

**KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ \* FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TEDARİKÇİ PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİNDE  
BULANIK AHP UYGULAMASI**

**YÜKSEK LİSANS**

**Endüstri Mühendisi İmre Ferah GÖKTÜRK**

**Anabilim Dalı: Endüstri Mühendisliği**

**Danışman: Prof. Dr. Avni Yücel ERYILMAZ**

**KOCAELİ, 2008**

**TEDARİKÇİ PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİNDE  
BULANIK AHP UYGULAMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
Endüstri Mühendisi İmre Ferah GÖKTÜRK**

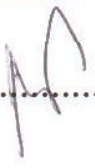
Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 26 Mayıs 2008

Tezin Savunulduğu Tarih: 04 Temmuz 2008

Tez Danışmanı  
Prof. Dr. Avni Yücel ERYILMAZ

(.....  
  
.....)

Üye  
Yard. Doç. Dr. Pınar KILIÇOĞULLARI

(.....  
  
.....)

Üye  
Yard. Doç. Dr. Berrin DENİZHAN

(.....  
  
.....)

KOCAELİ, 2008

## **ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR**

Tedarik zincirinin başarısı, tedarik zincirini oluşturan elemanların başarısından etkilenmektedir. Firmaların iş yaptığı tedarikçilerin performansı üretimin beklenen zamanda ve kalitede olmasını etkilemektedir. Bu nedenle, tedarikçilerin performanslarının ölçülmesi için doğru yöntemler kullanıldığında doğru sonuçlar üretecek bir sistem oluşturulmalıdır.

Bu çalışma, siparişe göre üretim makine yapan bir firmada tedarikçilerin performansının AHP ve Bulanık AHP yöntemleri ile modellenerek çözülmesini kapsamaktadır.

Tez çalışmam boyunca, her konuda destekleyen danışman hocam Prof. Dr. Avni Yücel ERYILMAZ'a, bilgi ve fikirleriyle bana yol gösteren Prof. Dr. Zerrin ALADAĞ ve eleştirileriyle tezimin daha iyi bir hale gelmesini sağlayan Arş. Gör. Bahadır YÖRÜR'e ve beni destekleyen mesai arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Son olarak, bugünlere gelmemi sağlayan ve beni her konuda destekleyen sevgili aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

## İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	i
İÇİNDEKİLER.....	ii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	iv
TABLolar DİZİNİ.....	v
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	vi
ÖZET.....	vii
ABSTRACT.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. TEDARİK ZİNCİRİ VE YÖNETİMİ.....	3
2.1. Tedarik Zinciri.....	3
2.1.1. Tanımı.....	3
2.1.2. Tedarik zinciri çeşitleri.....	4
2.1.3. Tedarik zinciri modelleri.....	6
2.1.4. Tedarik zinciri tasarımı.....	8
2.2. Tedarik Zinciri Yönetimi.....	
2.2.1. Tanımı.....	9
2.2.2. Tedarik zinciri yönetiminin uygulama alanı.....	9
2.2.3. Tedarik zinciri yönetiminin ana bileşenleri.....	10
2.2.4. Tedarik zinciri yönetiminin gelişimi.....	11
2.2.5. Tedarik zinciri yönetimi ile geleneksel yönetim arasındaki farklar.....	13
2.2.6. Tedarik zincirinin etkin yönetimi.....	15
2.2.7. Tedarik zinciri yönetiminde etkili olan yaklaşımlar.....	18
2.2.8. Tedarik zinciri yönetiminin avantajları.....	20
2.2.9. Tedarik zinciri yönetiminin dezavantajları.....	22
3. TEDARİKÇİ PERFORMANS ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME SİSTEMLERİ.....	22
3.1. Tedarikçi Performans Değerlendirmesinde Kullanılan Kriterler.....	23
3.2. Tedarikçi Performans Değerlendirilmesinde Kullanılan Yöntemler.....	23
3.2.1. Geleneksel tedarikçi performans değerlendirme yöntemleri.....	27
3.2.2. Tedarikçi değerlendirme probleminde diğer yaklaşımlar.....	27
4. ANALİTİK HİYERARŞİ PROSESİ YÖNTEMİ.....	28
4.1. Analitik Hiyerarşi Prosesi Yöntemi (AHP).....	32
4.1.1. AHP'nin uygulama aşamaları.....	32
4.1.2. Duyarlılık analizi.....	34
4.1.3. AHP'nin avantaj ve dezavantajları.....	40
4.2. Bulanık AHP Yöntemi.....	42
4.2.1. Bulanık küme kavramı.....	43
4.2.2. Bulanık sayılar üzerinde temel işlemler.....	43
4.2.3. Bulanık AHP yöntemi.....	47
4.2.4. Literatürde karşılaşılan bazı bulanık AHP yöntemleri.....	49
5. UYGULAMA.....	52
5.1. Giriş.....	63

5.2. ICM Makina ve Mühendislik'te Tedarikçi Performans Değerlendirme Sistemi.....	64
5.3. Tedarikçi Performans Değerlendirme Kriterleri.....	68
5.3.1. Teslim ana kriteri.....	70
5.3.2. Kalite ana kriteri.....	71
5.3.3. Fiyat ana kriteri.....	71
5.3.4. Hizmet ana kriteri.....	72
5.3.5. Esneklik ana kriteri.....	73
5.4. AHP Yöntemi İle Problemin Çözümü.....	73
5.5. Bulanık AHP Yöntemi İle Problemin Çözümü.....	78
5.6. Yöntemlerden Elde Edilen Sonuçların Değerlendirilmesi.....	80
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	82
KAYNAKLAR.....	84
EKLER.....	88
ÖZGEÇMİŞ.....	108

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Tedarik Zinciri.....	4
Şekil 2.2. Temel Tek Safhalı Tedarik Zinciri.....	5
Şekil 2.3. Çok Safhalı Tedarik Zinciri.....	5
Şekil 2.4. Tedarik Zincirine Geçiş Süreci Aşamaları.....	10
Şekil 2.5. Tedarik Zinciri Yönetim Felsefesi.....	13
Şekil 4.1. Hiyerarşik Yapı.....	34
Şekil 4.2. İkili Karşılaştırmalar Matrisi.....	37
Şekil 4.3. AHP Akış Diyagramı.....	41
Şekil 4.4. Bulanık Küme ile Geleneksel Küme Arasındaki Biçimsel Fark.....	44
Şekil 4.5. S kümesinin üyelik fonksiyonu.....	45
Şekil 4.6. Ş kümesinin üyelik fonksiyonu.....	46
Şekil 4.7. (a, b, c) üçgensel bulanık sayısının üyelik fonksiyonu.....	47
Şekil 4.8. Bulanık matris.....	53
Şekil 4.9. Yamuk bulanık sayı (a, b, c, d).....	55
Şekil 4.10. $M_1$ ve $M_2$ 'nin Kesişimi.....	59
Şekil 5.1. Sipariş İzleme Formu Görüntüsü.....	66
Şekil 5.2. Firma Değerlendirme Tablosu Görüntüsü.....	67
Şekil 5.3. Problemin hiyerarşik yapısı... ..	69
Şekil 5.4. Expert Choice ön görünümü.....	74
Şekil 5.5. Ana kriterlerin amaca olan etkisi.....	75
Şekil 5.6. Expert Choice programında sonuç görünümü.....	76
Şekil 5.7. Expert Choice ile tedarikçi performans değerlendirme sonuç grafikleri.....	77
Şekil 5.8. Kriterlerin öncelik değerlerinin değiştirilmesiyle elde edilen sonuç grafikleri.....	78

## TABLolar DİZİNİ

Tablo 2.1. Tedarik Zinciri Yönetimi Uygulamalarında Yaşanan Değişimler.....	15
Tablo 2.2. Tedarik Zinciri Yönetimi Yaklaşımı ile Geleneksel Yönetim Yaklaşımının Karşılaştırılması.....	16
Tablo 2.3. Tedarik Zinciri Yönetim Yaklaşımının Geleneksel Yönetim Yaklaşımına Karşı Potansiyel Faydaları.....	17
Tablo2.4. Tedarik Zinciri Optimizasyonunun İşletmeye Sağladığı Katma Değer.....	19
Tablo 3.1. Dickson'ın tedarikçi değerlendirme kriterleri ve sonuç değerleri.....	24
Tablo 3.2. Tedarikçi seçim kriterleri.....	25
Tablo 3.3 Tedarikçilerin değerlendirilmesinde kullanılan yöntemler.....	31
Tablo 4.1 Kriterleri karşılaştırmada kullanılan önem ölçeği.....	36
Tablo 4.2 Rassallık İndeksi.....	40
Tablo 4.3 Bulanık AHP yöntemlerinin kıyaslanması.....	49
Tablo 4.4 Bulanık önem dereceleri.....	61
Tablo 4.5 Chang'ın geliştirdiği yöntem ile yapılan çalışmalar.....	62
Tablo 5.1. Sipariş sayısına göre tedarikçilerin aldığı puanlar.....	65
Tablo 5.2. Ana kriterler için karşılaştırma matrisi.....	75
Tablo 5.3. Ana kriterler için bulanık karşılaştırma matrisi.....	79
Tablo 5.4. Tedarikçilerin öncelik değerleri.....	80
Tablo 5.5. Yöntemlerden elde edilen sonuçlar.....	81

## **SİMGELER VE KISALTMALAR**

AHP	: Analitik Hiyerarşi Proses
TO	: Tutarlılık Oranı
RI	: Rassallık İndeksi
W	: Öncelik Değeri
ANP	: Analitik Şebeke Prosesi
SPI	: Tedarikçi Performans İndeksi
SFR	: Hizmet Faktör Oranı



# TEDARİKÇİ PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİNDE BULANIK AHP UYGULAMASI

**İmre Ferah GÖKTÜRK**

**Anahtar Kelimeler:** Tedarik Zinciri Yönetimi, Tedarikçi Performans Değerlendirme, AHP, Bulanık AHP

**Özet:** Günümüzde müşterilerin taleplerindeki çeşitliliğin, teknolojiye de ğişim hızının artması ve küreselleşmenin etkisiyle birlikte firmalar yüksek rekabet koşullarına uyum sağlamak zorunda kalmışlardır. Bu nedenle, tedarik zinciri yönetimine odaklanmışlardır. Tedarik zinciri tedarikçilerden müşterilere: tedarikçiler, üretim tesisleri, depolar, dağıtım merkezleri, perakendeciler olmak üzere birçok bağlantıyı içermektedir. Tedarikçi seçimi ve değerlendirme, firmaların geleceği için stratejik derecede önemli gelmiştir. Bu çalışmada, tedarikçi performansı değerlendirme modeli tasarlanmış ve bu model AHP yöntemi ile çözülmüş, ayrıca insan yargılarındaki belirsizlikler de göz önüne alınarak Bulanık AHP ile de model çözülmüştür. Elde edilen sonuçlar ile mevcut tedarikçi performans değerlendirme sistemindeki sonuçlar karşılaştırılmıştır.

## EVALUATION OF SUPPLIER PERFORMANCE BY USING FUZZY AHP METHOD

İmre Ferah GÖKTÜRK

**Key Words:** Supply Chain Management, Evaluation of Supplier Performance, AHP, Fuzzy AHP

**Abstract:** Today, companies forced to adapt highly competitive environment, due to variety of customer demands, increasing change rate of technology and effect of globalization. Therefore, companies focused on supply chain management. A supply chain consists of all links from suppliers to customers: suppliers, manufacturing plants, warehouses, distribution centers and retailers. Supplier selection and evaluation becomes strategic importance competitiveness of companies. In this study, evaluation of supplier performance model was designed and this model was solved by AHP method, additionally taking indeterminate decisions of humans, the model was solved also fuzzy AHP. Results was compared with existing evaluation system.

## 1. GİRİŞ

Bir işletmenin amacı; ürettiği bir ürün veya hizmeti tüketicisine ulaştırıp hizmet verdiği alanda gelir sağlamaktır. Bu alanda artan rakipler ve rekabet koşulları altında ayakta kalma amacı ile rekabet üstünlüğünün sağlanabilmesi için işletmelerin ellerindeki kaynakları en yüksek verimlilikte, en yüksek kalitede, en düşük maliyetle sağlaması gerekir. İşletmeler rekabet şartlarında değişen müşteri taleplerine uygun esnek bir üretimi gerçekleştirebilmek, üretimden son müşteriye kadar uzanan tedarik zinciri içindeki aksaklıkları gidermek zorundadır. Özellikle pazarda yaşanan yoğun rekabet, serbest piyasa ekonomisi, iç pazardaki canlanma veya durgunluk, dışarı açılma düşüncesi ürünün temin süresini rekabet üstünlüğünün önemli bir halkası haline getirmiştir.

Bu kapsamda tedarikten müşteriye yapılan teslimata kadar olan zincir düşünüldüğünde tedarikçiler bu zincirin en önemli halkalarından birisidir. Üretilen ürünün kaliteli olması aynı zamanda da ucuza mal edilmesindeki etkenlerden biri kaliteli tedarikçidir. Firmalar açısından da yukarıda belirtilen sebeplerden dolayı tedarikçi seçim prosesi çok kritik olup, sistematik bir biçimde ele alınması gerekmektedir.

Günümüzde işletme kararlarının tam merkezinde müşteri vardır ve işletmeler müşterilerini tatmin edebilmek için yer aldıkları değer zinciri içindeki bütün üyelerle (tedarikçi, üretici, perakendeci gibi) işbirliği yollarını geliştirmeye çalışmaktadırlar.

Tedarik Zinciri Yönetimi olarak adlandırılan bu çalışmalar, işletmeler arası süreçlerin düzenli biçimde kontrolü ve koordinasyonunu sağlamayı, maliyetleri düşürmeyi, kaliteyi ve faaliyetlerin hızını artırmayı amaçlamaktadır.

Bu çalışma kapsamında, ikinci bölümde tedarik zinciri tanımı yapılmış ve daha sonra tedarik zinciri çeşitleri, tedarik zinciri modelleri ve tedarik zinciri tasarımı konuları ele alınmıştır. Tedarik zinciri yönetiminin tanımı yapıldıktan sonra sırasıyla tedarik zinciri yönetiminin uygulama alanlarına değinilmiş, tedarik zinciri yönetiminin ana bileşenleri konusu incelenmiştir. Sonrasında ise, tedarik zinciri yönetiminin tarihsel gelişimi, tedarik zinciri yönetimi ile geleneksel yönetim arasındaki farklar konusuna da değinilmiştir.

Tedarik zincirinde etkili olan yaklaşımlar, tedarik zinciri yönetiminin avantaj ve dezavantajları da incelenerek bu bölüm sona erdirilmiştir.

Üçüncü bölümde, tedarikçi performans ölçme ve değerlendirme sistemlerine yer verilmiştir. Bölüm kapsamında tedarikçi değerlendirmede kullanılan kriterler ele alınmıştır. Bunun sonrasında ise tedarikçi değerlendirmede kullanılan geleneksel ve geleneksel olmayan yöntemlere değinilerek bu bölüm sonlandırılmıştır.

Dördüncü bölümde, AHP yöntemi açıklanarak, AHP'nin uygulama aşamalarına yer verilmiştir. Ayrıca, alternatiflerin kriterlerden ne oranda etkilendiğini açıklayan duyarlılık analizine de değinilmiştir. AHP'nin çok kriterli karar verme problemlerinde sık kullanılan bir yöntem olması nedeniyle bu yöntemin karar verme problemlerinde sağladığı avantaj ve dezavantajlar da bu bölümde yer almaktadır. Çalışmada yer alan bir diğer yöntem olan Bulanık AHP yöntemi de bu bölümün kapsamı içindedir. Bulanık küme kavramı ve bulanık sayılarla gerçekleştirilen temel işlemlere değinildikten sonra bulanık AHP yönteminin açıklanmasına geçilmiş ve burada yöntemin tarihsel gelişiminden bahsedilmiştir. Literatürde karşılaşılan bazı bulanık AHP yöntemleri ile birlikte çalışmada temel alınan bulanık AHP yöntemi de bu bölümde anlatılmıştır.

Beşinci bölümde ise siparişe göre makina imalatı yapan bir firmanın tedarikçilerinin performans değerlendirmesi klasik AHP ve bulanık AHP yöntemleri ile değerlendirilmiş çıkan sonuç mevcut sistemle karşılaştırılmıştır.

## **2. TEDARİK ZİNCİRİ VE YÖNETİMİ**

### **2.1. Tedarik Zinciri**

#### **2.1.1.Tanımı**

Artan rekabet ile birlikte 1990'lı yıllarda işletmeler, işletme faaliyetlerini parçası oldukları tedarik zinciri içerisinde, geliştirme yollarını araştırmaya başlamışlardır. Artan rakipler ve rekabet koşulları karşısında ayakta kalma amacı ile rekabet üstünlüğünün sağlanabilmesi için işletmelerin ellerindeki kaynakları en yüksek verimlilikte, en yüksek kalitede, en düşük maliyetle sağlaması gerekli olmuştur. İşletmeler rekabet şartlarında değişen müşteri taleplerine uygun esnek bir üretimi gerçekleştirebilmek, üretimden son müşteriye kadar uzanan tedarik zinciri içindeki aksaklıkları gidermek zorundadır.

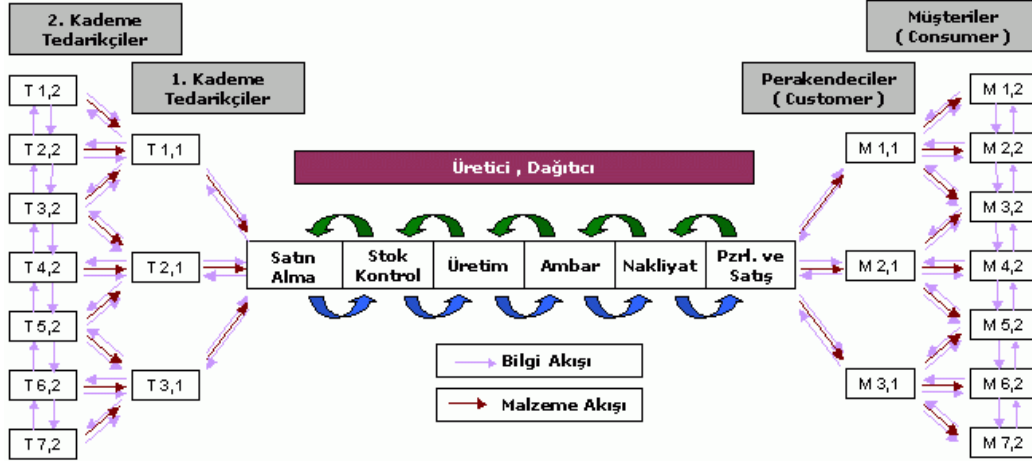
Tedarik zinciri; arzın ve talebin yönetilmesi, hammaddelerin tedariki, üretim ve montaj, depolama, envanter yönetimi, sipariş yönetimi ve müşterilere ürünlerin dağıtım vb. faaliyetleri kapsamakta ve tüm bu faaliyetlerin sürdürülebilmesi için gerekli olan bilgi sistemlerini de içermektedir (Yüksel, 2004).

Tedarik zinciri yaklaşımı, sadece şirketlerin kendi iç çalışmalarını en uygun ve basit bir şekilde getirirken, aynı zamanda tüm tedarik zincirinin çalışmasını incelemekte ve çalışmalarını iyileştirmek suretiyle de şirketlerin tüketiciye karşı yapmaları gerekenleri en uygun duruma getirme olanaklarını da sağlamaktır (Ganeshan ve Harrison, 1995).

Tedarik Zinciri Yönetimi, müşteri için değer yaratan ürün, hizmet ve bilgi sağlamak amacıyla ilk tedarikçiden son tüketiciye kadar olan kilit iş süreçlerinin bütünüdür (Bowersox, 2005).

Bir işletmenin tedarik zinciri; hammadde üreticileri, hammadde ve yarı mamulleri işlenmiş ürüne dönüştürmesi yani imalat işlemleri sırasında tedarik işleri ile uğraşanlar ve bunun ardından bitmiş ürünleri dağıtım kanallarında nihai tüketiciye kadar ulaştırması sırasında değer yaratan bütün unsurlardır. Veya bu tanımı tüketici açısından ifade

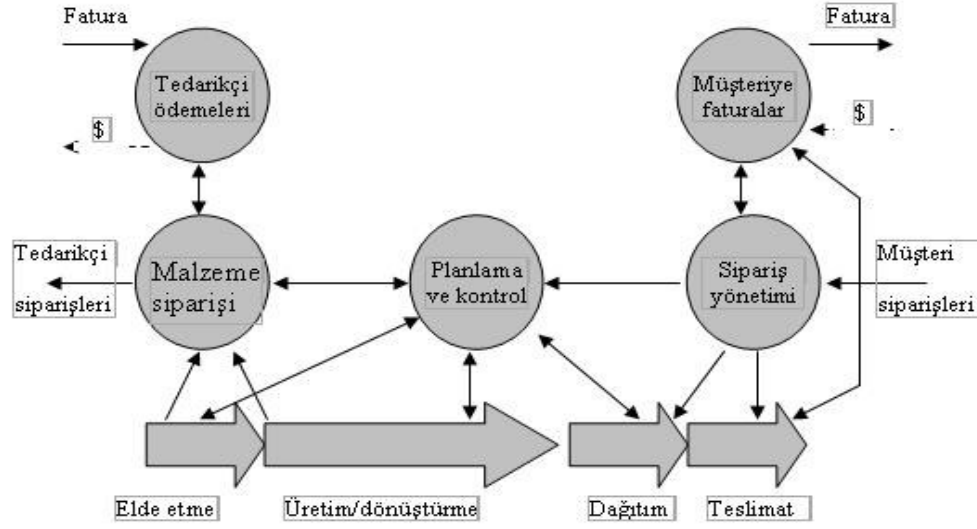
ettiğimiz takdirde, tedarik zinciri bir ürün veya servis için talepleri yerine getirmek üzere gereken değeri meydana getiren aşamaların veya unsurların tamamıdır. Şekilde tedarik zincirinin yapısı gösterilmiştir (Sözeri, 2006).



Şekil 2.1: Tedarik Zinciri (Sözeri, 2006)

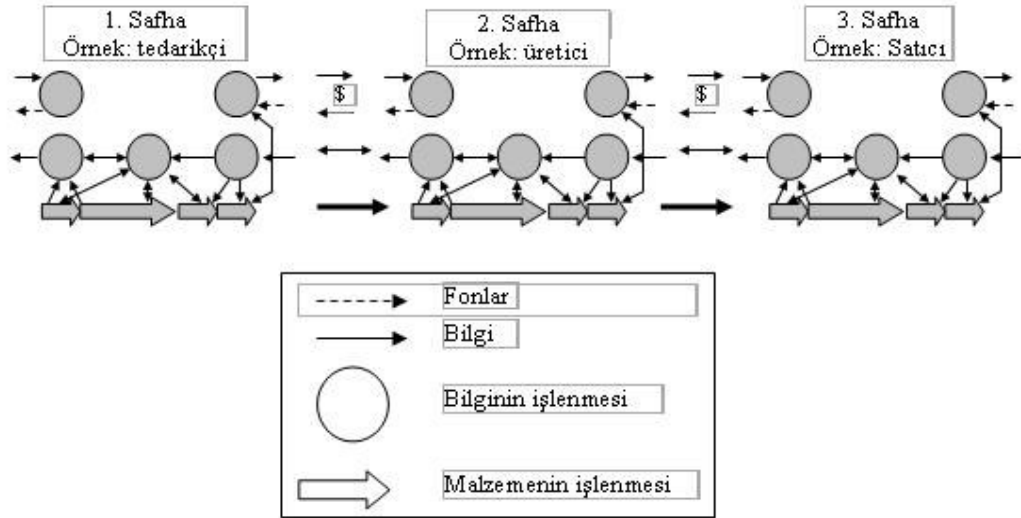
### 2.1.2. Tedarik zinciri çeşitleri

Tedarik zincirleri, artan kompleksliğe göre çeşitlilik göstermektedir. Tek safhalı tedarik zinciri hammaddelerin elde edilmesi, üretim ve dağıtımın malzeme akış fonksiyonlarını birleştirmekte ve bu tür tedarik zincirinde birçok bilgi işleme ve karar verme fonksiyonu bulunmaktadır. Şekil 2.2’de temel tek safhalı tedarik zinciri yapısı verilmiştir.



Şekil 2.2: Temel Tek Safhalı Tedarik Zinciri (Yıldızöz, 2006, 13)

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



Şekil 2.3: Çok Safhalı Tedarik Zinciri (Yıldızöz, 2006, 15)

### 2.1.3.Tedarik zinciri modelleri

- Deterministik Analitik Model (Değişkenler bilinmektedir.)
- Stokastik Analitik Model (Değişkenlerden en az biri bilinmektedir.)
- Ekonomik Model
- Simülasyon Model

#### Deterministik analitik model

Williams, 1981’de, bir tedarik zinciri şebekesinde üretim ve dağıtım operasyonlarının çizelgelenmesi için kurduğu modelde 7 tane algoritma sunmuştur. Her bir algoritmanın amacı nihai ürün taleplerini karşılayan minimum maliyetli üretim ve dağıtım çizelgelenmesini belirlemektir. Ona göre toplam maliyet, envanter tutma ve sabit maliyetlerin (sipariş, dağıtım, hazırlık) toplamından oluşmaktadır.

Cohen ve Lee, 1989’da, ekonomik sipariş miktarına dayalı deterministik, karma tamsayıli lineer olmayan bir model geliştirmiştir. Daha spesifik olarak, bu modelde kullanılan amaç fonksiyonu, imalat fabrikaları ve dağıtım merkezleri için vergi sonrası toplam karı maksimize etmeyi amaçlamaktadır. Bu amaç çeşitli kısıtlar altında yapılmaktadır. Bu kısıtlar “yönetimsel kısıtlar (kaynak ve üretim kısıtları)” ve “lojistik kısıtlar (uygunluk, talep sınırları, değişkenlerin negatif olmaması)”dır.

Bu modelin çıktıları ise şunları kapsamaktadır:

- Nihai ürünlerin ve yarı mamullerin fabrikadan dağıtım merkezlerine, dağıtım merkezlerinden pazar noktalarına atanması
- Fabrikalara, dağıtım merkezlerine ve pazarlara taşınacak olan nihai ürünlerin miktarı
- İmalat fabrikalarında üretilecek olan nihai ürünlerin, yarı mamullerin ve parçaların sayısı

Arntzen, 1995’te içerisinde çoklu ürünleri, fabrikaları, zaman periyodlarını ve taşıma maliyetlerini barındıran ve GSCM (Global Supply Chain Management) olarak adlandırılan karma tamsayıli lineer programlama modelini geliştirmiştir. Bu model çalışma günlerini, toplam (sabit ve değişken) üretim, envanter, malzeme taşıma ve transportasyon maliyetlerinin karma fonksiyonunu maksimize etmektedir. Model girdi



olarak malzeme hesaplarını, talep hacimlerini, maliyet ve vergileri ve gerekli olan çalışma günlerini istemektedir. Karşılık çıktı olarak ise dağıtım merkezlerinin yerleşimini ve sayısını, müşteri-dağıtım merkezi atamalarını ve ürün-fabrika atamalarını vermektedir (Karadelioğlu, 2006).

#### Stokastik analitik model

Cohen ve Lee, 1988'de, tedarik zinciri yönetimi üretim sistemindeki her aşama için bütün malzemelerin malzeme ihtiyaç poliçelerinin kurulması amacı ile bir model geliştirmiştir. Bu modelde 4 tane maliyete dayalı alt model kullanılmıştır. Bunlar:

1. Malzeme kontrol: Malzeme sipariş miktarlarını, yeni sipariş miktarlarını belirler ve teslim sürelerini ayarlar.
2. Üretim kontrol: Her ürün için üretim parti büyüklüklerini, temin sürelerini belirler.
3. Nihai ürünlerin depolanması: Ekonomik sipariş miktarlarını ve parti büyüklüklerini belirler.
4. Dağıtım: Her dağıtım merkezi için envanter sipariş poliçelerini hazırlar.

Bu alt modellerin her biri minimum maliyetleri amaçlamaktadır. Son aşamada, bu 4 alt modelin her biri için toplam maliyeti minimum yapan matematiksel bir model kullanarak yaklaşık optimal sipariş poliçeleri belirlenir.

#### Ekonomik model

Chisty ve Grout, 1994'te, tedarik zincirindeki satıcı-tedarikçi ilişkisinin modellenmesi için ekonomik bir model geliştirmiştir. Bu çalışmanın temeli 2x2 tedarik zinciri "ilişki matrisi"dir. Bu matrise yüksek değerden düşük değere işlem kesinliği ve yine aynı şekilde ürün kesinliği bulunmaktadır. Böylece matris kullanılarak satıcı ve tedarikçi arasındaki göreceli risk elde edilmiş olunur. Bunun temeli oyun teorisine dayanmaktadır. Örneğin işlem kesinliği düşükse bu durumda satıcı riski üzerine alır; aynı şekilde ürün kesinliği düşükse bu durumda tedarikçi riski üzerine alır (Karadelioğlu, 2006).

Simülasyon modeli

Towill, 1992'de, çeşitli tedarik zinciri stratejilerinin etkinliğini geliştirmek için simülasyon tekniğini kullanmıştır. Araştırılan bu stratejiler aşağıdaki gibidir:

1. İmalat basamağında dağıtım fonksiyonunu kapsayarak tedarik zincirinin dağıtım basamaklarının azaltılması
2. Zincir boyunca bilgi akışının entegrasyonu
3. Zaman ertelemesini azaltmak için tam zamanlı üretim politikasının uygulanması
4. Ara ürünlerin ve malzemelerin hareketlerinin geliştirilmesi

Simülasyon modelinin amacı hangi stratejinin en etkili olduğunu belirlemektir. Yapılan çalışmalar sonunda 1. ve 3. stratejiler en iyi yöntemler olarak belirlenmiştir (Towill, 1992).

#### **2.1.4.Tedarik zinciri tasarımı**

Tedarik zinciri tasarımı üç temel alt başlıkta ele alınmıştır:

- Genişletilmiş Organizasyon Yapısı
- Bilgi Paylaşım Yapısı
- Üretim Yönelimi

Genişletilmiş organizasyon yapısı

Zinciri oluşturan diğer ortakların da yapıya dahil edilmesi ile ilgilidir. Tedarik zinciri yönetimi, ürünün tasarımından, üretim ve satışına kadar tüm aşamalarda yer alan üretici, satıcı, müşteri, dağıtıcı ve bayi gibi kanalların genişletilmiş şirket çatısı altında birbirine bağlandığı ve müşterinin almak isteyebileceği ürün ve servisin bu çatı altında oluşturulduğu bir değer işbirliğidir.

Bilgi paylaşım yapısı

Bilgi paylaşımına esas olan dosya başlıkları şunlardır:

1. Satış-ürün/pazar (tarihsel ve tahmini),
2. Taşıma-şekil/miktar/sınıf (nakliye özellikleri, oranlar/maliyetler, yükler),
3. Stok-parça/bölge (stok seviyesi, maliyet faktörleri, hizmet seviyeleri),

4. Üretim-parça/fabrika/hat (üretim seviyesi, maliyetler, kapasite),
5. Depolama-parça/bölge (miktar, kapasite, maliyetler).

Bilgi Paylaşımının Kritik Faktörleri; planlama süresi, ürün karması, analiz kapsamı, sınırlamalar ve prensiplerden oluşur. İşletmenin stok politikası, üretim politikası, nakliye planları, hizmet seviyesi, stok tutma maliyeti de tedarik zinciri yönetimi tasarımında göz önünde bulundurulması gereken politika ve parametreleri oluşturmaktadır. Minimum maliyet, maksimum hizmet, iyimser satış, kötümser satış, maliyet değişimlerine ilişkin dosyalar da çözüm dosyaları olarak tanımlanmaktadır.

