312-V2312-SD2312=0;
 V331+X332-V332-SD332=0;
 V332+X333-V333-SD333=0;
 V333+X334-V334-SD334=0;
 V334+X335-V335-SD335=0;
 V335+X336-V336-SD336=0;
 V336+X337-V337-SD337=0;
 V337+X338-V338-SD338=0;
 V338+X339-V339-SD339=0;
 V339+X3310-V3310-SD3310=0;
 V3310+X3311-V3311-SD3311=0;
 V3311+X3312-V3312-SD3312=0;
 V431+X432-V432-SD432=0;
 V432+X433-V433-SD433=0;
 V433+X434-V434-SD434=0;
 V434+X435-V435-SD435=0;
 V435+X436-V436-SD436=0;
 V436+X437-V437-SD437=0;
 V437+X438-V438-SD438=0;
 V438+X439-V439-SD439=0;
 V439+X4310-V4310-SD4310=0;
 V4310+X4311-V4311-SD4311=0;
 V4311+X4312-V4312-SD4312=0;
 V531+X532-V532-SD532=0;
 V532+X533-V533-SD533=0;
 V533+X534-V534-SD534=0;
 V534+X535-V535-SD535=0;
 V535+X536-V536-SD536=0;
 V536+X537-V537-SD537=0;
 V537+X538-V538-SD538=0;

V538+X539-V539-SD539=0;
 V539+X5310-V5310-SD5310=0;
 V5310+X5311-V5311-SD5311=0;
 V5311+X5312-V5312-SD5312=0;
 V141+X142-V142-SD142=0;
 V142+X143-V143-SD143=0;
 V143+X144-V144-SD144=0;
 V144+X145-V145-SD145=0;
 V145+X146-V146-SD146=0;
 V146+X147-V147-SD147=0;
 V147+X148-V148-SD148=0;
 V148+X149-V149-SD149=0;
 V149+X1410-V1410-SD1410=0;
 V1410+X1411-V1411-SD1411=0;
 V1411+X1412-V1412-SD1412=0;
 V241+X242-V242-SD242=0;
 V242+X243-V243-SD243=0;
 V243+X244-V244-SD244=0;
 V244+X245-V245-SD245=0;
 V245+X246-V246-SD246=0;
 V246+X247-V247-SD247=0;
 V247+X248-V248-SD248=0;
 V248+X249-V249-SD249=0;
 V249+X2410-V2410-SD2410=0;
 V2410+X2411-V2411-SD2411=0;
 V2411+X2412-V2412-SD2412=0;
 V341+X342-V342-SD342=0;
 V342+X343-V343-SD343=0;
 V343+X344-V344-SD344=0;
 V344+X345-V345-SD345=0;
 V345+X346-V346-SD346=0;
 V346+X347-V347-SD347=0;
 V347+X348-V348-SD348=0;
 V348+X349-V349-SD349=0;
 V349+X3410-V3410-SD3410=0;
 V3410+X3411-V3411-SD3411=0;
 V3411+X3412-V3412-SD3412=0;
 V441+X442-V442-SD442=0;
 V442+X443-V443-SD443=0;
 V443+X444-V444-SD444=0;
 V444+X445-V445-SD445=0;
 V445+X446-V446-SD446=0;
 V446+X447-V447-SD447=0;
 V447+X448-V448-SD448=0;
 V448+X449-V449-SD449=0;
 V449+X4410-V4410-SD4410=0;
 V4410+X4411-V4411-SD4411=0;
 V4411+X4412-V4412-SD4412=0;
 V541+X542-V542-SD542=0;
 V542+X543-V543-SD543=0;
 V543+X544-V544-SD544=0;
 V544+X545-V545-SD545=0;
 V545+X546-V546-SD546=0;
 V546+X547-V547-SD547=0;
 V547+X548-V548-SD548=0;
 V548+X549-V549-SD549=0;
 V549+X5410-V5410-SD5410=0;
 V5410+X5411-V5411-SD5411=0;
 V5411+X5412-V5412-SD5412=0;
 V151+X152-V152-SD152=0;
 V152+X153-V153-SD153=0;
 V153+X154-V154-SD154=0;

V154+X155-V155-SD155=0;
 V155+X156-V156-SD156=0;
 V156+X157-V157-SD157=0;
 V157+X158-V158-SD158=0;
 V158+X159-V159-SD159=0;
 V159+X1510-V1510-SD1510=0;
 V1510+X1511-V1511-SD1511=0;
 V1511+X1512-V1512-SD1512=0;
 V251+X252-V252-SD252=0;
 V252+X253-V253-SD253=0;
 V253+X254-V254-SD254=0;
 V254+X255-V255-SD255=0;
 V255+X256-V256-SD256=0;
 V256+X257-V257-SD257=0;
 V257+X258-V258-SD258=0;
 V258+X259-V259-SD259=0;
 V259+X2510-V2510-SD2510=0;
 V2510+X2511-V2511-SD2511=0;
 V2511+X2512-V2512-SD2512=0;
 V351+X352-V352-SD352=0;
 V352+X353-V353-SD353=0;
 V353+X354-V354-SD354=0;
 V354+X355-V355-SD355=0;
 V355+X356-V356-SD356=0;
 V356+X357-V357-SD357=0;
 V357+X358-V358-SD358=0;
 V358+X359-V359-SD359=0;
 V359+X3510-V3510-SD3510=0;
 V3510+X3511-V3511-SD3511=0;
 V3511+X3512-V3512-SD3512=0;
 V451+X452-V452-SD452=0;
 V452+X453-V453-SD453=0;
 V453+X454-V454-SD454=0;
 V454+X455-V455-SD455=0;
 V455+X456-V456-SD456=0;
 V456+X457-V457-SD457=0;
 V457+X458-V458-SD458=0;
 V458+X459-V459-SD459=0;
 V459+X4510-V4510-SD4510=0;
 V4510+X4511-V4511-SD4511=0;
 V4511+X4512-V4512-SD4512=0;
 V551+X552-V552-SD552=0;
 V552+X553-V553-SD553=0;
 V553+X554-V554-SD554=0;
 V554+X555-V555-SD555=0;
 V555+X556-V556-SD556=0;
 V556+X557-V557-SD557=0;
 V557+X558-V558-SD558=0;
 V558+X559-V559-SD559=0;
 V559+X5510-V5510-SD5510=0;
 V5510+X5511-V5511-SD5511=0;
 V5511+X5512-V5512-SD5512=0;
 0.015*0.90*(X111+X112+X113+X114+X115+
 X116+X117+X118+X119+X1110+X1111+
 X1112)+
 0.25*0.90*(X211+X212+X213+X214+X215+
 X216+X217+X218+X219+X2110+X2111+
 X2112)+
 0.29*0.88*(X311+X312+X313+X314+X315+
 X316+X317+X318+X319+X3110+X3111+
 X3112)+

$1.02*0.85*(X411+X412+X413+X414+X415+X416+X417+X418+X419+X4110+X4111+X4112)+$
 $1.055*0.89*(X511+X512+X513+X514+X515+X516+X517+X518+X519+X5110+X5111+X5112)+$
 $0.02*0.9*(X121+X122+X123+X124+X125+X126+X127+X128+X129+X1210+X1211+X1212)+$
 $0.4*0.9*(X221+X222+X223+X224+X225+X226+X227+X228+X229+X2210+X2211+X2212)+$
 $0.23*0.88*(X321+X322+X323+X324+X325+X326+X327+X328+X329+X3210+X3211+X3212)+$
 $0.88*0.85*(X421+X422+X423+X424+X425+X426+X427+X428+X429+X4210+X4211+X4212)+$
 $0.998*0.89*(X521+X522+X523+X524+X525+X526+X527+X528+X529+X5210+X5211+X5212)+$
 $0.018*0.90*(X131+X132+X133+X134+X135+X136+X137+X138+X139+X1310+X1311+X1312)+$
 $0.33*0.9*(X231+X232+X233+X234+X235+X236+X237+X238+X239+X2310+X2311+X2312)+$
 $0.39*0.88*(X331+X332+X333+X334+X335+X336+X337+X338+X339+X3310+X3311+X3312)+$
 $0.96*0.85*(X431+X432+X433+X434+X435+X436+X437+X438+X439+X4310+X4311+X4312)+$
 $1.65*0.89*(X531+X532+X533+X534+X535+X536+X537+X538+X539+X5310+X5311+X5312)+$
 $0.028*0.9*(X141+X142+X143+X144+X145+X146+X147+X148+X149+X1410+X1411+X1412)+$
 $0.44*0.9*(X241+X242+X243+X244+X245+X246+X247+X248+X249+X2410+X2411+X2412)+$
 $0.35*0.88*(X341+X342+X343+X344+X345+X346+X347+X348+X349+X3410+X3411+X3412)+$
 $0.987*0.85*(X441+X442+X443+X444+X445+X446+X447+X448+X449+X4410+X4411+X4412)+$
 $1.68*0.89*(X541+X542+X543+X544+X545+X546+X547+X548+X549+X5410+X5411+X5412)+$
 $0.015*0.9*(X151+X152+X153+X154+X155+X156+X157+X158+X159+X1510+X1511+X1512)+$
 $0.28*0.9*(X251+X252+X253+X254+X255+X256+X257+X258+X259+X2510+X2511+X2512)+$

