

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**İMALAT SEKTÖRÜNDE
TEDARİKÇİ YETERLİLİK ANALİZİ İÇİN
BİR BULANIK KARAR DESTEK SİSTEMİ**

DOKTORA TEZİ

End. Yük. Müh. Nevin KARAARSLAN

Enstitü Anabilim Dalı : ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Emin GÜNDOĞAR

Şubat 2008

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**İMALAT SEKTÖRÜNDE
TEDARİKÇİ YETERLİLİK ANALİZİ İÇİN
BİR BULANIK KARAR DESTEK SİSTEMİ**

DOKTORA TEZİ

End. Yük. Müh. Nevin KARAARSLAN

Enstitü Anabilim Dalı : ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ

Bu tez 15/02/2008 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Halit KASA Prof. Dr. Emin GÜNDOĞAR Doç. Dr. Recep KAZAN
Jüri Başkanı Üye Üye

Yrd. Doç. Dr. Baha GÜNEY Yrd. Doç. Dr. Numan ÇELEBİ
Üye Üye

ÖNSÖZ

Bulanık küme teorisinin çeşitli uygulamalarda başarılı uygulamaları vardır. Bu tezin, ülkemizde de yaygınlaşmaya ve günlük hayatımıza girmeye başlayan bu tür uygulamalara bir katkı sağlayacağını umuyorum.

Bu tez çalışması için, engin tecrübelerini paylaşıp beni yönlendiren tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Emin Gündoğar'a; tez çalışmam süresince güvenlerini ve desteklerini esirgemeyen Bölüm Başkanımız Sayın Prof. Dr. Halit Kasa'ya ve arkadaşlarıma sonsuz teşekkürler ediyorum.

Teşekkürlerimin en özelini; sabırla her türlü özveride bulunarak bugünlere ulaşmamı sağlayan değerli aileme ve ailemin yeni üyesi, sevgili eşim Bahadır Cengiz'e sunuyorum.

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	ii
İÇİNDEKİLER	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	v
ŞEKİLLER LİSTESİ	vi
TABLolar LİSTESİ	viii
ÖZET	x
SUMMARY	xi
BÖLÜM 1. GİRİŞ	1
BÖLÜM 2. TEDARİK FONKSİYONUNUN GELİŞİMİ, TEDARİKÇİ SEÇİM SÜRECİ VE FİRMALAR AÇISINDAN ÖNEMİ	6
2.1. Tedarikçi Seçim Süreci	13
2.2. Tedarikçi Seçiminin İhtiyacı ve Önemi Literatür İncelemesi	20
2.3. Tedarikçi İlişkileri Yönetim Sistemi	22
2.3.1. Genel tedarikçi yeterlilik analizi (onaylama) iş akışı	25
2.3.2. Tedarikçi fiyatı onaylama iş akışı	26
BÖLÜM 3. TEDARİKÇİ YETERLİLİK ANALİZİNDE VE SEÇİMİNDE KULLANILAN KRİTERLER VE METODLAR	29
3.1 Tedarikçi Yeterlilik Analizi ve Seçim Kriterleri Literatür İncelemesi	29
3.2. Tedarikçi Seçim Metodları Literatür Araştırması	34
BÖLÜM 4. BULANIK MANTIK VE BULANIK VERİTABANI	46
4.1. Kavramsal Tanım	46
4.2. Matematiksel Tanım	47

4.3. Dilsel değişkenler.....	51
4.4. Bulanık Önergeler	52
4.5. Sıralı Ağırlıklandırılmış Ortalama İşlemcisi	53
4.6. Veritabanı Sistemlerinde Bulanık Mantık.....	54
4.6.1. Belirsiz bilgi	54
4.6.2. Bulanık sorgu	55
4.7. Bulanık İlişkili Veri Modelleri.....	56
4.7.1. İlişkisel veri modelleri.....	56
4.7.2. Benzerlik tabanlı bulanık ilişkiler	58
4.8. Bulanık İlişkisel Veri Modellerinde İşlemler.....	59
4.8.1. Bulanık ilişki cebir	60
4.8.2. Teklik ve veri fazlalığı	65
4.8.3. Bulanık SQL.....	67
BÖLÜM 5.	
TEDARİKÇİ YETERLİLİK ANALİZİ İÇİN BİR BULANIK KARAR DESTEK	
SİSTEMİNİN TASARIMI.....	69
5.1. Tedarikçi Yeterlilik Analizi Bulanık Karar Destek Sistemi Akış Şeması	71
5.2. Gerekli Verilerin Belirlenmesi ve Organizasyonu	72
5.3. Verilerin Bulanıklaştırılması	74
5.4. Bulanık Kural Setlerinin Tanımlanması ve Karar Mekanizması	76
BÖLÜM 6.	
GELİŞTİRİLEN KARAR DESTEK SİSTEMİ	84
6.1. İhtiyaç Duyulan Verilerin Belirlenip Sisteme Tanıtılması.....	84
6.2. Tedarikçilerin Sattıkları Ürünler ile ilgili Verilerin Kayıt Edilmesi.....	88
6.3. Veriler için Bulanık Kümelerin Tanımlanması.....	90
6.4. Verilerin Bulanıklaştırılması	91
6.5. Tedarikçi Yeterlilik Analizi Bulanık Kurallarının Oluşturulması.....	92
6.6. Sorgunun Yapılması ve Kurallara Uyan Tedarikçilerin Onaylanması	93
BÖLÜM 7.	
SONUÇLAR VE ÖNERİLER	100
KAYNAKLAR	103
ÖZGEÇMİŞ	113

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

TIYS	: Tedarikçi İlişkileri Yönetim Sistemi
TZY	: Tedarik Zinciri Yönetimi
SCC	: Supply Chain Council
SRM	: Supplier Relationship Management
TQM	: Toplam Kalite Yönetimi
JIT	: Tam Zamanında Üretim
AHP	: Analitik Hiyerarşi Proses
ISM	: Yorumlayıcı Yapısal Model
MP	: Matematiksel Programlama
DEA	: Data Envelopment Analysis
VZA	: Veri Zarflama Analizi
KA	: Kümeleme analizi
BKT	: Bulanık Küme Teorisi
ÜBS	: Üçgensel Bulanık Sayı
VTYS	: Veritabanı Yönetim Sistemi

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Artan değişimlerin satın alma kararlarına etkisi	2
Şekil 2.1. Satın alma için bir alternatif süreç modeli	7
Şekil 2.2. İhtiyacın değiştirilip yeniden satın alma siparişi verilmesi örneği	7
Şekil 2.3. Satın alma sürecinin adımlarının toplam maliyet üzerindeki etkileri	8
Şekil 2.4. Genel tedarikçi seçim süreci	14
Şekil 2.5. Bir tedarikçi ilişkileri yönetimi için use-case diyagramı	24
Şekil 2.6. Genel tedarikçi yeterlilik analizi iş akışı.....	27
Şekil 2.7. Tedarikçi fiyat onaylama iş akışı	28
Şekil 3.1. Tedarikçi seçimi için kriterlerin hiyerarşisi	37
Şekil 4.1. Bir A sayısının güven aralığıyla ifadesi	48
Şekil 4.2. Konveks normal bir bulanık sayı	49
Şekil 4.3. Üçgensel bulanık bir sayı $A=(a_1, a_2, a_3)$	50
Şekil 4.4. Kısa, uzun, orta bulanık kümelerin üyelik fonksiyonu	51
Şekil 4.5. Kısa, orta, uzun normal kümelerin karakteristik fonksiyonu.....	51
Şekil 4.6. Dilsel değişken örneği.....	52
Şekil 5.1. Tedarikçi yeterlilik analizi bulanık karar destek sistemi akış diyagramı...72	
Şekil 5.2. Tedarikçi tanımlama tabloları ve ilişkileri	73
Şekil 5.3. Fiyat bulanık değişkeni ve bulanık küme ilişkileri	75
Şekil 6.1. Tedarikçi genel bilgileri giriş arayüzü	84
Şekil 6.2. Tedarikçi mali ve kalite bilgileri girişi arayüzü	85
Şekil 6.3. Tedarikçi teknoloji verileri girişi arayüzü.....	85

Şekil 6.4. Tedarikçi referans ve numune bilgileri girişi arayüzü	86
Şekil 6.5. Satıcının ürün yelpazesi giriş arayüzü	88
Şekil 6.6. Fiyat dilsel değişkeni için bulanık kümelerini tanımlama arayüzü	90
Şekil 6.7. Temin süresi dilsel değişkeni için bulanık kümelerini tanımlama arayüzü	90
Şekil 6.8. Verilerin bulanıklaştırılması modülü arayüzü	91
Şekil 6.9. Tedarikçilerin malzeme fiyatı için bulanık kümeleri ve üyelik dereceleri veritabanı kayıtları	92
Şekil 6.10. Tedarikçilerin malzeme temin süresi bulanık kümeleri ve üyelik dereceleri veritabanı kayıtları	92
Şekil 6.11. Kural seti ve detay satırları	93
Şekil 6.12. Tedarikçilerin bulanık olmayan (kesin) verileri	94
Şekil 6.13. Bulanık kural setine uyan tedarikçi listesi	94
Şekil 6.14. Temin süresi avantaj kuralı sonucu.....	95
Şekil 6.15. Klasik sorgu sonucu	96
Şekil 6.16. Tedarikçi bilgi formu	97

TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1. Satın alma durumlarının sınıflandırılması	9
Tablo 2.2. Satınalma portföy matrisi.....	10
Tablo 2.3. Satın alma uzmanlarının verilecek kararlarla ilişkili yetenekleri	11
Tablo 2.4. Satın almada stratejik önemin seviyesini yeterlilik analizi öğeleri.....	12
Tablo 2.5. Farklı pazarların durumu	16
Tablo 2.6. Tedarikçi seçim kararları sınıflandırması	17
Tablo 2.7. Satın alma tipleri ve tedarikçi seçim safhaları	18
Tablo 3.1. Dickson'ın tedarikçi seçim kriterleri	30
Tablo.3.2. Dört ürün tipine göre ortalama kriter önemleri.....	33
Tablo 3.3. Kategorik metod düzenleme şablon örneği	36
Tablo 3.4. AHP'de kullanılan önem dereceleri.....	37
Tablo 3.5. Ağırlıklar için ikili karşılaştırma matrisi	37
Tablo 3.6. ISM örneği için kriterler	38
Tablo 3.7. Ulaşılabilirlik matrisi	39
Tablo 3.8. Tedarikçi seçim kriterleri sınıflandırması.....	39
Tablo 4.1. Profil kümesi.....	57
Tablo 4.2. Uzmanlık alanı için benzerlik matrisi	58
Tablo 4.3. İhtipinin iz düşün kümesi	61
Tablo 4.4. Seçme sorgusu sonucu oluşan tablo.....	61
Tablo 4.5. Sorgu sonucu.....	62
Tablo 4.6. Eşitlik sorgusu sonucu oluşan tablo.....	62

Tablo 4.7. İş alanlarına göre şirket kayıtları	63
Tablo 4.8. Profil kümesi ile iş kümesi arasındaki birleşim	64
Tablo 4.9. Profil ve iş kümeleri arasındaki bulanık birleştirme	65
Tablo 4.10. Bulanık kümelerde gereksiz veya fazla satırlara örnek	66
Tablo 4.11. C özellik alanına olan benzerlik matrisi	66
Tablo 5.1. Tedarikçi firma tanımlama bilgileri	73
Tablo 5.2. Dilsel değişkenler ve bulanık küme tanımlamaları.....	74
Tablo 5.3. Fiyat bulanık kümeleri ve kayıtlar için küme üyelik dereceleri	76
Tablo 5.4. Fiyat= Çokkuz Sorgu Sonucu	77
Tablo 5.5. Tedarikçi Kalite Belgeleri.....	78
Tablo 5.6. “ISO9001 EŞİT VAR” kuralı sonucu	78
Tablo 5.7. Birleşik sorgu için oluşan dinamik dizi	79
Tablo 5.8. Fiyat EN FAZLA Pahalı kuralı için işlemler.....	80
Tablo 5.9. Fiyat EN FAZLA Pahalı kuralına uyan tedarikçi listesi ve sıralaması.....	81
Tablo 5.10. Çok kriterli çok satırlı kural için dinamik dizi yapısı	81
Tablo 5.11. Bütünleşik kural için dinamik dizi yapısı	83
Tablo 5.12. Kurala uyan “Onaylı Tedarikçi” listesi.....	83
Tablo 6.1. Değerlendirme skalası.....	96
Tablo 6.2. Tedarikçi verileri.....	98
Tablo 6.3. Anket değerlemesine göre tedarikçi puanları	98

ÖZET

Anahtar kelimeler: Tedarikçi Yeterlilik Analizi, Bulanık Mantık, Karar Destek Sistemi.

Tedarikçi seçiminin bir parçası olan Tedarikçi Yeterlilik Analizi süreci, firma Satın Alma bölümü tarafından firmanın çalışabileceği tedarikçilerin niteliklerinin belirlenmesini ve aday tedarikçilerin bu nitelikleri sağlama durumlarına göre onaylanıp onaylanmamasına karar verilmesini düzenleyen bir süreçtir. İmalatçı firmalar, tedarikçilere daha bağımlı hale geldiklerinden, tedarikçi yeterliliği analizi ve seçim süreci büyük önem kazanmaktadır. Bu süreç, pazarın küreselleşmesi sebebi ile giderek daha da karışık hale gelmektedir.

Bölüm 3'te Tedarikçi yeterlilik analizi ve seçiminde kullanılan kriterler ve yöntemler literatüre dayanarak açıklanmıştır. Yapılan incelemeler sonucunda, bu teknikler hakkında üç temel eleştiri yapılabilir: Tam olarak tarafsız olmamaları, özellikle sayısal verilerin tam olarak belirlenemediği durumlarda gerçek çalışma hayatına uygulamalarının zor olmaları ve iş hayatının esnekliğini tam olarak yansıtamamaları. Bu çalışmada, literatürde görülen eksiklikleri de gidermek amacıyla tedarikçi yeterlilik analizinde “bulanık mantık” kullanan bir karar destek sistemi geliştirilmiştir.

Bölüm 4'te, Bulanık mantığın kesinlik içermeyen ve belirsiz bilgiyi işleme gücü ile ilgili temel bilgiler verilmiş ve veritabanlarına uygulamaları açıklanmıştır.

Bölüm 5'te geliştirilen tedarikçi yeterlilik analizi karar destek sisteminde bulanık mantığın kullanımının uygunluğu gösterilmiş; sistemin tasarım ve analizi yapılmıştır.

Bölüm 6'da geliştirilen sistemi örnek verilerle gösterilmiştir.

Son bölümde elde edilen sonuçların diğer yöntemlerle karşılaştırılması yapılmış ve sistemin geliştirilmesine yönelik öneriler sunulmuştur.

A FUZZY DECISION SUPPORT SYSTEM TO SUPPLIER CAPABILITY ANALYSIS IN MANUFACTURING INDUSTRY

SUMMARY

Key Words: Supplier Capability Analysis, Fuzzy Logic, Decision Support System.

Supplier Capability Analysis which is a part of supplier selection is a process to determine supplier attributes that firm can work together and to approve or not these candidates depending upon providing these attributes. Manufacturing firms became more dependent on suppliers, supplier capability analysis and selection process becomes more important. This process is getting more complex because of globalization.

In Section 3, Supplier Capability Analysis/Selection criteria and methods explained based on literature. As a result of research, three basic shortages founded out about the technics: First, not being accurately objective; second, not being applied to real work life especially under the cases where numerical data can not be determined explicitly; And third, not reflecting exactly the flexibility of work life. In this thesis, to eliminate the deficiencies in literature, a decision support system using fuzzy logic in supplier capability analysis has been developed.

In Section 4, Fundamental information related to the fuzzy logic's explicit and vague data process power and how to implemented it in databases has been explained.

In section 5, In the decision support system which is being developed, appropriateness of the using fuzzy logic has been pointed out. And system analysis and design have been outlined. In section 6, the implemented system has been presented with sample data.

At the last section, obtained results have been compared to other methods' and some improvement proposals have been offered.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Günümüzün rekabet koşulları, teknolojinin gelişimi, dünya pazarlarının yakınlaşması ve şirketlerin daha bilinçli olmaları, müşterilerin, daha yüksek kalitede ürünü daha ucuza temin etmek, zamanında teslim almak ve kusursuz bir satış sonrası servis almak gibi etkenleri ile Satın alma fonksiyonunun önemi sürekli olarak artmaktadır.

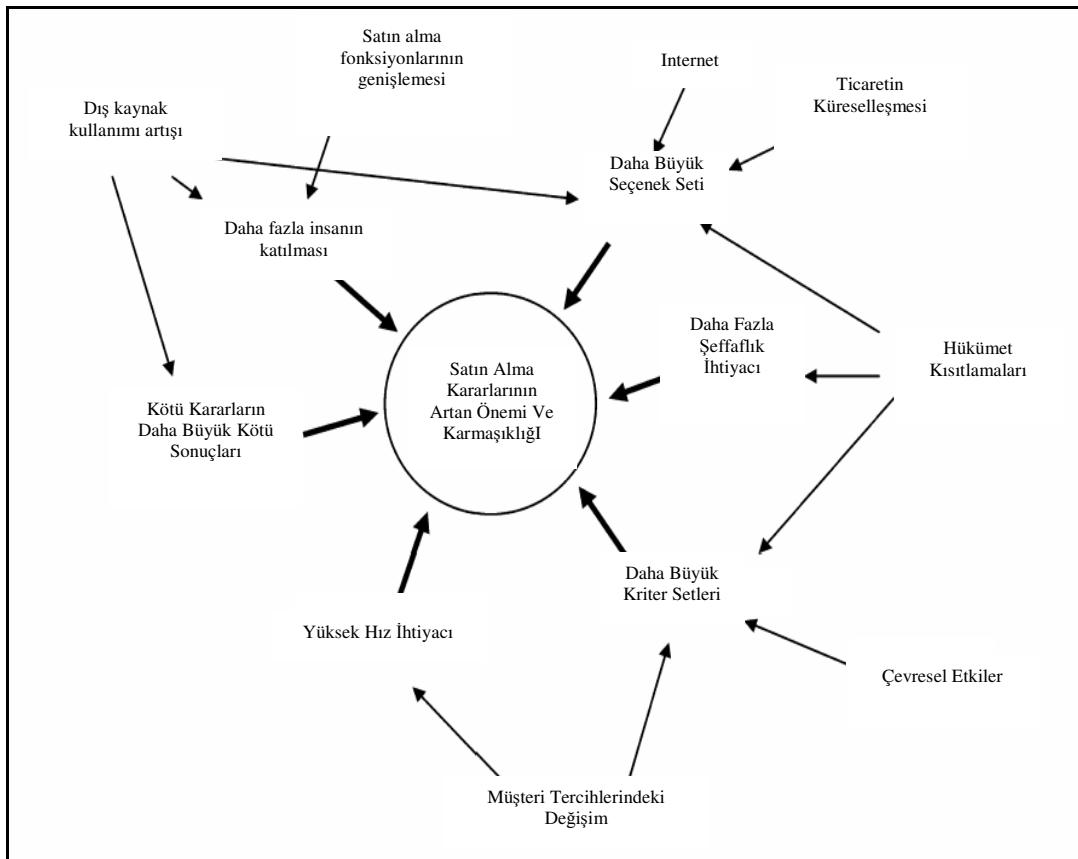
Bu koşulları sağlayabilmek için rekabet eden üreticiler, giderek üretim stratejilerinde bile köklü değişiklikler yapmak zorunda kalmışlardır. Şirketler ayakta kalabilmek ve büyüyebilmek için ana işlerine yoğunlaşmak ve paydaşları ile daha iyi ilişkiler geliştirmek durumunda kalmışlardır. Günümüzdeki işletmelerin dünya çapında pazar payı kapma yarışı ve sanki kendi bölgelerindeki gibi rahatça iş yapabilme istekleri birkaç yıl önce Tedarik Zinciri Yönetimi (TZY) kavramını literatürümüze eklemiştir.

Tedarik Zinciri Kurulu'na (Supply-Chain Council (SCC)) göre TZY, “Tedarik Zinciri ve bu zincir içinde yer alan tüm şirketlerin uzun vadeli performanslarını arttırmak amacıyla, söz konusu şirketlere ait işletme fonksiyonları ve planlarının, zincirdeki tüm şirketleri kapsayacak şekilde, sistematik ve stratejik koordinasyonudur. TZY'nin başlıca amacı ürünün oluşturulmasında zincirdeki tüm organizasyonların aynı amaçlar doğrultusunda çalışarak maliyet, fayda, zaman vb. açılardan en etkin yolların seçilmesidir”[1]. Dolayısıyla zincirdeki tedarikçiler, üreticiler, bayiler, dağıtıcılar gibi ortakların artık birbirinden bağımsız çalışan birer organizasyon olarak düşünülmesi imkânsızdır. Aksi takdirde zincirdeki bütünlük, aynı amaca hizmet ilkesi yıkılmış olacak ve bu tüm zincir üyelerini başarısızlığa sürükleyecektir.

Sağlıklı işleyen bir tedarik zinciri ile tedarikçi-şirket-müşteri arasındaki bilgi, malzeme ve hizmet akışının optimum performans ve minimum maliyetle gerçekleşebilir. Ancak böyle bir tedarik zinciri sayesinde şirketler pazara belirli

ürünleri ilk olarak sunma, maliyet ile rekabet avantajı sağlama, verimli kaynak kullanımı ve yüksek müşteri memnuniyeti gibi faydalar elde edeceklerdir [2].

Tüm bu gelişmelerle birlikte Satın alma fonksiyonundan ve satın almacıdan beklenenler sürekli olarak artmaktadır. Önceleri destek fonksiyonu olarak görülen Satın alma, 21.yy.da yüksek rekabet ortamında ayakta kalabilmek ve büyüebilmek için ana fonksiyonlardan birisi olarak görülmektedir [3]. Satınalma fonksiyonunun artan önemi ile birlikte, satınalma kararı daha da önemli bir hale gelmiştir. Şirketler tedarikçilere daha bağımlı hale geldikçe kötü karar vermenin direkt ve dolaylı sonuçları daha ağır hale gelmektedir. Şekil 1.1 dünyadaki değişimlerin satın alma kararlarının üzerindeki karmaşıklık ve önem bakımından etkilerini göstermektedir [4].



Şekil 1.1. Artan değişimlerin satın alma kararlarına etkisi [4]

Şirketler her geçen gün daha fazla satın alma kararı vermektedirler. Satın alma sadece malzeme alımı ile sınırlı değildir. Satın alma fonksiyonunun, malzemelerin,

parçaların ve hizmetlerin özelliklerinin belirlenmesinde ve tedarik edilmesinde büyük bir etkisi vardır [5]. İlk olarak genel hizmetler (servis, yemek, güvenlik...) ile başlayıp, bilişim hizmetleri ile devam eden dış kaynak kullanımının günümüzde bazı şirketlerde, lojistik, ar-ge faaliyetlerinin tedarik edilmesi noktasına ulaşmıştır. Şirketler satın alma, yolunu genelde bir işi kendilerinden daha iyi yapanlar bulunduğu ve katlanılan maliyet farkını kapatamayacak duruma geldiklerinde seçeceklerdir. Başarılı satınalma sürecinin faydaları; sermaye ve işgücü maliyeti azaltımı, ana işlere odaklanma, verimlilik artışı, yönetim kolaylığı, risk azaltımı ve daha hızlı hareket olacaktır.

Bir firmanın imalat yeterliliği, firmanın çalışanları, tecrübesi, süreçleri, sistemleri ve ekipmanlarına bağlıdır. Bu yeterlilikler firmanın kendi iç kaynaklarından veya tedarikçiler gibi dış kaynaklardan elde edilebilir[6, 7]. Etkili ve verimli satın alma 5 adet doğrunun bir araya gelmesi ile gerçekleşmektedir; Fiyat / Kalite / Kaynak / Zaman / Miktar [8]. Bu doğrular içerisinde 'kaynak' yani tedarikçi, diğer dört faktörü de etkilediğinden, en önemli nokta olarak sayılabilir.

21. yy'da satın alma stratejileri şirket ana stratejilerine uyumlu şekilde oluşturulmalıdır. Aynı zamanda bağımsız olarak değil de, üretim, teknik, ar-ge, satış-pazarlama gibi fonksiyon stratejileri ile birlikte ele alınmalıdır [3]. Firmanın uzun dönem stratejisini ve rekabet pozisyonunu destekleyebilen tedarikçilerin yeterliliklerinin analizi ve seçiminde toplam stratejik başarıda, satın alma fonksiyonu anahtar role sahiptir [9]. Tedarikçi seçimi satın almanın en temel hatta en önemli konularından bir tanesidir [10]. Satın alma fonksiyonunun önemi ve firmanın tedarik zincirindeki bireysel unsurlardan ziyade tüm tedarik zincirini etkili kılmaya etkisinin olduğunun kabul edilmesi, satın almanın gerçekten stratejik olduğunu göstermektedir [3].

Satın alma kararı verildikten sonra pazardaki potansiyel tedarikçiler çeşitli kriterlere göre analiz edilmelidirler (kapasite, kalite yönetimi, teknoloji, üretim verimliliği, maliyet analizi, pazardaki yeri, referansları...). Bu analizler neticesinde belirlenecek tedarikçiler hedefler doğrultusunda seçilmelidir. Seçim esnasında sadece bugünün en iyi tedarikçisi değil gelecekte de bu durumunu koruyabilecek veya bu duruma

gelebilecek durumdaki potansiyel arz eden firmalar seçilmelidir [11].

Literatürde tedarikçi seçiminde birçok kuramsal veya deneysel farklı teknik kullanımı vardır. Bu teknikler basit skor tekniğinden, matematiksel programlama tekniklerine ve günümüzde yapay zekâ tekniklerinin kullanımına kadar geniş bir çeşitlilik göstermektedir. Tedarikçi yeterlilik analizi sürecinde, firma Satın alma bölümü tarafından firmaya özel tedarikçi nitelikleri belirlenir ve aday tedarikçilerin bu nitelikleri sağlama yeterliliklerine göre onaylanıp onaylanmamasına karar verilir. Süreci etkileyen kriterler birden fazla ve birbiri ile çelişen nitelikte olabildiği için tedarikçi yeterlilik analizi, birçok kriterli karar verme problemidir. Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri kriterlere çeşitli önem dereceleri vererek alternatifleri değerlendirmek için karar vericilere destek sağlar [12].

İş hayatında tedarikçi seçimi için kullanılan girdiler, kesin olarak bilinemez. Karar verme sürecinde kullanılan birçok kriter ve kısıtı tanımlarken “ucuz”, “yüksek kaliteli”, “tedarik süresi kısa” gibi belirsiz terimler kullanılır. Deterministik modeller bu belirsiz terimlerle işlem yapmak için yetersiz kalmaktadırlar.

Bulanık mantık, adından da anlaşılacağı gibi Aristo mantığındaki iki değerli kesin çıkarımlardan çok yaklaşık çıkarımlar elde edilen bir mantıktır. Dolayısıyla, doğal dil ile yapılan ve genellikle kesinlik içermeyen önermeler ile çıkarım yapabilmeyi sağlayan yapısı ile insan karar vermesini modellerken daha gerçekçi çözümler geliştirmeye olanak sağlar.

Bu çalışmada, tedarikçi yeterlilik analizi probleminin doğasında nicel yargılardan çok nitel yargılar kullanıyor olması (ucuz, yüksek kaliteli, yakın, vb) ve sistemin kurallara bağlı olarak geliştirmeye yatkın olması nedenleri ile bulanık mantık kullanımı tercih edilmiştir.

Tez çalışmasında öncelikle tedarik fonksiyonunun günümüzde firmalar için önemi aktarılmış; bununla bağlantılı olarak tedarikçi yeterlilik analizi ve seçim süreci, süreçte kullanılan kriter ve metodlar literatür yardımıyla açıklanmıştır. İzleyen bölümlerde Bulanık Mantığın genel tanımından sonra klasik veritabanlarında bulanık mantık kullanımı hakkında bilgi verilmiş ve bu bilgiler ışığında tedarikçi yeterlilik

analizi analizi için bulanık karar destek sisteminin nasıl tasarlandığı anlatılmıştır. Son olarak oluşturulan karar destek sistemi örnek ile açıklanmıştır.

İmalat Sektöründe Bulanık Karar Destek Sistemi ile Tedarikçi Yeterlilik Analizi , Borland Delphi 7.0 ® programlama dilinde ve MS SQL Server 2000 ® Veri Tabanı Yönetim Sistemi kullanılarak hazırlanmıştır.

Programın yapısı temelde üç ana bölümden oluşmaktadır: Birincisi, Tedarikçilerin bulanık olmayan verilerinin alındığı modül; ikincisi, bulanık girdiler için bulanık bilgi tabanının oluşturulduğu modül, üçüncüsü ise bulanık kuralların oluşturularak karar sorgusunun yapıldığı modüldür.

Bu çalışmada önerilen sistem, diğer çalışmalardan iki yönü ile farklıdır. Birincisi diğer çalışmalarda odak nokta her ürün için en iyi tedarikçiyi bulma ve seçme yönündedir; bu çalışmada ise çok malzeme için çok tedarikçiyi desteklemektedir. İkincisi ise, kural tabanlı bir karar desteği sağladığından dolayı iş hayatının gerçeklerine dayalı kurallar düzenlenerek daha gerçekçi bir model sunar. Örneğin koşullar gereği bir malzemeyi en uygun fiyata taahhüt eden bir tedarikçi daima en iyi tedarikçi olmayabilir. Bu durumda sistem sıralamaya göre en iyi olmayan bir tedarikçiyi göz ardı etmemelidir. Kurallar farklı şekilde düzenlenerek stratejik tedarikçi ve taktik tedarikçiler için farklı kural cümleleri tanımlanabilmektedir.

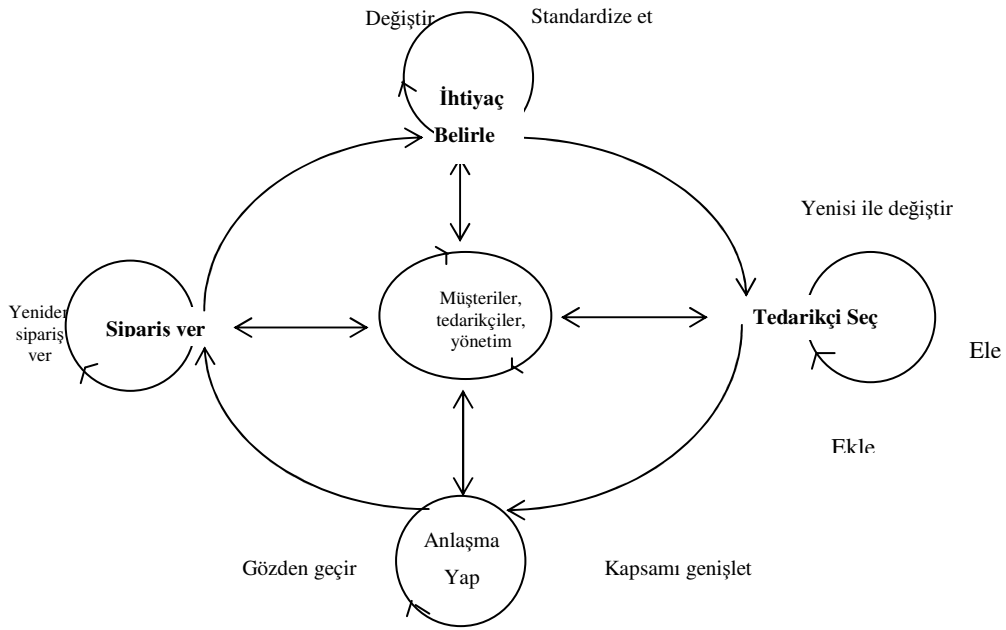
BÖLÜM 2. TEDARİK FONKSİYONUNUN GELİŞİMİ, TEDARİKÇİ SEÇİM SÜRECİ VE FİRMALAR AÇISINDAN ÖNEMİ

Tedarik zincirini ve bir değer zincirini ilk olarak ilgilendiren süreç satın alma sürecidir. Bu sebeple tedarikçi yeterlilik analizi, seçimi ve değerlendirmesi, satıcılarla iletişim aktiviteleri satınalma fonksiyonunun çalışmalarının odak noktası haline gelmiştir [13].

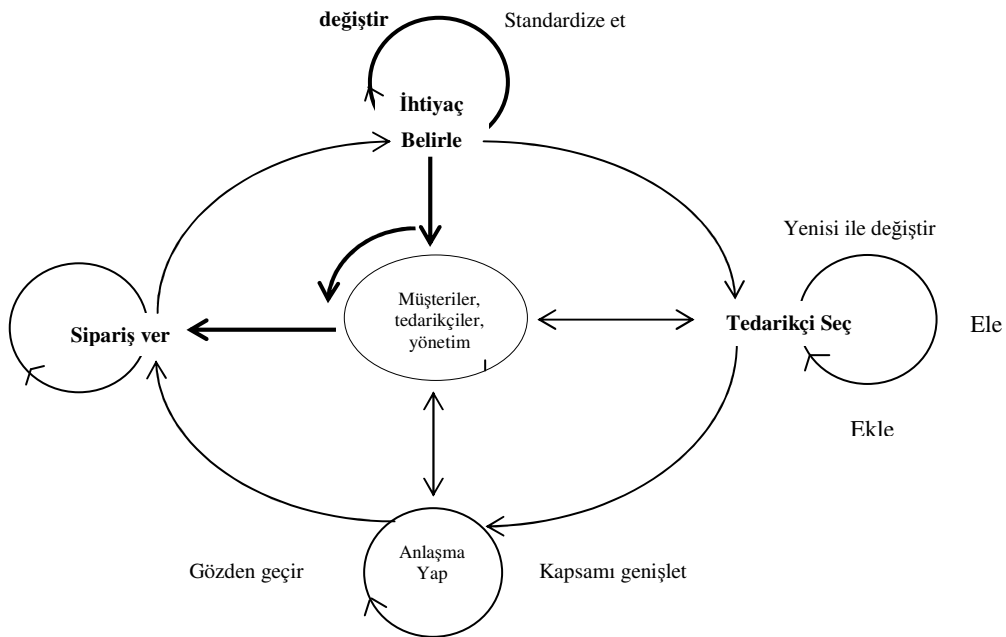
Yirmi yılı aşkın bir zamandır, ekonomilerdeki küreselleşme ve bilişim sektöründeki gelişmeler satın alma kararlarını zorlaştırmıştır [14]. Satın alma maliyeti tedarik zinciri içerisinde yüksek bir yüzdeye sahiptir. Harvard Business Review’ de yayınlanan bir makaleye göre “Satın alınan ürün ve hizmetlerin maliyeti, işletmenin toplam maliyetinin %60’ndan fazlasını oluşturmaktadır. Çelik üretim işletmeleri için bu oran %75’lere; petrokimya endüstrisi için ise %90’lara çıkabilmektedir. Satın alma maliyetlerindeki %5’lik bir azalma, karda %30’luk bir artışa sebep olabilecek bir etkiye sahip olabilmektedir” [15].