### Üretim yönelimi

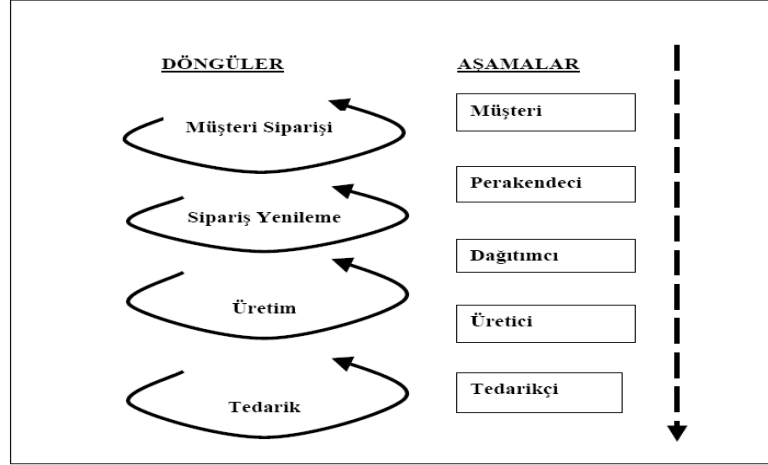
Temelde üretimin stok için mi yoksa sipariş için mi yapılacağı konusuna odaklanmaktadır.

Üretim yönelimi konusunda verilecek karar ürüne göre değişir.

## **2.2.Tedarik Zinciri Yönetimi**

### **2.2.1.Tanımı**

Genel bir tanım olarak tedarik zinciri, hammaddelerin siparişi ve elde edilmesinden, mamullerin üretilmesine ve müşteriye dağıtım ve ulaştırılmasına kadar olan kurumsal fonksiyonlarına uzanan bir faaliyetler dizisidir. Bu noktada, tek bir ürün için basit bir tedarik zinciri örneği verilebilir: Bu zincirde satıcılardan hammadde sağlanır, tek bir adımda tamamlanmış ürüne dönüştürülür, ardından dağıtım merkezlerine ve son olarak da müşterilere taşınır. Gerçek tedarik zincirleri ortak bileşenlere, üretim araçlarına ve kapasitelere sahip tamamlanmış birçok ürünü bulundurur (Ganeshan ve Harrison, 1995).



Şekil 2.4:Tedarik Zincirine Geçiş Süreci Aşamaları (Şen, (2006), 5)

Foster'a göre (1999) Tedarik Zinciri Yönetimi sistemi; şirketin dışındaki tedarik işlerini sağlayanların yönetilmesi ve bunlarla etkin çalışması için şirketin iç kaynaklarını bir bütün halinde ele alan temel bir işletme sistemi olarak tanımlanmaktadır. Burada amaç, şirketin imalat kapasitesinin artırılması, piyasaya karşı duyarlılığın geliştirilmesi ve tüketici ile tedarik işlerini üstlenenler arasında ilişkilerin iyileştirilmesi yoluyla şirketin çalışmasının ileriye götürülmesidir (Yıldızöz, 2006).

Tedarik Zinciri Yönetimi; müşteriye, doğru ürünün, doğru zamanda, doğru yerde, doğru fiyata tüm tedarik zinciri için mümkün olan en düşük maliyetle ulaşmasını sağlayan malzeme, bilgi ve para akışının entegre yönetimidir. Bir başka deyişle zincir içinde yer alan temel iş süreçlerinin entegrasyonunu sağlayarak müşteri memnuniyetini artıracak stratejilerin ve iş modellerinin oluşturulmasıdır (Sakallı, 2007).

### 2.2.2.Tedarik zinciri yönetiminin uygulama alanı

Tedarik Zinciri Yönetimi, hem mal hem de hizmet üreten işletmelerde uygulanabilir. Burada önemli olan nokta tedarik zincirinin karmaşıklık derecesinin sektörden sektöre değişmesidir.

Tedarik Zinciri Yönetimi, sadece büyük ölçekli işletmelere özgü değildir. Tedarik Zinciri Yönetimi'ni etkin bir şekilde oluşturan ve yöneten küçük ve orta ölçekli işletmeler de önemli avantajlar sağlamaktadır.

Tedarik zinciri yönetiminin uygulanması ile üretim ve pazarlama süreçleri değişecektir. Bunun sonucu olarak; tedarikçi entegrasyonu sağlanacak, tam zamanında üretim gerçekleştirilecek, sifıra yakın stok bulundurulacak, satın almaya ilişkin sistemde otomasyona geçilecek ve talepler düzenli olarak sağlanabilecektir.

### **2.2.3.Tedarik zinciri yönetiminin ana bileşenleri**

Hammaddelerin elde edilip yarı mamul haline getirilmesi ve dağıtım yapılarak bitmiş ürünlerin müşteriye ulaştırılmasını içeren işletme birimleri ve yardımcı birimlerin oluşturduğu ağ yapısına tedarik zinciri ağı denir. Tedarik zinciri ağı, tedarikçi, nakliyeciyi, üretici, dağıtım merkezleri, perakendeci ve tüketici ile ortaya çıkan tedarik zincirini oluşturan sistemler, alt sistemler, operasyonlar, aktiviteler ve bunların birbirleriyle olan ilişkilerini içeren bir bütündür. Çok çeşitteki ürünün, hızlı bir şekilde beklenen kalite ve fiyatta müşteriye sunulabilmesi için ağ elemanlarının mümkün olduğunca azaltılması ve bu ağ yapısının yalın hale getirilmesi gerekmektedir.

Tedarik zinciri yönetiminin, kuruluşların tedarik zincirinin performansının optimize edilebilmesi ve ekonomik rekabet alanında kârlılık sağlayabilmesi için doğrudan doğruya işletmenin bütün fonksiyonlarını kapsayan modüllerden oluşması gerekmektedir.

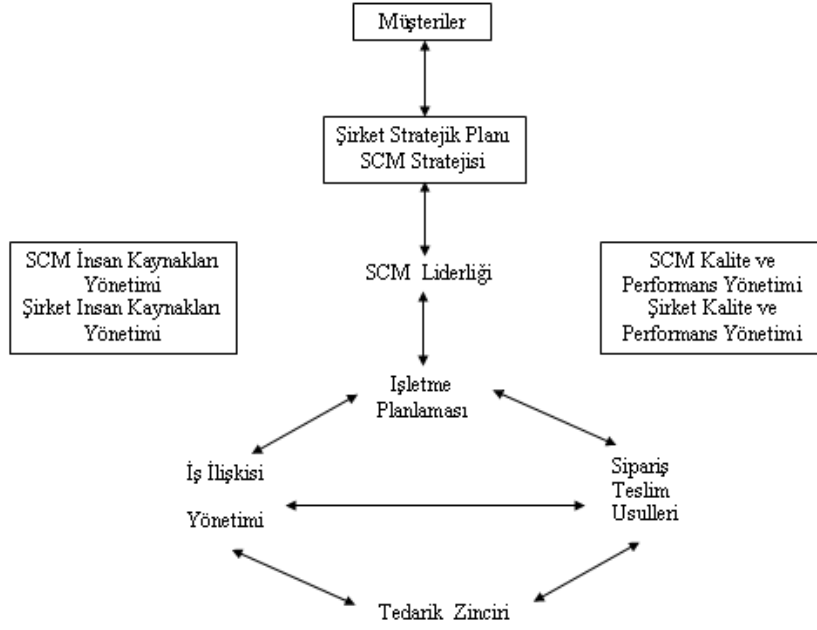
Tedarik zinciri yönetimi;

- Ne kadar ürünün üretilmesinin gerekli olduğunun belirlenebilmesi için geçmişteki performansa ve eğilimlere bakan talep planlaması,
- Yenileme gereksinimlerini ele alarak emniyet stoklarının uygun düzeylerde olmasını sağlayan tedarik planlaması,
- Eldeki mevcut kaynaklara bakarak "sınırlandırıcı koşullara" dayanan üretim planlama modülü,
- Depolama ve sevkiyat için en iyi, maliyet bakımından en düşük yöntemi belirleyen ulaştırma planlaması modülü,
- Grafik tedarik zinciri model hazırlayıcısı modülü,
- Optimize edilmiş bir plan için doğrusal program simülasyonlarını yerine getiren tedarik zinciri optimizer modülü,
- Temel modül,
- Satış modülü,
- Talep kontrol modülü,
- Malzeme ihtiyaç planlaması modülü,

- Satın alma modülü,
- Stok yönetimi modülü,
- Rotalama modülü,
- Ürün ağaçları modülü,
- İş emirleri modülü,
- İş merkezlerinde kullanılabilir kapasite ile ihtiyaç duyulan kapasite değerlerinin karşılaştırılması imkânını sağlayan kapasite planlaması modülü,
- Sistemimizde birim maliyetlerinin hesaplanmasını sağlayan maliyetlendirme modülü,
- Önceden tahmin modüllerinden oluşmaktadır.

Küresel düzeyde rekabet; şirketleri ürünlerini daha iyi yapmaya, daha hızlı hazırlamaya ve daha çabuk teslim etmeye zorlamaktadır. Ancak içindeki işlemlerde ve tedarik zinciri boyunca olan karmaşıklık bütün bunların yapılmasını güçleştirmektedir ve bu değişiklik; sürekli olarak yeni pazarlar, yeni ürünler, yeni işlemler, yeni fabrika ve yeni tesisler, yeni tehditler ve yeni olanaklara eşlik etmektedir. Sorun; şirketlerin bu güç anlarda piyasa payını ve kârlılığını büyütme nasıl başarabilecekleridir.

Bugünün Tedarik Zinciri Yönetiminde teknoloji, küresel piyasada başarılı bir şekilde bir girişimin rekabet edebilme becerisinin en önemli mihenk taşıdır. Bu kapsam içerisinde, kuruluşun bilgi potansiyelini çalıştırmak için kullandığı kanal kritiktir. Günümüzde yönetim sistemlerinin evrimleşmesi sonucu ortaya çıkan en önemli sorunların başında işin genişletilmiş bir teşebbüs olarak yönetilmesi, firmanın çerçevesi içerisinde bütünleştirilmiş fonksiyonların bir bütün olarak görülmemesidir. Tedarik Zinciri Yönetiminin kuruluşların tedarik zincirinin performansının optimize edilebilmesi ve ekonomik rekabet alanında kârlılık sağlayabilmesi için doğrudan doğruya işletmenin bütün fonksiyonlarını kapsayan modüllerden oluşması gerekmektedir. Şekil 2.5'te tedarik zinciri yönetim sistemi felsefesi gösterilmiştir.



Şekil 2.5: Tedarik Zinciri Yönetim Sistemi Felsefesi

#### 2.2.4. Tedarik zinciri yönetiminin gelişimi

Tedarik zinciri yönetiminin kökleri 1960'lı yıllara kadar uzanmaktadır. Bu yıllarda üretim sektöründe envanteri kontrolünü sağlamak amacıyla ilk envanter yönetim yazılımı sistemleri doğmuştur.

1970'lerde Malzeme İhtiyaç Planlaması (MRP) sisteminin tanıtılmasından sonra yöneticiler; süreç içi çalışmaların, üretim maliyeti, kalite, yeni ürün geliştirme ve teslimde tedarik zamanları üzerine olan önemli etkisini anlamışlardır. Bu dönemde, işletmeler kendi içlerinde pazarlama, üretim ve finansman ile ilgili dağıtım faaliyetlerini yürütecek merkezi bir fiziksel dağıtım bölümü oluşturmuşlar ve her bir faaliyetin lojistiğini ayrı ayrı en iyilemek yerine bütün sistemin lojistik yönetimini birleştirmek gerekliliği anlaşılmıştır. Böylece, her bir operasyonun maliyetini azaltmak yerine, bütün sistemin maliyetini bir bütün olarak ele alan tüm lojistik hizmetleri maliyeti yaklaşımı geliştirilmiştir.

1980'lerde küresel rekabetin artması dünya klasmanındaki işletmelerin daha düşük maliyetle, yüksek kalitede ve daha çok tasarım esnekliği ile güvenilir ürünler sunmaya

zorlamasıyla beraber MRP-II (Manufacturing Resources Planning) geliştirilmiştir. MRP-II, operasyonel planlama, finansal planlama kapasite ihtiyaç planlaması ve ana üretim planını da içererek bütün üretim kaynaklarının planlanabilmesi için kullanılabilir. 1980'lerin ortasında işletmenin stratejik kararları ile lojistik odaklılığı birleştirerek, tedarik zincirini tek bir olgu olarak ele alan güçlü bir durum geliştirmiştir. Böylece, literatürde ilk defa bu sistem için tedarik zinciri terimi kullanılmıştır.

1985'lerde, tedarik zincirinin ilk öncüsü sayılan *Hızlı Cevap (Quick Response-QR)* sistemi geliştirilmiştir. Bu sistem ilk defa tekstil endüstrisinde başlatılmış ve 1990'larda perakendecilik sektöründeki uzantısı olan *Etkin Müşteri Yanıtı (Efficient Consumer Response-ECR)* programları geliştirilmiştir.

1988 yılında Tedarik Zinciri Yönetimi yeni bir boyut kazanmıştır. Sanjiv Sidhu tarafından "kısıtlar teorisi" temel alınarak yeni bir tür yazılım geliştirilmiştir. Sidhu'nun geliştirdiği bu ürün, işletmenin fabrikaları arasında birbirleriyle ve yöneticilerle malzeme ve sipariş akışını geliştirmek üzere iletişim kurmalarına izin veriyordu. 1997'de bu yazılım internet-etkin hale geldi.

1990'ların ortasından sonra yöneticiler, tedarikçilerden alınan mal ve hizmetlerin, işletme müşterilerinin ihtiyaçlarını karşılama yeteneği üzerinde önemli bir etkisinin olduğunu fark etmişlerdir. Yöneticiler aynı zamanda kaliteli mal üretmenin de tek başına yeterli olmadığını anlamışlardır ve ürünleri müşteriye ne zaman, nerede, nasıl ve istenen miktarda, maliyet-etkin bir yöntemle ulaştırmak yeni başarı kriteri olmuştur. Bütün bu gelişmeler sonucunda, işletme yöneticileri yalnızca kendi firmalarını yönetmenin yeterli olmadığını farkına varmışlar ve böylece, kendilerine girdi temin eden ve aynı zamanda son müşteriye ürünleri ulaştıran, satış sonrası hizmetleri veren bütün işletmelerin yer aldığı zincirin bütününün yönetiminde yer almaları gerektiğini anlamışlardır.

Tedarik zinciri yönetiminde yaşanan gelişmeleri ise aşağıdaki Tablo 2.1'de özetlemek mümkündür.



Tablo 2.1:Tedarik Zinciri Yönetimi Uygulamalarında Yaşanan Değişimler (Şen, (2006), 10)

Faaliyet	Eski Uygulamalar	Yeni Uygulamalar
Sipariş büyüklüğü	Büyük siparişler, az sıklıkta teslimat	Küçük siparişler, daha sık teslimat
Tedarikçi seçimi	Farklı kaynaklar, kısa vadeli anlaşmalar	Tek kaynak, uzun vadeli stratejik anlaşmalar
Tedarikçi toleransı	Yüksek tolerans payları	Neredeyse olmayan bir tolerans payı
Pazarlık	Düşük fiyat	Kalite ve toplam kazan payı
Teslim programı	Tedarikçinin sorumluluğu	Alıcının sorumluluğu
Ürün şekli	Tedarikçinin dolaylı katılımı	Tedarikçinin doğrudan katılımı
Evrak	Resmi ve külfetli	Daha az evrak, elektronik haberleşme odaklı iletişim
Paketleme	Standart	Duruma göre karar
Envanter	İşin doğal bir parçası	Bir engel, bir sorumluluk
Teslim süresi	Uzun olsa da önemli değil	Kesinlikle kısa olmalı

### 2.2.5.Tedarik zinciri yönetimi ile geleneksel yönetim arasındaki farklar

Tedarik Zinciri Yönetimi ile Geleneksel Yönetim arasında pek çok farklılık vardır. İki yönetim biçimini birbirinden ayıran bu farklılıklar aşağıdaki Tablo 2.2’de gösterilmektedir. Tedarik Zinciri Yönetimi ile Geleneksel Yönetim arasındaki en önemli fark, bireysel işletmelerin sadece maliyetleri düşürmeye çalışıp rekabet avantajı sağlayabilme amacına ulaşmak için çalışması, tedarik zincirinde yer alan tüm işletmelerin ortak bir misyon için uğraş vermeleri ve mümkün olduğunca birbirlerinin çıkarlarını gözetmeye çalışmaları olarak belirtilebilir.

Tablo 2.2: Tedarik Zinciri Yönetimi Yaklaşımı ile Geleneksel Yönetim Yaklaşımının Karşılaştırılması

<b>Eleman</b>	<b>Geleneksel Yaklaşım</b>	<b>Tedarik Zinciri Yönetimi Yaklaşımı</b>
Stok Yönetimi Yaklaşımı	Bağımsız çabalar	Hat stoklarında ortak düşüş
Toplam Maliyet Yaklaşımı	Firma maliyetlerini minimize eder	Hat boyunca maliyetleri minimize eder
Zaman	Kısa dönem	Uzun dönem
Paylaşılan Bilgi Miktarı	İşlem İhtiyaçları ile sınırlı	Tüm planlama ve görüntüleme proseslerini kapsar
Ortak Planlama	İşlem Temelli	Proses temelli
Şirket Felsefelerinin Uyumluluğu	İlişkisiz	En azından bir anahtar ilişkide uyumluluk
Tedarikçi Tabanının Genişliği	Yayımla riski amacıyla rekabeti arttırmaya yönelik	Koordinasyonu artırma amacına yönelik
Hat Liderliği	Gereksiz	Koordinasyon odaklanması için gerekli
Risk ve Ödüllerin Paylaşım Oranı	Herkesin kendi kazancına göre	Risk ve ödüller uzun dönemde paylaşılır
Bilgi Sistemleri	Bağımsız	İletişimi sağlar

Bu durum envanterin toplam zincir içerisinde kesikli değil, sürekli ancak yeterli büyüklükte ve gelişmiş yapılanmalarda tedarikçi kontrolünde ve tüketim paralelindeki akışı olarak karşımıza çıkmaktadır. Artık küreselleşme ile gelen rekabetçi koşullarda gücün hızla müşterinin eline geçmesi sonucu geleneksel yönetim anlayışındaki üretim odaklı, yavaş, hızla gelişen ve değişen beklentiye ayak uyduramayan yapının sürdürülmesi söz konusu değildir. Rekabet ortamında varlığını sürdürebilmek ve avantaj sağlayabilmek için işletmelerde müşteri istek ve beklentilerine cevap vermedeki hız, esneklik ve çeviklik, yani arz ve talepteki değişikliklere kısa dönemde uyum sağlayabilmek olmazsa olmaz bir koşuldur (Sakallı, 2007).

Geleneksel yönetim yaklaşımında odak noktası olarak göze çarpan bütçe çalışmaları ve sayısal hedeflemenin üzerine kurulu planlama, küresel rekabet ve yeni teknolojik gelişmelerle değişime uğramış ve modern yönetim ilkeleri, tamamen yeni ürünler ve yeni pazarlara yönelik buluşların ortaya konması ile atık bir vizyon temsil eder hale gelmektedir. Tedarik zinciri yönetimi, yeni stratejik yönetim anlayışına lojistik operasyonlar açısından yaratılabilecek fırsatların ortaya konması ve satış, satın alma, stok

yönetimi, taşıma ve depolama, satış ve satış sonrası servis işlemleri için yeni ürün yaklaşımına uygun tüm zinciri kapsayan çözümler getirmektedir (Sakallı, 2007).

Tablodan da anlaşılacağı gibi tedarik zinciri yönetimi, geleneksel yaklaşımdan daha fazla gayret, koordinasyon ve analiz gerektirir. Buna rağmen firmalar tedarik zinciri yönetimi sistemini uygulamak isterler; çünkü uygulama pek çok yararı beraberinde getirecektir. Tedarik zinciri yönetiminin ekonomik, yönetsel ve stratejik faydaları Tablo 2.3'te verilmiştir.

Tablo 2.3:Tedarik Zinciri Yönetim Yaklaşımının Geleneksel Yönetim Yaklaşımına Karşı Potansiyel Faydaları

	Mal ve Hizmet Alıcısı İçin	Mal ve Hizmet Satıcısı İçin
<b>Ekonomik</b>	Finansal riskleri azaltır Düşük maliyet/yüksek kalite	Ekonomilerinin ölçeğini gerçekleştirir
<b>Yönetsel</b>	Öz işlerde yoğunlaşır Daha az ilişkiyi yönetir	Daha az müşteri için iş uzmanlığında yoğunlaşır Daha az ilişkiyi yönetir
<b>Stratejik</b>	Rekabetçi pozisyon Müşteri servisini karşılama	Uzun dönem için plan Uzun dönem için yatırım

Tedarik Zinciri Yönetimi ana hatlarıyla; hizmet düzeyinin ve kalitesinin artırılması, toplam lojistik maliyetlerinin azaltılması, malzeme ve envanter üzerindeki kontrol düzeyinin yükseltilmesi, müşteri beklentilerinin zamanında ve doğru olarak karşılanması, operasyonel karmaşıklıkların ve tekrarların yok edilmesi ve gecikme ve beklentilerin en aza indirilmesini amaçlamaktadır. Etkin bir tedarik zinciri yönetimi, bu amaçlara ulaşılmasını sağlamalıdır.

Bilginin bütünleştirilmesi, tedarik zincirinin etkili olmasında ilk aşamadır. Karar verme ve yürütme arasındaki sıkı bağ verimli bir tedarik zincirinin vazgeçilmez unsurları arasındadır. Bu amaçları gerçekleştirebilmek için firmaların, 1.kademe tedarikçileri ve 2. kademe tedarikçileri ile müşterileri ve onların müşterileri arasında tedarik zincirinin

bütününde haberleşme ve bilgi paylaşımını artırması gerekmektedir çünkü bilgi ve planların tedarikçiler ve müşterilerle paylaşılması zincirin etkinliğini ve rekabet gücünü artırabilir. Değişen dünyada artık firmaların tek başına kendi aralarında rekabetten söz edilmemektedir. Rekabet artık firmaların içinde yer aldığı tedarik zincirleri arasında yaşanacaktır.

### **2.2.6.Tedarik zincirinin etkin yönetimi**

Tedarik zinciri yönetiminde; stok yatırımlarının düzeylerinin belirlenmesi, tedarikçilerle olan ilişkilerin yönetilmesi, müşteri geri bildirimlerinin değerlendirilmesi, zincir için rekabet avantajı elde edilmesi ve bilgi teknolojilerinin kullanılması gibi faktörler tüm sistemin başarısı için önemli konulardır. Tedarik zinciri yönetiminde, anahtar nokta ise tüm tedarik zincirini eş zamanlı çalışır hale getirmek için zincir üyeleri arasındaki bütün akışların yönetilmesidir (Karasu, 2006).

Tedarik zincirinde etkinlik düzeyi zincirin karmaşıklık derecesi ile ters orantılı olarak değişir. Tedarik zincirinin etkinlik düzeyini artırmak için belirsizlik düzeyinin azaltılması gerekir. Tedarik zincirindeki belirsizlik azaltıldığında işletmelerin stok bulundurma maliyeti azalacak sonuçta stok maliyetleri de düşecektir.

Etkin bir tedarik zinciri yönetimi, işletmenin üretim ve pazarlamaya ilişkin faaliyetlerini olumlu yönde etkileyecek, daha fazla müşteri memnuniyeti, daha etkin ve verimli bir işletme olunmasını sağlayacak, daha düşük maliyetler ve daha yüksek kar ile birlikte istikrarlı büyümenin yolunu açacaktır.

Tedarik zinciri yönetiminin etkin olması, işletme açısından;

- Girdilerin teminini garantileyerek üretim devamlılığı sağlar.
- Tedarik süresini azaltarak pazardaki değişikliklere daha kısa sürede cevap verilmesini sağlar.
- Tüketici taleplerini en iyi şekilde karşılayarak kaliteyi artırır.
- Teknoloji kullanılarak yeniliğe teşvik eder.
- Toplam maliyetleri azaltır.
- İşletmenin bilgi, materyal ve para akışı yönetilebilir duruma gelir.

Etkin bir tedarik zinciri yönetiminin işletmeye sağladığı faydalara ilişkin yapılan bir çalışmada; tedarik zinciri optimizasyonu ile işletmeye sağlanan katma değer aşağıdaki tabloda özetlenmiştir.

Tablo 2.4: Tedarik Zinciri Optimizasyonunun İşletmeye Sağladığı Katma Değer (Tutkun, (2007), 11)

Teslim performansının iyileştirilmesi	% 15 – 28
Envanterin azaltılması	% 25 – 60
Sipariş karşılama oranının iyileştirilmesi	% 20 – 30
Talep tahmin başarısı	% 25 – 80
Tedarik çevrim süresinin kısaltılması	% 30 – 50
Toplam lojistik maliyetlerinin azaltılması	% 25 – 50
Verimlilik/kapasite kullanım oranı artışı	% 10 – 20
Hizmet düzeyinin ve kalitesinin artması	% 8 – 13
Envanter üzerindeki kontrol düzeyinin yükseltilmesi	% 25 – 35
Müşteri beklentilerinin karşılanması	% 10 – 15
Operasyonel karmaşıklıkların yok edilmesi	% 8 – 20
Gecikme ve beklemlerin en aza indirilmesi	% 15 – 25

Tedarik Zinciri Yönetiminde genel hatlarıyla kritik başarı ölçütleri şunlardır (Sakallı, 2007):

- Doğru ürün
- Doğru miktar
- Doğru zaman
- Doğru yer
- Yüksek esneklik
- En az toplam maliyet
- En kısa çevrim süresi
- En az toplam stok düzeyi.

Etkin bir tedarik zinciri yönetiminin işletmeye sağladığı faydaların yanı sıra, tedarik zincirinin kötü yönetilmesiyle işletme getirebileceği zararlar da aşağıda sıralanmıştır.

Bunlar:

- Gereğinden fazla stok bulundurmak dolayısıyla oluşan kar kayıpları
- Taleplerin karşılanamaması ve yanlış yönlendirilen müşteri beklentileri sonucunda müşteri kayıpları
- Rakiplere karşı kaybedilen pazar payı

- Operasyonel belirsizlikleri giderebilmek amacıyla planlamaya ayrılan çok fazla zaman sonucunda üretim kayıplarının oluşması
- Zamanında ve istenilen miktardaki ürünü teslim etmek konusundaki yetersizlikler dolayısıyla ortaklık fırsatlarının veya rekabet avantajlarının kaçırılması şeklinde sıralanabilir.

### **2.2.7.Tedarik zinciri yönetiminde etkili olan yaklaşımlar**

İşletmelerde, teknolojinin gelişmesine paralel olarak yeni yönetim tekniklerinin gelişmesi aralıksız devam etmektedir. Yeni teknikleri uygulayan işletmeler rekabet gücünü de artırma çabasındadırlar. Tedarik zinciri yönetiminin önem kazanmasında etkili olan bazı yaklaşımlar mevcuttur. Bu yaklaşımlardan en önemlileri aşağıda anlatılmıştır.

#### **Rekabet**

Tedarik zinciri yönetiminde etkili olan faktörlerden birincisi ulusal ve uluslar arası alanda artan rekabettir. Rekabet koşullarına bağlı olarak işletmelerin, müşterilerin taleplerini hızlı ve beklentilerine uygun bir şekilde karşılayabilmelerinin önemi de artmaktadır. Müşteri taleplerini karşılayamayan işletmelerin başarısız olmaları da kaçınılmazdır. Ürün yaşam sürecinin kısalması ve müşteriye özel üretimin önem kazanmasıyla birlikte işletmeler esnek süreçlere yönelmişlerdir. Bunun sonucu olarak işletmeler tedarikçi sayılarını azaltırken aynı zamanda tedarikçi ve işletme arasındaki güven unsuru da daha önemli hale gelmiştir.

#### **Dış Kaynaklara Yönelme (Outsourcing)**

Artan rekabet ve küreselleşme sonucu, işletmeler yetenek ve becerileri doğrultusundaki işleri yapmak istemekte, öz yeteneklerinin kullanılmadığı işleri organizasyon dışındaki başka işletmelerden almak eğilimleri, yaygın bir *dış kaynaklardan yararlanma (Outsourcing)* uygulamasını ortaya çıkarmıştır. Günümüz işletmeleri, yalnızca en iyi yapabilecekleri işlere odaklanırlar. Diğer işleri ise bunları en iyi yapan dış kaynaklardan satın alırlar. İşletmeler, tedarikçileriyle karşılıklı bir iletişim ağı kurarlar. Tedarik zinciri yönetiminin önemli hale gelmesinin nedenlerinden birisi de bu karşılıklı işbirliğinin öneminin giderek artmasıdır.

İşletmeler dış kaynaklardan faydalanarak aşağıda belirtilen faydaları elde edebilirler:

- İşletmede geriye kalan işlerin basitleştirilmesi ve kalite üzerinde odaklanması,
- İşletmedeki stokların azaltılması sonucu üretim işlemlerinin daha düşük maliyetle gerçekleştirilmesi,
- Tedarikçi doğrudan ürün tasarımında yer alıyorsa daha düşük ürün geliştirme maliyetlerine ulaşılması,
- Geliştirilemeyen ya da maliyet-etkinlik karşılaştırması nedeniyle gerçekleştirilemeyen yeteneklere ve teknolojilere ulaşılması,
- İşletme tarafından sermaye yatırımı olmaksızın ek üretim kapasitesi elde edilmesi.

Dış kaynaklardan yararlanan işletmelerin göz önünde bulundurmaları gereken nokta ise tedarikçilerini bir ortak olarak görmek ve yakın bir işbirliği içinde çalışmalarınıdır (Karasu, 2006).

#### Yalın Üretim ve Değer Akışı

Yalın üretim, geleneksel seri üretim sistemleri yerine kullanılmaya başlayan ve aynı zamanda müşterilere daha fazla seçenek sunan çıktılar oluşturan sistemlerdir. Yalın üretim, yapısında hiçbir gereksiz unsur taşımayan ve hata, maliyet, işçilik, stok, geliştirme süreci, üretim alanı, müşteri memnuniyetsizliği gibi unsurları en aza indirmeyi amaçlayan sistemlerdir. Bu sayede yaratılan değer de müşterinin talep ettiği ürün ve hizmetlerle beraber tedarik zinciri boyunca aşağıya doğru aktarılır.

Yalın üretim sistemlerini başarıyla uygulamak için, müşteri talebi ile tedarikçi cevabı arasındaki uyum sağlanmalıdır. Çünkü karşılıklı bilgi akışındaki eksiklikler veya tedarik zincirinde meydana gelen bir hata hem tedarikçi hem de ana işletme için bir başarısızlık sayılacaktır.

#### Teknoloji

Tedarik zinciri yönetiminin gelişimini etkileyen önemli bir faktör de son yıllarda teknolojiye meydana gelen hızlı gelişmelerdir. Teknolojinin ilerlemesiyle birlikte işletmeler arasında bilgi paylaşımı kolaylaşmıştır. Teknolojiye yaşanan gelişmeler müşterilere dünyanın herhangi bir yerinde ihtiyaçları olan ürünü alma fırsatı getirmiştir.

Bilgi teknolojilerindeki ilerlemeler sonucu, işletmeler pazar bilgilerine çok daha hızlı ulaşabilmektedir.

### **2.2.8.Tedarik zinciri yönetiminin avantajları**

Başlangıç noktası tüketici, uç noktası ise hammadde tedarikçileri olan bir yığın işletme yerine bunların tamamını ifade eden tek bir firma görünümündeki tedarik zinciri; şirketlerin iç çalışmalarını en uygun ve basit bir şekilde getirirken, aynı zamanda tüm tedarik zincirinin çalışması incelemekte ve çalışmaları iyileştirmek suretiyle de şirketlerin tüketiciye karşı yapmaları gerekenleri en uygun duruma getirme olanaklarını da sağlamaktır.