$0.24*0.88*(X351+X352+X353+X354+X355+X356+X357+X358+X359+X3510+X3511+X3512)+$
 $1.25*0.85*(X451+X452+X453+X454+X455+X456+X457+X458+X459+X4510+X4511+X4512)+$
 $1.02*0.89*(X551+X552+X553+X554+X555+X556+X557+X558+X559+X5510+X5511+X5512)-SMM=0;$
 $0.10*(0.015*(V111+V112+V113+V114+V115+V116+V117+V118+V119+V1110+V1111+V1112)+$
 $0.250*(V211+V212+V213+V214+V215+V216+V217+V218+V219+V2110+V2111+V2112)+$
 $0.290*(V311+V312+V313+V314+V315+V316+V317+V318+V319+V3110+V3111+V3112)+$
 $1.020*(V411+V412+V413+V414+V415+V416+V417+V418+V419+V4110+V4111+V4112)+$
 $1.055*(V511+V512+V513+V514+V515+V516+V517+V518+V519+V5110+V5111+V5112))+$
 $0.10*(0.020*(V121+V122+V123+V124+V125+V126+V127+V128+V129+V1210+V1211+V1212)+$
 $0.400*(V221+V222+V223+V224+V225+V226+V227+V228+V229+V2210+V2211+V2212)+$
 $0.230*(V321+V322+V323+V324+V325+V326+V327+V328+V329+V3210+V3211+V3212)+$
 $0.880*(V421+V422+V423+V424+V425+V426+V427+V428+V429+V4210+V4211+V4212)+$
 $0.998*(V521+V522+V523+V524+V525+V526+V527+V528+V529+V5210+V5211+V5212))+$
 $0.10*(0.018*(V131+V132+V133+V134+V135+V136+V137+V138+V139+V1310+V1311+V1312)+$
 $0.330*(V231+V232+V233+V234+V235+V236+V237+V238+V239+V2310+V2311+V2312)+$
 $0.390*(V331+V332+V333+V334+V335+V336+V337+V338+V339+V3310+V3311+V3312)+$
 $0.960*(V431+V432+V433+V434+V435+V436+V437+V438+V439+V4310+V4311+V4312)+$

$1.650*(V531+V532+V533+V534+V535+V536+V537+V538+V539+V5310+V5311+V5312))+$
 $0.10*(0.028*(V141+V142+V143+V144+V145+V146+V147+V148+V149+V1410+V1411+V1412))+$
 $0.440*(V241+V242+V243+V244+V245+V246+V247+V248+V249+V2410+V2411+V2412))+$
 $0.350*(V341+V342+V343+V344+V345+V346+V347+V348+V349+V3410+V3411+V3412))+$
 $0.987*(V441+V442+V443+V444+V445+V446+V447+V448+V449+V4410+V4411+V4412))+$
 $1.680*(V451+V452+V453+V454+V455+V456+V457+V458+V459+V4510+V4511+V4512))+$
 $0.10*(0.015*(V151+V152+V153+V145+V155+V156+V157+V158+V159+V1510+V1511+V1512))+$
 $0.28*(V251+V252+V253+V245+V255+V256+V257+V258+V259+V2510+V2511+V2512))+$
 $0.24*(V351+V352+V353+V345+V355+V356+V357+V358+V359+V3510+V3511+V3512))+$
 $1.25*(V451+V452+V453+V445+V455+V456+V457+V458+V459+V4510+V4511+V4512))+$
 $1.02*(V551+V552+V553+V545+V555+V556+V557+V558+V559+V5510+V5511+V5512))-EBM=0;$
 $100*(Y111+Y112+Y113+Y114+Y115+Y116+Y117+Y118+Y119+Y1110+Y1111+Y1112))+$
 $100*(Y211+Y212+Y213+Y214+Y215+Y216+Y217+Y218+Y219+Y2110+Y2111+Y2112))+$
 $100*(Y311+Y312+Y313+Y314+Y315+Y316+Y317+Y318+Y319+Y3110+Y3111+Y3112))+$
 $100*(Y411+Y412+Y413+Y414+Y415+Y416+Y417+Y418+Y419+Y4110+Y4111+Y4112))+$
 $100*(Y511+Y512+Y513+Y514+Y515+Y516+Y517+Y518+Y519+Y5110+Y5111+Y5112))+$
 $125*(Y121+Y122+Y123+Y124+Y125+Y126+Y127+Y128+Y129+Y1210+Y1211+Y1212))+$

$125*(Y221+Y222+Y223+Y224+Y225+Y226+Y227+Y228+Y229+Y2210+Y2211+Y2212))+$
 $125*(Y321+Y322+Y323+Y324+Y325+Y326+Y327+Y328+Y329+Y3210+Y3211+Y3212))+$
 $125*(Y421+Y422+Y423+Y424+Y425+Y426+Y427+Y428+Y429+Y4210+Y4211+Y4212))+$
 $125*(Y521+Y522+Y523+Y524+Y525+Y526+Y527+Y528+Y529+Y5210+Y5211+Y5212))+$
 $110*(Y131+Y132+Y133+Y134+Y135+Y136+Y137+Y138+Y139+Y1310+Y1311+Y1312))+$
 $110*(Y231+Y232+Y233+Y234+Y235+Y236+Y237+Y238+Y239+Y2310+Y2311+Y2312))+$
 $110*(Y331+Y332+Y333+Y334+Y335+Y336+Y337+Y338+Y339+Y3310+Y3311+Y3312))+$
 $110*(Y431+Y432+Y433+Y434+Y435+Y436+Y437+Y438+Y439+Y4310+Y4311+Y4312))+$
 $110*(Y531+Y532+Y533+Y534+Y535+Y536+Y537+Y538+Y539+Y5310+Y5311+Y5312))+$
 $100*(Y141+Y142+Y143+Y144+Y145+Y146+Y147+Y148+Y149+Y1410+Y1411+Y1412))+$
 $100*(Y241+Y242+Y243+Y244+Y245+Y246+Y247+Y248+Y249+Y2410+Y2411+Y2412))+$
 $100*(Y341+Y342+Y343+Y344+Y345+Y346+Y347+Y348+Y349+Y3410+Y3411+Y3412))+$
 $100*(Y441+Y442+Y443+Y444+Y445+Y446+Y447+Y448+Y449+Y4410+Y4411+Y4412))+$
 $100*(Y541+Y542+Y543+Y544+Y545+Y546+Y547+Y548+Y549+Y5410+Y5411+Y5412))+$
 $130*(Y151+Y152+Y153+Y154+Y155+Y156+Y157+Y158+Y159+Y1510+Y1511+Y1512))+$
 $130*(Y251+Y252+Y253+Y254+Y255+Y256+Y257+Y258+Y259+Y2510+Y2511+Y2512))+$
 $130*(Y351+Y352+Y353+Y354+Y355+Y356+Y357+Y358+Y359+Y3510+Y3511+Y3512))+$
 $130*(Y451+Y452+Y453+Y454+Y455+Y456+Y457+Y458+Y459+Y4510+Y4511+Y4512))+$
 $130*(Y551+Y552+Y553+Y545+Y555+Y556+Y557+Y558+Y559+Y5510+Y5511+Y5512))-TPM=0;$