Tedarik fonksiyonu ilk olarak tedarikçilere ürün veya hizmet için harcadıkları bütçe veya devir hızının artmasını etkilemesinden dolayı fark edilir derecede önemli hale gelmeye başlamıştır. Çünkü satın alınan ürün ve hizmetin değeri, firmanın devir hızı için oldukça büyük bir katkı sağlamaktadır [13, 16].

Tedarik fonksiyonunun altı temel işlemi vardır: 1) İhtiyacın belirlenmesi, 2) tedarikçi seçimi, 3) anlaşma düzenlemek, 4) sipariş vermek, 5) izleme/değerlendirme, 6) eleme/ yeniden sipariş etme. Satın alma süreci faaliyetleri uygulayıcılara göre değişebilmektedir. Şekil 2.1’ de bu işlemlerin çeşitliliğini gösteren alternatif bir model görülmektedir [17].



Şekil 2.1. Satın alma için bir alternatif süreç modeli [17]



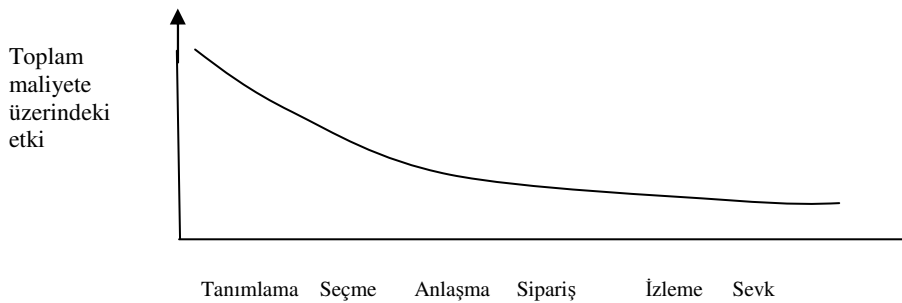
Şekil 2.2. İhtiyaçın değiştirilip yeniden satın alma siparişi verilmesi örneği [17]

Şekil 2.1.'de görüldüğü gibi, tipik satın alma sürecinin ana faaliyetleri ihtiyaç yeterlilik analizi, tedarikçi seçme, anlaşma yapma ve sipariş verme yanında diğer faaliyetler modele eklenmiştir.

Ayrıca alternatif model, satın alma uzmanları kadar tedarikçiler ve iç müşterilerin de satın alma sürecine katıldığını göstermektedir [17].

Buna göre, Şekil 2.2.'de verilen örnekte görüldüğü gibi; ihtiyacın özellikleri değiştirilip, değiştirilen ürün mevcut bir tedarikçiden sipariş edilebilir. Bu durumda yeniden kontrat yapılmaz. Buna benzer olarak daha geniş veya daha dar birçok satın alma süreci model üzerinde gerçekleştirilebilir.

Satın alma fonksiyonu, toplam maliyeti düşürerek dolaylı olarak firmanın karını artırır ve uzun dönemli pozisyonunu güçlendirir. Tedarikçi tabanlı proaktif yönetim, sürekli olarak alternatif malzemeler araştırır ve tedarikçiyi tasarım ve geliştirme aşamalarına dâhil eder. Bu sayede sadece maliyette önemli derecede bir azalma değil, aynı zamanda ürünün ve prosesin kalitesinde iyileşme ve firmanın yenilikçi gücünde artış sağlanmaktadır[2,3,7,10]. Şekil 2.3. de satın alma süreç adımlarının toplam maliyete etkisi görülmektedir.



Şekil 2.3. Satın alma sürecinin adımlarının toplam maliyet üzerindeki etkileri [17]

Şekil 2.3'te görüldüğü gibi, tasarruf potansiyeli başlangıç adımlardan operasyonel adımlara geçtikçe azalmaktadır[17].

Satın alma kararlarının karmaşıklığı ile ilgili birçok araştırmacı çalışmalar yapmıştır[18, 19, 20]. Bu çalışmalara göre satın alma durumları, karakteristiklerine

bakılarak temel olarak üç kategoriye ayrılmıştır. Tablo 2.1.'de bu satın alma durumlarının karakteristiklerine göre sınıflandırılması gösterilmiştir.

Tablo 2.1. Satın alma durumlarının sınıflandırılması [18]

Yeni Alım Durumu	Tümü ile yeni ürün/hizmet; daha önce bir deneyim yok Bilinen tedarikçi yok Spesifikasyonlar ile ilgili belirsizlik çok yüksek seviyede Çok karmaşık problem çözümü; grup karar verme
Değiştirilmiş Tekrar Alım	Tanınan tedarikçilerden yeni ürün/hizmet alınması Yeni tedarikçilerden mevcut ürünün değiştirilerek satın alınması Spesifikasyonlar ile ilgili belirsizlik orta seviyede Daha az karmaşık problem çözümü
Doğrudan Tekrar Alım	Spesifikasyon ve tedarikçilerle ilgili çok iyi derecede bilgi ve tecrübe Mevcut kontrat ve anlaşmaların içine yeni bir sipariş ekleme

Yeni alım, değiştirilmiş tekrar alım ve doğrudan tekrar alım arasındaki fark belirsizlik seviyelerinin de farklı olduğudur. Tablodan da görüleceği gibi, yeni alım durumundaki belirsizlikler diğer durumlara göre daha fazladır ve çok daha karmaşıktır ve risk içerir.

Satın almanın karmaşıklığı kadar önemini de dikkate alarak farklı boyutları içeren başka bir kullanışlı yöntem, portföy yaklaşımıdır [21]. Bu yaklaşımda; satın alma durumunun önemi ve karmaşıklığını etkileyen iki faktör kar etkisi ve tedarik riski olarak belirlenmiştir.

Kar etkisi; satın alınacak ürün veya hizmet ile ilgili beklenen para miktarı ve satın alınan ürün veya hizmetin son ürünün kalitesine olacak etkisi gibi elemanları içerir.

Tedarik riski; göz önünde bulundurulmuş ürün/hizmetlerin uygunluğu ve potansiyel tedarikçi sayısı gibi göstergeleri içerebilir.

Bu faktörlerin değerlerine bağlı olarak, satın alımlar, stratejik, darboğaz, değişken ve

rutin olarak sınıflandırılabilir. Aşağıda bulunan Tablo 2.2 satınalma portföy matrisine göre sınıflandırmayı göstermektedir.

Tablo 2.2. Satınalma portföy matrisi [21]

	Düşük Tedarik Riski	Yüksek Tedarik Riski
Düşük Kar Etkisi	<p>Rutin Parçalar</p> <p>Çok Tedarikçi Modern satınalma prosedürleri Sistemlerin anlaşması Otomatik hale getirme /yetki verme</p>	<p>Darboğaz Parçalar</p> <p>Tekelci Tedarik Pazarı Uzun dönemli anlaşma Dahili alternatifler geliştirme Acil durum planlaması</p>
Yüksek Kar Etkisi	<p>Değişken parçalar</p> <p>Birçok uygun tedarikçi Rekabetçi teklifler Kısa dönemli anlaşmalar</p> <p>Aktif kaynak kullanımı</p>	<p>Stratejik parçalar</p> <p>Az tedarikçi (değiştirmesi güç) Orta/Uzun dönemli anlaşmalar Tedarikçi geliştirme/ ortaklık (harici alternatifler geliştirme) Sürekli gözden geçirme</p>

İş ortamının, iş yapısının ve stratejilerinin değişmesi ile satın alma fonksiyonu giderek gelişmiş ve bu durum satın alma uzmanlarından beklenen becerilerin de değişmesini gerektirmiştir. Artık, satın alma uzmanlarının sadece satın alma prosedürleri ile ilgili derin bir bilgiye sahip olmaları yeterli olmayıp aynı zamanda üretim, finans, lojistik, pazarlama gibi birçok farklı disiplinden derin bilgiye sahip olmaları gerekliliği vardır [16]. Satın alma fonksiyonunun aktivitelerinin genişlemesi yüzünden satın alma kararlarına fazla sayıda karar vericinin katılmasına sebep olmaktadır. Bu da satın alma kararlarını sübjektiflikten kurtarmak için karar modellerinin uygulanması gerekliliğini zorunlu hale getirmiştir. Satın alma uzmanlarından beklenen yetenekler Tablo 2.3.' te gösterilmiştir.

Tablo 2.3. Satın alma uzmanlarının verilecek kararlarla ilişkili yetenekleri [16]

Satınalma Uzmanlarının sahip olması gereken önemli özellik:	Karar modellerinin amaçları		
	Kanıtlama, açıklama, İletişimsel kararlar	Öğrenme, mevcut şartları ve geçmiş kararları anlama	Tutarlılığın ve doğrudan analizin artımı yoluyla daha iyi karar verme
1. Personel arası iletişim	+	+	
2. Müşteri odaklılık	+		
3. Karar verme yeteneği		+	+
4. Pazarlık yapma	+	+	+
5. Analitik düşünme		+	+
6. Değişimi yönetme		+	+
7. Uyuşmazlığı çözme	+	+	
8. Problem çözme			+
9. İkna etme ve etkileme	+		
10. Bilgisayar okuryazarlığı	+		

Küreselleşme, satın alma fonksiyonunun seçim setini genişletmiştir, küreselleşme ile potansiyel müşteri kitlesi ve tedarikçi kitlesi artmıştır. Değerlendirilecek ve seçilecek potansiyel tedarikçi setinin büyümesi satın alma kararlarını direkt olarak etkilemekte ve karmaşık hale getirmektedir [22].

Satın alma karar setini genişleten diğer bir etken İnternet'tir. İnternet'in sosyal yaşamı ve iş yaşamını etkilemeye devam edeceği beklenmektedir. Bu durumda satın alma fonksiyonunu da etkileyeceği kuşkusuzdur. Pazar araştırması, ürün spesifikasyonlarının formülasyonu, tedarikçiler hakkında bilgi vb. birçok amaçla satın almacıya geniş perspektifte bilgi sağlama yüzünden satın almacı daha fazla alternatifi karşılaştırıp karar verme durumunda kalacaktır [23].

Pazarın hızlı değişen ihtiyaçlarını karşılayabilmek için hızlı karar alınması gerekliliği söz konusu olmuştur. Yeni ürünlerin piyasaya sürülmesi ve teknolojik gelişme sayesinde müşterilerin ürün ve hizmetlerden beklentileri artmakta müşteri davranışı değişmektedir. Bu yüzden firma bu hıza ayak uydurabilmek için tedarikçilerle çalışmak durumunda kalmakta ve tedarikçilerinden beklentileri de giderek artmaktadır [22].

Satın alma fonksiyonu pazarın fiyat, kalite, esneklik gibi artan ihtiyaçlarını eşzamanlı olarak karşılama ile direkt ilişkilidir (Tablo 2.4) [9, 24].

Tablo 2.4. Satın almada stratejik önemin seviyesini yeterlilik analizi öğeleri [9]

Öge	Açıklama
Kalite Ürün Güvenirliği Ürün dayanıklılığı Teknik özelliklerin uygunluğu	Güvenilir girdi sağlayacak tedarikçi kabiliyeti İşletmeye dayanıklı ürünler sağlayabilecek tedarikçinin kabiliyeti Tedarikçilerin spesifikasyonlara uygun hale gelebilme kabiliyeti
Dağıtım Hızlandırma Yeni ürünün gelişim süresi TZÜ Dağıtımın hızı Dağıtımın güvenirliliği Uzaklık	Sırayı çabuklaştırmada tedarikçinin isteklilik ve yeteneği Bir tedarikçinin yeni ürünü geliştirme süresinin toplamı TZÜ dağıtım sağlamada tedarikçi yeteneği Tedarikçinin bir siparişi ne kadar çabuk dağıtabileceği Tedarikçinin güvenilir bir şekilde ürünleri söylenen tarihte dağıtabilmesi Tedarikçinin lokasyonu
Esneklik Birim esneklik Karma esneklik Değişiklik esnekliği	Sipariş değerlerini değiştirmede tedarikçi için fiyat, isteklilik ve yetenek Sipariş edilen öğelerin dağılımını değiştirmede tedarikçi yetenek, fiyat ve isteklilik Var olan ürünlerde tasarım değişikliği yapmada ya da yeni ürünler tasarlamada tedarikçinin kabiliyeti
Maliyet Toplam maliyet Maliyet bilgisi Rekabet fiyatı	Fiyat, ulaşım, denetleme, test etme, tedarikçi uygunsuzluğunun maliyeti, müşterinin iade ettiği mallar ve diğer ortak maliyetleri içeren unsurlarla ilgili toplam maliyet Maliyet verilerini paylaşmada tedarikçinin istekliliği ve yeteneği Bir öğenin birim fiyatı
Yenilik Ürün yeniliği Teknolojik yeterlilik Teknoloji paylaşımı	Var olan ürünlerde tasarım değişikliği yapmada ya da yeni ürünler tasarlamada tedarikçinin kabiliyeti Tedarikçinin sahip olduğu ve ürünlerinde kullanmaya istekli olduğu teknolojik kapasite Anahtar teknolojik bilgiyi paylaşmada tedarikçinin istekli olması

Kalite: Tedarikçi kalitesi yıllardır tedarikçi seçimi sürecinde öncelik olmuştur. Kalite faktörü, güvenilir, dayanıklı girdiler sağlamada ve firmaların şartnamelerine uymada bir izlenebilir bir standart getirir.

Dağıtım: Dağıtım faktörü, alıcı firmaların tedarikçi seçimi ve tedarikçi performans izleme sürecinde dağıtım kriterlerinin önemine dayanarak ölçülür:

Maliyet: Maliyet faktörü, alıcı firmaların tedarikçi seçimi ve kayıt altında tutma sürecinde birim maliyet, toplam maliyet ve bu maliyetlerin paylaşımı boyutlarına dayanarak ölçülür.

Esneklik: Esneklik faktörü, alıcı firmaların tedarikçi seçimi ve kayıt altında tutma sürecinde esneklik boyutlarının önemine dayanarak ölçülür.

Yenilik: Yenilik faktörü, alıcı firmaların tedarikçi seçimi ve kayıt altında tutma sürecinde yenilik boyutlarının öneme dayanarak ele alınır.

Bu talepleri karşılamak için firma, maliyet azaltımı yapmak yanında kalite yönetimi ve lojistik uygulamalarına zorlanmaktadır [8].

Bu alanlarda başarılı olmak satın alma fonksiyonunun sorumluluklarının genişletilmesine bağlıdır ki bu sorumluluklar arasında tedarikçi seçim süreci en önemli sorumluluktur [9, 10].

2.1. Tedarikçi Seçim Süreci

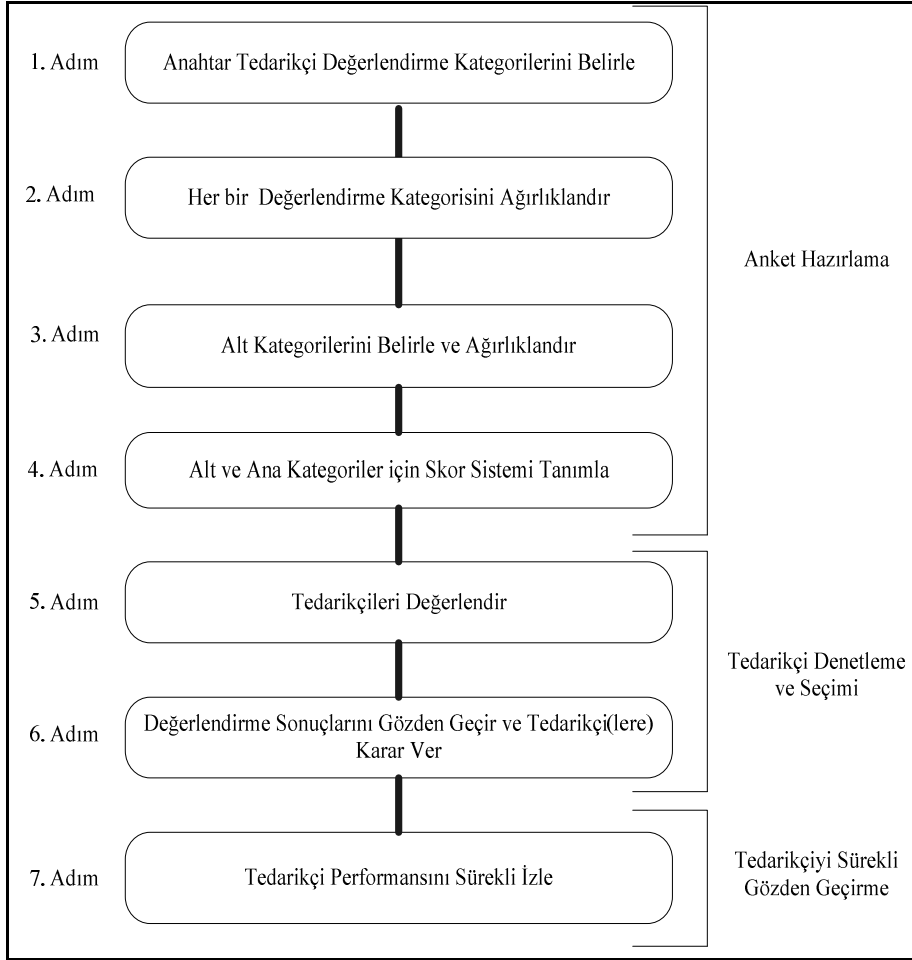
Firmaların kendi işlerinin büyük bir kısmını dış kaynaklara vermeye başlaması ile tedarikçi seçim süreci başlamıştır. Evrensel kaynak arayışı, dış kaynak kullanım stratejisi, stratejik tedarikçi- satıcı ilişkisi, İnternet, e-ticaret vb. gibi etkenler altında tedarikçi seçim kararı giderek karmaşık ve önemli bir duruma gelmiştir.

Tedarikçi seçimi aşağıdaki sebeplerden dolayı giderek daha fazla önemli olmaya başlamıştır:

- Şirketler dışsal satın almaları arttırarak kendi ana faaliyetlerine odaklanmaya çalışmaktadırlar.
- Şirketler tedarikçilere sorumluluk vermeye eğilimlidirler.
- İmalatçıların dikey aralıkları azalmıştır.
- Tam Zamanında Üretim ve Kanban kavramları veya Yalın Yönetim tam güvenilir tedarikçilere ihtiyaç duyar [25].

Firma dış kaynak kullanmaya karar verdiğinde, tedarikçi kategorileri, tedarikçi değerlendirme kriterleri ve performans değerlemesi oluşturulmalı ve düzenlenmelidir [14]. Tedarikçi seçim süreci Şekil 2.4'te görüldüğü gibi, genellikle beş aşama olarak ele alınır: yeni tedarikçi ihtiyacının oluşması; karar kriterlerinin belirlenmesi ve formüle edilmesi; ön değerlendirme (yeterlilik analizi); nihai tedarikçi seçimi ve

sürekli performans izleme [26, 27].



Şekil 2.4. Genel tedarikçi seçim süreci [27]

Satın alma durumunun oluşması, mümkün karar destek araçlarının uygunluklarının ve ilişkilerinin belirlenmesi ile karar verme sürecine somutluk veren bir başlangıç noktasıdır [4]. Satın almanın doğru yapılabilmesi için bir tedarikçi anketi düzenlenmiş olmalıdır. Etkili bir tedarikçi anketi, anlaşılır, tarafsız, güvenilir, esnek, matematiksel hesaplaması kolay vb. gibi özelliklere sahip olmalıdır. Bu şekilde düzenlenmiş anket sürecin doğru sonuç vermesinin anahtarıdır [27].

Tedarikçi yeterlilik analizi ve seçimi süreci esnasında aşağıdaki özellikler dikkate alınmalıdır:

Kriter sayısı ve kriterlerin özellikleri: Satıcı seçimi kararı, karar verme süreci

esnasında çeşitli birçok kriterin göz önüne alınması gerektiğinden dolayı karmaşıktır[4, 11, 12, 26-28]. Kriterler, nicel olduğu kadar nitel boyutlarda da olabilmektedir ve bunlar birbirleri ile çelişebilmektedir. Örneğin stratejik tedarikçi seçimi için, sadece maliyet ve kalite gibi tipik kriterleri değil, 'stratejik uyum', 'gelecek imalat yeterliliği' gibi daha uzun dönemli ve nitel kriterleri dikkate almak gerekmektedir [3, 6, 8, 28,29].

Kararların ilişkileri: Satın alma kararı verildikten sonra birtakım karar aşamaları gerçekleşir. İlk karar, onaylanan tedarikçi setini oluşturmak ve sıraya sokmaktır. İzleyen aşama, bu setin nihai tedarikçi seçilinceye kadar azaltılmasıdır. Bu aşamalar bir kerelik satın alma kararı veya stratejik satın alma kararına göre değişiklik gösterir. Buna ek olarak, satın alma kararı, organizasyonun üretim planlama, kapasite planlama ve finansal planlama gibi diğer fonksiyonel kararları ile bağlantıda olmalıdır [9, 10, 12, 26, 30].

Kullanılan karar tipleri: Genel olarak iki tip karar kullanılabilir: telafi edilebilir kurallar veya telafisi mümkün olmayan kurallar. Telafi edilebilir kurallar optimal sonuca götüren çözümler için söz konusudur. Telafi edilemeyen kurallar ise bir kriterin kötü skorunun başka kriterlerden elde edilen yüksek skorlar ile geçerliliğin sağlanamayacağı türden kurallardır. Satın alma kararları karmaşıktır ve optimallik kriterlerini tam olarak yeterlilik analizi oldukça zordur. Bu yüzden optimal sonuç her zaman en uygun çözüm olmayacaktır [4, 28, 30- 32].

Karar vericilerin sayısı: Karar vericilerin kendi öznel görüşlerini karara taşımaları problemin çözümünü zorlaştırmakta ve objektiflikten uzaklaştırabilmektedir [12, 26, 28, 30, 31].

Çeşitli belirsizlikler: İş yaşamında karar vericiler genellikle belirsizliklerle çalışırlar. Bu belirsizlikler eksik veriler olabildiği gibi geleceğin belirsizliğinden dolayı olasılıklara dayalı kesin olmayan veriler de olabilmektedir [4, 33-35].

Tedarikçi seçimi doğal olarak pazarın karakteristiklerinden etkilenir. Firmanın hangi endüstride faaliyet gösterdiğine göre tedarikçi seçimi değişebilir. Tablo 2.5. tüm mümkün durumları göstermektedir [36].

Tablo 2.5. Farklı pazarların durumu [36]

	Müşteri Firma		
Tedarikçi	Tekel	BireÇok	ÇokaÇok
Tek	Çift taraflı tekel	Talep bireçok – Tedarik sınırlı tekel	Tedarikte tekel
BireÇok	Tedarik çok– Talep sınırlı tekel	Çift taraflı çokaçok	Tedarik bireçok
ÇokaÇok	Talep tekel	Talep bireçok	Çift taraflı çokaçok

Fakat, tedarikçi ve satın alıcı ilişkilerini etkilemek için farklı satın alma stratejisi de kullanılabilir. Dış kaynak kullanımı stratejisi ile ilgili görüşler birbirinden ayrılır: Deming, elde edilen kalitenin maliyetine odaklanır; kalite firma ve onun müşterileri için vazgeçilmez bir şekilde önemli hale geldiğinde, tek kaynak kullanmanın toplam işlem maliyetini minimize ettiğini savunur. Maliyet, güçlü ve uzun süreli bir ilişki ile, aşırı yönetsel faaliyetler, yeniden işlemler ve arızalardan durmalardan kaçınarak düşürülebilir [37].

Porter, satın alma maliyetine odaklanır ve sürecin başlangıç ve sürdürme çabalarının toplam tedarik maliyetlerini minimize edeceğini ve bunun sadece çoklu tedarikçi kullanıldığında gerçekleşebileceğini savunur [38].

Satın alma yönetimi ya birden fazla tedarikçiye siparişi bölmeye ya da tüm işlerini tek bir tedarikçiye vermeye karar vermek durumundadır. Bu iki tip satın alma kararını düzenlemek firmanın iş yaptığı endüstrinin özelliklerine bağlıdır [36, 37].

Soukoup [39], tedarikçi seçim kararları için üç kategori ileri sürer[39]. Tablo 2.6. üç farklı durumun karmaşıklığını özetlemektedir.

Tablo 2.6. Tedarikçi seçim kararları sınıflandırması [39]

Durum	Hata Olasılığı	Hata Sonucu	Karar Modu
Tüm koşullar altında tedarikçiler benzerdir	Yüksek	Çok düşük	Rutin
Tedarikçiler birbirinden farklıdır: Bir tedarikçi tüm koşullarda önceliklidir.	Düşük	Yüksek	Rutin
Tedarikçiler birbirinden farklıdır: En iyi tedarikçi gelecek koşullarına bağlıdır	Yüksek	Bilinmiyor, belki çok yüksek olabilir	Karışık, çok dikkatli bir analiz gerekiyor

Önceden beklenen durumlar için düşünülen tedarikçiler benzer özellik taşıyor: sadece performanslarda küçük farklılıklar beklenebilir. Oluşabilecek herhangi bir hatanın sonucu çok küçüktür. Bu karar rutin olarak sürdürülebilir.

Potansiyel tedarikçiler önemli şekilde farklıdır: Önceden beklenen koşullar altında bir tedarikçi diğerlerine göre tüm koşullar için üstündür. Bu durumda hata şansı küçüktür. Bu karar rutin olarak sürdürülebilir.

Aday tedarikçiler gelecekteki koşullarda oluşabilecek değişiklikler için önemli derecede farklıdır: Bir tedarikçi bazı koşullar altında en iyi olabilir ancak bazı diğer koşullarda en iyi olmayabilir. Bu karar kategorisi müşteriye ortalamadan yükseğe doğru bir tedarikçi seçim hatası oluşabileceğini gösterir, ciddi hata sonuçları olasılığı vardır. Bu tedarikçi seçimi durumunda oldukça fazla çaba sarf etmek ve dikkat etmek gerekir.

Tedarikçi seçimini etkileyen diğer bir etken, satın alma durumlarıdır. Farklı satın alma durumları ile tedarikçi seçim süreci adımlarının ilişkisi Tablo 2.7.'de gösterilmiştir.

Tablo 2.7. Satın alma tipleri ve tedarikçi seçim safhaları [22]

	Yeni alım	Modifiye Tekrar Alım (değişken parçalar)	Direkt tekrar alım (rutin parçalar)	Direkt tekrar alım (stratejik/darboğaz)
Problem tanımı	Bir tedarikçi kullanılsın mı / kullanılmasın mı ? Değişen önem derecesi Bir kerelik verilen karar	Daha fazla ya da az veya başka tedarikçi kullanılsın mı? Orta/yüksek önem derecesi Tekrarlı karar	Mevcut tedarikçi değiştirilsin mi/kullanılsın mı ? Düşük/orta önem derecesi Tekrarlı karar	Tedarikçi ile nasıl anlaşma yapalım? Yüksek önem derecesi Tekrarlı değerlendirme
Kriterlerin Formülasyonu	Geçmiş tedarikçi verisi yok Daha önce kullanılmış kriter yok	Geçmiş tedarikçi verisi mevcut Daha önce kullanılmış kriter mevcut	Geçmiş tedarikçi verisi mevcut Daha önce kullanılmış kriter mevcut	Geçmiş tedarikçi verisi mevcut Daha önce kullanılmış kriter mevcut
Eleme	Başlangıçta küçük tedarikçi seti Geçmiş veri yok	Başlangıçta büyük tedarikçi seti Geçmiş veri mevcut	Başlangıçta büyük tedarikçi seti Geçmiş veri mevcut	Başlangıçta çok küçük tedarikçi seti Geçmiş veri mevcut
Seçim	Başlangıçta küçük tedarikçi seti Birçok kriter Çok fazla etkileşim Değişen önem derecesi Tek seferlik model kullanımı	Başlangıçta küçük-orta hacimde tedarikçi seti Daha az kriter Daha az etkileşim Geçmiş veri mevcut Tekrar kullanılan model	Başlangıçta küçük-orta hacimde tedarikçi seti Daha az kriter Daha az etkileşim Geçmiş veri mevcut Çoklu kaynak kullanımı yerine tek kaynak kullanımı	Başlangıçta çok küçük hacimde tedarikçi seti (çoğunlukla sadece bir tane) Geçmiş veri mevcut Seçim yerine değerlendirme Tek kaynak kullanımı

Bu yaklaşım satın almacıya belirli bir durum içinde birden çok metotta kullanılabilen spesifik bir kriter seti olarak yeterli bir karar metodu bulmasına etkin bir şekilde yardımcı olmaktadır.

Bu sınıflandırmadan yola çıkarak kabaca tedarikçi seçim süreci dört aşamadan oluşur diyebiliriz [22]. Bunlar:

1. Tedarikçi seçimiyle tam olarak ne başarmak istediğimizin bulunması,
2. Kriterlerin tanımlanması
3. Uygun tedarikçilerin önceden değerlendirilmesi
4. Son seçimin yapılması.

Bu safhaları gösteren ana çatı Tablo 2.7.'de gösterilmiştir. Çatı içindeki farklı pozisyonlar birçok metodun uygunluğuna karar veren farklı kabiliyetlere sahiptir.

Yeni alım durumunu nispeten yüksek önem ve düşük önem olarak ayırabiliriz. Ancak tedarikçi seçim süreci adımları farklı olmayacaktır.

Tekrar alım durumlarında orta ve yüksek seviyeli önem söz konusudur. Tekrar alım durumunda ise tedarikçi seçim sürecinin farklı adımlarının bütünleştirilmesi mümkün olabilir. Bu alım durumunda, seçim yapılacak birçok tedarikçi mevcuttur. Parçaların yüksek değeri veya yaratacağı potansiyel tasarruf satın alma öncesi araştırmanın ve tedarikçi seçiminin sıklığını belirler. Bununla beraber, satın alma sürecinin problem tanımı, kriterlerin formülasyonu ve ön değerlendirme adımları genellikle son seçimden ayrılır. İlk üç adım, “onaylanmış tedarikçi listesi” olarak isimlendirilen listenin oluşturulması ile sonuçlanır. Son seçim yaygın olarak bu onaylanmış tedarikçi listesinden seçilir.

Rutin parçaların alımı durumunda ise parçaları temin edebilecek birçok tedarikçi bulunmaktadır. Bununla beraber, parçaların değeri çok yüksek olmadığından, tedarikçi seçimi için çok fazla sıklıkta tedarikçi arama ve değişikliği yapılması gerekli değildir. Tedarikçi seçimi için belirli bir dönem vardır. Birbirleri ile ilişkili tüm rutin parçalar daha etkin sipariş ve yönetim sağlamak için bir veya iki tedarikçiye atanabilir. Satın alınan veya istenen parçalarda özel değişikliklerden bağımsız olarak, tedarikçinin uygunluğu periyodik olarak gözden geçirilir ve eğer gerekli ise yeni bir seçim yapılır. Mevcut tedarikçilerin periyodik değerlendirmeleri üzerine karar modelleri kullanılır.

Darboğaz ve stratejik parçaların alımında tedarikçi seçimi aşağı yukarı sabittir. Parça spesifikasyonlarındaki küçük değişimler, otomatik olarak mevcut tedarikçi ile halledilir. Bununla beraber, bunun sebebi rutin parçaların alım durumundaki ile çok farklıdır. Böyle çok yüksek tedarik riskli durumlarda, aniden seçim yapılabilecek bir tedarikçi neredeyse yoktur veya fazla özel spesifikasyondan veya malzeme kıtlığından dolayı tedarikçinin ani değişimi söz konusu olamaz. Sonuç olarak, seçim kümesi oldukça dardır.

Satın alınan hammadde ve malzemelerin dış tedarikçilerden sağlanmasının maliyeti firmalar için çok önemlidir. Tedarikçiye özgü maliyetler olabildiğince düşük tutulmalıdır. En uygun ortak, sadece fiyat, kalite ve teslimat performansı açısından en iyiyi arz etmekle kalmamalı; aynı zamanda beklenmeyen bir talep görüldüğünde bu krizi atlarmaya yardım için uzlaşma sergiler olmalıdır.

Ayrıca satın alma ajanları, politik riskleri, döviz ve borsa değişim risklerini ve firma imajını dikkate almalıdırlar [40].

2.2. Tedarikçi Seçiminin İhtiyacı ve Önemi Literatür İncelemesi

Dış kaynak kullanımı küresel pazarların oluşması ile dikkate alınmaya başlamıştır. İyi bir tedarikçi setinin seçilmesi firmanın başarısında kritik bir rol oynamaktadır. Otomotiv üreticilerinin çoğunun satın alınan parça ve malzemelere harcadıkları para, toplam satın alma içinde %50'den fazlasını oluşturmaktadır [28]. Dış kaynak kullanımının bazı faydalarını şu şekilde sıralayabiliriz:

- Daha ucuz işgücü kullanımı
- Daha yaygın, standartlaşmış bir kalite düzeyi sağlama
- Daha yüksek düzeyde teknoloji kullanımı sağlama
- Daha yüksek düzeyde yenilik ve yeni düşüncelere ulaşmayı sağlama
- Daha fazla yerel pazarlara ulaşımı sağlama
- Konsolide üretim sayesinde ölçek ekonomisinin yükselmesi

Tedarikçi seçiminin firmaların başarılı olmalarındaki katkısı ve bu katkının önemi çok uzun zaman önce fark edilmiştir. 1943 yılında Lewis [41], satınalma bölümünün yaptığı işleri değerlendirirken, bu bölümünün sorumluluğundaki işlerin hiçbirinin uygun bir tedarikçi seçimi kadar önemli olmadığını ortaya atmıştır. Lewis'ten daha sonraki yıllarda da birçok araştırmacı "Tedarikçi seçimi satın alma bölümünün en büyük sorumluluğudur ve hatta en satın alma sürecinin tek en önemli aşamasıdır." görüşleri ile aynı noktaya dikkati çekmişlerdir [27, 42-44].

Günümüz rekabetçi iş ortamında düşük maliyetle yüksek kaliteli ürünler üretmek güvenilir bir tedarikçi olmadığı sürece imkânsızdır [28, 45, 46]. Narasimhan [47],

tedarikçi seçim kararının üretim planlama ve kontrol, envanter yönetimi gibi firmanın diğer fonksiyonlarını doğrudan etkilediği için önemli olduğunu savunur. Tedarikçilerin etkileri bunlarla da sınırlı değildir. JIT ve esnek üretim gibi stratejik imalat politikalarının beklentileri karşılamadaki başarıları yüksek oranda tedarikçilere dayanmaktadır [10, 25, 44].