Tedarik zinciri yönetimi; fiyat, kalite ve teknoloji gibi çıktıların geliştirilmesini ve uygulamaların uyumlu, bütünleşmiş ve yüksek performanslı olmalarını sağlamaktadır. Tedarik zinciri yönetimi uygulamaları; çok yönlü ve çok kullanışlı gelişim aktivitesi için temel oluşturur. Uyumlu strateji, haberleşme liderliği ve iş süreci yönetimini geliştirirler. Müşteri/tedarikçi yoğunlaşmasını sağlar ve sanayinin vizyonunu ve araştırmasını en iyi uygulamalar içinde birleştirir. Dolayısıyla tedarik zinciri yönetimi'nin beklenen yararları hammadde kaynaklarından son tüketiciye kadar bütün alanlarda ortaya çıkmaktadır. Tedarik zinciri yönetiminin gerçek etki derecesi; tedarik zincirinde yarattığı görüş yeteneğindedir.

### **2.2.9.Tedarik zinciri yönetiminin dezavantajları**

Üretim firmalarının tamamı tedarik zinciri yönetim sistemlerine sahiptir. Ancak bunlardan birçoğu geliştirilmemiş, karmaşık veya kontrol edilmez durumdadır. Benzer şekilde bazı firmalarda tam bütünleşme ve birleşik fonksiyonel sistemi gerçekleştirilememiştir. Rekabet pozisyonunun geliştirilmesi durumunda firmanın süreklilik içinde nerede olduğunun incelenmesine ihtiyaç vardır. Tedarik zinciri yönetimi; bazen öncelikli aktiviteler nedeniyle çok zaman kaybına neden olur ve bu nedenle istenilen seviyede tedarik zinciri yönetim uygulaması elde edilemez. Yanlış girişimler üzerine yoğunlaşma gereksiz masraflara sebep olur.



### **3. TEDARİKÇİ PERFORMANS ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME SİSTEMLERİ**

#### **3.1.Tedarikçi Performans Değerlendirmesinde Kullanılan Kriterler**

Tedarikçi değerlendirme sürecinde ilk aşama değerlendirmede kullanılacak performans kriterlerinin belirlenmesidir. Bu nedenle, ölçüm sistemlerinin tasarımı aşamasında en çok zaman ve çaba isteyen çalışma ölçüleceklerin neyle, nasıl ölçüleceği ve hangi göstergelerin kullanılacağıdır. Göstergelerin belirlenmesinde izlenecek temel anlayış şu şekilde olmalıdır (Akal, 2000):

- Ölçümlerle sorun çözme, karar alma ve performans geliştirme gibi yararlar sağlamak için göstergelerle işletme stratejisi arasında açık bir ilişki kurulması gerekir. Aksi durumda, ölçülenlerle işletme amaç ve stratejileri arasında hiçbir ilişki kurulmamış olur.
- Ölçümlerde ikinci konu, “önemli olanı” ölçmektir. Zaman ve kaynak kısıtları arasında gerçekten önemli olan göstergeleri seçmek zordur. Burada asıl vurgulanmak istenen kolay ölçülebilen göstergelere kaçışı önlemektir.
- Ölçümlerde kullanılacak göstergelerin seçiminde dikkat edilecek bir başka nokta da göstergelerin performans planlama sürecinde hazırlanan taktik planlar ve proje planları uyarınca sağlanan sonuçların örgüt performansını etkileme düzeyini belirleyebilecek niteliklere sahip olmasıdır.

Dickson (1966), 273 satın alma sorumlusu ve müdürü ile görüşerek tedarikçi değerlendirme ve seçiminde kullanılabilir 23 temel kriter belirlemiştir. Dickson'ın çalışmasının sonucu olarak ortaya çıkan bu kriterler Tablo 3.1'de önem sırasına göre gösterilmektedir.

Tablo 3.1: Dickson'ın tedarikçi değerlendirme kriterleri ve sonuç değerleri

Sıra	Kriter	Ortalama Puan
1	Kalite	3.508
2	Teslimat	3.417
3	Performans	2.998
4	Garanti ve şikayet politikaları	2.849
5	Üretim araç/gereçleri ve kapasitesi	2.775
6	Fiyat	2.758
7	Teknik açıdan yeterlilik	2.545
8	Finansal durum	2.514
9	Prosedürlere uyma	2.488
10	İletişim	2.426
11	Prestij ve sanayideki pozisyon	2.412
12	İş için istekli olma	2.256
13	Yönetim ve organizasyon	2.216
14	Operasyonel kontrol	2.211
15	Tamir hizmeti	2.187
16	Tutum, davranış	2.120
17	Etki, izlenim	2.054
18	Paketleme kabiliyeti	2.009
19	Çalışma ilişkileri kayıtları	2.003
20	Coğrafi konum	1.872
21	Geçmiş işlerin miktarı	1.597
22	Eğitim yardımları	1.537
23	Karşılıklı anlaşmalar	0.610

Yukarıdaki tablodan da görüldüğü gibi kalite yani tedarikçinin müşterisinin kalite beklentisini karşılayabilme becerisi en yüksek öneme sahip kriter olarak belirlenmiştir ve ayrıca teslimat ile performans kriterleri de göze çarpan önemli kriterlerdir. Ancak düşünülenin aksine fiyat kriterinin altıncı sırada yer alması ise şaşırtıcıdır.

Tablonun sonuçlarından da anlaşılacağı gibi tedarikçileri değerlendirirken en büyük önceliğin fiyat olmasından ziyade ürünün istenen zamanda, istenen kalite düzeyinde, doğru miktarda müşteriye ulaştırılması daha büyük öneme sahiptir.

Tedarikçi değerlendirme ve seçiminde kullanılacak kriterler, tüm tedarikçiler için uygulanabilir olmalı ve işletmenin ihtiyaçlarına cevap verecek nitelikte olmalıdır. Bu süreçte tüm tedarikçiler için ortak olarak belirlenecek değerlendirme ve seçim kriterleri karşılaştırmada daha objektif olunmasını sağlayacaktır.

Dickson'ın 1966 yılında gerçekleştirdiği bu çalışmasıyla belirlenen bu kriterler birçok çalışmada kullanılmaya devam edilmektedir. Weber, Current ve Benton (1991), Dickson'ın kriterlerini temel olarak 1966 yılından 1991 yılına kadar yapılmış tedarikçi seçimine yönelik 74 makaleyi incelemişlerdir. Çalışma kapsamında incelenen 74 makalenin %64'ü tedarikçi seçim kararlarında birden çok kriteri göz önüne almaktadır. Ayrıca makalelerin %57'si 1985 yılından sonra hazırlanmıştır. Makalelerin %80'inde maliyet, %58'inde teslimat, %53'ünde kalite, %30'unda üretim tesisi ve kapasitesi, %21'inde coğrafik yerleşim, %20'sinde teknik yetenekler, %13'ünde yönetim ve organizasyon kriterleri göz önüne alınmıştır.

Dickson'ın kriterleri ve bu kriterlere eklenenlerle birlikte, tedarikçi seçim sürecinde dikkate alınması önemli olan 49 adet tedarikçi seçim kriteri tanımlanmış ve tabloda referansları ile birlikte gösterilmiştir. Bu kriterler hem net fiyat, işleme maliyeti, ürün hata ölçümleri gibi ürün bazlı kriterlerden; hem de dağıtım, tedarikçinin uzmanlığı ve destek hizmetleri gibi tedarikçi bazlı kriterlerden oluşmaktadır (Şen, 2007)

Tablo 3.2: Tedarikçi seçim kriterleri

Kalite	Dickson, 1966
Teslimat	
Performans	
Garanti ve şikayet politikaları	
Üretim araç/gereçleri ve kapasitesi	
Fiyat	
Teknik açıdan yeterlilik	
Finansal durum	
Prosedürlere uyma	
İletişim	
Prestij ve sanayideki pozisyon	
İş için istekli olma	
Yönetim ve organizasyon	
Operasyonel kontrol	
Tamir hizmeti	
Tutum, davranış	
Etki, izlenim	
Paketleme kabiliyeti	
Çalışma ilişkileri kayıtları	
Coğrafi konum	
Geçmiş işlerin miktarı	
Eğitim yardımları	
Karşılıklı anlaşmalar	

Tablo 3.2 (Devam): Tedarikçi seçim kriterleri

Satınalma fiyat iskontosu	Chaudhry vd., 1993
Tedarikçi firma kalite takımı ziyaretleri	Min, 1994
Tedarikçi firmanın yabancı para birimi kuru	
Tedarikçi vizyonunun firma vizyonuna uyumu	
Tedarikçi firmanın güvenilirliği	Vokurka vd., 1996
Teknoloji	
Gelecekteki üretim yetenekleri	
Tedarikçi firmanın gelişime açıklığı	
Tasarım/süreç geliştirme	Humphreys vd., 1998
Maliyet	Ghodsypour ve O'Brien, 1998
Hizmet	
Ürün hata ölçümleri	
Tedarikçi süreç yetenekleri	
Tedarikçinin değişimlere cevap verebilme yeteneği	
Tedarikçi süreç esnekliği	
Tedarikçi firmaya yapılan ödemelerdeki vergi miktarları	Motwani vd., 1999
Teknoloji yatırımları	Tam ve Tummala, 2001
Destek hizmetlerinin kalitesi	
Tedarikçinin uzmanlığı	
Tedarikçinin üretim teknolojisi	
Tedarikçi tarafından kullanılan kalite sistemi	
İşleme maliyeti	
Bakım maliyeti	
Tedarikçi ödeme vadesi	Bharadwaj, 2004
Tedarikçinin serbest bölgede deposunun olması	
Tedarikçi firmayla yapılan ticaretin miktarı	Liu ve Hai, 2005

## **3.2.Tedarikçi Performans Değerlendirilmesinde Kullanılan Yöntemler**

### **3.2.1.Geleneksel tedarikçi performans değerlendirme yöntemleri**

Geleneksel olarak uygulanan tedarikçi performans değerlendirme yöntemleri temel olarak üçe ayrılmaktadır.

#### **Kategorik yöntem**

Kategorik Modelde, tedarikçiler maliyet, kalite, teslim hızı gibi kriterlere göre değerlendirilir (Willis, 1990). Tedarikçiler, her bir kritere göre iyi, nötr, zayıf olarak sınıflandırılır ve iyi durumda tedarikçiye (+), nötr durumda (0), zayıf durumda (-) değeri atanır. En çok (+) değeri olan tedarikçi en iyi tedarikçi olarak nitelendirilir. Bu model kalitatif ve kantitatif kriterler içermekle beraber kullanımı basit ve kolaydır. Modelin pahalı olmaması, minimum veri gerektirmesi ve değerlendirmeye katkıda bulunan personel sayısına izin vermesi de diğer avantajları arasındadır. Bu modelin dezavantajı her bir kriterin eşit ağırlık almasıdır. Halbuki, gerçekte bir kriter diğer kritere göre daha önemli olabilmektedir. Alternatif olarak, her bir kritere ağırlık atanması ve (+), (0) ve (-) gibi değerlerin yerine (+1), (0) ve (-1) değerlerinin atanmasıyla daha kullanışlı hale gelebilecektir. Toplam puanlar sıralanıp en yüksek puanı alan tedarikçi seçilmektedir (Youssef ve diğ., 1996).

#### **Maliyet Oranı Yöntemi**

Timmerman tarafından önerilen bu yöntemde, değerlendirilecek her satın alınanın toplam maliyeti, tedarikçiden satın alma fiyatı üzerine, alıcının satın aldığı malzemelerle ilgili yaptığı, kalite, teslimat ve servisle elemanlarıyla ilişkili, iç operasyon maliyetlerinin eklenmesiyle bulunur. Hesaplama işlemi 4 adımda gerçekleşmektedir. Birinci adım, iç maliyetlerin kalite, teslimat ve servis maliyetleriyle birleşerek belirlenmesidir. Sonra bu elemanların her biri, satın alınanın toplam maliyetinin bir yüzdeliği olarak maliyet oranına dönüştürülür. Üçüncü adımda bu üç maliyet oranı toplanarak toplam maliyet oranı oluşturulur. Son adımda ise, ortaya çıkan toplam maliyet oranı tedarikçinin fiyat maliyet ayarlamasında kullanılır. Bu şekilde, doğru maliyet hesaplanarak düşük maliyetli tedarikçi bulunacaktır.

Bu yöntem, çok karmaşık ve iç operasyon maliyetlerini yanlışsız izleme olanağı gerektiren, gelişmiş bir maliyet muhasebesi yapısına ihtiyaç duyan bir yöntemdir.

#### Lineer Ortalama veya Ağırlıklandırma Yöntemi

Bu yöntemle kategorik yöntemin öznel yapısı aşılmaya çalışılmış, bu amaçla değerlendirme kriterlerine sayısal değerler atanmıştır. Böylece birleşik performans endeksi elde edilerek tedarikçi değerlendirmesi yapılmıştır. Thompson (1990), alternatif tedarikçiler arasında seçim yapabilmek için seçim kriterine ağırlık atanmasının gerekli olduğunu açıklamıştır. Bu yöntem kriterlerin seçimi ve ağırlıklandırılması ve kriterlere puan atanması adımlarıyla gerçekleşir. İlk adımda konuya ilgili uzman bir grup tarafından değerlendirmede etkili olan kriterler tanımlanıp ağırlıklandırılır. İkinci adımda ise, her tedarikçi için kriterlere sayısal değerler atanır. Tedarikçi performansı, kriterlerin ağırlıklı değerleri ile her firmaya kriterler bazında atanan sayısal değerlerin çarpım sonuçlarının toplanması ile bulunur. En yüksek ağırlıklı puanı alan tedarikçi performansı en iyi olan tedarikçi olarak seçilir.

Bu yöntem, kategorik yönetime göre daha nicel olmasına rağmen konunun uzmanlarının kriterleri ağırlıklandırması ve her tedarikçi için sayısal değer ataması sebebiyle öznelidir.

### **3.2.2.Tedarikçi değerlendirme probleminde diğer yaklaşımlar**

#### Boyutsal Analiz Yöntemi

Bu modelde, değerlendirme süreci teke tek karşılaştırmalar serisi içerir ve her defasında iki tedarikçiyi karşılaştırır. Boyutsal analiz oranı, 1'den büyük olabilir, 1'e eşit veya 1'den küçük olabilir. Youssef ve diğ. (1996), yöntemin iki dezavantajına dikkat çekmektedir. İlki, boyutsal analiz oranının değeri 1'e eşit olduğunda karar verici hangi tedarikçinin seçileceğinde kararsız kalmaktadır. İkincisi ise çok sayıda tedarikçinin değerlendirilmesi gereken durumlarda zaman kaybettiren bir yöntem olmasıdır.

#### Taguchi'nin Kayıp Değer Fonksiyon Yöntemi

Pi ve Low (2003), tedarikçi performansı için dört karar kriteri belirlemişler ve bunları Taguchi'nin kayıp değer fonksiyonunu kullanarak kalite kaybına uyarlamışlardır. Bu dört

karar kriteri kalite, zamanında teslim, fiyat ve hizmet oluşturmuştur. Kalite kaybı, ortak bir dildir ve karar vermede anlaşılması kolaydır. Ancak yöntemin dezavantajı, her bir tedarikçinin toplam kaybını bulmak için dört kriterin kalite kaybı ile ilgili ağırlıklandırmanın öznel olarak yapılmasıdır.

#### Tedarikçi Profil Analizi

Thompson (1990), ağırlıklandırma yönteminin değiştirilmiş bir hali olan tedarikçi profil analizini, oranlama mekanizmasının temelindeki belirsizliği azaltmak amacıyla önermiştir. Bu model, öznel yargılarla yapılan oranlama yerine Monte Carlo simülasyon tekniğinin kullanılmasıyla tedarikçi performans değerlendirmesini birleştirmiştir. Simülasyonun algoritması, tahmin edilen performans aralığındaki değerlerden rassal örnekler alır ve bu değerleri önem ağırlıkları ile birleştirmiştir. Bu işlem, her bir tedarikçi için birkaç bin defa yapılabilmektedir. Monte Carlo Simülasyonunun kullanımı karar vericilerin değerlendirme modelindeki girdilerini sadeleştirir ve ağırlıklandırma yöntemi karar modellerine göre daha çok bilgi içeren çıktılar sağlamaktadır.

#### Sahip Olmanın Toplam Maliyeti Yöntemi (TCO-Total Cost of Ownership)

Sahip olmanın toplam maliyeti yöntemi, tedarikçiden malzemeyi ya da hizmeti edinmenin toplam maliyeti yaklaşımı üzerine kurulmuştur. Tedarikçi seçimi ana kriterlerinden biri maliyet olduğundan beri bu yöntem değerli bir yaklaşımdır. Bu yaklaşım parçanın satın alma fiyatının parçaya sahip olma fiyatının bir kısmını oluşturduğunu belirtmektedir. Parçaya sahip olma fiyatı sipariş verme, kontrol etme ve tedarikçinin kötü performansından kaynaklanan yeniden işleme, gecikme, ürün hatası vb. gibi maliyetlerin parçayı satın alma fiyatına eklenmesiyle bulunur. Bu yöntemin diğer maliyet tabanlı yöntemlerden farkı, maliyetlere daha geniş bir açıdan yaklaşmasından kaynaklanmaktadır.

Sahip olmanın toplam maliyeti yöntemi, firmalarca kullanılmaya başlandığından beri tedarikçi değerlendirme için kullanılmaktadır.

## Maliyet Tabanlı Modeller

Monczka ve Trecha (1988) parçanın maliyetinin satınalma maliyetinin bir bölümünü oluşturduğunu ve toplam maliyetin tedarikçinin iş yapma maliyeti olduğunu belirtmişlerdir. Bu nedenle, maliyet tabanlı tedarikçi performans değerlendirme sistemini iş yapmanın gerçek maliyetini yansıtmaya için önermişlerdir. Bu modelde, iki indeks, tedarikçi performans indeksi (SPI) ve hizmet faktör oranı (SFR) kullanılır. SPI, tedarikçinin teslim, malzeme kalitesi ve fiyatının iyi olmamasından etkilenir. SPI'yi belirlemek malzeme tedarikçiden gelmeden mümkün olmamaktadır.

$$SPI = \frac{\text{Toplam satınalma maliyeti} + \text{Tedarikçinin kötü performansından kaynaklanan maliyet}}{\text{Toplam satınalma maliyeti}}$$

SFR, tedarikçinin başarısını etkileyen performans kriterlerini belirtir. Bu değerlendirme yönteminin bazı avantajları vardır. Bunlardan ilki, kalitatif ve kantitatif değerlendirme kriterine izin vermesidir. İkincisi, kalitatif kriter değerlendirmesinin tedarikçilerle birebir yapılmasıdır. Üçüncüsü, iki indeks birbirinin tamamlayıcısıdır ve düzgün bir şekilde kullanılırlarsa bu modeli diğer modellere göre daha üstün hale getirebilirler. Bu ve diğer modellere rağmen değerlendirme işlemi hala özneliğini korumaktadır (Pi ve Low, 2003).

Tedarikçi değerlendirmede kullanılan yöntemleri Tablo 3.3'te özetlemek mümkündür (Akman ve Alkan, 2006).



Tablo 3.3: Tedarikçilerin değerlendirilmesinde kullanılan yöntemler

<b>Değerlendirme Yöntemi</b>	<b>Yazarlar</b>
Ağırlıklı Doğrusal Modeller	Lamberson ve diğ. (1976), Timmerman (1986)
Doğrusal Programlama	Pan (1989), Turner (1988)
Karışık Tamsayılı Programlama	Weber ve Current (1993)
Gruplama Yöntemleri	Hinkle ve diğ. (1969)
Analitik Hiyerarşi Prosesi	Barbarosoglu ve Yazgaç (1997)
	Hill ve Nydick (1992)
	Narasimhan (1983)
Matris Yöntemi	Gregory (1986)
Çok Amaçlı Programlama	Weber ve Ellram (1993)
Sahipliğin Toplam Maliyeti	Ellram (1995)
İnsani Değerlendirme Modelleri	Patton (1996)
Temel Bileşen Analizi	Petroni ve Braglia (2000)
Veri Zarflama Analizi (DEA)	Narasimhan ve diğ. (2001)
	Weber ve Desai (1996)
	Weber ve Diğ. (1998)
	Liu ve diğ. (2000)
Yorumlayıcı Yapısal Modelleme	Mandal ve Deshmukh (1994)
İstatiksel Analiz	Mummalaneni ve diğ. (1996)
Kesikli Seçim Analizi Deneyleri	Verma ve Pulman (1998)
Yapay Sinir Ağları	Siying ve diğ. (1997)
AHP ve hedef programlama entegrasyonu	Wang ve diğ. (2004)
	O'Brien ve Ghodsypour (1998)

## 4. ANALİTİK HİYERARŞİ PROSESİ YÖNTEMİ

### 4.1. Analitik Hiyerarşi Prosesi Yöntemi (AHP)

Yöneticiler verecekleri kararlar için doğru ve güvenilir tahminlere ihtiyaç duyarlar. Bunu yaparken bilimsel ölçütleri dikkate almaları daha iyi karar vermelerini sağlar.

Karar verme problemi en genel anlamda; bir seçenek kümesinden en az bir amaç veya ölçüte göre en uygun seçeneğin seçimi şeklinde tanımlanabilir. Buna göre bir karar probleminin elemanlarını karar verici, seçenekler, kriterler, sonuçlar, çevre ve karar vericinin öncelikleri oluşturur. En basit şekliyle bir karar problemi bir amaç veya ölçüte göre seçenekler ararsından bir seçim yapma gibi düşünülebilir (Dağdeviren ve Eren, 2001).

Bir karar verme yaklaşımı aşağıdaki karakteristik özelliklere sahip olmalıdır (Saaty, 1994):

- Basit bir yapısı olmalı,
- Hem gruplara hem de bireysellere uyarlanabilir olmalı,
- Sezgilerimiz ve genel düşünce yapımıza göre doğal olmalı,
- Uzlaşmayı ve fikir birliğini teşvik edici olmalı ve
- Konu hakkında her detayda aşırı uzmanlaşmayı ve iletişimi gerektirmemeli.

Bu özelliklere ek olarak, karar verme sürecinin adımlarına ait detaylar kolayca gözden geçirilebilir olmalıdır.

Pek çok işletmede karar süreci bilginin toplanması ve analizi için yoğun bir çaba ve zamanı gerektirir. Alternatif eylem planlarının değerlendirilmesinde ise çok daha kısa bir zaman harcanmaktadır. Analizlerin sonuçları, bir karara varmak için sezgisel olarak değerlendirilmektedir. Araştırmalar, pek çok günlük kararın sezgisel olarak alınmasının yeterli olmasına rağmen, karmaşık ve hayati kararlar için bu yolun tek başına yeterli olmadığını göstermektedir. Modern karar destek yöntemlerini kullanan işletmeler, globalleşen iş ilişkilerine öncülük etmekte ve bu ilişkiler ağını yönetmekte rekabetçi

avantaj sahibi olabilmektedir. Son yıllarda artan modern karar destek yöntemlerinden biri Analitik Hiyerarşi Yöntemidir (Kuruüzüm ve Atsan, 2001).

Analitik Hiyerarşi Yöntemi (Analytic Hierarchy Process-AHP), Saaty tarafından karmaşık karar verme problemlerinin çözümü için 1970'li yıllarda geliştirilmiştir. İnsanların nasıl karar vermeleri gerektiği konusunda bir yöntem kullanma zorunluluğu yerine, onları kendi karar verme mekanizmalarını tanıma imkanına kavuşturarak daha iyi karar vermelerini amaçlarken çok kriterli karar problemlerinin çözümünde etkin kullanım sağlayan bir karar analiz tekniğidir.

AHP, kararı etkileyen algıları, yargıları, hisleri ve hafızaları bir çerçeve içinde toplayıp düzenleyerek karar verme işlemini kolaylaştırır ve ayrıca karar alternatiflerinin sayısal bir ölçekle sıralanmasını sağlayarak ölçülmelerine imkan tanır. Böylece, hem objektif hem de subjektif ölçütlerin karar verme sürecine dahil edilebilmesini sağlar.

Karar vericiler, çok sayıda ve birbiriyle ilişkili öğeler grubu ile karşılaştığında, bunların ancak bir kısmını kontrol altında tutabileceğini anladığında çoğunlukla içgüdüsel olarak söz konusu öğeleri belirli bir takım özelliklere sahip olup olmamalarına bağlı olarak gruplar halinde birleştirmeye çalışır. AHP'nin de temelde gerçekleştirmeyi amaçladığı hedef budur.

AHP'nin temelinde sistem yaklaşımı kuramı mevcuttur. Bir sistemin yapısı ve işlevleri, birbirinden ayrılmaz bir bütün teşkil eder. AHP bu yapı-işlev bileşkesini bir bütün olarak eşanlı bir şekilde irdelemeye yöneliktir. Sürecin kullandığı hiyerarşiler sistem yapısını oluşturan öğelerin birbirleri ile olan işlevsel ilişkilerini ve tüm sistem üzerindeki etkilerini saptamak amacı ile söz konusu yapıyı ortaya çıkarmak üzere oluşturulur. Hiyerarşiler çeşitli şekilde olabilir fakat hepsi bir ana amaçtan başlayıp, alt amaçlara, bu alt amaçları etkileyen kuvvetlere, kuvvetlere etki eden kişilere, onların amaçlarına, politikalarına, stratejilerine ve son olarak da söz konusu stratejilerin çıktılarına doğru bir iniş gösterirler. AHP'nin kullanılabilmesi için aşılması gereken ilk aşama sistem işlevlerini hiyerarşik bir yapıda ortaya koymak olacaktır. Bundan sonraki aşama ise hiyerarşideki herhangi bir öğenin etkilerini saptamaya yönelik bir ölçüm tekniği kullanmaktır (Alkan, 2006).

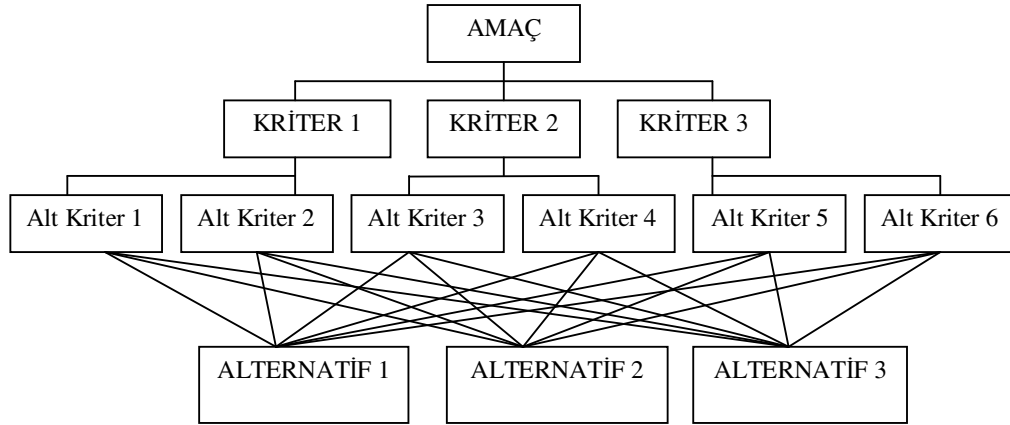
#### 4.1.1.AHP'nin uygulama aşamaları

AHP, karar problemini çözmek üzere üç temel aşamadan oluşmaktadır.

- Hiyerarşik yapının oluşturulması
- İkili karşılaştırmaların yapılması
- Mantıksal ve sayısal tutarlılıkların sağlanması.

Hiyerarşik yapının oluşturulması

AHP'nin ilk aşamasında karar probleminin daha kolay anlaşılması için irdelenerek analiz edilmesini sağlayacak hiyerarşik yapının oluşturulması gereklidir. Bu yapıyı oluşturacak olan amaç, amacı etkileyen faktörleri içeren kriter, alt kriterler ve seçime konu olan alternatifler genelden özele yukarıdan aşağıya doğru inerek hiyerarşik yapıyı oluşturmaktadır. Hiyerarşik yapı Şekil 4.1'de gösterilmektedir.



Şekil 4.1: Hiyerarşik Yapı

Karar problemini hiyerarşik yapıda değerlendirmek aşağıdaki avantajları sağlamaktadır (Güner, 2005):

1. Bir sistemin hiyerarşik gösterimi sayesinde hiyerarşinin en üst seviyelerinde yer alan elemanlarda olacak değişikliklerin alt seviye elemanlarını nasıl etkilediği kolayca görülebilir,
2. Hiyerarşik olarak düzenlenmiş sistemleri değerlendirmek, bir bütün olarak bu sistemleri değerlendirmekten daha kolay ve etkilidir,

3. Küçük değişiklikler, hiyerarşiyi küçük oranda etkilemektedir. Bu nedenle hiyerarşiler hem kararlı hem de esnektirler,
4. Hiyerarşiler hem sistem hakkında detaylı bilgi verir ve problemin, sistem yaklaşımı ile ele alınmasını sağlar.

Hiyerarşik tasarımın oluşturulması ile ilgili aşağıda bazı öneriler yer almaktadır (Saaty, 1994):

1. Başarmak istenilenin ne olduğu cevabı verilerek amaç belirlenir,
2. Genel amaca uygun olan alt amaçlar belirlenir,
3. Genel amacın alt amaçlarına uygun olan kriterler belirlenir,
4. Her kriterin altındaki alt kriterler belirlenir,
5. Kararı verecek olan uzmanlar belirlenir,
6. Uzmanların amaçları belirlenir,
7. Uzmanların politikaları belirlenir,
8. Alternatifler veya çıktılar belirlenir,
9. Evet-hayır kararları için, en çok tercih edilen çıktı ele alınıp karar vermenin faydası ve maliyeti ile karar vermemenin maliyeti karşılaştırılır,
10. Hiyerarşi baskınlıkları ile ilgilenilmesinden dolayı marjinal değerler kullanılarak fayda/maliyet analizi yapılır. Hangi alternatifin maliyete oranla en büyük faydayı, hangi alternatifin riske oranla en fazla maliyeti, hangi alternatifin daha çok riskli olduğu bulunur..

Hiyerarşi tasarımı tek bir yapı değildir, kişiden kişiye değişir. İki karar verici aynı problem için iki farklı hiyerarşik yapı oluşturabilir. Aynı yapıyı oluştursalar bile tercihlerinde farklılıklar meydana gelebilecektir. Bu durum, analitik hiyerarşinin sübjektifliğinden kaynaklanmaktadır. Bu nedenle, bir problemin çözümü için karar vericiler ortak bir hiyerarşik yapı oluşturmak, ortak bir tercih oluşturup ortak değerlendirme yapabilmek için birlikte çalışmalıdır. Böylece oluşturulan hiyerarşik yapı probleme analitik bir bakış açısı kazandıracaktır.

#### İkili Karşılaştırma Matrislerinin Oluşturulması

Karar probleminin hiyerarşik yapısının kurulmasından sonra hiyerarşide yer alan karar elemanların birbirlerine göre üstünlüklerini belirlemek için ikili karşılaştırmalar yapılır.

İkili karşılaştırmada, bir üst seviyedeki kritere bağlı olarak her seviyedeki karar elemanının birbirine göre önem dereceleri ikili olarak karşılaştırılır. İkili karşılaştırma işlemi, hiyerarşinin en tepesinden başlayarak her seviyedeki karşılaştırmalarla kare matrisler oluşturulur ve en alt seviyeye doğru iner.

AHP’de ikili karşılaştırma yargılarının oluşturulmasında, başka bir ifadeyle A kriterinin B kriterine göre üstünlüğünün derecesinin belirlenmesinde Saaty tarafından önerilen 1-9 skalası kullanılmaktadır. Tablo 4.1’de gösterilen skala AHP’ nin temel ölçeğidir. Bu skala 1 ve 9 arasındaki sayılardan oluşup bir çok uygulama sonucunda geliştirilmiştir.

