

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KALİTE YÖNETİM SİSTEMLERİNDE TETKİK
PERFORMANSININ BULANIK MANTIK İLE
ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİ VE BULANIK
ANALİTİK AĞ SÜRECİ KULLANILARAK
ÖLÇÜLMESİ**

**Endüstri Yük. Müh. Umut H. İNAN
01506204**

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

DOKTORA TEZİ

Tez Savunma Tarihi : 08 Ekim 2008
Tez Danışmanı : Prof. Dr. Hüseyin BAŞLIGİL (Yıldız Teknik Üniversitesi)
Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Haluk ERKUT (İstanbul Teknik Üniversitesi)
: Prof. Dr. Alpaslan FIĞLALI (Kocaeli Üniversitesi)
: Yard. Doç. Dr. Semih ÖNÜT (Yıldız Teknik Üniversitesi)
: Yard. Doç. Dr. Hayri BARAÇLI (Yıldız Teknik Üniversitesi)

İSTANBUL, 2008

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
KISALTMA LİSTESİ	v
ŞEKİL LİSTESİ	vi
ÇİZELGE LİSTESİ	viii
ÖNSÖZ.....	ix
ÖZET	x
ABSTRACT	xi
1. GİRİŞ	1
1.1 Tez Çalışmasının Amacı ve Önemi	1
1.2 Tezin Organizasyonu	3
2. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ.....	4
2.1 Karar Verme ve Analitik Ağ Prosesi Yaklaşımı.....	5
2.2 Karar Verme ve Sorun Gidermede Başlıca Yöntemler	6
2.2.1 Davranışsal Boyutta Çözüm Yolları	6
2.2.2 Matematiksel Boyutta Çözüm Yolları	7
2.3 Karar Çeşitleri.....	8
2.3.1 Karar sürecinde kullanılan yöntem ve verilerin kaynağına göre kararlar.....	8
2.3.2 Yinelenme derecesine göre kararlar	8
2.3.3 İşletmelerin yaşam ve gelişme evrelerine göre kararlar	9
2.3.4 Kapsam ve önem derecesine göre kararlar	9
2.3.5 Karar veren organın örgütteki yetki derecesine göre kararlar	9
2.3.6 Kararların alınmasında katılıma yer verme derecesine göre kararlar	9
2.3.7 Birbiriyle bağlantı ve ilişki derecesine göre kararlar.....	10
2.3.8 Karar organını oluşturan kişilerin sayısına göre kararlar	10
2.3.9 Kapsadıkları süreye göre kararlar	10
2.3.10 Öteki yönlerden kararlar	10
2.4 Karar Vermede Niteliksel ve Niceliksel Yaklaşımlar	10
3. BULANIK MANTIK	11
3.1 Belirsizlik.....	15
3.2 Bulanık Kümeler ve Üyelik Dereceleri	17
3.3 Bulanık Sistem.....	19
3.4 Üyelik Fonksiyonları	23
3.5 Bulanıklaştırma.....	28
3.6 Bulanık Kümeler.....	31
3.6.1 Bulanık kümeler ile ilgili tanımlar.....	32
3.6.2 Bulanık küme işlemleri.....	33
3.7 Bulanık Sayılar	33
3.7.1 Bulanık sayılar ile toplama ve çıkartma	36
3.7.2 Bulanık sayılar ile çarpma ve bölme	36
3.8 Bulanık Matematik	37

3.9	Durulaştırma	39
3.9.1	Bulanık kümelerin lamda kesimleri	39
3.9.2	Durulaştırma işlemleri	40
3.10	Bulanık Mantığın Avantaj ve Dezavantajları	43
3.11	Bulanık Mantığın Uygulama Alanları	45
4.	BULANIK ANALİTİK AĞ PROSESİ	47
4.1	Analitik Ağ Prosesi (AAP)	47
4.1.1	AAP’ de sorunun yapılandırılması	48
4.1.2	AAP’ de sorunun modellenmesi	51
4.1.3	AAP’ de sorunun çözümlenmesi	51
4.1.4	Uygulama Adımları	54
4.2	Bulanık Analitik Ağ Prosesi	55
5.	ANALİTİK HİYERARŞİ PROSESİ.....	58
5.1	AHP’nin Tanımı	58
5.2	AHP’ye İlişkin Aksiyomlar	61
5.3	Analitik Hiyerarşı Prosesinin Aşamaları	64
5.3.1	Hiyerarşik yapının oluşturulması.....	65
5.3.2	İkili karşılaştırmalar matrisi.....	68
5.4	AHP’nin Katkı ve Kısıtları	74
5.5	AHP’ye Getirilen Eleştiriler	75
6.	TS EN ISO 9001:2000 KALİTE YÖNETİM SİSTEMİ UYGUNLUĞUNU DENETLEMEK İÇİN ANP MODEL	76
6.1	TS EN ISO 9001:2000 Kalite Yönetim Sistemi Standardı.....	76
6.1.1	Kalite yönetim sistemi şartları	78
6.2	ANP Model Uygulama Adımları.....	79
6.2.1	Adım 1 : Faktör, alt faktör ve ağ yapısının belirlenmesi	79
6.2.2	Adım 2 : İkili karşılaştırma matrisleri ve öncelik vektörleri	79
6.2.3	Adım 3 : Süpermatrislerin oluşturulması.....	82
6.2.4	Adım 4 : Değerlendirme tablosunun oluşturulması.....	84
6.3	AHP Model Uygulama Adımları.....	85
6.3.1	Adım 1 : Faktör, alt faktör ve ağ yapısının belirlenmesi	85
6.3.2	Adım 2 : İkili karşılaştırma matrisleri ve öncelik vektörleri	85
6.3.3	Adım 3 : Değerlendirme tablosunun oluşturulması.....	86
6.4	Uygunluk Oranının Hesaplanması.....	88
6.4.1	Klasik matematiksel yöntemlerle oranın hesaplanması.....	89
6.4.2	Bulanık kümeler üyelik yöntemiyle oranın hesaplanması.....	90
6.5	Geliştirilen Modellerinin Uygulanması	93
7.	SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME	96
	KAYNAKLAR.....	98
	EKLER	102
	Ek 1 TS EN ISO 9001:2000 Kalite yönetim sistemi – Şartlar	103
	Ek 2 İkili karşılaştırma matrisleri	130
	Ek 3 AHP ikili karşılaştırma matrisleri	137

ÖZGEÇMİŞ.....	138
---------------	-----

KISALTMA LİSTESİ

AHP	Analytical Hierarchy Process
AHP	Analitik Hiyerarşi Prosesi
ANP	Analytical Network Process
ANP	Analitik Network Prosesi
AAP	Analitik Ağ Prosesi
DEA	Data Envelopment Analysis
ELECTRE	Elimination et choix traduisant la realite
TOPSIS	Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution
QMS	Quality Management System
KYS	Kalite Yönetim Sistemi

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 3.1 Üyelik derecesi fonksiyonları (a) klasik küme, (b) bulanık küme	19
Şekil 3.2 Klasik Sistem.....	21
Şekil 3.3 Genel Bulanık Sistem.....	21
Şekil 3.4 TSK Bulanık Sistemi.....	22
Şekil 3.5 Bulanıklaştırma-Durulaştırma birimli bulanık sistem.....	23
Şekil 3.6 Bitişik dikdörtgen gösterim	24
Şekil 3.7 Bitişik üçgen gösterim.....	24
Şekil 3.8 Örtüşmeli üçgen gösterimi	25
Şekil 3.9 Bulanık küme	26
Şekil 3.10 Yamuk ve çan eğrisi üyelik fonksiyonları.....	26
Şekil 3.11 Üyelik Fonksiyonu Kısımları	27
Şekil 3.12 Bulanık Kümeler, (a) Normal, (b) Normal olmayan.....	27
Şekil 3.13 Bulanık Kümeler, (a) Dışbükey, (b) Dışbükey olmayan.....	28
Şekil 3.14 Hassaslık (a) Bulanık (b) Klasik	29
Şekil 3.15 Bulanık küme üyelik dereceleri.....	30
Şekil 3.16 Kesin küme üyelik dereceleri	31
Şekil 3.17 Yamuk bulanık sayı.....	35
Şekil 3.18 A, B' nin altkümesidir	35
Şekil 3.19 İki bulanık kümenin toplamı	36
Şekil 3.20 Bulanık sayılar a) Üçgen, b) Yamuk	38
Şekil 3.21 Kesikli bulanık küme.....	39
Şekil 3.22 A bulanık kümesi	40
Şekil 3.23 En büyük üyelik derecesi ile durulaştırma	41
Şekil 3.24 Ağırlıklı ortalama yöntemi ile durulaştırma.....	41
Şekil 3.25 Ortalama en büyük üyelik ile durulaştırma	42
Şekil 3.26 En büyük alan merkezi ile durulaştırma.....	42
Şekil 3.27 İlk veya son en büyük üyelik dereceleri ile durulaştırma.....	43
Şekil 4.1 Geri besleme ağı.....	49
Şekil 4.2 Kontrol Hiyerarşisi	50
Şekil 4.3 Süpermatris.....	53
Şekil 4.4 W_{ij} Blok Matris.....	53
Şekil 5.1 Detaylandırılmış hiyerarşik yapı (II seviyeli)	66

Şekil 5.2 Hiyerarşik Yapı	67
Şekil 5.3 Hiyerarşinin Oluşturulması	68
Şekil 5.4 İkili Kıyaslamalar Matrisi	70
Şekil 6.1 Proses temeline dayanan kalite yönetim sistemi modeli	77
Şekil 6.2 Kalite yönetim sisteminin uygunluğunun denetlenmesine yönelik ANP modeli	81
Şekil 6.3 Kalite yönetim sisteminin uygunluğunun denetlenmesine yönelik AHP model.....	86
Şekil 6.4 Bulanık kümeler	90
Şekil 6.5 Kuralların grafiksel gösterimi	93
Şekil 6.6 Bulanık-ANP uygulama sonuç tablosu	94
Şekil 6.7 AHP uygulama sonuç tablosu	95

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 3.1 Bulanık denetim uygulamaları	46
Çizelge 4.1 Önem skala değeri ve tanımları	55
Çizelge 4.2 Önem skala değeri ve tanımları	58
Tablo 5.1 AHP karar verme yönteminin kullanıldığı alanlar	63
Çizelge 5.2 Tesadüfîlik indeks tablosu.....	72
Çizelge 5.3 Analitik hiyerarşik yöntemde kullanılan ölçek	74
Çizelge 6.1 4.1 ve 4.2' nin 4.1' den etkilenme bakımından karşılaştırılmaları.....	79
Çizelge 6.2 Başlangıç süpermatrisi Çizelge 6.3 Ağırlıklandırılmış süpermatris.....	82
Çizelge 6.4 Limit süpermatris	83
Çizelge 6.5 Değerlendirme tablosu	84
Çizelge 6.6 7.4.1, 7.4.2 ve 7.4.3' ün karşılaştırılmaları.....	85
Çizelge 6.7 Değerlendirme tablosu	87

ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasında çok kriterli karar verme yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi-AHP ve Analitik Ağ Prosesi-AAP (Süreci) tanıtılmış, bulanık kümeler ile birlikte ele alınıp incelenmiş, karar vericinin yapacağı değerlendirmeyi öznellikten uzaklaştıran Bulanık AAP ve AHP yöntemi araştırılmış ve kuruluşlarda TS EN ISO 9001:2000 Kalite Yönetim Sistemini uygunluğunun objektif olarak değerlendirilebilmesi için bir model kurulmuştur.

Tez çalışmamı hazırlama sürecinde her konuda yardım ve desteğini aldığım, bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım danışmanım, değerli hocam Prof. Dr. Hüseyin BAŞLIGİL'e en derin şükranlarımı sunarım.

Bu sürece gelinceye değin üzerimde emek sahibi olan tüm hocalarıma, çalışmamın her aşamasında gerek bilimsel gerekse manevi desteğini her daim hissettiğim değerli arkadaşım Yard. Doç. Dr. Mesut YAVUZ'a ayrıca teşekkür etmeyi borç bilirim.

Son olarak bugünlere gelmemde en büyük payı olan kıymetli aileme sonsuz teşekkürler...

Ağustos, 2008

End. Yük. Müh. Umut Hulusi İNAN

ÖZET

Karar vericiler için en iyi seçeneği seçmek oldukça zor bir iştir. Karar vericiler alternatifler arasından seçim yaparken değişik amaçları gerçekleştiren, bazen de birbiriyle çelişen seçenekler arasından en uygun olanı bulmak ya da bunları önem derecelerine göre sıralamak zorundadırlar. Bu nedenle birçok karar verici bu şekildeki problemlerle karşılaştığı zaman Çok Amaçlı Karar Verme Yöntemlerini uygular. ‘Çok amaçlı karar verme’ demek birçok alternatif arasından öncelikli olanı seçmektir; kabaca değerlendirme, sıralama ve seçim’dir. Çok amaçlı karar verme prosedürleri iş seçiminden savaş uçağı seçimine kadar çok farklı alanlarda uygulanabilir.

İlerleyen teknolojiye bağılı olarak değişen ve gelişen yönetim anlayışları, organizasyonların yönetim sistemlerine bakışlarını da değiştirmiş ve yönetim sistemlerinin (Kalite Yönetim Sistemleri, Çevre Yönetim Sistemleri, Gıda Güvenliğı Yönetim Sistemleri, Bilgi Güvenliğı Yönetim Sistemleri,...) gelişmesini, çeşitlenmesini, performans ölçümlerinin ve denetim (tetkik) mekanizmalarının da bilimsel ve objektif enstrümanlarla donanmasını zorunlu kılmıştır. Bu tez çalışmasında performans ölçüm modeli geliştirilirken Çok Amaçlı Karar Verme Yöntemleri ile Bulanık Mantık birlikte kullanılarak bir yönetim sisteminin performans ölçümüne uygulanmaktadır. Benim bu çalışmada odaklandığım yönetim sistemi, yönetim sistemleri içerisinde en jenerik ve en yaygın uygulama alanı bulan ISO 9001:2000 Kalite Yönetim Sistemi’dir. (KYS). Ancak tasarlamış olduğum model, diğer tüm yönetim sistemleri ile uyumludur. Çalışmanın içeriğinde tetkik edilen sistemin performansı Bulanık Mantık ve Analitik Hiyerarşi Prosesi ve Analitik Ağ Prosesi yöntemleri ile modellenmiştir. Önerilen model bir işletmede uygulanmış ve uygulama ile modelin çalışması gösterilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bulanık Mantık, Bulanık Kümeler, Analitik Hiyerarşi Prosesi, Analitik Ağ Prosesi, ISO 9001:2000

ABSTRACT

It is a difficult job to select the best alternative for decision makers. When they select an alternative, decision makers must consider multiple objectives, make a selection from a set of possibly conflicting alternatives, or rank the alternatives in order of their importance. Thus, when faced with such challenges, many decision makers use Multiple Objective Decision Making Methods. ‘Multiple Objective Decision Making’ involves selecting the best among many alternatives; a process that can roughly be described as assessment, ranking and selection. Multi objective decision making procedures can be used in a variety of areas from job selection to fighter jet selection.

Management philosophies have changed and improved in parallel to technology and they have changed how organizations perceive management systems, improved and diversified management systems (Quality Management Systems, Environment Management Systems, Food Safety Management Systems, Information Safety Management Systems, ...), and also made it necessary to equip performance measurement and audit mechanisms with scientific and objective instruments. In this dissertation Multiple Objective Decision Making and Fuzzy Logic is jointly used to develop a performance measurement model and are applied to measuring the performance of a management system. The management system I focus on in this work is the ISO 9001:2000 Quality Management System (QMS), which is the most generic and wide-spread of management systems. However, proposed model is compatible with all other management systems. In the study, performance of an audited system is modeled using Fuzzy Logic, the Analytical Hierarchy Process and the Analytical Network Process. The proposed model is implemented in a company and its application is demonstrated here.

Keywords: Fuzzy Logic, Fuzzy Sets, Analytical Hierarchy Process, Analytical Network Process, Quality Management System, ISO 9001:2000

1. GİRİŞ

Karar verme, hedef ve amaçların gerçekleştirilmesi yönünde alternatif eylem planlarından birini seçme sürecidir. Karar verme tüm yönetim fonksiyonlarının özünü oluşturur. Örneğin, planlama fonksiyonu; ne yapılması gerektiğine, ne zaman, nasıl, nerede ve kim tarafından yapılacağına karar verilmesini içerir. Organize etme, uygulama ve kontrol etme gibi diğer yönetim fonksiyonları da yoğun olarak karar vermeye dayanır.

Günümüzün hızla değişen ve globalleşen iş çevresi, başarılı bir işletmenin zengin bir karar verme sürecine sahip olduğuna işaret etmektedir. Bu, bilgiyi sadece toplayıp işlemek değil, aynı zamanda gelişmiş karar tekniklerinin yardımıyla karar vermek anlamına gelmektedir. Karar verme bir işletmenin temel taşlarından biridir. Dolayısıyla, doğru kararların alınması rekabetçi avantaj kazanmak ve sürdürmek için gereklidir.

Pek çok işletmede karar süreci bilginin toplanması ve analizi için yoğun bir çaba ve zamanı gerektirir. Alternatif eylem planlarının değerlendirilmesine ise çok daha kısa bir zaman ve çaba 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 olabilmektedirler. Son yıllarda önemi gittikçe artan modern karar destek yöntemlerinden biri Analitik Hiyerarşi Prosesi ve Analitik Ağ Prosesi Yöntemleridir.

1.1 Tez Çalışmasının Amacı ve Önemi

Bu çalışmadaki amacım, bir karar verme yöntemi olarak Analitik Hiyerarşi Prosesi ve Analitik Ağ Prosesi Yöntemleri'ni tanıtmak, bulanık kümeler teorisi ile birlikte ele alıp incelemek, karar vericinin yapacağı değerlendirmeyi öznellikten uzaklaştıran Bulanık mantık ile modellemek ve TS EN ISO 9001:2000 Kalite Yönetim Sistemini uygunluğunun objektif olarak değerlendirilebilmesi için bir model kurmaktır.

Formel bir ISO 9001:2000 Kalite Yönetim Sisteminde değerlendirmeye tabi 5 (beş) ana madde bulunmaktadır:

1) Madde 4: Kalite Yönetim Sistemi

2) Madde 5: Yönetim Sorumluluğu

3) Madde 6: Kaynak Yönetimi

4) Madde 7: Ürün Gerçekleştirme

5) Madde 8: Ölçme, Analiz ve İyileştirme

Bu ana maddelerin de 3. seviyeye kadar alt başlıkları bulunmaktadır. Tüm bileşenlerin performansının bütünsel sistem performansını oluşturacağı varsayılmaktadır.

Mevcut formel KYS tetkiki uygulamalarında tetkikler, genel olarak “dış tetkik” ve “iç tetkik” olarak iki ana gruba ayrılır. Dış tetkikler de “tedarikçi tetkiki” ve “belgelendirme tetkiki” olarak sınıflandırılır. Uzman (eğitimli ve deneyimli) tetkikçiler tarafından standardın gerekliliklerine göre yapılan değerlendirme sonucunda ilgili madde için “UYGUN”, “GÖZLEM”, “KÜÇÜK HATA”, “BÜYÜK HATA” gibi değerlendirmeler yapılır. Uygun, standardın gerekliliğini karşılıyor; Gözlem, standardın gerekliliğini karşılamada uygunsuzluk potansiyeli var; Küçük Hata, standardın ilgili maddesinin gereklilikleri tam olarak karşılanamıyor; Büyük Hata ise standardın ilgili maddesinin uygulaması, bütünüyle gereklilikleri karşılamıyor şeklinde değerlendirilir.

Sistem performansının iyileştirilmesi için Gözlem’ler önleyici faaliyetler planlanıp uygulanarak uygunsuzluğa dönüşmeden ortadan kaldırılmaya çalışılır. Küçük ve Büyük Hatalar için ise düzeltici faaliyetler planlanıp uygulanarak uygunsuzluğun ortadan kaldırılması ve tekrarının önlenmesi sağlanır.

Ancak bu değerlendirme yaklaşımı, uygunluğun derecesini ya da diğer hata sınıfları içerisine giren değerlendirmelerin göreceli performans üstünlüklerini ortaya koymada yetersiz kalmaktadır. Tetkik performansının değerlendirilmesi sürecinde nitel ve nicel faktörler ortak bir skala üzerinde ele alınmalıdır. Bu çalışmada, yukarıda bahsedilen gereklilikten hareketle tetkik sonucu sistemin performansının ölçülmesi çok amaçlı karar verme araçlarından ikisi ile Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) ve Analitik Ağ Prosesi (AAP) ile modellenmiş ve bu modelde yer alan faktörlerin ağırlıklandırılmasında bulanık sayılar kullanılmıştır. Ağırlıklandırma sürecinde bulanık sayıların kullanılması belirsiz ve tam olarak doğru verilerin elde edilemediği durumlarda ağırlıklandırmanın etkinliğini arttırmaktadır.

1.2 Tezin Organizasyonu

Bu tez çalışması toplam yedi bölümden oluşmaktadır.

Giriş bölümünü takiben ikinci bölümde, çok kriterli karar verme yöntemleri ile ilgili literatür araştırması ve bu araştırma içinde karar verme sürecinde kullanılan yöntemler ve bu yöntemlerin gelişimi hakkında bilgiler sunulmaktadır.

Üçüncü bölümde, bulanık mantık ve uygulamaları hakkında literatürdeki çalışmalardan sentezlenerek; bulanık küme kavramı, üyelik fonksiyonları, bulanıklaştırma, durulaştırma ve bulanık mantığın uygulama alanları sunulmaktadır.

Dördüncü bölümde, bulanık analitik ağ prosesi ve uygulamaları literatürden örneklerle sunulmaktadır.

Beşinci bölümde ise, modelde kullanılacak olan diğer yöntem analitik hiyerarşi prosesi ve uygulamaları, bu yöntemin avantaj ve dezavantajları literatürden örneklerle desteklenerek sunulmaktadır.

Altıncı bölümde, formel bir kalite yönetim sisteminin (KYS) tetkik edilerek performansının ortaya konması sürecinde bu performans ölçümün objektif bir biçimde ortaya konduğu hem bulanık AAP hem de AHP ile ortaya koyduğumuz modelin uygulaması ortaya konmaktadır.

Yedinci ve son bölümde uygulama sonuçları da dikkate alınarak, önerilen modelin güçlü ve geliştirilebilir yönleri tartışılmakta ve gelecek çalışmalar için öneriler sunulurken bu doktora tezi çalışması tamamlanmaktadır.

2. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ

Günümüzde yaşanan hızlı değişimler, işletmelerin karşı bulunduğu belirsizlikleri artırmış, işletme yönetimini daha karmaşık hale getirmiştir. İşletmelerin tercih edebileceği alternatiflerin artması da buna eklenince karar verme işlemi daha zor hale gelmiştir. Zengin bir karar verme sürecine sahip bir işletmede karar verme sadece bilgi toplama değil, aynı zamanda gelişmiş karar teknikleri yardımıyla karar vermek anlamına gelmektedir.

Pek çok işletmede karar sürecinin bilgi toplama ve analizi aşamalarında çok yoğun bir çaba ve zaman harcanırken, alternatiflerin değerlendirilmesi için daha az çaba ve zaman harcanmaktadır. Pek çok günlük karar sezgisel olarak alınırken, daha uzun vadeli ve karmaşık kararları sezgisel olarak almak yeterli ya da doğru olmayabilir. Karar almada karar destek sistemlerini kullanan işletmeler, daha hızlı ve etkin karar almakta, globalleşen iş ilişkileri ağını yönetmekte avantaj sahibi olmaktadır.

Karar vericiler karar verme sürecinde yardımcı olarak çoğunlukla kantitatif tekniklerden yararlanmaktadır. Sıklıkla kullanılan Yöneylem Araştırması teknikleri çeşitli karar verme durumlarında karar vericinin tüm sorunlarını çözmede yetersiz kalmaktadır. Modele uygun veriler bulmada zorluk yaşanmakta, kullanılan parametreler sabit alınmakta ve bilgisayar çözümü için gerekli zamanlar çok uzun olabilmektedir. Ayrıca bu teknikler sayısal olmayan verilerin kullanılması için uygun değildir.

Karar vermeye zorlaştıran etmenlerden biri de kararda etkili kriterlerin birbirleriyle çelişmesidir. Kriterlerden birinin sağlanması bir diğerrinin ya da diğerrlerinin sağlanmasını engelliyor yada zorlaştırıyorsa karar vermek daha da zor olacaktır.

Birçok kararda, birden fazla niceliksel yada niteliksel kriterler ve amaçlar söz konusu olmaktadır. Bunlardan bazılarının birbiriyle çeliştiği karar verme durumlarına Çok Kriterli Karar Verme adı verilmektedir. Çok Kriterli Karar Vermede, kriterler arasında çelişki olması ve birbirini iyileştirmek için bir başkasından fedakarlık edilecek olmasından dolayı en iyi alternatifin seçimi zordur. Bu kriterler arasında uzlaşma sağlamak ve alternatifler arasından en uygun olanını seçmek için çeşitli yöntemler geliştirilmiştir.

Çok kriterli karar verme sürecini kullandıkları veri açısından deterministik, stokastik ve bulanık olmak üzere üçe ayrılabilir. Çok kriterli karar vermede kullanılacak yöntemler olarak analitik hiyerarşi prosesi (AHP), analitik ağ prosesi (ANP), ELECTRE ve TOPSIS metotları

ve veri zarflama analizi (DEA) ‘den bahsedilebilir. Bunların dışında fayda temelli SMARTS (Ağırlıklandırılmış Değer Fonksiyonu Modeli), üstünlüğe dayanan PROMETHEE ve diğer bazı fayda temelli, üstünlüğe dayanan, etkileşimli ve basit yöntemler mevcuttur.