Bazı yeni gelişmeler tedarikçi seçim sürecinin önemini arttırmıştır. Firmaların kendi çekirdek fonksiyonlarına odaklanmak için bazı imalat ve montaj işlerini dış kaynaklara vermeye yönelmelerinin artışı tedarikçilerin etkilerini arttırmıştır [48]. Firmaların tedarikçileri ile daha yakın ilişkili hale gelmeleri daha az tedarikçi ile çalışmayı arttırmıştır. Bu yüzden tedarikçi seçim süreci daha da önemli hale gelmiştir [49]. Soukoup [39], toplam harcamalar içinde satın alınan parçaların maliyetinin yüzdesi arttıkça, teknolojik gelişme oranı arttıkça ve ürün ömür döngüsü kısaldıkça tedarikçi seçim sürecinin firmanın başarısındaki rolünün kritik bir seviyeye geleceğini öne sürmüştür [49].

Tedarikçilerin önemini arttıran en belirgin sebeplerden biri finansal etkidir. Birçok firma için, satın aldıkları malzemeler toplam maliyet içerisinde büyük bir yer kaplar. Tedarikçinin maliyet etkisi, sadece ürettikleri ürünlerin maliyetleri ile sınırlı değildir. Yanlış tedarikçi seçimi geç tarihli teslimat, kalitesiz ürünler veya uygun olmayan paketleme gibi birçok farklı problemlere sebep olabilmektedir [50-53]. Bir tedarikçinin ihmali satın alan firma için para cezaları ve problemi gidermek için fazladan masrafları içeren beklenmeyen maliyetlere sebep olmaktadır [54].

Organizasyonun başarısında tedarikçi seçiminin etkisi sadece ürün maliyetini düşürerek katkı sağlamak değil, aynı zamanda satıcı firmanın performansında da etkilidir [44]. Firmaların üretimdeki problemleri çözmek için daha fazla kapasiteye veya fazla süreli çalışmaya imkânı yoktur. Eksik malzemedan kaynaklanan herhangi bir sorun üretim akışında ciddi bir sorun oluşturacaktır [30]. Tedarikçi firmanın kalite yeterliliği, üretim planlama ve kontrol sisteminin verimliliği, geçmiş performansı, satın alma şartlarına uyumu vs. maliyet faktörünün öneminde gölge düşürebilecek değişkenlerdir [50]. Son yıllarda, birçok firma uzun dönemli veya ortaklık şeklinde tedarikçi-satıcı ilişkisi geliştirmeye yönelmiştir [55, 56]. Özellikle

bu firmalarda tedarikçi firmanın performansı ana firmanın performansını doğrudan etkiler ve tedarikçi belirlenen şartlara uyumu gösterdiği sürece fiyat ikinci derecede önemlidir.

Verimli ve etkin işleyen bir satın alma stratejisi sadece toplam maliyeti düşürmek değil aynı zamanda firmanın uzun dönemli piyasa pozisyonunu güçlendirmek amacına da hizmet eder. Bu da tedarikçi seçiminin stratejik önemini gösterir. Bir firma yüksek kaliteli ürün üretmek stratejisini benimseyebilir; bu durumda fiyat kaliteden daha az önemli olacaktır. Hızlı yanıt ve esnek imalat kullanan bir firma için tedarikçilerinin yanıt hızı daha da önemli hale gelecektir [8].

Tedarikçi seçim stratejisi, firmanın rekabet stratejisine uyumlu olarak geliştirildiğinde firma başarısında büyük oranda yardım sağlayacaktır [22]. Fakat tedarikçinin hangi firma stratejisine nasıl uyumlu hale getirileceği göz önüne alınmaksızın yapılacak bir tedarikçi seçimi zamanla kontrol edilmesi güç hale gelecek ve firmayı başarısızlığa sürükleyecektir.

2.3. Tedarikçi İlişkileri Yönetim Sistemi

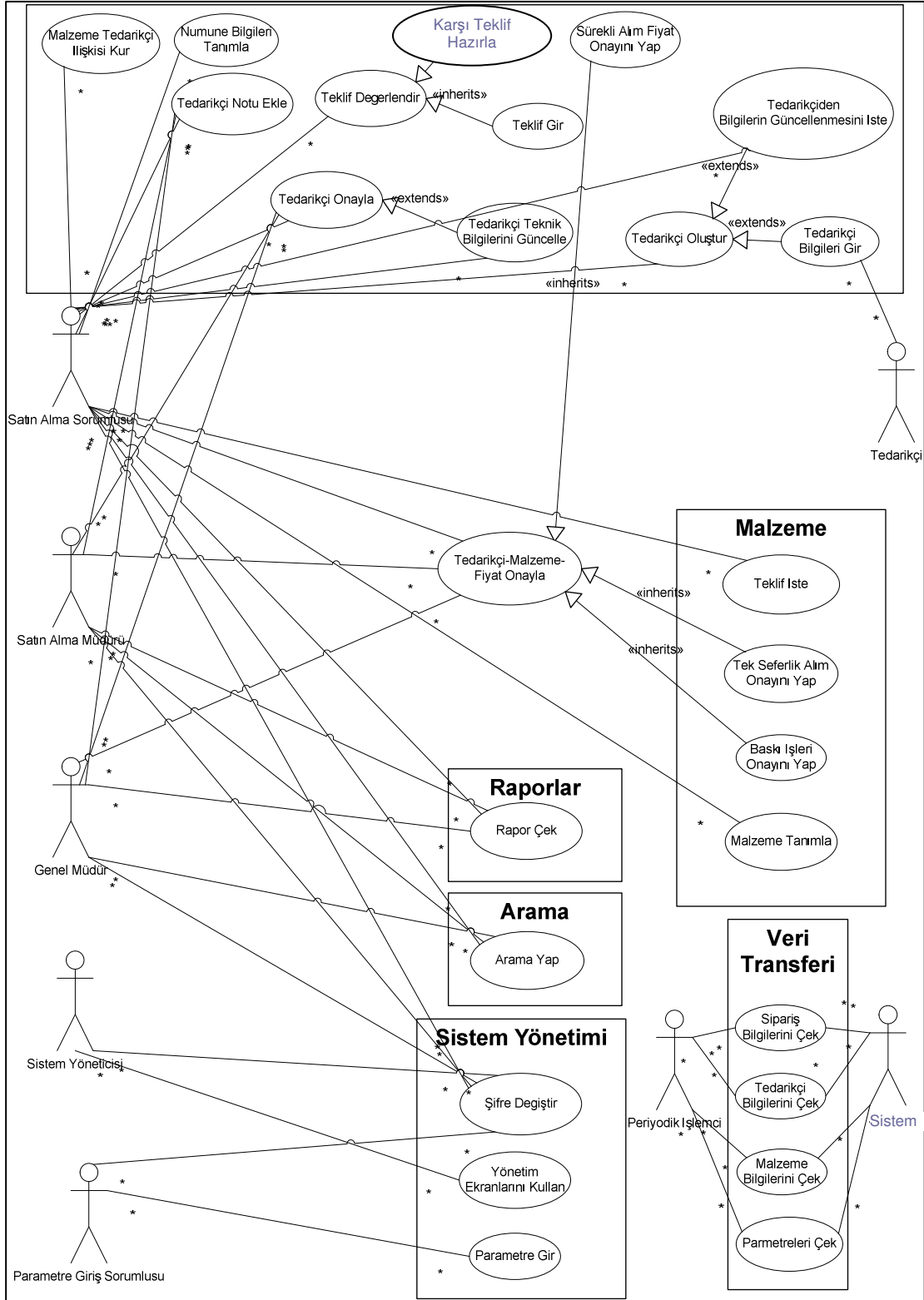
II. Dünya Savaşı sonrası Japon imalat firmaları, eksik kaynaklarla üretim yapmanın üstesinden gelebilmek için bir sürece ihtiyaç duydular ve bunu aşabilmek için tedarikçi ve satıcı arasında yakın bir ilişki kurmaya başladılar [57]. Japonlar tarafından bu dönem boyunca uygulanan bu yönetim felsefesi ve tedarik teknikleri imalat firmalarının rekabet avantajlarını korumayı ve sürdürmeyi sağlamıştır [38, 58].

Geçtiğimiz yirmi yıl süresinde araştırmacılar müşteriler ve tedarikçiler arasında bağlantı sağlayan bir iş sisteminin tanımını tedarik zinciri (Supply Chain- SC) olarak derlemektedirler. Riddalls, Bennett & Tipi [59], tedarik zincirini müşteri talebini karşılamak için kurumların bağlantısından oluşan bir sistem olarak tanımlamışlardır. Piercy, Katsikeas & Cravens [60], sürdürülebilir rekabet avantajı sağlamanın firmaların bütünleşik verimliliklerine bağlı olduğu üzerinde durmuşlardır. Rekabet artık firmalar arası değil tedarik zincirleri arasındadır [61, 62]; ve günümüzün karmaşık iş ortamının rekabeti tedarik zinciri yönetimini bir zorunluluk haline

getirmektedir [63].

Tedarik zinciri yönetimi kullanımının gündeme gelmesi ile birlikte, tedarikçi ilişkileri yönetimi kavramı da ortaya çıkmaktadır. Tedarikçi ilişkileri yönetimi (Supplier Relationship Management- SRM), işletmelerin; tedarikçiden neyi, ne kadara aldıkları, tedarikçiden kaynaklanan risklerin boyutlarının ne olduğu; alınan ürünlerin kalitesinin firma kalite hedeflerine uygunluğu, satın alma uygulamalarında zaman içerisinde yaşanan değişikliklerin firma genel hedeflerine uygunluğu gibi yanıtını aradıkları soruların yanıtlanmasına yardımcı olan yönetim sistemidir [64].

Tedarikçi ilişkileri yönetimi, var olan tedarikçilerle kurulacak olan iletişimin organizasyonunu ve yönetim sorumlulukları dışında yeni tedarikçilerle oluşabilecek seçim ve performans değerlendirme sorumluluklarını da içermektedir. Bu şekilde paylaşılan bilgi, gerek üreticilerin gerekse bunlara ait tedarikçilerin stok ve üretim maliyetlerinin azalmasını mümkün kılar. Şekil 2.5., böyle bir sistemin elaman ilişkilerini göstermektedir.



Şekil 2.5. Bir tedarikçi ilişkileri yönetimi için use-case diyagramı

2.3.1. Genel tedarikçi yeterlilik analizi (onaylama) iş akışı

Bu süreç yeni bir tedarikçiyle çalışılacağı zaman (yeni bir malzemenin alımında ya da önceden alınmış malzemede yeni tedarikçilerle çalışma gereği duyulduğunda) devreye girer (Şekil 2.6.).

1. Satın alma müdürlüğü, malzeme alımında tedarikçiler için ön araştırma yapar.
2. Satın alma müdürlüğü, potansiyel tedarikçileri ortaya çıkarır.
3. Satın alma müdürlüğü, istenen malzeme bilgisini potansiyel tedarikçilere iletir.
4. Tedarikçi; ürün bilgilerini, fiyat ve maliyet detaylarını (ürün bileşenlerinin maliyet bilgileri) hesaplar.
5. Tedarikçi; fiyat teklif formunu satın alma müdürlüğüne faksla iletir.
6. Satın alma müdürlüğü, potansiyel tedarikçilerden gelen teklifleri değerlendirir.
7. Satın alma müdürlüğü, maliyetin düşürülebileceğine karar verirse tedarikçiye tavsiyelerde bulunur. Tedarikçi bu durumda yeni bir teklif formu gönderir.
8. Satın alma müdürlüğü, Ar-Ge ve Kalite Kontrol müdürlükleriyle birlikte tedarikçiyi yerinde ziyaret eder.
9. Satın alma müdürlüğü, Firma Ziyaret Raporunu hazırlar.
10. Tedarikçi değerlendirmesi olumsuz bulunursa, tedarikçi bilgileri dosyaya (kağıt evrak) alınır ve ileride çalışılmak üzere saklanır.
11. Olumlu değerlendirilen tedarikçilerin bilgi dosyası satın alma koordinatörlüğüne ve genel müdürlüğe iletilir.
12. Satın alma koordinatörlüğü ve genel müdürlük tedarikçi dosyasını değerlendirir.
13. Değerlendirme sonucu olumsuz çıkarsa tedarikçi bilgi dosyası (kağıt evrak) ileride çalışılmak üzere saklanır.
14. Değerlendirme sonucu olumlu olursa, satın alma müdürlüğü tedarikçi çalışma

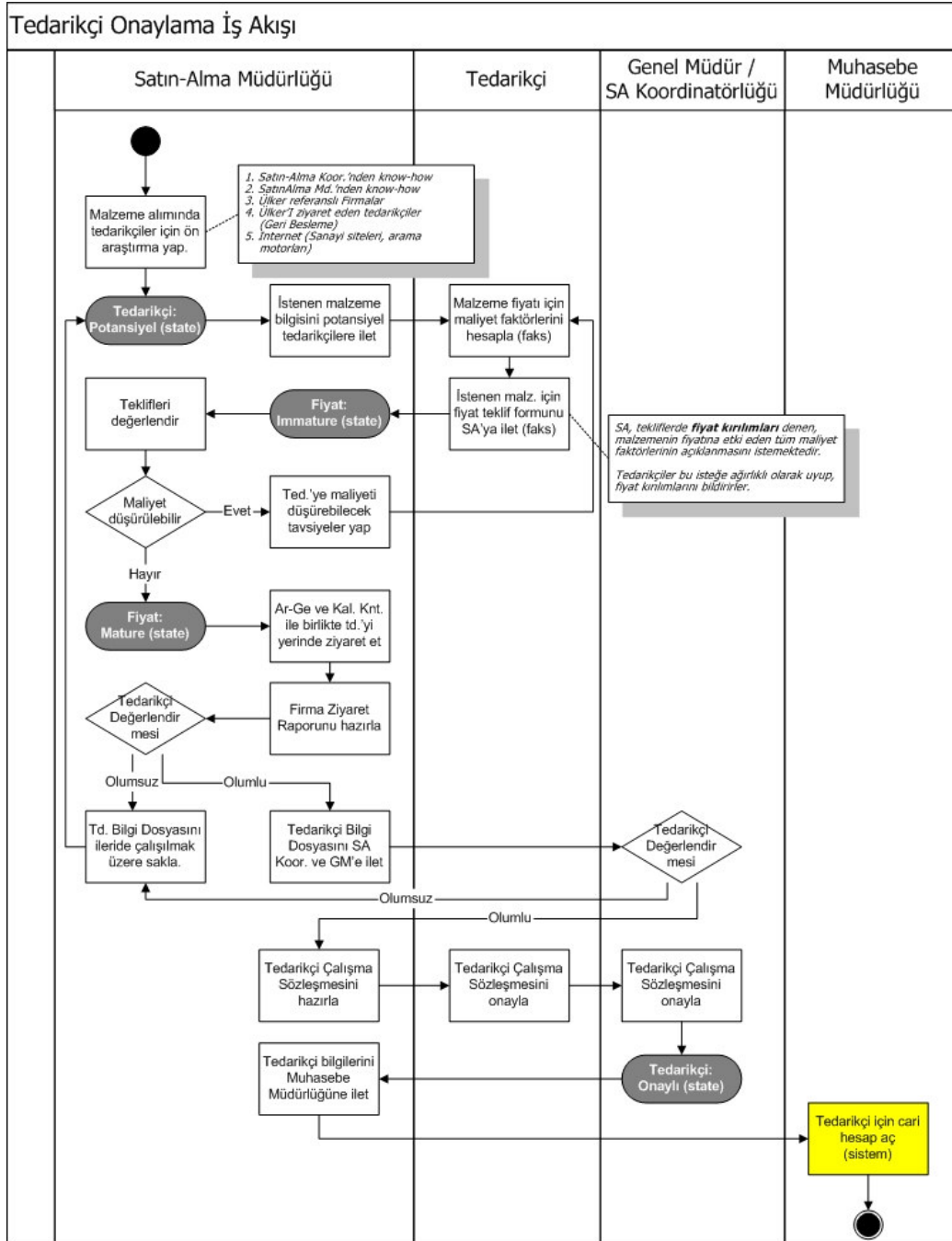
sözleşmesini hazırlar.

15. Tedarikçi çalışma sözleşmesini onaylar.
16. Satın alma koordinatörlüğü ve genel müdürlük tedarikçi çalışma sözleşmesini onaylar.
17. Satın alma müdürlüğü, tedarikçi bilgilerini muhasebe müdürlüğüne e-maile bildirir.
18. Muhasebe müdürlüğü, tedarikçi için sistemde cari hesap açar.

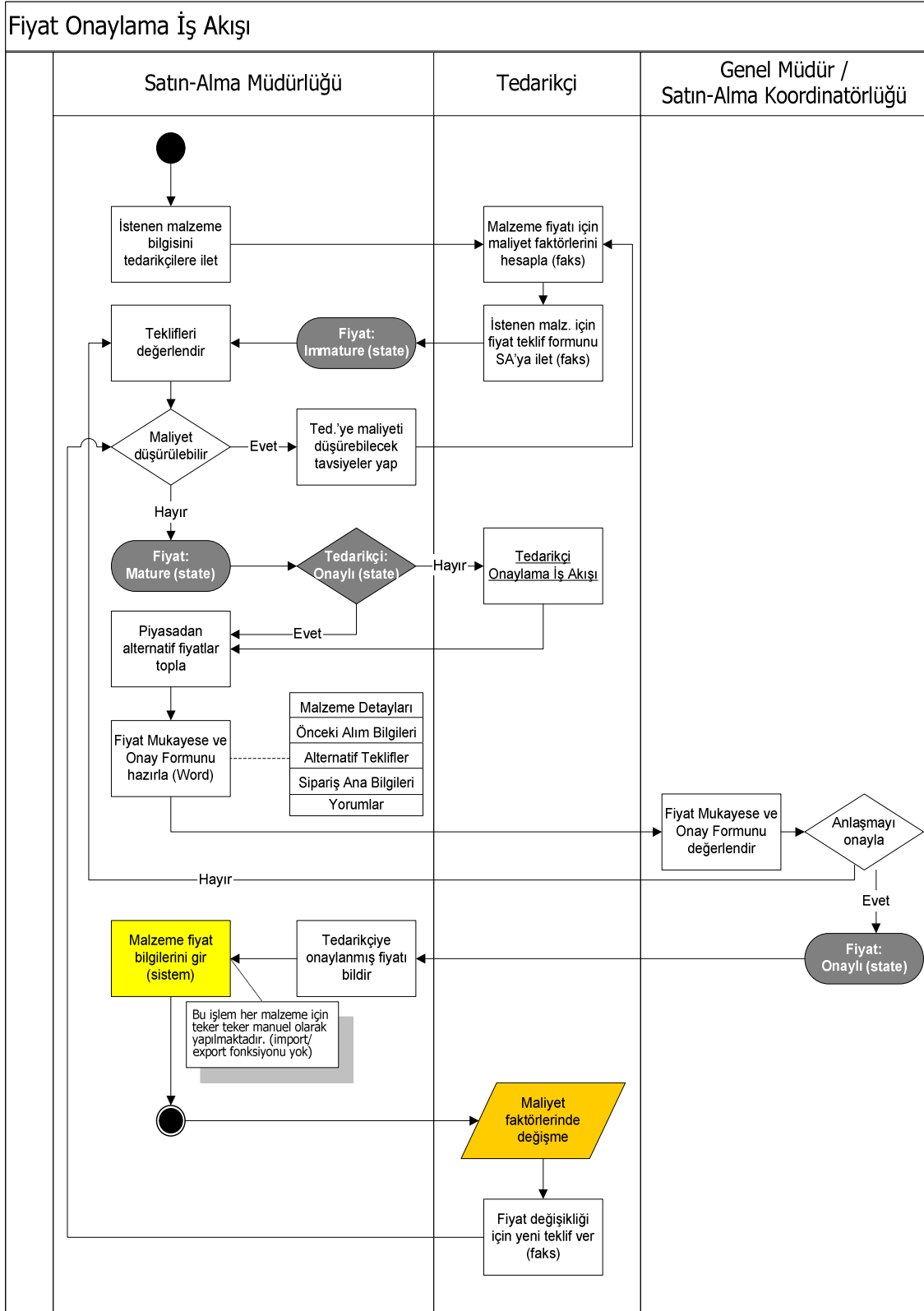
2.3.2. Tedarikçi fiyatı onaylama iş akışı

Bu süreç tedarikçi yeterlilik analizi yapıldıktan sonra (yeni tedarikçi onaylandıktan sonra) ilk alımdan önce ya da süregelen bir tedarikçi fiyatlarda değişiklik yapmak istediğinde devreye girer (Şekil 2.7.).

1. Süregelen tedarikçi malzemenin maliyet faktörlerinde değişiklik olduğunu belirler.
2. Tedarikçi satın alma müdürlüğüne fiyat değişikliği için yeni teklif faksalar.
3. Satın alma müdürlüğü, piyasadan alternatif fiyatlar toplar.
4. Satın alma müdürlüğü, Fiyat Mukayese ve Onay Formunu hazırlar.
5. Satın alma koordinatörlüğü ve genel müdürlük Fiyat Mukayese ve Onay Formunu değerlendirir.
6. Satın alma koordinatörlüğü ve genel müdürlük anlaşmayı onaylamazsa alternatif teklifler toplanır ve 3. adıma geri dönlür.
7. Satın alma koordinatörlüğü ve genel müdürlük anlaşmayı onayladığında, satın alma müdürlüğü, malzeme fiyat bilgilerini sisteme girer. Bu işlem her malzeme için birer birer manuel olarak malzeme parametreleri ekranından yapılmaktadır.



Şekil 2.6. Genel tedarikçi yeterlilik analizi iş akışı



Şekil 2.7. Tedarikçi fiyat onaylama iş akışı

BÖLÜM 3. TEDARİKÇİ YETERLİLİK ANALİZİNDE VE SEÇİMİNDE KULLANILAN KRİTERLER VE METODLAR

Tedarikçi yeterlilik analizi ve seçim kararlarında iki temel sorun belirgin olarak karşımıza çıkmaktadır. Bunlardan birincisi hangi kriterlerin kullanılması gerektiği; ikincisi ise tedarikçileri karşılaştırmak için hangi metodun kullanılacağı ile ilgilidir. Bu bölümde tedarikçi seçiminde kullanılan kriter ve metotlar literatürden yararlanılarak açıklanmaya çalışılacaktır.

3.1. Tedarikçi Yeterlilik Analizi ve Seçim Kriterleri Literatür İncelemesi

Sadece bir kriter optimal tedarikçiyi seçmek için yeterli olmayacaktır. Tedarikçi seçimi kararında nicel ve nitel birçok farklı kriter kullanımı görülmektedir. Literatür, problemin çözümünde birden fazla kriterin kullanımının gerekliliği konusunda ortak fikirdedir.[8, 9, 28, 30- 32, 65-70]. Bu yüzden tedarikçi seçim problemi, çok kriterli karar verme problemidir.

Tedarikçi seçiminde kullanılacak kriterler ile ilgili en önemli çalışmayı 1966 yılında Dickson[65] yapmıştır. Dickson'ın çalışması 170 sorudan oluşan anketten oluşmaktadır; bu anket Ulusal Satın alma Yöneticileri Birliği'ninin üyelerinden seçilen 273 Amerika'lı ve Kanada'lı satın alma ajanları ve yöneticileri tarafından cevaplanmıştır. Dickson bu çalışmasından elde ettiği sonuçlara göre tedarikçi seçimi ile ilgili 23 kriterden oluşan bir sıralama listesi hazırlamıştır ve bu çalışması ile daha sonraki araştırmacılara ışık tutmuştur. Tablo 3.1.'de sonuçları gösterilen bu çalışmaya göre o sıralarda en önemli ilk dört kriter ürünlerin“kalite”si, “zamanında teslim”, tedarikçinin “geçmiş performansı” ve tedarikçi garanti politikası” olarak sıralanmıştır.

Tablo 3.1. Dickson'ın tedarikçi seçim kriterleri [65]

Sıra	Faktör	Ortalama Skor	Değerlendirme
1	Kalite	3.508	Çok Yüksek Derecede Önem
2	Teslimat	3,417	
3	Geçmiş Performans	2.998	
4	Garanti & Politikalar	2.849	Yüksek Derecede Önem
5	Üretim Alanı ve Kapasitesi	2.775	
6	Fiyat	2.758	
7	Teknik Yeterlilik	2.545	
8	Finansal Durum	2.515	
9	Prosedurlere Uyma	2.488	
10	İletişim Sistemi	2.426	
11	İtibar ve Endüstrideki Durum	2.412	
12	İş İstekliliği	2.256	
13	Yönetim ve Organizasyon	2.216	
14	Operasyon Kontrolleri	2.211	
15	Tamir Hizmeti	2.187	
16	Tutum	2.120	Orta Derecede Önem
17	İzlenim	2.054	
18	Paketleme Yeteneği	2.009	
19	Çalışan İlişkileri Kayıtları	2.003	
20	Coğrafi Konum	1.872	
21	Geçmiş İşlerin Sayısı	1.597	
22	Eğitim Destekleri	1.537	
23	İkili Anlaşmalar	0.610	Düşük Derecede Önem

Weber ve diğ. [28], 1966'dan itibaren yapılan çalışmaları 1991 yılında analiz ederek, bunların %86'sının fiyat, %53'ünün teslimat ve %51'inin kalite ile ilgili olduğunu ortaya koymuştur.

Günümüze geldiğinde Dickson'ın 23 kriterinin önceliklerinin değiştiği ve gelişen yeni pazar ihtiyaçları doğrultusunda yeni kriterler eklendiği görülmektedir. Çalışmalarda Net Fiyat, Kalite ve Teslimat kriterlerinin öncelikli olarak kullanıldığı görülmektedir [30-32, 66, 67]. Ayrıca ürün tasarımı ve geliştirmesi, esneklik ve ilişkiler ile ilgili yeni geliştirilen kriterler de bu kriterlere eklenmiştir [8, 32, 34, 68-70].

Fiyat ile ilgili olarak, Dickson'ın çalışmasında net fiyattan bahsedilmiş ve net fiyat, indirimler ve nakliye masrafları dâhil olarak tanımlanmıştır [65]. Maliyet, net fiyatın yerini almaya başlamıştır. Sabit maliyet, tasarım maliyeti [28], tedarikçi maliyeti, envanter taşıma maliyeti, sipariş maliyeti [66], kalite maliyeti, teknoloji maliyeti ve satış sonrası hizmet maliyeti [43, 67] tedarikçi seçiminde kullanılan maliyet tiplerine örnektir. Son yıllarda toplam sahiplik maliyeti önemli hale gelmiştir. Toplam sahiplik maliyeti, satın alma fiyatı ve satın alma ile ilişkili bazı maliyetleri içeren bir yöntemdir [9, 13, 67, 70, 71]. Bu model içindeki ürün maliyeti, kalite maliyeti, hizmet maliyeti gibi bazı etkenler yöneticilerin karar vermesini kolaylaştırmak için niteleyici olarak değerlendirilir. En düşük maliyeti sağlayan tedarikçi zincire katılır. Üretim hattının verimliliği ürünün maliyetini birinci dereceden etkileyen bir faktördür [43, 72]. Maliyet kriteri birçok araştırmacı tarafından ilk dört kriterden biri olarak görülmektedir [9, 29, 32, 33, 57, 65, 71].

Kalite ile ilgili birçok farklı tanım vardır. Dickson kaliteyi, şartnameyi sürekli olarak sağlama yeteneği olarak tanımlamıştır [65]. Günümüzde bu özelliklere ISO 9000, ISO 14000 vb. gibi kalite sistemi akreditasyonu [30], kalite kontrol yeterliliği, kalite personelinin sayısı ve nitelikleri gibi birçok özellik eklenmiştir [3, 5, 8, 9, 11, 14, 30, 32, 73-75]. Firmanın sahip olduğu üretim alanlarının yeterliliğinin, kaliteli ürün üretmenin üzerindeki etkisi büyüktür; buna göre kalite arttıkça birim üretim maliyeti düşer [43]. Kalite seviyesini yeterlilik analizi için değerlendirmede kalitenin şu boyutları dikkate alınmalıdır: i) üst yönetimin desteği, ii) müşteri odaklılık, iii) tedarikçi kalite yönetimi, iv) tasarım kalitesi yönetimi, v) kıyaslama, vi) istatistiksel proses kontrol, vii) firma içi kalite bilgilerinin kullanımı, viii) çalışanın katılımı, ix) çalışanların eğitimi ve x) çalışan yetkilendirme [11, 28, 74, 75]. Günümüzde toplam kalite yönetimi felsefesinin (TQM) firmada yerleşik olması, özellikle tam zamanında

üretim (JIT) için önemli kriterler arasında olmaya başlamıştır [11, 25, 53, 73, 74].

Dickson'a göre teslimat, belirlenmiş teslimat çizelgesini sağlama yeterliliğidir [65]. Bu kavram, nakil dönemleri [14], tedarik süresi [32], teslimat kapasitesi, sevkiyat kalitesi [32], çevrim süresi [71] ve tam zamanında teslimat yeterliliği [25, 33] olarak da karşımıza çıkmaktadır. Teslimat performansı dört farklı değişken olarak ölçülebilir: i) teslimat süresi, ii) imalat süresi, iii) geç teslimatların yüzdesi ve iv) siparişlerin ortalama gecikmesi. Bunlardan ilk ikisi teslimatın hızını; son ikisi ise teslimat performansının güvenilirliğini ölçmek amacıyla kullanılır [76].

Günümüzde bu üç çekirdek kriterin çoğaldığını ve yönetim biliminin gelişimi ile bazı yeni kriterlerin üretildiğini görmekteyiz; lojistik maliyeti, pazarlanabilirlik, dayanıklılık, ergonomi kalitesi, tedarik çeşitliliği, teknik destek, fiyat düşürme esnekliği, sipariş sıklığı ve miktarı, teslimat sıklığı, tedarikçi firma tesislerine ziyaretler, şirket ihtiyaçları, satıcı ve satın almacı firmaların çapraz seviye ve fonksiyonlarının uyumluluğu, tedarikçinin müşteri kitlesi, stratejik ortaklık, markalaşma yeteneği, kültürel benzerlik, tedavül gücü, ticari ilişkileri sürdürme yeteneği, geliştirme hızı, ürün tasarımı ve geliştirmesi, zamanında teslimat, talebe zamanında tepki, ürün tasarım değiştirme yeteneği, sürekli iyileştirme, operasyon esnekliği, operasyon kolaylığı, güvenilirlik, pazara giriş hızı, lojistik esnekliği, hacim esnekliği, bilgisayar ile iletişim esnekliği vb. gibi kriterlerin kullanıldığı görülmektedir [6- 8, 10, 12, 28, 31, 32, 36, 38, 53, 64, 69, 75, 76].

Lehmann ve O'Shaughnessy [77], ürünlerin karakteristikleri ve kriterlerin tesirlerinin önemi arasında bir korelasyon tespit etmişlerdir. Ürünler dört gruba ayrılmıştır. Ürünlerin karakteristiklerine göre sınıflaması satın alma süreci boyunca oluşabilecek problemleri önlemeyi hedeflemektedir Tablo 3.2.'de listelendiği gibi değerlendirilir.

Soukoup [39], büyük boyutlu tedarikçilerle küçük boyutlu tedarikçilerin değerlendirme kriterlerinin farklı olması gerektiğini savunmuştur [39].

Tablo.3.2. Dört ürün tipine göre ortalama kriter önemleri [77]

Ürün	Karakterize Etme	Kriterler
Rutin Sipariş Edilen Ürünler	Herhangi bir ön çalışma veya teknik problem olmadan kullanılan ürünler (sık sipariş edilen ve kullanılan ürünler)	Teslimat güvenilirliği Fiyat Esneklik İtibar
Prosedürle İlgili Olarak Problemlı Ürünler	Ön çalışma gerektiği için problem oluşabilir, teknik problem ile ilgili değil	Teknik Servis Kullanım kolaylığı Eğitim Gerekliliği Teslimat güvenliği
Performans Problemlı Ürünler	Tedarikçinin teknik görevlerini tamamlaması ile ilgili ürünler	Teslimatın güvenilirliği Esneklik Teknik Servis Veri güvenilirliği
Politik Problemlı Ürünler	Yüksek sermaye aktarımı gereklidir, birçok kişi satınalma sürecine dahil olur	Fiyat İtibar Güvenilir Veri Teslimatın güvenilirliği

Swift [56], tek tedarikçi seçiminde kullanılan kriterlerin çok tedarikçi seçiminde kullanılanlardan farklı olduğunu ortaya koymuştur. Tek tedarikçi seçiminin daha çok stratejik ortaklığa giden bir ilişkiye yönlendirdiğini, çok tedarikçi seçimi ise pazarın durumuna göre değişebilecek bir ilişkiler durumunda tercih edildiğini göstermiştir. Tek tedarikçiyi tercih eden satın alma yöneticilerinin çok tedarikçiyi tercih edenlere göre şu kriterleri dikkate aldığını bulmuştur:

- Teknik destek yeterliliği
- Ürün kalitesinin güvenilirliği
- Ürünün toplam maliyeti

Çok tedarikçiyi tercih eden satın alma yöneticileri açısından düşük fiyat, diğer kriterlerden daha önemlidir [56].

Yapılan başka bir çalışmanın sonuçlarına göre tedarikçi seçim kriterleri, satın alma yöneticisinin kadın veya erkek olduğuna göre de farklılaşmaktadır [77]. Bu çalışmanın sonuçlarına göre bayan satın alma yöneticileri şu kriterlere daha fazla önem vermektedirler:

- Ürün hattını inceleme
- Coğrafik yakınlık
- Garanti uygunluğu
- Söz verilen teslimatı yerine getirme yeteneği
- Hizmet cevap süresi

3.2. Tedarikçi Seçim Metodları Literatür Araştırması

Literatüre bakıldığında tedarikçi seçimi problemine birçok farklı yaklaşım ve metodun uygulandığı görülmektedir. Weber ve diğerlerine göre [79], tedarikçi seçimi 3 sebepten dolayı zordur:

Her şeyden önce, tedarikçi çok büyük miktarda potansiyel tedarikçi arasından seçilecektir. Eğer satın alıcıların bazı kişisel tercihlerine göre tedarikçi sayısı daraltılmak istenirse, birçok farklı seçenek ile karşı karşıya kalınacaktır.

İkincisi, genellikle tüm kriterler için tek bir en iyi tedarikçi yoktur. Bu yüzden potansiyel tedarikçiler çeşitli kriterlere göre karşılaştırılmalıdır.