Tablo 4.1: Kriterleri karşılaştırmada kullanılan önem ölçeği (Saaty, 1994)

Önem Derecesi	Tanım	Açıklama
1	Eşit Önem	İki faaliyet amaca eşit düzeyde katkıda bulunur.
3	Birinin Diğereine Göre Orta Derecede Önemli Olması	Tecrübe ve yargı bir faaliyeti diğereine göre orta derecede tercih ettirir.
5	Kuvvetli Derecede Önem	Tecrübe ve yargı bir faaliyeti diğereine göre kuvvetli derecede tercih ettirir.
7	Çok Kuvvetli Derecede Önem	Bir faaliyet güçlü bir şekilde tercih edilir ve baskınlığı uygulamada rahatlıkla görülür.
9	Aşırı Derecede Önem	Bir faaliyetin diğereine tercih edilmesine ilişkin kanıtlar çok büyük güvenilirliğe sahiptir.
2, 4, 6, 8	Ortalama Değerler	Uzlaşma gerektiğinde kullanılmak üzere iki ardışık yargı arasına düşen değerler.

Karar verici iki eleman arasında karşılaştırma yapmak için tercihini belirtirken sözel olarak “Eşit Önem”, “Orta Derecede Önemli”, “Kuvvetli Derecede Önemli”, “Çok Kuvvetli Derecede Önemli” ve “Aşırı Derecede Önemli” kelimelerini kullanır. Bu dilsel ifadeler sayısal oranlara çevrilirse bunlara karşılık 1, 3, 5, 7 ve 9 rakamları yerlerine gelmektedir. Bu beş adet temel önem derecesine denk gelmeyen ve uzmanlaşma gerektiren ikili karşılaştırmalarda, iki ardışık önem derecesi arasına düşen 2, 4, 6 ve 8 gibi ortalama değerler de kullanılabilir. Eğer ikili karşılaştırma sırasında satırdaki faaliyet sütündeki faaliyetten daha az önemliyse, bir başka deyişle, sütündeki faaliyet satırdaki faaliyete göre daha çok tercih ediliyorsa, matriste satır ile sütunun kesiştiği hücreye 1/3, 1/5, 1/7 ve 1/9 değerleri yazılmalıdır.

Hiyerarşinin belirlenen seviyesi karşılaştırılacak n eleman içeriyorsa toplam n(n-1)/2 adet ikili karşılaştırma yapmak gerekir. Bu karşılaştırmalar matrisler şeklinde düzenlenir (Kuruüzüm ve Atsan, 2001). İkili karşılaştırmada, n karşılaştırılan eleman sayısını, i matristeki satırı, j matristeki sütunu belirtir. A ise ikili karşılaştırma matrisini gösterirken  $a_{ij}$ , karşılaştırılan elemanların birbirlerine göre önemlerini, ağırlık derecelerini gösterir. İkili karşılaştırmalar matrisi Şekil 4.2’de gösterilmiştir.

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ a_{n1} & \cdot & \cdot & a_{nn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ 1/a_{1n} & \cdot & \cdot & a_{nn} \end{bmatrix}$$

Şekil 4.2: İkili Karşılaştırmalar Matrisi

İkili karşılaştırma matrisinin birtakım özellikleri vardır. Bunlar aşağıda sıralanmıştır (Eraslan ve Algün, 2005):

1. Matrisin tüm elemanları pozitif sayıdır ve kare matristir.
2. Matris tam tutarlı ise  $a_{ij} * a_{jk} = a_{ik}$  eşitliği sağlanır.
3. Matris tam tutarlıysa herhangi bir satırından matrisin diğer tüm faktörleri elde edilir.
4. n sayısının 2’li kombinasyonu kadar açılım yapılır.

5. Matrisin en büyük özdeğerine karşılık gelen özvektör, AHP matrisinde ağırlık veya görelî önem vektörü olarak tanımlanır.
6. A matrisinin köşegenleri 1'e eşittir.

İkili karşılaştırma matrisleri oluşturulduktan sonra karşılaştırılan her elemanın görelî önem vektörünün hesaplanması aşamasına geçilmelidir. AHP 'nin bu bölümü "sentezleme" adıyla anılır. AHP'de çözüm algoritması görelî önem vektörünün kullanılması esasına dayanır. Sentez aşamasında görelî önem vektörlerinin hesaplanabilmesi için dört yöntem geliştirilmiştir.

1. En kaba ve sapmalı bu yöntemde, ikili karşılaştırma matrisindeki satır toplamları bulunur ve bu toplamların her biri tüm satırların toplamına bölünerek normalize edilir. Bu işlem sonucunda elde edilen değerler, elemanların birbirlerine göre görelî önemini göstermektedir. Başka bir deyişle, elde edilen vektörün ilk elemanı birinci özelliğin önceliğini, n'inci eleman n'inci özelliğin önceliğini verir. Negatif kriterler için normalizasyon işleminde, yapılan değerlendirmelerin çarpmaya göre tersi alınarak hesap yapılır.
2. Bir önceki yöntemden daha iyi olan bu yöntemde, ikili karşılaştırma matrisindeki her bir sütunun toplamı alınır ve bu toplamların tersleri alınır. Terslerin her biri terslerin toplamına bölünerek normalize edilir.
3. Diğer iki yönteme göre iyi olan yöntemde, ikili karşılaştırma matrislerinin her sütundaki elemanlar o sütunun toplamına bölünerek normalize edilmiş ikili karşılaştırma matrisi elde edilir. Elde edilen her satırdaki elemanlar toplanır ve bu toplam, satırdaki eleman sayısına bölünür. Bu işlem, normalize edilmiş sütunlar üzerinde bir ortalama alma işlemidir.
4. Üç yöntemden de daha iyi olan bu yöntem, ikili karşılaştırma matrisindeki her satırdaki n eleman birbiriyle çarpılır ve n'inci dereceden kökü alınarak normalize edilir.

Yukarıda bahsedilen görelî önem vektörünün bulunmasına yönelik yöntemler en kötüden en iyiye doğru sıralanmıştır. Sonuncu yöntem, diğerlerine göre en iyi sonuçlara ulaşmaktadır.



## Tutarlılık Oranının Hesaplanması

Karar vericilerin ikili karşılaştırma matrisini oluşturmak için kriterler arasında kıyaslama yaparken tutarlı davranması gerekir. Tutarlılık, kriterler arasında çelişki bulunmayan, birbirleriyle uyumlu kıyaslamalar yapılmasını gerektirir.

AHP'nin bir üstünlüğü olarak, ikili karşılaştırmalar sırasında karar vericinin tutarlı davranıp davranmadığı tespit edilebilmektedir. Karar vericinin tutarlı davranıp davranmadığını ölçmek için tutarlılık oranı (TO) hesaplanır. Bu oranın üst limitinin 0.10 olması istenir. Oranın 0.10 değerinden büyük olması karar vericinin yargılarında tutarsızlık olduğunun göstergesidir. Bu durumda karar vericinin yargılarını tutarlılık oranı sağlanıncaya kadar gözden geçirmesi beklenir.

Tutarlılık oranı şu şekilde hesaplanır:

Tutarlılık oranının hesaplanabilmesi için yukarıda bahsedilen yöntemlerden biri ile karar elemanlarının görelî önem vektörleri elde edilir. İkili karşılaştırma matrisinin ilk sütununda bulunan elemanlar ilk kriterin görelî önemi ile, ikinci sütundaki elemanlar ikinci kriterin görelî önemi ile çarpılır. Böylece, tüm sütunlardaki elemanlar kriter önem vektörleri ile çarpılmış olur ve sonra sütunların toplamları hesaplanır. Bu toplam eleman sayısına (n) bölündüğünde en büyük özdeğer ( $\lambda_{max}$ ) için tahmini bir değer elde edilir.  $\lambda_{max}$ , n (ikili karşılaştırma matrisin oluşturulmasında yer alan eleman sayısı) değerine ne kadar yakın olursa, sonuç da o kadar tutarlı olacaktır.

Tutarlılık durumunda  $\lambda_{max} = n$  olup, eşitlikten sapma derecesini bulmak için (4.1) nolu formülden yararlanılarak Tutarlılık İndeksi (TI) elde edilir.

$$TI = \frac{\lambda - n}{n - 1} \quad (4.1)$$

Tutarlılık İndeksi'nin (TI), A matrisinin n değerine karşılık gelen Rassallık İndeksine (RI) bölünmesiyle elde edilen orana da Tutarlılık Oranı (TO) denir. Bu oranın %10'dan küçük olması beklenir. Rassallık İndeksi (RI) Tablo 4.2'de gösterilmektedir.

$$TO = \frac{TI}{RI} \quad (4.2)$$

Tablo 4.2: Rassallık İndeksi (Saaty, 1994, 23)

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0.0	0.0	0.52	0.89	1.11	1.25	1.35	1.40	1.45	1.49	1.51	1.48	1.56	1.57	1.59

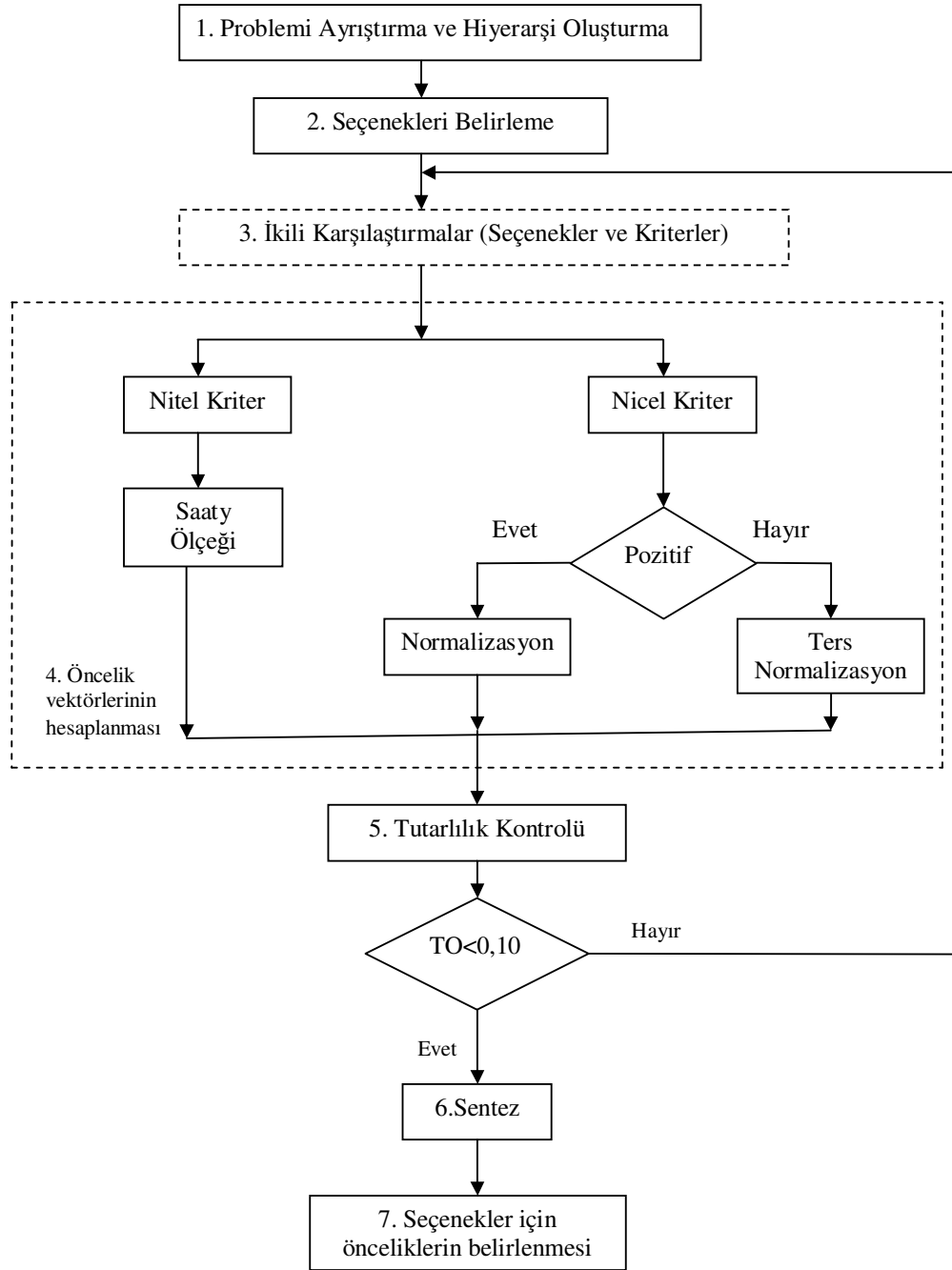
#### Öncelik Değerlerinin Hesaplanması

Son adım, kriterler bazında elde edilen ağırlıklardan hareketle, alternatiflerin öncelik değerlerinin hesaplanmasıdır. Her bir alternatifin kriterlerle ilgili matrisi (özvektördeki ilgili alternatifin bulunduğu satır), amaçla ilgili kriterlerin öncelik matrisi ile çarpılır. Elde edilen değerlerden en yüksek değere sahip olan alternatif seçilir.

Yukarıda aşamalarla ifade edilen AHP'nin detaylı akış diyagramı Şekil 4.3'te gösterilmektedir (Güner, 2005).

#### 4.1.2.Duyarlılık analizi

Alternatiflerin sıralamaları oluşturulduktan sonra kurulan modelin sonuçlarını gözden geçirmek gerekmektedir. Bu inceleme, yargılara ve hiyerarşik yapıya ilişkin ihtiyaç duyulan düzeltme alanlarına işaret edecektir. Bu incelemenin önemli bir bileşeni, alternatiflerin sıralamalarının ve nihai kararın yargılardaki değişikliklere karşı ne kadar duyarlı olduğunun değerlendirilmesidir. Duyarlılık analizi başlığı altında yapılan bu inceleme ikili karşılaştırmaların oluşturulmasında yargıların kişiden kişiye farklılaşabileceği veya daha önce belirli bir yargıda bulunan kişinin zamanla düşüncelerinin farklılaşabileceği varsayımına dayanmaktadır (Kuruüzüm ve Atsan, 2001).



Şekil 4.3:AHP Akış Diyagramı

#### 4.1.3.AHP'nin avantaj ve dezavantajları

Birçok karar probleminde uygulama olanağı bulan AHP'nin karar vericilere sağladığı yararlar aşağıda sıralanmıştır (Kuruüzüm ve Atsan, 2001):

1. AHP, karar vericinin hedefe ilişkin tercihlerini doğru bir şekilde belirlemesine olanak veren uygulaması kolay bir karar verme metodolojisi sağlar.
2. Karmaşık problemleri birleştiren bir yapısı/süreci vardır.
3. Karar vericilerin karar probleminin tanımını ve unsurlarına ilişkin anlayışlarını artırır.
4. Bir karar problemine ilişkin hem objektif hem subjektif düşüncelerle, hem nitel hem de nicel bilgilerin karar sürecine dahil edilmesine olanak verir.
5. Karar vericinin duyarlılık analizi yaparak kararın esnekliğini analiz etmesi mümkündür.
6. Karar vericinin yargılarının tutarlılık derecesini ölçmesine imkan verir.
7. Grup kararlarında kullanımı uygundur.
8. AHP'ye ait yazılım paketi Expert Choice, karar vericinin uygulamayı hızlı ve doğru bir şekilde gerçekleştirmesine imkan verir.

AHP yukarıda sağladığı yararlarla karşılık teoriye ve uygulamaya yönelik eleştirilere hedef olmaktadır. Bu eleştirilerin bazıları sıralanmıştır (Güner, 2005):

1. AHP, yapılan değerlendirmelerde karara, kriterlere ve alternatiflere ilişkin mevcut olabilecek belirsizlikleri dikkate almamakta bu da verilecek kararı önemli ölçüde etkilemektedir.
2. AHP, yapılan değerlendirmeler tahmin etmeden kaynaklanan  $1/9, 1/8, \dots, 1, 2, \dots, 9$  gibi tutarsız oranlar yaratmaktadır. İkili karşılaştırmalar matrisinin bir tarafı 2 ile 9 arasındaki sayılardan oluşurken, matrisin eşleniği bu sayıların karşılığı olan  $1/2$  ile  $1/9$  arası sayılardan oluşur. Matrisin bir tarafının ağırlık oranı  $1/2 - 1/9 = 0,4$  iken eşleniğinin ağırlık oranı  $9-2=7$  ile kıyaslanmaktadır.
3. AHP'de karar vericilerin karar üzerinde önemli bir etkisi bulunmaktadır. Karar vericilerin yanlış değerlendirmeler yapması verilecek kararın da yanlış olmasına sebep olabilmektedir. Bu da alternatiflerin sıralamasının her zaman doğru olmayacağı anlamına gelmektedir.

4. AHP, iyi tanımlanmış ve tahlil edilmiş karar verme problemlerinde kullanılmalıdır ve bu tür problemlerde iyi sonuçlar vermektedir.
5. AHP yöntemiyle çözülmüş olan bir karar problemine mevcut seçeneklerden daha kötü bir seçenek eklenmesi halinde seçeneklerin sıralanmasının değişme olasılığı vardır. Bu da AHP yöntemiyle çözülmüş olan karar problemlerinin her zaman doğru sonuçları garanti etmeyeceğini göstermektedir.

Karar probleminin hiyerarşisinde yer alan seviye sayısı ve karşılaştırılacak eleman sayısı arttıkça problem daha da karmaşık hale gelmekte bu da zaman kaybına neden olmaktadır.

## **4.2.Bulanık AHP Yöntemi**

### **4.2.1.Bulanık küme kavramı**

Gerçek dünya karmaşıktır. Bu karmaşıklık genel olarak belirsizlik ve kesin düşünce ve kararlar verilemeyişinden kaynaklanır. Birçok soysal, iktisadi ve teknik konularda insan düşüncelerinin tam anlamı ile olgunlaşmamış oluşundan dolayı belirsizlikler her zaman bulunur. Gerçek bir olayın tam olarak kavranılması insan bilgisinin yetersizliği sonucunda tam olarak mümkün olmadığından insan, düşünce sisteminde ve zihninde bu gibi olayları yaklaşık olarak canlandırarak yorumlarda bulunur. Genel olarak, değişik biçimlerde ortaya çıkan karmaşıklık ve belirsizlik gibi tam ve kesin olmayan bilgi kaynaklarına bulanık (fuzzy) kaynaklar adı verilir. 1965 yılında Lotfi Asker Zadeh tarafından ortaya atılan bulanık küme, mantık ve sistem kavramları bu araştırmacının uzun yıllar boyunca kontrol alanında çalışması; istediği kontrolü elde edebilmesi için fazlaca doğrusal olmayan denklemlerin işin içine girmesi; yöntemin karmaşıklaşması ve çözümün zorlaşması neticesinde ortaya çıkmıştır (Şen, 2004).

İnsanoğlunun mantık süreçlerinin daha etkin ve hızlı çalışmasının nedeni bulanık bir yapıya sahip olmasıdır. Biraz, kısa, uzun, ılık, hafif gibi sınırları tam olarak belirli olmayan kavramlar, diğer insanlarla anlaşmak için başarılı bir şekilde kullanılmasının yanında; mantık süreçlerinin bilgisayarlara göre başarılı bir şekilde yürümesini de sağlamaktadır (Alkan, 2006).

Bulanık küme teorisi, Zadeh tarafından fazla basitleştirilmiş modelleri geliştirme ve bu suretle de gerçek dünyanın karmaşık sistemlerinin çözümlenmesi için ortaya atılmıştır. Zadeh, bulanık bir kümeyi şu şekilde tanımlamıştır. Bir A bulanık kümesi; X içindeki her bir nokta ile [0,1] aralığındaki gerçel sayıyı eşleştiren;  $\mu_A(x)$  fonksiyonuyla karakterize edilen bir kümedir. Böylece, bulanık kümeler; ancak üyelik fonksiyonlarıyla çalıştırıldığında var olan kümelerdir (Şahin, 2004).

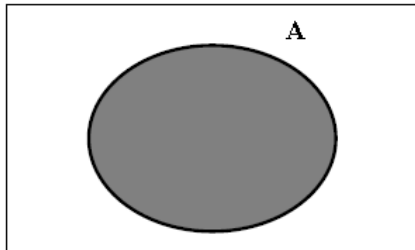
Zadeh tarafından tanımı yapılan bulanık kümeler, sıradan kümelerin genelleştirilmiş bir halidir.

“ Bulanık” terimi hareketlerin ya da gözlemlerin kümesinin sınırlarının kesin olarak tanımlanmadığı anlatımlardaki durumlara karşılık gelmektedir. Örneğin, bir kimse 1.70 cm boyundaki birini uzun boylu insanlar sınıfına ayırabilir. Buna karşın, 1.60 cm boyundaki bir kişiyi bu sınıfa dahil etme ya da etmememe nedeni zor olacaktır. Çünkü uzunluk terimi iyi tanımlı bir sınırı ifade etmemektedir. Bulanıklığın bu şekli, günlük hayatımızda hemen hemen her yerde karşımıza çıkmaktadır. Klasik küme teorisinde bir eleman kümenin ya elemanıdır ya da değildir. Bir nesne bir kümeye kısmi olarak ait olamaz. Bulanık küme teorisi, az, sık, orta, düşük, çok, birçok gibi dilsel değişkenleri kullanarak dereceli veri modellemesini gerçekleştirir. Böylece olayların modellenmesinde daha gerçekçi ve doğala yakın sonuçların elde edilmesini sağlar. Bulanık küme teorisinin bu özelliği geleneksel küme teorisinden ayrılmasını ve bu esnekliği ile avantaj kazanmasını sağlar.

Bulanık küme ile geleneksel küme arasındaki fark aşağıdaki şekilden de anlaşılmaktadır.

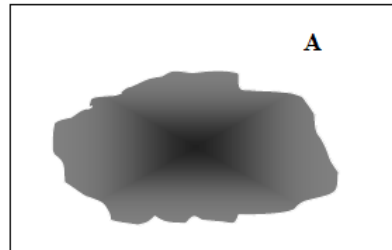
#### Geleneksel Küme

U



#### Bulanık Küme

U



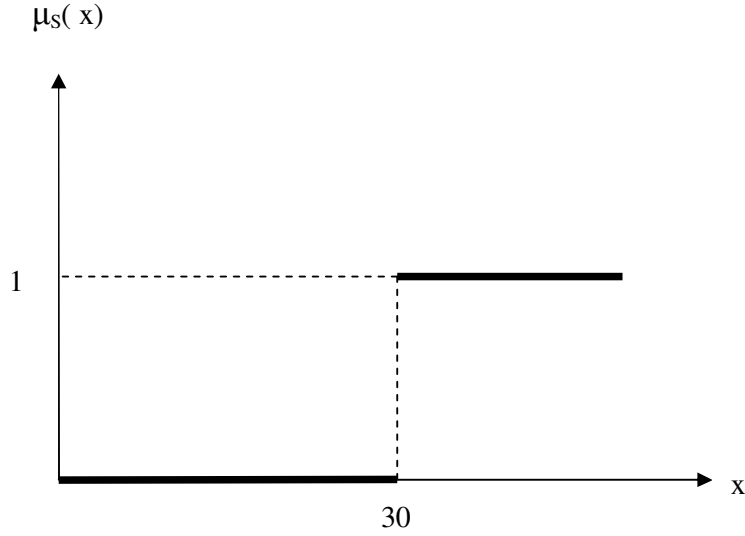
Şekil 4.4: Bulanık Küme ile Geleneksel Küme Arasındaki Biçimsel Fark (Ural, G. F., (2006), s:20)

Şekilden de anlaşıldığı gibi; geleneksel kümeler kesin sınırlara sahip kümelere dir. Bulanık kümeler ise; kesin sınırlara sahip değildir. Sınırların kesin olmayışı durumu, bulanık kümelerdeki farklı üyelik derecelerine sahip olan elemanlar ortaya çıkarır. Geleneksel kümelerde ise; üyelik derecesi kavramı, sadece iki değere sahiptir. Eğer tam üyelik söz konusu ise; üyelik derecesi 1, üyelik söz konusu değil ise; üyelik derecesi 0'dır.

Bulanık küme ile geleneksel küme arasındaki fark başka örnek yardımıyla açıklanabilir. Örneğin, geleneksel küme anlayışında, sıcak hava kümesi (S), ısı 30 °C ve fazla olan hava olarak tanımlanabilir. Bu kümenin elemanları  $\mu_s(x)$  ile gösterimi aşağıdaki formüldeki gibi olacaktır.

$$\mu_s(x) = \begin{cases} 1 & \text{eğer } x = 30 \\ 0 & \text{diğer durumda} \end{cases} \quad (4.3)$$

Şekil 4.5'te bu kümenin üyelik fonksiyonu grafik olarak gösterilmektedir.



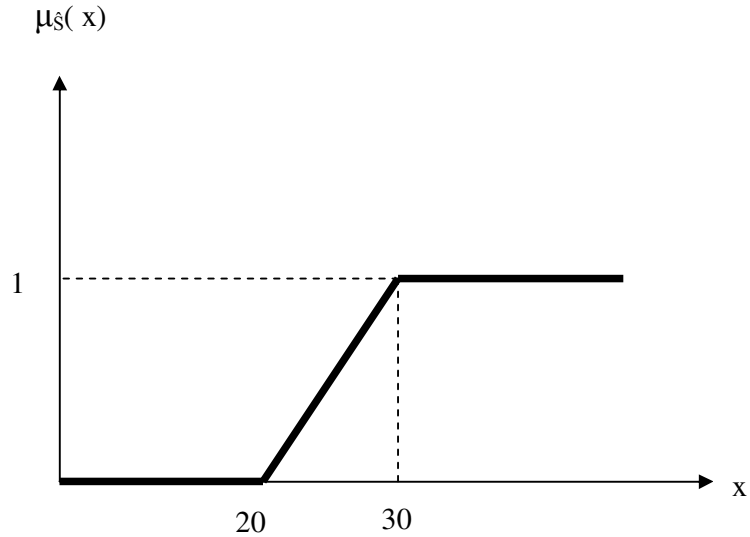
Şekil 4.5: S kümesinin üyelik fonksiyonu

Geleneksel küme anlayışına göre, hava 29 °C olduğunda sıcak değil soğuk olacaktır. Fakat gerçekte bu derece de sıcak hava kümesinde kısmen yer almaktadır. Bulanık küme anlayışına göre sıcak hava kümesinin elemanları için üyelik fonksiyonu aşağıdaki formüldeki gibi tanımlanabilir.

$$\mu_{\hat{S}}(x) = \begin{cases} 0 & x \leq 20 \\ \frac{x-20}{30-20} & 20 < x < 30 \\ 1 & x \geq 30 \end{cases} \quad (4.4)$$

Yukarıdaki açıklamalardan da anlaşılacağı gibi bulanık mantık teorisinin temelinde üyelik fonksiyonları bulunmakta olup tüm işlemler bu üyelik fonksiyonlarını kullanarak yapılmaktadır. Bulanık kümelerde bir fonksiyonun üyelik fonksiyonu olabilmesi için aşağıdaki şartları sağlaması gerekir.

1.  $(-\infty, a]$  aralığında  $\mu_{\hat{S}}(x) = 0$
2.  $[a, b]$  aralığında monoton olarak artan
3.  $[b, c]$  aralığında  $\mu_{\hat{S}}(x) = 1$  (Normallik Kısıtı)
4.  $[c, d]$  aralığında monoton olarak azalan
5.  $[d, \infty)$  aralığında  $\mu_{\hat{S}}(x) = 0$



Şekil 4.6:  $\hat{S}$  kümesinin üyelik fonksiyonu

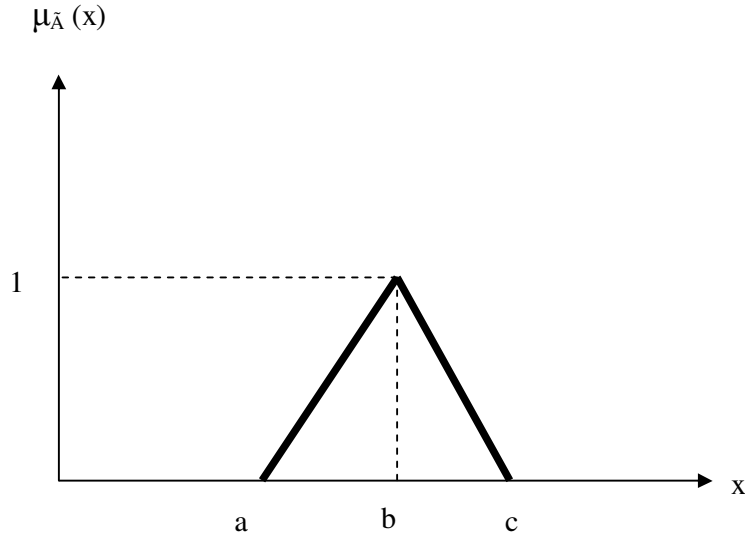


#### 4.2.2. Bulanık sayılar üzerinde temel işlemler

Bulanık sayılar, reel sayıların bir bulanık alt kümesidir ve “güvenlik aralığı” fikrinin gelişmiş halini temsil ederler. Bulanık sayılara, “yaklaşık 9”, “aşağı yukarı 3” gibi ifadeler örnek olarak verilebilir. Pratik uygulamalarda genellikle üçgensel ve yamuk bulanık sayılar kullanıldığı için açıklamada sadece üçgensel bulanık sayılar ve üzerinde yapılan işlemler ele alınmıştır.

Bir üçgensel bulanık sayı  $(a, b, c)$  şeklinde üç değişken ile ifade edilir. Burada,  $a$  en küçük olası değeri,  $b$  orta değeri,  $c$  en büyük olası değeri göstermektedir. Bir üçgensel bulanık sayı  $(a, b, c)$  şeklinde gösterilir.  $\tilde{A}$  üçgensel bulanık sayısının üyelik fonksiyonu Şekil 4.7’de görülmektedir. Üyelik fonksiyonu aşağıdaki gibi tanımlanır.

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} 0, & x < a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b}, & b \leq x \leq c \\ 0, & x > c \end{cases} \quad (4.5)$$



Şekil 4.7:  $(a, b, c)$  üçgensel bulanık sayısının üyelik fonksiyonu

$\tilde{A} = (a_1, a_2, a_3)$  ve  $\tilde{B} = (b_1, b_2, b_3)$  iki üçgensel bulanık sayı olup ve  $k$  sabit bir gerçek sayıdır. Bu iki üçgensel bulanık sayı üzerindeki bazı temel aritmetik işlemler aşağıdaki gibidir.