2.1 Karar Verme ve Analitik Ağ Prosesi Yaklaşımı

İnsanlar belirli amaçlara ulaşmada çok çeşitli ve farklı zorluk derecelerinde engellerle karşılaşır. Bu engelleri aşabilmek için çözümler üretilir bir başka deyişle insanlar karar vermeye zorlanır. Bir yandan kişinin içinde bulunduğu değişim dünyası öte yandan saptanmış amaçlarını gerçekleştirme isteği karar verme sorununun ortaya çıkmasına neden olmuştur.

İnsanların hayatları boyunca sürekli olarak karşılaştıkları problemler iki grupta toplanır. Negatif yönlü olan birinci grup problemler bir tatminsizlik kaynağını, örneğin bir hastalığı ortadan kaldırma ile ilgilidir. Pozitif yönlü olan ikinci grup problemler ise bir tatmin kaynağına ulaşma ile ilgilidir.(Yozgat,1994)

Problemlerle karşılaşan kişi mevcut seçenekler içinden en iyisini seçmek için uğraş verirler. Ancak bazı durumlarda insan beyninin problemin çözümüne ulaşmak açısından yeterli kapasitede olmadığı görülmüştür. Bu durumlarda karmaşık yapıli problemlerin çözümünde birtakım karar analizi yaklaşımlarından faydalanılmaya çalışmışlardır. Problemlerin çözümü için tüm tekniklerde öncelikle temel öğelerin belirlenmesi gerekir. Fakat herhangi bir karar probleminde ilk aşama, tüm olası seçeneklerin belirlenmesidir.

Karar düşüncesi açısından, kararlar ister sezgisel, ister bilimsel bir yöntemle ele alınsın, problemle ilgili tüm değişkenlerin bir model haline getirilmesi gerekir. Bu bağlamda karar analizi, karar problemlerinin matematiksel modelini ortaya koyup, istatistiksel irdelemelere bağlı olarak hareket tarzı öneren bir yöntem olarak tanımlanabilir. Tüm matematiksel modellerde olduğu gibi karar analizinde de göz ardı edilmemesi gereken gerçek, böylesi bir model ile oldukça ayrıntılı ve kesin bir matematiksel irdeleme gerçekleştirebilmek ile birlikte, modelin oluşumunda oldukça önemli bir diğer öğe ön yargısal yapının göz ardı edilmesidir. Karar analizi modelleri de, tüm diğer modeller gibi gerçeği ancak yaklaşık olarak yansıtır. Karar analizi modellerinden beklenilmesi gereken kesin ve doğru cevabı vermesi değil, çok daha önemli olan problemin önemli özelliklerine derinlemesine yaklaşım getirmesidir. Yapılan çeşitli duyarlılık analizleri ile herhangi bir varsayımdaki küçük bir değişimin karar vericinin kararını ne derecede etkileyeceği hatta farklı bir karara yönlendireceği, hangi

varsayımlarda kararın duyarsız kalacağı irdelenebilir (Evren ve Ülengin, 1992).

Önceden hazırlanan ve bir dizi eyleme yol açan karara, alışıl gelmiş karar da denilebilir. Bu kararda neyin nasıl yapılacağı, sonuçlara ulaşmak için ne gibi kaynaklar gerektiği büyük ölçüde bellidir. Bu kararlar oldukça güvenilir bir model halinde ne olacağını tahmin etmemizi sağlar ve nerede bulunduğumuzu, değişikliği ne zaman gerçekleştireceğimizi bildirir.

Genelde karar probleminin yapısı incelendikçe verilerin çokluğu ve aralarındaki karşılıklı ilişkiler, karar vericinin verileri kavrama yeteneğini aşar. Burada karar analizi yöntemlerinden yardım alınır, bunlardan birisi de Prof. Thomas L. Saaty tarafından geliştirilmiş olan Analitik Hiyerarşi Proses (Analytic Hierarchy Process) (Partovi, 1994) ve .

Analitik Ağ Prosesi (ANP), karar problemlerinin yapılandırılmasında ve çözümünde kullanılan bir çok amaçlı karar verme yöntemidir. Bu yöntem, bir amacı veya hedefi etkileyen faktörleri, birbirine olan etkilerine göre gruplandırır ve amaca uygun ağ şeklinde modelleyerek, her kriterin amacı ne kadar ve nasıl etkilediğine dair önceliklendirme yapan bir karar verme sistemidir (Bağırkan, 1985).

ANP, amaçlarımızı ve algılarımızı baştanbaşa bir senteze tamamlamak için kullanılabilir. ANP kararların uyumlu ya da geçişken olmasına ihtiyaç duymaz. ANP bir problem çözümü çatışdır. Yani herhangi bir problemin elemanlarını göstermenin sistematik bir şeklidir.

2.2 Karar Verme ve Sorun Gidermede Başlıca Yöntemler

Karar verme çeşitli seçenekler arasından birinin seçilmesi durumunda hangi sonuçların ortaya çıkacağını düşündür. Sorun çözme ise gerçekleştirilen işleme yapılması istenen işlem arasındaki farkı yaratan nedenleri bulmayı düşündür. İkisinin ortak noktası içerdikleri düşünce sürecidir (Yılmaz, 2000).

2.2.1 Davranışsal Boyutta Çözüm Yolları

Bevin Fırtınası

Osborn tarafından bulunan sorun çözümünde ve yeni fikirlerin yaratılmasında yararlanılan karar verme tekniğidir. Burada fikir sayısı kadar kalitesi de önemlidir. Süre 30- 45 dk.'dır. Grup toplantısı şeklinde ortaya atılan fikirler: Kesinlikle değiştirilmemeli, fikirler övülmeli, fikirlere ilişkin sahibine soru sorulmamalı ve eleştirilmemeli, ortaya atılan fikirlerden yararlanılıp yeni kritik fikirler yaratmaya çalışılmalıdır.

Gordon Tekniği

Bu teknik Cambridge’de bir danışmanlık merkezinde William J. Gordon tarafından geliştirilmiştir. Bu da grup toplantısı şeklindedir. Fakat değerlendirmeyi grup yapmaz. Grubun tayin etmiş olduğu bir lider yapar. Toplantı yaklaşık üç saat sürer. Tekniğin başarısı büyük ölçüde liderine bağlıdır.

Sinektik Tekniği

Bu yöntemde ekip, araştırmacı niteliğe sahip 5 – 7 yetkili kişiden kurulmakta ve seçim mesleki bilgi ve kişiliğe ağırlık vermek suretiyle yapılmaktadır. Bunların bir yıl süreyle bu amaçla eğitilmiş olmaları da bu ilkelerin içerisinde. Yani bir beyin takımı oluşturulur. Bu yöntemle göre sorun ekip üyeleri tarafından tamamen anlaşılınca kadar bütün yönleriyle kendilerine açıklanır. Soruna biyoloji alanından bir örnekle yapılan karşılaştırma aracılığı ile yaklaşımda bulunulur. Sinektiğin anlamı birbiriyle ilgisi olmayan ve farklı olan unsurların bir araya getirilmesi anlamına gelir.

Philips 66 Tekniği

Büyük bir grup önce 5 – 6 kişilik küçük gruplara bölünür. Her gruba bir başkan belirlenir. Her grup sorunu kendi içinde ele alınır, çözüm yolları arar. Grup kararını belirler. Ortak toplantıda her lider kendine en uygun görüşünü toplantıda açıklar.

2.2.2 Matematiksel Boyutta Çözüm Yolları

Oyun Teorisi

İşletme ve ekonomide oyun, zamanla ortaya çıkacak olan belli ödemeleri önceden kestirmek için karar verme zorunluluğunda kalan tarafların menfaat çatışmalarını veya rekabetini yansıtır. Amacı tarafların seçeneklerini formüle etmektir.

Doğrusal Programlama

Belli doğrusal eşitliklerin veya eşitsizliklerin kısıtlayıcı koşulları altında doğrusal bir amaç fonksiyonlarını optimumlaştırmak biçiminde tanımlanır.

Amaç Programlama

Soruna iki biçimde yaklaşır.

Her alternatifin vektör biçiminde gösterilen sonuç değerini, o taşıma biçiminde gösterilen

sonuç değerlerini, değerine gösterecek biçimde tek sayıya indirgeyerek seçim yapmak.

Nitelikler arası karşılaştırmalar gerçekleştirilmeden, niteliklerin bireyselliğini koruyarak seçim yapmak.

Yön Eylem Araştırması

Elde olan olanaklardan maksimum yararlanmayı sağlamak için girişilen bilimsel çalışmalar ve tekniklerdir. Bu sistemin amacı; insan-makine sistemlerinin yapısını ve davranışlarını incelemek ve açıklamaktır.

2.3 Karar Çeşitleri

2.3.1 Karar sürecinde kullanılan yöntem ve verilerin kaynağına göre kararlar

Karar sürecinde kullanılan yöntem ve verilerin kaynağına göre alınan kararlar şu şekilde sıralanabilir:

- 1- Araştırmaya dayanan bilimsel kararlar
- 2- Sezişe dayanan kararlar
- 3- Deneyime dayanan kararlar
- 4- Göreneğe dayanan kararlar
- 5- Geleneksel yöntemle verilen kararlar
- 6- Yetkiye dayanan kararlar
- 7- Gerçeği algılama yöntemine dayanan kararlar

2.3.2 Yinelenme derecesine göre kararlar

- Programlanmış kararlar: Sıklıkla karşılaşılan konularda sürekli uygulanabilecek belirli yol ve yöntemi olan kararlardır.
- Programlanmamış kararlar: Belirli yapısı olmayan ve her konumda değişebilen temel nitelikli kararlardır. Yeni ürün çeşidi, yeni "pazarlara girme, yeni finansman olanakları gibi konularda verilen kararlardır (Saaty, 1994).

2.3.3 İşletmelerin yaşam ve gelişme evrelerine göre kararlar

- Kuruluş evresine ilişkin kararlar: Kuruluş yerinin seçimi, büyüdüğünün, örgütsel düzeyinin, mal çeşidinin kararlaştırılması gibi kararlardır (Boyacıoğlu, 1996).
- Gelişme evresine ilişkin kararlar: Malın fiyatlandırılması, ücret, finansman politikaları konusundaki kararlardır.
- Yeniden örgütlenme evresine ilişkin kararlar
- Sona erme evresine ilişkin kararlar: Tasfiye kararlardır.

2.3.4 Kapsam ve önem derecesine göre kararlar

- Politika ve strateji kararları: Hangi malın üretileceği; hangi pazarlara girileceği, finansman, personel, yönetim ve örgütlenme kararlardır. Kuruluştaki alınması gereken, kuruluşun tam yaşamını etkileyen ana nitelikteki konulara ilişkindir.
- Yönetim kararları: Teknik konulardaki kararları kapsar. Kısa süreli kararlardır.
- Yürütme kararları: Yönetim kararlarını işler duruma getiren, süreklilik taşıyan kararlardır.

2.3.5 Karar veren organın örgütteki yetki derecesine göre kararlar

- Yönetimsel kararlar: Komuta kararları da denir. Karar veren organ komuta yetkisine sahiptir.
- Uygulama kararları: Daha alt düzeydeki yetkiler kullanılır.
- Kurmay ya da danışma kararları: Ögüt verme yetkisine sahip, komuta yetkisi olmayan uzman kişilerin kararlardır.

2.3.6 Kararların alınmasında katılıma yer verme derecesine göre kararlar

- Merkezci kararlar: Tepeden alınmış kararlardır.
- Tepeden inme kararlar: Uygulanması için dayatılan üst düzey kararlardır.
- Merkezkaç kararlar: Alt kademelerde bu kararla ilgili olanların oluşturduğu kararlardır. Örgüt biçimi demokratiktir. Yetki göçerimi varsa bu kararlar çoğalır.
- Aşağıdan yukarıya doğru kararlar: Merkezkaç kararlar buna örnektir.

2.3.7 Birbiriyle bağlantı ve ilişki derecesine göre kararlar

- Birincil ya da bağımsız kararlar: Temel konularda, uzun dönemli sonuçlar doğurabilecek nitelikte kararlardır. Genel politika kararları v.b. gibi.
- İkincil ya da bağımlı kararlar: Ana kararın yaşama geçirilmesi için alınan alt konuları kapsayan kararlardır.

2.3.8 Karar organını oluşturan kişilerin sayısına göre kararlar

- Bireysel kararlar: Öznellik yanı ağır basan kararlardır.
- Grup ya da komite kararları

2.3.9 Kapsadıkları süreye göre kararlar

- Kısa süreli kararlar: Günlük işlere özgü değişken kararlardır.
- Orta süreli kararlar: Taktik kararları v.b. gibi kararlardır.
- Uzun süreli kararlar: Temel konularda alınan, işletmenin yaşamı boyunca geçerli olan kararlardır. Stratejik kararlar v.b. gibi kararlardır.

2.3.10 Öteki yönlerden kararlar

- İlgili oldukları didinme çeşidine göre: Pazarlama, personel örgütleme yönetim finansman kararları v.b. gibi
- Uygulamadaki esneklik derecesine göre
- Karardan beklenen sonucun belirlilik derecesine göre
- Karardaki oy sayısına göre vb.

2.4 Karar Vermede Niteliksel ve Niceliksel Yaklaşımlar

Niteliksel yaklaşım temel olarak sezgi, yargı ve deneyime dayanır. Bilimden çok sanat özelliği taşır. Niceliksel yaklaşıma sayısal analiz de denir. Sayısal olgu ve verilerden hareketle çalışma konusu sistem ve probleme ilişkin modeller kurulmasını içerir. Yönetimsel kararlarda niceliksel yaklaşımda bulunmanın gerekleri şunlardır:

- 1- Problemin karmaşık olması

2- Problemin önemli olması

3- Problemin yeni olması, konuyla ilgili geçmiş deneyimin bulunmaması

4- Problemin tekrar tekrar ortaya çıkması

3. BULANIK MANTIK

Her insan günlük hayatında kesin olarak bilinemeyen, bazen de önceden sanki kesinmiş gibi düşünülen ama sonuçta kesinlik arz etmeyen durumlarla karşılaşılır. Bu durumların örgün (sistematik) bir şekilde önceden planlanarak sayısal öngörülerinin yapılması ancak bir takım kabul ve varsayımlardan sonra mümkün olabilmektedir. Şimdiye kadar yapılan mühendislik araştırmalarında ve modeli emel erinde bu varsayım, kabul ve kavramlara kesinlik kazandırmak için değişik çalışmalarda bulunulmuştur. Hâlbuki büyük ölçeklerden küçük ölçeklere doğru geçildikçe incelenen olayların kesinlikten uzaklaşarak belirsizlikler içeren yönlerde doğru gitmeleri söz konusudur. Mesela, çok uzakta bulunan bir cisme bakıldığında bunun nokta şeklinde algılanması onun boyutsuz ve şekilsiz olduğu sonucuna varmamıza sebep olur. Bu cisim bize yaklaştıkça bir boyutludan önce tepsi gibi iki daha sonra da küre gibi sanki üç boyutlu hale dönüşür. Böylece boyutlar arasında kesin bir geçişten ziyade tedricen bir değişimin olduğuna akıl ile varılabilir. Zaten son zamanlarda geliştirilen fractal (kesikli) geometrisinde boyutlar ondalık sayıdır. Doğanın geometrisi denilen fractal geometrisi belirsiz ve geliş güzel şekillerin incelenmesine yarar.

Gerçek dünya karmaşıktır. Bu karmaşıklık genel olarak belirsizlik, kesin düşünceden yoksunluk ve karar verilemeyiştten kaynaklanır. Birçok sosyal, iktisadi ve teknik konularda insan düşüncesinin tam anlamı ile olgunlaşmamış oluşundan dolayı belirsizlikler her zaman bulunur. İnsan tarafından geliştirilmiş olan bilgisayarlar, bu türlü belirsizlikleri işleyemezler ve çalışmaları için sayısal bilgiler gereklidir. Gerçek bir olayın kavranılması insan bilgisinin yetersizliği sebebiyle tam anlamı ile mümkün olamadığından, 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. Zadeh (1968) tarafından gerçek dünya sorunları ne kadar yakından incelemeye alınırsa, çözümün daha da bulanık hale geleceği ifade edilmiştir. Çünkü çok fazla olan bilgi kaynaklarının tümünü insan aynı anda ve etkileşimli olarak kavrayamaz ve bunlardan kesin sonuçlar çıkaramaz. Burada bilgi kaynaklarının temel ve kesin bilgilere ilave olarak, özellikle sözel olan bilgileri de ihtiva ettiği vurgulanmalıdır,

insan sözel düşünebildiğine ve bildiklerini başkalarına sözel ifadelerle aktarabildiğine göre bu ifadelerin kesin olması beklenemez (Evans, 1989).

Bulanık ilkeler hakkında ilk bilgiler, Azerbaycan asıllı Lotfi Zadeh (1965) tarafından literatüre mal edilmesine karşılık, bu fikirler Batı dünyasında şüphe ile karşılanmış ve oldukça yoğun tepki almıştır. Ancak, 1970'li yıllardan sonra Doğu dünyasında ve özellikle de Japonya'da bulanık mantık ve sistem kavramlarına önem verilmiştir. Bunların, teknolojik cihaz yapım ve işleyişinde kullanılması bugün bütün dünyada yaygın hale gelmiştir. Batıda gecikmenin ana sebebi Batı kültürünün temelinde ikili mantık, yani Aristo mantığının yatması ve olaylara evet-hayır, beyaz-siyah, kurak-sulak, artı-eksi, 0-1 vb. ikili esasta yaklaşılmasıdır. Bu iki değer arasında başka seçeneklere kesin değil düşüncesi ile hiç yer verilmezdi. Batı'da bulanık (fuzzy) kelimesi güvensizliği ifade eder Doğu'da ise bu güvensizlikte bile güzelliklerin bulunabileceği düşüncesi vardır. Örneğin, insanlar arasındaki gerekli diyalogun bile sağlanması bu tür bulanık (kesin olamayan, oldukça kişisel) görüşlere bağlıdır (Zimmerman, 1987).

Bulanık mantık her gün kullandığımız ve davranışlarımızı yorumladığımız yapıya ulaşmamızı sağlayan matematiksel bir disiplindir. Temelini doğru ve yanlış değerlerin belirlendiği Bulanık Küme Kuramı (Fuzzy Set Theory) oluşturur. Burada yine geleneksel mantıkta olduğu gibi (1) ve (0) değerleri vardır. Ancak bulanık mantık yalnızca bu değerlerle yetinmeyip bunların ara değerlerini de kullanarak; örneğin bir uzaklığın yalnızca yakın ya da uzak olduğunu belirtmekle kalmayıp ne kadar yakın ya da ne kadar uzak olduğunu da söyler.

Bu mantık elektrikli ev aletlerinden oto elektroniğine, gündelik kullandığımız iş makinelerinden üretim mühendisliğine, endüstriyel teknolojilerden otomasyona kadar aklımıza gelebilecek her yerde kendisine uygulama alanı bulabilir

Endüstriyel bir sürecin denetimi için tasarım yapılırken her şeyden önce o sürecin bir dinamik sürecine gerek vardır. Ancak pratikte bu her zaman mümkün olmayabilir. Süreç içindeki olaylar matematiksel modellemeye elverecek ölçüde açıkça bilinmeyebilir veya bir model kurulabilse bile bu modelin parametreleri zamanla değişiklikler gösterebilir. Bazı durumlarda ise doğru bir model kurulsa bile bunun kontrolcü tasarımında kullanılması karmaşık problemlere yol açabilir. Bu gibi sorunlarla karşılaşıldığı zaman genellikle bir uzman kişinin bilgi ve deneyimlerinden yararlanma yoluna gidilebilir. Uzman operatör, dilsel niteleyiciler olarak tanımlanabilecek, uygun, az uygun, yüksek, biraz yüksek, fazla, çok fazla gibi günlük yaşantımızda sıkça kullandığımız kelimeler doğrultusunda esnek bir denetim mekanizması

geliştirir. İşte bulanık denetim de bu tür mantıksal ilişkiler üzerine kurulmuştur (Zimmerman, 1987).

Günümüzde çok geniş bir bilim adamı kadrosu bulanık mantıkla ilgilenmektedir. 1970'lerden itibaren sürekli gelişme gösteren bulanık mantık, son çalışmalarda, PID ve yapay sinir ağları ile beraber kullanılmaya başlanmıştır ve çok daha geniş bir alana girme imkânı bulmuştur. Başka bir çalışmada, bulanık mantığın geçirdiği evreler şu şekilde anlatılmıştır:

Bulanık küme kuramı, ilk kez 1965 yılında Berkeley' de California Üniversitesi öğretim üyelerinden aslen Azerbaycanlı olan Prof. Lütfi A. Zadeh tarafından ortaya atılmış ve hızlı gelişerek, modern denetim alanında birçok bilim adamının ilgisini çeken araştırmaya açık yeni bir dal olmuştur. Örneğin; Londra Üniversitesinden Prof. Dr. Mamdani kuramı bir buhar türbinin hızının denetlenmesine uygulamayı düşünmüş ve bu amaçla, bir insanın davranışlarını mimikleyen; "Eğer türbin hızı çok hızlı artıyorsa ve basınç da çok düşükse, buhar vanasını biraz aç" türünden kurallardan oluşan bir uzman sistem geliştirmiştir. Prof Dr. Mamdani bulanık mantık temelli bu tür bir uzman sistemle türbin hızının ve performansının çok başarılı bir şekilde denetlenebileceğini göstermiştir.

Bulanık mantık kuramının ilk önemli endüstriyel uygulaması çimento sanayisinde olmuştur. Bu sanayide değirmen içerisindeki sıcaklık ve oksijen oranı ürün kalitesi açısından çok önemlidir. Kısıtlı ve hassas olmayan, ısı ve karbondioksit oranı gibi bilgilerle iyi bir çalışma düzeni elde edilebilmesi bir sanat olup operatörlerin bu konuda yeterli bir uzmanlık kazanabilmeleri için yıllar geçmesi gerekir. Fakat kişiler ve uzmanlık düzeyleri arasında kaçınılmaz farklılıklar olacağından, üretilen çimento da vardiyalardan vardiyalara geçişecek, tutarlı kalitede çimento üretimi çok zor olacaktır. İşte bir Danimarka firması bu nedenlerden dolayı lineer bir model üzerine kurulu geleneksel denetleyici yerine bir bulanık mantık kontrolcüsü (fuzzy logic controller - FLC) kullanmayı düşünmüş ve çok başarılı sonuçlar veren bir uzman sistem geliştirmiştir. Bu veya benzeri sistemler bugün bile Japonya ve Amerika'da dâhil olmak üzere birçok ülkede kullanılmaktadır.

Kronolojik sıra içerisinde bundan sonraki en önemli aşama Japonya' da 1987 yılında görülmüştür. Hitachi firması, ilk olarak 1987 yılında ulaştırma bakanlığına başvurmuş ve Sedai Metro sisteminde çalışan trenlerin otomatik olarak denetimi için bulanık mantık kullanımını önermiştir. Bakanlık öneriye olumlu baktığını belirtmiş, fakat bulanık mantık denetleyicinin kullanılmakta olan sisteme göre belirgin üstünlükleri olacağı konusunda kanıt istemiştir. Hitachi firması, dokuz yıl içerisinde 300.000 simülasyon çalışması ve 3.000

insansız operasyon gerçekleştirmiş ve sonunda 1986 yılının sonlarına doğru ulaştırma bakanlığından kullanım iznini almıştır. Geliştirilen sistemde, daha önce tren operatörü tarafından bir PID temelli denetleyici aracılığıyla yapılan ve yolcuların sarsıntılı bir yolculuk geçirmelerine neden olabilen hızlanma ve yavaşlama gibi işlemler otomatik olarak yapılmakta ve tren operatörünün yapması gereken işler, kapıları kapatmak ve başlatma düğmesine basmak gibi bir kaç işlemle sınırlı kalmaktadır. Böylece yolcuların, demirlere tutunma gereksinimi duymadan rahat bir yolculuk yapabilmeleri sağlanmış, daha önce kullanılan sisteme göre trenin istenilen konumda durması üç kat iyileşmiş ve kullanılan enerji %10 azalmıştır. Sağlanan bu başarının Hitachi firmasına getirdiği mükâfat, Tokyo Metrosu'nda da böyle bir sistemin kullanılması için yapılan anlaşma olmuştur.

Yukarıda açıklanan başarılı uygulamalardan sonra bulanık denetim konusundaki çalışmalar, yeni bir ivme kazanmış ve endüstriyel uygulama alanları hızla artmıştır. Çalışmaların uluslararası alanda koordinasyonu amacı ile Japonya'da 1989 yılında LLFE (Laboratory for International Fuzzy Engineering) adlı bir laboratuvar kurulmuştur. Bu laboratuvarlarda yapılan araştırma çalışmalarına, aralarında Hitachi, Toshiba, Omron, Matsushita gibi ünlü Japon firmalarının yanı sıra [BM, NCR ve Thomson gibi Japonya dışı firmaların da bulunduğu toplam 51 firma katılmakta olup 6 yıllık bütçesi 70 milyon dolardır.

Bulanık mantık denetleyiciler konusundaki kuramsal çalışmaların hala sürüyor olmasına rağmen, artık bu konu endüstride kendisine önemli bir yer edinmiş durumdadır. Uygulama alanları arasında çeşitli beyaz eşya, tren, asansör, trafik kontrolü ve otomobil sanayisi sayılabilir. Bugün Japonya' da bulanık mantık kullanan beyaz eşyalar ve elektronik aletler, örneğin; fotoğraf ve çamaşır makineleri, güncel yaşamın birer parçasıdır. Tüm dünyada ise, bulanık mantık içeren ürünlerin satış hacmi 1990 yılında 1,5 milyar dolara ulaşmıştır. Bu meblağın 2000' ler de 13 milyar dolara çıkması beklenmektedir.