Ayrıca, tedarikçilerin önemli seçim kriterlerine göre performansları değişebilir. Eğer bir tedarikçi ürün veya hizmetinde “kötü” denilecek kadar az bir fiyat veriyorsa, belki de “iyi” bir tedarikçi olarak dikkate alınabilir [31].

Weber ve diğ [28], tedarikçi seçimi problemine niceleyici yaklaşımları 3 gruba ayırmışlardır:

- Lineer ağırlıklandırma modelleri,
- Matematiksel programlama modelleri,
- İstatistiksel model.
- Lineer Ağırlıklandırma (Kategorik) Modelleri

Bu çalışmaya göre, lineer ağırlıklandırma modellerinde genellikle her bir kriterle geçmiş verilere ve alıcının tecrübelerine dayanarak, öznel olarak belirlenen bir

ağırlık verilir. Tedarikçilerin kriterlere göre performansları, bu ağırlıklarla çarpılıp toplanarak tedarikçinin toplam puanı hesaplanır ve bu puana göre tedarikçiler sıralanır.

Diğer bir değerlendirme metodu, tedarikçinin performansının "pozitif", "nötr" ve "negatif" olarak kategorize edilmesinden meydana gelir. Tedarikçi seçim sürecine katılan çeşitli bölümler tedarikçi hakkında kendilerinin belirlediği kriterleri sağlama durumlarına göre "pozitif", "nötr", "negatif" kolonlarından birini işaretler. Tedarikçinin her bir kritere göre kategorize edilmesinden sonra karar verici, her bir bölümün toplu olarak değerlendirmesini içeren son bir değerlendirme yapar. Buna göre tedarikçi üç kategoriden birine dâhil olur. Aynı kategorideki tedarikçiler aldıkları puanlara göre sıralanırlar [80-82]. Tablo 3.3.'te kategorik metot uygulaması için örnek bir şablon verilmiştir [80].

Bu temel lineer ağırlıklandırma modeli "Satınalma" ile ilgili kitapların çoğunda bulunmaktadır [81, 82]. Son 10- 15 yıldır çeşitli lineer ağırlıklandırma modelleri tedarikçi seçimi konusunda önerilmiştir.

Lineer ağırlıklandırma modelinde bir kriter için verilen yüksek puan bir başka kriter için verilen düşük puanı telafi edebilir. [22].

Gregory [50], aynı maksimum puanı alan tedarikçiler arasında siparişleri bölmek üzerine iki metot önererek modelin başka bir uyarlamasını yapmıştır..

Soukoup [39], parçanın veya hizmetin talebine göre tedarikçinin performans kriterlerine göre değerlendirilmesindeki ve kriter önem ağırlıklarının verilmesindeki belirsizliği azaltıcı simülasyon temelli bir yaklaşım sunmuştur.

Tedarikçi seçimindeki bu belirsizliği ortadan kaldırmak için Analitik Hiyerarşi Süreci (Analytical Hierarchy Process -AHP) kullanılmıştır. Lineer ağırlıklandırma modelleri içinde en fazla kullanılan model Analitik Hiyerarşi Proses Metodudur [46, 47, 67, 68, 83, 84].

Tablo 3.3. Kategorik metod düzenleme şablon örneği [80]

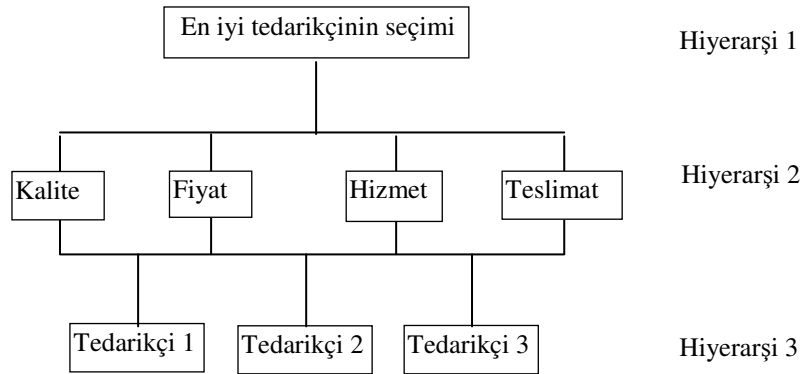
Tedarikçi:	Tarih:		
Departmanlar:	Tercih Edilir	Nötr	Güvenilmez
Satınalma	.....	.....	.....
Muhasebe	.....	.....	.....
Mühendislik	.....	.....	.....
Kalite	.....	.....	.....
Performans Faktörleri:			
Satın alma			
Teslimat çizelgesine uyum	.....	.....	.....
Uygun fiyat	.....	.....	.....
İhtiyaçlara tedarikli olmak	.....	.....	.....
Olası sıkıntılarla ilgili			
çözüm önerisi getirmek	.....	.....	.....
Sözünde durmak	.....	.....	.....
Çalışanlar ile iyi iletişim	.....	.....	.....
Muhasebe:			
Faturaların doğruluğu	.....	.....	.....
Kredi kayıtları zamanlılığı	.....	.....	.....
Özel bir finansal kuruma	.....	.....	.....
danışma gerekliliği			
Mühendislik:			
Ürünlerin güvenilirliğine	.....	.....	.....
dair geçmiş kayıtların			
durumu			
Zor işler için teknik	.....	.....	.....
yeterlilik			
Gerekli verileri anlık	.....	.....	.....
olarak paylaşma			
Kalite:			
Yüksek kalitede malzeme	.....	.....	.....
sağlar			
Sertifika vb. belgeleri var	.....	.....	.....
Düzenleyici faaliyetlere	.....	.....	.....
katılır			

AHP yöntemi, karar sürecinde nicel veya nitel birçok kriterin kullanılmasına imkân tanıyan birçok kriterli karar verme yöntemidir [85]. AHP’de, öncelikle seçim probleminin kriterleri, alt kriterleri ve alternatiflerinden oluşan hiyerarşi yapısı oluşturulur. Her bir kriter karşılıklı çiftler halinde göreceli olarak ağırlıklandırılır; buna göre karşılaştırma matrisi oluşturulur. Her bir alternatifin toplam puanı AHP prosedürüne uygun olarak hesaplanır. En yüksek puanlı seçenek seçilir [85]. Tablo 3.4.’te AHP sürecinde alternatiflerin çiftli karşılaştırmalarında kullanılan göreceli önemlerin puanları ve bunların anlamları verilmiştir.

Tablo 3.4. AHP’de kullanılan önem dereceleri [85]

Göreceli önem	Tanımı
1	Eşit derecede önem
3	Düşük derecede iyi önem
5	Orta derecede önem
7	Çok yüksek derecede önem
9	En yüksek derecede önem
2, 4, 6, 8	Birbirine çok yakın iki hükmün ortalama değeri
Eğer i aktivitesi j aktivitesiyle karşılaştırıldığında Yukarıda belirtilen sayılardan birine karşılık geliyorsa, j’ de i ile karşılaştırıldığında ona karşılık gelen değer tersini alır.	Yukarıdaki derecelendirme puanlarının Tersini

Aşağıdaki örnekte, tedarikçi seçimi için oluşturulmuş bir hiyerarşi ve kriterlerin önemlerini gösteren karşılaştırma matrisi görülmektedir [46].



Şekil 3.1. Tedarikçi seçimi için kriterlerin hiyerarşisi[46]

Tablo 3.5. Ağırlıklar için ikili karşılaştırma matrisi [46]

	Kalite	Fiyat	Hizmet	Teslimat
Kalite	1	2	4	3
Fiyat	1/2	1	3	3
Hizmet	1/4	1/3	1	2
Teslimat	1/3	1/3	1/2	1

AHP yöntemi sayesinde kriterlerin ağırlıklarının ve değerlerinin kesin olarak verilmesi zorunluluğu ortadan kalkmıştır. Karar verici AHP ile seçim yaparken seçim kriterlerini sözel olarak ifade eder. AHP işlemlerinin sonucunda kriterlere göre tedarikçilerin sıralaması yapılır.

Sarkis ve Talluri [43], AHP' den daha sofistike bir yöntem olan Analitik Ağ Süreci (Analytical Network Process -ANP) tedarikçi seçimi için önermiştir. Bu yöntemde her bir kriter kendine özgü analiz biçimine göre ölçülmektedir. Min [86], diğer bir göreceli ağırlık kullanan teknik olan çok kriterli fayda yaklaşımını uluslararası tedarikçi seçimine uygulamıştır.

Yorumlayıcı Yapısal Model (ISM- Interpretive Structural Model)diğer bir ağırlıklandırma tekniğidir. Mandal ve Deshmuk [55], ISM tekniğini tedarikçi seçimi probleminde uygulamıştır.

ISM temel olarak, kriterleri ve kriterlerin birbirleri ile ilişkilerini analiz eden bir yöntemdir. Tedarikçi seçiminde kriterlerin birbirleri üzerindeki etkilerini analiz etmek amaçlı kullanılmıştır. Buna göre bağımlı kriter ve bağımsız kriterler belirlenir. Sonuçlar önemlerine göre tedarikçi seçim sürecinin sonraki safhalarını etkiler. Bağımlı kriterler tedarikçi seçiminde önemli iken; bağımsız kriterler tedarikçi geliştirmede kullanılır. Bu yüzden, tedarikçi seçimi modeli için kriter seçerken bağımlı kriterler bağımsız kriterler ile birlikte modele eklenmemelidir [55].

ISM sürecinin ilk analizi ulaşılabilirlik matrisi olarak isimlendirilen analizi yapmaktır. Tablo 3.7.'de gösterilmiştir.

Tablo 3.6. ISM örneği için kriterler [55]

Kriterler	Kriterler
1. Kalite	7. Yönetim ve organizasyon
2. Teslimat	8. Nakliye ve iletişim uyumu
3. Üretim alanı	9. Satış sonrası servis-
4. Fiyat	10. Tutum ve isteklilik
5. Finansal Durum	11. Çalışan ilişkileri
6. Teknik yeterlilik	

Tablo 3.7. Ulaşılabilirlik matrisi [55]

Kriter	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	İtici Güç	Sıra
1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	6
2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7
3	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	6	2
4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	7
5	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	5	4
6	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	6	2
7	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	7	1
8	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	5	4
9	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	7
10	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	4	5
11	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	6	2
Bağımlılık	5	8	1	9	1	1	1	1	8	7	2		
Sıra	4	2	6	1	6	6	6	6	2	3	5		

Eğer bir satır kriteri bir sütun kriterine öncülük ediyorsa kesişim noktasına 1; benzer şekilde satır ve sütun kriterleri arasında herhangi bir ilişki yoksa 0 yazılır. Böylece, her bir kriterin itici gücü ve bağımlı kriteri belirlenebilir.

Buna göre, kriterler itici güç ve bağımlı olarak Tablo 3.8.'deki gibi kategorize edilir ve sıralanır.

Tablo 3.8. Tedarikçi seçim kriterleri sınıflandırması [55]

	Düşük Bağımlılık	Yüksek Bağımlılık
Düşük itici güç	Finansal Durum Nakliye ve iletişim	Kalite, Teslimat, Fiyat Satış sonrası servis Tutum ve isteklilik
Yüksek itici güç	Üretim Alanı Teknik yeterlilik Yönetim ve organizyon	

Özellikle problemi çözmek için fazla sayıda kriter bulunduğu durumlarda ISM tekniği, bağımlı ve bağımsız kriterlerin belirlenmesi için kullanılabilir. Böylece seçim sürecinde hangi kriterlerin bulunması gerektiği, herhangi bir yazılım kullanmaya gerek kalmadan bulunabilir. Bu özelliği ile ISM tekniği, tedarikçi seçimi probleminin tanımlanmasında kullanılacak kriterlerin belirlenmesinde kullanılmıştır.

Kategorik modellerde hem nitel hem de nicel kriterler kullanılabilirdiği için

esnektirler. Modeli uygulamak ve anlamak kolaydır. Ancak tedarikçiler arasından son seçim yapılırken kesin bir formül yoktur; çeşitli kriterlerden alınan puanlara göre elde edilen toplam puan kesin değildir, çeşitli ticari gelişmeler veya karar kuralları sonucu etkileyebilir.

- Matematiksel programlama modelleri (MP)

Matematiksel programlama modelleri, verilen karar vericinin karar problemini matematiksel amaç fonksiyonu olarak tanımlamasını sağlar. Burada amaç fonksiyonu, içindeki değişkenlerin değiştirilmesi vasıtası ile maksimize veya minimize edilir.

MP, doğrusal programlama, dinamik programlama ve hedef programlamayı içerir. Amaç fonksiyonu tek amaçlı veya çok amaçlı olarak geliştirilen modeller ile en iyi tedarikçi bulma problemi çözülmeye çalışılmıştır [87-92]. Veri zarflama Analizi tedarikçi seçimi problemine uygulanan diğer bir metottur [90, 94-96].

Weber ve Ellram [93], tam zamanında üretim için tedarikçi seçimine çok amaçlı programlama modelini önermişlerdir. Birçok matematiksel programlama modeli, kalite, hizmet ve teslimat kısıtlarının önceden tanımlandığını varsayar [87-89]. Weber ve Current [88], toplam satın alma maliyetini, geç teslimatları ve reddedilen ürünleri minimize etmek için çok amaçlı karma tamsayılı programlama kullanmışlardır.

Weber and Ellram [93] tarafından önerilen çok amaçlı programlama modeli aşağıda gösterildiği gibidir:

$\min Z = (Z_1, Z_2, Z_3) :$

Amaç :

$$\sum_{j=1}^n x_j \geq D \quad \{\text{Satın alınan miktar talepten büyük olmalıdır}\}$$

$$x_j \leq \min \{ u_j^u, w_j^u \} v_j, \text{ tüm } j' \text{ ler için}$$

$$x_j \geq \max \{ u_j^l, w_j^l \} v_j, \text{ tüm } j' \text{ ler için} \quad \{\text{her tedarikçi için max. ve min. miktarlar}\}$$

$$\sum_{j=1}^n v_j = n \quad \{\text{gerekli tedarikçi sayısı}\}$$

$$x_j \geq 0, \text{ tüm } j' \text{ ler için}$$

$$v_j \in (0,1), \text{ tüm } j' \text{ ler için}$$

$$Z_1 = \sum_{j=1}^n \rho_j x_j \quad \{\text{toplam satın alınan miktar}\}$$

$$Z_2 = \sum_{j=1}^n \lambda_j x_j \quad \{\text{geciken malzemelerin sayısı}\}$$

$$Z_3 = \sum_{j=1}^n \beta_j x_j \quad \{\text{reddedilen malzemelerin sayısı}\}$$

n = tedarikçi sayısı

D = planlama periyodu boyunca olan toplam talep

x_j = j . tedarikçiden satın alınan miktar

u_j^u = j . tedarikçiye verilebilecek sipariş miktarı

v_j = 1 eğer tedarikçi seçilmişse 1, diğer durumda 0

u_j^l = j . tedarikçiye verilebilecek minimum sipariş miktarı

ρ_j = j . tedarikçiden birim satın alma maliyeti

w_j^u = j . tedarikçiden gelen maximum sipariş miktarı

λ_j = j . tedarikçinin geciken malzeme yüzdesi

w_j^l = j . tedarikçiden gelen minimum sipariş miktarı

β_j = j . tedarikçinin reddedilen malzeme yüzdesi

Bu model minimum ve maximum sipariş miktarlarını ve diğer kısıtları dikkate alarak; satın alma maliyetini (Z_1), geç teslim edilen malzeme yüzdesini (Z_2) ve reddedilen malzemelerin yüzdesini (Z_3), eşzamanlı olarak minimize eder.

Rosenthal ve diğerleri [89], toplam satın alma maliyetini minimize etmeyi amaçlayan bir karma tamsayılı doğrusal programlama modeli geliştirmiştir. Weber ve Desai [90], seçilmiş tedarikçilerin performans değerlendirmeleri için veri zarflama analizini önermişlerdir. Ghoudsypour ve O'Brien [83], tedarikçiler arasında siparişi bölme problemini optimize için MP modeli geliştirmişler ve MP modele somut ve soyut kriterleri kullanabilmek için AHP modelini bütünleştirmişlerdir. Karpak ve diğerleri [97], maliyetleri minimum, kalite ve teslimat güvenilirliğini maximum yapan tedarikçiyi bulmak için hedef programlama modeli geliştirmişlerdir. Weber, Current

ve Desai [91], doğru tedarikçinin seçimi için MP ve veri zarflama analizi (DEA) tekniklerini birleştirmişlerdir. Degraeve ve Roodhooft [98], tedarikçi seçiminin toplam sahip olma maliyetini düşüren bir MP modeli geliştirmişlerdir ve envanter yönetimi için aktivite tabanlı maliyetleme kullanmışlardır. Tempelmeier [66], dinamik talep şartlarında tek bir malzemenin satın alma sipariş miktarı ve tedarikçi seçimi için karma tamsayılı optimizasyon modeli kurmuştur. Degraeve ve diğerleri [99], bu tekniği geliştirerek hizmet sektöründe havayolu seçimi problemine uygulamışlardır.

Kurulan matematiksel modeller teknik olarak birbirlerinden farklı olmalarına rağmen bazı ortak noktaları bulunmaktadır. Öncelikle modeller birkaç kriter veya hedeften oluşmaktadır. MP modelleri bir yandan puanlama sistemine göre daha objektif olmasına karşın diğer yandan bu modeller sadece daha sayısal kriterleri göz önünde bulundurmaktadır [22]. İkincisi genelde modeller genellikle yüksek hacimde gerekli olan standart ürünler için en iyi tedarikçiyi bulmak amaçlı kurulmuştur.

Diğer bir matematiksel programlama metodu Veri Zarflama Analizidir (DEA- Data Envelopment Analysis). VZA, karara etki eden girdi-çıkıtı birimlerinin -özellikle çoklu girdi-çıkıtı durumlarında- etkinliklerinin karşılaştırmalarını değerlendiren bir matematiksel programlama metodudur. VZA bir karar alternatifinin "etkinliği" kavramı üzerine kurulmuştur. Alternatifler fayda kriterleri ve maliyet kriterleri üzerinden değerlendirilir. Bir alternatif tedarikçinin etkinliği, çıktılarının ağırlıklandırılmış toplamının, ağırlıklandırılmış girdi toplamına bölünmesi ile elde edilir. Buna göre her tedarikçi için VZA metodu en uygun ağırlıklar kümesini bulur [22]. Örneğin bir tedarikçinin performansını, kendi veya diğer tedarikçilerin etkinlik oranını 1' den büyük yapmadan maksimize eden ağırlıklar kümesini bulur. Bu yolla VZA metodu tedarikçileri yeterli ve yetersiz olmak üzere iki kategoride sınıflandırmaya yardım eder. VZA 'nın tedarikçi seçiminde uygulanmasını ilk olarak Weber yayınlarında ifade etmiştir [28, 79, 88, 90-94]. Weber, yetersiz tedarikçileri ayırmada VZA' nın bir araç olarak nasıl kullanılacağını göstermiştir [94]. Literatürde VZA' nın tedarikçi seçiminde kullanımını ifade eden başka yayınlar da mevcuttur [95, 96, 100].

Veri zarflama analizinin doğru sonuç üretebilmesi için sistemi etkileyen girdi-çıkıtı birimlerinin doğru olarak tanımlanması hayati öneme sahiptir. Kritik bir girdi ya da çıktının inceleme dışında bırakıldığı durumlarda modelin verdiği sonuçlar yanlı veya yanıltıcı olabilir. VZA'da gözlenen performansın en iyi performanstan olan uzaklığı sadece verimsizliğe bağlanmaktadır bu da objektif olmayan sonuçlar doğurabilmektedir Her karar noktası için ayrı bir doğrusal programlama modelinin çözümü gerektiğinden, büyük boyutlu problemlerin Veri Zarflama Analizi ile çözümü, hesaplama açısından zaman alıcı olabilir [94].

- İstatistikî modeller

İstatistiksel modeller kümeleme analizi, ekonomik sipariş miktarı modeli gibi metotları içermektedir [28]. Literatürde yayınlanan istatistikî modeller sadece bir kriterin belirsizliğinin analizi üzerine çözüm üretmektedir. [31, 75, 101, 102]. Satın alma sürecinde birçok stokastik belirsizlikler bulunmasına rağmen, çok az tedarikçi seçim modelleri bu konu ile ilgilenmiştir [22]. Soukoup [39], dengesiz talep durumu için çözüm üreten bir istatistikî benzetim modeli sunmuştur. Ronen ve Trietsch [101], sadece sipariş teslim zamanının belirsiz olduğu durumlar için bir karar destek sistemi geliştirmiştir. Tracey ve Tan [31], tedarikçi seçim kriterleri arasındaki ilişkiyi deneysel olarak test etmek faktör analizini kullanmışlardır.

Kümeleme analizi (KA) bir grup elemanın sayısal özelliklerinin puanlarının yaklaşık veya farklı olmalarına göre sınıflayarak farklı kümeler oluşturmayı amaçlayan bir algoritma kullanan temel bir istatistikî metottur [22]. Bu kümelerde küme içindeki elemanların farklılıkları minimal iken farklı kümeler içindeki öğelerin farkları maksimumdur. KA aynı zamanda bazı kriterler üzerinde de uygulanabilir. Sonuçta tedariklerin mukayese edilebilir bir şekilde kümelendirdiği sınıflar elde edilir. Hinkle ve arkadaşları [103] bu konuyu bildiren ilk kişidir. Daha sonra Holt [104], bu konuda başka bir çalışma yapmıştır.

Tedarikçilerin benzerlik ve farklılıklarını bulmak için Hinkle ve diğerleri ve Holt Dij öklit uzaklığı hesaplamayı önermişlerdir.

$$D_{jk} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_{ij} - x_{jk})^2}$$

Burada;

n = kriterlerin sayısı;

x_{ij} = j. tedarikçinin i. kriter için skoru;

x_{ik} = k. tedarikçinin i. kriter için skoru;

Bütün uzaklıklar hesaplandıktan sonra, yakın değerlere göre tedarikçiler benzer kabul edilir ve oluşturulan kümenin elemanı olurlar, farkın büyük olduğu uzaklıklar için ise farklı bir küme oluşturulur. Bu şekilde sadece bir tane en iyi tedarikçi bulmak yerine, birbirinin alternatifi olan tedarikçiler belirlenmiş olur. Fakat, aynı kümedeki elemanlar için net bir sıralama mevcut değildir.

- Diğer tedarikçi seçim modelleri

Tedarikçi seçimi problemine başka yöntemler de uygulanmıştır. Bunlardan bir tanesi maliyet tabanlı bir yöntem olan Toplam Elde Etme Maliyeti (TCO Total Cost of Ownership) Modelidir. TCO temelli modeller, satın alınan parçanın hayat döngüsü boyunca katlanılan ölçülebilir maliyetleri tedarikçi seçimi maliyetine yaymaya çalışır [9, 22, 71]. Bu maliyetleri Ellram [71] üçe ayırmıştır: i) işlem öncesi, ii) işlem sırasında ve iii) işlem sonrası maliyetler. TCO tabanlı modeller temel olarak tedarikçilerin seçimi ile ilgili birçok maliyetlerin hesaplanması ve birleştirilmesinden ve daha sonra birim maliyetlere göre tedarikçilerin sıralanması adımlarından oluşmaktadır [13]. Bilgisayarlı muhasebe sistemine sahip büyük şirketler için bu konuda "maliyet-oranı metodu" ortaya atılmıştır [82]. Bu model kalite, teslimat, ve servisle ilgili maliyetleri toplar ve bunları birim fiyat üzerinden kar ya da ceza oranı olarak ifade eder. Bu metodun yanında servis ve teslimat performansı kriterleri gibi maliyet miktarlarının elde edilmesi zor olan kriterler için TCO yaklaşımıyla puanlama sistemini birleştiren bir model de ortaya konmuştur [27, 67, 70]. Bütün bu toplam maliyet yaklaşımları maliyet verileri bir kağıt üzerinde toplanabilen basit olaylar için uygulanmaktadır ve "tek anlaşmalı" modellerdir [22]. Degraeve ve arkadaşları [99], TCO modelini hizmet sektörüne uygulamıştır. Daha sonra Degraeve

ve arkadaşları [105], stratejik satın alma için yönetim bilişim sisteminin önemini de TCO modeline eklemişlerdir.

Tedarikçi seçimine uygulanan diğer modeller yapay zeka (YZ) modelleridir. YZ temelli modeller, satınalma uzmanları ya da geçmiş verilerle eğitilebilen bilgisayar destekli sistemlerdir. Daha sonra, öğretilen durumlara benzer fakat yeni olaylarla karşılaşan uzman olmayan kullanıcılar bu sisteme danışma imkanına sahip olurlar . Yz teknolojisi üzerine kurulmuş metotlara örnek olarak genetik algoritmalar, yapay sinir ağları ve uzman sistemleri gösterebiliriz [22]. Vokurka ve arkadaşları [45], tedarikçi seçimi için bir uzman sistem modeli geliştirmişlerdir. Choy ve arkadaşları [14], dış kaynak kullanımı kararı için yapay zeka temelli bir bilgi sistemi oluşturmuşlardır. Ding ve arkadaşları [106], tedarikçi seçimini optimize etmek için genetik algoritma kullanarak bir benzetim modeli uygulamışlardır.

Son olarak bir kısım yazarlar, tedarikçi seçimi konusunun belirsizlik ve eksik olma durumunu modelleme yolu olarak Bulanık Küme Teorisini (BKT) kullanmayı önermiştir. Kısaca, BKT matematik olarak, örneğin performans kriterlerini ağırlıklarının verilmesinde, belirsiz tercihlerin modellenmesinde bir yöntem sunmaktadır. Basitçe anlatacak olursak, BKT , "X kriterinin önem ağırlığı yaklaşık 0.8 civarındadır " şeklinde bir ifade ile X kriterinin ağırlığının belirlenmesine olanak tanır ve bunu sözel olarak "yüksek, düşük, orta" vb. gibi ifade edilmesini sağlar [22]. Bevilaqua ve Petroni [33], Kumar ve arkadaşları [34], Wang [35], Holt [104], BKT'yi tedarikçi seçimine uygulamayı önermişlerdir. BKT diğer yöntemlerle kullanılarak diğer yöntemlerin kalitesi arttırılabilir. Bu konuda, literatürde yapılmış birkaç çalışma mevcuttur; Kwong ve Bai [107], Bulanık AHP ile müşteri isteklerinin ağırlıklarını tanımlamaya çalışmışlardır. Chan ve Kumar [108], tedarikçi geliştirme için risk faktörlerinin tanımlanmasında Bulanık Geliştirilmiş AHP tekniği kullanmışlardır. Amid ve arkadaşları [109], tedarikçi seçimi için bulanık çok amaçlı doğrusal model geliştirmişlerdir.

BÖLÜM 4. BULANIK MANTIK VE BULANIK VERİTABANI

4.1. Kavramsal Tanım

Bulanıklığın bilimdeki resmi ismi, “çoklu değer” dir. Bulanıklığın tersi, “ikili” ya da “iki değerlilik” tir. İki değerlilik, soruları iki türlü cevaplamaktadır: doğru ya da yanlış (1 veya 0). Bunun anlamı, üç veya daha fazla, belkide sonsuz spektrumdaki seçenekler yerine sadece iki uç gözönüne alınır [110].

Yaklaşık 100 yıl önce Amerikalı filozof Charles Peirce matematiksel düşüncede çok önemli bir yeri olduğu tartışılmaz olan “belirsizlik”in, mantıkçılar tarafından çok ihmal edildiği hususundaki görüşlerini belirtmiştir. Bu bağlamda ilk olarak dönemin mantıkçıları 1920 ve 1930 yılları arasında “çoklu değer” üzerine çalışmaya başlamışlardır. 1920'lerin sonlarında Warner Heisenberg “kuantum mekaniğinin belirsizlik prensibi” bilim dünyasında büyük yankı uyandırmıştır. Bu matematik prensibi şunu söylemektedir: Eğer bazı şeyleri tam olarak ölçerseniz, diğer şeyleri doğru olarak ölçemeyebilirsiniz. Bu prensip “üç değerli mantık” temeline dayanan ve “doğru” “yanlış” ve “orta” olmak üzere üç durumu öngörmektedir. Fizikte belirsizlik prensibi konum-hız arasında, zaman-enerji arasında ve diğer değişkenler arasında yer almaktadır. Bir elektronun bir hat boyunca hızının ne kadar olduğunu biliyorsanız, çok belirgin olarak elektronun hattın neresinde olduğunu bilemezsiniz veya bunun tersi şeklinde ifade edilebilir. Zamana bağlı sistemlerin tümü, belirsizlik prensibine sahiptir. Kısa bir süre içinde Polonyalı mantıkçı Jan Lukasiwicz “orta” grubu kendi içinde çoklu parçaya ayırmış ve böylelikle "çok değerli mantığı"na gelinmiştir. Lukasiwicz böylelikle, yanlışlık ve doğruluğun 0-1 arasındaki bir spektrumda dağılan ve tesbit edilemeyen bir dizi tanımlamıştır. Böylece bulanık olan bir ifadenin “doğruluk değeri” 0-1 arasında veya derece ile %0 doğruluk ve % 100 doğruluk arasında değer alır [110].

1937'de Amerikalı kuantum filozofu Max Black “belirsiz küme”ler üzerine bir makale yayınlamıştır. Black, “belirsiz” sembolleri belirli bir düzen içinde karakterize eden “yoğunluk fonksiyonu” önermiştir. Belirsizlik hesaplama önerisi, 1940'da H. Weyl ve 1951'de A Kaplan ve HF. Schott tarafından önerilmiştir; burada temel küme bağıntıları gösterilmiştir [111].

Bulanık kümelerin kullanımı ilk olarak 1965 yılında Amerika'da Berkeley Üniversitesi'nde Elektrik Mühendisliği bölüm başkanı olan Lotfi Zadeh tarafından gündeme getirilmiştir. Lotfi Zadeh, sözkonusu makalesinde, amaçların kümelenmesi ve gruplanması için Lukasiewicz'in çokdeğerli mantığı'nı kullanmış, böylelikle klasik matematik standartlarıyla belirsiz olan veya tam belli olmayan “insan karar sürecini” biçimlendirmeye olanak bulunmuştur [110].

“Bulanık mantık” iki ayrı anlama gelmektedir: Birinci anlamı “çoklu değer” veya “belirsiz” mantıktır. Buna göre herşey, doğruluk kümesi içinde bir dereceye sahiptir. İkinci anlamı, bulanık kurallar kümesi veya bulanık kümelerle değerlendirilmesidir. Sözcüklerle hesap bulanık mantığın diğer bir parçasıdır. [112].

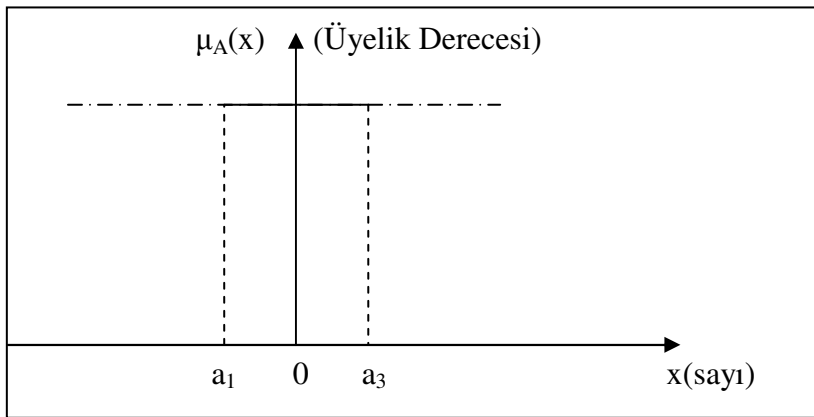
4.2. Matematiksel Tanım

Bulanık küme, üyelerinin bir kümeye bazı derecelerle bağlı olduğu bir kümedir. Bunun tersi olarak standart bir küme, yani bulanık olmayan bir küme, üyeleri olan ya da olmayan bir kümedir. Bulanık olmayan bir kümede küme elemanları, kümeye belirli derecelerde üye değildirler, ya tam üyedirler ya da üye değildirler [112]. Bulanık kümelerde, üyelerden üye olmayanlara geçiş kesin bir çizgiyle değil de dereceli olmaktadır. Küme elemanlarının herbiri kümeye bağlı olduğu derece ile dahil olmaktadır. Sözkonusu fonksiyon, “üyelik fonksiyonu” adı verilen üyelik derecesiyle ifade edilir. Üyelik fonksiyonu kullanımıyla, doğal dildeki bulanık ifadeler (uzun, sıcak, yaklaşık 5) bulanık kümeler olarak tanımlanabilir. Bu üyelik fonksiyonun konveks ve normal olduğu farz edilir; sadece bir pik (en yoğun) nokta mevcuttur ve bunun da üyelik derecesinin değeri 1' dir [112]. Şekil 4.1.'de görüldüğü üzere A sayısı ($A \in \mathbb{R}$) $[a_1, a_3]$ güven aralığında şu şekilde tanımlanabilir:

$$\mu_A(x) = \begin{cases} \mu_A(x)=0, & x < a_1 \\ \mu_A(x)=1, & a_1 \leq x \leq a_3 \\ \mu_A(x)=0, & x > a_3 \end{cases} \quad (4.1)$$

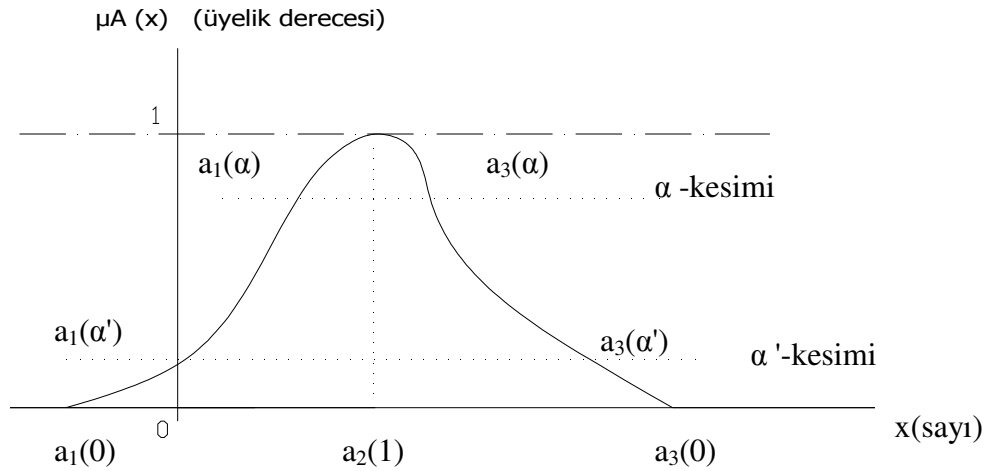
Böylelikle şu belirtilebilir ki, A, a_1 'den küçük, a_3 'den de büyük değildir. Sembolik olarak güven aralığının gösterimi genellikle şu şekildedir: $A=[a_1, a_3]$.

$$\exists x \in \mathbb{R} : \forall_x \mu_A(x) = 1 \quad (4.2)$$



Şekil 4.1. Bir A sayısının güven aralığıyla ifadesi

Genel olarak bir bulanık sayı, \mathbb{R} ' deki hem normal hem de konveks olan bir bulanık alt kümedir ve gösterimi şu şekildedir (Şekil 4.2.):



Şekil 4.2. Konveks normal bir bulanık sayı

R' deki bulanık kümenin en büyük değeri 1'dir.