#### Toplama İşlemi

$$\tilde{A} \oplus \tilde{B} = (a_1, a_2, a_3) \oplus (b_1, b_2, b_3) = (a_1 + b_1, a_2 + b_2, a_3 + b_3) \quad (4.6)$$

$$k + (a_1, a_2, a_3) = (k + a_1, k + a_2, k + a_3) \quad (4.7)$$

#### Çıkarma İşlemi

$$\tilde{A} - \tilde{B} = (a_1 - b_1, a_2 - b_2, a_3 - b_3) \quad (4.8)$$

$$k - (a_1, a_2, a_3) = (k - a_1, k - a_2, k - a_3) \quad (4.9)$$

#### Çarpma İşlemi

$$\tilde{A} \otimes \tilde{B} = (a_1, a_2, a_3) \otimes (b_1, b_2, b_3) = (a_1 \times b_1, a_2 \times b_2, a_3 \times b_3) \quad (4.10)$$

$$k \times (a_1, a_2, a_3) = (ka_1, ka_2, ka_3) \quad (4.11)$$

#### Bölme İşlemi

$$\tilde{A} \phi \tilde{B} = (a_1, a_2, a_3) \phi (b_1, b_2, b_3) = (a_1 \div b_1, a_2 \div b_2, a_3 \div b_3) \quad (4.12)$$

$$k \phi (a_1, a_2, a_3) = (k/a_1, k/a_2, k/a_3) \quad (4.13)$$

#### İşaret Değiştirme İşlemi

$$-(a_1, a_2, a_3) = (-a_3, -a_2, -a_1) \quad (4.14)$$

#### Tersini Alma İşlemi

$$(a_1, a_2, a_3)^{-1} = (1/a_3, 1/a_2, 1/a_1) \quad (4.15)$$

### 4.2.3. Bulanık AHP yöntemi

Tablo 4.3: Bulanık AHP yöntemlerinin kıyaslanması (Büyüközkan, G., Kahraman, C. and Ruan, D., (2004)

Kaynak	Yöntemin Temel Özellikleri	Avantajlar	Dezavantajlar
Van Laarhoven ve Pedrycz (1983)	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Saaty'nin AHP yönteminin üçgensel bulanık sayılarla birlikte direk genişletilmiştir.</li><li>▪ Bulanık ağırlıkların ve bulanık performans puanlarının türetilmesinde Lootsma'nın logaritmik en küçük kare yöntemi kullanılır.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Karar vericilerin görüşleri karşılaştırma matrisi ile modellenenabilir.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Lineer denklemlerde her zaman bir çözüm yoktur.</li><li>▪ Küçük bir problem için sayısal hesaplama ihtiyacı çok büyüktür.</li><li>▪ Sadece üçgensel bulanık sayıların kullanılmasına izin verir.</li></ul>
Buckley (1985)	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Saaty'nin AHP yönteminin ikizkenar yamuk bulanık sayılarla birlikte genişletilmiştir.</li><li>▪ Bulanık ağırlıkların ve bulanık performans puanlarının türetilmesinde geometrik ortalama yöntemi kullanılır.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Bulanık duruma uyarlamak kolaydır.</li><li>▪ Karşılıklı karşılaştırma matrisinde tek bir çözümü garanti etmektedir.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Çok fazla hesaplama gerektirmektedir.</li></ul>
Boender ve Arkadaşları (1989)	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Van Laarhoven ve Pedrycz'in yönteminin geliştirilmiştir.</li><li>▪ Yerel önceliklerin normalize edilmesi için daha sağlam bir yaklaşım sunulur.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Birden çok karar vericinin fikirleri modellenenabilir.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Çok fazla hesaplama gerektirmektedir.</li><li>▪ Sadece üçgensel bulanık sayıların kullanılmasına izin verir.</li></ul>
Chang (1996)	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Yapay derece değerleri</li><li>▪ Basit seviye sıralaması</li><li>▪ Birleşik toplam sıralama</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Hesaplama gereksinimi diğer yöntemlere göre azdır.</li><li>▪ Klasik AHP yönteminin adımları takip edilir, ek bir işlem gerektirmez.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Sadece üçgensel bulanık sayıların kullanılmasına izin verir.</li></ul>

Tablo 4.3 (Devam): Bulanık AHP yöntemlerinin kıyaslanması

Cheng (1996)	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Bulanık standartlar geliştirir.</li><li>▪ Performans puanları üyelik fonksiyonları ile gösterilir.</li><li>▪ Birleşik ağırlıkları hesaplamak için entropi kullanılır.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Hesaplama gereksinimi çok değildir.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Entropi olasılık dağılımı bilindiği zaman kullanılır. Yöntem hem olasılık hem de olasılık ölçülerine dayanmaktadır.</li></ul>
--------------	---	---	---

Bulanık AHP ile ilgili ilk çalışmayı, yukarıdaki tabloda da belirtildiği gibi, bulanık sayılarla ifade edilen bulanık oranları karşılaştıran Van Laarhoven ve Pedrycz 1983 yılında gerçekleştirmişlerdir. Daha sonra Buckley 1985'te yamuk bulanık sayıları kullanarak bir model geliştirmiştir.

Stam ve diğ.(1996), son zamanlarda geliştirilen yapay zeka tekniklerinin AHP yönteminde tercih puanlamalarının belirlenmesi veya yaklaşık olarak elde edilmesinde nasıl kullanılabileceğini ortaya koymuşlardır. Bunun sonucunda, ileri-besleme sinir ağı formülasyonunun kesin olmayan veya bulanık oran ölçekli tercih değerlendirmeli ayrık alternatif çok kriterli karar verme problemlerinin analizi için daha güçlü bir araç olduğu sonucuna varmışlardır.

Chang (1996), bulanık AHP'nin ikili karşılaştırma ölçeği için üçgensel bulanık sayıları ve ikili karşılaştırmaların yapay derece değerleri için derece analizi yöntemini kullanarak bulanık AHP'nin ele alınmasında yeni bir yaklaşım ortaya koymuştur.

Cheng (1996), denizden atılan taktik füze sistemlerinin değerlendirilmesinde, üyelik fonksiyon değerine dayanan bir bulanık AHP yöntemi önermiştir.

Weck ve diğ. (1997), bulanık mantık matematiğini klasik AHP'ye uyarlayarak farklı üretim çevrim alternatiflerinin değerlendirilmesi için bir yöntem sunmuşlardır. Değerlendirilen her üretim çevrimi, bir bulanık küme oluşturmuş ve her bulanık kümenin ağırlık merkezinin yüzeyini oluşturarak durulaştırılmıştır.

Kahraman ve diğ (1998), klasik AHP'den gelen ağırlıkları bulanık objektif ve subjektif yöntemde kullanmışlar ve bulanık ağırlıklı bir değerlendirme yapmışlardır.

Lee ve diğ. (1999), AHP'yi oluşturan mantığı gözden geçirmişler ve bu mantığa dayanarak karşılaştırma aralığı kavramını ileri sürmüşlerdir. Global tutarlılığı ve karşılaştırma sürecinin bulanıklığını sağlamak amacıyla stokastik optimizasyona dayalı bir yöntem önermişlerdir.

Cheng ve diğ. (1999), dilsel değişken ağırlıklarına dayalı AHP yöntemini kullanarak, silah sistemlerinin değerlendirmesi için bir yöntem önermişlerdir.

Chan ve diğerleri (2000a), bulanık çevredeki soyut ve somut faydaları ölçebilmek için teknoloji seçim algoritması sunmuşlardır. Bulanık kümeler teorisini, hiyerarşik yapı analizi ve ekonomik değerlendirmelerle yaptıkları bir uygulama ile açıklamışlardır. Hiyerarşik yapı oluşturularak, her teknoloji alternatifinin öncelikli ağırlığı bulunmuş ve buna bulanık uygunluk indeksi adı verilmiştir. Farklı teknolojilerin bulanık uygunluk indeksleri sıralanmış ve teknolojiler için öncelikli sıralama bulunmuştur. Ekonomik değerlendirme açısından, bulanık nakit analizi kullanıma koyulmuştur. Chan ve diğ. (2000b), FMS'nin otomatik tasarımı için simülasyon ve çok kriterli karar verme tekniklerini kullanan bütünleşik bir yaklaşım önermişlerdir. Tasarım süreci, alternatif tasarımların simülasyon yöntemiyle oluşturulması ve test edilmesini içermiştir. En uygun tasarımın seçimi (AHP'ye dayalı olarak), FMS simülasyonunun çıktılarının analiz edilmesiyle ortaya konulmuştur.

Leung ve Cao (2000), AHP'deki alternatifler için tolerans sapmasını göz önünde bulundurarak bulanık tutarlılık tanımı önermişlerdir. Temelde, tolerans sapmalarına izin veren görece önemlerin bulanık oranları, yerel önceliklerin üyelik dereceleri üzerinde kısıt olarak formüle edilmişlerdir. Bulanık yerel ve genel ağırlıklar genişleme prensibi aracılığıyla belirlenmiştir. Alternatifler, maksimum-minimum küme sıralama yöntemi uygulanarak genel ağırlıklara göre sıralanmışlardır.

Kuo ve diğ. (2002), yeni bir mağazayı düzenlemek için bir karar destek sistemi geliştirmişlerdir. Önerilen sistemin ilk bileşeni, bulanık AHP yöntemi ile hiyerarşik yapının oluşturulması olmuştur. Problemin çözümünde ileri-beslemeli hata-geri-yayımlı sinir ağı öğrenen algoritması kullanılmış ve sonuç olarak sistemin regresyon modelinden daha doğru sonuçlar sağladığı görülmüştür.

Kahraman ve diğ. (2004), İstanbul'da bulunan üç catering firması arasından müşteri memnuniyetini en çok sağlayan firmayı bulanık AHP yöntemi kullanarak seçmişlerdir. Üçgensel bulanık sayılar anketler aracılığıyla müşteriler ve uzmanlar tarafından oluşturulmuş ve bunlar ikili karşılaştırma matrislerinde kullanılmıştır.

Sheu (2004), arz ve talep çevrelerinin karmaşık ve belirsiz olduğu durumlarda global lojistik stratejilerinin tanımlanması için bulanık AHP yöntemi ve bulanık çok kriterli karar verme yaklaşımını bütünleştiren melez bir bulanık yöntem önermiştir.

Erensal ve diğ. (2006), teknoloji yönetiminde rekabet avantajı, rekabet öncelikleri ve yetkinlikleri arasındaki bağlantıyı bulanık AHP yöntemi ile analiz etmişlerdir.

Wang ve diğ. (2007), enerji santralinde bakım stratejilerinin seçimi için bulanık AHP yöntemi uygulanmıştır. Klasik bulanık önceliklendirme yönteminden farklı olarak, doğrusal olmayan kısıtlı optimizasyon problemini çözerek tutarlı veya tutarsız bulanık matrislerden kesin öncelikler türetmeyi amaçlamışlardır.

Lee ve diğ. (2008), Tayvan'da üretim sektöründeki bilgi işlem departmanlarının performansını bulanık AHP ve balanced scorecard yaklaşımı ile değerlendirmişlerdir. Hiyerarşik yapıyı oluşturmak ve performans kriterlerini belirlemek için balanced scorecard yöntemi kullanılırken, bulanık AHP belirsizliği tolere etmek amacıyla kullanılmıştır. Çalışma, bilgi işlem departmanlarının stratejilerine ilişkin olarak büyüme performansları bakımından rehberlik etmeyi de amaçlamıştır.

#### **4.2.4.Literatürde karşılaşılan bazı bulanık AHP yöntemleri**

Van Laarhoven ve Pedrycz Yöntemi

Saaty'nin AHP yönteminde kullanılan matrisin elemanlarının üçgensel bulanık sayılarla ifade edilmesini sağlayan bir algoritma önermişlerdir. Bulanık ağırlıkları ve bulanık performans ağırlıklarını elde etmek için Lootsma'nın en küçük kare yöntemi kullanılır. Aşağıda Van Laarhoven ve Pedrycz yaklaşımının algoritmasının adımları anlatılmaktadır.

Adım 1: Karar vericilerin görüşleriyle  $n + 1$  bulanık matris elde edilir. Elde edilen matris aşağıdaki gibi olmalıdır.

$$D = \begin{bmatrix} (1,1,1) & a_{121} & \dots & a_{1n1} \\ & a_{222} & & a_{1n2} \\ & \vdots & & \vdots \\ & a_{12P12} & & a_{1nP1n} \\ \hline a_{211} & & & a_{2n1} \\ a_{212} & (1,1,1) & \dots & a_{2n2} \\ \vdots & & & \vdots \\ a_{21P21} & & & a_{2nP2n} \\ \hline \vdots & & & \vdots \\ a_{n11} & a_{n21} & & \\ a_{n12} & a_{n22} & \dots & (1,1,1) \\ \vdots & \vdots & & \\ a_{n1Pn1} & a_{n2Pn2} & & \end{bmatrix}$$

Şekil 4.8: Bulanık matris (Yıldız, G., (2003), s:130)

Matriste gösterilen  $a_{ij}p_{ij}$  değerleri karar vericilerin belirlediği bulanık oranlardır.

Adım 2:  $z_i = (l_i, m_i, u_i)$  olduğunda aşağıdaki doğrusal denklemler çözülebilir.

$$l_i \left( \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n P_{ij} \right) - \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n P_{ij} u_j = \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n \sum_{k=1}^{P_j} [\ln l_{ijk}] \forall i \quad (4.16)$$

$$m_i \left( \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n P_{ij} \right) - \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n P_{ij} m_j = \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n \sum_{k=1}^{P_j} [\ln m_{ijk}] \forall i \quad (4.17)$$

$$u_i \left( \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n P_{ij} \right) - \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n P_{ij} l_j = \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n \sum_{k=1}^{P_j} [\ln u_{ijk}] \forall i \quad (4.18)$$

$\ln(l_{ijk})$  ve  $\ln(u_{ijk})$ ;  $\ln(a_{ijk}) = -\ln(a_{jik})$  değerlerinin alt ve üst değerleri olduğundan aşağıdaki eşitlik sağlanmalıdır:

$$\ln(l_{ijk}) + \ln(l_{jik}) = \ln(u_{ijk}) + \ln(u_{jik}) = 0, \forall i, j, k$$

(4.16), (4.17), (4.18) denklemleri lineer bağımlı olduğu için genel olarak  $t_1$  ve  $t_2$  değerleri keyfi olarak seçildiğinde (4.16), (4.17), (4.18) denklemleri için çözüm aşağıdaki denklemden gibi olur:

(4.19)

$$z_i = (l_i + t_1, m_i + t_2, u_i + t_1)$$

Adım 3: Yukarıdaki lineer sistemin sağ taraf değerleri logaritmik fonksiyonlardır. Bulanık ağırlıkları almak için  $l_i$ ,  $m_i$  ve  $u_i$  değerlerinin ekponansiyeli hesaplanmalıdır.

$$w_i = (\lambda_1 \exp(l_i), \lambda_2 \exp(m_i), \lambda_3 \exp(u_i)) \quad (4.20)$$

denklemindeki  $\lambda$  değerleri aşağıda verilmiştir.

$$\lambda_1 = \left( \sum_{i=1}^n \exp(u_i) \right)^{-1}, \lambda_2 = \left( \sum_{i=1}^n \exp(m_i) \right)^{-1}, \lambda_3 = \left( \sum_{i=1}^n \exp(l_i) \right)^{-1} \quad (4.21)$$

(4.21) denklemi  $r_{ij}$  bulanık performans puanlarını elde etmek için kullanılır.

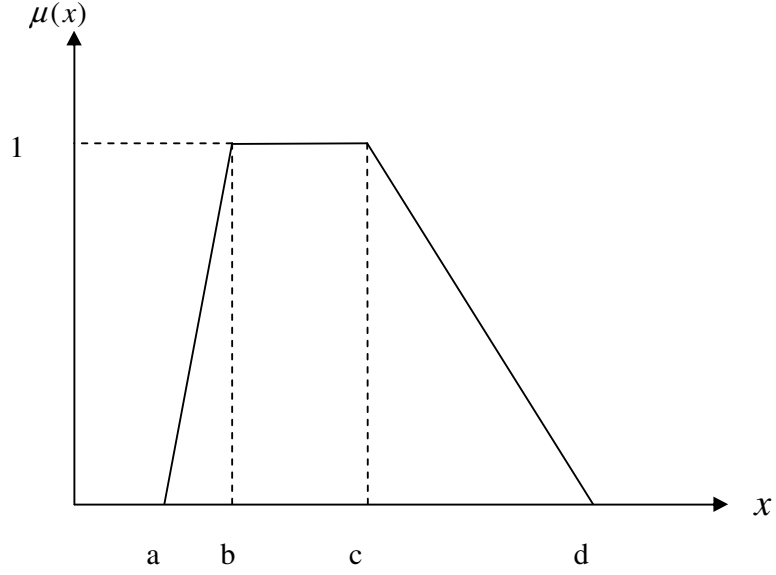
Adım 4: Tüm matrisler bulununcaya kadar 1. adımdan 3. adıma kadar olan süreç tekrarlanır. Bulanık ağırlıklar ve performans puanları hesaplandığında bulanık fayda belirlenebilir.  $A_i$  alternatifi için  $U_i$  faydası aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$U_i = \sum_{j=1}^n w_j r_{ij} \quad (4.22)$$

### Buckley Yöntemi

Buckley, bulanık ağırlıkları ve performans puanlarını türetirken geometrik ortalamayı kullanmıştır. Bu yöntemi kullanarak ikili karşılaştırma matrisine tek çözüm bulmayı garanti etmiştir. Karar vericinin belirlediği bulanık oranları temsil etmek için üçgensel bulanık sayılar yerine Şekil 4.9'da gösterilen yamuk bulanık sayıyı kullanmıştır.





Şekil 4.9:Yamuk bulanık sayı (a, b, c, d) (Yıldız, G., (2003), s:133)

Bulanık ağırlıkların, performans puanlarının hesaplanabilmesi için yamuk bulanık sayılar için aritmetik işlemler mevcuttur.

Buckley yönteminin algoritması aşağıda verilmiştir. Algoritmanın adımları tek bir karar vericinin söz konusu olduğu durum varsayılarak verilmiştir.

Adım 1: Karar vericinin görüşüyle A karşılaştırma matrisi elde edilir. A'nın elemanları  $\bar{a}_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij}, d_{ij}), \forall i, j$  yamuk bulanık sayılardır.

Adım 2:  $w_i$  bulanık ağırlıklarını hesaplamak için öncelikle her satır için geometrik ortalamalar bulunur:

$$z_i = ( \bar{a}_{i1} \otimes \Lambda \otimes \bar{a}_{in} )^{1/n}, \forall i \quad (4.23)$$

$\otimes$  işareti bulanık çarpmayı temsil etmektedir. Buna göre,  $w_i$  bulanık ağırlığı şu şekilde

hesaplanır:

$$w_i = z_i \otimes (z_1 \oplus \Lambda \oplus z_n)^{-1} \quad (4.24)$$

$\oplus$  işareti bulanık toplama işlemini temsil etmektedir.

Aşağıdaki denklemlerde  $a_{ij}$ 'nin sağ ve sol ayakları sırasıyla tanımlanmıştır.

$$f_i(\alpha) = \left[ \prod_{j=1}^n ((b_{ij} - a_{ij})\alpha + a_{ij}) \right]^{1/n}, \alpha \in [0,1], \quad (4.25)$$

$$g_i(\alpha) = \left[ \prod_{j=1}^n ((c_{ij} - d_{ij})\alpha + b_{ij}) \right]^{1/n}, \alpha \in [0,1], \quad (4.26)$$

Ayrıca;

$$a_i = \left[ \prod_{j=1}^n a_{ij} \right]^{1/n} \quad (4.27)$$

ve

$$a = \sum_{i=1}^m a_i \quad (4.28)$$

olur. Aynı şekilde  $b_i$  ve  $b$ ,  $c_i$  ve  $c$ ,  $d_i$  ve  $d$  tanımlanırsa;  $w_i$  bulanık ağırlığı aşağıdaki gibi belirtilir.

$$w_i = \left( \frac{a_i}{d}, \frac{b_i}{c}, \frac{c_i}{b}, \frac{d_i}{a} \right), \forall i \quad (4.29)$$

Burada  $\mu_{w_i}(x)$  fonksiyonun tanımı,  $x$  yatay ekseninde gerçel bir sayı olmak üzere aşağıdaki gibi özetlenebilir.

X	$\mu_{w_i}(x)$
$\leq (a_i/d)$	0
$\geq (d_i/a)$	0
$[b_i/c, c_i/b]$	1
$[a_i/d, b_i/c]$	$\alpha \in [0, 1]$
$[c_i/b, d_i/a]$	$\alpha \in [0, 1]$

$x \in [a_i / d, b_i / c]$  olduğunda  $x$  aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$x = f_i(\alpha) / g(\alpha); \quad (4.30)$$

$x \in [c_i / b, d_i / a]$  olduğunda ise  $x$  aşağıdaki denklemlerle elde edilir:

$$x = g_i(\alpha) / f(\alpha) \quad (4.31)$$

(4.30) ve (4.31)'deki  $g(\alpha)$  ve  $f(\alpha)$  aşağıdaki şu denklemlerle elde edilir:

$$f(\alpha) = \sum_{i=1}^m f_i(\alpha) \quad (4.32)$$

$$g(\alpha) = \sum_{i=1}^m g_i(\alpha) \quad (4.33)$$

İkinci adım,  $r_{ij}, \forall i, j$  bulanık performans puanları elde edilene kadar tekrarlanır.

Adım 3: Bulanık ağırlıklar ve bulanık performans puanları çok kriterli karar verme problemlerindeki gibi toplanır.  $U_i, \forall i$  bulanık faydalar aşağıdaki denklemlerle hesaplanır:

$$U_i = \sum_{j=1}^n w_j r_{ij}, \forall i. \quad (4.34)$$

### Genişletilmiş Bulanık AHP Yöntemi

Performansı değerlendirilecek olan tedarikçiler yani alternatifler, elemanları  $x_1, x_2, \dots, x_n$  olan nesnelere kümesi, kullanılacak olan kriterler de elemanları  $u_1, u_2, \dots, u_m$  olan bir amaç kümesi olarak tanımlansın. Chang'ın genişletilmiş analiz yöntemine göre her bir tedarikçi bir amacı gerçekleştirmek üzere ele alınır. "Genişletilmiş" ifadesi ile nesnelere kümesinde yer alan her bir nesnenin her bir amacı ne kadar gerçekleştirdiği ifade edilmektedir. Bu yöntemle göre, her bir nesne ele alınarak her amaç için  $g_i$  değeri oluşturulur. Her bir amaç-nesne kümesinin ikili karşılaştırmasından  $m$  tane genişletilmiş analiz değeri aşağıdaki şekilde elde edilir.

$$M_{g_i}^1, M_{g_i}^2, \dots, M_{g_i}^m, i = 1, 2, \dots, n$$

Burada tüm  $M_{g_i}^j (j = 1, 2, \dots, m)$  değerleri üçgensel bulanık sayılardır.

Chang'ın genişletilmiş analiz yöntemi adımları aşağıda verilmiştir (Kahraman, 2004).

Adım 1: Bulanık yapay büyüklük değeri, i. nesneye göre şöyle tanımlanır:

$$S_i = \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \otimes \left[ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \right]^{-1} \quad (4.35)$$

$\sum_{j=1}^m M_{g_i}^j$  ifadesini elde etmek için,  $m$  değerleri üzerinde bulanık toplama işlemini belirli

bir matris için aşağıdaki gibi gerçekleştirmek

$$\sum_{j=1}^m M_{g_i}^j = \left( \sum_{j=1}^m l_j, \sum_{j=1}^m m_j, \sum_{j=1}^m u_j \right) \quad (4.36)$$

ve  $\left[ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \right]^{-1}$  ifadesini elde etmek için,  $M_{g_i}^j (j = 1, 2, \dots, m)$  değerleri üzerinde

bulanık toplama işlemini yapmak

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j = \left( \sum_{i=1}^n l_i, \sum_{i=1}^n m_i, \sum_{i=1}^n u_i \right) \quad (4.37)$$

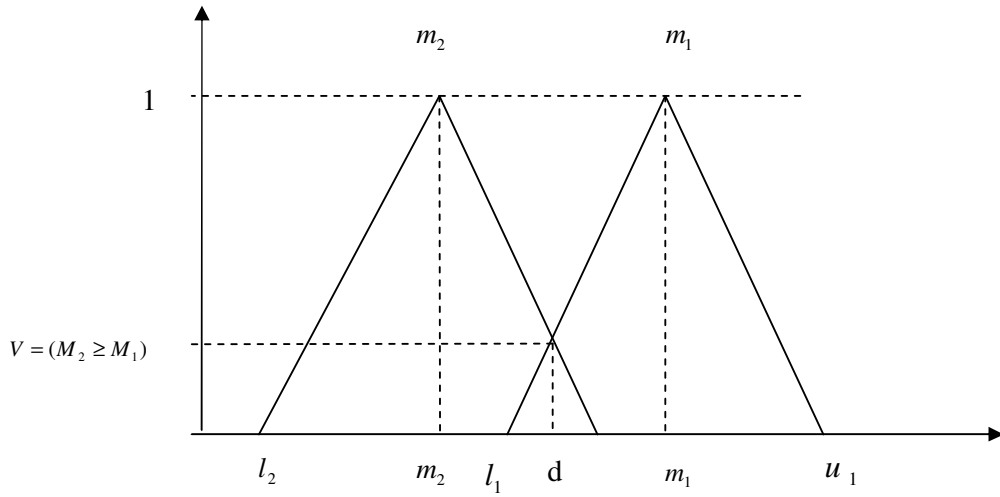
ve daha sonra (4.37) denklemindeki vektörün tersinin hesaplanması gerekir.

$$\left[ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \right]^{-1} = \left( \frac{1}{\sum_{i=1}^n u_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n m_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n l_i} \right) \quad (4.38)$$

Adım 2:  $M_2 = (l_2, m_2, u_2) \geq M_1 = (l_1, m_1, u_1)$  ifadesinin olasılık derecesi şu şekilde tanımlanır:

$$V = (M_2 \geq M_1) = \sup_{y \geq x} [\min(\mu_{M_1}(x), \mu_{M_2}(y))] \quad (4.39)$$

$M_1 = (l_1, m_1, u_1)$  ve  $M_2 = (l_2, m_2, u_2)$  konveks bulanık sayılar olmak üzere



Şekil 4.10:  $M_1$  ve  $M_2$  'nin Kesişimi (Yıldız, G., (2003), s:139)

$$V = (M_2 \geq M_1) = hgt(M_1 \cap M_2) = \mu_{M_2}(d) = \begin{cases} 1, & m_2 \geq m_1 \text{ ise} \\ 0, & l_1 \geq u_2 \text{ ise} \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)}, & \text{yoksa} \end{cases} \quad (4.40)$$

ifadesi elde edilir. Burada da, Şekil 4.10'da gösterildiği gibi ve arasındaki en yüksek kesişim noktası olan D'nin ordinatıdır.

$M_1$  ve  $M_2$ 'yi karşılaştırmak için,  $V = (M_1 \geq M_2)$  ve  $V = (M_2 \geq M_1)$  değerlerinin her ikisine de ihtiyaç duyulur.

Adım 3: Konveks bir bulanık sayının olasılık derecesinin k konveks bulanık sayıdan  $M_i$  ( $i = 1, 2, \dots, k$ ) daha büyük olması şu şekilde tanımlanabilir:

$$V = M \geq M_1, M_2, \dots, M_k = V[(M \geq M_1) \text{ ve } (M \geq M_2) \text{ ve } \dots \text{ ve } (M \geq M_k)] \quad (4.41)$$

$$= \min V(M \geq M_i), i = 1, 2, 3, \dots, k$$

$k = 1, 2, \dots, n$ ;  $k \neq j$  için  $d'(A_i) = \min V(S_i \geq S_k)$  olduğu düşünülürse ağırlık vektörü şu şekilde bulunur:

$$W' = (d'(A_1), d'(A_2), \dots, d'(A_n))^T \quad (4.42)$$

Adım 4: Normalize edilmiş ağırlık vektörleri,

$$W = (d(A_1), d(A_2), \dots, d(A_n))^T \quad (4.43)$$

olarak bulunur. Burada, W ağırlık vektörü bulanık bir sayı değildir.

Chang'ın yönteminde kullanılan bulanık önem dereceleri Tablo 4.4'te gösterilmiştir (Kaptanoğlu, D., Özok, A., (2006)).

Tablo 4.4: Bulanık önem dereceleri

	Üçgensel Bulanık Sayı	Üçgensel Bulanık Sayının Tersisi
1	(1, 1, 1)	(1/1, 1/1, 1/1)
2	(1, 2, 3)	(1/3, 1/2, 1/1)
3	(2, 3, 4)	(1/4, 1/3, 1/2)
4	(3, 4, 5)	(1/5, 1/4, 1/3)
5	(4, 5, 6)	(1/6, 1/5, 1/4)
6	(5, 6, 7)	(1/7, 1/6, 1/5)
7	(6, 7, 8)	(1/8, 1/7, 1/6)
8	(7, 8, 9)	(1/9, 1/8, 1/7)
9	(8, 9, 9)	(1/9, 1/9, 1/8)

Chang'ın geliştirdiği genişletilmiş bulanık AHP yöntemi kullanım kolaylığı ve işlem adımlarının klasik AHP'ye benzerliği nedeniyle sıkça kullanılan bir teknik olmuştur. Literatürde karşılaşılan, Chang'ın geliştirdiği bu yöntemle yapılan çalışmalar Tablo 4.5'te gösterilmektedir.

Tablo 4.5: Chang'ın geliştirdiği ynm ile yapılan alışmalar (Kaplan, S., (2007), s:39)

<b>Referans</b>	<b>Problem</b>
Kwong ve Bai (2003)	Müşteri talepleri önem ağırlıklarının tespit edilmesi
Kahraman ve ark. (2003)	Tesis yeri yerleşim
Bozdađ, Kahraman ve Ruan (2003)	Bilgisayar destekli imalat sistemi seçimi
Kahraman ve ark. (2003)	Gıda firması seçimi
Büyüközkan (2004)	Market yeri seçimi
Büyüközkan ve ark. (2004)	Yazılım geliştirme stratejilerinin seçimi
Tang ve Beynon (2005)	Otomobil eşidinin seçimi
Güner (2005)	Tedarikçi seçimi
Erensal ve ark. (2006)	Rekabetçi avantajlar, öncelikler ile rekabetçilik arasındaki bağlantının belirlenmesi.
Akman ve Alkan (2006)	Tedarikçi performanslarının değerlendirilmesi
Chan ve Kumar (2006)	Tedarikçi seçimi
Bozbura ve ark. (2007)	Kurumsal ve insan sermaye ölçüm göstergelerinin belirsizlik altında nceliklendirme kalitesinin geliştirilmesi



## 5. UYGULAMA

### 5.1.Giriş

Bu çalışma, Kocaeli’de kurulu bulunan ICM Makina ve Mühendislik Ltd. Şti.’de gerçekleştirilmiştir. Firma, 1996 yılında temizlik kağıtları üreten bir işletme olarak kurulmuştur. Bugün, 3800 m<sup>2</sup> kapalı alan içerisinde kendi tasarımı olan baskılı/baskısız peçete makinaları, tuvalet kağıdı makinaları, paketleme makinaları üretmektedir. Ürettiği bu makinaları iç pazarın yanında %80 oranında Amerika, Avrupa, Asya kıtasındaki birçok ülkeye ihraç etmeye devam etmektedir.

Firma, siparişe göre üretim yöntemiyle çalışmaktadır. Müşteriden sipariş alınıp üretim planı yapıldıktan sonra ürün reçeteleri doğrultusunda malzeme ihtiyaçları belirlenir ve malzeme talepleri yapılır. Bu aşamada, firmanın tedarikçileriyle işbirliği başlamaktadır. Malzemelerin talepleri birden çok teklif alınarak gerçekleştirilir. Hem siparişlerin yetiştirilmesi hem de malzemelerin işleme özellikleri bakımından malzemelerin imalatı birden çok tedarikçide yaptırılmaktadır. Tedarikçilerden teklifler alındıktan sonra işin hangi tedarikçide kalacağını hem fiyatlar hem de ICM’nin kendi bünyesinde tedarikçi değerlendirme sistemindeki tedarikçinin sıralaması belirlemektedir. Ancak, bu sistem tedarikçiye verilen malzeme miktarı ve sipariş sayısı temel alınarak oluşturulduğu için bazı noktalarda eksik kalmaktadır. Bu noktalar, bir tedarikçi firmaya miktarı çok olan ancak her birinin birim fiyatı düşük malzemelerden oluşan bir sipariş verildiğinde iade oranı, iade sipariş oranı gibi kriterler bu firmayı miktar sayısı ile orantılı olarak aşağı sıralara atmazken; makina yan şasesi gibi birim fiyatı yüksek, işleme süresi uzun ve aynı zamanda bir siparişteki adedi az olan bir malzemedeki iade oranı ve sipariş oranı gibi kriterler bu firmayı aşağı sıralara atabilmektedir. Bu durumun tersinden bakıldığında ise bir yan şase siparişindeki iade maliyet açısından çok yüklü olabilmektedir.

Çalışmada, çok kriterli karar verme problemlerinin çözümünde sıklıkla kullanılan AHP yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem, kullanım kolaylığı, nicel ve nitel kriterleri göz önünde bulundurması ve tedarikçi seçimi veya performans değerlendirmesi problemlerinde iyi sonuçlar vermesi sebebiyle tercih edilmiştir. Ancak klasik AHP’de

insan yargılarındaki belirsizlikler dikkate alınmadığı için karar vericinin kararı bundan etkilenmemektedir. AHP'nin bu dezavantajı göz önünde bulundurularak problem Bulanık AHP'de Chang tarafından geliştirilmiş olan Genişletilmiş Analiz Yöntemiyle de çözülmüştür. Uygulamalarına sıkça rastlandığı için problemin çözümünde üçgensel bulanık sayılar tercih edilmiştir.