Günümüzde, 30'dan fazla ülkede bulanık mantık konusunda araştırmalar yapılmakta olup, bunlar arasında ABD, Japonya, Çin ve Batı Avrupa ülkeleri başta gelmektedir. Çin' de bu konu ile uğraşan bilim adamı sayısı on binin üzerinde olup, hemen arkasında Japonya yer almaktadır. Uygulama açısından ise, Japonya belirgin bir şekilde önde gözükmektedir. Bu durum, belki de uzak doğu insanının düşünüş şeklinin bulanık mantığa daha uygun oluşundan kaynaklanmaktadır. Üzerinde “bulanık” sözcüğü yer alan bir fotoğraf makinesi, bir batı ülkesinin toplumu tarafından tepki ile karşılanabilir. Japonya' da ise, ev kadınları bile bu sözcükle haşır neşir olmuşlar ve bulanık mantık kullanan her türlü ev aletini özellikle arar duruma gelmişlerdir. Bir başka neden de ABD' de yapılan çalışmaların genellikle askeri

amaçlara ve uzay uygulamalarına yönelik olması ve bu nedenle projelerin ve sonuçlarının herkese açık literatürde yayınlanmaması olabilir. NASA bünyesinde bulanık denetim konusunda çalışan çok kuvvetli bir gurup vardır. Bu gurup uzay mekiği için, pilotların yükünü azaltmak, sistemin güvenilirliğini artırmak ve yakıt tüketimini azaltmak amacı ile bulanık mantık temelli sistemler geliştirmiş ve böylece konuşlandırma ve konuşlandırılan pozisyonda tutma sırasında harcanan yakıt üç misli yaklaşıma sırasında tüketilen yakıt 1,5 misli azaltılmıştır”

3.1 Belirsizlik

Bulanıklık (mantık, sistem, küme) belirsizliğin bir ifadesi olarak karşımıza çıkar. Geçmişte, belirsizliklerin işlenmesi ve anlamlı sonuçlara varılabilmesi için ihtimaller teorisi kullanılmıştır. Matematik ve mühendislikte bu teori belirsizlik durumlarında istatistik yöntemlerle beraber kullanılır. Bu nedenle de, bütün belirsizliklerin rast gele karakterde olduğu kavramı yaygınlaşmıştır. Rast geleliğin en önemli özelliği, sonuçların ortaya çıkmasında tamamen şans olayının rol oynaması ve gerekli öngörülerin ve tahminlerin kesin bir doğrulukla önceden yapılamamasıdır. Ancak, bilinen belirsizliklerin hepsi rast gele karakterde değildir. Günlük hayatta karşılaşılan belirsizliklerin çoğunun rast gele olmadığı kolayca anlaşılabilir.

Diyelim ki kanarya, kartal, tavuk, penguen ve yarasadan bahsediyoruz. ‘A’, bunlardan her hangi birisinin yerini tutacak şekilde, söze “A bir kuştur” diye başlıyoruz. İlk bakışta bu ifademiz hepsi için doğruymuş gibi görünebilir. Bu ifademizi yanlış bulup rahatsızlık hissedenler de çıkacaktır. Çünkü kanarya, kartal ve yarasa uçabilirler, fakat tavuk ancak bir kaç metre uçabilir. Penguense yüzmeyi tercih eder. Yarasa memelidir, doğurarak ürer, diğer hepsi yumurtlar. Kanarya ve kartal için bu cümle, diğerleri için olduğuna göre, daha doğru görünmektedir. Bu hayvanların her biri için bu cümle farklı derecelerde doğru gibi görünmektedir.

Şu kıyaslamaya bakalım :

Socrates bir insandır.

Tüm insanlar ölümlüdür.

Öyleyse, Socrates ölümlüdür.

Bunu aşağıdaki gibi değiştirelim:

Socrates çok sağlıklıdır.

Sağlıklı insanlar çok uzun zaman yaşarlar.

Öyleyse, Socrates çok uzun zaman yaşayacaktır.

Bunu klasik mantıklarla ifade etmek kolay değildir. Üstelik klasik mantık ('doğru' ve 'yanlış' tan oluşan iki-değerli) sistemlerinin çoğu, bu tür cümleleri ilgi alanlarının dışında bırakırlar. Fakat bu tür cümleleri ve kıyaslamaları günlük yaşantımızda çok sıklıkla kullanırız.

"Atahan uzun bir çocuktur". "Elif güzel bir kızdır". "100, 1'den çok daha büyük bir sayıdır". "Bu yaprak kırmızıdır". Bunlar, klasik mantık sistemleriyle doğruluğundan söz edilebilmesi güç cümlelerdir. Çünkü 'uzun', 'güzel', 'büyük', ve hatta 'çok daha', açık bir şekilde tanımlanmamış, belirsizlik içeren sözcüklerdir. Fakat bu şekilde açıkça tanımlanmamış kavramlar insanın düşünmesinde önemli rol oynarlar. İnsan nedensellemesinin gücü ve özü, bu tür belirsizlik içeren kavramları, doğrudan kavrayabilmesi ve kullanabilmesinde yatar.

Klasik mantık sistemleri, sadece belirli koşullarda oluşan, kesin doğruluk değerleri 'doğru' ya da 'yanlış' tan birisine sahip önermelerle ilgilenirler. Belirsizlikle ilgilenmezler. Öyleyse, bu tür cümlelere, akılcı doğruluk değerleri nasıl verebiliriz ?

Yanıtı, sürekli veya dereceli biçimde bir doğruluk, yani 'bulanık' doğruluk kavramını kullanmak. Bulanık doğruluk kavramı, sıradan doğruluk kavramıyla benzerlikler gösterir, fakat daha geneldir, ve uygulama alanı daha geniştir, belirsizliğin, doğruluk ölçütünün keskin bir şekilde tanımlanmamasından kaynaklanan durumlardaki problemlerle uğraşmak için doğal bir yol sağlar (Klir, 1995).

Matematiksel olarak 'bulanıklık', 'çok-değerlilik' demektir, ve kökenleri, kuantum mekaniğindeki "Heisenberg" in konum-momentum belirsizliği ilkesine dayanır (Bu ünlü ilke der ki, bir elektronu gözlerken, konumunu ve hızını aynı anda doğru olarak belirlemek mümkün değildir. Bu iki niceliği aynı anda ölçerken yapılacak hatalar, kabul edilebilir sınırlara çekilemez). Üç değerli bulanıklık, 'doğruluk', 'yanlışlık', ve 'belirlenemezlik' e ya da 'varlık', 'yokluk', ve 'belirsizlik' e karşılık gelir. Çok-değerli bulanıklık, belirlenemezlik ya da belirsizliğin derecelerine, olay ya da ilişkilerin kısmi oluşlarına karşılık gelir.

Yukarıda kısaca değinilen belirsizlik durumlarının doğal, sosyal, toplum ve fizik olayların hepsinde bulunduğu bugün insanlar tarafından bilimsel olarak anlaşılmıştır. Örneğin, matematik hesaplamaların sadece belirgin (deterministik) yöntemlerle çözümlenmesinin yetersiz olduğu nasıl 17. yüzyılda şans oyunlarının hesaplanmalarının düşünülmesi ile

anlaşıldı ise, daha sonraki yüzyıllarda bilimsel çalışmalar belirgin yönere gideceğine, belirsizlik yöntemlerinin gelişmesi ve hesaplamalara karışması yönlerinde olmuştur. Sanayi devriminin 18. yüzyılda gelişmesi ile elde edilen bilgi ve bilimsel sorgulamalar sonunda ortaya çıkan, mesela, termodinamik yani ısı iletimi olayının moleküler seviyede tamamen belirsizlik yöntemleri ile çözümlenebileceği anlaşılarak belirsizliğin bilimsel ölçütü olarak entropi kavramı karşımıza çıkmıştır. Bunun kısaca anlamı, doğal ve fizik olayların sürekli olarak belirsizliklerinin arttığı ve asla azalmadığı yani bir düzensizliğe doğru gelişme bulunduğuudur. Bir bakıma entropi belirsizlik ve düzensizliğin ölçüsüdür. Buradan anlaşılmaktadır ki belirsizliğin ve düzensizliğin arttığı bir dünyada doğal olarak bunları nesnel (objektif) biçimlerde kontrol edebilecek belirsizlik yöntemlerine önem verilmelidir.

3.2 Bulanık Kümeler ve Üyelik Dereceleri

Bulanık küme kavramı, Zadeh' in, klasik sistem kuramının matematiksel yöntemlerinin gerçek dünyadaki pek çok sistemle, özellikle insanları içeren kısmen karmaşık sistemlerle, uğraşırken yetersiz kalmasından hoşnut kalmayışından doğdu.

Zadeh, 'uzun, kırmızı, durağan' gibi yüklemelerin ikili üyelik fonksiyonuyla ifade edilen klasik kümeler yerine, dereceli üyelik fonksiyonuyla ifade edilen bulanık kümeler tanımlamasını önerdi.

Bulanık küme kuramı, 'belirsizlik' in bir tür biçimlenişi, formüllendirilmesidir. Bir çeşit çok-değerli küme kuramıdır. Fakat işlemleri, diğer küme kuramlarınıninkilerden farklılıklar gösterir.(Şen, 2004)

Kümedeki her bir birey, çift-değerli küme kuramlarında olduğu gibi 'üye' ya da 'üye değil' olarak değil, bir dereceye kadar üye olarak görülür. Örneğin, 1.90 m. boyundaki bir adam 'uzun adamlar' kümesinin bir üyesidir. 2.00 m. boyundaki bir adam ve 2.10 m. boyundaki bir adam da öyle. Bazı amaçlar için, onları bu kümenin 'üyesi' ya da 'üyesi değil' şeklinde sınıflandırmak yeterli olmayabilir. Bu gibi durumlarda, onların üyelik değerlerini, dereceli olarak, boylarına göre tanımlamak uygun olabilir.

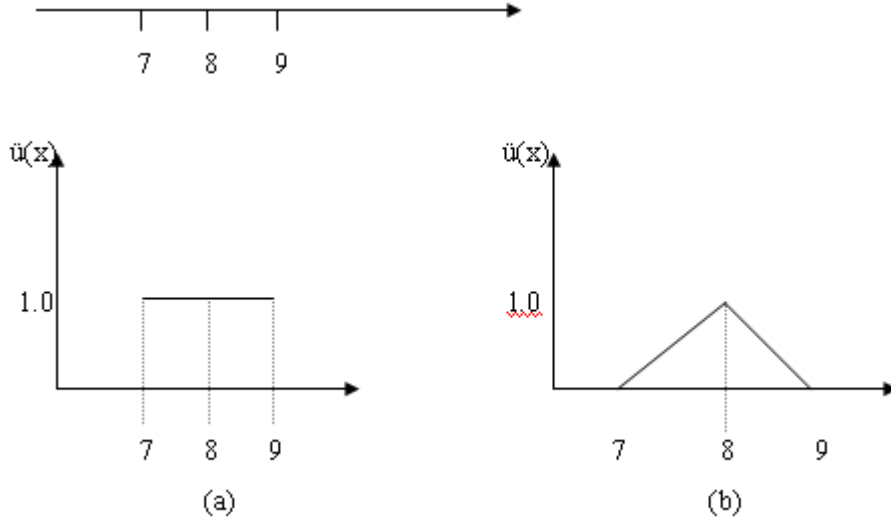
'Bulanık küme' kavramı, hassasiyetin artırılması açısından, klasik kümelerinkine göre daha uygun olan yeni bir araç sağlıyor olarak görülebilir. Getirdiği yaklaşım, klasik küme kuramlarında kullanılan üyelik kavramını bir kenara bırakıp yerine tamamen yenisini koymak değil, iki-değerli üyeliği çok-değerliliğe taşıyarak genellemesini yapmaktır.

Aristo mantığına göre çalışan ve şimdiye kadar alışlagelen klasik küme kavramında, bir kümeye giren öğelerin oraya ait oluşları durumunda üyelik dereceleri 1'e, ait olmamaları durumunda ise 0'a eşit var sayılmıştır. Bunun arasında hiçbir üyelik derecesi düşünülemez. İşte bulanık kümeler kavramında 0 ile 1 arasında değişen, değişik üyelik derecelerinden söz etmek mümkündür. Böylece daha şimdiden bulanık kümelerdeki öğelerin üyelik derecelerinin kesintisiz olarak 0 ile 1 arasında değerler aldığından söz edebiliriz. Aslında Zadeh küme öğelerinin üyelik derecelerinin 0 ile 1 arasında değişebileceğini ileriye sürerek kümeler teorisinde geniş uygulamaya sahip ve doğal hayatla uyumlu olan bulanık küme teorisini geliştirmiştir. Bu kadar basit temeli olan bulanık kümeler kavramının özellikle de 1980 yılı sonrasındaki teknoloji ve bilimsel çalışmalarda etkisi büyük olmuştur. Bu şekilde tanımlanan üyelik derecelerinin her bir bulanık söz için üç temel özelliği sağlaması tanım olarak gerekmektedir. Bunlar:

- 1) bulanık kümenin normal olmasıdır ki bunun için en azından o kümede bulunan öğelerden bir tanesinin en büyük üyelik derecesi olan 1'e sahip bulunması gerekliliğidir.
- 2) bulanık kümenin monoton olması istenir ki, bunun anlamı üyelik derecesi 1'e eşit olan öğeye yakın sağda ve soldaki öğelerin üyelik derecelerinin de 1'e yakın olmasıdır.
- 3) üyelik derecesi 1'e eşit olan öğeden sağa veya sola eşit mesafede hareket edildiği zaman bulunan öğelerin üyelik derecelerinin birbirine eşit olmasıdır ki buna da bulanık kümenin simetrik özelliği adı verilir.

Klasik kümelerle bulanık kümelerin arasındaki önemli farklardan bir tanesi, klasik kümelerin sadece bir tane dikdörtgen üyelik derecesi fonksiyonu bulunmasına karşılık, bulanık kümenin yukarıdaki üç şarttan ilk ikisini mutlaka sağlayacak biçimde değişik üyelik derecesi fonksiyonlarına sahip olmasıdır.

Şekil de 7 ile 9 arasında değişen gerçek sayıların üyelik dereceleri fonksiyonları verilmiştir.



Şekil 3.1 Üyelik derecesi fonksiyonları (a) klasik küme, (b) bulanık küme (Şen,2004)

3.3 Bulanık Sistem

İngilizce’ de ‘fuzzy’ kelimesine karşı gelen Türkçedeki ‘bulanık’ kelimesinin genel olarak puslu, dumanlı, kesinlikle ayırt edilemeyen, kesin olmayan, belirsiz, kafa karıştıran, müphem gibi bir dizi anlamı vardır. Bulanıklığın anlamı, bir araştırmanın incelediği konunun kendisi tarafından tam olarak bilinmemesi durumunda sahip olduğu eksik ve belirsiz bilgilerin tümüdür. Bulanık ilkelerin yardımı ile olayların incelenmesinde veri ve bilgi bakımından bir bulanıklık söz konusu ise de, bulanık yöntemlerin işleyişi tamamen belirgindir. Araştırmacıların bulanık sistemleri kullanması için genel olarak iki sebep vardır. Bunlar şöyle ifade edilebilir (Şen, 2004):

Gerçek dünya olaylarının çok karmaşık olması dolayısıyla bu olayların belirgin denklemlerle tanımlanarak, kesin bir şekilde kontrol altına alınması mümkün olmaz. Bunun doğal sonucu olarak araştırmacı, kesin olmasa bile yaklaşık fakat çözülebilirliği olan yöntemlere başvurmayı her zaman tercih eder. Zaten Einstein'ın da dediği gibi, gerçek olaylar matematik denklemlerle kesinlikle ifade edilebiliyor denirse, ya denklemlerin kesinliğinden veya matematik denklemler gerçeği kesin olarak tasvir edebiliyor sonucuna varılırsa, bu sefer de, gerçek dünya olaylarından söz edilemez. O halde, yapılan bütün çalışmalarda çözümler bir dereceye kadar yaklaşıktır. Aksi takdirde, çok sayıda doğrusal olmayan denklemlerin aynı zamanlı olarak çözülmesi gerekir ki, bunun günümüz bilgilerine göre belirgin olmayan kaotik (buhranlı) çözümlere yol açacağı bilinmektedir

Mühendislikte bütün teori ve denklemler gerçek dünyayı yaklaşık bir şekilde ifade eder. Birçok gerçek sistem doğrusal (lineer) olmamasına rağmen bunların klasik yöntemlerle incelenmesinde doğrusallığı kabul etmek için her türlü gayret sarf edilir. Örneğin, mukavemet hesaplarında malzemenin gerilme altında şekil değiştirmesinin doğrusal olduğu, Hooke Kanunu ile kesin bir ifadeye kavuşturulmuştur. Halbuki, malzemenin her zaman bu şekilde davranması beklenemez ve bu sebeple küçük de olsa bazı sapmaların olması muhtemeldir. Zaten bunun doğal sonucu olarak, mukavemet boyutlandırmalarında emniyet katsayısı gibi bir büyüklük hesaplara ithal edilerek, olabilecek belirsizlikler yine belirgin bir şekilde göz önünde tutulmuştur. Emniyet katsayısının kullanılması, bir bakıma, belirsizliklerin arka kapıdan çözümün içine katı bir şekilde sokulmasıdır. Halbuki, gerçek malzemenin davranışlarında emniyet katsayısı gibi bir büyüklüğe gerek kalmadan boyutlandırma yapılması için belirsizlik ilkelerine gerek duyulur (Şen,2004).

Günümüzde bilgi ve bunun getirdiği sözel verilere önem verilmektedir. Bunun sebebi, insanların bir cihaz gibi sayısal değil de yaklaşık sözel verilerle konuşarak anlaşmasıdır. Sözel veriler gün geçtikçe önemini arttırmaktadır. Sözel insan verilerini, bir sistem içinde formüle ederek, cihazların verdiği sayısal bilgilerle beraber mühendislik sistemlerinde ele almak gerekir. Bulanık sistemlerin asıl işleyeceği konu bu tür bilgilerin bulunması halinde, çözümlemelere gitmek için nasıl düşünüleceğidir. İyi bir mühendislik teorisinin incelenen olayın önemli bazı özelliklerini yakalayarak onu yaklaşık bir biçimde modellemesi ve matematik açısından karmaşık olmayacak çözümlerle kontrol altına alması beklenir. Aslında bulanık yöntemlerle bir sistemin modellenmesinde de yaklaşıklık ve oldukça kolay çözümlülük bulunur. Bu bakımdan bulanık sistemler teorik ve matematik aksiyomlu yaklaşımlardan bağımsız bir çözüm algoritmasını temsil eder (Şen, 2004).

Bulanık sistemlerle ilgili örneklerden en yaygın olanı, bîr kişinin araba sürmesini öğrenmesinde ortaya çıkan sözel bilgilerdir. Sürücü adayına hız şu kadar km'ye varınca gaza şu kadar bas denilecek yerde, eğitim sırasında

"EĞER hız düşük İSE gaza fazlaca bas"

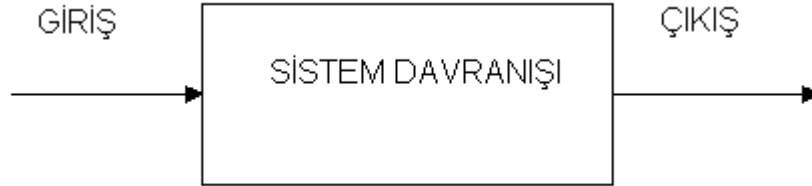
Ve ya

"EĞER hız yüksek İSE gaza az bas"

gibi kurallar söylenir. Bu kurallardaki düşük, fazlaca, yüksek ve az kelimeleri ister istemez belirli bir aralıkta sayısal değerleri ima eder. İşte bu ima edilen değerler topluluğuna o

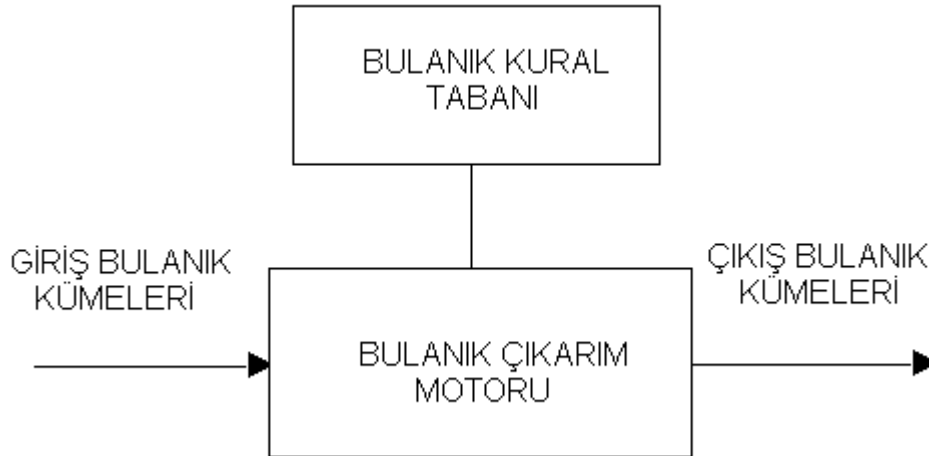
kelimeyi temsil eden küme ileilir. Bu kümenin her ögesi aynı derecede önemli değildir.

Ancak bazı değerler vardır ki, bunlar diğerlerine göre çok önceliklidir. EGER-İSE şeklindeki kuralların EĞER ile İSE kelimeleri arasında kalan kısımlarına öncül kısım ve İSE kelimesinden sonra olan kısma da soncul kısım veya kural çıkarımı adı verilir. Genel olarak, öncül kısımda olayla ilgili koşulları içeren deyişler vardır. Soncul kısım ise daha ziyade kontrol ile ilgilidir.



Şekil 3.2 Klasik Sistem (Şen, 2004)

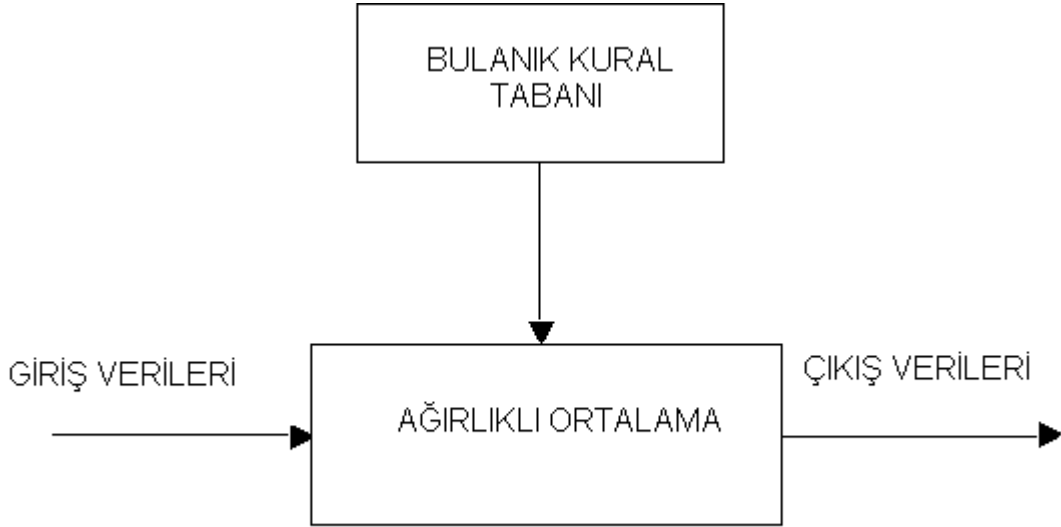
Şekil 3.2'deki bir klasik sistemde, birimlerin hepsinde sayısal veri, çıkış veya işlemler yapılmaktadır. Bulanık sistemlerin bu klasik tasarımdan farkı, sistem davranışı kısmının ikiye ayrılarak Şekil 3.3'te gösterildiği gibi kendi aralarında bağlantılı dört birimin olmasıdır.



Şekil 3.3 Genel Bulanık Sistem (Şen, 2004)

Şekil 3.3 genel bir bulanık sistemi temsil eder. Burada dikkat edilmesi gereken bir nokta genel olarak girdi, yani veri tabanındaki bilgilerin ve çıktıların bulanık değerler olmasıdır. Yani bu sistemde, her birim tamamen bulanık kümelerden oluşmaktadır. Temel bulanık sistemin en önemli mahzuru, sayısal olan veri tabanının böyle bir genel bulanık sisteme girememesi ve çıktıların sayısal olmaması, dolayısıyla mühendislik tasarımlarında doğrudan kullanılamamasıdır.