Eğer α -kesimi'ni A_α ile gösterirsek:

$$A_\alpha = [a_1^{(\alpha)}, a_3^{(\alpha)}] \quad (4.3)$$

$$(\alpha' < \alpha) \Rightarrow (a_1^{(\alpha')} \leq a_1^{(\alpha)}, a_3^{(\alpha')} \geq a_3^{(\alpha)}) \quad (4.4)$$

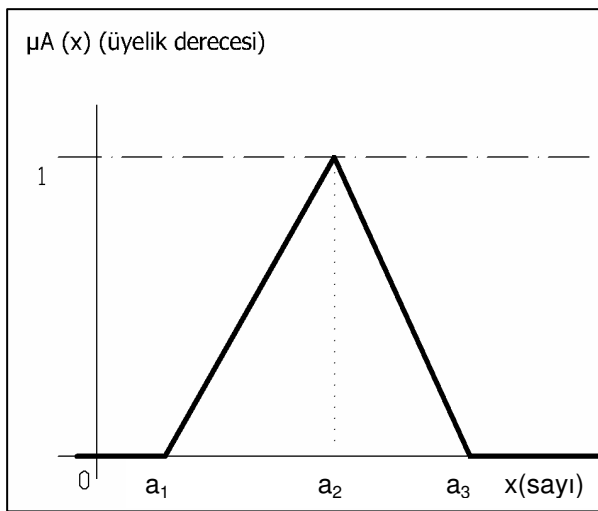
Alternatif olarak eğer α' -kesimi'ni $A_{\alpha'}$ ile gösterirsek:

$$A_{\alpha'} = [a_1^{(\alpha')}, a_3^{(\alpha')}] \quad (4.5)$$

$$(\alpha' < \alpha) \Rightarrow (A_\alpha \subset A_{\alpha'}) \quad (4.6)$$

En yaygın olarak kullanılan bulanık sayı “Üçgensel Bulanık Sayı”dır (ÜBS). Üçgensel bulanık sayılar, üçlü nokta ile ifade edilirler: (a_1, a_2, a_3) . Şekil 4.3'te görüldüğü üzere “üyelik fonksiyonu” şu şekilde tanımlanır [113]:

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0 & , \quad x < a_1 \\ \frac{x - a_1}{a_2 - a_1} & , \quad a_1 \leq x \leq a_2 \\ \frac{a_3 - x}{a_3 - a_2} & , \quad a_2 \leq x \leq a_3 \\ 0 & , \quad x > a_3 \end{cases} \quad (4.7)$$

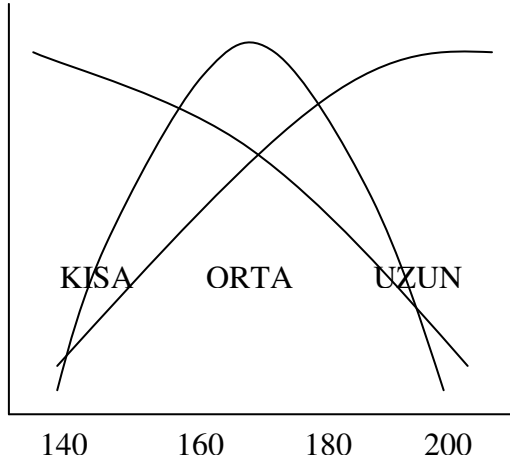


Şekil 4.3. Üçgensel bulanık bir sayı $A = (a_1, a_2, a_3)$

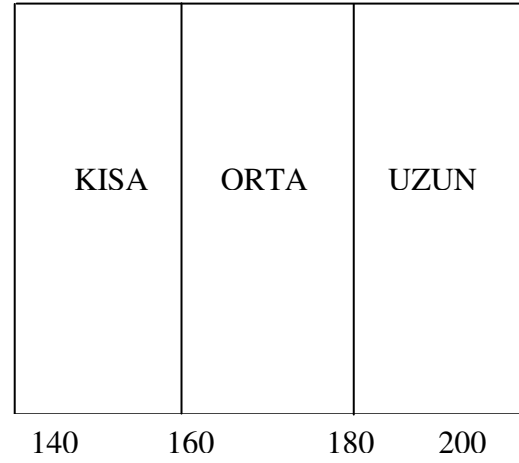
Formül (4.7) eşitliğine alternatif olarak ÜBS A düzeyindeki güven aralığı ile ifade edilebilir:

$$\forall \alpha \in [0,1] \quad A_\alpha = [a_1^{(\alpha)}, a_3^{(\alpha)}] = [(a_2 - a_1)\alpha + a_1, -(a_3 - a_2)\alpha + a_3] \quad (4.8)$$

Aşağıdaki şekillerde (Şekil 4.4 ve Şekil 4.5) 140 cm ile 200 cm arasındaki yükseklikler kümesi üzerinde tanımlanan uzun, orta, kısa bulanık kümeleri ve bulanık olmayan kümeler ile farkı gösterilmektedir [114].



Şekil 4.4. Kısa, uzun, orta bulanık kümelerin üyelik fonksiyonu [114]



Şekil 4.5. Kısa, orta, uzun normal kümelerin karakteristik fonksiyonu [114]

Bulanık kümelerde cebirsel işlemler yapılabilmektedir [114]:

a) Cebirsel Toplam: A ve B kümelerinin cebirsel toplamı $A \oplus B$ şeklinde gösterilir ve aşağıdaki üyelik fonksiyonu ile tanımlanır.

$$\mu_{A \oplus B}(x) = \mu_A(x) + \mu_B(x) - \mu_A(x)\mu_B(x) \quad (4.9)$$

b) Cebirsel Çarpım: A ve B kümelerinin cebirsel çarpımı $A.B$ şeklinde gösterilir ve aşağıdaki üyelik fonksiyonu ile tanımlanır.

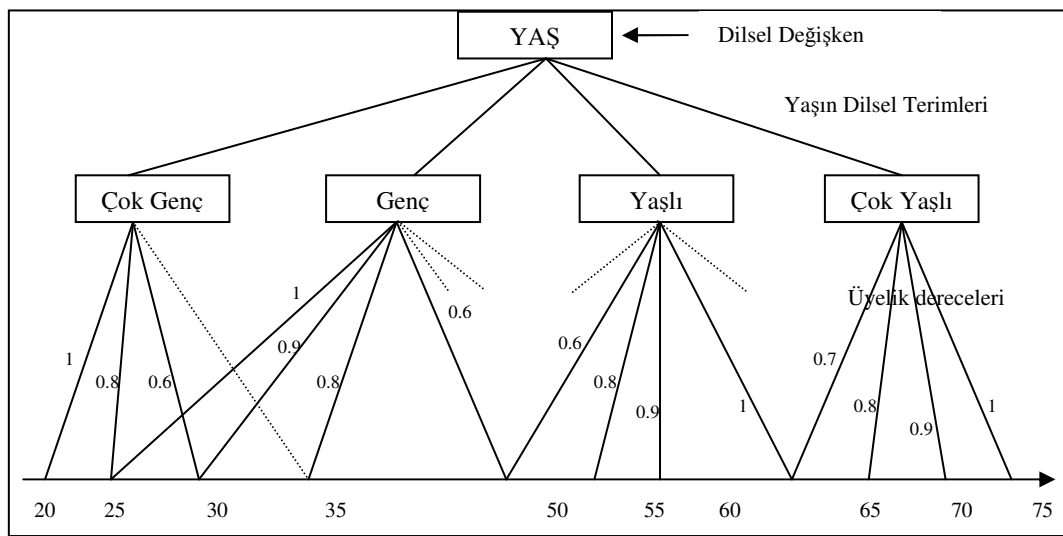
$$\mu_{A \otimes B}(x) = \mu_A(x) \cdot \mu_B(x) \quad (4.10)$$

4.3. Dilsel değişkenler

Dilsel değişkenler, belirli bir kümenin bulanık altkümeleri olarak ele alınır. Bir dilsel değişkeni $(x, T(x), U, G, M)$ ile karakterize edebiliriz. Burada; x , dilsel değişkeni; $T(x)$, bu değişkenle ilgili dilsel terim kümesini; U , dilsel değişkenin tanımlı olduğu kümeyi; G , x değişkeninden üretilen yazım kurallarını ve M üretilen terimlerle

ilgili semantik kuralları göstermektedir [115].

Şekil 4.6’da yaşı temsil eden bir dilsel değişken görülmektedir. $U = [0,100]$ yani 0 ile 100 arasında değişmektedir. Bu dilsel değişken için tanımlı terimler yaşlı, çok yaşlı, genç vs. olabilir. Bu terimlerden yaşlıya anlam yükleyen $\mu_{yasli} = \{(x, \mu_{yasli}(x)) | x \in U\}$ şeklindedir. Burada $\mu_{yasli}(x)$ U ’da tanımlı yaş değişkeninin “yaşlı” bulanık kümesine üyelik derecesini belirten üyelik fonksiyonudur [115].



Şekil 4.6. Dilsel değişken örneği [115]

4.4. Bulanık Önermeler

Bulanık yargılar içeren cümlelere “bulanık önerme” denir. “A, YAKIN bir şehirdir”, “X, KÜÇÜK bir sayıdır” gibi. Genel olarak,

$$X, F \text{’dir} \quad (4.11)$$

şeklinde gösterilir. Burada X nesnelere kümesini ve F bulanık bir yüklemi göstermektedir. Bulanık önermeleri sonucu bulanık kümeler yardımı ile bulunabilir.

Her $x \in X$ için x F 'dir önermelerinin doğruluğu bilinirse önermenin doğruluğu hesaplanabilir [116]:

$$X = \{x_1, x_2, \dots, x_m\} \text{ ise;} \quad (4.12)$$

$$\text{Doğruluk } r(x \text{ } F \text{ 'dir}) = \mu_F(x_i) \quad i = 1, \dots, m \quad (4.13)$$

Bu durumda X Küçük bir sayıdır önermesinin doğruluğu;

$r = \mu_{\text{KÜÇÜK}}(x)$, şeklinde gösterilir.

Ve n elemanlı önermenin ortalama doğruluk derecesi r ,

$$r = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \mu_F(x_i) \text{ 'dir.} \quad (4.14)$$

4.5. Sıralı Ağırlıklandırılmış Ortalama İşlemcisi

Kriterleri oluşturan kümeleri ağırlıklandırarak birleştirmeye yarayan işlemcidir. Şu şekilde tanımlanır [115]:

$$\mu_{\text{OWA}}(x) = \sum_j w_j \mu_j(x) \quad (4.15)$$

$\mu_j(x)$, x elemanının j . en büyük üyelik derecesi olarak tanımlanır.

Burada; $w = \{w_1, w_2, \dots, w_n\}$ ağırlıklar vektörüdür

$$w_j \in [0, 1] \text{ ve}$$

$$\sum_j w_j = 1$$

4.6. Veritabanı Sistemlerinde Bulanık Mantık

Veritabanı, özellikle hızlı saklama, arama ve güncelleme için belirli bir şekilde organize edilmiş bilgi topluluğudur [117]. Günümüzde kullanılan klasik veritabanlarını ele alırsak; kesin veriler sayısal, metinsel veya mantıksal olarak üç tipte saklanabilir. Bu saklanan veriler üzerinde, sayısal alanların sayısal, sözel alanların sözel ve mantıksal alanların mantıksal koşullar ile sorgulama yapma olanağı vardır. Ancak, özellikle firmaların ihtiyacı kesin değerlerden daha çok belirsizlik ile ilgili olmaktadır. Bu boşluğu doldurabilecek niteliği olmasından dolayı, son yıllarda veritabanlarında kesin veriler üzerinde bulanık sorguların yapılabilme çalışmaları artmaktadır [110, 113-116, 118-121].

Bulanık mantık, veritabanı sistemlerini iki alanda geliştirmek için kullanılır [121]:

1. Belirsiz bilginin saklanması ve güncellenmesi,
2. Belirsiz sorgu işlemleri yapılması.

4.6.1. Belirsiz bilgi

Veritabanında bilgiler iki şekilde sınıflandırılabilir:

1. Kayıtlardaki özellik alan değerlerinin belirsiz olması
2. Kayıtların üyelik derecelerinin ilişkileri

1. Kayıtlardaki özellik alan değerlerinin belirsiz olması

Bu iki farklı belirsizlik veritabanı sistemlerinde bulanık veri olarak iki farklı yaklaşım ile oluşturulabilir:

- Benzerlik tabanlı yaklaşımlar
- Olasılık tabanlı yaklaşımlar

Benzerlik tabanlı yaklaşımda özellik alanlarını tanımlamak için dilsel terimler (kötü, iyi, mükemmel vb.) kullanılır. Bu terimlerin belirsizliği alanlardaki dilsel terim

çiftleri arasında benzerlik derecesi kaydedilen benzerlik matrisinde tanımlanır.

Örneğin iş tipi ve uzmanlık alanlarını saklayan bir veritabanımız olsun. Uzmanlık alanları da yapay zeka, robotik, uzman sistemler ve istatistik olsun. Benzerlik tabanlı bulanık veritabanı sistemi Tablo 4.2’ deki gibi bir benzerlik matrisi kullanılabilir.

Diğer yaklaşım da belirsiz verilerin özellik alanlarının olasılık dağılımı olarak kullanılmasıdır. Bu yaklaşıma olasılık tabanlı yaklaşım adı verilir.

Örneğin bir suçlunun boyunu tanımlarken dilsel olarak “yaklaşık 160 boylarında” diye tanımlarız. Bu durumda polis şüpheliler listesinden “160’a yakın” suçluları çıkartır. Buradaki alt ve üst sınırlar olasılık dağılım ile bulunur.

Olasılık dağılımı eşleşme derecesi iki farklı yöntemle hesaplanabilir: olasılık ölçüsü ve gereklilik ölçüsü. Bu iki yaklaşım sorgudaki bulanık durumları karşılayan minimum ve maksimum derecedeki olasılık verilerini gösterir.

2. Kayıtların kısmi üyelik dereceli ilişkileri

Veritabanındaki belirsiz bilgilerin ikinci tipi bir kümenin kısmi üyelik derecesidir. Bir t kümesindeki ağırlığı $\mu_R(t)$ şeklinde gösterilen R kümesindeki üyelik derecesinin olduğu satırdır.

4.6.2. Bulanık sorgu

Veritabanında veya Web de saklanan bir bulanık bilgi veya veriyi bulmak için bulanık sorgu kullanılır. Aşağıdaki sorgulardan en az birini içeren sorgular bulanıktır:

- Belirsiz kriterler
- Belirsiz işlemciler
- Belirsiz terimler

Uluslararası gelirleri hesaplayan bir firmanın yukarıdaki üç durum için sorgulama yaparsak:

Geliri DÜŞÜK olanları bul

sorgusunda “DÜŞÜK” bir üyelik fonksiyonunu belirtmektedir.

Bazen kullanıcılar için en uygun bilgiyi tanımlamak için “YAKLAŞIK EŞİT”, “BİRAZ BÜYÜK” gibi bulanık işlemcilerle ihtiyaç duyabilirler. Bu durumlarda bulanık işlemcileri kullanmak kullanıcılar için daha kolay ve iyi olabilir.

Tüm ülkelerde en çok ithal edilen üç ürün ile

Amerika’dan en çok ihraç üç ürüne “YAKLAŞIK OLARAK BENZER” olanları bul.

“YAKLAŞIK OLARAK BENZER” kelimesi belirsiz işlemcidir. Yaklaşık olarak benzer kelimesinin bulanık kümelerdeki üyelik derecesi şu şekilde bulunur:

$$\mu_{\text{Yaklaşık olarak benzer}}(I_3(\text{ülkeler}), I_3(\text{ABD})) = \frac{\|I_3(\text{Ülkeler}) \cap I_3(\text{ABD})\|}{3} \quad (4.16)$$

$I_3(\text{ülkeler})$ ilk üç önemli malzemelerin kümesini göstermektedir.

4.7. Bulanık İlişkili Veri Modelleri

Veri modeli Veritabanı Yönetim Sistemlerinde (VTYS) veri saklama yönteminin soyut şeklidir. Bu soyutluk VTYS kullananların bilgiye odaklanmasını sağlar. Veri modelinin iki bileşeni vardır :

- a) Veri tanımlamak için sayı ve rakam sistemleri
- b) Veri yönetimi için işlemler kümesi

4.7.1. İlişkisel veri modelleri

İlişkisel bir veri modelleri anlamlı isimler bulunan tablolar olarak gösterilebilen ilişkiler içindeki veriyi düzenler. Bu tablonun sütunları ilişkilerin özellik alanı olarak

adlandırılırken satırlar kayıt olarak adlandırılır. Örneğin Tablo 4.1 özellik alanları Adı, soyadı, iş tipi ve uzmanlık olan bir ilişkiyi gösterir.

Buna göre, ilişki bir iş arama veritabanına kayıt edilen adayların kariyerlerini ve uzmanlığını tanımlar. Bu ilişki kümesini Profil olarak adlandırılmıştır (Tablo 4.1).

Tablo 4.1. Profil kümesi [121]

Adı	Soyadı	İş tipi	Uzmanlık
Bob	McLendon	Akademik	YZ
Rob	Mucker	Endüstri	Uzman Sistemler
Nancy	McCay	Kamu	İstatistik
John	Hunt	Kamu	Robotik

Bir ilişkiyi kurallara uygun olarak açıklamak için ilk önce kümedeki alanları tanımlamamız gerekir. Alanlar, veriler kümesidir ve kesikli (örneğin küme {akademik, endüstri, kamu}) ya da sürekli (0 ve 100 arasındaki gerçek sayılar) olabilir. Bir ilişki içindeki her bir özellik alanı, özellik alanları için tüm ihtimal değerlerini gösteren bir tanım kümesine sahiptir.

Bir R ilişkisi belirlemek için, k kriter alanı tanım kümeleri D_1, D_2, \dots, D_k olduğu varsayalım. $D_1 * D_2 * \dots * D_k$ tanım kümelerinin kartezyen üretimi k kriter alan değerlerinin tüm kombinasyonlarının olasılıklarını biçimler. Böylece, R ilişkisi $D_1 * D_2 * \dots * D_k$ kartezyen ürününün alt kümesidir. Tablo 4.2, herbir kayıt küme içindeki bir üyedir.

Alternatif olarak bir ilişki, bir değeri her bir tanım kümesine harita eden bir harita kümesi olarak gösterilebilir. Bu biçimlendirmenin ana avantajı, bir ilişkinin özellik alan sırasını değiştirirken aralarındaki ilişkiyi değiştirmemesidir.

Diğer bir değişle, bir ilişki sadece sütun sırasını bağımsız olarak tablonun içeriği ile tanımlanır.

Tablo 4.2. Uzmanlık alanı için benzerlik matrisi [121]

Adı	Robotik	Uzman Sistemler	YZ	İstatistik
Robotik	1.0	0.6	0.6	0.2
Uzman Sistemler	0.6	1.0	0.9	0.2
YZ	0.6	0.9	1.0	0.2
İstatistik	0.2	0.2	0.2	1.0

İlişkisel veri tabanlarında her bir özellik alanı, tanım kümeleri önceden tanımlanmış bir değerler kümesine sahiptir. Benzerlik matrisi yaklaşımı kullanıldığında, belirsizlik, benzerlik matrisi ile aynıdır. Bu yüzden bu yaklaşım, geleneksel modellere yakındır. Olasılık, bulanık özellik değerlerinin bir terimine veri önermesi yoluyla yaklaştırılır. Örneğin biz verilen bir veri tabanı içinde yaş ile ilgili bir özellik alanına sahipsek, ilk olarak bu özellik alanları sayısal değerler olacaktır. Olasılık dağılımları kullanarak, uygun olan ihtimal dağılımları ile karakterize edilen genç, yaşlı, orta yaşlı gibi terimler tanımlanabilir.

4.7.2. Benzerlik tabanlı bulanık ilişkiler

Benzerliği temel alan bulanık ilişkiler içinde kriterlerin değerlerinin belirsizliği öncelikli olarak onların anlamları içindedir. Örneğin Tablo 4.1' de kayıtlar için Uzmanlık kriteri alanı verileri alt alta sıralanmıştır. Uzmanlık alanının örtüşme derecesi Tablo 4.2' de gösterilen benzerlik matrisi ile ilişkilendirilir.

Dilsel ifadeler sebebiyle ortaya çıkan belirsizliğe ek olarak, benzerliği temel alan bulanık ilişki eksik bilgiden dolayı da belirsizliği tanımlamalıdır. Örneğin, şüphelilerin yaşı 19 ya da 20 olarak tanımlayabiliriz. Bunu yapmak için bir kayıt içindeki bir özellik alanı, bu alan için tüm ihtimal değerlerini tanımlayan değerler kümesine sahip olmaya izin vermelidir. D_1, D_2, \dots, D_k tanım kümelerini içeren benzerliği temel alan bulanık ilişki $2^{D_1} \times 2^{D_2} \times \dots \times 2^{D_k}$ kartezyen ürünün bir alt kümesidir. Bundan başka, D_1, D_2, \dots, D_k tanım kümeleri içindeki değerler, $[0,1]$ aralığında tanımlı tanım kümesi içindeki her bir değer çiftini harita eden S_1, S_2, \dots, S_k benzerlik ilişkileri ile ilişkilendirilmelidir. 1 benzerlik ölçümü çiftin tanımlayıcısı anlamına gelir, 0' ın benzerlik ölçümü sadece fark anlamındadır.

Bir D tanım kümesi için S benzerlik ilişkisi, D içindeki tüm x, y, z için aşağıdaki üç özellik ile birim aralığına D içindeki tanım kümesi değerler çiftini harita eden bulanık bir ilişkidir $S: D \times D \rightarrow [0,1]$;

$$\text{Dönürlü} : S_D(x,x)=1$$

$$\text{Simetrik} : S_D(x,y)= S_D(y,x)$$

$$\text{Geçişli} : S_D(x,z) \geq \max_{y \in D} (\min(S_D(x,y), S_D(y,z)))$$

İlk iki özellik sezgiseldir. Üçüncü özellik bir veri tabanı içindeki fazlalığın çıkartılması ile ilgilidir. Benzerlik ilişkisine bir örnek matris olarak Tablo 4.2'de verilmektedir. Matris, verilen bir özellik alanı tanım kümesi değerleri içindeki benzerliği tanımlar. Örnekte kriter alanı Uzmanlık için, tanım küme değerleri {Robotik, uzman sistemler, YZ, İstatistik}dir. Uzmanlık alanının her bir çifti için benzerlik matrisi her bir uzmanlık alanı birbirine benzer olan bir dereceyi tanımlar.

4.8. Bulanık İlişkisel Veri Modellerinde İşlemler

İlişkisel veri modellerinde işlemler ilişkisel cebirde kullanılan sayı sistemleri ile ifade edilir. İlişkisel cebirde sorgular ilişkilere göre özel işlemler uygulanarak ifade edilir.

1. İşlemlerde yeni ilişkiler kurabilmek için her bir kayıtın üyelik derecesini belirlememiz gerekir.
2. Yeni bir ilişki oluşturularak yapılacak işlemlerdeki fazla satırları çıkarmak gereklidir. Bu durumda tekillik kriteri olarak ilk özellikte belirtilen üyelik derecelerine göz önüne alınır ve ne kadar benzer olduklarına bakılır.

Kullanılan tekillik kriteri verilerin birleştirilmelerdeki ve ilişkilerdeki en yüksek üyelik derecesini alan bulanık ilişkiler olarak tanımlanır. Diğerleri atılır.

4.8.1. Bulanık ilişki cebir

a) Birleşim (Veya (\vee)): R ve S gibi en az iki kümeden oluşan iki kümenin birleşim kümesidir ve $R \cup S$ şeklinde gösterilir.

$$\mu_{R \cup S}(t) = \mu_R(t) \oplus \mu_S(t) \quad (4.17)$$

\oplus bulanık ayırma operatörüdür ve t satırlarını gösterir.

$$\mu_{R \cup S}(t) = \text{Max}(\mu_R(t), \mu_S(t)) \quad (4.18)$$

b) Fark (Ve (\wedge)): R kümesinin S kümesinden farklarını gösteren kümeyi gösterir ve R-S şeklinde yazılır. İki bulanık kümenin farkı onların kesişim ve komplementleriyle gösterilir.

$$\mu_{R-S}(t) = \mu_R(t) \otimes (1 - \mu_S(t)) \quad (4.19)$$

\otimes bulanık birleşme operatörünü gösterir.

$$\mu_{R \cap S}(t) = \text{Min}(\mu_R(t), \mu_S(t)) \quad (4.20)$$

c) Kartezyen Çarpımı: k_1 ve k_2 sırasıyla R ve S kümesinin elemanları olsun. Kartezyen çarpımı R ve S kümesindeki olabilecek tüm elemanların (k_1+k_2) kümesidir ve RXS şekline gösterilir. R ve S bulanık kümelerinin kartezyen çarpımı formülü şöyle gösterilir:

$$\mu_{RXS}(t_{12}) = \mu_{R1}(t_1) \otimes \mu_{R}(t_2) \quad (4.21)$$

t_{12} , t_1 ve t_2 elemanlarının kartezyen çarpımları sonucunda elde edilen veridir.

d) İz düşüm: R kümesinin iz düşümü kullanıcının R kümesinden istediği verilerin alt kümesinden seçilir. $a_1, a_2, \dots, a_k, a_{k+1}, \dots, a_n$ R kümesinin elemanları olsun. R'nin a_2, a_k ve a_1 iz düşümleri $\prod[a_2, a_k, a_1](R)$ şeklinde gösterilir. Örnek olarak Tablo 4.1.'deki iş tipinin iz düşümünü alırsak Tablo 4.3. elde edilir:

Tablo 4.3. İştîpinin iz düşüm kümesi [121]

İştîpi
Akademik
Endüstri
Kamu

e) Seçme: R kümesinden seçilen C kümelerinin en iyi C durumlarının kümesidir ve $\sigma_C(R)$ şeklinde gösterilir. C durumları R kümesinin bir veya birkaç özelliği ile veya =, \neq , \leq , \geq , $<$, $>$ operatörleri kullanarak tanımlanabilir. Çoklu durumlar \wedge (ve), \vee (veya) ve \neg (değil) mantıksal operatörleri ile birleştirilebilir.

Örnek: Tablodan soyadı McLedon olan profili almak isteyelim. Tablodan soyadı= McLedon yazıp tüm iz düşüm bilgilerini almak istersek şu formülü kullanırız:

$$R_1 = \sigma_{\text{Soyadı=McLedon}}(\text{Profil}) \quad (4.22)$$

Çıktı tablosu şu şekilde olur:

Tablo 4.4. Seçme sorgusu sonucu oluşan tablo [121]

Adı	Soyadı	İştîpi	Uzmanlık
Bob	McLedon	Akademik	YZ

Bulanık kümelerdeki seçim işlemi iki yöntemle yapılır:

1. Bulanık kümeler ilgili durumları kapsayan seçimlerde istenilen durumları sıralamak için belli bir sınır değeri kullanılır. Bu sınır değere kabul edilir sınır değeri denir. $A_i \approx C$ de eğer bir A_i değerinin olasılık dağılımı varsa, olasılık ölçüsü kullanılarak veya A_i değerleri benzerlik matrisi ile ilişkili ise benzerlik ölçüsü olarak kullanılarak istenilen bulanık veriler bulunabilir.
2. Seçim işleminin genişliği ağırlıklara göre seçmeye izin verir. Verinin üyelik derecesine göre istenilen verinin seçim formülü şöyledir.

$$\mu_{\sigma_{A_i \approx c}(R)}(t) = E_{\text{Ş}}(R * A_i(t), c). \quad (4.23)$$

Örnek olarak tüm profillerden yapay zeka üyelik derecesi 0.8 ve yukarı olan tüm profilleri bulmak için sorgu şu şekilde yapılmalıdır:

$$R_2 = \sigma_{E_{\text{Ş}}(\text{Uzmanlık, YZ}) \geq 0.8}(\text{Profile})$$

Yukarıdaki sorgunun sonucunda Tablo 4.5.'i. elde ederiz

Tablo 4.5. Sorgu sonucu [121]

Adı	Soyadı	İşti	Uzmanlık
Bob	McLedon	Akademik	YZ
Rob	Mucker	Endüstri	Uzman Sistemler

İkinci tip bulanık seçime örnek olarak şu verilebilir;

Mesleği YAKLAŞIK olarak UZMAN SİSTEM olanları bulunuz.

Bu örneğin diğer örnekten en temel farkı kabul edilen bir sınır değerinin olmamasıdır. Formül olarak da şöyle ifade edilebilir;

$$R_2 = \sigma_{E_{\text{Ş}}(P, \text{Uzmanlık}, \text{Uzman sistemler})}(\text{Profil})$$

Eş bulanık eşitlik operatörüdür. Bu işlemin sonucunda şöyle bir tablo karşımıza çıkar:

Tablo 4.6. Eşitlik sorgusu sonucu oluşan tablo [121]

μ	Adı	Soyadı	İşti	Uzmanlık
0,9	Bob	McLedon	Akademik	YZ
1	Rob	Mucker	Endüstri	Uzman Sistemler
0,6	John	Hunt	Kamu	Robotik
0,2	Nancy	McCay	Kamu	İstatistik

Sınır değer yaklaşımından temel farkı üyelik derecesine göre arama yapmaktır.

f) Birleştirme: Sırası ile a_i ve b_j özelliklerine sahip R ve S kümelerinin birleşmesi, $R \cup S$ diye yazılır ve $\sigma_{R,a_i \cup S,b_j} (R \times S)$ şeklinde gösterilir. (4.24)

Aritmetik karşılaştırma işlemcileri olan ($=, \neq, \geq, <$ vb) ve diğer mantıksal eşleştirme operatörleri de burada kullanılır. Eğer eşitlik işlemcileri kullanıyorsa buna eşitlik-birleştirme denir.

$R \times S$ şeklinde yazılan R ve S kümelerinin doğal birleşimi sonucunda:

1. Her iki kümedeki ortak alanların hepsi eşit birleştirilir.
2. Sonuç tablosunda gereksiz veya fazla alanlar tablodan çıkartılır.

İş kümesine göre iş alanlarını kapsayan bir birleştirme yaparsak aşağıdaki tablo oluşur. (Tablo 4.7. İş kümesi). İş alanlarında şu veriler olur; Firma adı, iş tipi, uzmanlık ve bulunduğu şehir.

Tablo 4.7. İş alanlarına göre şirket kayıtları [121]

Firma	İş tipi	Uzmanlık	Şehir
Texas A&M	Akademik	YZ	Texas
SUN Microsystems	Endüstri	Uzman Sistemler	California
NIH	Kamu	İstatistik	DC
NASA Ames	Kamu	Robotik	California

Yukarıdaki tabloyla Profil tablosunu birleştirelim. Birleştirme iş tipine göre şu şekilde yapılır:

$$R = \sigma_{P, \text{İş tipi} = I, \text{İş tipi}} (P \times S) \quad (4.25)$$

$$P_{IXI} = \prod [\text{Adı, Soyadı, P, İş tipi, Uzmanlık, Şehir}] \quad (4.26)$$

Yukarıdaki formülde kullanılan P profil kümesini İ de işveren kümesini temsil eder.

Yukarıdaki formül sonucunda şu tablo ortaya çıkar. (Tablo 4.8. Profil kümesi ile İş kümesi arasındaki birleşim)

Tablo 4.8. Profil kümesi ile iş kümesi arasındaki birleşim [121]

Adı	Soyadı	İştipi	Uzmanlık	Şehir
Bob	McLendon	Akademik	YZ	Texas
Rob	Mucker	Endüstri	Uzman Sistemler	California
Nancy	McCay	Kamu	İstatistik	DC
John	Hunt	Kamu	Robotik	California

İki bulanık küme arasındaki birleşim; kartezyen çarpımı, seçim ve iz düşüm işlemlerinden elde edilir.

R ve S bulanık kümelerdeki a_i ve b_j alanlarının bulanık kümedeki üyelik dereceleri şu şekilde gösterilir:

$$\mu_{R \times S}_{a_i \otimes b_j}(t_{12}) = \min(\mu_R(t_1), \mu_S(t_2), \mu_{\Theta}(R.a_i(t_1), S.b_j(t_1))) \quad (4.27)$$

t , t_1 ve t_2 birleştirilmesinden oluşmuş bir satırdır.

Adı,soyadı ve şehir iz düşümüne göre iş tipi ve uzmanlık alanı ile bulanık birleşme yapılırsa;. yeni bulanık küme şu formülle bulanur:

$$M_{PIXIJ}(t_{ij}) = \min(\mu_P(t_i), \mu_J(t_j), E_{\S}(P.Uzmanlık(t_i), I.Uzmanlık(t_j)))$$

t_i ve t_j Profil ve iş kümelerinin satırlarıdır. Bulanık eşitlik operatörü E_{\S} , İş kümesindeki iş tipi ve uzmanlık alanlarının Nancy McCay'in iştipi ve uzmanlığı ile eşleşmesinde benzerlik matrisi kullanılarak hesaplanır. Profil ve iş kümesinin eşleşmesi sonucunda DC'deki NIH' nin aradığı işe uzmanlığı bire bir uyarken California'daki NASA Ames firmasına çok uymamaktadır (0,2 üyelik derecesi). Bulanık sonuç kümesi aşağıda verilmiştir. (Tablo 4.9. Profil ve iş kümeleri arasındaki bulanık birleşme) .Birinci sütun üyelik derecelerini gösterir. İlişki alanı

değildir.

Tablo 4.9. Profil ve iş kümeleri arasındaki bulanık birleştirme [121]

μ	Adı	Soyadı	Şehir
1	Bob	McLendon	Texas
1	Rob	Mucker	California
1	Nancy	McCay	DC
0,2	Nancy	McCay	California
1	John	Hunt	California
0,2	John	Hunt	DC

4.8.2. Teklik ve veri fazlalığı

Gereksiz veya fazla veri sadece veritabanında yer kaplaması değil ayrıca veritabanında çelişebilecek verilerin olmasına sebebiyet verebilir.