Firmada oluşturulan tedarikçi değerlendirme sistemi sadece sayısal kriterleri göz önünde bulundurup konunun uzmanı kişilerin kişisel yargı ve düşüncelerini soyutlamaktadır. Bu çalışma, noksan kalan bu noktaları da kapsayacağı düşünülen AHP ve Bulanık AHP yöntemleri seçilen üç tedarikçi firmanın performansının değerlendirilmesini kapsamaktadır. Elde edilen sonuçlar, mevcut tedarikçi değerlendirme sistemi ile karşılaştırılmış olup uzmanların tecrübe ve görüşleri de eklendiğinde sonucun nasıl etkilendiğini göstermektedir.

## **5.2.ICM Makina ve Mühendislik'te Tedarikçi Performans Değerlendirme Sistemi**

Firmada, tedarikçilerin performanslarının değerlendirilmesi için 2007 Ağustos ayında hayata geçirilmiş "Tedarikçi Performans Sistemi" mevcuttur. Bu sistem, tedarikçilerin performanslarını denetleyip en ideal tedarikçileri belirlemek amacıyla oluşturulmuştur. Kriterler belirlenmiş ve 2007 Ağustos ayından beri veriler toplanmaktadır. Tedarikçilerden gelen malzemelerle ilgili bilgilerin yer aldığı Tedarikçi Sipariş İzleme Formu Görüntüsü Şekil 5.1'de gösterilmektedir. Uygulama bu verileri kapsayacak şekilde gerçekleştirilmiştir.

Bu formdan toplanan veriler Excel'de firma değerlendirmesinde kullanılmaktadır. Şekil 5.2'de Firma Değerlendirme Tablosu Görüntüsü gösterilmektedir. Firmalar 100 puan üzerinden değerlendirilmekte olup puan1 teslimdeki gecikme parametrelerini tanımlamaktadır. Gecikme için her tedarikçiye 50 tavan puan verilmiş, geç getirilen sipariş sayısı (-1) katsayısı ile, erken getirilen sipariş sayısı 0,7 katsayısı ile ve tam zamanında getirilen sipariş sayısı 0,5 katsayısı ile çarpılarak bunların toplanmasıyla puan 1 elde edilir. Puan 2 iade parametresini tanımlamakta olup her tedarikçiye puan 1'de olduğu gibi 50 tavan puan verilir. İade miktar (-1,25) katsayısı ile, iade sipariş de iade miktarda olduğu gibi (-1,25) katsayısı ile çarpılarak bunların toplamı puan 2'yi verir. Puan 3 ise sipariş sayısı parametrelerini tanımlamaktadır. Aşağıda tedarikçilerin hangi

sipariş aralığında kaç puan aldıkları Tablo 5.1’de gösterilmektedir. Örneğin bugüne kadar 10 sipariş almış bir tedarikçinin puan 3 türünden alacağı puan 15’dir.

Tablo 5.1: Sipariş sayısına göre tedarikçilerin aldığı puanlar

Sipariş Aralığı	Puan
0-5	0
5-15	15
15-30	30
30-45	45
45-60	60

Bu üç puan türünün toplamı ile tedarikçi puanı elde edilmektedir. Ancak, tedarikçilerin alabilecekleri en yüksek puanın 100 olması istendiği için bu değer normalize edilerek 85 üzerinden bir puan hesaplanması sağlanır. Kalite kontrol departmanlarının olması 10 puan, Kalite belgelerinin olması ise 5 puanlık katkı yaparak tedarikçilerin puanları 100 üzerinden değerlendirilir. Tedarikçilerin sınıflandırılması ise bu puan üzerinden gerçekleştirilir.

#### A Grubu: En İdeal Tedarikçi

Puanlandırma sonucu firma puanı +1 standart sapmanın üstünde puanlı olanlar bu gruba girer. Tekliflerde öncelikli firmalardır.

#### B Grubu: İdeal Tedarikçi

Puanlandırma sonucu firma ortalama puanı ile firma ortalama puanı +1 standart sapmanın arasındaki puanlı olan firmalar bu gruba girer. Teklif verilmesi uygun firmalardır.

#### C Grubu: Kendini Geliştirmesi Kaydıyla Çalışılabilir Tedarikçi

Puanlandırma sonucu firma ortalama puanı -1 standart sapmanın arasındaki puanlı olan firmalar bu gruba girer. 6 ayda bir yapılan değerlendirme sonucu 1 ay boyunca teklif alınmaz.

#### D Grubu: Çalışılmaz Tedarikçi

Puanlandırma sonucu firma ortalama puanı -2 standart sapmanın arasındaki puanlı olan firmalar bu gruba girer. 6 ayda bir yapılan değerlendirme sonucu 3 ay boyunca teklif alınmaz.

Tedarikçilerin sınıflandırması yapılarak hangi tedarikçinin hangi grupta yer aldığı belirlenir. Böylece, gelecek siparişlerde hangi tedarikçilerden teklif alınacağı belirlenir.

TEDARİKÇİ SİPARİŞ İZLEME FORMU														
SATIN ALMA MÜDÜRÜ							KK. SORUMLUSU / AMBAR SORUMLUSU							MUHASEBE MÜDÜRÜ
SİPARİŞ VERİLEN MAKİNA ÇİNSİ	EVRAK NO	EVRAK TARİHİ	TEDARİKÇİ KOD NO	TERMİN TARİHİ	TOPLAM SİPARİŞ MİKTARI	CEZAI MÜEYYİDESİ VAR MI? (E/H)	TESLİM TARİHİ	K.K. BAŞLANGIÇ TARİHİ	K.K. BİTİŞ TARİHİ	FAR K (GÜN)	TOPLAM İADE ADEDİ	İCM MLZ. İADE TARİHİ	TEDARİKÇİ İADE TESLİM TARİHİ	CEZAI İŞLEM FATURASI KESİLDİ Mİ? (E/H)
07/077	3245	10.03.2008	TD110013	21.03.2008	17	E/VET	22.03.2008	23.03.2008	23.03.2008	1				
08/011 - 07/082	3262	12.03.2008	TD110013	21.03.2008	4	E/VET	22.03.2008	24.03.2008	27.03.2008	1				
08/011 - 07/082	3263	12.03.2008	TD110065	17.03.2008	4	E/VET	15.03.2008	16.03.2008	16.03.2008	-2				
07/082-08/007-011	3287	17.03.2008	TD110065	28.03.2008	25	E/VET	02.04.2008	02.04.2008	03.04.2008	5	2	02.04.2008	03.04.2008	
07/082-08/007-011	3291	17.03.2008	TD110031	28.03.2008	90	E/VET	29.03.2008	01.04.2008	02.04.2008	1	1	01.04.2008	02.04.2008	
07/082-08/007-011	3297	17.03.2008	TD110034	28.03.2008	35	E/VET	28.03.2008	29.03.2008	29.03.2008	0				
07/082-08/007-011	3298	17.03.2008	TD110024	28.03.2008	40	HAYIR	26.03.2008	26.03.2008	27.03.2008	-2				
07/082-08/007-011	3299	17.03.2008	TD110095	28.03.2008	12	E/VET	28.03.2008	28.03.2008	28.03.2008	0				
07/082-08/007-011	3300	17.03.2008	TD110032	28.03.2008	27	E/VET	28.03.2008	28.03.2008	02.04.2008	0	8	29.03.2008	02.04.2008	
08/006	3304	18.03.2008	TD110065	24.03.2008	1	E/VET	24.03.2008	24.03.2008	24.03.2008	0				
08/007-011	3319	20.03.2008	TD110039	24.03.2008	15	E/VET	25.03.2008	25.03.2008	27.03.2008	1	2	25.03.2008	27.03.2008	
08/007	3345	22.03.2008	TD110026	26.03.2008	5	E/VET	28.03.2008	02.04.2008	02.04.2008	2				

Şekil 5.1: Sipariş İzleme Formu Görüntüsü

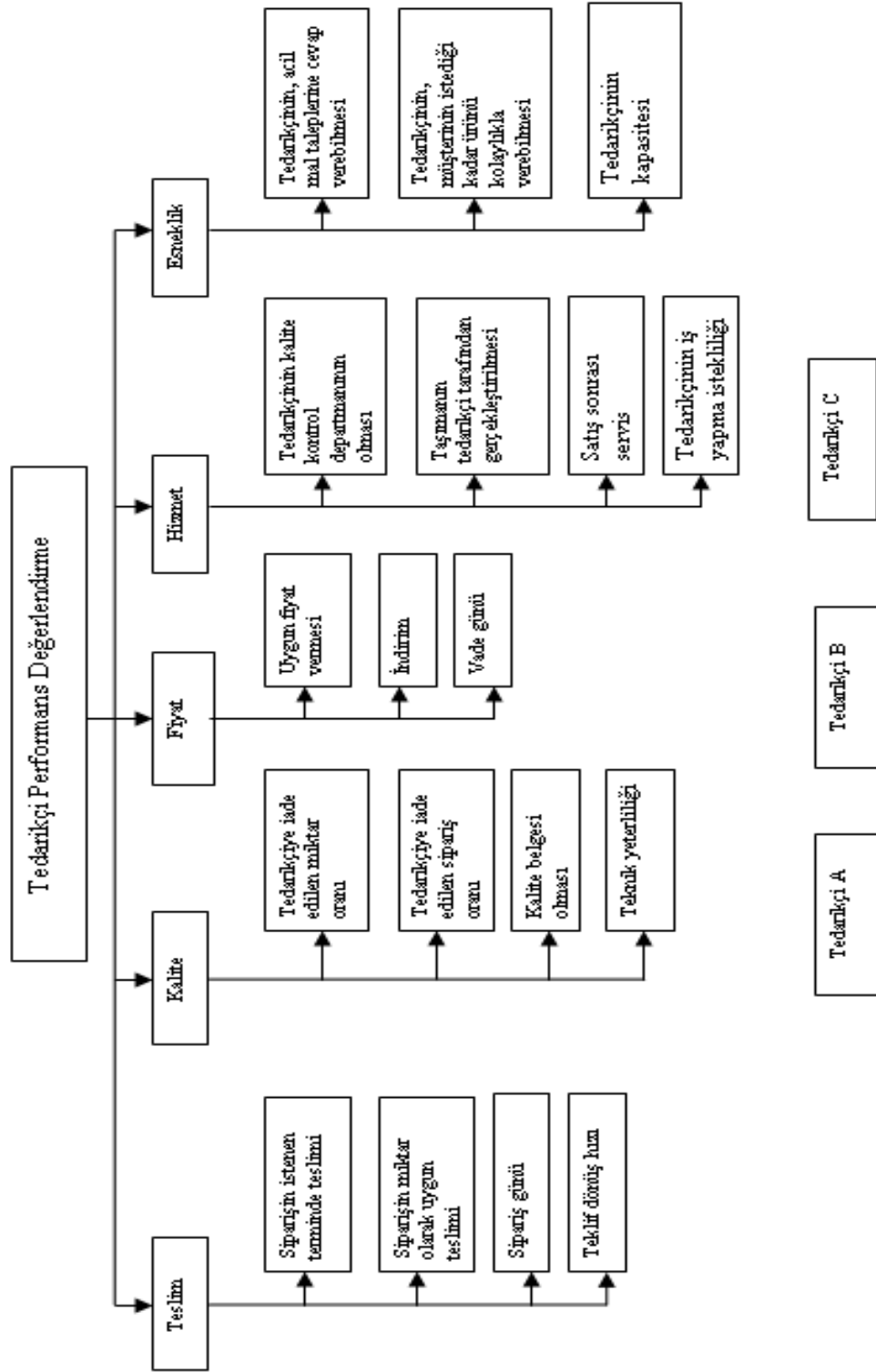
Tedarikçi Kodu	Sipariş Sayısı	Termin Süresi	Gerçekleşen Sipariş Süresi	İade miktarı	Sipariş İade sayısı	Toplam Parça Adeti	Termin Geçikme Oranı	Geç Getirme %	Geç Getirme	Erken Getirme	İade Miktarı Oranı	İade Etme %	İade Sipariş Oranı	Ort. Sipariş Dönüş Süresi	puan 1	puan 2	puan 3	puan	100 P	GRUP	KK	ISO
TD110033	46	580	530	138	11	1509	-8,6	0,0	14	23	9,1	22,1	23,9	11,5	54,0	12,4	60,0	126,4	82,1	A	0,0	0,0
TD110012	32	644	525	68	5	1522	-18,5	0,0	11	19	4,4	10,9	15,6	16,4	49,8	27,7	45,0	122,5	79,5	A	0,0	0,0
TD110093	5	71	66	0	0	134	-7,0	0,0	0	1	0,0	0,0	0,0	13,2	54,2	50,0	119,2	77,4	A	0,0	0,0	
TD110058	10	144	137	0	0	347	-4,9	0,0	6	3	0,0	0,0	0,0	13,7	47,7	50,0	112,7	73,2	A	0,0	0,0	
TD110098	6	69	95	0	0	204	37,7	7,5	4	0	0,0	0,0	0,0	15,8	47,5	50,0	112,5	73,1	A	0,0	0,0	
TD110065	19	240	213	56	4	611	-11,3	0,0	4	10	9,2	9,0	21,1	11,2	56,1	15,2	30,0	101,3	65,8	B	0,0	0,0
TD110120	1	12	7	0	0	62	-41,7	0,0	0	1	0,0	0,0	0,0	7,0	55,7	50,0	105,7	68,6	ADAY TEDARİKÇİ	0,0	0,0	
TD110094	2	33	31	0	0	43	-6,1	0,0	0	1	0,0	0,0	0,0	15,5	51,8	50,0	101,8	66,1	ADAY TEDARİKÇİ	0,0	0,0	
TD110002	5	130	191	0	0	68	46,9	17,6	4	0	0,0	0,0	0,0	39,2	36,0	50,0	101,0	65,6	B	0,0	0,0	
TD110082	4	100	69	0	0	92	-31,0	0,0	1	3	0,0	0,0	0,0	17,3	50,5	50,0	100,5	65,3	ADAY TEDARİKÇİ	10,0	5,0	
TD110083	37	574	806	31	3	450	40,4	66,9	28	5	6,9	5,0	8,1	21,8	23,9	31,6	45,0	100,4	62,2	B	0,0	0,0
TD110092	1	26	26	0	0	22	0,0	0,0	0	0	0,0	0,0	0,0	26,0	46,1	50,0	0,0	96,1	62,4	ADAY TEDARİKÇİ	0,0	0,0
TD110024	4	79	81	0	0	146	2,5	0,6	3	1	0,0	0,0	0,0	20,3	46,0	50,0	0,0	96,0	62,4	ADAY TEDARİKÇİ	0,0	0,0
TD110097	2	47	49	0	0	39	4,3	0,6	1	0	0,0	0,0	0,0	24,5	45,8	50,0	0,0	95,8	62,2	ADAY TEDARİKÇİ	10,0	0,0
TD110088	6	92	92	4	1	1094	0,0	0,0	4	2	0,4	0,6	16,7	15,3	48,0	32,8	15,0	95,8	62,2	B	0,0	0,0
TD110070	1	23	24	0	0	4	4,3	0,3	1	0	0,0	0,0	0,0	24,0	45,7	50,0	0,0	95,7	62,1	ADAY TEDARİKÇİ	10,0	0,0
TD110106	1	18	24	0	0	50	33,3	1,7	1	0	0,0	0,0	0,0	24,0	45,7	50,0	0,0	95,7	62,1	ADAY TEDARİKÇİ	0,0	0,0
TD110099	1	23	26	0	0	17	13,0	0,9	1	0	0,0	0,0	0,0	26,0	44,7	50,0	0,0	94,7	61,5	ADAY TEDARİKÇİ	0,0	0,0
TD110048	5	74	116	0	0	174	56,8	12,1	5	0	0,0	0,0	0,0	23,2	42,1	50,0	15,0	107,1	63,5	B	0,0	0,0
TD110041	5	88	112	4	1	319	14,3	4,0	3	0	1,3	0,6	20,0	22,4	45,3	28,1	15,0	88,4	57,4	B	0,0	0,0
TD110026	8	77	139	11	3	196	80,5	17,9	3	2	5,6	1,8	37,5	17,4	49,2	4,1	15,0	68,3	44,3	C	0,0	0,0
TD110050	5	253	123	2	1	29	-51,4	0,0	0	5	6,9	0,3	20,0	24,6	48,9	19,7	15,0	83,5	54,2	C	0,0	0,0
TD110086	9	109	196	12	2	528	79,8	25,1	7	1	2,3	1,9	22,2	21,8	41,7	24,4	15,0	81,0	52,6	C	0,0	0,0
TD110034	4	60	53	4	1	70	-11,7	0,0	0	2	5,7	0,6	25,0	13,3	53,8	16,4	0,0	70,3	45,6	ADAY TEDARİKÇİ	0,0	0,0
TD110039	8	92	99	23	3	115	7,6	2,0	1	0	20,0	3,7	37,5	12,4	54,3	0,0	15,0	69,3	45,0	C	0,0	0,0
TD110032	10	178	125	38	5	801	-29,8	0,0	2	4	4,7	6,1	50,0	12,5	54,0	0,0	15,0	69,0	44,8	C	0,0	0,0
TD110087	4	53	147	1	1	155	177,4	27,1	3	0	0,6	0,2	25,0	36,8	37,7	24,0	0,0	61,7	40,1	ADAY TEDARİKÇİ	0,0	0,0
TD110031	10	188	177	20	5	615	-5,9	0,0	3	4	3,3	3,2	50,0	17,7	50,0	0,0	15,0	65,0	42,2	C	0,0	0,0
TD110044	14	203	290	117	6	691	42,9	25,1	8	4	16,9	18,8	42,9	20,7	43,1	0,0	15,0	58,1	37,7	D	0,0	0,0
TD110103	5	105	155	7	2	122	47,6	14,4	4	1	5,7	1,1	40,0	31,0	39,7	1,4	15,0	56,1	36,4	D	0,0	0,0
TD110032	2	17	21	4	1	25	23,5	1,2	1	0	16,0	0,6	50,0	10,5	52,8	0,0	0,0	52,8	34,3	ADAY TEDARİKÇİ	10,0	5,0
TD110011	2	17	22	4	1	91	29,4	1,4	1	0	45,1	6,6	50,0	11,0	52,6	0,0	0,0	52,6	34,1	ADAY TEDARİKÇİ	0,0	0,0
TD110078	10	218	262	13	5	120	20,2	12,7	10	0	10,8	2,1	50,0	26,2	35,6	0,0	15,0	50,6	32,8	D	0,0	0,0
TD110068	2	37	47	1	1	164	27,0	2,9	1	0	6,7	1,8	100,0	23,5	46,3	0,0	0,0	46,3	30,1	ADAY TEDARİKÇİ	0,0	0,0
TD110062	4	98	92	4	2	80	-6,1	0,0	2	2	5,0	0,6	50,0	23,0	46,2	0,0	0,0	46,2	30,0	ADAY TEDARİKÇİ	10,0	5,0
TD110047	4	62	87	12	3	312	40,3	7,2	3	1	3,8	1,9	75,0	21,8	45,3	0,0	0,0	45,3	29,4	ADAY TEDARİKÇİ	0,0	0,0
TD110032	2	34	50	3	1	25	47,1	4,6	2	0	12,0	0,5	50,0	25,0	44,2	0,0	0,0	44,2	28,7	ADAY TEDARİKÇİ	0,0	0,0

Şekil 5.2: Firma Değerlendirme Tablosu Görüntüsü

### **5.3.Tedarikçi Performans Değerlendirme Kriterleri**

Firma, siparişe göre üretim yaptığı için zaman faktörü çok büyük önem taşımaktadır. Tedarikçiden talep edilen malzemenin tedarikçiye tekrar işlemesi için iade edilmesi üretilecek makinanın beklemesi demek olup firmaya görünmeyen bir maliyet yaratmaktadır. Bu nedenle, tedarikçilerin çok iyi değerlendirilmesi ve teklif aşamasında isabetli seçimler yapılması firma karlılığı açısından büyük öneme sahiptir.

Tedarikçileri değerlendirirken göz önüne alınabilecek çok sayıda kriter bulunmaktadır. Burada önemi olan kriterlerin hem firmanın istekleri hem de tedarikçi değerlendirmek için doğru kriterler olup olmadıkları göz önüne alınmıştır. Kriterler belirlenirken uzman görüşlerine başvurulmuş ve bu değerlendirmede görmek istedikleri kriterler beş ana başlık altında toplanmıştır. İzleyen bölümde ana ve alt kriterler açıklanmıştır.. Uzman görüşleriyle belirlenen bu kriterler doğrultusunda üç tedarikçi firma performans değerlendirmesine konu olmuştur. Şekil 5.3'te kriterler ve hiyerarşik yapı gösterilmektedir



Şekil 5.3: Problemin hiyerarşik yapısı

### **5.3.1.Teslim ana kriteri**

Tedarikçilerden talep edilen malzemelerin, makinanın üretilip müşteriye zamanında teslimi için istenen terimde gelmesi gerekmektedir. Siparişin istenen terimde teslimi, miktar olarak uygun teslimi, sipariş gün sayısı ve teklif dönüş hızı alt kriterlerini kapsamaktadır.

Siparişin istenen terimde teslimi: Makina üretim planları tedarikçinin, firmanın istediği tarihte ürünü hazır edeceği göz önüne alınarak yapılmaktadır. Tedarikçinin, malzemeleri istenen terimde getirmemesi makinanın planlanan sürede üretilmemesi ve dolayısıyla siparişin gecikmesidir. Bu nedenle, kriterleri belirleyen uzmanların özellikle üzerinde durdukları noktalardan biri olmuştur.

Siparişin miktar olarak uygun teslimi: Siparişin istenen terimde getirilmesi kadar sipariş içinde bulunan malzeme kalemlerinin de tam olarak getirilmesi önem taşımaktadır. Malzemelerin termininde ancak siparişin içindeki miktar olarak eksik teslim edilmesi makinanın montajını etkileyen faktörlerdendir. Bu durum dikkate alındığında bu faktörün de performans değerlendirme de yer alması uygun görülmüştür.

Sipariş günü: Siparişin en kısa sürede üretilmesi tedarikçileri değerlendirmek açısından bir kriter olarak alınmıştır. Talep yapılırken tedarikçilerin ne kadar sürede sipariş tamamlamaları gerektiği ile ilgili bir termin tarihi belirtilmektedir. Ancak tedarikçiler kendi tamamlayabilecekleri süreleri de teklif alınırken belirtmektedirler. Siparişin hangi tedarikçi tarafından üretileceğine bakılırken istenen termine en yakın süreyi veren tedarikçi göz önünde bulundurulmaktadır. Bu nedenle sipariş günü de bir değerlendirme ölçütü olarak ele alınmıştır.

Teklif dönüş hızı: Teslim ana kriterini etkileyen bir diğer ölçüt de teklif dönüş hızıdır. Bu değerlendirme kriteri, tedarikçilerden teklif alınması sırasında tedarikçilerin teklife ne kadar hızlı olarak cevap verebildiklerini değerlendirmektedir. Bu kriterin teslim ana kriteri arasında ele alınma sebebi, teklif dönüşünü geciktiren bir tedarikçi nedeniyle diğer tedarikçilerin de tekliflerinin kıyaslanamaması ve bunun sonucunda siparişin değerlendirilememesi olmaktadır. Bu durum da siparişin gecikmesine ve malzemelerin de geç üretilmesine neden olmaktadır.



### **5.3.2.Kalite ana kriteri**

Makina montajının sürekliliğinin sağlanabilmesi ve zamanına tamamlanabilmesi için tedarikçi firmaya verilen resimlerdeki kalite özelliklerini sağlaması gerekmektedir. Resimlerdeki standart ve özellikleri sağlamayan malzemeler tekrar işlenmek üzere tedarikçi firmaya iade edilmektedir.

Tedarikçiye iade edilen miktar oranı: Tedarikçinin aldığı bir sipariş içinden kaç adet malzemeyi hatalı ürettiği kontrol edilmek istenmiştir. Bu alt kriter ile siparişlerin içindeki malzeme miktarındaki farklılıklar da göz önünde bulundurularak değerlendirilmektedir.

Tedarikçiye iade edilen sipariş oranı: Tedarikçinin miktar dışında aldığı her sipariş temelinde hatalı üretiminden kaynaklanan geri dönüşlerin oranını bildirmektedir.

Bu iki alt kriterin kişisel yargılarla değerlendirilmesinin, tedarikçilerin performanslarını gerçekçi bir şekilde değerlendirmede doğru olmayacağı düşünülüp firmada mevcut olan tedarikçi performans değerlendirme sistemi için toplanan veriler analiz edilip bu nicel verilerin oranları Expert Choice'a aktarılmıştır.

Kalite belgesinin olması: Tedarikçi firmanın kalite belgesinin olması belirli şartları sağladığının kanıtı olarak düşünülmektedir. Bu alt kriter ile tedarikçinin performansını, bu belgenin varlığının ne ölçüde etkilediğinin cevabını aranmaktadır.

Tedarikçinin teknik yeterliliği: Tedarikçilerin işleriyle ilgili tecrübeleri, know-how seviyeleri de tedarikçilerin performansının değerlendirilmesinde önemli bir kriter olarak ele alınmaktadır. Dickson'un da 1966 yılında gerçekleştirdiği çalışmada, teknik açıdan yeterlilik kriterinin 23 kriter arasından 7. sırada yer alması öneminin bir kanıtı olarak gösterilebilir.

### **5.3.3.Fiyat ana kriteri**

Bir işletmenin en önemli varlık sebebi karlılıktır. Karlılık üretim maliyetlerini ve kayıp süreçleri minimize ederek maksimize edilebilir. Üretim maliyetlerini minimize ederek karlılık elde etmek istenmektedir. Bu nedenle de tedarikçilerden alınan malzemelerin fiyatları, tedarikçi performans değerlendirmesinde etkili olan bir diğer faktördür.

Uygun fiyat vermesi: Burada uygun fiyat ile anlatılmak istenen üretilecek sipariş için tedarikçilerin talep ettikleri ücretin seviyesidir.

İndirim: Bu alt kriter, tedarikçilerden teklifler toplanırken tedarikçilerin sipariş üzerinden yaptığı indirimleri açıklamaktadır. Firmada kullanılan otomasyon altyapısının yetersizliği ve mevcut tedarikçi performans değerlendirme sisteminin iskontoları takip etmiyor olmasından dolayı uzman görüşlerine başvurulmuştur.

Vade günü: Malzeme alındıktan sonra tedarikçinin ödeme yapılmasında sağladığı kolaylıktır. Seçilen üç firma da fatura tarihinden itibaren 60 gün süreyle çalışmaktadır.

#### **5.3.4.Hizmet ana kriteri**

Bu kriterle elde edilmek istenen tedarikçi firmaların, ICM'ye sağladıkları hizmetlerin beklentiyi ne ölçüde karşıladığını ölçmektir.

Tedarikçinin kalite kontrol departmanının olması: Tedarikçinin, işlediği malzemeyi ICM'ye getirmeden önce çıkış kalite kontrol departmanının olması hataları önceden tespit edebilmesini sağlamaktadır. Böylece, iade miktar ve iade sipariş oranları azalması ve buna bağlı olarak tedarikçinin performans derecesinin yükselmesi beklenmektedir.

Taşımanın tedarikçi tarafından karşılanması: Taşımanın tedarikçi firma tarafından karşılanması firmadaki malzeme taşıma maliyetlerini minimize etmektedir. Aynı zamanda, tedarikçi firma taşıma ve taşımadan kaynaklanabilecek sorunları da üstlenmiş olmaktadır.

Satış sonrası servis: Tedarikçi firmanın, yaşanan bir probleme yaklaşım tarzını, sorunu sahiplenmesini ve konuya gösterdiği hassasiyeti açıklamaktadır.

Tedarikçinin iş yapma istekliliği: Bu kriter ile tedarikçi firmanın ICM ile çalışma isteği ölçülmek istenmiştir.

### **5.3.5.Esneklik ana kriteri**

Tedarikçi firmanın, ICM'nin isteklerine kolay uyum sağlayabilmesi, beklentilerini karşılayabilmesini açıklamakta olup acil mal taleplerine cevap verebilmesi ve firmanın istediği kadar ürünü kolaylıkla verebilmesi, tedarikçinin kapasitesi alt kriterlerini kapsar.

Tedarikçinin, müşterinin acil mal taleplerine cevap verebilmesi: Tedarikçi firmanın, acil malzemeler için teklif alındığında bunları üretebilme taahhüdü vermesi performans derecesini de arttıracaktır. Ayrıca, tedarikçi firmanın ICM ile iş yapma isteğini de ortaya koymaktadır.

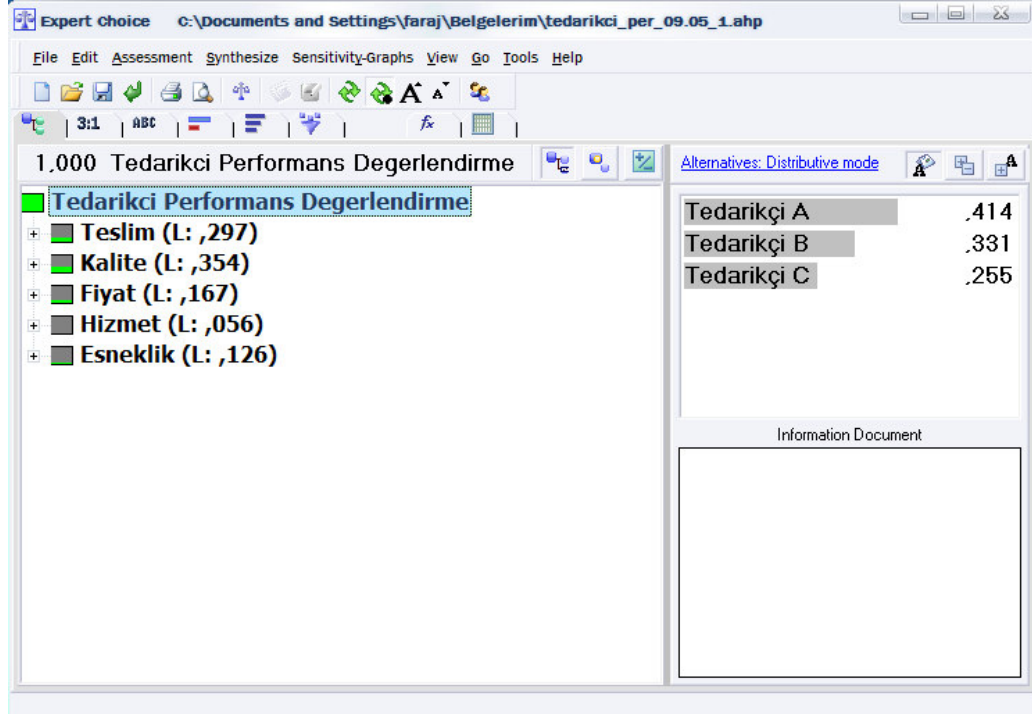
Tedarikçinin, müşterinin istediği kadar ürünü kolaylıkla verebilmesi: Tedarikçi firmanın iş yapabilme yeteneğini açıklamaktadır.

Tedarikçinin kapasitesi: Tedarikçinin kapasitesi kriteri de, performans değerlendirmede kullanılmaktadır. Firmasında bulunan makina parkı, kapasitesini belirleyen bir etkidir. Bu kriterde, tedarikçilerin sahip olduğu makinaları birbirlerine oranlanarak bir kıyaslama yapılmıştır.

### **5.4.AHP Yöntemi İle Problemin Çözümü**

Ele alınan problemde ana kriterlerin birbirleriyle karşılaştırmaları ile başlanıp alt kriterler düzeyinde karşılaştırmalar yapılmıştır. Uygulamada, Expert Choice Trial 11.5 paket programı kullanılmıştır.