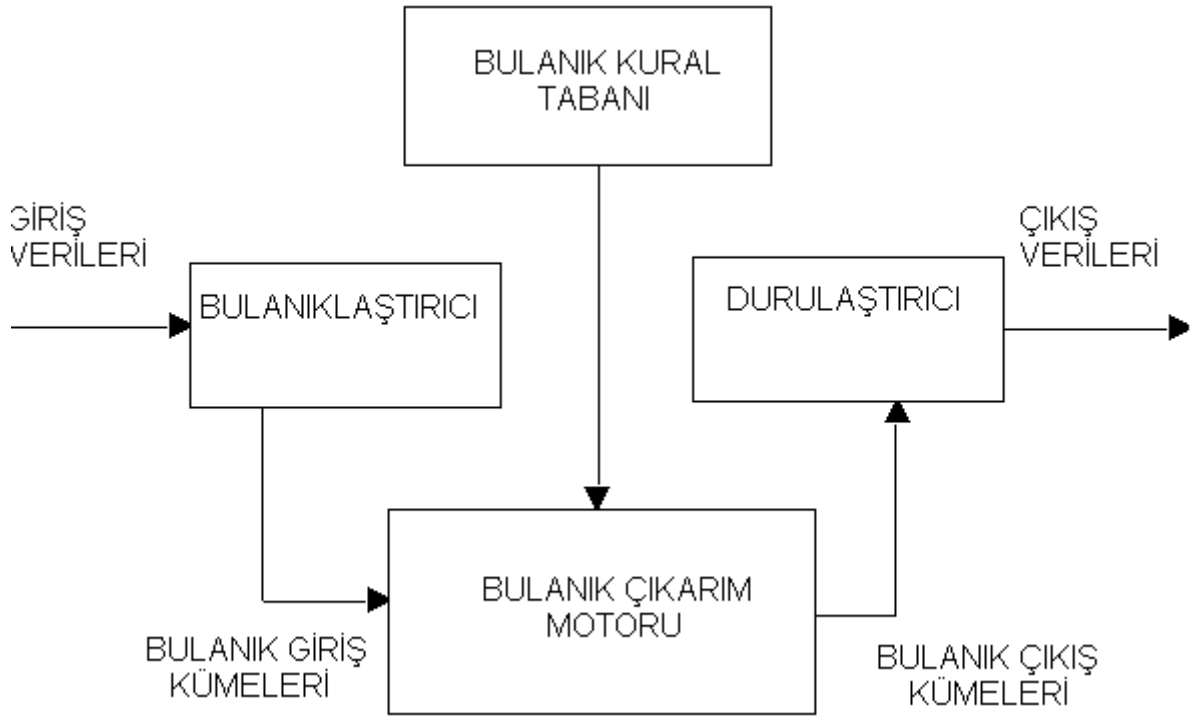
Genel bulanık sistemin mahzurlarını bir dereceye kadar ortadan kaldıracak için Takagi ve Sugeno (1985) ve Sugeno ve Kank (1988) tarafından teklif edilen ve Takagi-Sugeno-Kank (T.SK) bulanık sistemi denilen sistem kullanılır. Burada veri tabanındaki girdiler birer sayı, bulanık kural ve çıkanın motorunun çalışması sonunda elde edilen çıktılar ise girdilerin bir fonksiyonu şeklindedir. Yani kural tabanındaki öncül kısımların değişkenleri olduğu gibi, İSE kelimesinden sonraki kural soncul kısmına bu değişkenlerin birer doğrusal fonksiyonu olarak yansıtıldığı düşünülmüştür.



Şekil 3.4 TSK Bulanık Sistemi (Şen, 2004)

TSK yaklaşımı ile çıktı yüzeyinin doğrusal olmaması halinde bile, bu yüzeyin alt uzaylar üzerinde girdi değişkenleri cinsinden düzlem parçaları şeklinde modellendiği anlaşılr. Ancak, TSK bulanık sistemlerinin mahzurları arasında İSE kısmından sonra matematik bir ilişki bulunduğundan, kuralların soncul kısımlarının insan tarafından verilecek sözel bilgileri modelleyememesi ve giriş-çıkış değişkenleri arasında yazılması mümkün olan tüm kuralların soncul kısımlarının bulanık olmaması dolayısıyla yazılamamasıdır. İşte bu mahzurları ortadan kaldıracak için Şekil 3.5'te verilen, girdi ve çıktı birimlerinde sırasıyla bulanıklaştırma ve durulaştırma işlemleri yapıldığından bu birimlerin de gösterildiği bir bulanık sistem ortaya çıkar.

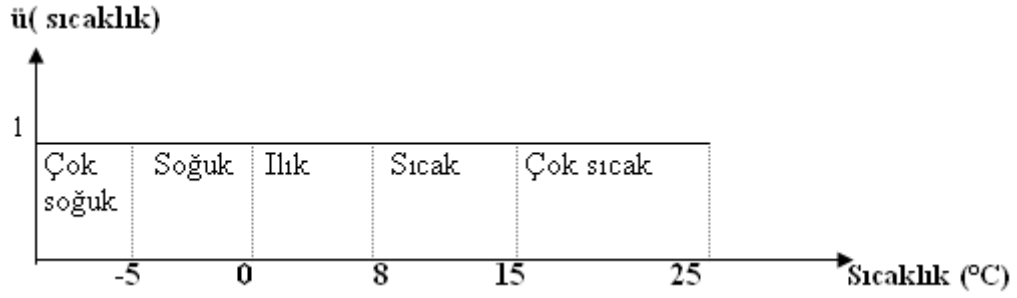
Bulanık sistem doğrusal olmayan bir şekilde girdileri oluşturan değişkenleri, çıktı değişkenine dönüştürerek sistemin davranışını tespit eder. Böylece bilgi tabanının doğrusal olmayan dönüşümlere maruz bırakılması ile istenen sonuçlara ulaşmak için incelenen sistemin kontrol altına alınması mümkün olmaktadır.



Şekil 3.5 Bulanıklaştırma-Durulaştırma birimli bulanık sistem (Şen,2004)

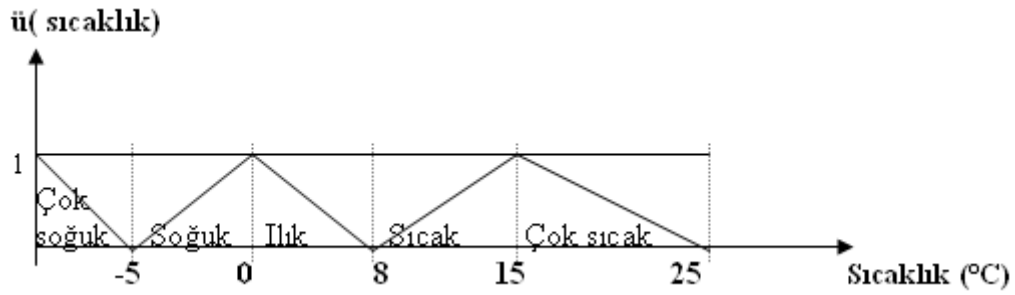
3.4 Üyelik Fonksiyonları

Göz önünde tutulan bir bulanık kelime veya ifadenin temsil ettiği sayısal aralık, o ifade hakkında bilgi sahibi olan kişiler tarafından belirlenebilir. Mesela, İstanbul'da sıcaklık derecesinin değişim aralığının aşağı yukarı - 5 °C' den + 35°C ye kadar olduğu söylenebilir. İşte bu aralık sıcaklık kümesinin İstanbul için öğelerinin bulunabileceği aralığı belirtir. Böylece tüm sıcaklık uzayı belirlenmiştir. Ancak, günlük konuşmalarda bu sıcaklık uzayının da bir takım alt aralıklardan oluştuğu düşünülür. Mesela, 'çok soğuk', 'soğuk', 'ılık', 'sıcak', 'aşırı sıcak' gibi. Burada, önce her bir alt terimin aralığının ne olduğuna karar veriniz diye bir soru ile karşılaşılırsa, belki mühendis olanlar bu alt kümelerin her birinin üst üste örtüşmeyen, ancak birbirinin sınırında devamlarıymış gibi olduklarını söyleyebilir. Mesela çok soğğun - 5 °C ile 0 °C, soğğun 0 °C ile + 8°C, ılığın + 8 °C ile + 15 °C, sıcakın + 15 °C ile + 25 °C, çok sıcakın ise + 25 °C' den başladığı söylenebilir. Burada dikkat edilirse aralık tahminlerinde bulunulmuş ve her bir alt aralıktan biri bitince diğeri başlamıştır.



Şekil 3.6 Bitişik dikdörtgen gösterim

Bu aralıkların sınırlarında yine Aristo mantığına göre katı kararlar alınmalıdır. Örneğin, 7.9 °C' nin soğuk, 8.1 °C' nin ise ılık olduğuna karar verilir. Bu şekilde gösterim bakımından önemli bir nokta, her alt aralığa düşen sıcaklık değerinin üyelik derecesinin sadece o aralıkta 1'e, diğer aralıklarda ise 0'a eşit olduğudur. Bu nedenle, her sıcaklık alt kelimesinin üyelik fonksiyonu yüksekliği 1'e eşit olan bir dikdörtgen şeklindedir. (Şen, 2004)

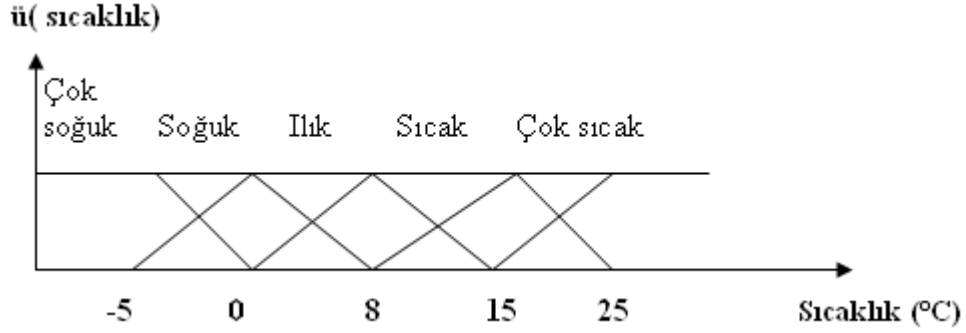


Şekil 3.7 Bitişik üçgen gösterim

Şekil 3.7'de ise, yukarıdaki tartışmanın bir doğal sonucu olarak en basit üçgen üyelik fonksiyonları bitişik olarak alınmıştır. Bu üçgenlerin de sıcaklık alt kümelerini tam yansıtmadığı açıktır. Çünkü yine sınırlardaki sıcaklık değerlerinin üyelik dereceleri sıfır düşünülmüştür. Ayrıca, bu sınır değerleri, ne alttaki nede üstteki sıcaklık alt kümelerine dahildir. Böylece, sınır değerler için tam anlamı ile bir belirsizlik vardır. Diğer taraftan, bu şekildeki alt aralıklar halen Aristo mantığına göre işlem görür. Çünkü bir alt aralığa düşen sıcaklık değeri sadece o alt aralığa aittir. Fakat Şekil 3.1'den farklı olarak üyelik derecesi 1'e eşit değildir.

Biraz daha makul düşünen birisi, bu aralıkların arasındaki geçiş kısımlarının böyle birbirinin devamı olmayacağını ve bir örtüşmenin söz konusu olabileceğini söylerse, daha mantıklı, günlük hayatta geçerli ve uzlaştırmacı çözümlere gitmiş olur. Çünkü, herkesin ılık sınırlarının +5 ile +15 °C' de sıfır üyelik derecelerine sahip olacağını kabul etmesini savunmak mümkün

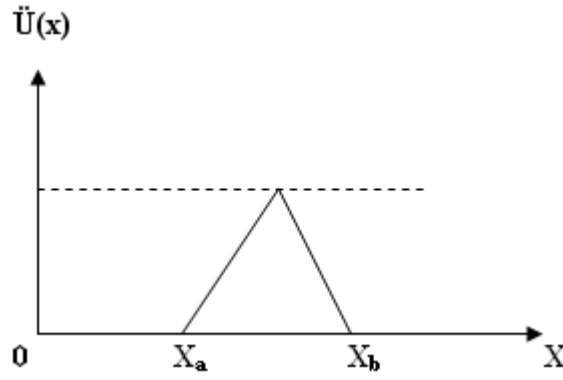
değildir. Hâlbuki günlük hayatta sınıra yakın olan değerlerin hangi aralığa düşeceği oldukça müphem ve şüpheli yani bulanıktır. Böylece, sıcaklık alt aralıklarının birbiri ile örtüşmeli geçişlere sahip olmasının gerekliliği ile sonuçta Şekil 3.3'te verilen üyelik fonksiyonları karşımıza çıkar.



Şekil 3.8 Örtüşmeli üçgen gösterimi

Yukarıda söylenenlerden sonra ilk ve son alt aralıktaki sıcaklık durumlarının 'çok çok soğuğa' veya 'çok çok sığağa' doğru giderken başka alt aralıklar olmadığından, üyelik derecelerinin 1'e eşit kalmasının makul olacağı anlaşılır. Bunun doğal bir sonucu olarak da, ilk ve son üyelik fonksiyonlarının üçgen değil de yamuk şeklinde olacağı sonucuna varılır. Böylece, her alt aralığa girişimli olarak bir üyelik fonksiyonu şekli atanmıştır.

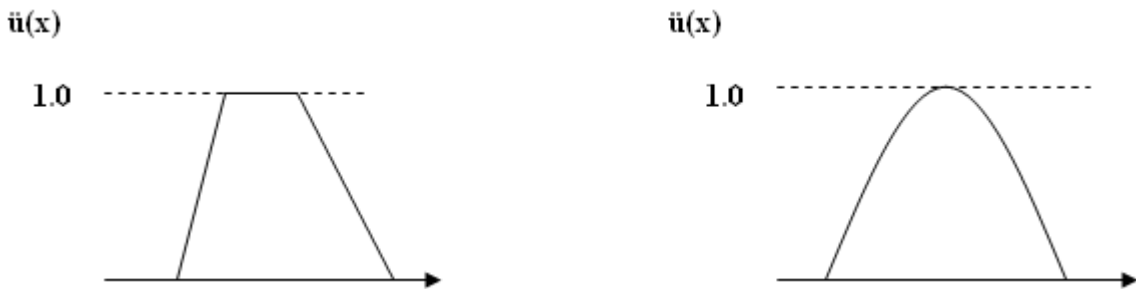
Diğer taraftan, sorun her alt aralığa, örneğin 'ılık' aralığına düşen sıcaklık derecelerinin hepsinin aynı önemde olup olmayacağıdır. Tabii olarak, ılık aralığının alt ve üst uçlarına yaklaştıkça onun komşusu olan altta soğuk, üstte ise sıcak alt kümelerine doğru geçişler beklendiği için, o geçiş bölgelerine rastlayan kısımların tam anlamı ile ılık vasfına sahip olacağı söylenemez. Böylece, her bir alt aralığa düşen sıcaklık derecelerinin, o alt aralığın uçlarına yakın kısımlarında önemlerini ortaya kıyasla göreceli olarak kaybedeceği sonucuna, buradan da eğer bir alt aralıkta önem derecesi diye bir değer düşünülecek olursa bunun en büyük değerlerinin o alt aralığın ortalarında, en düşük değerlerinin ise uçlarda olacağını söyleyebiliriz. Bu düşünceler bizi Şekil de gösterilen bir geometrik gösterime sürükler. Genel olarak, her alt aralığın ayırık üyelik fonksiyonu bu şekilde gösterildiği gibi olur. Bu fonksiyonların simetrik olması gerekmez. Böylece X_a ve X_b gibi alt ve üst sınırlara sahip X değişkeninin bu aralıktaki her değerine ayrı bir üyelik derecesi, $\bar{u}(x)$, atanmış olur. Bu aralıktaki tüm X değerleri, o X değişkeninin bir alt kümesini teşkil eder.



Şekil 3.9 Bulanık küme

Genel olarak, küme üyelerinin değerleri ile değişiklik gösteren böyle bir eğriye üyelik fonksiyonu (Önem eğrisi) adı verilir. Bunun en önemli özellikleri, alt küme sınırlarındaki değerlerini orta öğelerinkine göre daha düşük olmasıdır. Ancak klasik kümelerle bir benzerlik teşkil etmesi açısından en büyük önem derecesine sahip olan ortaya yakın öğelere 1 değeri atanırsa, diğerlerinin 0 ile 1 arasında ondalıklı ve sürekli değiştiği sonucuna varılır. İşte bu şekilde, 0 ile 1 arasındaki değişimin, her bir öğe için değerine, üyelik derecesi, bunun bir alt küme içindeki değişimine ise üyelik fonksiyonu adı verilir. Böylece, üyelik fonksiyonu şemsiyesi altında toplanan öğeler önem derecelerine göre birer üyelik derecesine sahiptir.

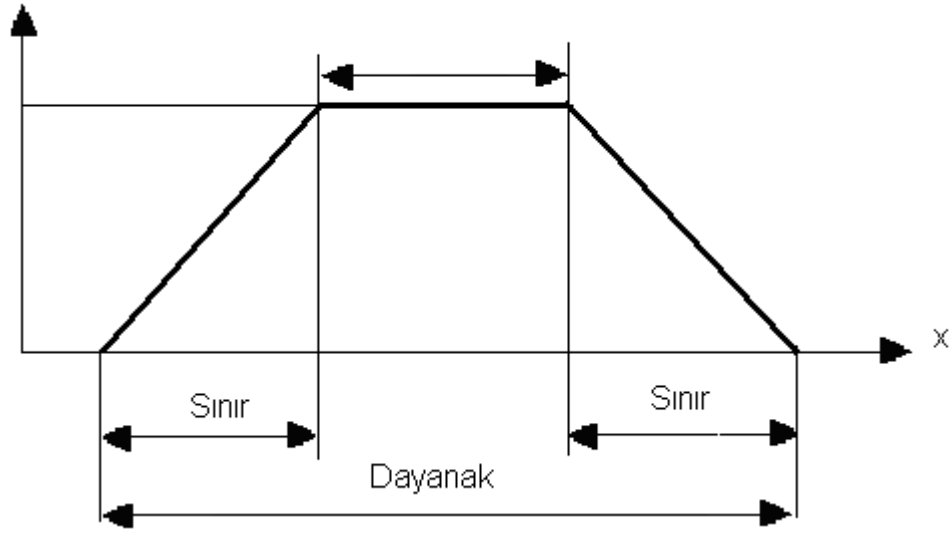
Bu kısmın kapatılmasından Önce bizim matematik kurallarına uygun olarak düzgün şekilli üyelik fonksiyonlarının Şekil 3.9'da gösterilen üçgenden başka, yamuk veya çan eğrisi şeklinde olacağı aklımıza gelebilir. Pratik uygulamalarda bunlardan en fazla üçgen, ondan sonra da yamuk olanı kullanılır.



Şekil 3.10 Yamuk ve çan eğrisi üyelik fonksiyonları

Bir üyelik fonksiyonunda bulunması gereken kısımlar, Şekil 3.11'de gösterilmiştir. Görüldüğü gibi verilen bir bulanık alt kümede bir değil, birden fazla öğenin üyelik derecesi 1'e eşit alınabilir. Bu durumda, üyelik derecesi 1 olan öğelerin tam anlamı ile sadece o alt kümeye ait olduğu sonucuna varılır. Böyle üyelik derecelerine sahip olan öğeler alt kümenin orta

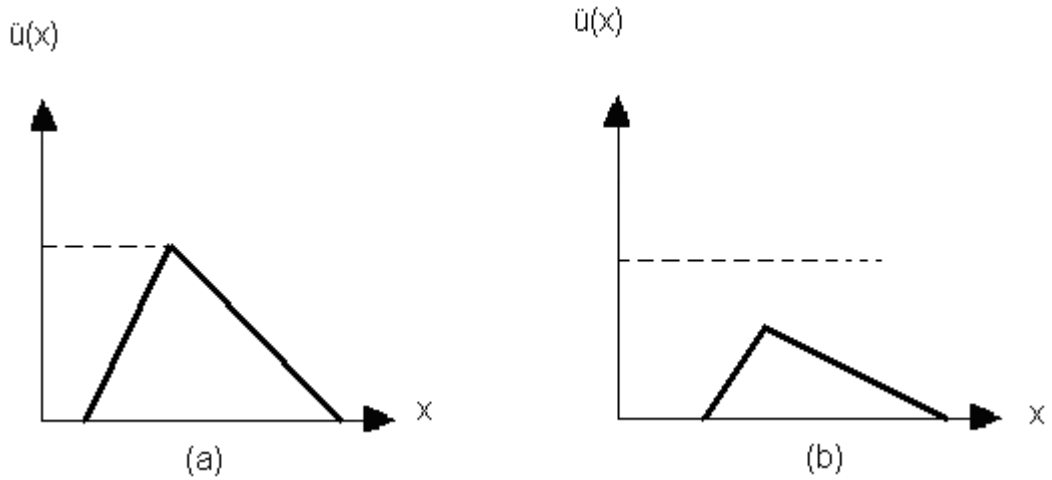
kısımında toplanmıştır. İşte üyelik dereceleri 1'e eşit olan öğelerin toplandığı alt küme kısmına, o alt kümenin özü (core) denir. Burada $\bar{u}(x) = 1$ 'dir.



Şekil 3.11 Üyelik Fonksiyonu Kısımları

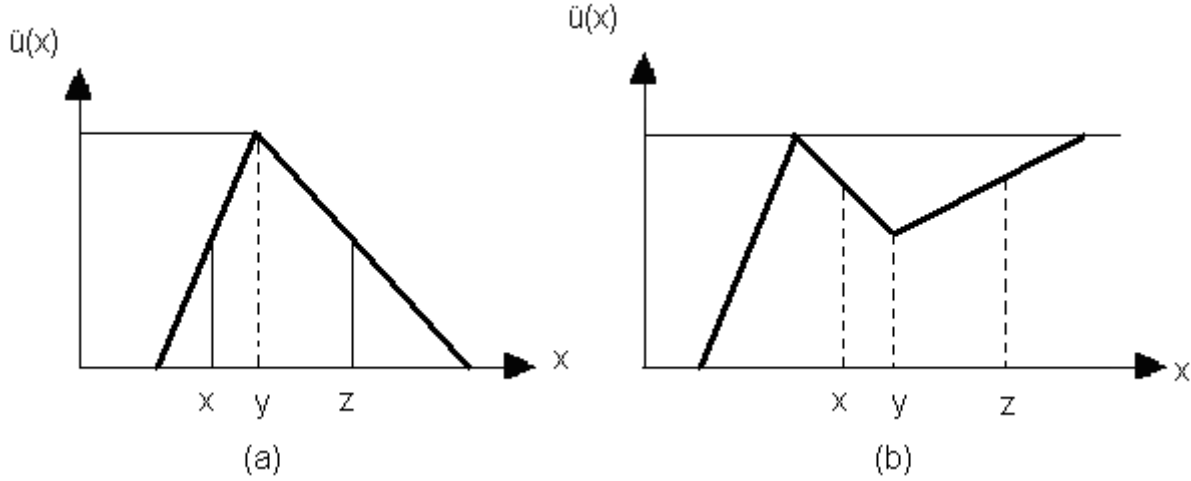
Bir alt kümenin tüm öğelerini içeren aralığa o alt kümenin dayanağı (support) adı verilir. Dayanakta bulunan her öğenin az veya çok değerinde ($\bar{u}(x) > 0$) üyelik dereceleri vardır. Üyelik dereceleri 0 ve 1'e eşit olmayan öğelerin oluşturduğu kısımlara üyelik fonksiyonunun sınırları (boundary) veya geçiş bölgeleri denir. Bunun matematik tanımı $0 < \bar{u}(x) < 1$ şeklindedir.

Yukarıda şekil olarak açıklanan bu üç özelliğe ilave olarak üyelik fonksiyonun sahip olması gereken iki özellik daha bulunmaktadır. Bunlardan birincisi, bulanık kümenin normal olup olmadığıdır. Normal bulanık kümede, en azından bir tane üyelik derecesi 1'e eşit olan öğe bulunmalıdır.



Şekil 3.12 Bulanık Kümeler, (a) Normal, (b) Normal olmayan (Şen, 2004)

İkinci özellik ise bulanık kümenin dışbükey (konveks) olmasıdır. Dışbükey olan bulanık kümelerde üyelik fonksiyonu kümenin dayanağı üzerinde, ya sürekli artar veya sürekli azalır ya da üçgen fonksiyonunda olduğu gibi önce sürekli olarak üyelik derecesi bir öğede 1'e eşit oluncaya kadar artar ondan sonraki dayanağa düşen öğeler için sürekli azalır. Bunun aksi durumlar da söz konusudur. Ancak, onlar bulanık kümelere üyelik fonksiyonu olamaz .

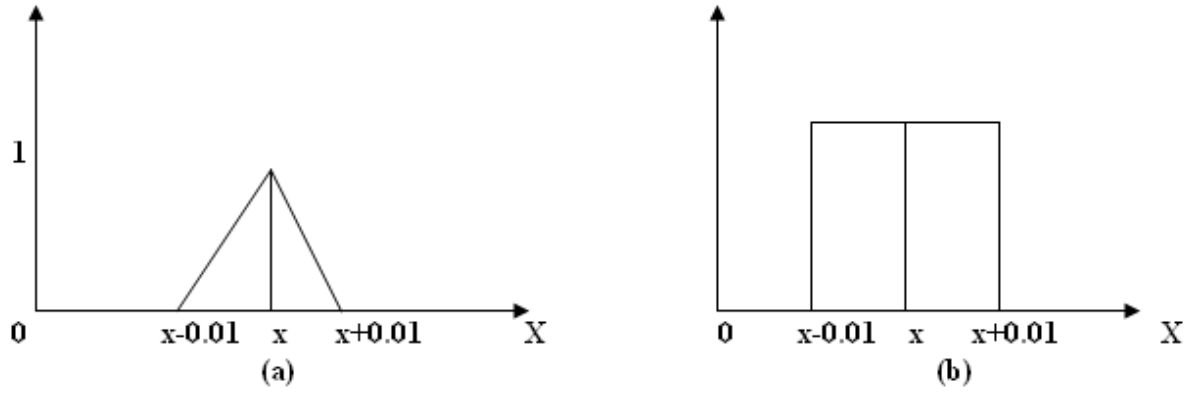


Şekil 3.13 Bulanık Kümeler, (a) Dışbükey, (b) Dışbükey olmayan (Şen, 2004)

3.5 Bulanıklaştırma

Pratikte genel olarak, klasik küme şeklinde beliren değişim aralıklarının bulanıklaştırılması, bulanık küme, mantık ve sistem işlemleri için gereklidir. Bunun için, bir aralıkta bulunabilecek öğelerin hepsinin, 1'e eşit üyelik derecesine sahip olacak yerde, 0 ile 1 arasında değişik değerlere sahip olması düşünülür. İş böyle olunca da, bazı öğelerin belirsizlik içerdikleri kabul edilir. Bu belirsizliğin ilk bölümde anlatıldığı gibi müphem, sayısal olmayan durumlardan kaynaklanması halinde bulanıklıktan söz edilir. Özellikle, bazı cihazların prezisyonu diye tabir edilen durumlarda mesela $\pm \%1$ 'lik hassaslık (prezisyon), ölçülen x büyüklüğünün $x + 0.01$ ve $x - 0.01$ arasında değişeceği beklentisini ifade eder. Bunun klasik ve bulanık kümelere gösterilimi Şekil 3.14 'de verilmiştir.