Geleneksel veritabanlarında iki verinin tüm özellik alanları aynı ise iki veri benzerdir. Gereksiz veya benzer veri konusu bulanık veritabanları için daha önemlidir. Çünkü özellik alanları değerleri için eşitlik testi siyah beyaz ayrımı gibi kesin değildir, gri alan gibi belirsiz bir ayrım vardır. Bulanık veritabanlarındaki gereksiz verilerin tanımlanması için aşağıdaki bulanık satırlarda öncelikli olarak eşitlik ölçülerini tanımlamamız gerekir.

t_1 ve t_2 a_1, a_2, \dots, a_k alanlı bir ilişki kümesinin 2 satırı olsun. Eşitlik(t_1 t_2) şeklinde gösterilen t_1 ve t_2 bulanık satırları arasındaki eşitlik değeri uygun özellik alan değerleri arasındaki bulanık eşitlik ölçülerinin bulanık birleşimleridir.

$$\text{Eşitlik}(t_1, t_2) = \bigotimes_{i=1}^k \text{Eş}(a_i(t_1), a_i(t_2)) \quad (4.28)$$

$\text{Eş}(a_i(t_1), a_i(t_2))$ her hangi bir a_i özellik alanının i . özellik değerleri arasındaki benzerlik veya olasılık ölçülerini gösterir.

Burada gereksiz veya fazla verilerin çıkartılması ile ilgili karar siyah beyaz gibi kesin bir karardır. Kullanılan gereksiz veya fazla veriler için seçilen sınır değerine gereksiz

veya fazlalık sınır değeri denir.

Eğer α sınır değerine göre bir t_2 satırı Eşitlik (t_1, t_2) şeklinde gösterilebiliyorsa burada t_1 bulanık satırı R kümesinde gereksiz veya fazlalıktır.

Örnek olarak Tablo 4.10 bulanık ilişki kümesi olsun ve Tablo 4.11.' de benzerlik matrisini göstereyim. Gereksizlik veya fazlalık sınır değeri olarak da 0,8 olsun. Tablo 4.10.' daki ilk iki satırı arasındaki eşitlik değerini hesaplamak istersek:

$$\text{Eşitlik}(t_1, t_2) = \min \{1, 1, 0,95\} = 0,95 \text{ tir.}$$

Burada t_1 ve t_2 eşitlik ölçüsü 0,8 eşik değerini aştığı için bir tanesi gereksiz bir veridir.

Tablo 4.10. Bulanık kümelerde gereksiz veya fazla satırlara örnek [121]

A	B	C
A	c	F
A	c	G
B	d	E
A	d	G
A	c	H

Tablo 4.11. C özellik alanına olan benzerlik matrisi [121]

	E	F	G	H
E	1	0,3	0,3	0,3
F	0,3	1	0,95	0,9
G	0,3	0,95	1	0,9
H	0,3	0,9	0,9	1

Bulanık kümeler için gereksizlik veya fazlalık testinin en önemli özelliği geçişlilikdir. Eğer t_1 ve t_2 gereksiz veya benzer veriler ise ve t_2 ve t_3 de gereksiz veya benzer ise t_1 ve t_3 gereksiz veya fazla veridir denilebilir. Fakat bu özellik bulanık veritabanlarında her zaman kurulamaz.

4.8.3. Bulanık SQL

İlişkisel veritabanları, standart sorgu dili olan SQL'den oluşur. SQL de sorgu üç bileşenden oluşur:

```
SELECT
FROM
WHERE
```

Select veritabanlarındaki alanların iz düşümlerini belirtir. Yani sorgu sonucunda istediğimiz alanlar burada tanımlanır. From sorgudaki bütün ilişkilerin listesini kapsar. From'da hangi tabloda arama yapılacaksa o tablo adı yazılır. Where sorguda seçimi yapılacak durumları tanımlar. Seçim için gerekli kısıtlar burada tanımlanır.

Örneğin profil kümesinden akademik kariyeri iş uygulamasının isim ve uzmanlıklarına göre SQL de sorgu oluşturmak istersek:

```
SELECT      Adi, Soyadi, Uzmanlik
FROM        Profil
WHERE       Istipi = 'akademik'
```

SQL ifadeleri kullanılarak azda olsa kabul edilebilir sınır değerleri kullanılarak bulanık sorgu oluşturmamıza izin verir. İki çeşit sorgu oluşturulur:

1. SELECT cümlesine girilen sorguların kabul edilebilir sınır değerleri belirtir. Örneğin profil kümesindeki uzmanlığı yapay zeka'ya üyelik derecesi 0,8 olan kişileri SQL de sorgulamak istersek.

```
Sorgu1:      SELECT      0,8 Adi, Soyadi, Uzmanlik FROM   Profil
              WHERE       Uzmanlik = 'YZ'
```

2. En iyi n yanıtlarını verecek sorguları yapar. Örnek olarak SQLf sorgulama dili ile uzmanlık alanı uzman sisteme yakın olan 3 iş uygulamasını bulmak istersek:

```
Sorgu2 :     SELECT      3 Adi, Soyadi, Uzmanlik   FROM      Profil
```

WHERE Uzmanlik = 'Uzman Sistemler'

Bulanık birleşme SQL ifadelerine hiçbir ek değişiklik yapılmadan SQLf de ifade edilebilir. Örnek olarak Profil ve iş kümesindeki her bir iş uygulama satırı için 0,8 üyelik derecesi göre birleştirmek istersek:

SELECT 0,8 Adi, Soyadi, Sehir FROM Profil, Is

WHERE Profil.Istipi = Is.Istipi AND Profil.Uzmanlik = Is.Uzmanlik

SQLf'de de kesin eşitlik durumları veya belirsiz eşitlik durumları için (=) sembolü kullanılır.

SQLf de sorgu işlemleri bir veya çoklu SQL sorgularına dönüştürülür. Örneğin Sorgu 1 de (0,8 üyelik derecesine sahip uzmanlık alanı yapay zeka olan iş uygulamalarını bulma uzmanlık alanları arasındaki benzerlik ilişkilerine göre SQL ifadesine dönüştürürsek:

SELECT 0,8 Adi, Soyadi, Uzmanlik

FROM Profil

WHERE Uzmanlik = 'YZ' OR Uzmanlik = 'Uzman Sistemler'

Benzerlik dönüşümü belirli özellik alan değerlerini belirsiz durumlara çevirerek de yapılabilir. Örneğin finansal güçlerini ekonomik indeks olan Nüfusu ve GSMH sayısal özellik alanlarına göre ifade eden bir devletler kümesi oluşturulsun. Düşük GSMH değerine sahip kalabalık nüfuslu ülkeleri bulmak için şöyle bir SQLf sorgusu oluşturabiliriz.

SELECT Devlet FROM Devletler

WHERE Nufus = 'Kalabalık' AND GSMH = 'Düşük'

BÖLÜM 5. TEDARİKÇİ YETERLİLİK ANALİZİ İÇİN BİR BULANIK KARAR DESTEK SİSTEMİNİN TASARIMI

Günümüzde bilgi ve bunun getirdiği sözel verilerin işlenmesine büyük önem verilmektedir. Bunun sebebi, insanların bir cihaz gibi sayısal değil de daha çok sözel verilerle konuşarak anlaşmasıdır.

Bulanık ifadeler kullanmanın bir avantajı, zaman içerisinde veriler aynı kalsa da insan değerlendirmesi değişebilir veya veriler insandan insana, sistemden sisteme farklılık gösterebilirler. Örneğin zenginlik kavramı insandan insana, ülkeden ülkeye değişkenlik gösterir. O halde verilerin sınıflandırması işlemi tamamen sezgiseldir. İçinde bulunulan zamana ve değerlendirmeyi yapan kişiye göre değişiklik gösterebilir. Kesin değerlere dayanan düşünce yöntemi yerine yaklaşık değerleri kullanan bulanık mantık, insan düşüncesine yakın olması nedeni ile birçok problemde kullanılmıştır [110, 123].

İlk kullanım alanı kontrol süreçleri olan bulanık mantık yaklaşımı, günümüzde iş hayatı problemlerinin çözümünde de kullanımı oldukça artmıştır. Personel seçimi, tesis yerleşimi, yazılım geliştirme stratejisi seçimi, tedarikçi seçimi vb. [33-35, 124-128].

Bulanık mantığın uygulanacağı sistemlerin davranışının kurallar ile ifade edilebiliyor olması veya karmaşık işlemler gerektiriyor olması gerekmektedir. Bunun aksi bir sistemde bulanık mantık etkin çözümü sağlamayacaktır ve büyük olasılıkla beklenen değerleri vermeyecektir [123].

Tedarikçi İlişkileri Yönetiminin ilk safhası Tedarikçi Yeterlilik Analizi Sürecidir. Bu süreç tedarikçi olmaya aday tedarikçilerin belirlenen bir takım ön değerlendirme kriterlerine göre analiz edilip; şartları sağlayanların onaylı tedarikçi olmalarına,

sağlamayanların ise elenmesine karar verilmesine yardımcı olan bir süreçtir. Böylece sipariş açma sırasında onaylı tedarikçiler arasından seçim işlemi yapılabilecektir.

İş dünyasında tedarikçi belirleme ile ilgili şu şekilde karar kriterleri vardır: “Tedarikçi en yaklaşık 6 günde ürünü temin etmelidir” veya “Fiyat en fazla 35 olmalıdır”. Peki ya temin süresi 5 gün ise ne karar vereceğiz? Veya 6,5 ise; ya da fiyat 36 ise tedarikçi ile çalışmayacak mıyız?

İnsan doğası gereği, bu kadar keskin sınırları olan kararlar vermez. Bunların yerine “ucuz” veya “kısa”, “kaliteli” gibi daha muğlâk karar terimleri kullanır.

Tedarikçi yeterlilik analizi probleminde; problemin doğasında niceleyici yargılardan çok niteleyici yargılar kullanıyor olması (ucuz, yüksek kaliteli, yakın, vb), sistemin kurallara bağlı olarak geliştirmeye yatkın olması ve yeterlilik analizinin esnekliğini arttıran bir etken olması nedenleri ile bulanık mantık kullanımı tercih edilmiştir.

Tedarikçi seçim problemi için literatürdeki çalışmalara bakıldığında alternatifleri değerlendirmek için bulanık uyumluluk indeksinin en iyi tedarikçiyi bulmak amacı ile kullanıldığı görülmektedir[33, 34, 131, 132, 133].

Bu çalışmada bulanık mantık, klasik veritabanına kesin veriler olarak kayıt edilen tedarikçi verilerini bulanık kümeler yardımı ile bulanıklaştırmak ve tedarikçileri yeterliliklerine göre belirlemek için bulanık işlemciler ve bulanık terimlerle esnek bir karar desteği sağlamak amacı ile kullanılmıştır.

Bir karar destek sistemi, karar vericinin yerine geçmesinden çok onun yarı yapısal veya yapısal olmayan kararları almasına destek sağlayan esnek ve etkileşimli bilişim sistemleridir. Temel olarak üç bileşeni vardır: Veritabanı, model tabanı ve kullanıcı arayüzü [122].

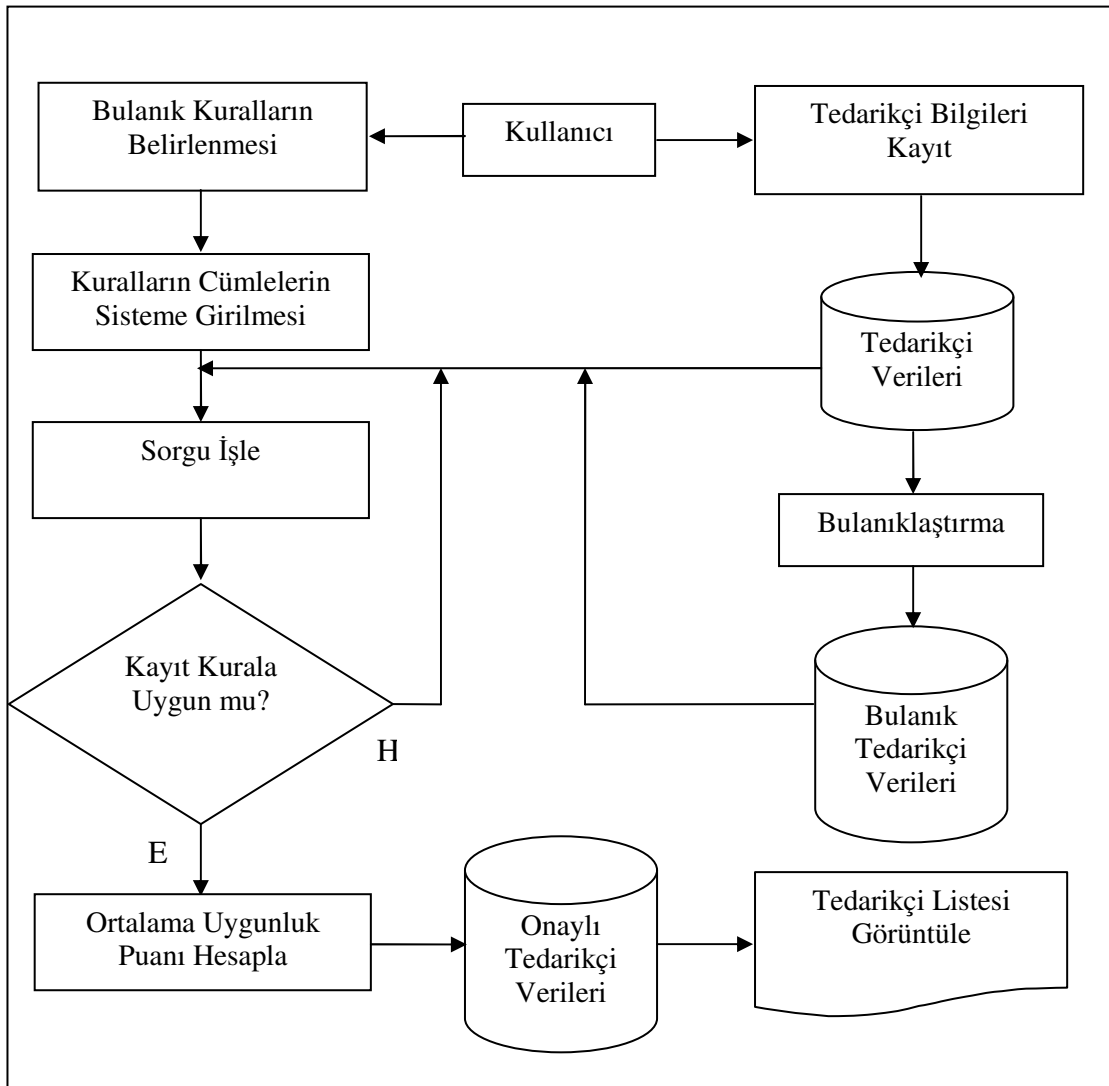
5.1. Tedarikçi Yeterlilik Analizi Bulanık Karar Destek Sistemi Akış Şeması

Tedarikçi yeterlilik analizi bulanık karar destek sistemi yazılımı geliştirmek için şu bileşenlere ihtiyaç vardır:

1. Tedarikçiler ve sattıkları malzemelerle ilgili verilerin belirlenmesi; bu girdilerle ilgili veri organizasyonunun yapılması,
2. Girdiler için gerekli bulanık bilgi tabanının ve kural setlerinin belirlenmesi,
3. Sistemin çalışma akışının algoritmasının yapılması; buna göre sisteme girdilerin alınması ve sonuçların gösterilmesi ile ilgili gerekli arayüzlerin oluşturulması.

Sistemin genel işleyiş akış şeması Şekil 5.1.'de görüldüğü gibidir. Şekil 5.1' de de görüldüğü gibi, tedarikçi yeterlilik analizi problemi için bir bulanık karar destek yazılımı geliştirmek için şu işlemlere ihtiyaç vardır:

1. Tedarikçilerin sisteme tanımlanması için ihtiyaç duyulan verilerin belirlenip kayıt edilmesi,
2. Tedarikçilerin sattıkları ürünler ile ilgili verilerin kayıt edilmesi,
3. Tedarikçi ve tedarikçinin ürettiği ürünler ile ilgili verilerden bulanıklaştırılmak istenen istenen verilerin bulanık kümelerinin tanımlanması ve bulanıklaştırılması,
4. Bu verileri değerlendirebilecek bulanık ve bulanık olmayan kuralların belirlenip sisteme kayıt edilmesi,
5. Eşleşen kayıtların "Onaylı Tedarikçiler" tablosuna yazılması.



Şekil 5.1. Tedarikçi yeterlilik analizi bulanık karar destek sistemi akış diyagramı

5.2. Gerekli Verilerin Belirlenmesi ve Organizasyonu

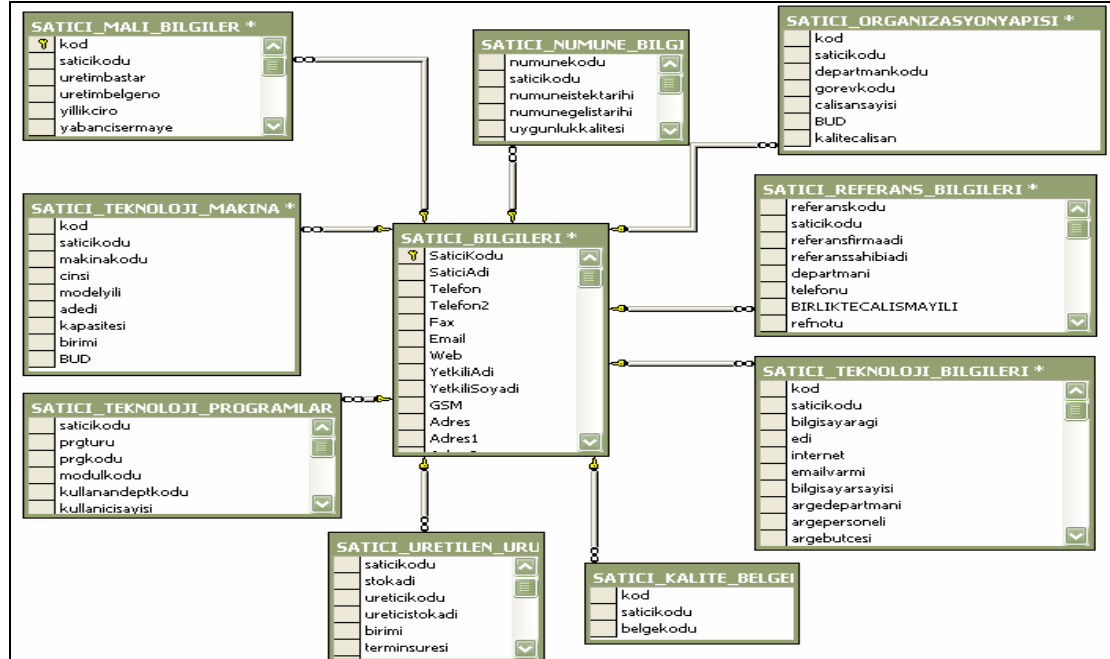
Firma temsilcileri ile görüşmeler ve literatür incelemesi sonucu tedarikçilerin sisteme tanımlanması ve ön değerlendirilmesi için gerekli veriler Tablo 5.1'deki gibi saptanmıştır:

Verilerin organizasyonunu sağlamak amacı ile, bir Kurumsal Kaynak Yönetimi sistemi için oluşturulmuş veritabanı içerisine ihtiyaç duyduğumuz tablolar oluşturulmuş ve tablolar arası ilişkiler belirlenen anahtar alanlar üzerinden tanımlanmıştır. Şekil 5.2., SQL Server 2000® veritabanı yönetim sisteminde oluşturulan tabloları ve tablolar arası ilişkileri göstermektedir.

Tablo 5.1. Tedarikçi firma tanımlama bilgileri

Firma Adı	Kalite Bölümü Personel Sayısı
Firma Adresi	Malzemelerin Temin Süresi
Yetkili Bilgileri	Malzemelerin Birim Fiyatı
Kuruluş Tarihi	Malzemelerin Minimum Sipariş Miktarı
Firmanın Bölümleri	Malzemenin İmalat Başlangıç Tarihi
Bölümlerde Çalışanların Nitelikleri	Depolama İmkamı (E/H)
Bölüm Çalışanlarının Sayısı	Depolama Kapasitesi
Yıllık Ciro	Ödeme Taksit Miktarı
Firma Yapısı	Bilgisayar Sayısı
Sahip Olduğu Kalite Belgeleri	Bilgisayar Ağı (E/H)
Girdi Kontrol (E/H)	EDI (E/H)
İstatistiksel Proses Kontrol (E/H)	İnternet (E/H)
Son Kontrol (E/H)	E-Posta (E/H)
Laboratuar (E/H)	Kullanılan Üretim Yönetim Yazılımları
Yazılı Prosedürler (E/H)	MRP (E/H)
Alt Tedarikçi Kontrolü (E/H)	Ar-Ge Bütçesi
Organizasyon Şeması (E/H)	Ar-Ge Personel Sayısı
Belge Alma Çalışmaları (E/H)	Makine Parkuru
Numune Bilgisi	Referans Firma Bilgileri

Şekil 5.2.'de de görüldüğü gibi, işlevsel olarak birbiriyle ilgili veriler aynı tabloda birleştirilmiş ve "saticikodu" alanı üzerinden diğer tablolar ile ilişki kurulmuştur.



Şekil 5.2. Tedarikçi tanımlama tabloları ve ilişkileri

5.3. Verilerin Bulanıklaştırılması

Klasik veritabanına kesin veriler olarak kayıt edilen tedarikçi verileri üzerinde bulanık koşullarla işlem yapılabilmesi için bulanık olarak kullanılacak alanların dilsel değişkenlerinin ve bulanık küme tanımlarının yapılması gerekir.

Bulanık kümeler, değişik üyelik dereceleri olan elemanların oluşturduğu kümelerdir. Bir bulanık kümenin elemanları, üyelik derecelerinden oluşan bir evrensel küme üzerinde dağılmış durumdadır [112].

Tedarikçi yeterlilik analiz sistemi içinde bulanık olarak kullanılacak dilsel değişkenler ve bulanık küme tanımlamaları Tablo 5.2.'deki gibi belirlenmiş ve veritabanı yönetim sistemine tanımlanmıştır.

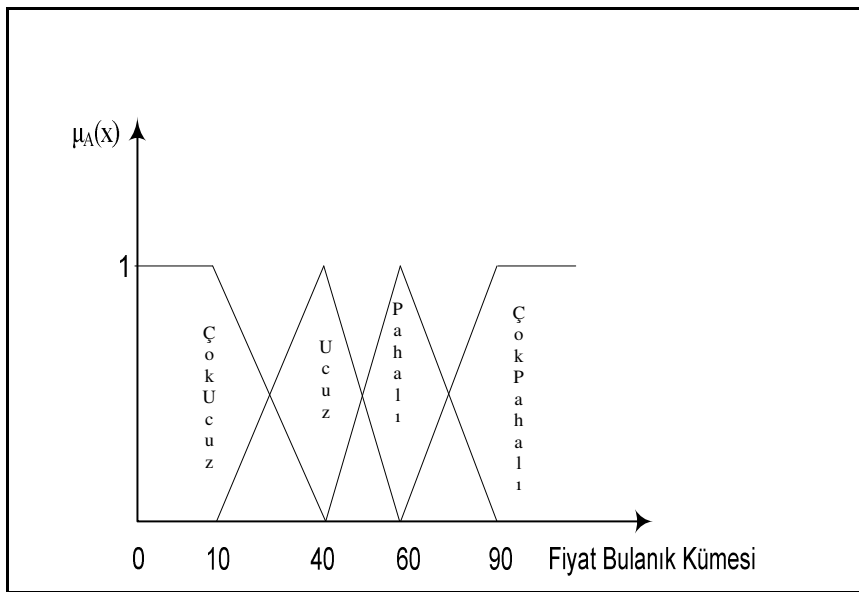
Tablo 5.2. Dilsel değişkenler ve bulanık küme tanımlamaları

Dilsel Değişken	Bulanık Kümeler
Mesafe	<Çok Yakın> <Yakın> <Uzak> <Çok Uzak>
Organizasyon Yapısı	<Çok Az > <Az> <Oldukça Çok> <Çok>
Üretim Başlama Tarihi	<Çok Yeni> <Yeni> <Eski> <Çok Eski>
Yıllık Ciro	<Çok Az> <Az> <Oldukça Çok> <Çok>
Bilgisayar Sayısı	<Çok Az> <Az> <Oldukça Çok> <Çok>
Kullanılan Programlar /Modüller	<Çok Az> <Az> <Oldukça Çok> <Çok>
Arge Departmanı Personel Sayısı	<Çok Az> <Az> <Oldukça Çok> <Çok>
Arge Departmanı Bütçesi	<Çok Az> <Az> <Oldukça Çok> <Çok>
Makine Parkuru	<Yetersiz> <Yaklaşık Yeterli> <Yeterli>
Ortalama referans sayısı	<Çok Az> <Az> <Oldukça Çok> <Çok>
Malzemenin Tedarik Süresi	<Çok Kısa><Kısa> <Uzun><Çok Uzun>
Fiyat	<Çok Ucuz> <Ucuz> <Pahalı> <Çok Pahalı>
Minimum Sipariş Miktarı	<Çok Az> <Az> <Oldukça Çok> <Çok >
Ödeme Şekli	<Çok Kısa> <Kısa> <Uzun> <Çok Uzun>
İmalat Başlangıç Tarihi	<Çok Yeni> <Yeni> <Eski> <Çok Eski>

Bulanık küme elemanları, “üyelik dereceleri” evrensel kümesine teorik fonksiyonlar ile yerleşirler. Üyelik fonksiyonları, üçgen, yamuk, üstel, gauss, Z veya S vb. şeklinde olabilmektedir. Çoğu durumda üçgen ve yamuk üyelik fonksiyonları sistemi tanımlamak için uygun olmaktadır [115, 129, 130]. Literatürde tedarikçi seçim problemi için bulanık değişkenler üzerinde genellikle üçgen ve yamuk üyelik fonksiyonları kullanıldığı görülmektedir [131, 132, 133].

Bu uygulamada da dilsel değişkenler üzerinde bulanık kümeler tanımlamak için üyelik fonksiyonu tipi üçgenel ve Z tipi olarak tercih edilmiştir.

Bulanık bilgi tabanına bulanık küme tanımlamaları, küme adı ve kümenin“başlangıç”, tepe” ve “bitiş” noktaları tanımları çifti halinde göre kayıt edilir. Örneğin Fiyat dilsel değişkeni için <Çok Ucuz> <Ucuz> <Pahalı> <Çok Pahalı> kümeleri sırasıyla şu şekilde tanımlanmıştır:<0, 10, 40>, <10, 40, 60>,<40, 60, 90>,<60,90, 9999> (Şekil 5.3.).



Şekil 5.3. Fiyat bulanık değişkeni ve bulanık küme ilişkileri

Girilen kesin veriler, üçgen fonksiyon ve Z fonksiyon üyelik dereceleri hesaplama yöntemine göre (Formül 4.7.) verilere uygulanarak veriler bulanıklaştırılır.

Şekil 5.3.’te de görüldüğü gibi bir değer, farklı üyelik dereceleriyle farklı bulanık kümelere üye olabilmektedir.

Uygulamada bulanık kümelerinin sıralı azalış veya sıralı artış oluşturduklarını tespit etmek amacıyla “Sıralı Ağırlıklandırılmış Ortalama İşlemcisi” kullanılmıştır. Örneğin Fiyat dilsel değişkenine ait bulanık kümelerin ağırlıkları şu şekilde belirlenmiştir.<Çok Ucuz: 0.55>, <Ucuz:0.3>, <Pahalı:0.1>, <Çok Pahalı:0.05>

Buna göre küme üyelik dereceleri kümenin ağırlık değeri ile çarpılarak (Formül 4.15.) bulanık bilgi tabanına kayıt edilir. Böylece her bir bulanık olarak kullanılacak verinin bulanık dilsel değeri ve kümelerdeki üyelik dereceleri belirlenir. Tablo 5.3. 101 kodlu malzemeyi sağlayan tedarikçilerin fiyat gerçek verilerini ve fiyat bulanık kümeleri için, sıralı ağırlıklandırılmış ortalama işlemine göre bulunmuş üyelik derecelerini göstermektedir.

Tablo 5.3. Fiyat bulanık kümeleri ve kayıtlar için küme üyelik dereceleri

Tedarikçi	Malzeme Tanımı	Fiyat	$\mu_{\text{COKUCUZ}}(\text{Fiyat})$	$\mu_{\text{UCUZ}}(\text{Fiyat})$	$\mu_{\text{PAHALI}}(\text{Fiyat})$	$\mu_{\text{COKPAHALI}}(\text{Fiyat})$
A	Mlz 101	22,5	0,320833	0,125	0	0
B	Mlz 101	18	0,403333	0,08	0	0
C	Mlz 101	40	0	0,3	0	0
D	Mlz 101	90	0	0	0	0,05
E	Mlz 101	85	0	0	0,01667	0,0416667
H	Mlz 101	38,5	0,0275	0,285	0	0

5.4. Bulanık Kural Setlerinin Tanımlanması ve Karar Mekanizması

Tedarikçi yeterlilik analizi için kurallar iki şekilde olabilmektedir:

- Basit koşullu kural cümleleri
- Birleşik koşullu kural setleri

- Basit koşullu kural cümleleri

Kuralların tanımlanması aşağıda 5.1.'de gösterilen formattadır:

$$\text{Kural: \{Kriter\} \{İşlemci\} \{Terim\}} \quad (5.2)$$

Kriter: Tedarikçi karakteristiklerini belirten özellikler sisteme tanımlanmış durumdadır. Kriter olarak Tablo5.2.'deki herhangi bir alan seçilebilir.

İşlemci: Basit koşullu kural cümlesi oluşturmak için "EŞİT" bulanık işlemcisi

kullanılmalıdır.

Bu durumda “Fiyat EŞİT ÇOKUCUZ”, şeklinde oluşturulmuş bir cümle için uygunluk ilişkisi;

$R = \mu_{\text{COKUCUZ}}(\text{Fiyat})$ şeklinde olacaktır. Bunu SQL sorgusu şeklinde ifade edersek;

SELECT SaticiAdi, Stoktanım, COKUCUZ FROM Tedarikciler

WHERE (FIYAT=COKUCUZ)

şeklinde olacaktır. Buna göre çıktı Tablo 5.4.’te gösterildiği gibi olacaktır.

Tablo 5.4. Fiyat= Çokucuz Sorgu Sonucu

Tedarikci	Malzeme Tanımı	Fiyat	$\mu_{\text{COKUCUZ}}(\text{Fiyat})$
A	Mlz 101	22,5	0,320833
B	Mlz 101	18	0,403333
C	Mlz 101	40	0
D	Mlz 101	90	0
E	Mlz 101	85	0
H	Mlz 101	38,5	0,0275

Mantıksal değerlerin sorgu eşleşme dereceleri;

Eğer sorgu doğru ise 1, (5.3)

Eğer sorgu yanlış ise 0; (5.4)

olarak değerlendirilir.

Örneğin, “ISO9001 EŞİT VAR” şeklinde yapılan bir sorgu cümlesi için sorgu uygunluk derecesi

$R = \mu_{\text{ISO9001}}(\text{KaliteBelgeleri});$

Olarak ifade edilir. Ve R=1 olanlar yani; ISO9001:2000 kalite belgesine sahip olanlar tedarikçiler veritabanından seçilir. Tablo 5.5., tedarikçilerin sahip olduğu kalite belgelerini göstermektedir.

Tablo 5.5. Tedarikçi Kalite Belgeleri

Tedarikçi	Kalite Belgeleri
A	ISO 18001
A	ISO 9001:2000
A	ISO 14001
A	ISO TS 16949
B	ISO TS 16949
B	ISO 14001
B	ISO 9001:2000
C	ISO 9001:2000
D	ISO 18001
D	ISO TS 16949
E	
F	ISO 9001:2000
G	ISO 9001:2000
G	ISO TS 16949
H	

SELECT SatıcıAdı, ISO9001 FROM Tedarikçiler

WHERE (ISO9001=VAR) kuralı için sorgu sonucu Tablo 5.6.'daki gibi olur.

Tablo 5.6. "ISO9001 EŞİT VAR" kuralı sonucu

Satıcı Kodu	ISO9001
A	1
B	1
C	1
F	1
G	1

b. Birleşik koşullu kural setleri

Birleşik kural iki şekilde oluşturulabilir:

- b.1. Bütünleşik işlemci kullanarak;
- b.2. Birden fazla satırdan oluşan kural cümleleri kullanarak.

B.1. Bütünleşik işlemci kullanımı:

“EN AZ” ve “EN FAZLA” işlemcileri birleşik işlemcilerdir.

EN AZ işlemcisi dilsel değişken üzerinde tanımlanan bulanık kümeler için alt sınır olacak bulanık kümeyi, EN FAZLA işlemcisi ise üst sınır olacak bulanık kümeyi belirtir. Buna göre, her bir kaydın alt kümeye olan üyelik derecesi hesaplanır ve dinamik bir dizide saklanır (Tablo 5.7.).

Tablo 5.7. Birleşik sorgu için oluşan dinamik dizi

Kayıtlar	Alt Küme 1	Alt Küme 2	.....	Alt Küme n
Kayıt 1	$\mu_{1,1}$	$\mu_{1,2}$	.....	$\mu_{1,n}$
Kayıt 2	$\mu_{2,1}$	$\mu_{2,2}$	.....	$\mu_{2,n}$
.....				
Kayıt m	$\mu_{m,1}$	$\mu_{m,2}$	.....	$\mu_{m,n}$

Alt kümeler arasındaki bağlayıcı VEYA olduğu için bulanık eşleşme derecesi formül 5.5.' e göre bulunur,

$$R_i = \max \{ \mu_{\text{altküme1}}(x_i), \mu_{\text{altküme2}}(x_i), \dots, \mu_{\text{altkümen}}(x_i) \} \quad (5.5.)$$

R= Uygunluk derecesi

i= Kayıt indisi

Alt Küme = Kriter için sınır olarak belirtilen kümeden önce veya sonra gelen bulanık kümeler

Örneğin,

“Fiyatı EN FAZLA Pahalı” kural cümlesi için “Pahalı” bulanık terimi üst sınırdır. Bu kural için aşağıdaki alt kümeler sorguya dahil edilir:

“Fiyat EŞİT COKUCUZ ” (VEYA)

“Fiyat EŞİT UCUZ” (VEYA)

“Fiyat EŞİT PAHALI”

Buna göre;

$R = \max\{\mu_{COKUCUZ}(Fiyat), \mu_{UCUZ}(Fiyat), \mu_{PAHALI}(Fiyat)\}$ sorgusunun uygunluk derecesi hesaplanır. $R > 0$ olanlar seçilir.

$UYGUNLUK\ PUANI = \sum_i \mu_{Fiyat \leq Pahalı}(X_i)$, formülüne göre her kayıt için hesaplanır

ve kayıtlar bulunan puana göre büyükten küçüğe sıralanır.