@BIN(Y111);	@BIN(Y213);	@BIN(Y315);	@BIN(Y417);	@BIN(Y519);
@BIN(Y112);	@BIN(Y214);	@BIN(Y316);	@BIN(Y418);	@BIN(Y5110);
@BIN(Y113);	@BIN(Y215);	@BIN(Y317);	@BIN(Y419);	@BIN(Y5111);
@BIN(Y114);	@BIN(Y216);	@BIN(Y318);	@BIN(Y4110);	@BIN(Y5112);
@BIN(Y115);	@BIN(Y217);	@BIN(Y319);	@BIN(Y4111);	@BIN(Y521);
@BIN(Y116);	@BIN(Y218);	@BIN(Y3110);	@BIN(Y4112);	@BIN(Y522);
@BIN(Y117);	@BIN(Y219);	@BIN(Y3111);	@BIN(Y421);	@BIN(Y523);
@BIN(Y118);	@BIN(Y2110);	@BIN(Y3112);	@BIN(Y422);	@BIN(Y524);
@BIN(Y119);	@BIN(Y2111);	@BIN(Y321);	@BIN(Y423);	@BIN(Y525);
@BIN(Y1110);	@BIN(Y2112);	@BIN(Y322);	@BIN(Y424);	@BIN(Y526);
@BIN(Y1111);	@BIN(Y221);	@BIN(Y323);	@BIN(Y425);	@BIN(Y527);
@BIN(Y1112);	@BIN(Y222);	@BIN(Y324);	@BIN(Y426);	@BIN(Y528);
@BIN(Y121);	@BIN(Y223);	@BIN(Y325);	@BIN(Y427);	@BIN(Y529);
@BIN(Y122);	@BIN(Y224);	@BIN(Y326);	@BIN(Y428);	@BIN(Y5210);
@BIN(Y123);	@BIN(Y225);	@BIN(Y327);	@BIN(Y429);	@BIN(Y5211);
@BIN(Y124);	@BIN(Y226);	@BIN(Y328);	@BIN(Y4210);	@BIN(Y5212);
@BIN(Y125);	@BIN(Y227);	@BIN(Y329);	@BIN(Y4211);	@BIN(Y531);
@BIN(Y126);	@BIN(Y228);	@BIN(Y3210);	@BIN(Y4212);	@BIN(Y532);
@BIN(Y127);	@BIN(Y229);	@BIN(Y3211);	@BIN(Y431);	@BIN(Y533);
@BIN(Y128);	@BIN(Y2210);	@BIN(Y3212);	@BIN(Y432);	@BIN(Y534);
@BIN(Y129);	@BIN(Y2211);	@BIN(Y331);	@BIN(Y433);	@BIN(Y535);
@BIN(Y1210);	@BIN(Y2212);	@BIN(Y332);	@BIN(Y434);	@BIN(Y536);
@BIN(Y1211);	@BIN(Y231);	@BIN(Y333);	@BIN(Y435);	@BIN(Y537);
@BIN(Y1212);	@BIN(Y232);	@BIN(Y334);	@BIN(Y436);	@BIN(Y538);
@BIN(Y131);	@BIN(Y233);	@BIN(Y335);	@BIN(Y437);	@BIN(Y539);
@BIN(Y132);	@BIN(Y234);	@BIN(Y336);	@BIN(Y438);	@BIN(Y5310);
@BIN(Y133);	@BIN(Y235);	@BIN(Y337);	@BIN(Y439);	@BIN(Y5311);
@BIN(Y134);	@BIN(Y236);	@BIN(Y338);	@BIN(Y4310);	@BIN(Y5312);
@BIN(Y135);	@BIN(Y237);	@BIN(Y339);	@BIN(Y4311);	@BIN(Y451);
@BIN(Y136);	@BIN(Y238);	@BIN(Y3310);	@BIN(Y4312);	@BIN(Y452);
@BIN(Y137);	@BIN(Y239);	@BIN(Y3311);	@BIN(Y441);	@BIN(Y453);
@BIN(Y138);	@BIN(Y2310);	@BIN(Y3312);	@BIN(Y442);	@BIN(Y454);
@BIN(Y139);	@BIN(Y2311);	@BIN(Y341);	@BIN(Y443);	@BIN(Y455);
@BIN(Y1310);	@BIN(Y2312);	@BIN(Y342);	@BIN(Y444);	@BIN(Y456);
@BIN(Y1311);	@BIN(Y241);	@BIN(Y343);	@BIN(Y445);	@BIN(Y457);
@BIN(Y1312);	@BIN(Y242);	@BIN(Y344);	@BIN(Y446);	@BIN(Y458);
@BIN(Y141);	@BIN(Y243);	@BIN(Y345);	@BIN(Y447);	@BIN(Y459);
@BIN(Y142);	@BIN(Y244);	@BIN(Y346);	@BIN(Y448);	@BIN(Y4510);
@BIN(Y143);	@BIN(Y245);	@BIN(Y347);	@BIN(Y449);	@BIN(Y4511);
@BIN(Y144);	@BIN(Y246);	@BIN(Y348);	@BIN(Y4410);	@BIN(Y4512);
@BIN(Y145);	@BIN(Y247);	@BIN(Y349);	@BIN(Y4411);	@BIN(Y551);
@BIN(Y146);	@BIN(Y248);	@BIN(Y3410);	@BIN(Y4412);	@BIN(Y552);
@BIN(Y147);	@BIN(Y249);	@BIN(Y3411);	@BIN(Y451);	@BIN(Y553);
@BIN(Y148);	@BIN(Y2410);	@BIN(Y3412);	@BIN(Y452);	@BIN(Y554);
@BIN(Y149);	@BIN(Y2411);	@BIN(Y351);	@BIN(Y453);	@BIN(Y555);
@BIN(Y1410);	@BIN(Y2412);	@BIN(Y352);	@BIN(Y445);	@BIN(Y556);
@BIN(Y1411);	@BIN(Y251);	@BIN(Y353);	@BIN(Y455);	@BIN(Y557);
@BIN(Y1412);	@BIN(Y252);	@BIN(Y345);	@BIN(Y456);	@BIN(Y558);
@BIN(Y151);	@BIN(Y253);	@BIN(Y355);	@BIN(Y457);	@BIN(Y559);
@BIN(Y152);	@BIN(Y245);	@BIN(Y356);	@BIN(Y458);	@BIN(Y5510);
@BIN(Y153);	@BIN(Y255);	@BIN(Y357);	@BIN(Y459);	@BIN(Y5511);
@BIN(Y154);	@BIN(Y256);	@BIN(Y358);	@BIN(Y4510);	@BIN(Y5512);
@BIN(Y155);	@BIN(Y257);	@BIN(Y359);	@BIN(Y4511);	@GIN(X111);
@BIN(Y156);	@BIN(Y258);	@BIN(Y3510);	@BIN(Y4512);	@GIN(X112);
@BIN(Y157);	@BIN(Y259);	@BIN(Y3511);	@BIN(Y511);	@GIN(X113);
@BIN(Y158);	@BIN(Y2510);	@BIN(Y3512);	@BIN(Y512);	@GIN(X114);
@BIN(Y159);	@BIN(Y2511);	@BIN(Y411);	@BIN(Y513);	@GIN(X115);
@BIN(Y1510);	@BIN(Y2512);	@BIN(Y412);	@BIN(Y514);	@GIN(X116);
@BIN(Y1511);	@BIN(Y311);	@BIN(Y413);	@BIN(Y515);	@GIN(X117);
@BIN(Y1512);	@BIN(Y312);	@BIN(Y414);	@BIN(Y516);	@GIN(X118);
@BIN(Y211);	@BIN(Y313);	@BIN(Y415);	@BIN(Y517);	@GIN(X119);
@BIN(Y212);	@BIN(Y314);	@BIN(Y416);	@BIN(Y518);	@GIN(X1110);