Buradan, bulanık presizyonun pratikte mantıki olarak daha sağlıklı bir tanım olduğu ortaya çıkar. Böylece, prezisyon kelimesinden ve değerinden bulanık üyelik fonksiyonunun üçgen şeklinde olması akla ilk gelen durumdur.



Şekil 3.14 Hassaslık (a) Bulanık (b) Klasik

Üyelik Derecesi Atamaya Bir Örnek

Aşağıdakiler için uygun üyelik fonksiyonlarını hem ikili hem de bulanık mantık için belirleyip, aynı şekil üzerinde grafiklerini çizelim.

Uzun boy

Kısa boy

Orta boy

Çok uzun boy

Öncelikle biz bir bulanık küme oluşturalım. Örneğin boy evrensel (E) kümemiz;

$E = [0, \dots, 1.60, 1.65, 1.70, 1.80, 1.90, 2.00, \dots]$ olsun.

Üyelik dereceleri ise aşağıdaki kümeye göre yapılsın

$A = [1.60, 1.65, 1.70, 1.75, 1.80]$

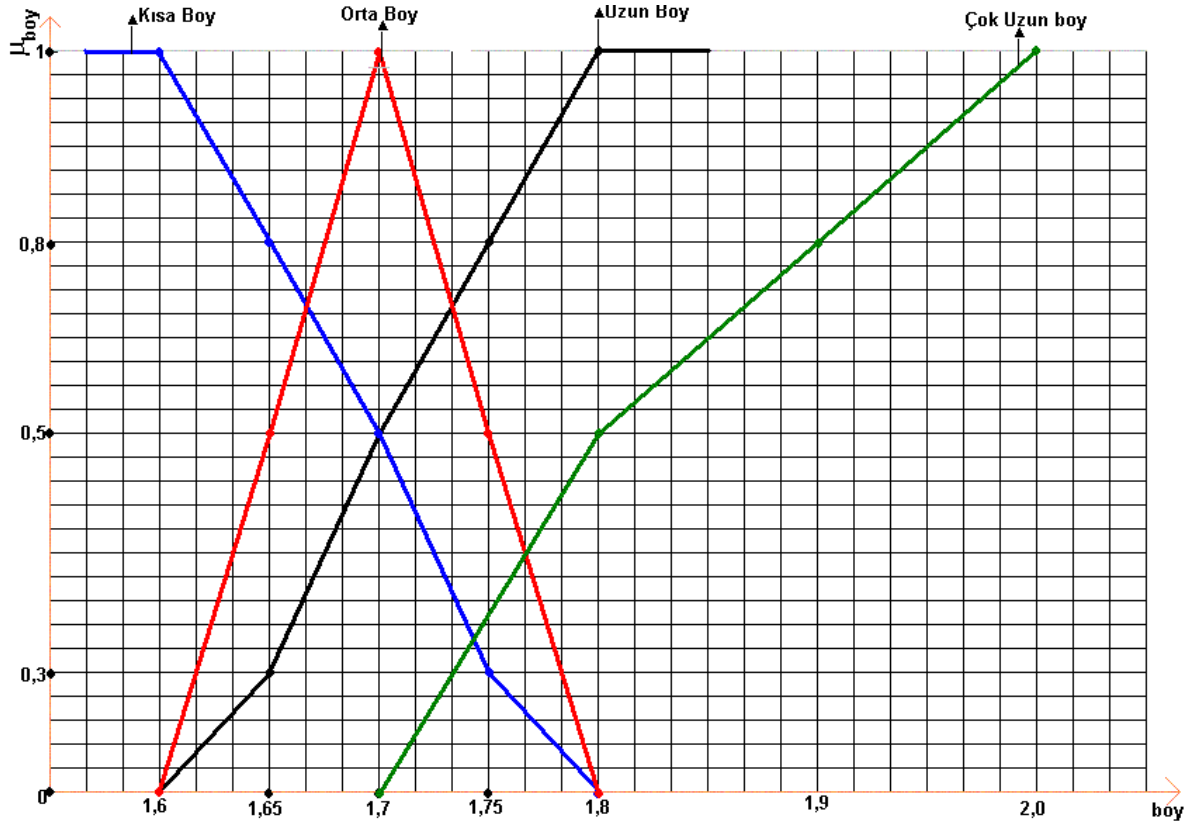
Uzun boy = $[0/1.6, 0.3/1.65, 0.5/1.7, 0.8/1.75, 1/1.8]$

Kısa Boy = $[1/1.6, 0.8/1.65, 0.5/1.7, 0.3/1.75, 0/1.8]$

Orta boy = $[0/1.6, 0.5/1.65, 1/1.7, 0.5/1.75, 0/1.8]$

Çok uzun boy = $[0/1.7, 0.5/1.8, 0.8/1.9, 1/2]$

Bunları grafik olarak gösterecek olursak;



Şekil 3.15 Bulanık küme üyelik dereceleri

Eğer yukarda yapmış olduğumuz bulanık küme işlemlerini kesin küme olarak düşünecek olursak aşağıdaki sonuçları elde ederiz.

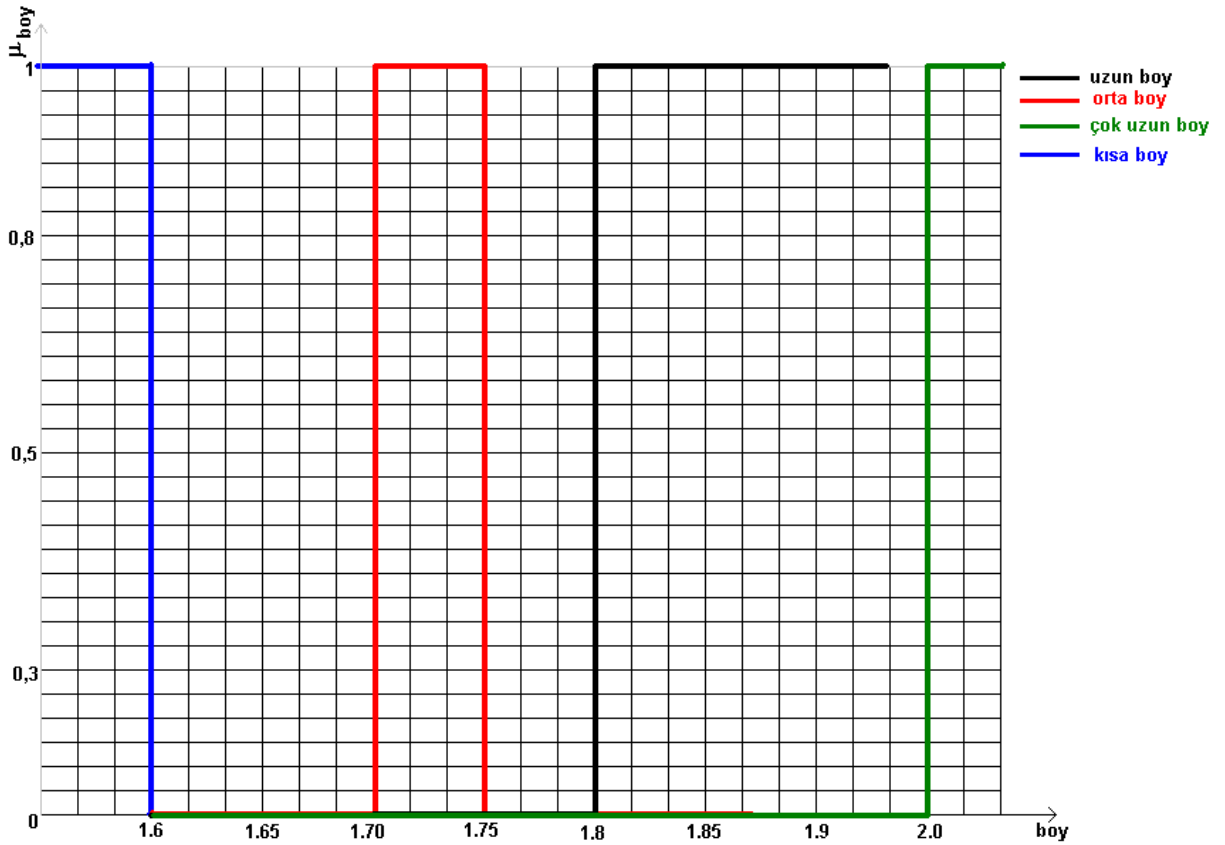
Uzun boy=[0/1.6 , 0/1.65 , 0/1.7 0/1.75 , 1/1.8]

Kısa Boy=[1/1.6 0/1.65 , 0/1.7 0/1.75 , 0/1.8]

Orta boy=[0/1.6 , 0/1.65 , 1/1.7 ,1/1.75 , 0/1.8]

Çok uzun boy=[0/1.7 , 0/1.8 , 0/1.9 , 1/2]

Bunları bir grafik olarak gösterecek olursak;



Şekil 3.16 Kesin küme üyelik dereceleri

3.6 Bulanık Kümeler

Klasik kümelerde bir öğeden diğerine geçiş keskin ve ani değişen üyelik dereceleri sayesinde olmaktadır. Ancak, bulanık kümelerde bu geçiş yumuşak ve sürekli bir şekilde olmaktadır. Bu geçişte, müphemlik, belirsizlik, hayal gücü ve sezgi gibi görüşler rol oynar. Aslında üyelik derecesi fonksiyonu bu tür görüşlerin karışık bir şekilde öğelere yayılmasını temsil eder. Buradan bulanık kümenin değişik üyelik derecesinde öğeleri olan bir topluluk olduğu sonucuna varılabilir. Ortaya çıkan önemli noktalardan biri, klasik kümelerde bir öğenin kümeye ait olması için üyelik derecesinin mutlaka 1'e eşit olması gerekirken, bulanık kümede neredeyse bütün öğelerin değişik derecelerle kümeye ait olmaları mümkündür. Ayrıca, bir bulanık küme öğesi aynı değişken özelliğine sahip olmak üzere başka bir kümenin de öğesi olabilir (Şen, 2004).

Böylece öğe değerleri ile üyelik dereceleri arasında birebir örtüşme vardır. Burada notasyon olarak bulanık kümeler büyük harflerin altına bir çizgi işaretinin konulmasıyla gösterilmektedir. Mesela, bir A bulanık kümesi $\underline{A}$ ile gösterilir. Bulanık kümede yatay eksenindeki gerçek sayıların her biri, dikey ekseninde 0 ile 1 arasında değişen üyelik derecelerine

dönüştürülür. Böylece, yatay eksenindeki bir gerçek sayı x ile gösterilirse bunun üyelik derecesi de $\bar{u}(x)$ ile gösterilmektedir. Bir klasik X kümesinin elemanları,

$$X = \{x_1, x_2, x_3, \dots\} \quad (3.1)$$

şeklinde gösterilirken, bunun bulanık hali

$$X = \{\bar{u}(x_1)/x_1 + \bar{u}(x_2)/x_2 + \dots\} = \{\sum \bar{u}(x_i)/x_i\} \quad (3.2)$$

şeklinde gösterilir. Bulanık kümenin sürekli olması durumunda ise

$$X = \int \bar{u}(x)/x \quad (3.3)$$

olur. (Şen, 2004)

3.6.1 Bulanık kümeler ile ilgili tanımlar

Bulanık Kümenin Desteği (The Support of a Fuzzy Set): X evrensel kümesindeki bir A bulanık kümesinin desteği A 'da sıfır olmayan üyelik derecelerine sahip X kümesinin bütün elemanlarını içeren keskin kümedir .

$$\text{supp: } P(x) \text{ ve } \text{supp } A = \{x \in X, \bar{u}_A(x) > 0\} \quad (3.4)$$

Bulanık Kümenin Yüksekliği (The Height of a Fuzzy Set): Bulanık kümede herhangi bir eleman tarafından elde edilen en yüksek üyelik derecesidir. Bir bulanık kümenin normalleştirilmiş olması için mümkün olan en yüksek üyelik derecesine, kümenin en az bir elemanının sahip olması gerekir

Bulanık Kümenin α -Kesimi (The α -cut of a Fuzzy Set): Bir A bulanık kümesinin α - kesimi A_α olan bir keskin kümedir ve bu kümenin elemanları X kümesine ait ve α üyelik derecesinden büyük veya eşit üyelik derecesine sahip olan elemanlardır

$$A_\alpha = \{x \in X \mid \bar{u}_A(x) \geq \alpha\}, 0 \leq \alpha \leq 1 \quad (3.5)$$

Düzey Kümesi (The Level Set): Tüm üyelik derecelerinin kümesine bir kümenin düzey kümesi denir

$$\Lambda = \{\alpha \mid \bar{u}_A(x) = \alpha, \exists x \in X\} \quad (3.6)$$

Skaler Kardinalite (Scalar Cardinality): A bulanık kümesinde X evrensel kümesinin elemanlarının üyelik derecelerinin toplamıdır

$$|A| = \sum_{x \in X} \bar{u}_A(x) \quad (3.7)$$

Alt Küme (The Subset of a Fuzzy Set): Eğer A bulanık kümesinde X evrensel kümesinin bütün elemanlarının üyelik dereceleri, başka bir kümenin elemanlarının üyelik derecelerinden küçük veya eşit ise, A; B kümesinin alt kümesidir.

3.6.2 Bulanık küme işlemleri

Boş olmayan bir X evreninde A ve B bulanık kümeleri tanımlanmış olsun. A ve B kümeleri için tümleme, birleşim ve kesişim teorik küme işlemleri sırasıyla aşağıdaki gibi verilmiştir;

Bulanık Tümleme Fonksiyonu: $c(\mu_A(x)): [0, 1] \rightarrow [0, 1]$

Bu fonksiyon, A bulanık kümesi ile temsil edilen kavramların değillenmesi olan kavramı temsil eden bulanık kümenin üyelik fonksiyonudur. Örneğin, A kümesi uzun boylu insanların kümesi ise, A' nın tümleyenini uzun boylu olmayan insanların kümesidir, Bulanık kümede ve onun tümleyeninde sıfır olmayan üyelik derecesine sahip birçok eleman vardır.

Herhangi bir fonksiyonun bulanık tümleyen olarak düşünülmesi için aşağıdaki en az iki aksiyomu sağlaması gerekir:

$c(0) = 1$ ve $c(1) = 0$; sınır koşulları

$a, b \in [0, 1]$ için, eğer $a < b$ iken $c(a) > c(b)$ ise, c monoton artmayandır.

Burada $x, y \in X$ için $a = \mu_A(x)$ ve $b = \mu_A(y)$ ' dir.

Bulanık Birleşim Fonksiyonu : $u: [0, 1] \times [0, 1] \rightarrow [0, 1]$

Bu fonksiyon evrensel kümenin elemanlarının A ve B bulanık kümelerinin birleşiminden oluşan bulanık kümeye üyelik derecelerini verir.

$$\mu_{A \cup B}(x) = \max[\mu_A(x), \mu_B(x)] \quad (3.8)$$

Bulanık Kesişim Fonksiyonu: $i: [0, 1] \times [0, 1] \rightarrow [0, 1]$

Bu fonksiyon evrensel kümenin elemanlarının A ve B bulanık kümelerinin kesişiminden oluşan kümeye üyelik derecelerini verir (Klir ve Folger, 1988).

$$\mu_{A \cap B}(x) = \min[\mu_A(x), \mu_B(x)] \quad (3.9)$$

3.7 Bulanık Sayılar

Çoğu durumda insanlar sayısal bilgileri hassas bir şekilde tanımlayamazlar. Örneğin “yaklaşık

55", "0'a yakın", "6000'den büyük" gibi ifadeler kullanırlar. Bunlar bulanıksayılar birer örnektir. Bulanık alt- kümeler teorisini kullanarak bu bulanık sayıları reel sayılar kümesinin bir bulanık alt-kümesi olarak tanımlayabiliriz. Bulanık bir A sayısı en azından aşağıdaki 3 koşulu sağlamalıdır:

A normal bir bulanık küme olmalıdır;

A konveks bir bulanık küme olmalıdır;

A' nın desteği, $0+A$, sınırlı olmalıdır.

Eğer bulanık sayı aşağıdaki koşulları sağlıyorsa quazi bulanık sayısı olarak adlandırılır:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} A(t) = 0 \quad \lim_{t \rightarrow -\infty} A(t) = 0$$

Üçgen bulanık sayı: Bir A bulanık kümesinin merkezi a, sağ ve sol açıklığı sırasıyla $\gamma > 0$ ve $\beta > 0$ ve üyelik fonksiyonu aşağıdaki gibi veriliyorsa A kümesine üçgen bulanık sayı denir:

$$A(t) = \begin{cases} 1-(a-t)/\gamma & \text{eğer } a-\gamma \leq t < a \\ 1-(t-a)/\beta & \text{eğer } a \leq t < a+\beta \\ 0 & \text{diğer haller} \end{cases}$$

$A = (a, \gamma, \beta)$ notasyonu ile gösterilir.

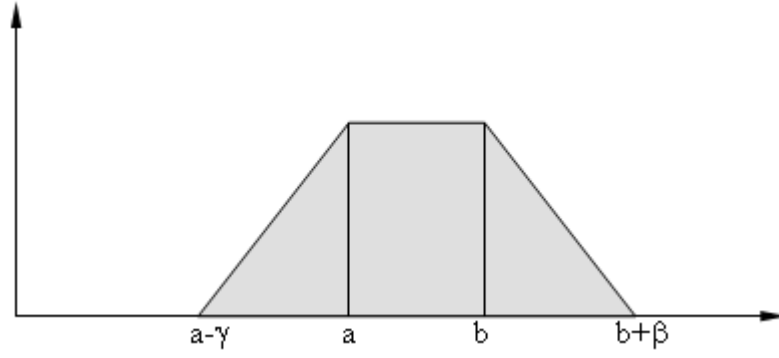
$\alpha A = [a - (1-\gamma)\alpha, a + (1-\gamma)\beta]$; tüm $\gamma \in [0,1]$ Önermesinin doğruluğu da kolayca görülebilir.

Yamuk Bulanık Sayı: Bir A bulanık kümesinin tolerans aralığı $[a,b]$, sağ ve sol açıklığı sırasıyla $\gamma > 0$ ve $\beta > 0$ ve üyelik fonksiyonu aşağıdaki gibi veriliyorsa A kümesine yamuk bulanık sayı denir:

$$A(t) = \begin{cases} 1-(a-t)/\gamma & \text{eğer } a-\gamma \leq t < a \\ 1 & \text{eğer } a \leq t \leq b \\ 1-(t-b)/\beta & \text{eğer } b \leq t < b+\beta \\ 0 & \text{diğer haller} \end{cases}$$

$A = (a, b, \gamma, \beta)$ notasyonu ile gösterilir. $\alpha A = [a - (1-\gamma)\alpha, a + (1-\gamma)\beta]$; tüm $\gamma \in [0,1]$

Önermesinin doğruluğu da kolayca görülebilir.



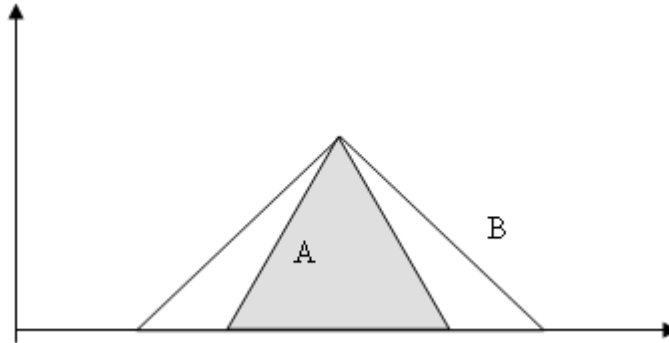
Şekil 3.17 Yamuk bulanık sayı

Yamuk bir bulanık sayı şu şekilde yorumlanabilir:

“x yaklaşık olarak $[a,b]$ aralığındadır .”

Altküme: A ve B X evreninde tanımlanmış iki bulanık küme olsun. Aşağıdaki koşul sağlanıyorsa “A, B’ nin altkümesidir” denir:

$$A(t) \leq B(t) \quad \text{tüm } t \in X \text{ için}$$



Şekil 3.18 A, B’ nin altkümesidir

A ve B X evreninde tanımlı iki bulanık küme olsun.

$$X = \{ 1, 5, 10, 15, 20 \}$$

$$A = \{0.0/1 + 0.2/5 + 0.4/10 + 1/15 + 0.6/20\}$$

$$B = \{0.1/1 + 0.3/5 + 0.5/10 + 1/15 + 0.7/20\}$$

$A \subset B$ olduğu görülmektedir.

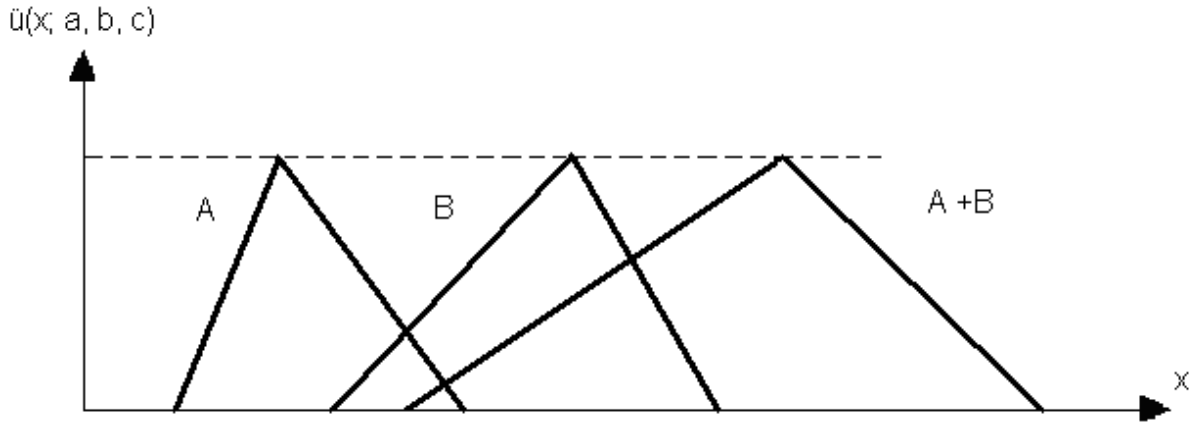
3.7.1 Bulanık sayılar ile toplama ve çıkartma

A ve B alt kümelerinin λ seviyesinde kesimleri $A\lambda = [a\lambda^-, a\lambda^+]$ ve $B\lambda = [b\lambda^-, b\lambda^+]$ olsun.

Bu iki bulanık alt kümenin A + B toplamı λ kesim seviyesi cinsinden

$$(A + B)\lambda = [a\lambda^- + b\lambda^-, a\lambda^+ + b\lambda^+] \quad (3.10)$$

şeklinde hesaplanır. Bu toplamın grafik gösterimi Şekil 3.19’da verilmiştir.



Şekil 3.19 İki bulanık kümenin toplamı

Benzer olarak iki bulanık alt kümenin birbirinden çıkarılması aşağıdaki gibi tanımlanır.

$$(A - B)\lambda = [\min(a\lambda^- - b\lambda^-, a\lambda^+ - b\lambda^+), \max(a\lambda^- - b\lambda^-, a\lambda^+ - b\lambda^+)] \quad (3.11)$$

3.7.2 Bulanık sayılar ile çarpma ve bölme

İki bulanık sayının çarpım ve bölüm işlemlerinin anlaşılması için öncelikle aralık sayılarının bu işlemler karşısında nasıl davranacaklarının izah edilmesinde yarar vardır. Bir aralık sayısı sadece alt ve üst sınır değerleri ile belirlenir. Bunun diğer bir anlamı, bu alt ve üst sınırlar arasında bulunan bütün sayıların üyelik derecelerinin 1'e eşit olduğu kabul edilirse, üçgen veya yamuk sayılar yerine dikdörtgen bir sayı elde edilir (Şen,2004).

Aralık sayılardan iki tanesi $A = [a, b]$ ve $B = [c, d]$ olsun. Bunların çarpımı, tanım olarak

$$A.B = [\min(ac, ad, bc, bd), \max(ac, ad, bc, bd)] \quad (3.12)$$

şeklinde verilir. Kural olarak, ilk sayının önce alt sınırı, sonraki sayının alt ve üst sınırları ile çarpılarak iki sayı ve benzer olarak, ilk sayının üst sınırı ile yine sonraki sayının üst ve alt sınır değerleri çarpılarak elde edilen diğer iki sayı önceki iki sayı ile bir arada düşünülürse,

çarpım işleminin sonucunu içeren dört ögeli bir küme elde edilir. İşte bu küme öğelerinin en küçüğü çarpımın alt sınırını, en büyüğü ise üst sınırını gösterir. Buna benzer olarak aynı iki sayının bölünmesi:

$$A/B = [a, b] / [c, d] = [\min(a/c, a/d, b/c, b/d), \max(a/c, a/d, b/c, b/d)] \quad (3.13)$$

şeklinde yapılır ki, buradan bölen sayının sınırlarının sıfıra eşit olmaması gerekliliği çıkar, yani $c \neq 0$ ve $d \neq 0$ olmalıdır.

3.8 Bulanık Matematik

Bulanık kuralların öncül ve soncul kısımlarında bulunan, mesela, 'hız yüksek' bulanık küme kısımları birer yaklaşıklık ifade ederler. Bu bakımdan, 'yaklaşık 3', 'yaklaşık 7', 'aşağı yukarı 9', '5'den büyük ve yaklaşık' gibi ifadelerin hepsi bir (yaklaşık) sayıyı ifade eder. Bu yaklaşıklıkların her biri bir bulanık alt kümeye karşıdır. Bu bulanık sayılarla bildiğimiz aritmetik işlemlerin yapılması mümkün olamaz. Bu sebeple bulanık küme işlemlerinin ayrıntılı olarak öğrenilmesi gereklidir.