Tablo 5.8. veritabanında kayıtlı tedarikçiler için dinamik dizideki işlemleri göstermektedir.

Tablo 5.8. Fiyat EN FAZLA Pahalı kuralı için işlemler

Tedarikçi	Malzeme Tanımı	Fiyat	$\mu_{COKUCUZ}(Fiyat)$	$\mu_{UCUZ}(Fiyat)$	$\mu_{PAHALI}(Fiyat)$	R	UYGUNLUK PUANI (UP)
A	Mlz 101	22,5	0,320833	0,125	0	0,320833	0,445833
B	Mlz 101	18	0,403333	0,08	0	0,403333	0,483333
C	Mlz 101	40	0	0,3	0	0,30	0,3
D	Mlz 101	90	0	0	0	0	0
E	Mlz 101	85	0	0	0,01667	0,01667	0,01667
H	Mlz 101	38,5	0,0275	0,285	0	0,285	0,3125

Buna göre kural cümlesi ile eşleşen kayıtlar Tablo 5.9.’daki gibi sıralanır.

Tablo 5.9. Fiyat EN FAZLA Pahalı kuralına uyan tedarikçi listesi ve sıralaması

Tedarikçi	Malzeme Tanımı	Fiyat	$\mu_{\text{COKUCUZ}}(\text{Fiyat})$	$\mu_{\text{UCUZ}}(\text{Fiyat})$	$\mu_{\text{PAHALI}}(\text{Fiyat})$	R	UYGUNLUK PUNANI (UP)
B	Mlz 101	18	0,403333	0,08	0	0,403333	0,483333
A	Mlz 101	22,5	0,320833	0,125	0	0,320833	0,445833
H	Mlz 101	38,5	0,0275	0,285	0	0,285	0,3125
C	Mlz 101	40	0	0,3	0	0,30	0,3
E	Mlz 101	85	0	0	0,01667	0,01667	0,01667

B.2. Birden fazla satırdan oluşan kural cümleleri kullanımı

Tedarikçi yeterlilik analizi kuralları, yukarıda açıklanan kuralların birlikte kullanılması ile çok kriter için çok satırdan oluşan bir kural bütünü şeklinde oluşturulur. Satırların her birinin VE bağlayıcısı ile bağlandığı varsayılmıştır:

$$\begin{aligned} \text{Kural: } & \{ \text{Kriter}_1 \} \{ \text{İşlemci}_1 \} \{ \text{Terim}_1 \} \{ \text{Bağlayıcı(VE)} \} & (5.6.) \\ & \{ \text{Kriter}_2 \} \{ \text{İşlemci}_2 \} \{ \text{Terim}_2 \} \{ \text{Bağlayıcı(VE)} \} \\ & \dots\dots\dots \\ & \{ \text{Kriter}_n \} \{ \text{İşlemci}_n \} \{ \text{Terim}_n \} \end{aligned}$$

Hafızada oluşan dinamik diziye kayıtların kural satırlarına uygunluk dereceleri yerleştirilir (Tablo 5.10.)

Tablo 5.10. Çok kriterli çok satırlı kural için dinamik dizi yapısı

Kayıtlar	Kural Satırı 1	Kural Satırı 2	.....	Kural Satırı n
Kayıt 1	$R_{1,1}$	$R_{1,2}$	.....	$R_{1,n}$
Kayıt 2	$R_{2,1}$	$R_{2,2}$	.....	$R_{2,n}$
.....				
Kayıt m	$R_{m,1}$	$R_{m,2}$	.....	$R_{m,n}$

Kural cümleleri arasındaki bağlayıcı “VE” olarak kabul edildiği için kaydın tüm kural setine olan uygunluk derecesi Formül 5.7.’ ye göre hesaplanır.

$$\mathfrak{R}_j = \min \{R_{\text{altkural}1}(x), R_{\text{altkural}2}(x), \dots, R_{\text{altkural}n}(x)\} \quad (5.7.)$$

\mathfrak{R} = Kayıtların bütünleşik kurala uygunluk derecesi

j = Kural indisi

n = Kural satır sayısı

$\mathfrak{R} > 0$ olan kayıtlar seçilir.

n kriter için uygunluk puanı (UP);

$$UP = \frac{1}{n} \sum_j^n UP_j \quad (5.8.)$$

şeklinde hesaplanır. Kayıtlar “Onaylı Tedarikçiler” tablosuna toplam puanlarına göre sıralanarak kayıt edilir.

Örneğin;

Fiyat, Tedarik Süresi ve Kalite Belgesi’nden oluşan bir bütünleşik kural;

Fiyat EN FAZLA Pahalı (VE)

Tedarik Süresi EN FAZLA Uzun) (VE)

ISO 9001 EŞİT Var

şeklinde oluşturulmuş olsun.

Bu durumda her bir kural satırı için a ve b1 bölümlerinde anlatılan işlemler yapılır ve sonuç uygunluk dereceleri oluşturulan dinamik diziye yerleştirilir (Tablo 5.11.).

Tablo 5.11. Bütünleşik kural için dinamik dizi yapısı

Tedarikçi	Malzeme Tanımı	Fiyat	Tedarik Süresi	ISO 9001	R_{Fiyat}	$R_{TedSuresi}$	$R_{ISO9001}$	\mathfrak{R}
A	Mlz 101	22,5	4	1	0,320833	0,2	1	0,2
B	Mlz 101	18	2	1	0,403333	0,275	1	0,275
C	Mlz 101	40	4	1	0,30	0,2	1	0,2
D	Mlz 101	90	1	0	0	0,55	0	0
E	Mlz 101	85	6	0	0,01667	0,1	0	0
H	Mlz 101	38,5	5	0	0,285	0,1	0	0

Dizide $\mathfrak{R} > 0$ olan kayıtlar ortalama uygunluk puanına göre sıralanır ve “Onaylı Tedarikçiler” listesine eklenir.

Tablo 5.12. Kurala uyan “Onaylı Tedarikçi” listesi

Tedarikçi	Malzeme Tanımı	Fiyat	Tedarik Süresi	ISO 9001	R_{Fiyat}	$R_{TedSuresi}$	$R_{ISO9001}$	\mathfrak{R}	UP
B	Mlz 101	18	2	1	0,403333	0,275	1	0,275	0,636
A	Mlz 101	22,5	4	1	0,320833	0,2	1	0,2	0,559
C	Mlz 101	40	4	1	0,30	0,2	1	0,2	0,511

BÖLÜM 6. GELİŞTİRİLEN KARAR DESTEK SİSTEMİ

Tedarikçi Yeterlilik Analizi için Bulanık Karar Destek Sistemi, Borland Delphi 7.0® programlama dili kullanılarak hazırlanmıştır.

6.1. İhtiyaç Duyulan Verilerin Belirlenip Sisteme Tanıtılması

Mantıksal olarak gruplandırılan tedarikçi verileri, beş ayrı arayüzde (Genel Bilgileri, Mali Bilgiler ve Kalite Bilgileri, Malzeme, Teknoloji, Numune ve Referanslar), klasik veritabanına kayıt edilir (Şekil 6.1., Şekil 6.2., Şekil 6.3., Şekil 6.4.).

The screenshot shows the 'Tedarikçi Ön Değerlendirme' application window. The 'Genel Bilgiler' tab is active. The form is divided into two main sections: 'Firma Ticari Bilgiler' and 'Yetkili Bilgiler'. The 'Firma Ticari Bilgiler' section includes fields for 'Firma Ünvanı' (A FIRMASI), 'Telefon' (02165334443), 'Fax' (02165334445), 'Adres', 'İlçe' (BAKIRKÖY), 'İl' (İSTANBUL), 'Ülke', 'V.D. / No' (86), and 'Web Adresi'. The 'Yetkili Bilgiler' section includes fields for 'Yetkili Adı', 'Görevi', and 'Yetkili Adı' (abcs). Below this is the 'Organizasyon Yapısı' table:

DEPARTMAN	GÖREV	Ça
Yönetim Kurulu	Genel Müdür	
İnsan Kaynakları	Müdür	

At the bottom of the window, there are buttons for 'Yeni Kayıt', 'Geri', 'Kayıt', 'İleri', and 'Çıkış'. The status bar at the bottom left shows 'Aktif Kullanıcı : ' and the bottom right shows the date '08.01.2007'.

Şekil 6.1. Tedarikçi genel bilgileri giriş arayüzü

Tedarikçi Ön Değerlendirme

Genel Bilgiler **Mali Bilgiler** Kalite Bilgileri Malzeme Teknoloji Numune ve Referans

Resmi Belgeler

Üretim İzin Belgesi

Belge No: 123450

Bas. Tar.: 30.12.2000

Firma Yapısı

Yabancı Sermaye

Halka Açık

Kamu

Yıllık Ciro

120.000.000.000,00 YTL

Kalite Belgeleri

KALITEBELGESİ

ISO 9001:2000

ISO 18001

ISO 14001

ISO 16949

Kalite Sağlama

Organizasyon Şeması

Kalite El Kitabı

Alt Tedarikçi Kontrolü

Belge Alma Çalışmaları

Dokümanite Edilmiş Prosedürler

Kalite Kontrol

Girdi Kontrol

İstatistiksel Proses Kontrol

Son Kontrol

Kalite Kontrol Cihazları

Laboratuvar

Yeni Kayıt Geri Kayıt İleri Çıkış

Aktif Kullanıcı : 08.01.2007

Şekil 6.2. Tedarikçi mali ve kalite bilgileri girişi arayüzü

Tedarikçi Ön Değerlendirme

Genel Bilgiler Mali Bilgiler Kalite Bilgileri Malzeme **Teknoloji** Numune ve Referans

Teknoloji Alt Yapısı

Bilgisayar Ağı

Var

EDİ

Var

Bilgisayar Sayısı

28

İnternet

Var

E-mail Kullanımı

Var

Program Türü	Program Adı	Kullanılan Modül	Kullanılan Departman
Kurumsal Kaynak Plan	HARMONY	MRP	Üretim Planlama
Kurumsal Kaynak Plan		Maliyet Muhasebe	Muhasebe
Kurumsal Kaynak Plan		Stok	
Kurumsal Kaynak Plan		Finans	Muhasebe
Kurumsal Kaynak Plan		Bütçe	Stratejik Planlama

Arge

Arge Departmanı

Arge Personel Sayısı: 5

Yıllık Arge Bütçesi: 300 YTL

Makina Parkuru

makinakodu	makinaadi	Makina Cinsi	Model Yılı
1	PRES		19

Yeni Kayıt Geri Kayıt İleri Çıkış

Aktif Kullanıcı : 08.01.2007

Şekil 6.3. Tedarikçi teknoloji verileri girişi arayüzü

Tedarikçi Ön Değerlendirme

Genel Bilgiler | Mali Bilgiler | Kalite Bilgileri | Malzeme | Teknoloji | **Numune ve Referans**

Numune Bilgisi

Numune Kod	Numune Adı	Numune İstek Tarihi	Numune Gelis Tarihi	Uygunluk Kalitesi
1	A Ürünü	22.10.2006		

Referanslar

Ref	Firma Adı	Referans Sahibi	Departmanı	Telefon	Kaç Yıl Birlikte Çalış	Ref. Notu
1	SIEMENS	Nail Şimşek	SATINALMA			A

Yeni Kayıt | Geri | Kayıt | İleri | Çıkış

Aktif Kullanıcı : 08.01.2007

Şekil 6.4. Tedarikçi referans ve numune bilgileri girişi arayüzü

Adres: Maliyet azaltıcı ve hızlı sevkiyat açısından önemli bir kriterdir. Sayısal bir değer olarak girilmez ancak adres verisi için mesafeye bağlı olarak belirlenen kümelere göre bulanık değişken (kriter) olarak kullanılabilir.

Organizasyon Yapısı: Girilen çalışan sayılarından tedarikçi firmada çalışan kalifiye eleman sayısı, firmanın kurumsallaşma yeterliliğinin göstergelerindedir. Bulanık değişken olarak kullanılabilir.

Üretim Başlama Tarihi: Firmanın piyasada ne kadar tecrübesi olduğunun göstergesi olduğundan dolayı önemlidir. Uzun dönemli ortak seçimini etkiler. Girilen tarih ile bugünkü tarih arasındaki fark alınarak bulanık dilsel değişkene dönüştürülüp değerlendirilebilir.

Yıllık Ciro: Firmanın finansal gücü uzun dönemli çalışma kararı vermek için önemlidir. Dilsel değişken olarak kullanılabilir.

Bilgisayar Sayısı: Tedarikçinin teknoloji kullanma yetkinliğinin göstergesidir. Kurumsallaşma göstergelerindedir. Dilsel değişken olarak kullanılabilir.

Kullanılan Programlar ve Modüller: Firmanın kurumsallık yeterliliğinin göstergelerindedir. Ayrıca kullanılan program modülünün niteliği ile ilgili de kural oluşturulabilir. Her bir farklı program için kullanılan farklı modüllerin sayılarının yeterliliği kontrol edilir. İmalatçı tedarikçiler için özellikle MRP çalıştırıyor olması kontrol değişkenlerinden birisidir.

Arge Departmanı Personel Sayısı ve Bütçesi: Uzun dönemli stratejik ortak seçimi için önemli bir kriterdir. Bulanık değişken olarak koşullara eklenebilir.

Makine Parkuru: Tedarikçinin makine parkurunun ihtiyacımız olan ürünü üretme yeterliliğini ölçmek için kullanılır. Kullanılan tezgâhların, Bilgisayar Nümerik Kontrollü olması, Yarı Nümerik Kontrollü olması veya Üniversal Tezgâh olması durumuna göre yeterlilik indeksi oluşturulur. Bulanık dilsel değişken ile koşul oluşturulabilmektedir.

Ortalama referans sayısı: Referans veren firma sayısı ile birlikte çalışma yılları çarpılıp, toplam referans sayılarına bölünerek ortalama bir referans panı elde edilir. Bu puan bulanık dilsel değişken olarak kurallara eklenebilir.

Aşağıdaki tedarikçi verileri bulanık olarak kullanılmamaktadırlar:

Kalite Belgeleri Sayısı: Tedarikçi güvenilirliğini arttıran bir unsurdur. Kesin değerler içerir. Ayrıca Kalite belgesinin niteliği de bulanıklaştırılmayan bir veridir. Klasik kural olarak kurallara eklenebilir.

Kalite Sağlama: Tedarikçinin kalite sağlama konusundaki yeteneğini gösterir. Kesin değerler içerir; 3 ve üzeri YETERLİ olarak değerlendirilir.

Kalite Kontrol: Tedarikçinin kalite kontrol yeterliliğini gösteren kriterlerdir. Kesin değerler içerir. 3 ve üzeri YETERLİ olarak değerlendirilir.

Firma Yapısı: Klasik sorgu için kullanılan bir veridir.

Bilgisayar Ağı, EDI imkânı, İnternet imkânı, E-posta imkânı mantıksal değerlerdir. Ve klasik sorgu için kullanılırlar.

Numune verisi: Firmadan numune alınıp alınmadığına dair veriyi tutar. Klasik sorgu için kullanılır.

6.2. Tedarikçilerin Sattikları Ürünler ile ilgili Verilerin Kayıt Edilmesi

stokkodu	STOKTANIM	ul	b	terminsuresi	minsipmik	fiyati	odeme	emniy	depd	imalatbaskar
1	A Ürünü		A	4	0	80				01.01.2003
2	D Ürünü		a	7	0	18				01.01.1990

stokdu	bilesenadi	birimi	kullanimmiktari
1	Bilesen1	kg	2

Şekil 6.5. Satıcının ürün yelpazesi giriş arayüzü

Satıcının ürettiği ürünler ile ilgili aşağıdaki veriler mevcuttur ve karar destek sistemine bulanık olarak kullanılacak olanlar şunlardır:

Malzemenin veya Ürünün Tedarik Süresi: Tedarikçi seçimine önemli etkisi olan bir kriterdir. Özellikle tedarikçileri belirlerken fiyatı çok pahalı olan bir tedarikçinin seçilebilmesi için tedarik süresi avantajı olup olmadığı koşulu için kullanılabilir. <Çok Uzun>, <Uzun>, <Kısa>, <Çok Kısa> şeklinde bulanık kümelerle ayrılmıştır.

Minimum Sipariş Miktarı: Tedarikçiden sağlanacak olan ürüne ilişkin yıllık ihtiyaçlar ile karşılaştırılarak uygun olan tedarikçinin saptanması için kullanılır. Yıllık ihtiyacı az olan bir ürün için, minimum sipariş miktarı çok fazla olmamalıdır. Bulanık bir kural oluşturularak kontrol edilebilmektedir.

Fiyat: Minimum sipariş miktarı ile orantılı olarak tedarikçinin fiyat avantajı kontrol edilir. <Çok Pahalı>, <Pahalı>, <Ucuz>, <Çok Ucuz> şeklinde bulanık kümelere ayrılmıştır.

Ödeme Şekli: Tedarikçinin ödemeyi istediği süre kontrol edilir. <Çok Uzun>, <Uzun>, <Kısa>, <Çok Kısa> şeklinde bulanık kümelere ayrılmıştır. Girilen değer bulanıklaştırılarak koşul olarak eklenebilmektedir.

İmalat Başlangıç Tarihi: Tedarikçinin o ürünü üretme konusundaki tecrübesini ölçmek amacı için kullanılır. <Çok Eski>, <Eski>, <Yeni>, <Çok Yeni> şeklinde bulanık kümelere ayrılmıştır.

Ürün ile ilgili bulanık olarak kontrol edilmeyen veriler şunlardır:

Depolama İmkânı: Var/Yok şeklinde kontrol edilir.

Depolama Kapasitesi: Tedarikçinin eğer Depolama İmkânı sorusu Evet ise Depolama kapasitesinin büyüklüğü bir seçim kriteri olarak kullanılabilir.

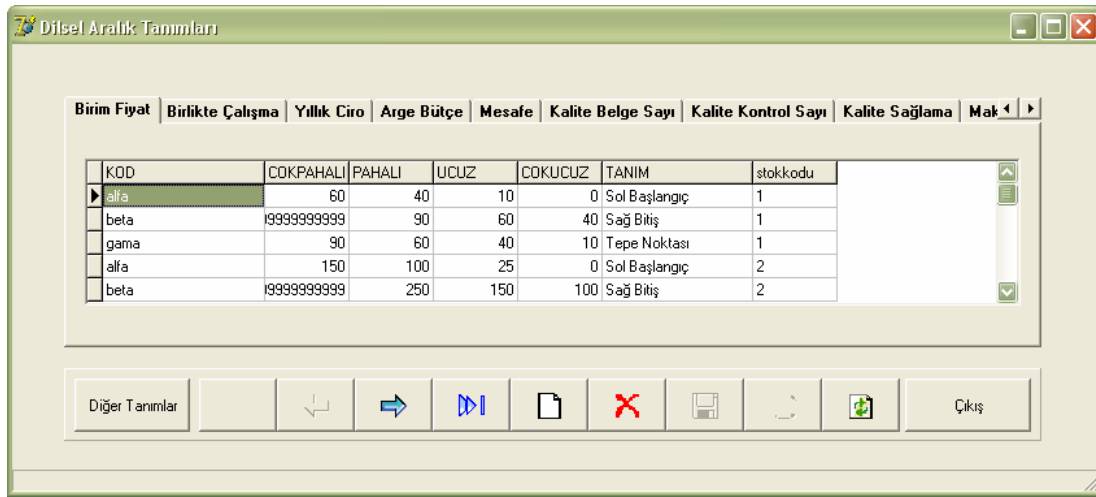
Emniyet Stoğu: Tedarikçinin Ürettiği ürün için emniyet stoğu bulundurması Tam Zamanında Üretim için bir avantajdır. Kontrol kriteri olarak kullanılabilir.

Ürün Yelpazesinin Genişliği: Tedarikçinin bizim firmamızın ihtiyacımız olan birden fazla ürünü üretebiliyor olması bir avantajdır. Bunu kontrol etmek amacı ile firmanın ürettiği ürünlerden ihtiyacımız olanlar işaretlenir. Bunları sayıları bulanık bir kriter olarak kullanılır. <Çok>, <Oldukça Çok>, <Az>, <Çok Az> şeklinde bulanık kümelere ayrılmıştır.

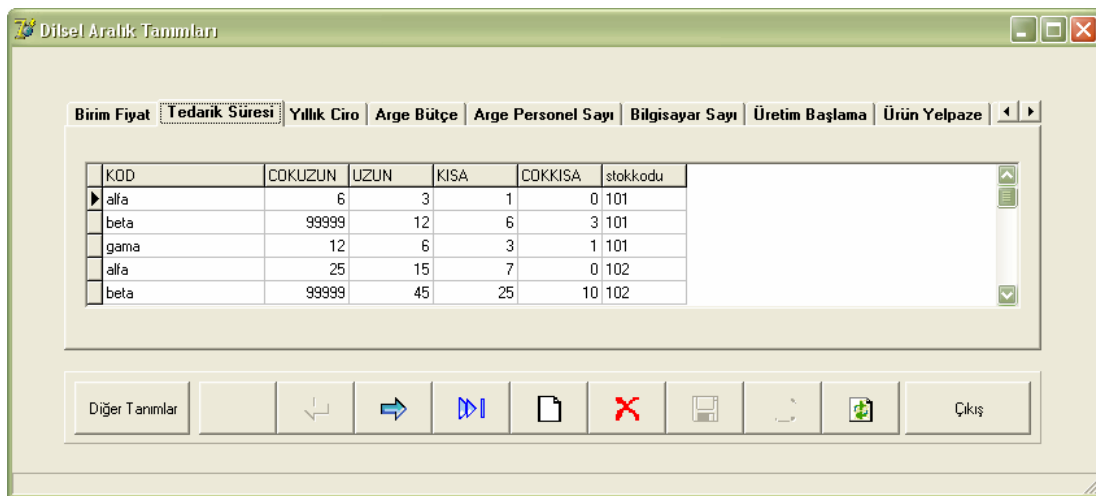
6.3. Veriler için Bulanık Kümelerin Tanımlanması

Her bir bulanık kriter için dilsel terimler sisteme tanımlanır. Örnek olarak; fiyat değişkeni için kullanıcı “COKUCUZ”, “UCUZ”, “PAHALI” veya “COKPAHALI” şeklinde dilsel kümelere ayrılmıştır. Bunları kullanabilmek için, her bir stok için başlangıç, bitiş ve tepe noktası tanımlamaları yapılması gerekmektedir.

Her bir kriter için kullanılacak bulanık terimler karar vericiler tarafından analiz edilerek bir uzman yardımı ile tanımlanmalıdır (Şekil 6.6., Şekil 6.7.).



Şekil 6.6. Fiyat dilsel değişkeni için bulanık kümelerini tanımlama arayüzü



Şekil 6.7. Temin süresi dilsel değişkeni için bulanık kümelerini tanımlama arayüzü

6.4. Verilerin Bulanıklaştırılması

Bulanık olmayan veritabanına kullanıcılar tarafından veriler girildikten sonra tedarikçinin verilerinin bulanık hale getirilmesi için Şekil 6.8.' de görülen “Verilerin Bulanıklaştırılması Modülü” ile tedarikçi bilgileri çağırılır. Bulanık bilgi tabanından bulanık küme tanımlarına göre Formül 4.7.’deki işlemler bulanık olarak kullanılmak istenen değişkenlere uygulanarak veriler bulanıklaştırılır. Böylece her bir bulanık olarak kullanılacak verinin bulanık kümelerle olan üyelik dereceleri hesaplanır ve veritabanına kayıt edilir (Şekil 6.8., Şekil 6.9., Şekil 6.10.).

Bu modülde sisteme ilk defa girilen tedarikçilerin verilerinin bulanıklaştırılabildiği gibi sisteme önceden girilmiş ve verilerinde değişiklik yapılmış tedarikçilerin değişkenleri de tekrar bulanıklaştırılabilir (Şekil 6.8.).

SATICIKODU	SATICIADI	ILMESAFE	ilmesafecokuzak	ilmesafeuzak	ilmesafeyakin	ilmesafecokyakin	ilmesafeuyelikderece	PERSONEL SAYISI	persay
1	A FIRMASI	320	9672131147541	96557377049	0	0	0,391803279688825	5	

stokkodu	satıcıkodu	stokadi	BİRİM FİYAT	COKPAHALIUD	PAHALIUD	UCUZUD	COKUCUZUD	TE
101	1	Mlz 101	22,5	0	0	0,125	0,320833333333333	
102	1	Mlz 102	650	0,0208333333333333	0,0583333333333333	0		

Şekil 6.8. Verilerin bulanıklaştırılması modülü arayüzü

	satıcıkodu	stokkodu	BUD1COKUCUZ	BUD1UCUZ	BUD1PAHALI	BUD1COKPAHALI
1		101	0,320833333333333	0,125	0	0
2		101	0,403333333333333	0,08	0	0
3		101	0	0,3	0	0
8		102	0,513333333333333	0,02	0	0
5		101	0	0	0	0,05
6		102	0	0,13	5,66666666666667	0
1		102	0	0	5,83333333333333	2,08333333333333
7		102	0	0,06	0,08	0
6		101	0	0	1,66666666666667	4,16666666666667
36		101	0,0275	0,285	0	0
36		102	0,022	0,288	0	0
*						

Şekil 6.9. Tedarikçilerin malzeme fiyatı için bulanık kümeleri ve üyelik dereceleri veritabanı kayıtları

	satıcıkodu	stokkodu	terminsuresi	BUD2COKKISA	BUD2KISA	BUD2UZUN	BUD2COKUZUN
1		101	4	0	0,2	3,33333333333333	0
2		101	2	0,275	0,15	0	0
3		101	4	0	0,2	3,33333333333333	0
8		102	8	0,366666666666667	0,0375	0	0
5		101	1	0,55	0	0	0
6		102	30	0	0	0,05	0,0025
1		102	27	0	0	0,06	0,001
7		102	22	0	0,09	0,07	0
6		101	6	0	0	0,1	0
36		101	5	0	0,1	6,66666666666667	0
36		102	15	0	0,3	0	0
*							

Şekil 6.10. Tedarikçilerin malzeme temin süresi bulanık kümeleri ve üyelik dereceleri veritabanı kayıtları

6.5. Tedarikçi Yeterlilik Analizi Bulanık Kurallarının Oluşturulması

Tedarikçi yeterlilik analizinde kullanılmak üzere istenen sayıda kural yazım kurallarına uymak koşulu ile sisteme girilebilir. Kural yapısı hiyerarşik olarak tasarlanmıştır. Öncelikle Şekil 6.11.'de görülen “Kural Setleri” bölümüne kural setinin tanımı yapılır. Daha sonra ilgili kural setinin “Kural Detay Satırları” KRİTER, İŞLEMCİ, TERİM seçenekleri eksiksiz olarak girilir. Böylece kayıtlar için

uygulanacak kural tanımlaması tamamlanmış olur.

Kural Setleri			Kural Detay Satırları		
KOD	TANIM	DI	KRİTER	İŞLEMCİ	TERİM
1	Birincil Kurallar	(S)	FIYATI	ENFAZLA	PAHALI
2	Termin Süresi Avantajı Kuralları	(T)	TERMINSÜRESİ	ENFAZLA	UZUN
			ISO9001	ESİT	VAR

Şekil 6.11. Kural seti ve detay satırları

Kural Detay Satırları; KRİTER alanından Tablo 5.2.'de gösterilen bulanık kümeleri tanımlanmış herhangi bir değişken seçilir. Değişken için uygulanacak İŞLEMCİ (En Fazla, En Az , Eşit) olarak seçilir. TERİM kısmında ise kriter için belirlenen küme tanımı Tablo 5.2.'ye uygun olarak seçilerek kural tanımlanır.

6.6. Sorgunun Yapılması ve Kurallara Uyan Tedarikçilerin Onaylanması

Tedarikçi Yeterlilik Analizi kurallarına uyan tedarikçileri bulmak için Yeterlilikleri Analiz Et tuşuna basmak yeterlidir. Sistemin çalışma prensibi Şekil 5.1.' deki akış şemasında gösterildiği gibidir.

Şekil 6.11.'de gösterildiği gibi kurallar sisteme tanıtıldıktan sonra, bu bütünleşik kuralı uygulamak için öncelikle kural satırlarının ilk satırından başlayarak (Şekil 6.11.' de gösterildiği sıraya göre) “Fiyat” kriteri için “Çok Ucuz”, “Ucuz”, “Pahalı”, “Tedarik Süresi” kriterinin “Çok Kısa”, “Kısa” ve “Uzun” kümelerine üyelik dereceleri veritabanından çağırılır.

“(Fiyat En Fazla Pahalı) {VE} (Tedarik Süresi En Fazla Uzun) {VE} (ISO 9001 Eşit Var)” şeklinde bütünleşik kural seti için;

Klasik veritabanındaki gerçek veriler Şekil 6.12.'de gösterildiği gibidir:

	satıcıkodu	stokkodu	fiyati	terminsuresi	ISO9001
▶	2	101	18	2	1
	1	101	22,5	4	1
	36	101	38,5	5	0
	3	101	40	4	1
	6	101	85	6	0
	5	101	90	1	0

Şekil 6.12. Tedarikçilerin bulanık olmayan (kesin) verileri

Bulanık Kuralları sağlayan tedarikçiler, Bölüm 5.'te anlatılan algoritmaya göre bulunur ve ekrana gösterilir (Şekil 6.13.).

Kural Setleri			Kural Detay Satırları		
KOD	TANIM	DI	KRİTER	İŞLEMCİ	TERİM
1	Birincil Kurallar	(S)	▶ FİYATI	ENFAZLA	PAHALI
2	Termin Süresi Avantajı Kuralları	(T)	TERMINSÜRESİ	ENFAZLA	UZUN
			ISO9001	ESİT	VAR

TARİH	SATICIKODU	STOKKODU	KURAL UYGUNLUK DERECESESİ	ORTALAMA BULANIK PUAN	SINIF
▶ 19.02.2008		2 101	0,275	0,6361111111111111	(Stratejik Tedarikçi) Uzun Dönemli Çalışılabilecek Tedarikçi
19.02.2008		1 101	0,2	0,5597222222222222	(Stratejik Tedarikçi) Uzun Dönemli Çalışılabilecek Tedarikçi
19.02.2008		3 101	0,2	0,5111111111111111	(Stratejik Tedarikçi) Uzun Dönemli Çalışılabilecek Tedarikçi
19.02.2008		8 102	0,3666666666666667	0,6458333333333333	(Stratejik Tedarikçi) Uzun Dönemli Çalışılabilecek Tedarikçi
19.02.2008		7 102	0,08	0,4333333333333333	(Stratejik Tedarikçi) Uzun Dönemli Çalışılabilecek Tedarikçi
19.02.2008		1 102	0,0583333333333333	0,3727777777777778	(Stratejik Tedarikçi) Uzun Dönemli Çalışılabilecek Tedarikçi

Şekil 6.13. Bulanık kural setine uyan tedarikçi listesi

Birincil Kuralları sağlayan tedarikçiler uzun dönemli çalışılabilecek stratejik tedarikçi olarak onaylanır. Şekil 6.13.'te de görüldüğü gibi malzeme bazında gruplandırılmış “Stratejik Tedarikçiler”, puanlarına göre sıralanır.

101 numaralı malzeme için, 1 ve 3 numaralı tedarikçilerin Kurala Uygunluk Dereceleri aynı (0.2) olmasına rağmen 1 numaralı tedarikçi daha yüksek bir skor aldığı için ilk sırada yer almıştır (Tedarik süresi: 4 gün, Fiyatı: 22.5) (Şekil 6.12.).

5,6 ve 36 numaralı tedarikçiler 101 kodlu stok için birincil kuralları sağlayamadıkları

için listede yer almamışlardır.

Tedarikçiler arasından ‘‘Taktik Tedarikçi’’ lere fırsat tanımak isteyebiliriz. Bunun için sisteme yeni bir kural tanımlamamız gerekir. Örneğin Fiyatı ÇOKPAHALI olduğu halde Temin Süresi ÇOKKISA olan tedarikçileri de Temin Süresi Avantajından dolayı listeye eklemek istediğimizi varsayalım. Bu durumda Kural Seti bölümüne kuralımızın tanımını yapmamız ve kuralın detay koşullarını girmemiz gerekir. Şekil 6.14.’te Termin Süresi Avantajı için kurallar görülmektedir.

Bu kuralımızı çalıştırdığımızda kurala uyan tedarikçi varsa (5 numaralı tedarikçi) listenin sonuna Taktik Tedarikçi olarak ve Temin Süresi Avantajından dolayı eklendiği bilgisi ile eklenir (Şekil 6.14.).

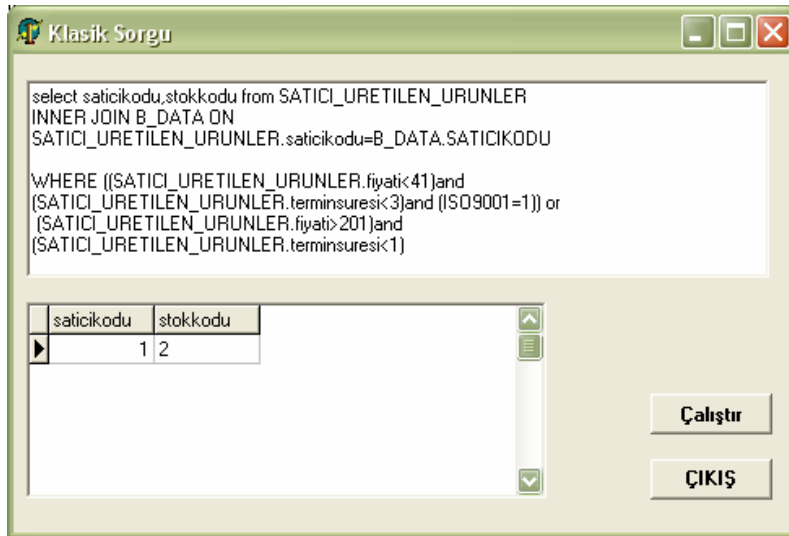
KOD	TANIM	DI
1	Birincil Kurallar	(S)
2	Temin Süresi Avantajı Kuralı	(T)

KRITER	İŞLEMCİ	TERİM
FIYATI	ESIT	COKPAHALI
TERMINSURESI	ESIT	COKKISA

TARIH	SATICIKODU	STOKKODU	KURAL UYGUNLUK DERECESE	UYGUNLUK PUANI	SINIF
19.02.2008	1	101	0,2	0,559722222222222	(Stratejik Tedarikçi) Uzun Dönemli Çalışılabilecek Tedarikçi
19.02.2008	3	101	0,2	0,511111111111111	(Stratejik Tedarikçi) Uzun Dönemli Çalışılabilecek Tedarikçi
19.02.2008	8	102	0,366666666666667	0,645833333333333	(Stratejik Tedarikçi) Uzun Dönemli Çalışılabilecek Tedarikçi
19.02.2008	7	102	0,08	0,433333333333333	(Stratejik Tedarikçi) Uzun Dönemli Çalışılabilecek Tedarikçi
19.02.2008	1	102	0,058333333333333	0,372777777777778	(Stratejik Tedarikçi) Uzun Dönemli Çalışılabilecek Tedarikçi
19.02.2008	5	101	0,05		0,3 (Taktik Tedarikçi) Temin Süresi Avantajı

Şekil 6.14. Temin süresi avantaj kuralı sonucu

Aynı kuralları klasik sorgu ile yaptığımızda sadece kurala tam olarak uyan tedarikçiler gelecektir (Şekil 6.15.).