@GIN(X1111);	@GIN(X221);	@GIN(X323);	@GIN(X425);	@GIN(X527);
@GIN(X1112);	@GIN(X222);	@GIN(X324);	@GIN(X426);	@GIN(X528);
@GIN(X121);	@GIN(X223);	@GIN(X325);	@GIN(X427);	@GIN(X529);
@GIN(X122);	@GIN(X224);	@GIN(X326);	@GIN(X428);	@GIN(X5210);
@GIN(X123);	@GIN(X225);	@GIN(X327);	@GIN(X429);	@GIN(X5211);
@GIN(X124);	@GIN(X226);	@GIN(X328);	@GIN(X4210);	@GIN(X5212);
@GIN(X125);	@GIN(X227);	@GIN(X329);	@GIN(X4211);	@GIN(X531);
@GIN(X126);	@GIN(X228);	@GIN(X3210);	@GIN(X4212);	@GIN(X532);
@GIN(X127);	@GIN(X229);	@GIN(X3211);	@GIN(X431);	@GIN(X533);
@GIN(X128);	@GIN(X2210);	@GIN(X3212);	@GIN(X432);	@GIN(X534);
@GIN(X129);	@GIN(X2211);	@GIN(X331);	@GIN(X433);	@GIN(X535);
@GIN(X1210);	@GIN(X2212);	@GIN(X332);	@GIN(X434);	@GIN(X536);
@GIN(X1211);	@GIN(X231);	@GIN(X333);	@GIN(X435);	@GIN(X537);
@GIN(X1212);	@GIN(X232);	@GIN(X334);	@GIN(X436);	@GIN(X538);
@GIN(X131);	@GIN(X233);	@GIN(X335);	@GIN(X437);	@GIN(X539);
@GIN(X132);	@GIN(X234);	@GIN(X336);	@GIN(X438);	@GIN(X5310);
@GIN(X133);	@GIN(X235);	@GIN(X337);	@GIN(X439);	@GIN(X5311);
@GIN(X134);	@GIN(X236);	@GIN(X338);	@GIN(X4310);	@GIN(X5312);
@GIN(X135);	@GIN(X237);	@GIN(X339);	@GIN(X4311);	@GIN(X451);
@GIN(X136);	@GIN(X238);	@GIN(X3310);	@GIN(X4312);	@GIN(X452);
@GIN(X137);	@GIN(X239);	@GIN(X3311);	@GIN(X441);	@GIN(X453);
@GIN(X138);	@GIN(X2310);	@GIN(X3312);	@GIN(X442);	@GIN(X454);
@GIN(X139);	@GIN(X2311);	@GIN(X341);	@GIN(X443);	@GIN(X455);
@GIN(X1310);	@GIN(X2312);	@GIN(X342);	@GIN(X444);	@GIN(X456);
@GIN(X1311);	@GIN(X241);	@GIN(X343);	@GIN(X445);	@GIN(X457);
@GIN(X1312);	@GIN(X242);	@GIN(X344);	@GIN(X446);	@GIN(X458);
@GIN(X141);	@GIN(X243);	@GIN(X345);	@GIN(X447);	@GIN(X459);
@GIN(X142);	@GIN(X244);	@GIN(X346);	@GIN(X448);	@GIN(X4510);
@GIN(X143);	@GIN(X245);	@GIN(X347);	@GIN(X449);	@GIN(X4511);
@GIN(X144);	@GIN(X246);	@GIN(X348);	@GIN(X4410);	@GIN(X4512);
@GIN(X145);	@GIN(X247);	@GIN(X349);	@GIN(X4411);	@GIN(X551);
@GIN(X146);	@GIN(X248);	@GIN(X3410);	@GIN(X4412);	@GIN(X552);
@GIN(X147);	@GIN(X249);	@GIN(X3411);	@GIN(X451);	@GIN(X553);
@GIN(X148);	@GIN(X2410);	@GIN(X3412);	@GIN(X452);	@GIN(X545);
@GIN(X149);	@GIN(X2411);	@GIN(X351);	@GIN(X453);	@GIN(X555);
@GIN(X1410);	@GIN(X2412);	@GIN(X352);	@GIN(X445);	@GIN(X556);
@GIN(X1411);	@GIN(X251);	@GIN(X353);	@GIN(X455);	@GIN(X557);
@GIN(X1412);	@GIN(X252);	@GIN(X345);	@GIN(X456);	@GIN(X558);
@GIN(X151);	@GIN(X253);	@GIN(X355);	@GIN(X457);	@GIN(X559);
@GIN(X152);	@GIN(X245);	@GIN(X356);	@GIN(X458);	@GIN(X5510);
@GIN(X153);	@GIN(X255);	@GIN(X357);	@GIN(X459);	@GIN(X5511);
@GIN(X145);	@GIN(X256);	@GIN(X358);	@GIN(X4510);	@GIN(X5512);
@GIN(X155);	@GIN(X257);	@GIN(X359);	@GIN(X4511);	@GIN(SD111);
@GIN(X156);	@GIN(X258);	@GIN(X3510);	@GIN(X4512);	@GIN(SD112);
@GIN(X157);	@GIN(X259);	@GIN(X3511);	@GIN(X511);	@GIN(SD113);
@GIN(X158);	@GIN(X2510);	@GIN(X3512);	@GIN(X512);	@GIN(SD114);
@GIN(X159);	@GIN(X2511);	@GIN(X411);	@GIN(X513);	@GIN(SD115);
@GIN(X1510);	@GIN(X2512);	@GIN(X412);	@GIN(X514);	@GIN(SD116);
@GIN(X1511);	@GIN(X311);	@GIN(X413);	@GIN(X515);	@GIN(SD117);
@GIN(X1512);	@GIN(X312);	@GIN(X414);	@GIN(X516);	@GIN(SD118);
@GIN(X211);	@GIN(X313);	@GIN(X415);	@GIN(X517);	@GIN(SD119);
@GIN(X212);	@GIN(X314);	@GIN(X416);	@GIN(X518);	@GIN(SD1110);
@GIN(X213);	@GIN(X315);	@GIN(X417);	@GIN(X519);	@GIN(SD1111);
@GIN(X214);	@GIN(X316);	@GIN(X418);	@GIN(X5110);	@GIN(SD1112);
@GIN(X215);	@GIN(X317);	@GIN(X419);	@GIN(X5111);	@GIN(SD121);
@GIN(X216);	@GIN(X318);	@GIN(X4110);	@GIN(X5112);	@GIN(SD122);
@GIN(X217);	@GIN(X319);	@GIN(X4111);	@GIN(X521);	@GIN(SD123);
@GIN(X218);	@GIN(X3110);	@GIN(X4112);	@GIN(X522);	@GIN(SD124);
@GIN(X219);	@GIN(X3111);	@GIN(X421);	@GIN(X523);	@GIN(SD125);
@GIN(X2110);	@GIN(X3112);	@GIN(X422);	@GIN(X524);	@GIN(SD126);
@GIN(X2111);	@GIN(X321);	@GIN(X423);	@GIN(X525);	@GIN(SD127);
@GIN(X2112);	@GIN(X322);	@GIN(X424);	@GIN(X526);	@GIN(SD128);