Bulanık sayılarla bazı kısıtlamaların tanımlanması ile işlemler yapılır. Bir sayının olabilmesi için bunun A gibi bulanık kümesinin normal, dışbükey, sınırlı ve her üyelik derecesi kesiminde kapalı ve sonlu bir aralığın bulunması gerekir, sayıların normal olabilmeleri için bulanık ifadedeki gerçek sayılardan en az birinin üyelik derecesinin 1'e eşit olması gerekir. Yani 'yaklaşık 8' ifadesinde $\mu(8) = 1$ 'dir. Bulanık aritmetik işlemlerin yapılması için bulanık sayıların mutlaka sınırlı desteği ile dışbükey olmaları gerekir.

Genel olarak, pratik uygulamalarda kullanılan üçgen ve yamuk olmak üzere iki tane bulanık sayı söz konusudur. A bulanık kümesi ile gösterilen bir üçgen bulanık sayının yukarıda söylenenlere göre matematik ifadesi (bak Şekil 3.20).

$$\mu_A(x) = \mu_A(x;a,b,c) = \left\{ \begin{array}{ll} (x - a)/(b - a) & \text{eğer } a < x < b \\ (c - x)/(c - b) & \text{eğer } b < x < c \\ 0 & \text{eğer } x > c \text{ veya } x < a \end{array} \right\}$$

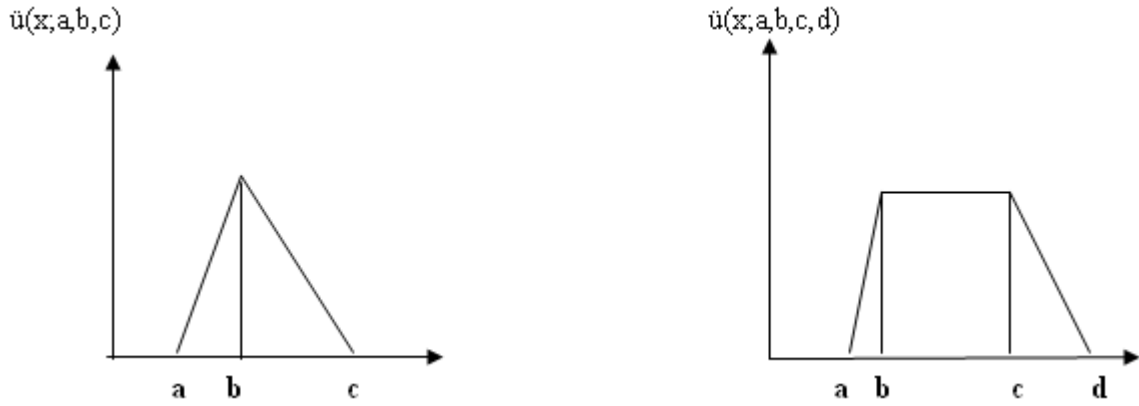
şeklinde verilir. Burada şimdiye kadar alışılmamış bir üyelik derecesi gösterimi, $\mu_A(x;a,b,c)$, karşımıza çıkar (Laarhoven, 1983).

Burada a ve c bulanık küme desteğinin sırası ile alt ve üst sınır değerlerini, b ise tam (Üyelikli tek sayıyı gösterir. Benzer olarak yamuk sayılar ise bu defa a, b, c ve d olmak üzere tam dört

tane sayı ile temsil edilir. Bunlardan a ve d yamuk bulanık sayının desteğinin sırası ile alt ve üst sınırlarını, b ve c ise bu iki sayı arasında üyelik derecesi tam olan yamuk sayıların kümesinin sınırlarını gösterir. Yamuk sayının matematik gösterimi ise üçgen sayıya benzer olarak

$$\bar{u}_A(x) = \bar{u}_A(x; a, b, c, d) = \begin{cases} (x - a)/(b - a) & \text{eğer } a < x < b \\ 1 & \text{eğer } b < x < c \\ (d - x)/(d - c) & \text{eğer } c < x < d \\ 0 & \text{eğer } x > d \text{ veya } x < a \end{cases}$$

şeklindedir. Dikkat edilirse $b = c$ olduğu zaman yamuk bulanık sayı üçgen bulanık sayı haline dönüşür. Bu sayıların grafik gösterimleri Şekil 3.20’de verilmiştir.



Şekil 3.20 Bulanık sayılar a) Üçgen, b) Yamuk

Bulanık sayıların aritmetik işlemlerinde kullanılmak üzere bunların belirli bir X seviyesinden kesimleri üzerinde durulacaktır. Çünkü $X \sim I$ olması durumunda sayı gerçek sayıya, $X = 0$ olmasında ise tam bulanık yani aralık sayıya dönüşür. $0 < X < 1$ olması durumunda aynı bulanık sayının X seviyesinde kesik bulanık alt kümesi düşünülecektir. Bir A bulanık alt kümesinin X seviyesinde kesilmesi ile ortaya çıkan kesik bulanık küme

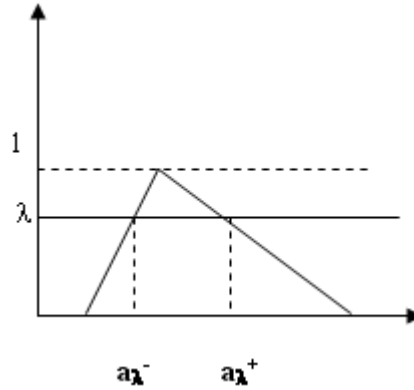
$$A_\lambda = \{x \in A \mid \bar{u}_A(x) \geq \lambda\} \quad (3.14)$$

şeklinde ifade edilir.

Şekil 3.21’de bir bulanık alt kümenin, λ seviyesinde kesilmesi ile ortaya çıkan kesilmiş bulanık kümenin a_λ^- ve a_λ^+ gibi bir alt birde üst sınır küme değerleri elde edilir. Notasyon olarak, A gibi bulanık bir alt kümenin λ seviyesindeki kesini sınırları cinsinden

$$A\lambda = \{ a\lambda^-, a\lambda^+ \} \quad (3.15)$$

olarak gösterilecektir.



Şekil 3.21 Kesikli bulanık küme

3.9 Durulaştırma

Pratik uygulamalarda, özellikle cihaz ve mühendislik plan, proje ve tasarımlarında boyutlandırmalar için kesin sayısal değerlere gerek duyulmaktadır. İşte bu durumlara bulanık olarak elde edilmiş veya verilmiş bilgilerden yararlanarak gerekli cevapların verilmesi için bulanık olan bilgilerin durulaştırılması gerekmektedir. Bulanık olan bilgilerin kesin sonuçlar haline dönüştürülmesi için yapılan işlemlerin tümünü birden "durulaştırma (defuzification)" işlemleri adı verilir (Şen, 2004).

3.9.1 Bulanık kümelerin lamda kesimleri

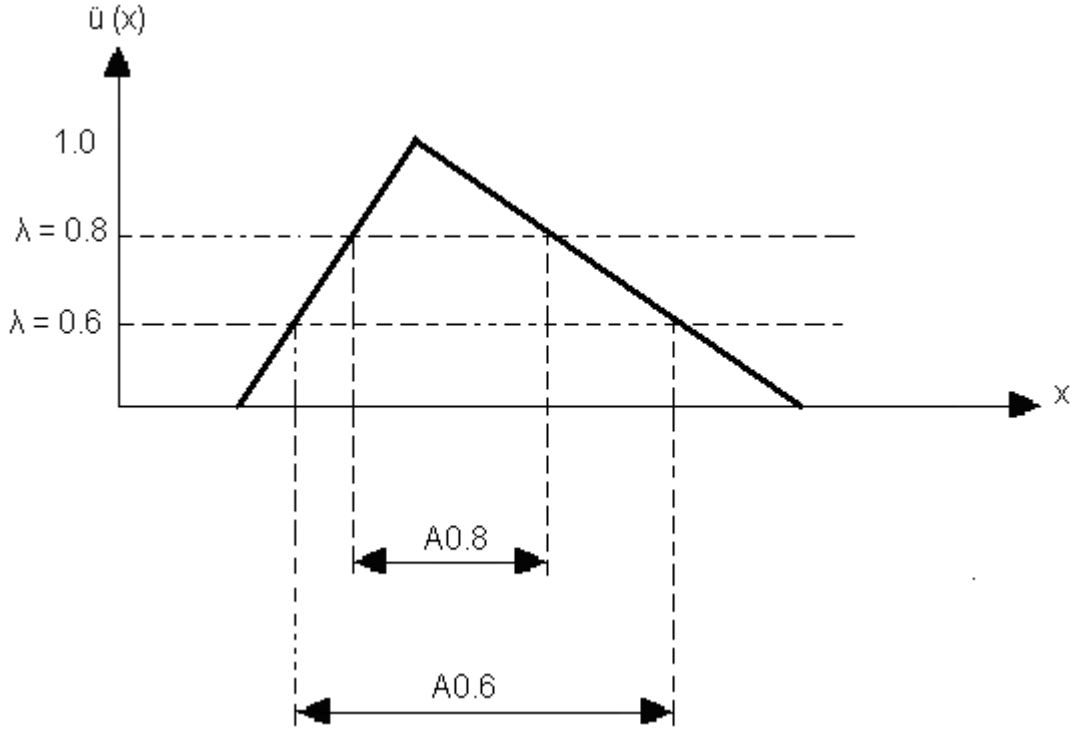
Verilen bir A bulanık kümesinin, λ , 0 ile 1 arasında olmak üzere üyelik derecesinin belirli bir değerinde kesilmesi düşünülürse, bunun sonucunda $A\lambda$, gibi klasik ve öğelerinin üyelik dereceleri sadece 0 veya 1 olan bir klasik küme ortaya çıkar. Burada $A\lambda$ notasyonunun altında yatay çizgi işareti bulunmamaktadır. Bunun anlamı λ kesiminde elde edilen kümelerin klasik olmasıdır. Verilen bir bulanık küme sonsuz şekilde λ seviyesinde kesilebileceğine göre bir bulanık kümeden sonsuz tane klasik küme çıkarılabilir. Yine $A\lambda$ kümesine ait olan bir x öğesi ($x \in \lambda$), üyelik derecesi en az λ kadar olan bir öğe olarak, A bulanık kümesine de aittir.

Örneğin, $A = \{a, b, c, d, e, f\}$ gibi bir toplumun bulanık kümelerinden bir tanesinin

$$A = \{ 1/a + 0.9/b + 0.3/d + 0.01/e + 0/f \}$$

Şeklinde verildiği düşünölsün. Ayrık olan bu bulanık küme Şekil 2.22’de gösterilmiştir. Bu bulanık kümenin $\lambda = 1, 0.8, 0.6, 0.6, 0+$ seviyelerinde kesilmesi ile ortaya çıkan klasik kümeler şunlardır:

$$A_1 = \{a\}; A_{0.8} = \{a, b\}; A_{0.6} = \{a, b, c\}; A_{0+} = \{a, b, c, d\}; A_0 = A$$

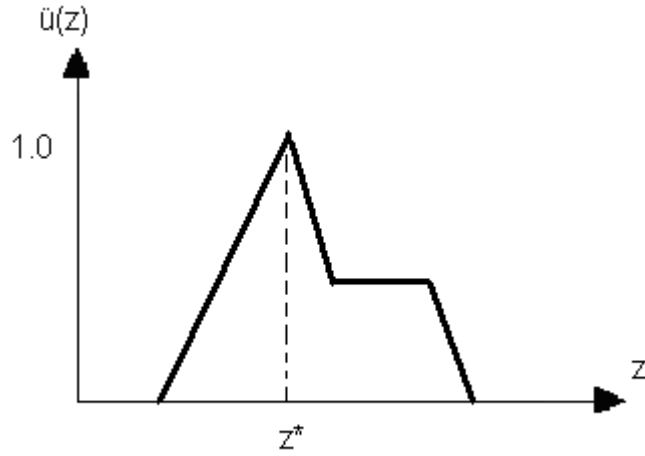


Şekil 3.22 A bulanık kümesi

3.9.2 Durulaştırma işlemleri

Daha önce de belirtildiği gibi, bir bulanık küme işlemi sonucundaki bulanık kümenin tek bir sayı haline dönüştürölmesi gerekebilir. Bu, bulanıklaştırma işleminin aksi olan durulaştırma işlemi ile yapılır. Aşağıda yedi tane durulaştırma işleminin esasları verilecektir, Bunların hangisinin kullanılacağına, eldeki sorunun (ürüne göre araştırma veya tasarımı yapan mühendisin karar vermesi gereklidir.

En büyük üyelik ilkesi: Bunun diğör bir adı yükseklik yöntemidir. Kullanılabilmesi için tepeleri olan çıkarım bulanık kümelerine gerek vardır.

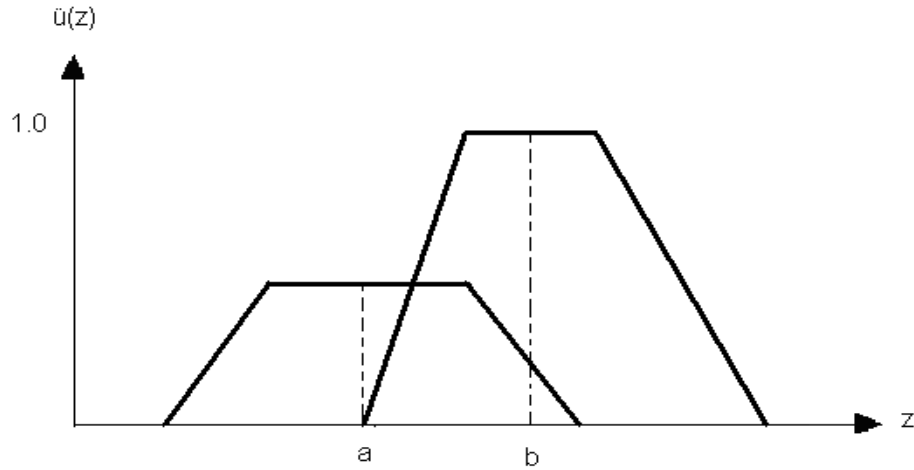


Şekil 3.23 En büyük üyelik derecesi ile durulaştırma

Sentroid yöntemi: Bunun diğer bir adı da ağırlık merkezi yöntemidir. Durulaştırma işlemlerinde, belki de en yaygın olarak kullanılan işlem budur. Bu durulaştırmanın matematik işlemi aşağıdaki denklem vasıtası ile yapılır:

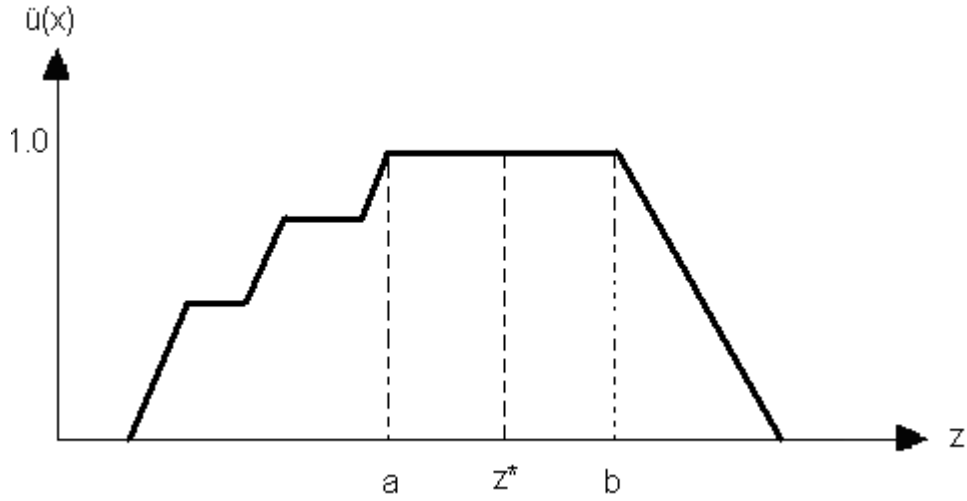
$$z^* = \int u(z) \cdot z dz / \int u(z) dz \quad (3.16)$$

Ağırlıklı ortalama yöntemi: Bunun kullanılabilmesi için üyelik fonksiyonunun bulunması gereklidir.



Şekil 3.24 Ağırlıklı ortalama yöntemi ile durulaştırma

Ortalama en büyük üyelik yöntemi: Bu yöntem aynı zamanda en büyüklerin ortası diye de bilinir. Bu bakımdan birinci durulaştırma ilkesine çok yakındır. Ancak, en büyük üyeliğin konumu tekil olmayabilir.



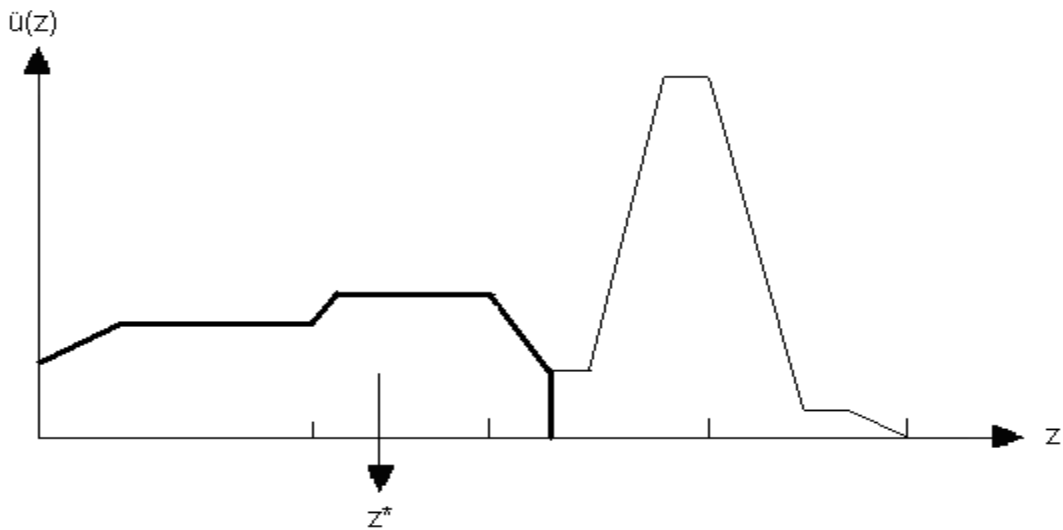
Şekil 3.25 Ortalama en büyük üyelik ile durulaştırma

Toplamların merkezi yöntemi: Kullanılan durulaştırma işlemleri arasında en hızlı olanı bu yöntemdir. Bu yöntemde iki bulanık kümenin birleşimi yerine, onların cebirsel toplamları kullanılır. Bu yöntemin bir mahzuru örtüşen kısımların iki defa toplama girmesidir. Durulaştırılmış değer

$$z^* = \int z \sum \tilde{u}(z) dz / \int \sum \tilde{u}(z) dz \quad (3.17)$$

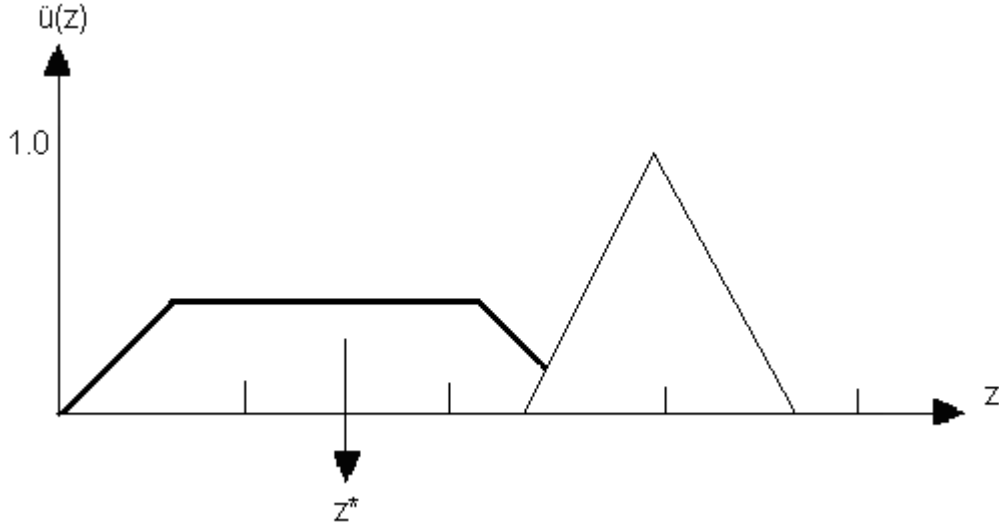
olarak hesap edilir.

En büyük alanın merkezi yöntemi: Eğer çıkış bulanık kümesi en azından iki tane dışbükey alt bulanık kümeyi içeriyorsa, dışbükey bulanık kümelerin en büyük alana sahip olanının ağırlık merkezi durulaştırma işleminde kullanılır.



Şekil 3.26 En büyük alan merkezi ile durulaştırma

En büyük ilk veya son üyelik derecesi yöntemi: Bu yöntemde, tüm çıktıların birleşimi olarak ortaya çıkan bulanık kümede en büyük üyelik derecesine sahip olan en küçük (veya en büyük) bulanık küme değerini seçmek esasına dayanır.



Şekil 3.27 İlk veya son en büyük üyelik dereceleri ile durulaştırma

3.10 Bulanık Mantığın Avantaj ve Dezavantajları

Bulanık mantıktan yola çıkılarak kullanılan bulanık denetleyicilerle ilgili başlıca üstünlükler, zayıf noktalar ve eleştiriler aşağıda açıklanmıştır.

Avantajlar

- Günlük hayatta olduğu gibi belirsiz, zamanla değişen, karmaşık, iyi tanımlanmamış sistemlerin denetimine basit çözümler getirir.
- Sistem basit bir matematiksel modelle tanımlanabilen bir sistemse o zaman geleneksel bir denetim yeterli olacaktır. Ama karmaşık bir sisteme geleneksel bir mantık uygulamak hem çok zor hem de yüksek maliyetlidir. Buna karşılık bulanık mantık denetimi geleneksel mantığa göre sistemi daha iyi analiz edebileceği gibi aynı zamanda da ekonomiktir.
- Bulanık mantıkta işaretlerin bir ön işleme tabi tutulmaları ve oldukça geniş bir alana yayılan değerlerin az sayıda üyelik fonksiyonlarına indirgenmeleri nedeni ile bulanık denetim genellikle daha küçük bir yazılımla daha hızlı bir şekilde sonuçlanır.
- Söz edilen az sayıda değerler üzerinde uygulanacak kural sayısı da az olduğundan sonuca

ulaşmak daha da çabuklaşacaktır.

- Bu durum geleneksel bilgisayar ortamında böyledir.Özel geliştirilmiş bir donanımla sonuca daha da hızlı ulaşmak olasıdır. Örneğin Sanyo-Fisher firması mühendisleri, video kayıt cihazında kullanmayı düşündükleri mikro bilgisayarın yetersiz kalmasından dolayı, bulanık denetim kullanmaya karar vermişlerdir. Bulanık denetim yazılım boyutlarının daha küçük olmasını sağladığından, dış bellek kullanımına gerek kalmamıştır.
- Bulanık mantık denetiminin sağladığı bir diğer avantaj ise doğrudan kullanıcı girişlerine ve kullanıcının deneyimlerinden yararlanabilmesine olanak sağlamasıdır.
- Bilindiği gibi otomatik vites değişimi motorun belli hızlara ulaşması sonucunda otomatik olarak gerçekleşir. Buna karşılık manuel vitesli bir arabada ise sürücü, yol, yük ve kendi araba kullanış tarzına göre belli durumlarda vites değiştirir. Subaru tarafından üretilen justy tipi otomobilde kullanılan aktarım organının değiştirilmesi, bir kayışın konumunun bulanık mantık kullanılarak değiştirilmesi ile sağlanır. Böylece arabanın ivmesi ve performansı sürekli olarak ayarlanır hale gelir. Subaru, bu otomobilde kullandığı bulanık mantık üyelik fonksiyonlarını, otomobili test şoförlerine kullandırarak ve onlardan ivme ve performans açısından en iyi aktarım oranını öğrenerek ayarlamıştır. Bu konuda Honda ve Nissan da benzer çalışmalar yapmışlardır.

Eleştiriler

- Bulanık denetleyicilere yönelik çeşitli eleştiriler de getirilmiştir. Bunlardan birkaçı aşağıda sıralanmıştır:
- Bulanık mantık denetleyicilerinin süreç hakkında daha fazla bilgiye ve algılayıcıya ihtiyaç duyması, dolayısıyla hem pahalı hem de daha az güvenilir olması,
- Bu her zaman doğru değildir. Örnek vermek gerekirse Mitsubishi tarafından üretilen klimada, geleneksel denetleyiciye göre daha az algılayıcı kullanılmıştır.
- Bulanık mantık denetleyicilerinin geleneksel denetleyicilere kıyasla gösterdiği yüksek performans doğrusal olmayan denetleyici aracılığı ile de sağlanabilir:
- Bu doğru olabilir ama büyük bir ihtimalle doğrusal olmayan denetleyici, bulanık denetleyicide olduğu gibi daha küçük kapasiteli bir işlemci ile gerçekleştiremeyecektir.

Dezavantajlar

- Bulanık denetimde kullanılan kurallar deneyime çok bağlıdır.
- Üyelik fonksiyonlarının seçiminde belirli bir yöntem yoktur. En uygun fonksiyon deneme ile bulunur. Bu da oldukça uzun bir zaman alabilir.
- Denetlenen sistemin bir kararlılık analizi yapılamaz ve sistemin nasıl cevap vereceği önceden kestirilemez. Yapılacak tek şey benzetim çalışmasıdır.
- Bulanık mantık ile oluşturulan bir sistemin kararlılık analizi yapılamaz.

3.11 Bulanık Mantığın Uygulama Alanları

Günümüzde hemen hemen her alanda uygulama imkanı bulan bulanık mantık, özellikle sanayi alanında yaygın olarak kullanılmaktadır. Japonlar bulanık mantığı özellikle bulaşık makineleri, çamaşır makineleri, elektrik süpürgeleri, video kameralara uygulamışlardır.