Şekil 6.15. Klasik sorgu sonucu

Günümüzde halen Şekil 6.16.'daki gibi bir bilgi formu ile tedarikçi verileri toplanır ve Kriterlere verilen puanlara göre tedarikçilerin onaylanıp onaylanmamasına karar verilir.

Örnek olarak kriterler için değerlendirme puanlarını Tablo 6.1.'deki gibi belirlemiş olduğumuzu varsayalım;

Tablo 6.1. Değerlendirme skalası

Fiyat Kriteri	Fiyat Değerl. (puan)	Temin Süresi	Temin Süresi Değerl. (puan)	ISO 9001:2000 Kalite Belgesi	ISO 9001:2000 Değerl. (puan)
0-20	20	1 gün az	20	VAR	5
21-60	10	1-5	10		
61'den çok	5	6 günden çok	5	YOK	0

TEDARİKÇİ BİLGİ FORMU				
FİRMA ADI	:			
FİRMA ADRESİ	:			
TEL	:			
FAX	:			
E-POSTA	:			
FİRMA YETKİLİLERİ		ADI - SOYADI	GÖREVİ	
		_____	_____	
		_____	_____	
YILLIK CİRO	:			
TOPLAM ÇALIŞAN SAYISI	:	KALİTE BÖLÜM ÇALIŞAN SAYISI		
KAPASİTESİ	:			
MAKİNA PARKI (Bilgi formu ekinde verilebilir.)	:			
REFERANSLAR	:			
KALİTE SİSTEMİNİZ BELGELİ Mİ ?		EVET	HAYIR	
EVET İSE ;	<u>BELGE</u> <u>KAPSAMI</u>	<u>BELGELENDİRME</u> <u>KURULUŞU</u>	<u>TARİH</u>	
KALİTE SİSTEM DENETİMİ GEÇİRDİNİZ Mİ ?		EVET	HAYIR	
EVET İSE ;	<u>FİRMA</u>	<u>TARİH</u>	<u>SONUÇ</u>	
ÜRÜN BİLGİSİ				
				MRP ?
MALZEME	FİYAT	TEMİN SÜRESİ	MİNİMUM SİP.MİKTARI	EVET
				HAYIR

Şekil 6.16. Tedarikçi bilgi formu

Tedarikçi verilerimiz Şekil 6.12'den veya Tablo 6.2'den görüldüğü gibidir.

Tablo 6.2. Tedarikçi verileri

Satıcı Kodu	Stok Kodu	Fiyatı	Temin Süresi	ISO9001
1	101	22,5	4	1
2	101	18	2	1
3	101	40	4	1
5	101	90	1	0
6	101	85	6	0
36	101	38,5	5	0

Buna göre tedarikçilerimizin toplam puanları Tablo 6.3.'teki gibi olur.

Tablo 6.3. Anket değerlemesine göre tedarikçi puanları

TEDARİKÇİ	FİYAT	TEDARİK SÜRESİ	KALİTE BELGESİ	TOPLAM PUAN
1	20	10	5	35
2	20	10	5	35
3	10	10	5	25
5	5	20	0	25
6	5	5	0	10
36	10	10	0	20

Tablo 6.3.'e göre tedarikçiler arasındaki farklar net olarak görülememektedir. Özellikle ilk iki sıradaki tedarikçiler arasında fark görülemez durumdadır. Ayrıca son üç tedarikçi ISO9001 belgesine sahip olmadıkları halde listede görünür durumdadırlar. Özellikle 3 numaralı ve 5 numaralı tedarikçiler, 5 numaralı tedarikçinin ISO9001:2000 belgesi olmamasına rağmen eşit puana sahiptirler.

Bu sonuçtan da anlaşılacağı gibi veriler üzerinde bulanık kurallardan oluşan bir dizi koşulun uygulanması, daha detaylı bilgi sağladığı gibi bilginin o kurala ne kadar yakın olduğu bilgisini de içermektedir.

Ayrıca; kuralların işletilmesi sonucu gelen verinin hangi kuralı sağladığı için getirildiğini de içermektedir. Bu da karar vermede büyük bir esneklik, kolaylık ve tarafsızlık sağlayacaktır.

BÖLÜM 7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Tedarik Zinciri Yönetiminin kesintisiz olarak işleyebilmesi için anahtar rol oynayan Tedarikçi Yeterlilik Analizi ve Seçme probleminin çözümü için birçok metot uygulanmıştır. Ancak bu metotlar en iyi tedarikçinin bulunmasına yönelik modellerdir modellerde çok ürün boyutunu kullanmaya elverişli değildir; bu yüzden çoğunun pratikte uygulaması zordur veya kullanıma elverişli değildir.

İş hayatında çoğunlukla hesaplaması kolay olduğu için genellikle ağırlıklandırılmış tedarikçi ön değerlendirme anketleri kullanılmaktadır. Kullanımları kolay olmasına rağmen bir kişinin öznel olarak değerlendirmelerine dayandığı için sonuçların tarafsızlığı hakkında kuşku duymamak mümkün değildir. Ayrıca böyle bir sistemde toplam puan üzerinden değerlendirme yapıldığı için, hangi kuraldan yüksek hangi kuraldan düşük puan alındığı göz ardı edilmektedir. Bu durumda daha önemli kriterlerden düşük bir puan almasına rağmen bir tedarikçi sıralamada üst derecelerde olabilmektedir.

Bu tez çalışmasında geliştirilen karar destek sistemi ile, tedarikçinin genel olarak değerlendirilmesinin yanında, sattıkları her bir farklı ürün için uygun tedarikçi olup olmadığı analizinin yapılmıştır. Bu sistem sayesinde özellikle çok ürünü tedarikçilerden sağlayan ana firma için insanların gözünden kaçırabileceği detaylar görüntülenmesi sağlanmıştır.

Firmanın tedarikçi yeterlilik analizi için gerekli verileri bir arayüz yardımı ile sisteme girdi olarak alınıp bir veritabanına kayıt edilmiştir. Bu şekilde tedarikçilerin kayıtları tek bir yerde toplanmış aynı tedarikçi için yeni bir kayıdın yapılması önlenmiştir. Tedarikçinin sattığı ürünlere yeni ürünler eklendiğinde bile yeni bir kayıt yapmaya gerek kalmadan sadece ürün eklemesi yaparak gereksiz kayıt yapılması engellenmiştir.

Sisteme veriler ve kurallar bir kere girildikten sonra geriye sadece sistemin çalıştırılması kalmaktadır. Aynı kural setleri üzerinden işlem görerek filtre edilen tedarikçilerin durumları net bir şekilde görülmektedir. Böylece yeni tedarikçi eklendiğinde veya bilgileri güncellendiğinde tekrar hesap yapmak gibi fazladan bir işleme gerek duyulmadan karar destek sisteminin çalıştırılması ile yenilenen durum gözler önüne serilmektedir. Bu şekilde süreç, iş yükü açısından hafifletilmiş; satın alma bölümündeki kişilerin kişisel yargılarından kurtarılmış ve daha adil bir hale getirilmiştir.

Tedarikçi yeterlilik analizi kuralları firma yetkililerinin ortak kararı olarak bir kere belirlendikten sonra, kolay kullanılan bir arayüz yardımı ile bu kurallar veritabanına kayıt edilmiştir. Kurallar kesin değerler gibi net değil dilsel terimler yardımı ile günlük konuşma cümlelerine yakın yazıldığı için anlaşılması kolaydır. Kural setleri, pratik hayattaki alternatif kuralların işletilmesine de olanak sağlamaktadır. Bu şekilde tedarikçinin sadece bir katı kural setini sağlaması zorunluluğu giderilmiş; firmanın farklı zamanlarda değişen ihtiyaçları sağlayabilecek niteliklere sahip tedarikçilere de kolaylıkla ulaşabilmesi sağlanmıştır.

Tedarikçi yeterlilik analizi için mevcut olan matematiksel modeller iş hayatının esnekliğini modele çok yansıtamamaktadırlar. Ayrıca geliştirilen modellerin geliştirilmesi, çözülmesi ve çözümünün anlaşılması zor olabilmektedir. Oluşturulan karar destek sistemi sayesinde teorik bilgiler ile pratiğin buluşmasını daha fazla sağlamıştır. Çünkü bulanık model, sisteme insan doğasının karar verme mekanizmasının esnekliğini katmıştır.

Kriterler için bulanık kümelerin zaman içerisinde değişebileceği veya yeni bir ürün için bulanık kümelerin farklı olacağı göz önünde bulundurularak; sistem bu değişikliklere veya yeniliklere izin verebilecek nitelikte esnek olarak geliştirilmiştir. Ayrıca firma sorumluları tarafından kullanılması ve anlaşılması kolay şekilde tasarlanmıştır.

Böyle bir sistemin bir Kurumsal Kaynak Planlama veritabanı içinde olması büyük avantaj sağlayacaktır. Satınalma Modülü içinde oluşturulan Tedarikçi İlişkileri

Sisteminin hızlı bir şekilde işlemesi için ihtiyaç duyulan verilerin bu sistemden bir kere ve doğru olarak alınması ileride Satınalma Siparişi açılması sırasında Tedarikçi Seçimi ve Tedarikçi Performans Değerlendirme için temel olacaktır. Bu sayede verileri bütünleştirmek için yeniden emek ve zaman harcamaya gerek kalmayacaktır.

Oluşturulan karar destek sisteminin en hassas iki noktası; bulanık kümelerin ve bulanık kuralların tanımlanmasıdır. Sistemin doğru sonuç üretebilmesi için, kriterler için bulanık kümelerin ve tedarikçi yeterlilik analizi kural setlerinin tanımlamalarının firmanın yetkilileri ile görüşmeler yaparak bir uzmanın yapması gerekmektedir. Aksi durumda karar destek sisteminin doğru sonuçları üretmesi beklenemez.

Sistem geliştirilmeye çok açıktır. Farklı bulanık işlemciler ve niteleyiciler eklenerek, klasik sorgulama ile hibrit sistemler oluşturularak geliştirilebilir. Öğrenme algoritmaları ile birlikte kullanılarak zeki bir sistem haline dönüştürülebilir. Tedarikçi firmanın eksiklerini tespit edip; eksiklerini tamamlamak için öneri getiren bir uzman sisteme dönüştürülebilir.

KAYNAKLAR

- [1] SCC, Supply-Chain Council, Supply-Chain Operations Reference Model V.4.0,<http://www.supply-chain.org>, (2000a).
- [2] CLARK, K. B., “Project Scope and Project Performance: The Effect of Parts Strategy and Supplier Involvement on Product Development”, *Management Science*, 35, 10, 1247- 1263, 1989,
- [3] WATTS, C. A., KIM, Y. K., HAHN, C., “Linking Purchasing to Corporate Competitive Strategy”, *International Journal of Purchasing and Materials Management*, 28, 4, 2-8, 1992
- [4] BOER, L. De, WEGEN, L.L.M. van der, TELGEN, J., “Outranking methods in support of supplier selection”, *European Journal of Purchasing & Supply Management* 4, 109-118,1998.
- [5] BURT, D. N., “Managing supplier up to speed”. *Harvard Business Review*, 67, 4, 127-135 1989.
- [6] ZAHRA, S. A. & NIELSEN, A. P., “Source of capabilities, integration and technology commercialization”, *Strategic Management Journal*, 23, 5, 377-398, 2002.
- [7] VOKURKA, R. J. & O.LEARY-KELLY, S., “A review of empirical research on manufacturing flexibility”, *Journal of Operations Management*, 18, 4, 485-501, 2000.
- [8] KANNAN V. R and TAN K.C., “Supplier Selection and Assessment: Their on Business Performance”, *Journal of Supply Chain Management: A Global Review of Purchasing and Supply* 38(4),57-71, 2002.
- [9] ELLRAM, L. M., CARR, A. S., “Strategic Purchasing: A history and Review of The Literature”, *International Journal of Purchasing and Materials Management*, 30, 2, 10-18, 1994.
- [10] SARKIS, J., TALLURI, S., “A model for strategic supplier selection”, *The Journal of Supply Chain Management*, 38, 1, 18-28, 2002.
- [11] BOSSERT, J.L., “The Supplier Management Handbook”, ASQ Quality Press, 2004.

- [12] DULMIN, R., MININNO, V., "Supplier selection using a multi-criteria decision aid method", *Journal of Purchasing and Supply Management*, 9, 177-187, 2003.
- [13] CAVINATO, J. L., "A total cost/value model for supply chain competitiveness", *Journal of Business Logistics*, 13, 2, 271-81, 1992.
- [14] CHOY, K. L., LEE, W.B., LAU, H.C.W., CHOY, L.C., "A Knowledge-Based Supplier Intelligence Retrieval System for Outsource Manufacturing", *Knowledge-Based Systems*, 18, 1, 1-17, 2005.
- [15] DEGRAEVE, Z., ROOFHOFT, F., "A Smarter Way to Buy" *Harvard Business Review*, 79, 22-23, 2001.
- [16] TELGEN, J., "Inzicht en overzicht: de uitdagingen van Besliskunde en Inkoopmanagement", Enschede, University of Twente, 1994.
- [17] BOER, L. de and TELGEN, J. "Developments in purchasing of non-production items", *Power and efficiency in supply and value chain management*, Proceedings of the 4th International Annual IPSERA Conference, Birmingham, UK, 1995.
- [18] FARIS, C.W, ROBINSON, P.J, WIND, Y., "Industrial Buying and Creative Marketing", Allyn&Bacon, Boston, 1967.
- [19] FISHER, L., "Industrial Marketing", Princeton 1970.
- [20] BUNN, M.D., "Taxonomy of Buying Decision Approaches", *Journal of Marketing*, January, 38-56, 1993.
- [21] KRALJIC, P., "Purchasing must become supply management", *Harvard Business Review*, September-October, 109-117, 1983.
- [22] BOER, L. de , LABRO, E. and MORLACCHI, P., "A review of methods supporting supplier selection", *European Journal of Purchasing and Supply Management*, 7, 75-89, 2001.
- [23] TELGEN, J., "Revolution through electronic purchasing", Proceedings of the 7. IPSERA Conference, London, 1998.
- [24] WATTS, C. A., KIM, Y. K., HAHN, C., "Linking Purchasing to Corporate Competitive Strategy", *International Journal of Purchasing and Materials Management*, 28, 4, 2-8, 1992.
- [25] GUINIPERO, L. C., "Motivation and monitoring JIT supplier performance", *Journal of Purchasing and Materials Management*, 26, 3, 19-24, 1990.
- [26] BOER, L. de and WEGEN, L.L.M. van der, "Practice and promise of formal supplier selection: a study of four empirical cases", *Journal of Purchasing and Supply Management*, 109, 118, 2003.

- [27] MONCZKA R.M., TRENT R. J., and HANDFIELD R.B., “Purchasing and Supply Chain Management”, South-Western College Publication; 2. Edition, 2002.
- [28] WEBER, C.A., CURRENT, J.R., BENTON, W.C., “Vendor selection criteria and methods”, *European Journal of Operational Research*, 50, 2-18, 1991.
- [29] ELLRAM, L.M., “The supplier selection decision in strategic partnerships”, *Journal of Purchasing and Materials Management*, 26, 8-14, 1990.
- [30] LEE, M. S., LEE, Y. H. and JEONG, C. S., “A high-quality-supplier selection model for supply chain management and ISO 9001 system”, *Production Planning & Control*, 14, 3, 225-232, 2003.
- [31] TRACEY, M. and TAN, C. L., “Empirical analysis of supplier selection and involvement, customer satisfaction, and firm performance”, *Supply Chain Management: An International Journal*, 6, 4, 174-188, 2001.
- [32] CHOY, K. L. and LEE, W. B., “A generic supplier management tool for outsourced manufacturing”, *Supply Chain Management*, 8, 2, 140-154, 2003.
- [33] BEVILACQUA, M. and PETRONI, A., “From traditional purchasing to supplier management: a fuzzy logic-based approach to supplier selection”, *International Journal of Logistics*, 5, 3, 235-255, 2002.
- [34] KUMAR, M., VRAT, P. and SHANKAR, R., “A fuzzy goal programming approach for vendor selection problem in a supply chain”, *Computers & Industry Engineering*, Available online , 2003.
- [35] WANG, Y.X., “Application of Fuzzy Decision Optimum Model in Selecting Supplier”, *The Journal of Science Technology and Engineering*, 5, 15, 1100–1103, 2005.
- [36] ELMAGHRABY, W. J., “Supply Contract Competition and Sourcing Policies”, *Manufacturing & Service Operations Management*, 4, 350-371, 2000.
- [37] DEMING, W. E., “Out of the Crisis”, Cambridge, Mass.: Massachusetts Institute for Technology, Center for Advanced Engineering Study, 1986.
- [38] PORTER, M. E., “Technology and competitive advantage”, *The Journal of Business Strategy*, 5, 3, 60-78, 1985.
- [39] SOUKOUP, W.R., “Supplier selection strategies”, *Journal of Purchasing and Materials Management*, 23, 3, 7-12, 1987.
- [40] PYKE, D.F: “Strategies for global sourcing: In: Part Four of Mastering the Global Business”, *The Financial Times*, 2-4, 1998.
- [41] LEWIS, H., “Industrial purchasing principles and practices”, Homewood, IL: Richard D.Irwin, 1943.

- [42] ENGLAND, W.B. and LEENDERS M.R., "Purchasing and Materials Management", Homewood, III: Richard D.Irwin,1975.
- [43] HAHN, C., WATTS, C. & KIM, K., "The supplier development program: A conceptual model", Journal of Purchasing and Materials Management, 26, 46-51,1990.
- [44] MURALIDHARAN, C., ANANTHARAMAN, N. & DESHMUK, S. G., „A multi-criteria group decision making model for supplier rating", The Journal of Supply Chain Management, 38, 4, 22-33, 2002.
- [45] VOKURKA, R. J., CHOOBINEH, J. & VADI, L., "A prototype expert system for the evaluation and selection of potential suppliers", International Journal of Operations & Production Management, 16, 12, 106-127, 1996.
- [46] NYDICK, R. L. & HILL, R. P., "Using the analytic hierarchy process to structure the supplier selection procedure" International Journal of Purchasing and Materials Management, 28, 2, 31-36, 1992.
- [47] NARASIMHAN, R., "An Analytical Approach to Supplier Selection", Journal of Purchasing and Materials Management, 19, 1, 27-33,1983.
- [48] VONDEREMBSE, M., AND MAICHAELEMBSE, T. M., "The Impact of Supplier Selection Criteria and Supplier Involvement on Manufacturing Performance", Journal of Supply Chain Management, 35, 3, 33-40, 1999.
- [49] PURCHASING, "Buyers Keep Trimming Supplier Base Despite Tight Supplies", Purchasing, 1989.
- [50] GREGORY, R.E, "Source Selection: A Matrix Approach", International Journal of Purchasing and Materials Management, 22, 2, 24-29, 1986.
- [51] BENDER, P. S., BROWN, R. W., ISAAC, M. H. & SHAPIRO, J. F., "Improving purchasing productivity at IBM with a normative decision support system", . Interfaces, 15, 3, 106-115, 1985.
- [52] SPEKMAN, R. E., "Strategic suppliers selection: Understanding long-term buyer relationships", Business Horizons, 31,4, 75-81, 1988.
- [53] LIKER, J. K., ETTLIE, J. E. & CAMPBELL, J. C. , "Engineered in Japan", Oxford University Press, New York, 1995.
- [54] PETERSEN, K. J., FRAYER, D. J. & SCANNELL, T. V., "An empirical investigation of global sourcing strategy effectiveness", The Journal of Supply Chain Management, 36, 2, 29-38, 2000.
- [55] MANDAL, A. and DESHMUKH, S. G., "Vendor selection using interpretive structural modeling (ISM)", International Journal of Operations & Production Management, 14, 6, 52-59, 1994.

- [56] SWIFT, C.O, “Preferences for Single Sourcing and Supplier Selection Criteria”, *Journal of Business Research*, New York, 32, 105, 11, 1995
- [57] BARTHOLOMEW, D., “The vendor-customer relationship today”, *Production and Inventory Management Journal*, 25, 2, 106-121, 1984.
- [58] SPEKMAN, R. E., KAMAUFF, J. W., Jr. & MYHR, N., “An empirical investigation into supply chain management: A perspective on partnerships”, *Supply Chain Management*, 3, 2, 53-67, 1998.
- [59] RIDDALLS, C., BENNETT, S. & TIPI, N., “Modeling the dynamics of supply chains”, *International Journal of Systems Science*, 31, 8, 969-976, 2000.
- [60] PIERCY, N. F., KATSIKEAS, C. S. & CRAVENS, D. W., “Examining the role of buyer-seller relationships in export performance”, *Journal of World Business*, 32, 1, 73-86, 1997.
- [61] BURGESS, R., “Avoiding supply chain management failure: Lessons from business process re-engineering”, *International Journal of Logistics Management*, 9, 1, 15-23, 1998.
- [62] COX, A., “Power, value and supply chain management”, *Supply Chain Management: An International Journal*, 4, 4, 167-175, 1999.
- [63] O’CONNELL, J., “Streamlining supply chain management processes”, *Document World*, 41, 1, 40-42, 1999.
- [64] CURTIS, C., “Supplier Development – Supplier Relationship Management”, *Institute of Supply Management*, 2001.
- [65] DICKSON, G.W., "An analysis of vendor selection systems and decisions", *Journal of Purchasing*, Vol. 2 No. 1, 5-17, 1966.
- [66] TEMPELMEIER, H. , “A simple heuristic for dynamic order sizing and supplier selection with time-varying data”, *Production and Operation Management*, 11, 4, 499-515, 2002.
- [67] BHUTTA, K. S. and HUQ, F. “Supplier selection problem: a comparison of total cost of ownership and analytical hierarchy process approach”, *Supply Chain Management: An International Journal*, 7, 3, 126-135, 2002.
- [68] CHAN, F. T. S., “Interactive selection model for supplier selection process: an analytical hierarchy process approach”, *International Journal of Production Research*, 41, 15, 3549-3579, 2003.
- [69] MASELLA, C. and RANGONE, A. “A contingent approach to the design of vendor selection systems for different types of co-operative customer/supplier relationship”, *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 20 No.1, 70-84, 2000.

- [70] SMYTKA, D.L., CLEMENS, M.W., "Total cost supplier selection model: a case study", *International Journal of Purchasing and Materials Management*, 29, 1, 42-49, 1993.
- [71] ELLRAM, L.M., "Total cost of ownership: elements and implementation", *International Journal of Purchasing and Materials Management*, 29, 4, 2-11, , 1993.
- [72] LEE, Y. H., PARK, J., KIM, S., "Experimental study on input and bottleneck scheduling for a semiconductor fabrication line", *IEEE Transaction on Engineering Management*, 32, 4, 179-190, 2002.
- [73] CARTER, J.R, NARASIMHAN, R., "The role of purchasing and materials management in total quality management and customer satisfaction", *International Journal of Purchasing and Materials Management* , 30,3, 3-13, 1994.
- [74] WATKINS, D. K., "Quality management's role in global sourcing", *Quality Progress*, 38, 24-31, 2005.
- [75] LIN, R. J., TSUNG, F, LAU, W.C.E, "Supplier selection based on process capability and price analysis", *Quality Engineering*, 123-129, 2006.
- [76] MILGATE, M., "Supply chain complexity and delivery performance: An International exploratory study", *Supply Chain Management: An International Journal*, 6, 3, 106-118, 2001.
- [77] LEHMANN, D.R., O'SHAUGHNESSY, J., "Difference in attribute for different industrial products", *Journal of Marketing (New :York)*, 38, 2, 36, 1974.
- [78] SWIFT, C.O., GRUBEN, K. H., "Gender differences in weighting of supplier selection criteria", *Journal of Managerial Issues*, 12, 4, 502-512, 2000.
- [79] WEBER, C.A., CURRENT, J.R., DESAI, A., "A structured approach to Vendor Selection and Negotiation", *Journal of Business Logistics*, 21, 1, 135-167, 2000.
- [80] DOBLER, D.W. and BURT, D.N. "Purchasing and supply management: text and cases", McGraw-Hill, 1996.
- [81] ZENZ, G., 1981, "Purchasing and the Management of Materials", Wiley, New York.
- [82] TIMMERMAN, E., 1986, "An approach to vendor performance evaluation", *Journal of Purchasing and Supply Management*, Sayı 1, Sayfa 27-32
- [83] GHODSYPOUR, S. H. and O'BRIEN C., "A decision support system for supplier selection using an integrated analytical hierarchy process and linear programming", *International Journal of Production Economics*, 56-57, 199-212, 1998.

- [84] BARBAROSOĞLU, G., YAZGAÇ; T., “An application of the analytic hierarchy process to the supplier selection problem”, *Production and Inventory Management Journal*, 1, 4-21, 1997.
- [85] Saaty, T.L., *The analytic hierarchy process*, New York: McGraw-Hill, 1980.
- [86] MIN, H., “International supplier selection: a multi-attribute utility approach”, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 24, 5, 24-33, 1994.
- [87] CHAUDHRY, S. S., FORST, F. G. and ZYDIAK, J. L., “Vendor selection with price breaks”, *European Journal of Operational Research*, 70, 52-66, 1993.
- [88] WEBER, C.A. and CURRENT, J.R., “A multi-objective approach to vendor selection”, *European Journal of Operational Research*, 68, 173-184, 1993.
- [89] ROSENTHAL, E. C., ZYDIAK, J. L. and CHAUDHRY, S. S., “Vendor selection with bundling”, *Decision Science*, 26, 1, 35-48, 1995.
- [90] WEBER, C.A., DESAI, A., “Determination of paths to vendor market efficiency using parallel co-ordinates representation: a negotiation tool for buyers”, *European Journal of Operational Research*, 90, 142-155, 1996.
- [91] WEBER, C.A., CURRENT, J.R., DESAI, A., “Non-cooperative negotiation strategies for vendor selection”, *European Journal of Operational Research*, 108, 208-223, 1998.
- [92] WEBER, C.A., CURRENT, J.R., DESAI, A., “An optimization approach to determining the number of vendors to employ”, *International Journal of Supply Chain Management*, 5, 2, 90-98, 2000.
- [93] WEBER, C.A., ELLRAM, L.M., “Supplier selection using multi-objective programming: a decision support system approach”, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 23, 2, 3-14, 1992.
- [94] WEBER, C.A., “A Data Envelopment Analysis Approach to Measuring Vendor Performance”, *Supply Chain Management*, 1, 1, 28-39, 1996.
- [95] LIU, J., DING, F.Y., LALL, V., “Using Data Envelopment Analysis to compare suppliers for supplier selection and performance improvement”, *International Journal of Supply Chain Management*, 5, 3, 143-150, 2000.
- [96] BRAGLIA, M. and PETRONI, A., “A quality assurance-oriented methodology for handling trade-offs in supplier selection”, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 30, 2, 96-111, 2000.
- [97] KARPAK, B., KUMCU, E. and KASUGANTI, R., “An Application of Visual Interactive Goal Programming: a case in vendor selection:”, *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, 8, 93-105, 1999.

- [98] DEGRAEVE, Z., ROODHOOFT, F., "A mathematical Programming Approach for Procurement using Activity Based Costing", *Journal of Business Finance and Accounting*, 27, 2, 69-98, 2000.
- [99] DEGRAEVE, Z., LABRO, E. and ROODHOOFT, F., "Total cost of ownership purchasing of a service: The case of airline selection at Alcatel Bell", *European Journal of Operational Research*, 156(1), 23-40, 2004.
- [100] PAPAGAPIOU, A., MINGERS, J., THANASSOULIS, E., "Would you buy a used car with DEA?" *OR Insight*, 10, 1, 13-19, 1996.
- [101] RONEN, B., TRIETSCH, D., "A decision support system for purchasing management of large projects", *Operations Research*, 36, 6, 882-890, 1988.
- [102] PETRONI, A., BRAGLIA, M., "Vendor selection using principal component analysis", *The Journal of Supply Chain Management: A Global Review of Purchasing and Supply*, 36, 2, 63-69, 2000.
- [103] HINKLE, C.L., ROBINSON, P. J., GREEN, P. E., "Vendor evaluation using cluster analysis", *Journal of Purchasing*, 5, 3, 49-58, 1969.
- [104] HOLT, G.D., "Which contractor selection methodology?", *International Journal of Project Management*, 16, 3, 153-164, 1998.
- [105] DEGRAEVE, Z., ROODHOOFT, F. and VAN DOVEREN, B., "The use of total cost of ownership for strategic procurement: a company-wide management information system", *Journal of the Operational Research Society*, 56, 11, 51-59, 2005.
- [106] DING, H., BENYOUCEF, L., XIE, X., "A simulation optimization approach using genetic search for supplier selection" *Winter simulation conference*, 1260-1267, 2003.
- [107] KWONG, C.K., BAI H., "Determining the importance weights for the customer requirements in QFD using a fuzzy AHP with an extent analysis approach", *IIE Transactions*, 35, 7, 619-628, 2003.
- [108] CHAN, F. T. S., KUMAR, N., "Global supplier development considering risk factors using fuzzy extended AHP based approach" *Omega*, 35, 4, 417-431, 2007.
- [109] AMID, A., GHODSYPOUR, S.H., O'BRIEN, C., "Fuzzy multi objective linear model for supplier selection in a supplier chain", *International Journal of Production Economics*, 104, 394-407, 2006.
- [110] KASKO, B., *Fuzzy Thinking*, Harper Collins, ISBN 000255352, London, 1994.
- [111] DUBOIS, D., PRADE, H., YAGER, R.R., *Fuzzy Sets for Intelligent Systems*, Morgan Kaufmann Publisher, Inc. San Mateo, ISBN 1-55860-257-7, 1993.

- [112] ZADEH, L.A., "Fuzz Sets", Information and Control, 8, 338-353, 1965.
- [113] KAUFMANN, A., GUPTA, M.M., Fuzzy Mahmational Models in Engineerind and Management Science, Elsevier, ISBN 044470501 5, New York, 1988.
- [114] TERANO, T., ASAI, K., SUGENO, M., Fuzzy Systems Theory and Its Applications, Academis Pres,San Diego, 1992.
- [115] ZIMMERMANN, H.J., Fuzzy Sets, Decision Making and Expert Systems, Kluwer Press, Boston, 1987.
- [116] KACPRZYK, J., ZIOLKOWSKI, A., "Database Queries with Fuzzy Linguistic Quantifiers", IEEE Transaction on Systems, Man. And Cybernetics, 16, 3, 1986.
- [117] CODD, E.F., "A Relational Model of Data for Large Shared Data Banks", Communications of the ACM, 13, 6, 377-387, 1970.
- [118] BOSC, P., KACPRZYK, J., Fuzziness in Database Management Systems, Physica-Verlag, Germany , 1995.
- [119] PETRY, E., Fuzzy Databases Principles and Applications, Kluwer Academic Publishers, Boston, 1996.
- [120] YAZICI, A., GEORGE, R., Fuzzy Database Modeling, Physica-Verlag, Germany , 1999.
- [121] YEN, J., LANGARI, R., Fuzzy Logic: Intelligence, Control and Information, Prentice Hall, New Jersey, 1998.
- [122] KEEN, P. ve SCOTT, M., "Decision Support Systems: An Organizational Perspective Reading", MA: Addison-Wesley, 1982.
- [123] ELMAS, C., Bulanık Mantık Denetleyiciler, Seçkin, Ankara, 2003.
- [124] BÜYÜKÖZKAN, G., KAHRAMAN, C., RUAN, D., "A Fuzzy Multi-Criteria Decision Approach For Software Development Strategy Selection", International Journal of General Systems, 33, 259-280, 2004.
- [125] CHEN, L.S, CHENG, C.H, 2005, "Selecting IS Personnel Use Fuzzy GDSS Based on Metric Distance Model", European Journal of Operational Research, 160, 803-820.
- [126] DEB, S. K., BHATTACHARYYA, "Fuzzy Decision Support System For Manufacturing Facilities Layout Planning", Decision Support Systems, in Press, 2004.
- [127] HERRERA, F., LOPEZ,E., MENDANA, C., RODRÍGEZ, A. M., 2005, "A Linguistic Decision Model for Personnel Management Solved with a linguistic Biobjective Genetic Algorithm", Fuzzy Sets and Systems, 118, 47-64.

- [128] KARSAK, E. E., “Personnel Selection Using A Fuzzy MCDM Approach Based on Ideal Anti-Ideal Solutions”, *Multiple Criteria Making in the New Millennium, Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems*, Springer, Berlin, 507, 393-402, 2001.
- [129] KLIR , G.J. and YUAN, B., *Fuzzy Sets and Fuzzy Logic: Theory and Applications*, Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall, 1995.
- [130] BOZBURA , F. T., BESKESE, A., KAHRAMAN, C., “Prioritization of human capital measurement indicators using fuzzy AHP”, *Expert Systems with Applications* 32 1100–1112, 2007.
- [131] JAIN, V., WADHWA, S. and DESHMUKH, S. G., “Supplier selection using fuzzy association rules mining approach”, *International Journal of Production Research*, 45:6, 1323 – 1353, 2007.
- [132] CHEN, T.W., LIN, J. Y., CHEN, K. S., “Selecting a supplier by fuzzy evaluation of capability indices Cpm”, *Int. J. Adv. Manufacturing Technology*, 22: 534–540, 2003.
- [133] KWONG, C. K., IP, W. H., CHAN, J. W. K., “Combining Scoring Method and Fuzzy Expert Systems Approach to Supplier Assessment: A Case Study”, *Integrated Manufacturing Systems*, 13-7, 512-519, 2002.

ÖZGEÇMİŞ

Nevin Karaarslan Cengiz İstanbul'da doğdu. 1999 yılında Sakarya Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü'nden mezun oldu. 2002 yılında aynı üniversitenin Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalında yüksek lisansını tamamladı. Halen Maltepe Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü'nde öğretim görevlisi olarak çalışmaktadır. Bu bölümde, tedarik zinciri yönetimi, üretim planlama, karar destek sistemleri ve bilgisayar programlama konularında dersler vermektedir. Evlidir.