@GIN(SD129);	@GIN(SD2211);	@GIN(SD331);	@GIN(SD433);	@GIN(SD535);
@GIN(SD1210);	@GIN(SD2212);	@GIN(SD332);	@GIN(SD434);	@GIN(SD536);
@GIN(SD1211);	@GIN(SD231);	@GIN(SD333);	@GIN(SD435);	@GIN(SD537);
@GIN(SD1212);	@GIN(SD232);	@GIN(SD334);	@GIN(SD436);	@GIN(SD538);
@GIN(SD131);	@GIN(SD233);	@GIN(SD335);	@GIN(SD437);	@GIN(SD539);
@GIN(SD132);	@GIN(SD234);	@GIN(SD336);	@GIN(SD438);	@GIN(SD5310);
@GIN(SD133);	@GIN(SD235);	@GIN(SD337);	@GIN(SD439);	@GIN(SD5311);
@GIN(SD134);	@GIN(SD236);	@GIN(SD338);	@GIN(SD4310);	@GIN(SD5312);
@GIN(SD135);	@GIN(SD237);	@GIN(SD339);	@GIN(SD4311);	@GIN(SD451);
@GIN(SD136);	@GIN(SD238);	@GIN(SD3310);	@GIN(SD4312);	@GIN(SD452);
@GIN(SD137);	@GIN(SD239);	@GIN(SD3311);	@GIN(SD441);	@GIN(SD453);
@GIN(SD138);	@GIN(SD2310);	@GIN(SD3312);	@GIN(SD442);	@GIN(SD454);
@GIN(SD139);	@GIN(SD2311);	@GIN(SD341);	@GIN(SD443);	@GIN(SD455);
@GIN(SD1310);	@GIN(SD2312);	@GIN(SD342);	@GIN(SD444);	@GIN(SD456);
@GIN(SD1311);	@GIN(SD241);	@GIN(SD343);	@GIN(SD445);	@GIN(SD457);
@GIN(SD1312);	@GIN(SD242);	@GIN(SD344);	@GIN(SD446);	@GIN(SD458);
@GIN(SD141);	@GIN(SD243);	@GIN(SD345);	@GIN(SD447);	@GIN(SD459);
@GIN(SD142);	@GIN(SD244);	@GIN(SD346);	@GIN(SD448);	@GIN(SD4510);
@GIN(SD143);	@GIN(SD245);	@GIN(SD347);	@GIN(SD449);	@GIN(SD4511);
@GIN(SD144);	@GIN(SD246);	@GIN(SD348);	@GIN(SD4410);	@GIN(SD4512);
@GIN(SD145);	@GIN(SD247);	@GIN(SD349);	@GIN(SD4411);	@GIN(SD551);
@GIN(SD146);	@GIN(SD248);	@GIN(SD3410);	@GIN(SD4412);	@GIN(SD552);
@GIN(SD147);	@GIN(SD249);	@GIN(SD3411);	@GIN(SD451);	@GIN(SD553);
@GIN(SD148);	@GIN(SD2410);	@GIN(SD3412);	@GIN(SD452);	@GIN(SD545);
@GIN(SD149);	@GIN(SD2411);	@GIN(SD351);	@GIN(SD453);	@GIN(SD555);
@GIN(SD1410);	@GIN(SD2412);	@GIN(SD352);	@GIN(SD445);	@GIN(SD556);
@GIN(SD1411);	@GIN(SD251);	@GIN(SD353);	@GIN(SD455);	@GIN(SD557);
@GIN(SD1412);	@GIN(SD252);	@GIN(SD345);	@GIN(SD456);	@GIN(SD558);
@GIN(SD151);	@GIN(SD253);	@GIN(SD355);	@GIN(SD457);	@GIN(SD559);
@GIN(SD152);	@GIN(SD245);	@GIN(SD356);	@GIN(SD458);	@GIN(SD5510);
@GIN(SD153);	@GIN(SD255);	@GIN(SD357);	@GIN(SD459);	@GIN(SD5511);
@GIN(SD145);	@GIN(SD256);	@GIN(SD358);	@GIN(SD4510);	@GIN(SD5512);
@GIN(SD155);	@GIN(SD257);	@GIN(SD359);	@GIN(SD4511);	@GIN(V111);
@GIN(SD156);	@GIN(SD258);	@GIN(SD3510);	@GIN(SD4512);	@GIN(V112);
@GIN(SD157);	@GIN(SD259);	@GIN(SD3511);	@GIN(SD511);	@GIN(V113);
@GIN(SD158);	@GIN(SD2510);	@GIN(SD3512);	@GIN(SD512);	@GIN(V114);
@GIN(SD159);	@GIN(SD2511);	@GIN(SD411);	@GIN(SD513);	@GIN(V115);
@GIN(SD1510);	@GIN(SD2512);	@GIN(SD412);	@GIN(SD514);	@GIN(V116);
@GIN(SD1511);	@GIN(SD311);	@GIN(SD413);	@GIN(SD515);	@GIN(V117);
@GIN(SD1512);	@GIN(SD312);	@GIN(SD414);	@GIN(SD516);	@GIN(V118);
@GIN(SD211);	@GIN(SD313);	@GIN(SD415);	@GIN(SD517);	@GIN(V119);
@GIN(SD212);	@GIN(SD314);	@GIN(SD416);	@GIN(SD518);	@GIN(V1110);
@GIN(SD213);	@GIN(SD315);	@GIN(SD417);	@GIN(SD519);	@GIN(V1111);
@GIN(SD214);	@GIN(SD316);	@GIN(SD418);	@GIN(SD5110);	@GIN(V1112);
@GIN(SD215);	@GIN(SD317);	@GIN(SD419);	@GIN(SD5111);	@GIN(V121);
@GIN(SD216);	@GIN(SD318);	@GIN(SD4110);	@GIN(SD5112);	@GIN(V122);
@GIN(SD217);	@GIN(SD319);	@GIN(SD4111);	@GIN(SD521);	@GIN(V123);
@GIN(SD218);	@GIN(SD3110);	@GIN(SD4112);	@GIN(SD522);	@GIN(V124);
@GIN(SD219);	@GIN(SD3111);	@GIN(SD421);	@GIN(SD523);	@GIN(V125);
@GIN(SD2110);	@GIN(SD3112);	@GIN(SD422);	@GIN(SD524);	@GIN(V126);
@GIN(SD2111);	@GIN(SD321);	@GIN(SD423);	@GIN(SD525);	@GIN(V127);
@GIN(SD2112);	@GIN(SD322);	@GIN(SD424);	@GIN(SD526);	@GIN(V128);
@GIN(SD221);	@GIN(SD323);	@GIN(SD425);	@GIN(SD527);	@GIN(V129);
@GIN(SD222);	@GIN(SD324);	@GIN(SD426);	@GIN(SD528);	@GIN(V1210);
@GIN(SD223);	@GIN(SD325);	@GIN(SD427);	@GIN(SD529);	@GIN(V1211);
@GIN(SD224);	@GIN(SD326);	@GIN(SD428);	@GIN(SD5210);	@GIN(V1212);
@GIN(SD225);	@GIN(SD327);	@GIN(SD429);	@GIN(SD5211);	@GIN(V131);
@GIN(SD226);	@GIN(SD328);	@GIN(SD4210);	@GIN(SD5212);	@GIN(V132);
@GIN(SD227);	@GIN(SD329);	@GIN(SD4211);	@GIN(SD531);	@GIN(V133);
@GIN(SD228);	@GIN(SD3210);	@GIN(SD4212);	@GIN(SD532);	@GIN(V134);
@GIN(SD229);	@GIN(SD3211);	@GIN(SD431);	@GIN(SD533);	@GIN(V135);
@GIN(SD2210);	@GIN(SD3212);	@GIN(SD432);	@GIN(SD534);	@GIN(V136);