Bulanık mantık uygulamaları ilk olarak çimento sektöründe kullanılmaya başlanmıştır. Bu sektörde kireç taşı ve kil 1000-1400 derece sıcaklıkta reaksiyona girmektedir. Fırın içindeki sıcaklık ve oksijen oranı çimentonun kalitesini doğrudan etkilemektedir. Sadece bu konuda uzman operatörler istenilen limitler dahilinde ürün elde edebilmektedirler. Ama vardiyalı bir sistemle çalışan bu fabrikada çok sayıda operatör vardır ve her operatörün uzmanlıklarının farklı olması nedeniyle farklı niteliklerde ve verimlilikte ürün elde edilmektedir. İstenilen kalitede ürün sadece bu işte yıllardır çalışan uzmanlar tarafından sağlanabilmektedir. Zira çimento üretimi bulanık bir yapıya sahiptir ve süreç kontrolünü bulanık kurallar sağlamaktadır. Örneğin ısıyı 10 derece yükselt veya 5 derece azalt gibi kesin kurallar değil biraz azalt , biraz yükselt gibi bulanık terimlerle ifade edilen kurallarla kontrol edilmektedir. Bir Danimarka firması bu sürecin kontrolü için uzman operatörlerin kullandığı 50-60 pratik kuraldan hareketle bir mikro kontrolör oluşturmuşlar ve sonuç olarak sabit ürün kalitesi ve yakıtta büyük tasarruf elde etmişlerdir.

Daha sonraları bulanık mantık, insansız uçakların kontrolünde, tren frenleme sistemlerinde, ABS (otomatik fren sistemi) ve ASC (otomatik vites kontrolü) kontrolünde kullanılmıştır. Çizelge 3.1' de pratikteki bulanık mantık uygulamalarından bazı örnekler verilmiştir.

Çizelge 3.1 Bulanık denetim uygulamaları

ÜRÜN	FİRMA	BULANIK MANTIĞIN İŞLEVİ
Asansör Denetimi	Fujitec –Toshiba, Mitsubishi, Hitachi	Yolcu trafiğini değerlendirir. Böylece bekleme zamanı azalır.
SLR Fotoğraf Makinesi	Sanyo –Fisher, Canon, Minolta	Ekranda birkaç obje olması durumunda en iyi fokusu ve aydınlatmayı belirler
Video Kayıt Cihazı	Panasonic	Cihazın elle tutulması nedeniyle çekim sırasında oluşan sarsıntıları ortadan kaldırır.
Çamaşır Makinesi	Matsushita	Çamaşırın kirliliğini, ağırlığını, kumaş cinsini sezer, ona göre yıkama programını seçer.
Elektrik Süpürgesi	Matsushita	Yerin durumun ve kirliliğini sezer ve motor gücünü uygun ayarlar.
Su Isıtıcısı	Matsushita	Isıtmayı kullanılan suyun miktar ve sıcaklığına göre ayarlar.
Klima	Mitsubishi	Ortam koşullarını değerlendirerek en iyi çalışma durumunu algılar, odaya birisi girerse soğutmayı artırır.
ABS Fren Sistemi	Nissan	Tekerleklerin kilitlenmeden frenlenmesini sağlar.
Çelik Endüstrisi	Nippon Steel	Geleneksel denetleyicilerin yerini alır.
Sendai Metro Sistemi	Hitachi	Hızlanma ve yavaşlamayı ayarlayarak rahat bir yolculuk sağlanmasının yanı sıra durma konumunu iyi ayarlar, güçten tasarruf sağlar.
Çimento Sanayi	Mitsubishi, Chem	Değirmende ısı ve oksijen oranı denetimi yapar.
Televizyon	Sony	Ekran kontrastını, parlaklığını ve rengini ayarlar
El Bilgisayarı	Sony	El yazısı ile veri ve komut girişine olarak tanır.

4. BULANIK ANALİTİK AĞ PROSESİ

4.1 Analitik Ağ Prosesi (AAP)

Birçok karar sorunu hem sübjektif hem de objektif etkenler içermektedir. AHP hem sübjektif hem de objektif etkenleri soruna dahil ettiğinden birçok karar verme yöntemine göre daha gerçekçi bir yöntemdir (Özdemir, 2004).

Ancak, birçok karar verme problemi hiyerarşik olarak yapılandırılmaz, çünkü bu tip karar problemlerinde yüksek seviyedeki faktörlerin daha alt seviyedeki faktörler üzerinde bağımlılığı ve etkileşimi vardır. Fonksiyonel bağımlılık içeren bir problemin yapılandırılması faktör grupları arasındaki geribildirim ile sağlanabilir. Örneğin bir bilgi sistemi projesi seçimi probleminde aday projeler arasında teknik bağımlılık, kaynak bağımlılığı ve kazanç bağımlılığı söz konusudur, problemin modellenmesinde bu bağımlılıkların dikkate alınmaması yanlış alternatiflerin seçilmesine ve kazanç ve kaynak kayıplarına neden olabilmektedir. AHP bu bağımlılıkların dikkate alınarak problemin modellenmesinde yeterli değildir (Dağdeviren vd., 2005).

Bu tür sorunları çözmek için, AHP yaklaşımının daha genel bir şekli olan, karar verme ölçütleri ve seçenekleri arasında ve kendi içlerinde geri besleme ve bağımlılığa olanak tanıyan, dolayısıyla karmaşık karar çevrelerinin daha doğru bir şekilde modellenebildiği Analitik Ağ Prosesi (AAP) yaklaşımı ortaya konmuştur (Özdemir, 2004).

AHP yönteminde karşılaşılan diğer bir sorun da sıra değişimidir. Sıra değişimi; belirli bir faktör kümesine göre belirlenen alternatif önceliklerinin, yeni bir alternatif eklendiğinde veya çıkarıldığında değişmesidir. Bu sorun AAP yönteminde azaltılmıştır. Bu yapıyla AAP, faktörler arasındaki ilişkilerin dikkate alınmasını gerektiren karar problemlerinin modellenmesinde kullanılabilecek ve daha etkin sonuçlara ulaşılmasını sağlayacak bir yöntemdir (Dağdeviren vd., 2005).

Günümüzde kararların hızlı ve etkin bir şekilde verilmesi rekabet ortamında işletmelerin en önemli hedeflerinden biri olmuştur. İşletmelerin hızla değişen çevresel koşullara karşı hızla uyum sağlamaları ve bu değişime paralel olarak etkin kararlar alabilmeleri, karar sürecinde çok sayıda nitel ve nicel faktörü bir arada değerlendirebilen bilimsel yöntemleri kullanmaları ile mümkündür. AAP, bu süreçte kullanılabilecek bir yöntemdir (Dağdeviren vd., 2005).

AAP iki alt bölümden oluşmaktadır. İlk bölüm modeldeki karşılıklı etkileşimleri kontrol eden

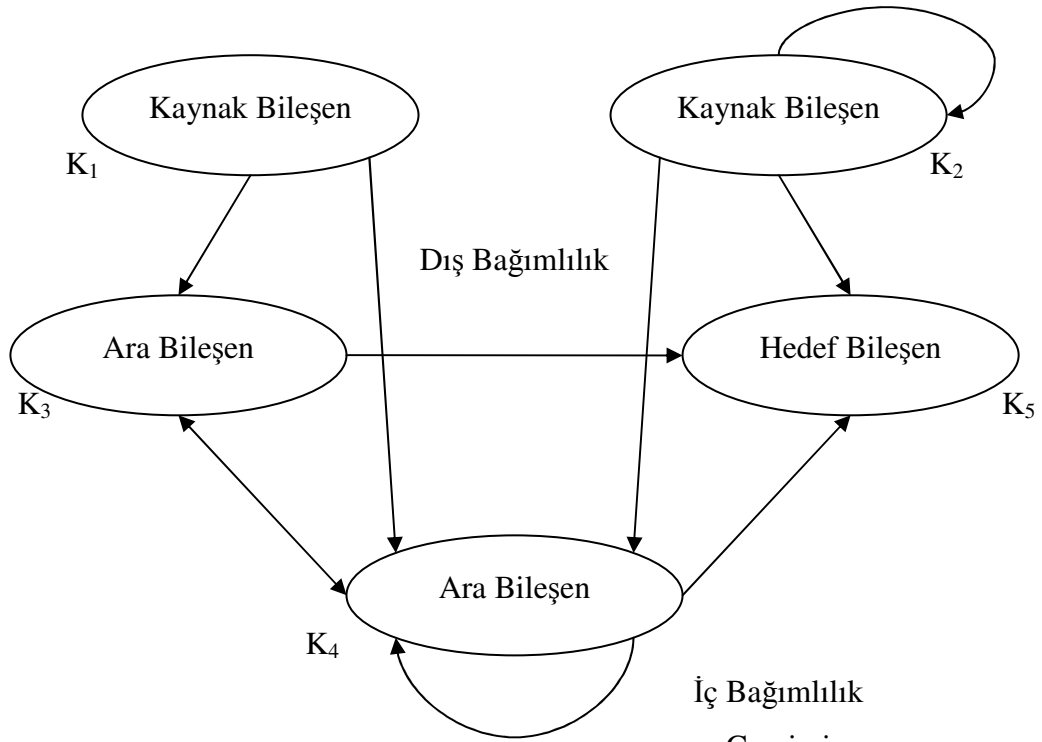
faktörlerin oluşturduğu kontrol hiyerarşisidir. İkincisi ise faktörler ve faktörlerin oluşturduğu kümeler arasındaki etkileşimlerin oluşturduğu alt gruplardır. AAP’ de karar verme problemi bir ağ şeklinde modellenmekte ve bu aşamada faktör grupları arasındaki dış bağımlılıklar, geribildirimler ve aynı faktör grubu içinde yer alan iç bağımlılıklar dikkate alınmaktadır. AAP bu yapısıyla daha etkin kararların verilmesini sağlamaktadır (Dağdeviren vd., 2005).

4.1.1 AAP’ de sorunun yapılandırılması

AAP’ de bir karar sorununun gösteriminde ayrıntılı yapıların kullanılması önemlidir. Verilen kararın geçerliliği, kullanılan çözüm yöntemine bağlı olduğu kadar oluşturulan yapının ve yapıdaki ilişkilerin zenginliğine ve doğruluğuna da bağlıdır. AAP’ de sorunlar ağ biçiminde yapılandırılırlar. Genel olarak, bir ağ, belirli bir varlığa göre elemanların başka elemanlar üzerindeki etkilerinin dağılımıyla ilgilidir (Özdemir, 2004).

AAP’ de karar bileşenlerinin (components), elemanlarının (elements) ve aralarındaki etkileşimleri göstermek üzere bağlantıların belirlenmesi ve bir diyagram ile gösterilmesi gereklidir (Saaty, 1996). Bu amaçla çizgeler (graph) kullanılmaktadır. Çizge, üstünlüklere dayanan karar sorunlarının yapılandırılmasında kullanılan geometrik yapıdır. Çizgi teorisi terminolojisine göre bir çizge, düğümler denilen kavşak (birleşme) noktalarının bir kümesinden ibarettir. Düğümlerin belirli çiftleri dallar, oklar veya bağlantılar denilen doğrularla birleştirilmiştir. Bir ağ ise dallarında bir çeşit akış olan bir çizge olarak kabul edilir (Pamukçu, 2004).

Çizge teorisinde düğüm diye adlandırılan birleşme noktaları AAP’ de bileşen olarak adlandırılmaktadır. Elemanlar ise bu bileşenleri oluşturan alt unsurlardır. Bir ağ yapısında, Şekil 4.1’ den de görülebileceği gibi üç tür bileşenden söz edilebilir. Kaynak bileşen denilen ilk tür ağdaki hiçbir başka eleman tarafından etkilenmeyen, dolayısıyla bu bileşene doğru yönelmiş okların olmadığı bileşenlerdir. Ağ yapısında birden fazla olabilen bu bileşenler amacı veya kriterleri temsil edebilir. İkinci tür bileşenler ara bileşenlerdir. Bunlar hiyerarşik yapıdaki alt kriterleri temsil edebilir. Ağ yapısında ara bileşenlerin etkilendiği ve kendilerinin etkilediği başka bileşenler vardır. Üçüncü tür ise yalnız diğer bileşenler tarafından etkilenen hedef bileşendir. Bu bileşen de hiyerarşik yapıdaki seçenekleri temsil edebilir (Özdemir, 2004).



Şekil 4.1 Geri besleme ağı (Saaty, 1996)

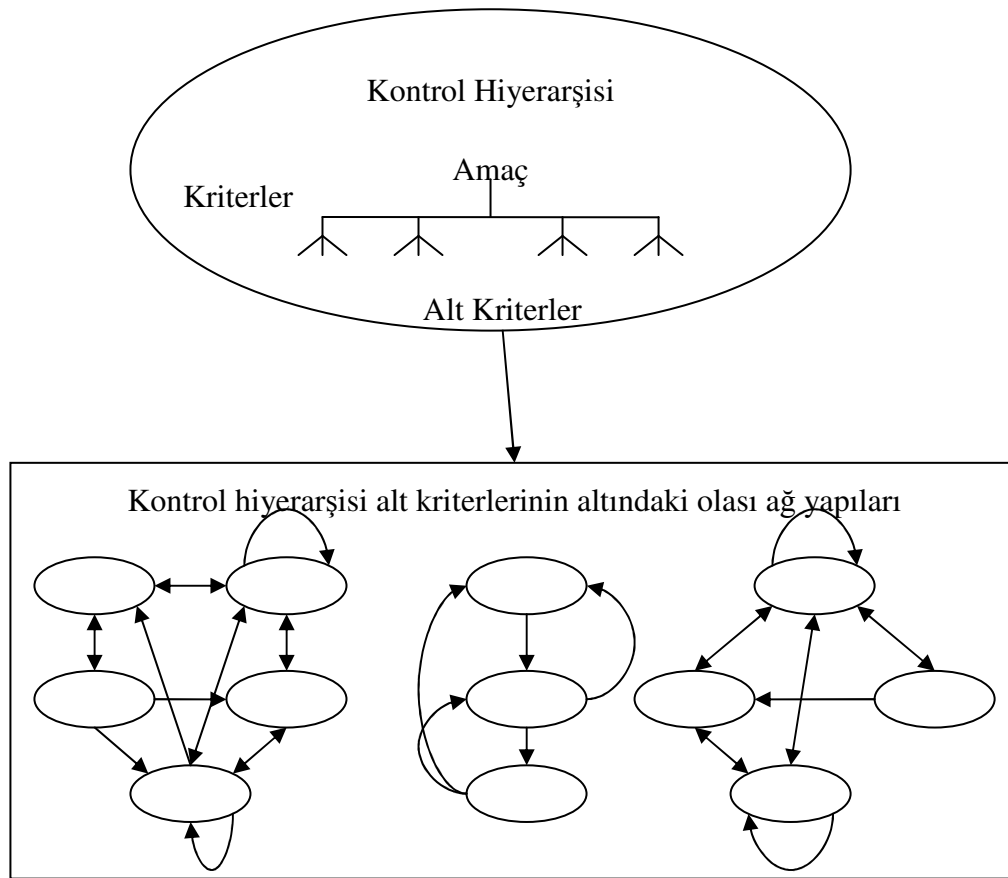
AAP’ de temel kavram “etki”dir. Geri besleme ağındaki okların yönleri bağımlılığı ortaya koyar. Ok yönü etkileyen bileşenden etkilenen bileşene doğrudur. AAP yaklaşımında, bileşenler ve elemanları arasında karşılıklı bağımlılıklar da söz konusu olduğundan, grafiksel gösterim bileşenler arasında iki yönlü oklar içerebilir. Eğer bir bileşenin veya elemanlarının kendi içlerinde bağımlılıkları söz konusu ise bu durum bileşenden çıkan bir okun yine aynı bileşene dönmesi ile gösterilir. Geri beslemelerin olduğu gerçek hayat problemlerinde bileşenler tanımlara göre net bir şekilde sınıflandırılmazlar.

Yapılandırma sürecinde önemli olan bir konu oluşturulan kümelerdeki veya seviyelerdeki elemanların sayısının, Miller’ in teoremine dayanarak beş ila dokuz arasında olmasıdır. Ağ yapılarında aynı kümedeki elemanların mümkün olduğunca homojen olması, yani aralarındaki farkların çok büyük olmaması dikkat edilmesi gereken diğer bir konudur. Bu sayede daha anlamlı karşılaştırmalar yapılabilir.

Gerçek hayatta karşılaşılan birçok sorunun doğasında bağımlılıklar vardır. Basit yapılar kullanarak sorunun bileşenleri arasındaki etkileşimleri çözüm sürecine dahil etmemek teoride elde edilen sonucun uygulamada tatmin edici olmamasına neden olabilir. AAP’ de kullanılan ağ yapısı bileşenler arasındaki bağımlılıkları da içerdiğinden gerçek hayattaki karmaşıklığı çok daha iyi yansıtmaktadır (Özdemir, 2004).

AAP’ de sorun yapılandırma aşamasında kullanılan diğer bir araç da kontrol hiyerarşisidir. Kontrol hiyerarşisi, üzerinde çalışılan sistemin amacına yönelik üstünlüklerin türetildiği, kriterler ve alt kriterlerden oluşan bir hiyerarşidir. Kontrol hiyerarşileri, incelenen karar sorununun temel unsurlarının ötesindeki faktörlerin karara katılmasını sağlar.

Bir kontrol hiyerarşisi Şekil 4.2’ de görülebileceği üzere amaç, kriterler ve alt kriterlerden oluşan hiyerarşik bir yapıdır. Kontrol hiyerarşisindeki amaç, kriterler ve alt kriterler karar sorununun kontrol unsurları olarak nitelendirilmektedir. Kontrol hiyerarşisinin bir başka şekli kontrol kriterlerinin birbirlerine bağımlı olabildiği kontrol ağı yapısıdır. Ancak böyle bir yapı, çözüm sürecini çok karmaşık hale getireceğinden tercih edilmemektedir (Pamukçu, 2004).



Şekil 4.2 Kontrol Hiyerarşisi (Saaty, 1996)

Saaty (1996), bir kontrol hiyerarşisinin amaç seviyesinde yer alabilecek dört faktör belirlemiştir. Bu faktörler kar (benefit), maliyet (cost), fırsat (opportunity) ve risk (risk) tir. Dört ana faktörün alt seviyesinde ise kriterler, soruna bağlı olarak güvenilirlik, kullanım kolaylığı, kolay ulaşılabilirlik veya ekonomik, politik, çevresel, sosyal faktörler vb. olabilir. AAP’ de ele alınan tek bir karar sorunu için kara, maliyete, fırsata ve riske göre ayrı ağ yapıları oluşturulabilir (Pamukçu, 2004).

4.1.2 AAP' de sorunun modellenmesi

AAP sürecinde sorunun yapılandırılmasının ardından kriterlerin önemlerinin belirlenerek seçeneklerin kriterlere göre performans değerlerinin elde edilmesi ve sorunun modellenmesi gerekmektedir. Bu aşamada ölçeklerden faydalanılmaktadır. AAP, oran ölçeklerine dayanan bir teoridir. Saaty' e (1996) göre davranışlarımızın büyük bir kısmı, onları birbirlerine göre karşılaştırma işlemi sonucu elde edilen oranlarla açıklanabilir. Benzer şekilde somut veya soyut varlıklara anlamlı büyüklükler atamanın yolu ise onları başka varlıklarla ilişkilendirerek karşılaştırmaktır.

AAP' de kullanılan ikili karşılaştırma yöntemi elemanların bağlı oldukları kriterlere olan katkılarıyla ilgili verileri sağlamak için bilgi ve tecrübeye dayanan yargıların ortaya konmasıdır (Özdemir, 2004).

Elemanlar, sahip oldukları ortak bir özelliğe ya da bir kriterin gerçekleştirilmesine ilişkin katkılarına göre ikililer halinde karşılaştırılırken dikkate alınması gereken bir kavram baskınlıktır (dominance). Bir elemanın baskın olması, onun diğer elemandan daha önemli olması, daha muhtemel olması ya da daha çok tercih edilmesi anlamına gelmektedir. İki eleman baskınlıklarına göre karşılaştırılırken elemanlardan küçük olan birim olarak seçilir ve büyük olan o birimin katı şeklinde ifade edilir. Saaty (1996), karmaşık bir sorunda var olabilecek her türlü varlığın karşılaştırılabilmesi için, karşılaştırma yapılırken iki elemandan büyük olanın sahip oldukları ortak bir özellik ya da kritere göre küçük olandan kaç kat daha baskın olduğunu belirten sayılardan oluşan bir temel ölçek ortaya koymuştur. AHP yönteminde de kullanılan bu ölçek, bir ila dokuz arasındaki tam sayılardan oluşmaktadır. Buna göre, bir i elemanı bir j elemanı ile karşılaştırıldığında ölçekteki pozitif değerlerden birini alıyorsa, j elemanı i elemanı ile karşılaştırıldığında bu değer çarpmaya göre tersi olan değeri alacaktır.

Ağ yapısında elemanlar bağlı oldukları kriterlere göre karşılaştırılırlar. AAP' de ikili karşılaştırmalar etkileyen kritere göre, söz konusu kriterden etkilenen kriterlerin karşılaştırılması şeklinde yürütülür (Özdemir, 2004).

4.1.3 AAP' de sorunun çözümlenmesi

AAP' de ikili karşılaştırma matrislerinin oluşturulmasından sonra çözüme doğru ilerlemek için bu matrislerin üstünlük vektörlerinin hesaplanması gerekmektedir. Hesaplanan üstünlüklerin ikili karşılaştırma matrisindeki yargıları doğru biçimde yansıtması çok

önemlidir. Üstünlük vektörlerinin bulunması için; sağ özvektör, sol özvektör, en küçük kareler yöntemi, logaritmik en küçük kareler yöntemi gibi farklı yöntemler mevcuttur (Pamukçu, 2004).

Üstünlük vektörünün bulunması için farklı yollar olmakla birlikte en iyi sonuç veren yollardan biri olan yol, A matrisinin her sütunundaki elemanları sütun toplamalarına bölmek suretiyle normalize etmek ve elde edilen matristeki satırların aritmetik ortalamasını almak şeklindedir. Üstünlük vektörü ayrıca AAP için kullanılan “Super Decisions” paket programıyla da hesaplanabilir (Özdemir, 2004).

Geri beslemeli bir sistemde bileşenlerin üstünlüklerinin sentezlenmesi dikkat isteyen bir süreçtir. Bir ağ yapısında hiyerarşik yapıda olduğu gibi üstünlüklerin sırayla en alt seviyeden en üst seviyeye kadar çarpılması mümkün değildir. Sistemin elemanları çok sayıda farklı elemanla etkileşim halinde olabilirler.

AAP’ de bir elemanın üstünlüğünün anlamlı olabilmesi için, söz konusu elemanın bağımlı olduğu veya etkilediği tüm elemanların ve ağ üzerinde etkilenen elemanlara varan, etkileyen elemanlardan da ayrılan tüm olası yolların hesaplamaya dahil edilmesi gerekmektedir. Geri beslemeli sistemlerde üstünlük belirlemede bileşenler ve elemanlar arasındaki tüm etkileşimlerin hesaplamaya dahil edilebilmesi için süpermatris yöntemi geliştirilmiştir. Süpermatris genel olarak ağ yapısında mümkün olan tüm ikili karşılaştırmalar sonucu elde edilmiş olan üstünlük vektörlerinden oluşan bir kare matristir. C_N ’ ler ağ yapısındaki bileşenler, e_{Nn} ’ ler bileşenlerin elemanları ve W_{ij} ’ ler üstünlük vektörlerinden oluşan ve blok diye adlandırılan matrisler olmak üzere bir süpermatris Şekil 4.3’ te gösterilmiştir. W_{ij} blok değerleri de süpermatrisin altındaki Şekil 4.4’ de gösterilmiştir. Bir ağ yapısında tüm elemanların diğer bileşenlerdeki ve bulundukları bileşenlerdeki tüm elemanlarla etkileşim halinde olmaları gibi bir durum söz konusu olmadığında, süpermatriste elemanlar arasında herhangi bir etkileşimin olmadığı yerlere sıfır değeri verilmektedir. Bir karar sorununun yapılandırılmasında kontrol hiyerarşisi de kullanılmışsa kontrol hiyerarşisindeki her bir kontrol kriteri için ayrı süpermatrisler düzenlenmelidir (Özdemir, 2004).

Oluşturulmuş olan bir süpermatris üzerinde çözüme yönelik işlemlerin yapılabilmesi için matrisin stokastik olma zorunluluğu vardır. Negatif olmayan bir kare matriste her bir sütunun toplamı 1’e eşitse böyle bir matrise sütun stokastik veya kısaca stokastik matris denir. Bir bileşendeki elemanların birbirleriyle ve başka bileşenlerdeki elemanlarla karşılaştırılmaları sonucunda ortaya çıkan özvektör değerleri süpermatrise yerleştirildiğinde elde edilen matris

$$\begin{array}{c}
 \begin{array}{c}
 C_1 \quad C_2 \quad \dots \quad C_N \\
 e_{11} \ e_{12} \ e_{1n1} \quad e_{21} \ e_{22} \ e_{2n2} \quad e_{N1} \ e_{N2} \ e_{NnN} \\
 e_{11} \\
 C_1 \ e_{12} \\
 \vdots \\
 e_{21} \\
 C_2 \ e_{22} \\
 \vdots \\
 e_{N1} \\
 C_N \ e_{N2} \\
 \vdots
 \end{array}
 \begin{pmatrix}
 & e_{11} \ e_{12} \ e_{1n1} & e_{21} \ e_{22} \ e_{2n2} & & e_{N1} \ e_{N2} \ e_{NnN} \\
 W_{11} & W_{12} & \dots & W_{1N} \\
 & \vdots & & \vdots \\
 W_{21} & W_{22} & \dots & W_{2N} \\
 & \vdots & & \vdots \\
 & \vdots & & \vdots \\
 W_{N1} & W_{N2} & \dots & W_{NN} \\
 & \vdots & & \vdots
 \end{pmatrix}
 \end{array}
 \quad W =$$

Şekil 4.3 Süpermatris (Saaty, 1996)

$$W_{ij} = \begin{pmatrix}
 W_{i1}^{(j1)} & W_{i1}^{(j2)} & \dots & W_{i1}^{(jnj)} \\
 W_{i2}^{(j1)} & W_{i2}^{(j2)} & \dots & W_{i2}^{(jnj)} \\
 \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\
 W_{ini}^{(j1)} & W_{ini}^{(j2)} & \dots & W_{ini}^{(jnj)}
 \end{pmatrix}$$

Şekil 4.4 W_{ij} Blok Matris (Saaty, 1996)

stokastik olmayabilir. Bu durumda süpermatrisin ağırlıklandırılması yoluyla sütun toplamalarının 1'e eşit olması sağlanmalıdır. Bunun için elemanların değil de bileşenlerin birbirlerine veya varsa kontrol kriterlerine göre ikililer halinde karşılaştırılmaları gereklidir. Bileşenlerin karşılaştırılmaları sonucu türetilen üstünlük değerlerinden her biri süpermatriste kendilerine karşılık gelen bloktaki tüm değerlerle çarpılır. Elde edilen yeni matrise

ağırlıklandırılmış süpermatris denir.