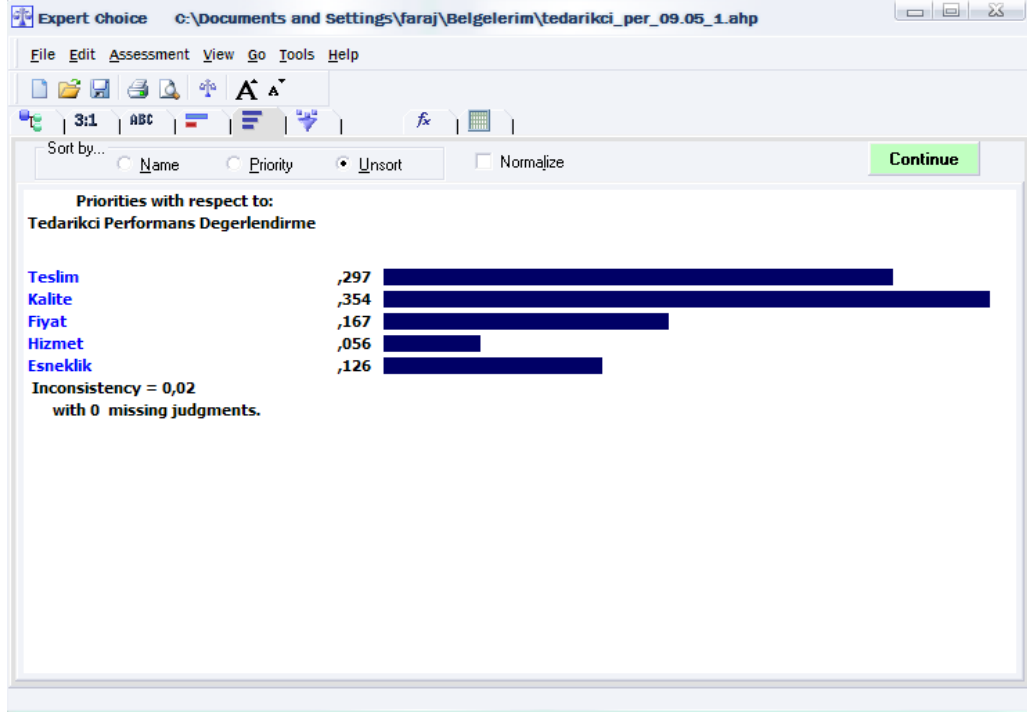
Tedarikçi Performans Değerlendirme amacını karşılamaya yönelik oluşturulmuş Expert Choice ön görünümü Şekil 5.4'te gösterilmektedir.



Şekil 5.4: Expert Choice ön görünümü

Karşılaştırmalar bu programa aktarılarak çözümler kolaylıkla elde edilmiştir. Bu paket program duyarlılık analizi yapılmasına olanak sağladığı için değişen parametreler karşısında tedarikçilerin performansının da ne ölçüde değiştiğini göstermektedir. Tablo 5.2’de ana kriterler için karşılaştırma matrisi yer almaktadır.

Şekil 5.5’te ana kriterlerin amaca olan etkisinin Expert Choice programındaki görüntüsü yer almaktadır.

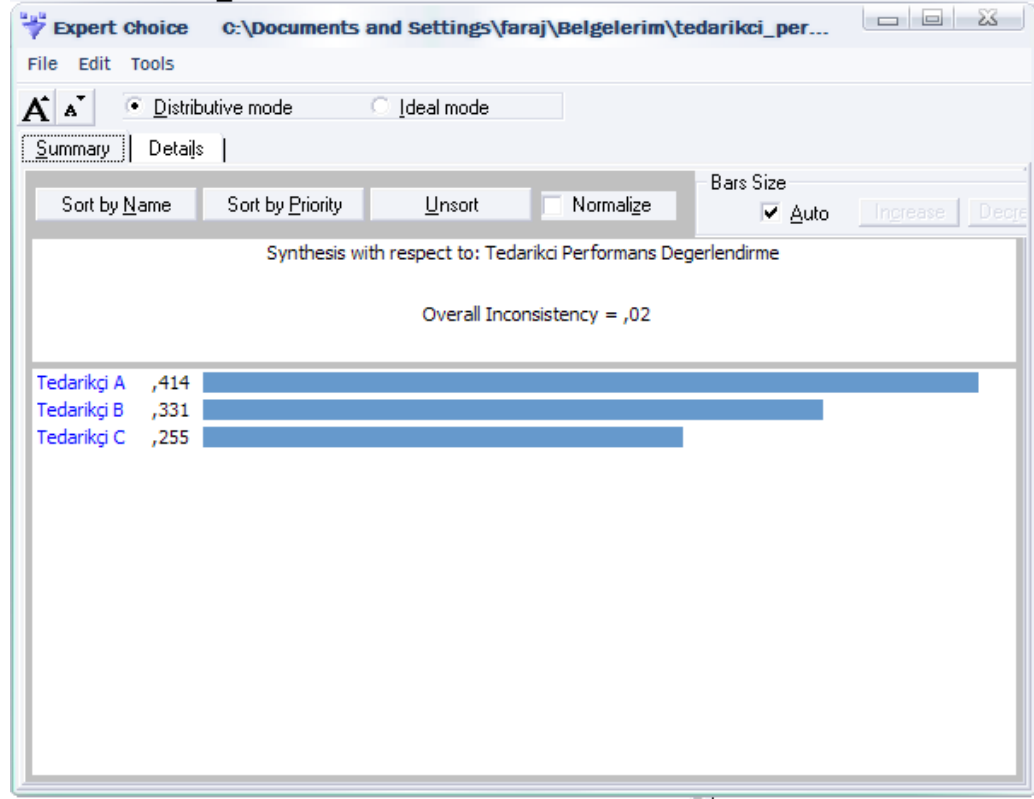


Şekil 5.5: Ana kriterlerin amaca olan etkisi

Tablo 5.2: Ana kriterler için ikili karşılaştırma matrisi

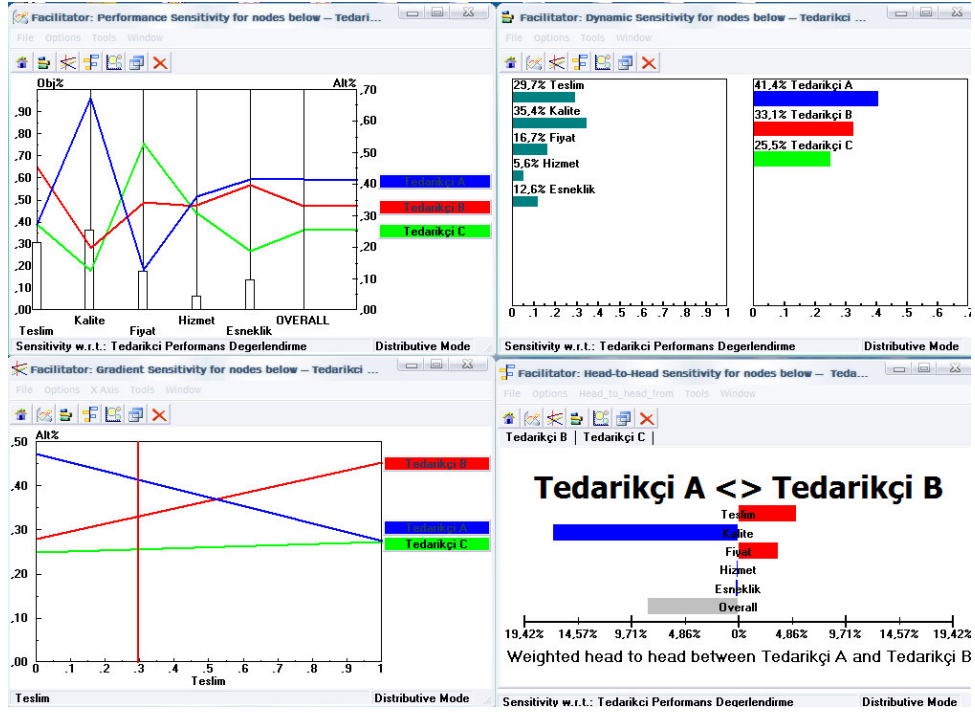
Tedarikçi Performans Değerlendirme	Teslim	Kalite	Fiyat	Hizmet	Esneklik
Teslim	1	1	2	5	2
Kalite	1	1	3	5	3
Fiyat	1/2	1/3	1	3	2
Hizmet	1/5	1/5	1/3	1	1/3
Esneklik	1/2	1/3	1/2	3	1

Tedarikçilerin tedarikçi performans değerlendirme amacına yönelik olarak aldıkları öncelik değerleri ve sıralamaları aşağıdaki şekilde gösterilmektedir. Expert Choice programının özet görüntüsü olan Şekil 5.6'dan da anlaşılacağı gibi Tedarikçi A %41,4'lük oranla en yüksek performansa sahip alternatiftir. Tedarikçi A'yı %33,1 oranla Tedarikçi B izlemektedir. Son sırada %25,5 oranıyla Tedarikçi C'nin yer aldığı görülmektedir. Yüzdelik oranlardan da anlaşılacağı üzere Tedarikçi A'nın performansı, Tedarikçi C'nin performansından hemen hemen 2 kat daha iyidir. Problemin genel tutarlılık oranı %2 çıkmıştır, bu oran %10 sınırının altında kaldığı için hesaplamaların tutarlı olduğunu göstermektedir.



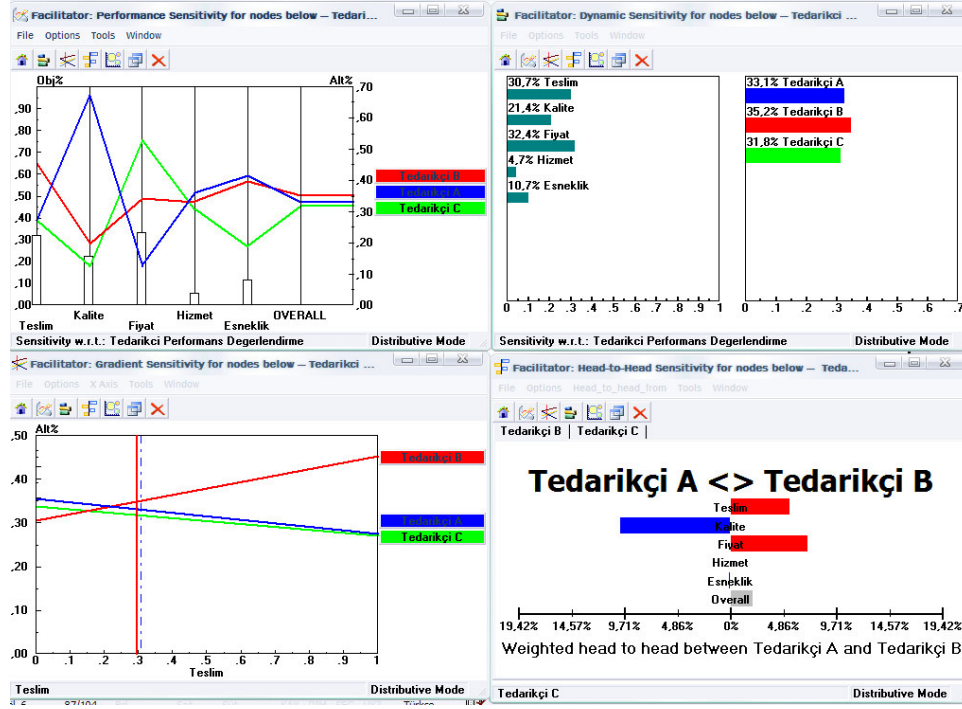
Şekil 5.6 : Expert Choice programında sonuç görünümü

Expert Choice programı problem üzerinde duyarlılık analizi yapılmasını sağlar. Bu özelliği ile Expert Choice programı amacı etkileyen kriterlerin öncelik değerlerinin değişmesi ile alternatiflerin nasıl etkileneceğini göstermektedir. Şekil 5.7’de sonuca göre elde edilen duyarlılık analizi grafikleri toplu halde gösterilmektedir.



Şekil 5.7: Expert Choice ile tedarikçi performans değerlendirme sonuç grafikleri

Teslim kriterinin öncelik değeri %29,7'den %30,7'ye, fiyat kriterinin öncelik değeri %16,7'den %32,4'e çıkarıldığında ve hizmet kriterinin öncelik değeri %5,6'dan %4,7'ye ve esneklik kriterinin öncelik değeri %12,6'dan %10,7'ye aynı zamanda kalite kriterinin %35,4 olan öncelik değeri %21,4'e düşürüldüğündeki sonuçlar aşağıdaki şekilde gösterilmektedir. Duyarlılık analizlerinden de anlaşılacağı gibi, tedarikçilerin performans değerlendirmesindeki öncelik değerleri değişmiştir. Böylece, Tedarikçi A %41,4'lük öncelik değerinden %33,1'e düşmüş, Tedarikçi B %33,1'den %35,2'ye yükselerek ilk sırayı almıştır. Tedarikçi C'nin ise sıralamadaki yerini koruduğu ancak öncelik değerinde %25,5'ten %31,8'e yükseldiği görülmüştür. Kriterlerin değiştirilmesiyle elde edilen sonuçların grafikleri Şekil 5.8'de gösterilmektedir.



Şekil 5.8: Kriterlerin öncelik değerlerinin değiştirilmesiyle elde edilen sonuç grafikleri

## 5.5. Bulanık AHP Yöntemi İle Problemin Çözümü

Problemin Bulanık AHP yöntemi ile çözümünde Chang'ın geliştirdiği Genişletilmiş Analiz Yöntemi kullanılmıştır. AHP yönteminde kullanılan ana ve alt kriterler bu bölümde de temel alınarak tedarik performans değerlendirme problemine çözüm aranmıştır.

AHP çözümünde matrislerin tutarlılık oranları Expert Choice programı tarafından edildiği için tekrar kontrol edilmesine gerek kalmamıştır. Ayrıca, matrislerdeki değerler Tablo 4.4'te bulanık önem derecelerine göre üçgensel sayılar haline getirilerek bulanıklaştırılmıştır. Amaca yönelik bulanık karşılaştırma matrisi Tablo 5.3'te gösterilmektedir.



Tablo 5.3: Ana kriterler için bulanık karşılaştırma matrisi

Tedarikçi Performansı Değerlendirme	Teslim	Kalite	Fiyat	Hizmet	Esneklik
Teslim	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 2, 3)	(4, 5, 6)	(1, 2, 3)
Kalite	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(2, 3, 4)	(4, 5, 6)	(1, 2, 3)
Fiyat	(1/3, 1/2, 1)	(1/4, 1/3, 1/2)	(1, 1, 1)	(2, 3, 4)	(1, 2, 3)
Hizmet	(1/6, 1/5, 1/4)	(1/6, 1/5, 1/4)	(1/4, 1/3, 1/2)	(1, 1, 1)	(1/4, 1/3, 1/2)
Esneklik	(1/3, 1/2, 1)	(1/4, 1/3, 1/2)	(1/3, 1/2, 1)	(2, 3, 4)	(1, 1, 1)

Karşılaştırma matrisine göre,

$$S_T=(8, 11, 14) \otimes (1/49.50, 1/38.23, 1/28.33)=(0.162, 0.288, 0.494) \quad (5.1)$$

$$S_K=(10, 13, 16) \otimes (1/49.50, 1/38.23, 1/28.33)=(0.202, 0.34, 0.565) \quad (5.2)$$

$$S_F=(4.58, 6.83, 9.50) \otimes (1/49.50, 1/38.23, 1/28.33)=(0.093, 0.179, 0.335) \quad (5.3)$$

$$S_H=(1.83, 2.07, 2.50) \otimes (1/49.50, 1/38.23, 1/28.33)=(0.037, 0.054, 0.088) \quad (5.4)$$

$$S_E=(3.92, 3, 7.50) \otimes (1/49.50, 1/38.23, 1/28.33)=(0.079, 0.139, 0.265) \quad (5.5)$$

değerleri elde edilir. Hesaplanan öncelik değerleri ile  $W'=(0.83, 1, 0.35, 0, 0.22)$  vektörü bulunur. Bu vektörün değerlerin normalizasyonu ile ana kriterlerin öncelik değerleri elde edilir  $W=(0.35, 0.42, 0.14, 0, 0.09)^T$

Ana ve alt kriterlere ait bulanık karşılaştırma matrislerinin hesaplamalarının yapılmasıyla tedarikçilerin ana ve alt kriterlere ait öncelik değerleri bulunur. Bu karşılaştırmaların yapıldığı tablolar Ek D ve Ek E'de, hesaplamalardan elde edilen öncelik değerleri de Ek F'de gösterilmektedir.

Ana ve alt kriterler temel alınarak yapılan hesaplamaların hepsi birleştirilerek alternatiflerin öncelik değerleri elde edilir. Elde edilen sonuçlar Tablo 5.4'te gösterilmektedir.

Tablo 5.4: Tedarikçilerin öncelik değerleri

	Teslim	Kalite	Fiyat	Hizmet	Esneklik	Önem Ağırlıkları
Ağırlık	0,35	0,42	0,14	0	0,09	
Tedarikçiler						
Tedarikçi A	0,3	0,87	0	0,33	0,445	0,51
Tedarikçi B	0,7	0,08	0,25	0,33	0,43	0,35
Tedarikçi C	0	0,05	0,75	0,33	0,125	0,14

Tedarikçi performans değerlendirme problemi bulanık AHP yöntemi ile çözüldüğünde sıralamanın değişmediği gözlenmiştir. Tedarikçi A %51 ile ilk sırada yer alırken Tedarikçi B %35 ile ikinci sırada, Tedarikçi C ise %14 ile üçüncü sırada yer almaktadır.

### 5.6.Yöntemlerden Elde Edilen Sonuçların Değerlendirilmesi

ICM Makina ve Mühendislik'te oluşturulmuş olan tedarikçi performans değerlendirme sistemine göre Tedarikçi B, 100 üzerinden 85 puan alarak ilk sırada, Tedarikçi A 68 puan alarak ikinci sırada, Tedarikçi C ise 58 puan alarak üçüncü sırada yer almışlardır. Bu puanlar 1 üzerinden değerlendirilmek üzere tabloya aktarılırken normalize edilmişlerdir.

Problemin AHP yöntemi ile çözümünde Tedarikçi A %41,4, Tedarikçi B %33,1 ve Tedarikçi C ise %25,5 oranları elde edilmiştir.

Bulanık AHP yönteminde Genişletilmiş Analiz Yöntemi kullanılarak AHP'deki ağırlıklar üçgensel bulanık sayılara dönüştürülerek ikili bulanık karşılaştırmalar matrislerinden tedarikçi sıralamaları elde edilmiştir. Böylece, Tedarikçi A, en iyi tedarikçi olurken Tedarikçi B ve sonrasında Tedarikçi C onu izlemişlerdir. Tablo 5.5, yöntemlerden elde edilen sonuçları göstermektedir. Hesaplanan üç yöntemde göre Tedarikçi C'nin performansı diğer tedarikçilerden düşük kalmış ve üç yöntemde de son sıradaki yerini koruduğu görülmüştür. Tedarikçi A ile B'nin sıralamalarının iki yöntemde de değişmediği görülmüştür. Tedarikçi A'nın üç yöntemden aldığı toplam 1,247 olmuş ve Tedarikçi B'nin ise 1,083 ve Tedarikçi C'nin 0,67 toplamında kaldığı görülmüştür. Bu

durumda, genel olarak Tedarikçi A'nın en iyi performansa sahip tedarikçi olduğu görülmektedir.

Tablo 5.5: Yöntemlerden elde edilen sonuçlar

Tedarikçiler	AHP	Bulanık AHP	ICM Tedarikçi Performans Değerlendirme Sistemi
Tedarikçi A	0,414	0,51	0,323
Tedarikçi B	0,331	0,35	0,402
Tedarikçi C	0,255	0,14	0,275

## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Dünyada ekonomik, siyasal, kültürel, teknolojik ve sosyal alanda yaşanan hızlı değişimin etkileri yönetim alanında da kendini göstermektedir. Artık günümüz dünyasında işletmelerin tek tek rekabetçi kavramı yerine yer aldıkları tedarik zincirinin bütününe oluşturduğu rekabet ortamı oluşmaktadır. Tedarik zincirini oluşturan üyelerin birbirinden bağımsız olarak değerlendirilemeyen takım oyuncuları oldukları unutulmamalı, eş zamanlı çalışmaları sağlanmalıdır. Çünkü üretilen son ürün sadece satışı gerçekleştiren firmanın değil, tedarikçinin de ürünüdür. Bir tedarikçinin, firmanın talebi olan malzemenin sevkiyatını geç yapması veya kusurlu malı firmaya göndermesi zincirin diğer tüm fonksiyonlarını etkisiz kılmaktadır. Bu nedenle tedarikçi seçimi ve seçilen tedarikçilerin performanslarının değerlendirilmesi tedarik zincirinin sağlıklı bir şekilde sürecini devam ettirebilmesi için gereklidir.

Tez çalışmasında, siparişe göre üretim yapan ICM Makina ve Mühendislik firmasında tedarikçi performans değerlendirmesi problemine çözüm aranmıştır. Problemin çözümünde AHP yöntemi ve belirsiz ve kesin olmayan veriler de göz önüne alınarak Bulanık AHP yöntemi kullanılmıştır.

Hiyerarşik yapı oluşturulurken, firmanın tedarikçi performans değerlendirmesinde verilerden de faydalanılmıştır. Teslim kriterinde yer alan siparişin miktar olarak uygun teslimi alt kriteri ile ilgili veriler firmada oluşturulmuş olan sistemde elde edilemediğinden nitel kriterler olarak karşılaştırılmıştır. Ancak, istenen terimde teslim alt kriteri ile ilgili veriler var olmasına rağmen hem bütünlüğü bozmamak hem de siparişin miktarsal teslimindeki veri eksikliğinden dolayı tedarikçilerin terminlere uygun getirmelerinde bazı nicel anlamda doğru olamayacağı düşünülerek bu alt kriterin de nitel olarak değerlendirilmesine karar verilmiştir.

Teklif alınan tedarikçilerden üç tanesi seçilerek satın alma müdürü, firmada tedarikçi performans sistemini oluşturan fabrika müdürü ve literatür de taranarak kriter ve alt kriterler belirlenmiştir. Hem nitel hem de nicel veriler Expert Choice programına

aktarılarak kriterlerin öncelik değerleri hesaplanmıştır. Ayrıca, problemin çözülmesinde sonra Expert Choice programının bir özelliği olan duyarlılık analizi ile parametrelerdeki değişiklikler ve alternatiflerin bunlardan nasıl etkilendiği incelenmiştir.

Problemin AHP ile çözümünün ardından nitel yargılardaki belirsizlikleri de göz önünde bulunduran Bulanık AHP yönteminin Genişletilmiş Analiz Yöntemiyle çözümü gerçekleştirilmiştir. Burada da, Tedarikçi A'nın AHP yönteminde olduğu gibi ilk sırada olduğu görülmüştür.

Tedarikçi firmalar, ICM'de uygulanmakta olan tedarikçi performans sistemine göre değerlendirildiğinde en başarılı firmanın Tedarikçi B olduğu görülmüştür. AHP ve Bulanık AHP yöntemlerinin aksine, firmanın sisteminde Tedarikçi A'nın ikinci sırada olduğu gözlenmiştir. Sıralamadaki bu farklılığın sistemin, nitel kriterleri göz önünde bulundurmamasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Tedarikçi değerlendirme sistemi oluşturulmasından bu yana tedarikçilerin yaptığı siparişlerin toplam tutarı ile seçilen tedarikçilerin bu cirodaki tutarları oranlanmış ve cirodan yüzde kaçlık tutarında iş yaptıkları hesaplanmıştır. Bu üç firmanın cirodan aldığı yüzde değerleri Tedarikçi A için %6, Tedarikçi B için %10 ve Tedarikçi C için %4,2 olduğu görülmüştür. Buradan da anlaşılacağı üzere Tedarikçi C'nin bu üç firma arasında en kötü performansa sahip olduğu ancak cirodan aldıkları pay nedeniyle ilk sıralarda yer alıyor olmaları dolayısıyla bu tedarikçilerin çalışmaya uygun tedarikçiler olduğu görülmüştür.

AHP yönteminin kriterler ve alt kriterler ile içsel ve dışsal bağımlılığı göz ardı etmesi bir dezavantaj olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu durum bulanık AHP için de geçerlidir. Bu nedenle ileride yapılacak çalışmalarda bu bağımlılıkları göz önünde bulunduran Analitik Şebeke Yöntemi (ANP)'ne bulanık mantık yaklaşımıyla ilgili çalışmalar yapılabileceği öngörülmektedir.

## KAYNAKLAR

Akal, Z., “İşletmelerde Performans Ölçüm ve Denetimi- Çok Yönlü Performans Göstergeleri”, *Milli Prodüktivite Merkezi*, Ankara,(2000).

Akman, G., Alkan, A.,”Tedarik zinciri yönetiminde bulanık AHP yöntemi kullanılarak tedarikçilerin performansının ölçülmesi: Otomotiv yan sanayinde bir uygulama”, *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 9:23-46, (2006).

Alkan, A., “AHP’de dilsel karşılaştırma sürecinin bulanık mantıkla gerçekleştirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kocaeli,(2006).

Arntzen, B.C., et. all., “Global Supply Chain Management at Digital Equipment Corporation”,*Interfaces*, 25, 1, 69-93, (1995).

Bowersox,Donald J., Closs, David J., and Cooper, M. Bixby, “Supply Chain Logistics Management”, *McGraw – Hall Companies Inc.*, New York, (2005).

Büyüközkan, G., Kahraman, C. and Ruan, D., “A Fuzzy Multi Criteria Decision Approach For Software Development Strategy Selection”, *International Journal of General Systems*, 33(2-3), pp. 259-280, (2004).

Chan, F.T.S., Chan, M.H., Tang, N.K.H., “Evaluation methodolgies for technology selection”, *Journal of Materials Processing Technology*, 107, 330-337, (2000a).

Chan, F.T.S., Jiang, B., Tang, N.K.H., “The development of intelligent decision support tools to aid the design of flexible manufacturing systems”, *International Journal of Production Economics*, 65(1), 73-84, (2000b).

Chang, D.-Y., “Application of the extent analysis method on fuzzy AHP”, *European Journal of Operational Research*, 95, 649-655, (1996).

Cheng, C.-H., “Evaluating naval tactical misilse systems by fuzzy AHP based on grade value of membership function”, *European Journal of Operational Research*, 96, 343-350, (1996).

Dağdeviren M., Eren, T., “Tedarikçi Firma Seçiminde Analitik Hiyerarşi Prosesi ve 0-1 Hedef Programlama Yöntemlerinin Kullanılması”, *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 16:2:42, (2001).

Dickson, G. W., “An analysis of vendor selection systems and decisions”, *Journal of Purchasing*, 2:5-17, (1966).

Eraslan, E., Algün, O., “İdeal performans değerlendirme formu tasarımında Analitik Hiyerarşi Yöntemi yaklaşımı”, *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, Cilt 20, No: 1, 95-106, (2005).

Erensal, Y.C., Öncan, T., Demircan, M.L., “Teknoloji yönetiminde bulanık analitik hiyerarşik proses kullanarak anahtar becerilerin belirlenmesi: Türkiye’de bir uygulama”, *Information Sciences*, 176, 2755-2770, (2006).

Ganeshan, R., Harrison, T. P., “Supply Chain Management”, Department of Management Science and Information Systems, Penn State University, (1995).

Güner, H., “Bulanık AHP ve bir işletme için tedarikçi seçim problemine uygulanması”, Yüksek Lisans Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Denizli, s:36, (2005).

Kahraman, C., Ulukan, Z., Tolga, E., “A fuzzy weighted evaluation method using objective and subjective measures”, *Proceedings of the International ICSC Symposium on Engineering of Intelligent Systems (EIS’98)*, Vol.1, University of La Laguna Tenerife, Spain, pp.57-63, (1998).

Kahraman, C., Cebeci, U., Ruan, D., “Multi-attribute comparison of catering service companies using fuzzy AHP:The case of Turkey”, *International Journal of Production Economics*, 87,171-184, (2004).

Kaplan, S., “Hava savunma sektörü tezgah yatırım projelerinin bulanık AHP ile değerlendirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, s:39, (2007).

Kaptanoğlu, D., Özok, A., “Akademik performans değerlendirmesi için bir bulanık model”, *itü dergisi*, 5(1), (193-204), (2006).

Karadelioğlu, H., “Tedarikçi değerlendirilmesinde ölçütlerin araştırılması ve analizi”, Yüksek Lisans Tezi, *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Sakarya, (2006).

Karasu, I. F., “Tedarik Zinciri Yönetiminin Yapısı ve İşleyişi”, Yüksek Lisans Tezi, *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, (2006).

Kuo, R.J., Chi, S.C., Kao, S.S., “A decision support system for selecting convenience store location through integration of fuzzy AHP and artificial neural network”, *Computers In Industry*, 47 (2), 199-214, (2002).

Kuruüzüm A., Atsan, N., ”Analitik Hiyerarşi Yöntemi ve İşletmecilik Alanındaki Uygulamaları”, *Akdeniz İ.İ.B.F. Dergisi*, 1:84, (2001).

Lee, M., Pham, H., Zhang, X., “A methodology for priority setting with application to software development process”, *European Journal of Operational Research*, 118,375-389, (1999).

Lee, A.H.I., Chen, W.-C., Chang, C.-J., “A fuzzy AHP and BSC approach for evaluating performance of IT department in manufacturing industry in Taiwan”, *Expert Systems with Applications*, 34(1), 96-107, (2008).

- Leung, L.C., Cao, D., “On consistency and ranking of alternatives in fuzzy AHP”, *European Journal of Operational Research*, 124, 102-113, (2000).
- Monczka, R. M., Trecha, S. J., “Cost-based supplier performance evaluation”, *Journal of Purchasing and Materials Management*, 24(1):2-7, (1988).
- Pi, W.-N., Low, C., “Supplier evaluation and selection using Taguchi loss functions”, *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Jan2006, Vol. 27 Issue 5/6, p.625-630, (2003).
- Saaty, T.L., “*How to make a decision: The Analytic Hierarchy Process*”, Interfaces, 24:6:19-43, (1994).
- Sakallı, H., “Tekstil Sektöründe Lojistik ve Tedarik Zinciri Yönetimi”, Yüksek Lisans Tezi, *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, İzmir, (2007).
- Sheu, J.B., “A hybrid fuzzy based approach for identifying global logistics strategies”, *Transportation Research*, Part E 40, pp39-61, (2004).
- Sözeri, S., “Türkiye Lojistik Sektörü İçin Stratejiler ve Çözüm Önerileri”, *Lojistik Kampı Kalite ve Verimlilik Klübü*, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, (2006).
- Stam, A., Minghe, S., Haines, M., “Artificial neural network representations for hierarchical preference structures”, *Computers and Operations Research*, 23(12), 1191-1201, (1996).
- Şahin, M., “Genelleştirilmiş Bulanık Kümeler”, *YA/EM – Yöneylem Araştırması – Endüstri Mühendisliği – XXIV. Ulusal Kongresi*, s. 1, Gaziantep-Adana, 15-18 Haziran (2004).
- Şen, E., “Kobilerin uluslar arası rekabet güçlerini artırmada tedarik zinciri yönetiminin önemi”, *T.C Başbakanlık Dış Ticaret Müsteşarlığı İhracatı Geliştirme Etüd Merkezi*, 1-50, (2006)
- Şen, S., “Tedarik zinciri yönetiminde tedarikçi seçimi sistemine ait bir karar destek modeli geliştirilmesi ve uygulama sonuçlarının değerlendirilmesi”, Doktora Tezi, *Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, (2007).
- Şen, Z., “Mühendislikte Bulanık (Fuzzy) Mantık ile Modelleme Prensipleri”, İkinci Baskı, *Su Vakfı Yayınları*, İstanbul, (2004).
- Thompson, K. N., “Vendor profile analysis”, *National Association Purchasing Management*, pp 11-18, (1990).
- Towill, D. R., , “Supply Chain Dynamics – The change engineering challenge of the mid 1990’s”, *Journal of Engineering Manufacture*, (1992).



Tutkun, H.İ., “ Tedarik zinciri yönetimi yapısının tasarlanması ve örgütlenmesi öncesinde işletmede uygulanabilirliğinin analizi”, Yüksek Lisans Tezi, *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, İzmir, 11, (2007).