@GIN(V137);	@GIN(V239);	@GIN(V3311);	@GIN(V441);	@GIN(V453);
@GIN(V138);	@GIN(V2310);	@GIN(V3312);	@GIN(V442);	@GIN(V454);
@GIN(V139);	@GIN(V2311);	@GIN(V341);	@GIN(V443);	@GIN(V455);
@GIN(V1310);	@GIN(V2312);	@GIN(V342);	@GIN(V444);	@GIN(V456);
@GIN(V1311);	@GIN(V241);	@GIN(V343);	@GIN(V445);	@GIN(V457);
@GIN(V1312);	@GIN(V242);	@GIN(V344);	@GIN(V446);	@GIN(V458);
@GIN(V141);	@GIN(V243);	@GIN(V345);	@GIN(V447);	@GIN(V459);
@GIN(V142);	@GIN(V244);	@GIN(V346);	@GIN(V448);	@GIN(V4510);
@GIN(V143);	@GIN(V245);	@GIN(V347);	@GIN(V449);	@GIN(V4511);
@GIN(V144);	@GIN(V246);	@GIN(V348);	@GIN(V4410);	@GIN(V4512);
@GIN(V145);	@GIN(V247);	@GIN(V349);	@GIN(V4411);	@GIN(V551);
@GIN(V146);	@GIN(V248);	@GIN(V3410);	@GIN(V4412);	@GIN(V552);
@GIN(V147);	@GIN(V249);	@GIN(V3411);	@GIN(V451);	@GIN(V553);
@GIN(V148);	@GIN(V2410);	@GIN(V3412);	@GIN(V452);	@GIN(V545);
@GIN(V149);	@GIN(V2411);	@GIN(V351);	@GIN(V453);	@GIN(V555);
@GIN(V1410);	@GIN(V2412);	@GIN(V352);	@GIN(V445);	@GIN(V556);
@GIN(V1411);	@GIN(V251);	@GIN(V353);	@GIN(V455);	@GIN(V557);
@GIN(V1412);	@GIN(V252);	@GIN(V345);	@GIN(V456);	@GIN(V558);
@GIN(V151);	@GIN(V253);	@GIN(V355);	@GIN(V457);	@GIN(V559);
@GIN(V152);	@GIN(V245);	@GIN(V356);	@GIN(V458);	@GIN(V5510);
@GIN(V153);	@GIN(V255);	@GIN(V357);	@GIN(V459);	@GIN(V5511);
@GIN(V145);	@GIN(V256);	@GIN(V358);	@GIN(V4510);	@GIN(V5512);
@GIN(V155);	@GIN(V257);	@GIN(V359);	@GIN(V4511);	X111>=0;
@GIN(V156);	@GIN(V258);	@GIN(V3510);	@GIN(V4512);	X112>=0;
@GIN(V157);	@GIN(V259);	@GIN(V3511);	@GIN(V511);	X113>=0;
@GIN(V158);	@GIN(V2510);	@GIN(V3512);	@GIN(V512);	X114>=0;
@GIN(V159);	@GIN(V2511);	@GIN(V411);	@GIN(V513);	X115>=0;
@GIN(V1510);	@GIN(V2512);	@GIN(V412);	@GIN(V514);	X116>=0;
@GIN(V1511);	@GIN(V311);	@GIN(V413);	@GIN(V515);	X117>=0;
@GIN(V1512);	@GIN(V312);	@GIN(V414);	@GIN(V516);	X118>=0;
@GIN(V211);	@GIN(V313);	@GIN(V415);	@GIN(V517);	X119>=0;
@GIN(V212);	@GIN(V314);	@GIN(V416);	@GIN(V518);	X1110>=0;
@GIN(V213);	@GIN(V315);	@GIN(V417);	@GIN(V519);	X1111>=0;
@GIN(V214);	@GIN(V316);	@GIN(V418);	@GIN(V5110);	X1112>=0;
@GIN(V215);	@GIN(V317);	@GIN(V419);	@GIN(V5111);	X121>=0;
@GIN(V216);	@GIN(V318);	@GIN(V4110);	@GIN(V5112);	X122>=0;
@GIN(V217);	@GIN(V319);	@GIN(V4111);	@GIN(V521);	X123>=0;
@GIN(V218);	@GIN(V3110);	@GIN(V4112);	@GIN(V522);	X124>=0;
@GIN(V219);	@GIN(V3111);	@GIN(V421);	@GIN(V523);	X125>=0;
@GIN(V2110);	@GIN(V3112);	@GIN(V422);	@GIN(V524);	X126>=0;
@GIN(V2111);	@GIN(V321);	@GIN(V423);	@GIN(V525);	X127>=0;
@GIN(V2112);	@GIN(V322);	@GIN(V424);	@GIN(V526);	X128>=0;
@GIN(V221);	@GIN(V323);	@GIN(V425);	@GIN(V527);	X129>=0;
@GIN(V222);	@GIN(V324);	@GIN(V426);	@GIN(V528);	X1210>=0;
@GIN(V223);	@GIN(V325);	@GIN(V427);	@GIN(V529);	X1211>=0;
@GIN(V224);	@GIN(V326);	@GIN(V428);	@GIN(V5210);	X1212>=0;
@GIN(V225);	@GIN(V327);	@GIN(V429);	@GIN(V5211);	X131>=0;
@GIN(V226);	@GIN(V328);	@GIN(V4210);	@GIN(V5212);	X132>=0;
@GIN(V227);	@GIN(V329);	@GIN(V4211);	@GIN(V531);	X133>=0;
@GIN(V228);	@GIN(V3210);	@GIN(V4212);	@GIN(V532);	X134>=0;
@GIN(V229);	@GIN(V3211);	@GIN(V431);	@GIN(V533);	X135>=0;
@GIN(V2210);	@GIN(V3212);	@GIN(V432);	@GIN(V534);	X136>=0;
@GIN(V2211);	@GIN(V331);	@GIN(V433);	@GIN(V535);	X137>=0;
@GIN(V2212);	@GIN(V332);	@GIN(V434);	@GIN(V536);	X138>=0;
@GIN(V231);	@GIN(V333);	@GIN(V435);	@GIN(V537);	X139>=0;
@GIN(V232);	@GIN(V334);	@GIN(V436);	@GIN(V538);	X1310>=0;
@GIN(V233);	@GIN(V335);	@GIN(V437);	@GIN(V539);	X1311>=0;
@GIN(V234);	@GIN(V336);	@GIN(V438);	@GIN(V5310);	X1312>=0;
@GIN(V235);	@GIN(V337);	@GIN(V439);	@GIN(V5311);	X141>=0;
@GIN(V236);	@GIN(V338);	@GIN(V4310);	@GIN(V5312);	X142>=0;
@GIN(V237);	@GIN(V339);	@GIN(V4311);	@GIN(V451);	X143>=0;
@GIN(V238);	@GIN(V3310);	@GIN(V4312);	@GIN(V452);	X144>=0;

X145>=0;	X247>=0;	X349>=0;	X4411>=0;	X551>=0;
X146>=0;	X248>=0;	X3410>=0;	X4412>=0;	X552>=0;
X147>=0;	X249>=0;	X3411>=0;	X451>=0;	X553>=0;
X148>=0;	X2410>=0;	X3412>=0;	X452>=0;	X545>=0;
X149>=0;	X2411>=0;	X351>=0;	X453>=0;	X555>=0;
X1410>=0;	X2412>=0;	X352>=0;	X445>=0;	X556>=0;
X1411>=0;	X251>=0;	X353>=0;	X455>=0;	X557>=0;
X1412>=0;	X252>=0;	X345>=0;	X456>=0;	X558>=0;
X151>=0;	X253>=0;	X355>=0;	X457>=0;	X559>=0;
X152>=0;	X245>=0;	X356>=0;	X458>=0;	X5510>=0;
X153>=0;	X255>=0;	X357>=0;	X459>=0;	X5511>=0;
X145>=0;	X256>=0;	X358>=0;	X4510>=0;	X5512>=0;
X155>=0;	X257>=0;	X359>=0;	X4511>=0;	SD111>=0;
X156>=0;	X258>=0;	X3510>=0;	X4512>=0;	SD112>=0;
X157>=0;	X259>=0;	X3511>=0;	X511>=0;	SD113>=0;
X158>=0;	X2510>=0;	X3512>=0;	X512>=0;	SD114>=0;
X159>=0;	X2511>=0;	X411>=0;	X513>=0;	SD115>=0;
X1510>=0;	X2512>=0;	X412>=0;	X514>=0;	SD116>=0;
X1511>=0;	X311>=0;	X413>=0;	X515>=0;	SD117>=0;
X1512>=0;	X312>=0;	X414>=0;	X516>=0;	SD118>=0;
X211>=0;	X313>=0;	X415>=0;	X517>=0;	SD119>=0;
X212>=0;	X314>=0;	X416>=0;	X518>=0;	SD1110>=0;
X213>=0;	X315>=0;	X417>=0;	X519>=0;	SD1111>=0;
X214>=0;	X316>=0;	X418>=0;	X5110>=0;	SD1112>=0;
X215>=0;	X317>=0;	X419>=0;	X5111>=0;	SD121>=0;
X216>=0;	X318>=0;	X4110>=0;	X5112>=0;	SD122>=0;
X217>=0;	X319>=0;	X4111>=0;	X521>=0;	SD123>=0;
X218>=0;	X3110>=0;	X4112>=0;	X522>=0;	SD124>=0;
X219>=0;	X3111>=0;	X421>=0;	X523>=0;	SD125>=0;
X2110>=0;	X3112>=0;	X422>=0;	X524>=0;	SD126>=0;
X2111>=0;	X321>=0;	X423>=0;	X525>=0;	SD127>=0;
X2112>=0;	X322>=0;	X424>=0;	X526>=0;	SD128>=0;
X221>=0;	X323>=0;	X425>=0;	X527>=0;	SD129>=0;
X222>=0;	X324>=0;	X426>=0;	X528>=0;	SD1210>=0;
X223>=0;	X325>=0;	X427>=0;	X529>=0;	SD1211>=0;
X224>=0;	X326>=0;	X428>=0;	X5210>=0;	SD1212>=0;
X225>=0;	X327>=0;	X429>=0;	X5211>=0;	SD131>=0;
X226>=0;	X328>=0;	X4210>=0;	X5212>=0;	SD132>=0;
X227>=0;	X329>=0;	X4211>=0;	X531>=0;	SD133>=0;
X228>=0;	X3210>=0;	X4212>=0;	X532>=0;	SD134>=0;
X229>=0;	X3211>=0;	X431>=0;	X533>=0;	SD135>=0;
X2210>=0;	X3212>=0;	X432>=0;	X534>=0;	SD136>=0;
X2211>=0;	X331>=0;	X433>=0;	X535>=0;	SD137>=0;
X2212>=0;	X332>=0;	X434>=0;	X536>=0;	SD138>=0;
X231>=0;	X333>=0;	X435>=0;	X537>=0;	SD139>=0;
X232>=0;	X334>=0;	X436>=0;	X538>=0;	SD1310>=0;
X233>=0;	X335>=0;	X437>=0;	X539>=0;	SD1311>=0;
X234>=0;	X336>=0;	X438>=0;	X5310>=0;	SD1312>=0;
X235>=0;	X337>=0;	X439>=0;	X5311>=0;	SD141>=0;
X236>=0;	X338>=0;	X4310>=0;	X5312>=0;	SD142>=0;
X237>=0;	X339>=0;	X4311>=0;	X451>=0;	SD143>=0;
X238>=0;	X3310>=0;	X4312>=0;	X452>=0;	SD144>=0;
X239>=0;	X3311>=0;	X441>=0;	X453>=0;	SD145>=0;
X2310>=0;	X3312>=0;	X442>=0;	X454>=0;	SD146>=0;
X2311>=0;	X341>=0;	X443>=0;	X455>=0;	SD147>=0;
X2312>=0;	X342>=0;	X444>=0;	X456>=0;	SD148>=0;
X241>=0;	X343>=0;	X445>=0;	X457>=0;	SD149>=0;
X242>=0;	X344>=0;	X446>=0;	X458>=0;	SD1410>=0;
X243>=0;	X345>=0;	X447>=0;	X459>=0;	SD1411>=0;
X244>=0;	X346>=0;	X448>=0;	X4510>=0;	SD1412>=0;
X245>=0;	X347>=0;	X449>=0;	X4511>=0;	SD151>=0;
X246>=0;	X348>=0;	X4410>=0;	X4512>=0;	SD152>=0;

SD153>=0;	SD255>=0;	SD357>=0;	SD459>=0;	SD5511>=0;
SD145>=0;	SD256>=0;	SD358>=0;	SD4510>=0;	SD5512>=0;
SD155>=0;	SD257>=0;	SD359>=0;	SD4511>=0;	V111>=0;
SD156>=0;	SD258>=0;	SD3510>=0;	SD4512>=0;	V112>=0;
SD157>=0;	SD259>=0;	SD3511>=0;	SD511>=0;	V113>=0;
SD158>=0;	SD2510>=0;	SD3512>=0;	SD512>=0;	V114>=0;
SD159>=0;	SD2511>=0;	SD411>=0;	SD513>=0;	V115>=0;
SD1510>=0;	SD2512>=0;	SD412>=0;	SD514>=0;	V116>=0;
SD1511>=0;	SD311>=0;	SD413>=0;	SD515>=0;	V117>=0;
SD1512>=0;	SD312>=0;	SD414>=0;	SD516>=0;	V118>=0;
SD211>=0;	SD313>=0;	SD415>=0;	SD517>=0;	V119>=0;
SD212>=0;	SD314>=0;	SD416>=0;	SD518>=0;	V1110>=0;
SD213>=0;	SD315>=0;	SD417>=0;	SD519>=0;	V1111>=0;
SD214>=0;	SD316>=0;	SD418>=0;	SD5110>=0;	V1112>=0;
SD215>=0;	SD317>=0;	SD419>=0;	SD5111>=0;	V121>=0;
SD216>=0;	SD318>=0;	SD4110>=0;	SD5112>=0;	V122>=0;
SD217>=0;	SD319>=0;	SD4111>=0;	SD521>=0;	V123>=0;
SD218>=0;	SD3110>=0;	SD4112>=0;	SD522>=0;	V124>=0;
SD219>=0;	SD3111>=0;	SD421>=0;	SD523>=0;	V125>=0;
SD2110>=0;	SD3112>=0;	SD422>=0;	SD524>=0;	V126>=0;
SD2111>=0;	SD321>=0;	SD423>=0;	SD525>=0;	V127>=0;
SD2112>=0;	SD322>=0;	SD424>=0;	SD526>=0;	V128>=0;
SD221>=0;	SD323>=0;	SD425>=0;	SD527>=0;	V129>=0;
SD222>=0;	SD324>=0;	SD426>=0;	SD528>=0;	V1210>=0;
SD223>=0;	SD325>=0;	SD427>=0;	SD529>=0;	V1211>=0;
SD224>=0;	SD326>=0;	SD428>=0;	SD5210>=0;	V1212>=0;
SD225>=0;	SD327>=0;	SD429>=0;	SD5211>=0;	V131>=0;
SD226>=0;	SD328>=0;	SD4210>=0;	SD5212>=0;	V132>=0;
SD227>=0;	SD329>=0;	SD4211>=0;	SD531>=0;	V133>=0;
SD228>=0;	SD3210>=0;	SD4212>=0;	SD532>=0;	V134>=0;
SD229>=0;	SD3211>=0;	SD431>=0;	SD533>=0;	V135>=0;
SD2210>=0;	SD3212>=0;	SD432>=0;	SD534>=0;	V136>=0;
SD2211>=0;	SD331>=0;	SD433>=0;	SD535>=0;	V137>=0;
SD2212>=0;	SD332>=0;	SD434>=0;	SD536>=0;	V138>=0;
SD231>=0;	SD333>=0;	SD435>=0;	SD537>=0;	V139>=0;
SD232>=0;	SD334>=0;	SD436>=0;	SD538>=0;	V1310>=0;
SD233>=0;	SD335>=0;	SD437>=0;	SD539>=0;	V1311>=0;
SD234>=0;	SD336>=0;	SD438>=0;	SD5310>=0;	V1312>=0;
SD235>=0;	SD337>=0;	SD439>=0;	SD5311>=0;	V141>=0;
SD236>=0;	SD338>=0;	SD4310>=0;	SD5312>=0;	V142>=0;
SD237>=0;	SD339>=0;	SD4311>=0;	SD451>=0;	V143>=0;
SD238>=0;	SD3310>=0;	SD4312>=0;	SD452>=0;	V144>=0;
SD239>=0;	SD3311>=0;	SD441>=0;	SD453>=0;	V145>=0;
SD2310>=0;	SD3312>=0;	SD442>=0;	SD454>=0;	V146>=0;
SD2311>=0;	SD341>=0;	SD443>=0;	SD455>=0;	V147>=0;
SD2312>=0;	SD342>=0;	SD444>=0;	SD456>=0;	V148>=0;
SD241>=0;	SD343>=0;	SD445>=0;	SD457>=0;	V149>=0;
SD242>=0;	SD344>=0;	SD446>=0;	SD458>=0;	V1410>=0;
SD243>=0;	SD345>=0;	SD447>=0;	SD459>=0;	V1411>=0;
SD244>=0;	SD346>=0;	SD448>=0;	SD4510>=0;	V1412>=0;
SD245>=0;	SD347>=0;	SD449>=0;	SD4511>=0;	V151>=0;
SD246>=0;	SD348>=0;	SD4410>=0;	SD4512>=0;	V152>=0;
SD247>=0;	SD349>=0;	SD4411>=0;	SD551>=0;	V153>=0;
SD248>=0;	SD3410>=0;	SD4412>=0;	SD552>=0;	V145>=0;
SD249>=0;	SD3411>=0;	SD451>=0;	SD553>=0;	V155>=0;
SD2410>=0;	SD3412>=0;	SD452>=0;	SD545>=0;	V156>=0;
SD2411>=0;	SD351>=0;	SD453>=0;	SD555>=0;	V157>=0;
SD2412>=0;	SD352>=0;	SD445>=0;	SD556>=0;	V158>=0;
SD251>=0;	SD353>=0;	SD455>=0;	SD557>=0;	V159>=0;
SD252>=0;	SD345>=0;	SD456>=0;	SD558>=0;	V1510>=0;
SD253>=0;	SD355>=0;	SD457>=0;	SD559>=0;	V1511>=0;
SD245>=0;	SD356>=0;	SD458>=0;	SD5510>=0;	V1512>=0;