Ural, G.F., “Bulanık doğrusal programlama yöntemi kullanılarak bir sanayi işletmesinde üretim planlama çalışmasının gerçekleştirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, İzmit, (2006).

Wang, L., Chu, J., Wu, J., “Selection of optimum maintenance strategies based on fuzzy analytic hierarchy process”, *International Journal of Production Economics*, 107(1), 151-163, (2007).

Weber, C.H., Current, J.R., Benton, W.C, “Vendor Selection Criteria and Methods”, *European Journal of Operational Research*, 50: 2-18, (1991).

Weck, M., Klocke, F., Schell, H., Rüenauver, E., “Evaluating alternative production cycles using the extended fuzzy AHP method”, *European Journal of Operational Research*, 100 (2), 351-366, (1997).

Willis, T. H., “Vendor requirements and evaluation in a just-in-time environment”, *International Journal of Operational Production Management*, 10(4):41-50, (1990).

Yıldız, G., “CIM yatırımlarının bulanık AHP yöntemi ile değerlendirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, (2003).

Yıldızöz, H.,“Tedarik Zinciri Yönetimi ve Bir Uygulama”, Yüksek Lisans Tezi, *Yıldız Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, İstanbul,(2006).

Youssef, M. A., Zairi, M., Mohanty B. “Supplier selection in an advanced manufacturing technology environment: an optimization model”, *Benchmarking Management Technology*, 3(4):60-72, (1996).

Yüksel, H., “ Tedarik Zincirleri için Performans Ölçüm Sistemlerinin Tasarımı,” *Yönetim ve Ekonomi*, Cilt 11, Sayı: 1, s.11., (Ocak 2004).

## EKLER

### EK A: Problemin AHP yöntemi ile çözümünde ana kriterler için ikili karşılaştırma matrisleri

Tablo A1: Teslim ana kriteri için karşılaştırma matrisi

Teslim	Siparişin istenen terimde teslimi	Siparişin miktar olarak uygun teslimi	Sipariş günü	Teklif dönüş hızı
Siparişin istenen terimde teslimi	1	3	4	4
Siparişin miktar olarak uygun teslimi	1/3	1	3	3
Sipariş günü	1/4	1/3	1	1
Teklif dönüş hızı	1/4	1/3	1	1

Tablo A2: Kalite ana kriteri için karşılaştırma matrisi

Kalite	Tedarikçiye iade edilen miktar oranı	Tedarikçiye iade edilen sipariş oranı	Kalite belgesinin olması	Tedarikçinin teknik yeterliliği
Tedarikçiye iade edilen miktar oranı	1	3	7	5
Tedarikçiye iade edilen sipariş oranı	1/3	1	5	3
Kalite Belgesinin olması	1/7	1/5	1	1/3
Tedarikçinin teknik yeterliliği	1/5	1/3	3	1

Tablo A3:Fiyat ana kriteri için karşılaştırma matrisi

Fiyat	Uygun fiyat vermesi	İndirim	Vade günü
Uygun fiyat vermesi	1	3	5
İndirim	1/3	1	3
Vade günü	1/5	1/3	1

Tablo A4: Hizmet ana kriteri için karşılaştırma matrisi

Hizmet	Tedarikçinin kalite kontrol departmanı olması	Taşımanın tedarikçi tarafından gerçekleştirilmesi	Satış sonrası servis	Tedarikçinin iş yapma istekliliği
Tedarikçinin kalite kontrol departmanı olması	1	7	5	5
Taşımanın tedarikçi tarafından gerçekleştirilmesi	1/7	1	1/3	1/3
Satış sonrası servis	1/5	3	1	1
Tedarikçinin iş yapma istekliliği	1/5	3	1	1

Tablo A5: Esneklik ana kriteri için karşılaştırma matrisi

Esneklik	Tedarikçinin, müşterinin acil mal taleplerine cevap verebilmesi	Tedarikçinin, müşterinin istediği kadar ürünü kolaylıkla verebilmesi	Tedarikçinin kapasitesi
Tedarikçinin, müşterinin acil mal taleplerine cevap verebilmesi	1	3	1
Tedarikçinin, müşterinin istediği kadar ürünü kolaylıkla verebilmesi	1/3	1	1/3
Tedarikçinin kapasitesi	1	3	1

## EK B: Problemin AHP ile çözümünde alt kriterler için ikili karşılaştırma matrisleri

Alt kriterler temel alınarak tedarikçilerin değerlendirildiği karşılaştırma matrisleri Tablo B1-B21 arasında gösterilmektedir.

Tablo B1: Siparişin istenen terimde teslimi alt kriteri için tedarikçilerin değerlendirildiği karşılaştırma matrisi

Siparişin istenen terimde teslimi	Tedarikçi A	Tedarikçi B	Tedarikçi C
Tedarikçi A	1	1/4	1/2
Tedarikçi B	4	1	4
Tedarikçi C	2	1/4	1

Tablo B2: Siparişin miktar olarak uygun teslimi alt kriteri için tedarikçilerin değerlendirildiği karşılaştırma matrisi

Siparişin miktar olarak uygun teslimi	Tedarikçi A	Tedarikçi B	Tedarikçi C
Tedarikçi A	1	3	4
Tedarikçi B	1/3	1	2
Tedarikçi C	1/4	1/2	1

Tablo B3: Sipariş günü alt kriteri için tedarikçilerin değerlendirildiği karşılaştırma matrisi

Sipariş günü	Tedarikçi A	Tedarikçi B	Tedarikçi C
Tedarikçi A	1	1	1/3
Tedarikçi B	1	1	1/3
Tedarikçi C	3	3	1

Tablo B4: Teklif dönüş hızı alt kriteri için tedarikçilerin değerlendirildiği karşılaştırma matrisi

Teklif dönüş hızı	Tedarikçi A	Tedarikçi B	Tedarikçi C
Tedarikçi A	1	1	1/3
Tedarikçi B	1	1	1/3
Tedarikçi C	3	3	1

İkili karşılaştırma matrislerindeki nitel kriterler Expert Choice programına aynen aktarılırken nicel kriterler programa aktarılmadan önce analiz edilip programa aktarılmaya uygun hale getirilmişlerdir. Tablo B5’de problemde yar alan nicel kriterler için veriler gösterilmektedir.

Tablo B5: Problemdaki nicel kriterler için veriler

	Tedarikçiye iade edilen sipariş oranı	Tedarikçiye iade edilen miktar oranı
Tedarikçi A	%11,1	%17
Tedarikçi B	%20	%7,9
Tedarikçi C	%30	%16,1

Tablo B5’te gösterilen iade oranları ne kadar düşük olursa tedarikçi firmanın öncelik değeri de o kadar yüksek olacaktır.

Tablo B6: Tedarikçiye iade edilen miktar oranı alt kriteri için önceliklerin hesaplanması

Tedarikçiye iade edilen miktar oranı	İade edilen miktar oranı	Hesaplama	Öncelik
Tedarikçi A	0,017	0,17/0,257	0,066
Tedarikçi B	0,079	0,079/0,257	0,307
Tedarikçi C	0,161	0,161/0,257	0,627
TOPLAM	0,257		1

Tablo B6’da iade edilen miktar oranlarının öncelik değerlerinin hesaplaması gösterilmiştir. Bu öncelik değerleri Expert Chioce’a aktarılırken iade oranının değer olarak yüksekliği olumsuz olması sebebiyle Tedarikçi A’nın Tedarikçi B’ye göre üstünlüğünü belirleyebilmek için öncelik değerleri birbirine oranlanmıştır. Tablo B7’de iade edilen sipariş oranı gösterilmektedir. Expert Choice’a elde edilen öncelik değerleri aktarılırken birbirlerine göre üstünlüklerini belirleyebilmek için oranlama yapılmıştır.

Tablo B7: Tedarikçiye iade edilen sipariş oranı alt kriteri için önceliklerin hesaplanması

Tedarikçiye iade edilen sipariş oranı	İade edilen sipariş oranı	Hesaplama	Öncelik
Tedarikçi A	0,111	0,111/0,611	0,182
Tedarikçi B	0,20	0,20/0,611	0,327
Tedarikçi C	0,30	0,30/0,611	0,491
TOPLAM	0,611		1

Tablo B8: Kalite belgesi olması alt kriteri için tedarikçilerin değerlendirildiği karşılaştırma matrisi

Kalite belgesi olması	Tedarikçi A	Tedarikçi B	Tedarikçi C
Tedarikçi A	1	2	2
Tedarikçi B	1/2	1	1/2
Tedarikçi C	1/2	2	1

Tablo B9: Tedarikçinin teknik yeterliliği alt kriteri için tedarikçilerin değerlendirildiği karşılaştırma matrisi

Tedarikçinin teknik yeterliliği	Tedarikçi A	Tedarikçi B	Tedarikçi C
Tedarikçi A	1	5	5
Tedarikçi B	1/5	1	2
Tedarikçi C	1/5	1/2	1

Tablo B10: Uygun fiyat vermesi alt kriteri için tedarikçilerin değerlendirildiği karşılaştırma matrisi

Uygun fiyat vermesi	Tedarikçi A	Tedarikçi B	Tedarikçi C
Tedarikçi A	1	1/3	1/5
Tedarikçi B	3	1	1/3
Tedarikçi C	5	3	1

Tablo B11: İndirim alt kriteri için tedarikçilerin değerlendirildiği karşılaştırma matrisi

İndirim	Tedarikçi A	Tedarikçi B	Tedarikçi C
Tedarikçi A	1	1/5	1/5
Tedarikçi B	5	1	2
Tedarikçi C	5	1/2	1

Tablo B12: Vade günü alt kriteri için tedarikçilerin değerlendirildiği karşılaştırma matrisi

Vade günü	Tedarikçi A	Tedarikçi B	Tedarikçi C
Tedarikçi A	1	1	1
Tedarikçi B	1	1	1
Tedarikçi C	1	1	1

Tablo B13: Tedarikçinin kalite kontrol departmanının olması alt kriteri için tedarikçilerin değerlendirildiği karşılaştırma matrisi

Tedarikçinin kalite kontrol departmanının olması	Tedarikçi A	Tedarikçi B	Tedarikçi C
Tedarikçi A	1	1	1
Tedarikçi B	1	1	1
Tedarikçi C	1	1	1

Tablo B14: Taşımanın tedarikçi tarafından yapılması alt kriteri için tedarikçilerin değerlendirildiği karşılaştırma matrisi

Taşımanın tedarikçi tarafından yapılması	Tedarikçi A	Tedarikçi B	Tedarikçi C
Tedarikçi A	1	1	1
Tedarikçi B	1	1	1
Tedarikçi C	1	1	1

Tablo B15: Satış sonrası servis alt kriteri için tedarikçilerin değerlendirildiği karşılaştırma matrisi

Satış sonrası servis	Tedarikçi A	Tedarikçi B	Tedarikçi C
Tedarikçi A	1	1/2	1/2
Tedarikçi B	2	1	1
Tedarikçi C	2	1	1

Tablo B16: Tedarikçinin iş yapma istekliliği alt kriteri için tedarikçilerin değerlendirildiği karşılaştırma matrisi

Tedarikçinin iş yapma istekliliği	Tedarikçi A	Tedarikçi B	Tedarikçi C
Tedarikçi A	1	3	5
Tedarikçi B	1/3	1	3
Tedarikçi C	1/5	1/3	1

Tablo B17: Tedarikçinin, müşterinin acil mal taleplerine cevap verebilmesi alt kriteri için tedarikçilerin değerlendirildiği karşılaştırma matrisi

Tedarikçinin, müşterinin acil mal taleplerine cevap verebilmesi	Tedarikçi A	Tedarikçi B	Tedarikçi C
Tedarikçi A	1	1	2
Tedarikçi B	1	1	3
Tedarikçi C	2	1/3	1



Tablo B18: Tedarikçinin, müşterinin istediği kadar ürünü kolaylıkla verebilmesi alt kriteri için tedarikçilerin değerlendirildiği karşılaştırma matrisi

Tedarikçinin, müşterinin istediği kadar ürünü kolaylıkla verebilmesi	Tedarikçi A	Tedarikçi B	Tedarikçi C
Tedarikçi A	1	1/4	1/3
Tedarikçi B	4	1	3
Tedarikçi C	3	1/3	1

Tedarikçinin kapasitesi değerlendirilirken firmaların sahip olduğu makina sayıları birbirlerine oranlanarak Expert Choice paket programına aktarılmıştır.

Tablo B19: Tedarikçilerin türlerine göre makina adetleri

	Tedarikçi A	Tedarikçi B	Tedarikçi C
Torna	5	3	2
Freze	4	2	1
Matkap	2	1	1
Vargel	1	0	0

Tablo B20: Makina adetlerine göre önceliklerin hesaplanması

	Toplam Makina Sayısı	Hesaplama	Öncelik
Tedarikçi A	12	12/22	0.55
Tedarikçi B	6	6/22	0.27
Tedarikçi C	4	4/22	0.18
Toplam	22		1

Tablo B21: Tedarikçinin kapasitesi alt kriteri için tedarikçilerin değerlendirildiği karşılaştırma matrisi

Tedarikçinin kapasitesi	Tedarikçi A	Tedarikçi B	Tedarikçi C
Tedarikçi A	1	2	3
Tedarikçi B	1/2	1	2
Tedarikçi C	1/3	1/2	1

**EK C: Problemin AHP yöntemiyle çözümünde ana ve alt kriterler için alternatiflerin öncelik değerleri**

Tedarikçi firmaların ana ve alt kriterler değerlendirilerek aldıkları öncelik değerleri Tablo C1 – C5’de gösterilmektedir.

Tablo C1: Teslim ana kriteri ve alt kriterleri için alternatiflerin öncelik değerleri

	TESLİM	Siparişin istenen terimde teslimi	Siparişin miktar olarak uygun teslimi	Sipariş günü	Teklif dönüş hızı
Tedarikçi A	0,275	0,131	0,625	0,200	0,200
Tedarikçi B	0,453	0,661	0,238	0,200	0,200
Tedarikçi C	0,272	0,208	0,136	0,600	0,600
TO		0,05	0,02	0,00	0,00

Tablo C2: Kalite ana kriteri ve alt kriterleri için alternatiflerin öncelik değerleri

	KALİTE	Tedarikçiye iade edilen miktar oranı	Kalite belgesi olması	Tedarikçiye iade edilen sipariş oranı	Tedarikçinin teknik yeterliliği
Tedarikçi A	0,674	0,758	0,493	0,517	0,709
Tedarikçi B	0,200	0,163	0,196	0,290	0,179
Tedarikçi C	0,126	0,080	0,311	0,193	0,113
TO		0,00	0,05	0,00	0,05

Tablo C3: Fiyat ana kriteri ve alt kriterleri için alternatiflerin öncelik değerleri

	FİYAT	Uygun fiyat vermesi	İndirim	Vade günü
Tedarikçi A	0,125	0,105	0,089	0,333
Tedarikçi B	0,344	0,258	0,559	0,333
Tedarikçi C	0,532	0,637	0,352	0,333
TO		0,04	0,05	0,00

Tablo C4: Hizmet ana kriteri ve alt kriterleri için alternatiflerin öncelik değerleri

	HİZMET	Tedarikçinin kalite kontrol departmanının olması	Taşımanın tedarikçi tarafından yapılması	Satış sonrası servis	Tedarikçinin iş yapma istekliliği
Tedarikçi A	0,359	0,333	0,333	0,200	0,637
Tedarikçi B	0,332	0,333	0,333	0,400	0,258
Tedarikçi C	0,309	0,333	0,333	0,400	0,105
TO		0,00	0,00	0,00	0,04

Tablo C5: Esneklik ana kriteri ve alt kriterleri için alternatiflerin öncelik değerleri

	ESNEKLİK	Tedarikçinin, müşterinin acil mal taleplerine cevap verebilmesi	Tedarikçinin, müşterinin istediği kadar ürünü kolaylıkla verebilmesi	Tedarikçinin kapasitesi
Tedarikçi A	0,414	0,387	0,117	0,540
Tedarikçi B	0,397	0,443	0,614	0,277
Tedarikçi C	0,189	0,169	0,268	0,182
TO		0,02	0,07	0,00

**EK D: Problemin Bulanık AHP yöntemiyle çözümünde ana kriterlerin karşılaştırma matrisleri**

Tablo D1: Teslim ana kriteri için bulanık karşılaştırma matrisi

Teslim	Siparişin istenen terimde teslimi	Siparişin miktar olarak uygun teslimi	Sipariş günü	Teklif dönüş hızı
Siparişin istenen terimde teslimi	(1, 1, 1)	(2, 3, 4)	(3, 4, 5)	(3, 4, 5)
Siparişin miktar olarak uygun teslimi	(1/4, 1/3, 1/2)	(1, 1, 1)	(2, 3, 4)	(2, 3, 4)
Sipariş günü	(1/5, 1/4, 1/3)	(1/4, 1/3, 1/2)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)
Teklif dönüş hızı	(1/5, 1/4, 1/3)	(1/4, 1/3, 1/2)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)

$$W_T=(0.66, 0.34, 0, 0)^T$$

Tablo D2: Kalite ana kriteri için bulanık karşılaştırma matrisi

Kalite	Tedarikçiye iade edilen miktar oranı	Tedarikçiye iade edilen sipariş oranı	Kalite belgesinin olması	Tedarikçinin teknik yeterliliği
Tedarikçiye iade edilen miktar oranı	(1, 1, 1)	(2, 3, 4)	(6, 7, 8)	(4, 5, 6)
Tedarikçiye iade edilen sipariş oranı	(1/4, 1/3, 1/2)	(1, 1, 1)	(4, 5, 6)	(2, 3, 4)
Kalite belgesinin olması	(1/8, 1/7, 1/6)	(1/6, 1/5, 1/4)	(1, 1, 1)	(1/4, 1/3, 1/2)
Tedarikçinin teknik yeterliliği	(1/6, 1/5, 1/4)	(1/4, 1/3, 1/2)	(2, 3, 4)	(1, 1, 1)

$$W_K=(0.654, 0.224, 0, 0.122)$$

Tablo D3: Fiyat ana kriteri için bulanık karşılaştırma matrisi

Fiyat	Uygun fiyat vermesi	İndirim	Vade günü
Uygun fiyat vermesi	(1, 1, 1)	(2, 3, 4)	(4, 5, 6)
İndirim	(1/4, 1/3, 1/2)	(1, 1, 1)	(2, 3, 4)
Vade günü	(1/6, 1/5, 1/4)	(1/4, 1/3, 1/2)	(1, 1, 1)

$$W_F=(0.822, 0.178, 0)^T$$

Tablo D4: Hizmet ana kriteri bulanık karşılaştırma matrisi

Hizmet	Tedarikçinin kalite kontrol departmanı olması	Taşımanın tedarikçi tarafından gerçekleştirilmesi	Satış sonrası servis	Tedarikçinin iş yapma istekliliği
Tedarikçinin kalite kontrol departmanı olması	(1, 1, 1)	(6, 7, 8)	(4, 5, 6)	(4, 5, 6)
Taşımanın tedarikçi tarafından gerçekleştirilmesi	(1/8, 1/7, 1/6)	(1, 1, 1)	(1/4, 1/3, 1/2)	(1/4, 1/3, 1/2)
Satış sonrası servis	(1/6, 1/5, 1/4)	(2, 3, 4)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)
Tedarikçinin iş yapma istekliliği	(1/6, 1/5, 1/4)	(2, 3, 4)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)

$$W_H=(1, 0, 0, 0)^T$$

Tablo D5: Esneklik ana kriteri için bulanık karşılaştırma matrisi

Esneklik	Tedarikçinin, müşterinin acil mal taleplerine cevap verebilmesi	Tedarikçinin, müşterinin istediği kadar ürünü kolaylıkla verebilmesi	Tedarikçinin kapasitesi
Tedarikçinin, müşterinin acil mal taleplerine cevap verebilmesi	(1, 1, 1)	(2, 3, 4)	(1, 1, 1)
Tedarikçinin, müşterinin istediği kadar ürünü kolaylıkla verebilmesi	(1/4, 1/3, 1/2 )	(1, 1, 1)	(1/4, 1/3, 1/2 )
Tedarikçinin kapasitesi	(1, 1, 1)	(2, 3, 4)	(1, 1, 1)

$$W_E = (0.50, 0, 0.50)^T$$

## EK E: Problemin Bulanık AHP yöntemiyle çözümünde alt kriterlerin karşılaştırma matrisleri

Tablo E1: Siparişin istenen terimde teslimi alt kriteri için bulanık karşılaştırma matrisi

Siparişin istenen terimde teslimi	Tedarikçi A	Tedarikçi B	Tedarikçi C
Tedarikçi A	(1, 1, 1)	(1/5, 1/4, 1/3)	(1/3, 1/2, 1)
Tedarikçi B	(3, 4, 5)	(1, 1, 1)	(3, 4, 5)
Tedarikçi C	(1, 2, 3)	(1/5, 1/4, 1/3)	(1, 1, 1)

Tablo E2: Siparişin miktar olarak uygun teslimi alt kriteri için bulanık karşılaştırma matrisi

Siparişin miktar olarak uygun teslimi	Tedarikçi A	Tedarikçi B	Tedarikçi C
Tedarikçi A	(1, 1, 1)	(2, 3, 4)	(3, 4, 5)
Tedarikçi B	(1/4, 1/3, 1/2)	(1, 1, 1)	(1, 2, 3)
Tedarikçi C	(1/5, 1/4, 1/3)	(1/3, 1/2, 1)	(1, 1, 1)

Tablo E3: Sipariş günü alt kriteri için bulanık karşılaştırma matrisi

Sipariş günü	Tedarikçi A	Tedarikçi B	Tedarikçi C
Tedarikçi A	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1/4, 1/3, 1/2)
Tedarikçi B	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1/4, 1/3, 1/2)
Tedarikçi C	(2, 3, 4)	(2, 3, 4)	(1, 1, 1)

Tablo E4: Teklif dönüş hızı alt kriteri için bulanık karşılaştırma matrisi

Teklif dönüş hızı	Tedarikçi A	Tedarikçi B	Tedarikçi C
Tedarikçi A	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1/4, 1/3, 1/2)
Tedarikçi B	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1/4, 1/3, 1/2)
Tedarikçi C	(2, 3, 4)	(2, 3, 4)	(1, 1, 1)

Tablo E5: Tedarikçiye iade edilen miktar oranı alt kriteri için bulanık karşılaştırma matrisi

Tedarikçiye iade edilen miktar oranı	Tedarikçi A	Tedarikçi B	Tedarikçi C
Tedarikçi A	(1, 1, 1)	(4, 5, 6)	(8, 9, 9)
Tedarikçi B	(1/6, 1/5, 1/4)	(1, 1, 1)	(1, 2, 3)
Tedarikçi C	(1/9, 1/9, 1/8)	(1/3, 1/2, 1)	(1, 1, 1)

Tablo E6: Tedarikçiye iade edilen sipariş oranı alt kriteri için bulanık karşılaştırma matrisi

Tedarikçiye iade edilen sipariş oranı	Tedarikçi A	Tedarikçi B	Tedarikçi C
Tedarikçi A	(1, 1, 1)	(1, 2, 3)	(2, 3, 4)
Tedarikçi B	(1/3, 1/2, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)
Tedarikçi C	(1/4, 1/3, 1/2)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)

Tablo E7: Kalite belgesinin olması alt kriteri için bulanık karşılaştırma matrisi

Kalite belgesinin olması	Tedarikçi A	Tedarikçi B	Tedarikçi C
Tedarikçi A	(1, 1, 1)	(1, 2, 3)	(1, 2, 3)
Tedarikçi B	(1/3, 1/2, 1)	(1, 1, 1)	(1/3, 1/2, 1)
Tedarikçi C	(1/3, 1/2, 1)	(1, 2, 3)	(1, 1, 1)

Tablo E8: Tedarikçinin teknik yeterliliği alt kriteri için bulanık karşılaştırma matrisi

Tedarikçinin teknik yeterliliği	Tedarikçi A	Tedarikçi B	Tedarikçi C
Tedarikçi A	(1, 1, 1)	(4, 5, 6)	(4, 5, 6)
Tedarikçi B	(1/6, 1/5, 1/4)	(1, 1, 1)	(1, 2, 3)
Tedarikçi C	(1/6, 1/5, 1/4)	(1/3, 1/2, 1)	(1, 1, 1)

Tablo E9: Uygun fiyat vermesi alt kriteri için bulanık karşılaştırma matrisi

Uygun fiyat vermesi	Tedarikçi A	Tedarikçi B	Tedarikçi C
Tedarikçi A	(1, 1, 1)	(1/4, 1/3, 1/2)	(1/6, 1/5, 1/4)
Tedarikçi B	(2, 3, 4)	(1, 1, 1)	(1/4, 1/3, 1/2)
Tedarikçi C	(4, 5, 6)	(2, 3, 4)	(1, 1, 1)

Tablo E10: İndirim alt kriteri için bulanık karşılaştırma matrisi

ICM ile işbirliği	Tedarikçi A	Tedarikçi B	Tedarikçi C
Tedarikçi A	(1, 1, 1)	(1/6, 1/5, 1/4)	(1/6, 1/5, 1/4)
Tedarikçi B	(4, 5, 6)	(1, 1, 1)	(1, 2, 3)
Tedarikçi C	(4, 5, 6)	(1/3, 1/2, 1)	(1, 1, 1)

Tablo E11: Vade günü alt kriteri için bulanık karşılaştırma matrisi

Vade günü	Tedarikçi A	Tedarikçi B	Tedarikçi C
Tedarikçi A	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)
Tedarikçi B	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)
Tedarikçi C	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)



Tablo E12: Tedarikçinin kalite kontrol departmanı olması alt kriteri için bulanık karşılaştırma matrisi

Tedarikçinin kalite kontrol departmanı olması	Tedarikçi A	Tedarikçi B	Tedarikçi C
Tedarikçi A	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)
Tedarikçi B	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)
Tedarikçi C	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)

Tablo E13: Taşımanın tedarikçi tarafından gerçekleştirilmesi alt kriteri için bulanık karşılaştırma matrisi

Taşımanın tedarikçi tarafından gerçekleştirilmesi	Tedarikçi A	Tedarikçi B	Tedarikçi C
Tedarikçi A	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)
Tedarikçi B	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)
Tedarikçi C	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)

Tablo E14 : Satış sonrası servis alt kriteri için bulanık karşılaştırma matrisi

Satış sonrası servis	Tedarikçi A	Tedarikçi B	Tedarikçi C
Tedarikçi A	(1, 1, 1)	(1/3, 1/2, 1)	(1/3, 1/2, 1)
Tedarikçi B	(1, 2, 3)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)
Tedarikçi C	(1, 2, 3)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)

Tablo E15: Tedarikçinin iş yapma istekliliği alt kriteri için bulanık karşılaştırma matrisi

Tedarikçinin iş yapma istekliliği	Tedarikçi A	Tedarikçi B	Tedarikçi C
Tedarikçi A	(1, 1, 1)	(2, 3, 4)	(4, 5, 6)
Tedarikçi B	(1/4, 1/3, 1/2)	(1, 1, 1)	(2, 3, 4)
Tedarikçi C	(1/6, 1/5, 1/4)	(1/4, 1/3, 1/2)	(1, 1, 1)

Tablo E16: Tedarikçinin, müşterinin acil mal taleplerine cevap verebilmesi alt kriteri için bulanık karşılaştırma matrisi

	Tedarikçi A	Tedarikçi B	Tedarikçi C
Tedarikçi A	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 2, 3)
Tedarikçi B	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(2, 3, 4)
Tedarikçi C	(1/3, 1/2, 1)	(1/4, 1/3, 1/2)	(1, 1, 1)

Tablo E17: Tedarikçinin, müşterinin istediği kadar ürünü kolaylıkla verebilmesi alt kriteri için bulanık karşılaştırma matrisi

Tedarikçinin, müşterinin istediği kadar ürünü kolaylıkla verebilmesi	Tedarikçi A	Tedarikçi B	Tedarikçi C
Tedarikçi A	(1, 1, 1)	(1/5, 1/4, 1/3)	(1/4, 1/3, 1/2)
Tedarikçi B	(3, 4, 5)	(1, 1, 1)	(2, 3, 4)
Tedarikçi C	(2, 3, 4)	(1/4, 1/3, 1/2)	(1, 1, 1)

Tablo E18: Tedarikçinin kapasitesi alt kriteri için bulanık karşılaştırma matrisi

Tedarikçinin kapasitesi	Tedarikçi A	Tedarikçi B	Tedarikçi C
Tedarikçi A	(1, 1, 1)	(1, 2, 3)	(2, 3, 4)
Tedarikçi B	(1/3, 1/2, 1)	(1, 1, 1)	(1, 2, 3)
Tedarikçi C	(1/4, 1/3, 1/2)	(1/3, 1/2, 1)	(1, 1, 1)

**EK F: Problemin Bulanık AHP yöntemiyle çözümünde ana ve alt kriterler için alternatiflerin öncelik değerleri**

Tablo F1: Teslim ana kriteri ve alt kriterleri için alternatiflerin öncelik değerleri

	Siparişin istenen terimde teslimi	Siparişin miktar olarak uygun teslimi	Sipariş günü	Teklif dönüş hızı	Önem Ağırlıkları
Ağırlık	0,66	0,34	0	0	
Tedarikçiler					
Tedarikçi A	0	0,89	0	0	0,48
Tedarikçi B	1	0,11	0	0	0,1
Tedarikçi C	0	0	1	1	0,42

Tablo F2: Kalite ana kriteri ve alt kriterleri için alternatiflerin öncelik değerleri

	Tedarikçiye iade edilen miktar oranı	Tedarikçiye iade edilen sipariş oranı	Kalite belgesinin olması	Teknik yeterliliği	Önem Ağırlıkları
Ağırlık	0,654	0,224	0	0,122	
Tedarikçiler					
Tedarikçi A	1	0,56	0,45	0,71	0,87
Tedarikçi B	0	0,36	0,20	0	0,08
Tedarikçi C	0	0,08	0,35	0,29	0,05

Tablo F3: Fiyat ana kriteri ve alt kriterleri için alternatiflerin öncelik değerleri

	Uygun fiyat vermesi	İndirim	Vade günü	Önem Ağırlıkları
Ağırlık	0,822	0,178	0	
Tedarikçiler				
Tedarikçi A	0	1	0,33	0
Tedarikçi B	0,18	0,56	0,33	0,25
Tedarikçi C	0,82	0,44	0,33	0,75

Tablo F4: Hizmet ana kriteri ve alt kriterleri için alternatiflerin öncelik değerleri

	Tedarikçinin kalite kontrol departmanı olması	Taşımanın tedarikçi tarafından gerçekleştirilmesi	Satış sonrası servis	Tedarikçinin iş yapma istekliliği	Önem Ağırlıkları
Ağırlık	1	0	0	0	
Tedarikçiler					
Tedarikçi A	0,33	0,33	0,18	0,82	0,33
Tedarikçi B	0,33	0,33	0,41	0,18	0,33
Tedarikçi C	0,33	0,33	0,41	0	0,33

Tablo F5: Esneklik ana kriteri ve alt kriterleri için alternatiflerin öncelik değerleri

	Tedarikçinin, müşterinin acil mal taleplerine cevap verebilmesi	Tedarikçinin, müşterinin istediği kadar ürünü kolaylıkla verebilmesi	Tedarikçinin kapasitesi	Önem Ağırlıkları
Ağırlık	0,5	0	0,5	
Tedarikçiler				
Tedarikçi A	0,43	0	0,46	0,445
Tedarikçi B	0,57	0,72	0,29	0,43
Tedarikçi C	0	0,28	0,25	0,125

## **ÖZGEÇMİŞ**

1984 yılında Ankara'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini Kocaeli'de tamamladı. 2002 yılında girdiği Gazi Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü'nden 2006 yılında Endüstri Mühendisi olarak mezun oldu. Eylül 2006'da Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans Eğitimine başladı.

Nisan 2007'den beri ICM Makina ve Mühendislik'te Planlama ve Kalite Güvence Sorumlusu olarak görev yapmaktadır.