V211>=0;	V313>=0;	V415>=0;	V517>=0;
V212>=0;	V314>=0;	V416>=0;	V518>=0;
V213>=0;	V315>=0;	V417>=0;	V519>=0;
V214>=0;	V316>=0;	V418>=0;	V5110>=0;
V215>=0;	V317>=0;	V419>=0;	V5111>=0;
V216>=0;	V318>=0;	V4110>=0;	V5112>=0;
V217>=0;	V319>=0;	V4111>=0;	V521>=0;
V218>=0;	V3110>=0;	V4112>=0;	V522>=0;
V219>=0;	V3111>=0;	V421>=0;	V523>=0;
V2110>=0;	V3112>=0;	V422>=0;	V524>=0;
V2111>=0;	V321>=0;	V423>=0;	V525>=0;
V2112>=0;	V322>=0;	V424>=0;	V526>=0;
V221>=0;	V323>=0;	V425>=0;	V527>=0;
V222>=0;	V324>=0;	V426>=0;	V528>=0;
V223>=0;	V325>=0;	V427>=0;	V529>=0;
V224>=0;	V326>=0;	V428>=0;	V5210>=0;
V225>=0;	V327>=0;	V429>=0;	V5211>=0;
V226>=0;	V328>=0;	V4210>=0;	V5212>=0;
V227>=0;	V329>=0;	V4211>=0;	V531>=0;
V228>=0;	V3210>=0;	V4212>=0;	V532>=0;
V229>=0;	V3211>=0;	V431>=0;	V533>=0;
V2210>=0;	V3212>=0;	V432>=0;	V534>=0;
V2211>=0;	V331>=0;	V433>=0;	V535>=0;
V2212>=0;	V332>=0;	V434>=0;	V536>=0;
V231>=0;	V333>=0;	V435>=0;	V537>=0;
V232>=0;	V334>=0;	V436>=0;	V538>=0;
V233>=0;	V335>=0;	V437>=0;	V539>=0;
V234>=0;	V336>=0;	V438>=0;	V5310>=0;
V235>=0;	V337>=0;	V439>=0;	V5311>=0;
V236>=0;	V338>=0;	V4310>=0;	V5312>=0;
V237>=0;	V339>=0;	V4311>=0;	V451>=0;
V238>=0;	V3310>=0;	V4312>=0;	V452>=0;
V239>=0;	V3311>=0;	V441>=0;	V453>=0;
V2310>=0;	V3312>=0;	V442>=0;	V454>=0;
V2311>=0;	V341>=0;	V443>=0;	V455>=0;
V2312>=0;	V342>=0;	V444>=0;	V456>=0;
V241>=0;	V343>=0;	V445>=0;	V457>=0;
V242>=0;	V344>=0;	V446>=0;	V458>=0;
V243>=0;	V345>=0;	V447>=0;	V459>=0;
V244>=0;	V346>=0;	V448>=0;	V4510>=0;
V245>=0;	V347>=0;	V449>=0;	V4511>=0;
V246>=0;	V348>=0;	V4410>=0;	V4512>=0;
V247>=0;	V349>=0;	V4411>=0;	V551>=0;
V248>=0;	V3410>=0;	V4412>=0;	V552>=0;
V249>=0;	V3411>=0;	V451>=0;	V553>=0;
V2410>=0;	V3412>=0;	V452>=0;	V545>=0;
V2411>=0;	V351>=0;	V453>=0;	V555>=0;
V2412>=0;	V352>=0;	V445>=0;	V556>=0;
V251>=0;	V353>=0;	V455>=0;	V557>=0;
V252>=0;	V345>=0;	V456>=0;	V558>=0;
V253>=0;	V355>=0;	V457>=0;	V559>=0;
V245>=0;	V356>=0;	V458>=0;	V5510>=0;
V255>=0;	V357>=0;	V459>=0;	V5511>=0;
V256>=0;	V358>=0;	V4510>=0;	V5512>=0;
V257>=0;	V359>=0;	V4511>=0;	SMM>=0;
V258>=0;	V3510>=0;	V4512>=0;	TPM>=0;
V259>=0;	V3511>=0;	V511>=0;	EBM>=0;
V2510>=0;	V3512>=0;	V512>=0;	
V2511>=0;	V411>=0;	V513>=0;	END
V2512>=0;	V412>=0;	V514>=0;	
V311>=0;	V413>=0;	V515>=0;	
V312>=0;	V414>=0;	V516>=0;	

Ek 9 Tedarikçi seçimi ve miktar atama modelinin çözümü ile elde edilen karar değişkenleri değerleri

Seçim Karar Değişkeni	Değer	Sipariş Miktarı Değişkeni	Değer	Malzeme Tüketim Miktarı Değişkeni	Değer	Stok Miktarı Değişkeni	Değer	Amaç Fonk.	Değer
Y1110	1	X1110	300000	SD1110	300000	V111	200000	SMM	1986808
Y1111	1	X1111	450000	SD1111	450000	V112	200000	EBM	244307
Y1112	1	X1112	400000	SD1112	400000	V121	210000	TPM	4.750
Y113	1	X113	15000	SD113	215000	V131	225000		
Y114	1	X114	400000	SD114	400000	V132	85000		
Y115	1	X115	300000	SD115	300000	V141	50000		
Y116	1	X116	400000	SD116	400000	V211	150000		
Y117	1	X117	300000	SD117	300000	V212	100000		
Y118	1	X118	450000	SD118	450000	V221	250000		
Y119	1	X119	400000	SD119	400000	V311	500000		
Y2110	1	X2110	300000	SD122	210000	V312	500000		
Y2111	1	X2111	250000	SD132	140000	V313	150000		
Y2112	1	X2112	350000	SD133	85000	V321	750000		
Y213	1	X213	150000	SD141	450000	V322	750000		
Y214	1	X214	350000	SD142	50000	V323	750000		
Y215	1	X215	350000	SD2110	300000	V324	700000		
Y216	1	X216	300000	SD2111	250000	V325	400000		
Y217	1	X217	250000	SD2112	350000	V326	150000		
Y218	1	X218	350000	SD212	50000	V331	200000		
Y219	1	X219	350000	SD213	250000	V341	50000		
Y3210	1	X3210	250000	SD214	350000	V411	300000		
Y3211	1	X3211	350000	SD215	350000	V412	200000		
Y3212	1	X3212	200000	SD216	300000	V413	115000		
Y327	1	X327	200000	SD217	250000	V511	50000		
Y328	1	X328	200000	SD218	350000	V512	50000		
Y329	1	X329	300000	SD219	350000	V513	20000		
Y4210	1	X4210	100000	SD221	50000	V521	50000		
Y4211	1	X4211	85000	SD222	250000	V522	50000		
Y4212	1	X4212	125000	SD241	300000	V523	50000		
Y424	1	X424	10000	SD313	350000	V524	15000		
Y425	1	X425	150000	SD314	150000	V525	15000		
Y426	1	X426	100000	SD3210	250000	V531	50000		
Y427	1	X427	85000	SD3211	350000	V532	5.000		
Y428	1	X428	125000	SD3212	200000	V554	55000		
Y429	1	X429	150000	SD324	50000	V555	5.000		
Y5210	1	X5210	45000	SD325	300000				
Y5211	1	X5211	35000	SD326	250000				
Y5212	1	X5212	55000	SD327	350000				
Y526	1	X526	25000	SD328	200000				
Y527	1	X527	35000	SD329	300000				
Y528	1	X528	55000	SD331	300000				
Y529	1	X529	50000	SD332	200000				
Y554	1	X554	55000	SD342	50000				
				SD411	150000				
				SD412	100000				
				SD413	85000				

Seçim Karar Değişkeni	Değer	Sipariş Miktarı Değişkeni	Değer	Malzeme Tüketim Miktarı Değişkeni	Değer	Stok Miktarı Değişkeni	Değer	Amaç Fonk.	Değer
				SD414	115000				
				SD4210	100000				
				SD4211	85000				
				SD4212	125000				
				SD424	10000				
				SD425	150000				
				SD426	100000				
				SD427	85000				
				SD428	125000				
				SD429	150000				
				SD513	30000				
				SD514	20000				
				SD5210	45000				
				SD5211	35000				
				SD5212	55000				
				SD524	35000				
				SD526	40000				
				SD527	35000				
				SD528	55000				
				SD529	50000				
				SD531	50000				
				SD532	45000				
				SD533	5.000				
				SD555	50000				
				SD556	5.000				

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi 02.04.1975

Doğum yeri Mersin

Lise	1990-1992	Konya Meram Fen Lisesi
	1992-1993	Konya Meram Gazi Lisesi

Lisans	1993-1997	Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü
--------	-----------	---

Yüksek Lisans	1997-2000	Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Müh. Anabilim Dalı Endüstri Müh. Programı
---------------	-----------	---

Doktora	2000-2007	Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Müh. Anabilim Dalı Endüstri Müh. Programı
---------	-----------	---

Çalıştığı kurum(lar)

1997-1998	Avrupa Dış Ticaret Üretim Planlama Uzmanı
-----------	--

1998-2002	Yıldız Teknik Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü Araştırma Görevlisi
-----------	--

2002-Devam ediyor	Audio Elektronik Ltd. Şti. Genel Müdür Yardımcısı
-------------------	--