AAP’ de bu aşamadan sonra amaçlanan, her bir elemanın diğer elemanlarla olan etkileşimini yansıtan sınır üstünlüklerin türetilmesidir. Bir W süpermatrisinde elemanların sınır üstünlüklerinin, yani sınır matrisin bulunması genel olarak W^∞ ile gösterilmektedir. Bu gösterim gerek süpermatrisin doğrudan kuvvetlerini alarak gerekse başka şekillerde sınır üstünlüklerin bulunmasını ifade eder (Özdemir, 2004).

Sınır üstünlükleri elde etmek üzere matris işlemlerinin yapılması çok zor olduğundan, AAP yöntemiyle karar sorunlarının çözülmesi için kullanılabilen bir paket program mevcuttur. “Super Decisions” adlı program özellikle sınır matrislerin elde edilmesi konusunda her türlü teorik bilgiyi sürece katarak tatmin edici sonuçların bulunmasını sağlamaktadır (Pamukçu, 2004).

4.1.4 Uygulama Adımları

ANP ile karar problemlerinin çözümü dört ana adımın uygulanmasıyla yapılır (Chung, 2002):

Adım 1: Problemin Tanımlanması ve Modelin Kurulması:

Bu aşamada karar verme problemi açık bir şekilde tanımlanmalı ve ağ şeklinde rasyonel bir biçimde ayrıştırılmalıdır. Bu yapı beyin fırtınası ya da diğer ayırma metotları vasıtasıyla karar vericilerin fikirlerinden yararlanılarak elde edilebilir.

Adım 2: İkili Karşılaştırma Matrisleri ve Öncelik Vektörleri:

ANP’ de her kararı etkileyen faktörler ikili karşılaştırmalara tabi tutulur, böylelikle faktörlerin önem ağırlıkları belirlenir. Karar vericiler ikili karşılaştırmalarda seri şekilde bir takım sorulara cevap vererek iki faktörü aynı zamanda karşılaştırır ve bunların hedefe olan katkılarının nasıl olduğunu belirler (Meade, 1999). ANP’ de ikili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması ve nispi önem ağırlıklarının belirlenmesinde AHP’ de olduğu gibi Saaty (1996) tarafından önerilen ve Çizelge 4.1’ de verilen 1-9 önem skalası kullanılır. AHP’ de olduğu gibi ANP’ de de ikili karşılaştırmalar bir matris çatısı altında yapılır ve lokal öncelik vektörü $Aw = \lambda_{\text{enb}} w$ denkleminin çözülmesi ile elde edilen özvektör ile belirlenir. Burada A ikili karşılaştırma matrisi, w özvektör, λ_{enb} ise A ’ nın en büyük özdeğeridir. Saaty (1980), w ’ nin yaklaşık çözümü için normalleştirme algoritmasını önermiştir.

Çizelge 4.1 Önem skala değer ve tanımları

Değer	Tanım	Açıklama
1	Eşit önemli	İki seçenekte eşit derecede öneme sahip
3	Biraz önemli	Tecrübe ve yargı bir kriteri diğerine karşı biraz üstün kılmakta
5	Fazla önemli	Tecrübe ve yargı bir kriteri diğerine karşı oldukça üstün kılmakta
7	Çok fazla önemli	Bir kriter diğerine göre üstün sayılmıştır
9	Aşırı derece önemli	Bir kriterin diğ. üstün olduğunu gösteren kanıt çok büyük güvenilirliğe sahiptir
2,4,6,8	Ara değerler	Uzlaşma gerektiğinde kullanılmak üzere iki ardışık yargı arasındaki değerler

Adım 3: Süpermatris Oluşumu:

Süpermatrisin genel yapısı markov zinciri prosesine benzerdir. Birbirine bağımlı etkilerin bulunduğu bir sistemde global önceliklerin elde edilmesi için, lokal öncelik vektörleri süpermatris olarak bilinen bir matrisin kolonlarına tahsis edilerek yazılır. Sonuç olarak bir süpermatris gerçekte parçalı bir matristir ve buradaki her bir matris bölümü bir sistem içindeki iki faktör arasındaki ilişkiyi gösterir (Meade, 1996). Elementlerin birbiri üzerindeki uzun dönemli nispi etkileri süpermatrisin kuvveti alınarak belirlenir. Önem ağırlıklarının bir noktada eşitlenmesini sağlamak için süpermatrisin $(2k+1)$. kuvveti alınır, burada k rasgele seçilmiş büyük bir sayıdır ve elde edilen yeni matris limit süpermatris olarak isimlendirilir.

Adım 4: En İyi Alternatifin Seçilmesi:

Limit süpermatris ile alternatiflere veya karşılaştırılan faktörlere ilişkin önem ağırlıkları belirlenmiş olur. Seçim probleminde en yüksek önem ağırlığına sahip olan alternatif en iyi alternatif, ağırlıklandırma probleminde ise en yüksek önem ağırlığına sahip olan faktör karar sürecini etkileyen en önemli faktördür.

4.2 Bulanık Analitik Ağ Prosesi

Klasik AAP Yönteminde karar vericiler, olası alternatifler kümesini değerlendirirken belirsizlik ve anlam çokluklarıyla karşılaşabilirler. Ayrıca, nitel özellikler üzerine insanların yaptığı değerlendirmeler, her zaman için öznel ve bu değerlendirmelerde bir kesinlik söz konusu değildir. Karar vericilerin düşüncelerindeki bu belirsizlik ve kesinsizlikten dolayı, Klasik AAP’ de yapılan ikili karşılaştırmalar, karar vericilerin gerçek düşüncelerini yansıtmakta yetersiz kalmaktadır. Klasik AAP yönteminin bu eksikliğini gidermek için, ikili karşılaştırmalar yapılırken bulanık mantık yaklaşımı esas alınabilir (Ayağ vd., 2006). İşte bulanık mantık ve Klasik AAP’ nin bir entegrasyonu olan bu yöntem “Bulanık AAP” olarak adlandırılır.

Bulanık AAP’ nin uygulanması Klasik AAP’ den 2. adımda farklılaşır. Yapılacak olan ikili

karşılaştırma matrisleri bulanık sayılarla oluşturulur ve birazdan açıklanacak olan metoda göre ağırlıklandırma yapılır. Bulunan ağırlıklarla aynen Klasik AAP’ de olduğu gibi süpermatris oluşturulur ve aynı adımlarla devam edilir. Çalışmada üçgen bulanık sayı (triangular fuzzy number –TFN) kullanılacaktır. Bir TFN ($l|m,m|u$) veya (l, m, u) şeklinde gösterilir (Kahraman, 2002). Bir bulanık olay için l , m ve u parametreleri, sırasıyla, mümkün en küçük değeri, alınabilecek en büyük değeri ve mümkün en geniş değeri temsil eder.

Her üçgen bulanık sayının lineer gösterimleri sol ve sağ taraf şeklinde aşağıdaki üyelik fonksiyonu ile tanımlanabilir (Kahraman, 2002):

$$\mu(x|M) = \begin{cases} 0, & x < l, \\ (x-l)/(m-l), & l \leq x \leq m, \\ (u-x)/(u-m), & m \leq x \leq u, \\ 0, & x > u. \end{cases} \quad (4.1)$$

Bu tanımlamalardan sonra algoritmaya başlanabilir. $X_n = 1, 2, \dots, n$ bir nesneler seti ve $U_m = 1, 2, \dots, m$ de bir amaçlar seti olsun. Chang ‘in büyüklük analizine göre, her nesne alınır ve her amacın büyüklük analizi için, g_i , ayrı ayrı uygulanır. Bu yüzden, m adet büyüklük analizi değeri her nesne için aşağıdaki gibi elde edilebilir:

$$M_{gi}^1, M_{gi}^2, \dots, M_{gi}^m \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad (4.2)$$

Buradaki tüm M_{gi}^j ‘ler, ($j = 1, 2, \dots, m$) üçgen bulanık sayılardır. Chang ‘in büyüklük analizinin adımları aşağıdaki gibi verilebilir (Kahraman, 2002):

Adım 1: i . nesne için bulanık büyüklük değeri şu şekilde tanımlanır:

$$S_i = \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \otimes \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1} \quad (4.3)$$

$\sum_{j=1}^m M_{gi}^j$ ‘yi elde etmek için, m adet büyüklük analizi değerinin bulanık toplam işlemi aşağıdaki gibi bir matris ile uygulanır:

$$\sum_{j=1}^m M_{gi}^j = \left(\sum_{j=1}^m l_j, \sum_{j=1}^m m_j, \sum_{j=1}^m u_j \right) \quad (4.4)$$

ve $\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1}$ 'i elde etmek için M_{gi}^j ($j = 1, 2, \dots, m$) değerlerinin bulanık toplama işlemi şu şekilde uygulanır:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j = \left(\sum_{i=1}^n l_i, \sum_{i=1}^n m_i, \sum_{i=1}^n u_i \right) \quad (4.5)$$

ve daha sonra (4.5) denklemindeki vektörün tersi şu şekilde hesaplanır:

$$\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1} = \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^n u_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n m_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n l_i} \right) \quad (4.6)$$

Adım 2: $M_2 = (l_2, m_2, u_2) \geq M_1 = (l_1, m_1, u_1)$ olayının olabilirlik derecesi

$$V(M_2 \geq M_1) = \sup_{y \geq x} \left[\min(\mu_{M_1}(x), \mu_{M_2}(y)) \right] \quad (4.7)$$

şeklinde tanımlanır ve aşağıdaki denklikle açıklanabilir:

$$V(M_2 \geq M_1) = \text{hgt}(M_1 \cap M_2) = \mu_{M_2}(d) = \begin{cases} 1, & m_2 \geq m_1 & \text{İse,} \\ 0, & l_1 \geq u_2 & \text{İse,} \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)}, & \text{yoksa,} \end{cases} \quad (4.8)$$

Burada d , μ_{M_1} ve μ_{M_2} arasındaki en yüksek D kesişim noktasının 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 duyarız.

Adım 3: Konveks bir bulanık sayının k adet bulanık sayıdan, M_i ($i=1, 2, \dots, k$), daha büyük olabilirlik derecesi şöyle tanımlanır:

$$\begin{aligned} V(M \geq M_1, M_2, \dots, M_k) &= V[(M \geq M_1) \text{ ve } (M \geq M_2) \text{ ve } \dots \text{ ve } (M \geq M_k)] \\ &= \min V(M \geq M_i), \quad i = 1, 2, 3, \dots, k. \end{aligned} \quad (4.9)$$

O takdirde (4.3) teki S_j ' ler için şu varsayımlar yapılmıştır.

$$k = 1, 2, \dots, n ; k \neq j \text{ için } d^k(A_i) = \min V(S_i \geq S_k) \quad (4.10)$$

Daha sonra ağırlık vektörü, $A_i (i = 1, 2, \dots, n)$ 'nin n elemandan oluştuğu

$$W^* = (d^1(A_1), d^1(A_2), \dots, d^1(A_n))^T \quad (4.11)$$

şekliyle verilir.

Adım 4: Normalizasyon ile normalize edilmiş vektör W 'nin bulanık bir sayı olmadığı

$$W = (d(A_1), d(A_2), \dots, d(A_n))^T \quad (4.12)$$

ifadesi ile gösterilir.

Bulanık AAP' de yapılacak olan ikili karşılaştırma matrislerini oluştururken kullanılacak olan ölçütler Çizelge 4.2' de verilmiştir.

Çizelge 4.2 Önem skala değer ve tanımları

Dilsel İfade	Bulanık Üçgen Sayılar	
	Sayı	Eşleniği
Eşit derecede önemli	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)
Biraz daha fazla önemli	(2/3, 1, 3/2)	(2/3, 1, 3/2)
Kuvvetli derecede önemli	(3/2, 2, 5/2)	(2/5, 1/2, 2/3)
Çok kuvvetli derecede önemli	(5/2, 3, 7/2)	(2/7, 1/3, 2/5)
Tamamıyla önemli	(7/2, 4, 9/2)	(2/9, 1/4, 2/7)

5. ANALİTİK HİYERARŞİ PROSESİ

5.1 AHP'nin Tanımı

Karar verme artık günümüz dünyasında bir bilim olarak kabul görmektedir. İnsanların işlerinin devamlılığını sağlayabilmeleri, etkinliğini arttırabilmeleri, gelecek yıllarda başarıyı yakalayabilmeleri veya işlerini çeşitlendirerek büyütebilmeleri, doğru kararları alabilmelerine

bağlıdır. Verilen bu kararlarda, genellikle politik faktörler ve sosyal faktörler gibi soyut kriterler ile ekonomik faktörler ve teknik faktörler gibi somut birtakım kriterlerin göz önünde bulundurulması gerekmektedir, insanların doğuştan gelen ikili karşılaştırmalar yapabilmeleri yeteneği ile paralellik gösteren, hem biyolojik hem de matematiksel olarak doğru olan analitik hiyerarşi prosesi, bilimsel karar verebilmek için oldukça pratik bir yöntemdir. Bu yöntemin bilimsel bir teori' olarak doğruluğu ekonomik alandaki tahminlerde, iş alanındaki sayısız öngöründe ve politik ve sosyal alandaki pek çok çatışmanın çözümünde test edilmiştir.

Karar verme çeşitleri genel olarak üç tiptir. Bunlar:

- Tek olarak en iyi alternatifin seçilmesi: Bu tip "sıfır/bir" ve "evet/hayır" gibi karar verme modellerini içerir. Birkaç tane alternatifin olması durumunda, içlerinden en iyi gözüken seçilir.
- Alternatiflerin aralarındaki göreceli önemlerin dikkate alınmadan sıralı veya aralıklı derecelendirmeye göre dizilmeleri: Bu durumda eldeki bilgiyle kaynakların tahsisinin yapılması oldukça güç olmaktadır.
- Alternatiflerin aralarındaki göreceli önemlerin de dikkate alınarak sıralanması: Bu durumda kaynakların tahsisi ve en iyi alternatifin seçilmesi mümkün olacaktır. Analitik hiyerarşi prosesi yaklaşımı ve diğer birkaç model bu gruba girmektedir.

Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP), ilk olarak 1970'li yıllarda Thomas L. Saaty tarafından ortaya konmuş olup karmaşık karar problemlerinin analizinde kullanılan çok kriterli karar verme tekniklerinden birisidir (Saaty,1980).

Asıl olarak elemanların ikili karşılaştırılmasından elde edilen önceliklere dayalı bir ölçüm teorisidir. Bu metot en iyi alternatifin seçilmesinde, hem objektif ve hem de sübjektif faktörlerin dikkate alınmasına imkân verir. Her ne kadar AHP'nin çeşitli karar problemlerinde geniş bir kullanım alanı olsa da, bu yaklaşıma yönelik bazı eleştiriler de bulunmaktadır. Ancak yine de AHP, bugün elde mevcut en popüler çok kriterli karar verme metodolojilerden birisidir. AHP'nin bu popülerliği, karmaşık karar problemlerinin analizinde gösterdiği basitlik, esneklik, kullanım kolaylığı ve rahat yorumlanması gibi özelliklerinden ileri gelmektedir.

Analitik hiyerarşi yöntemi, kişileri nasıl karar vermeleri gerektiği konusunda bir yöntem kullanmaya zorunlu kılmak yerine, onlara kendi karar verme mekanizmalarını tanıma olanağı sağlayıp bu şekilde daha iyi karar vermelerine olanak sağlayan bir yöntemdir. Analitik

hiyerarşi yönteminin dayandığı teori, gerçekte insanoğlunun hiçbir şekilde kendisine öğretilmemiş olmasına karşın tamamen içgüdüsel olarak benimsediği karar mekanizmasını yansıtır. Bu yöntemle karar vermede, insanların deneyimleri ve bilgileri en az kullanılan veriler kadar önemlidir (Saaty,1988).

AHP, belirlilik ya da belirsizlik altında çok sayıda alternatif arasından seçim yaparken, çok sayıda karar vericinin bulunduğu çok kriterli, çok amaçlı bir karar verme durumunda kullanılır. Burada AHP rasyonel ve irrasyonel tercihleri ve sezgileri de karar verme sürecinin içine katabilmek için kapsamlı bir çerçeve sunmaktadır (Harker, 1989).

Kararların formülasyon ve analizindeki sezgisel ve göreceli olarak en kolay yöntem olan AHP; Analitik, Hiyerarşi ve Süreç diye 3 temel kavram sayesinde kolayca anlatılabilmektedir:

Analitik: AHP, en basitinden sayıları kullanır. Anlamak ve/veya bir seçimi diğerlerine göre tanımlamak için matematiği kullanmanın çok geçerli sebepleri vardır ve bu sebeple bir kararı tanımlamaya çalışan tüm yöntemler analiktir; çünkü matematiksel/mantıksal fikir yürütmeyi kullanmak zorundadır.

Hiyerarşi: Analitik Hiyerarşi Süreci, karar problemini mevcut durumun anlaşılmasına yardım edecek şekilde derecelendirmektedir: Hedefler, kriterler, alt kriterler ve alternatifler. Problemi parçalarına ayırmak sureti ile karar verici çok daha küçük karar kümelerine yoğunlaşabilir. “Miller’s Law” olarak bilinen “kişi aynı anda yalnızca 7+2 konuyu karşılaştırabilir” iddiası da bunu desteklemektedir. Bu sebeple karmaşık durumlarla uğraşmak gerektiğinde hiyerarşi kullanmak büyük kolaylık sağlamaktadır.

Süreç: Gerçekten önemli kararlar tek bir aşamada sonuçlandırılmazlar. Kişi bir karar üzerinde düşünmek için zamana gereksinim duyar; yeni bilgiler toplar; eğer bu bir grup kararı ise tartışır. Saaty’nin de gözlemlediği gibi AHP, bu karar sürecine yardım etmek ve süreci kısaltmak amacı ile kullanılmaktadır (Yılmaz, 2001).

AHP; çoklu kriter içeren kompleks problemleri çözmek için tasarlanmıştır. Süreç, karar vericinin belirlediği her bir kriterin göreceli önemlerini belirlemesine ve daha sonra her bir kritere göre karar alternatifleri arasında seçim yapmasına gerek duyar. AHP, kişileri nasıl karar vermeleri gerektiği konusunda bir yöntem kullanmaya zorunlu kılmak yerine, onlara kendi karar verme sistemlerini tanıma imkanı sağlayarak, daha iyi karar verilmesini sağlayan bir karar verme modelidir.

AHP' nin uygulanmasında iki temel süreç vardır. Bunlar:

1- Hiyerarşik yapının oluşturulması

2- Sonuçların hesaplanması

Hiyerarşik yapının oluşturulması problemle ilgili alanda bilgi ve tecrübenin olmasını gerektirmektedir, iki farklı karar verici genelde aynı problem için iki farklı hiyerarşik yapı oluşturur. Aynı hiyerarşik yapıyı oluşturmuş olsalar bile, öğelere verecekleri öncelikler farklı olacaktır. Yine de bir grup insan, hiyerarşik yapının oluşturulabilmesi için bir araya gelerek ortak bir karar verebilirler.

Hesaplama safhası ise ikili karşılaştırmalar işlemi ile ilgilidir. Hiyerarşik yapının herhangi bir seviyesindeki öğeler, verilmiş olan kritere olan katkı derecelerine veya önemlerine göre karşılaştırılırlar Bu karşılaştırma prosesinde, öğelerin önceliklerinin veya ağırlıklarının ölçümüne ait skalalar kullanılır.

5.2 AHP'ye İlişkin Aksiyomlar

AHP, basit kararlardan, karmaşık ve büyük yoğunluktaki kararlara kadar geniş bir problem alanının içinde kullanılmakta olan bir yöntemdir. Yöntemin başarısı, basitliği ve sağlamlığından gelmektedir.

Teoremin aksiyomları aşağıda verilmiştir:

Aksiyom 1. (Karşılıklı Kıyaslama) :

Bir karar probleminde, karar verici karşılaştırma yapmalı ve tercihlerinin kuvvetini belirtmelidir. Karar verici, herhangi bir kritere göre i ve j alternatifleri arasındaki karşılaştırmalarını;

$$a_{ji} = 1/a_{ij}$$

şeklinde yapmalıdır. Diğer bir deyişle, eğer A, 2 kez B ye tercih ediliyorsa; B, 1/2 kez A'ya tercih edilmektedir.

Aksiyom 2. (Homojenlik) :

Tercihler, bir ölçek vasıtasıyla temsil edilmelidir. Bu sağlanmamışsa, karşılaştırılan elemanlar homojen değildir.

Karar verici, herhangi bir kriter altında i alternatifiiyle j alternatifini karşılaştırırken birini diğerine göre sonsuz iyi olarak değerlendiremez.

$$a_{ij} \neq \infty \quad \text{tüm } i, j$$

İkinci aksiyom, sonsuz tercihlerin yasaklandığını göstermektedir. Yasaklanmadığı durumda, problemin sonucu bellidir ve karar verme konusunda herhangi bir yönteme ihtiyaç duyulmamaktadır

Aksiyom 3. (Bağımsızlık) :

Tercihler belirtilirken, kriterlerin, seçeneklerin özelliklerinin bağımsız oldukları varsayılır. Kriterlerin ağırlıkları, düşünülen seçeneklerden bağımsız olmalıdır. Üçüncü aksiyom, bir karar probleminin hiyerarşik olarak formüle edilebileceğini söylemektedir.

Aksiyom 4. (Beklentiler) :

Karar problemini etkileyen tüm kriter ve alternatifler hiyerarşik yapı içinde yer alır. Diğer bir deyişle karar vericinin problemle ilgisi olduğunu düşündüğü tüm kriter ve alternatifler yapı içinde değerlendirilmeli ve sezgiler doğrultusunda ağırlıklandırılmalıdır.

Yukarıda verilen aksiyomlardan 3 ve 4 numaralı olanları karar probleminin formülasyonu ve çözümünün hiyerarşik bir yapı yardımıyla olacağını, 1 ve 2 numaralı aksiyomlar ise ikili kıyaslamalar sürecinde hangi çerçevede mantık yürütüleceğini göstermektedir.

Geliştirilmiş tüm karar alma metodolojileri, karar vericinin tercihlerinde tamamen tutarlı olduğunu ve hata yapmadığını varsaymaktadır. AHP metodu, karar vericinin yargılarında tamamen tutarlı olması gerekmediği varsayımıyla diğer karar alma metodolojilerinden ayrılmaktadır.

AHP'nin gerçek yaşamda oldukça geniş bir kullanım alanı mevcuttur. Özellikle ekonomik ve politik kararlar alınırken üst düzey yöneticiler bu yönteme sık sık başvururlar. Kullanım alanları Tablo 5.1'de gösterilmektedir.

Tablo 5.1 AHP karar verme yönteminin kullanıldığı alanlar

İŞLETME ORGANİZASYONU İLE İLGİLİ KARAR VERME SORUNLARI	Reklam Kampanyaları
	Müşteri İlişkileri
	İşgücü ve Terfi Kararları
	İşveren İlişkileri
	Ar – Ge
	Fizibilite
	Pazarlama
	Satın Alma – Leasing Kararları
İŞLETME YÖNETİMİ İLE İLGİLİ KARAR VERME SORUNLARI	Stratejik Planlama
	Kazanç Arttırma Planları
	Ortaklık Kurma
	Ar – Ge
	Pazarlama
	Yeni Ürün Geliştirme
	Ürün Hayat Eğrisi Analizi
	Sermaye Artırımı
	Yatırım Analizleri
İŞLETME FONKSİYONLARI İLE İLGİLİ KARAR VERME SORUNLARI	Stratejik Planlama
	Yeni Ürün Geliştirme
	Ürün Hayat Eğrisi Analizi
	Satış Gücünü Teşvik Planları
	Talep Değerlendirme
	Hukuki Kararlar
	Zaman Planlaması
	İşe Alma – İşten Çıkarma
	Sağlık – Eğitim Planlaması
MİLLİ POLİTİKALAR – HÜKÜMET KARARLARI	Stratejik Planlama
	Nükleer Silahsızlanma Anlaşmaları
	Bütçe Düzenleme
	Uluslararası Krizler
	Destek Olma – Karşı Çıkma Kararları
	Fizibilite
	Askeri Kararlar
HALKYÖNETİMİ (FEDERAL VE YEREL)	Kaynak Belirleme
	Politik Kararlar
	Talep Değerlendirme
	Uygulanabilir Projeler
	Yasal Kararlar
	Bütçe Düzenleme

5.3 Analitik Hiyerarşi Prosesinin Aşamaları

Analitik hiyerarşi prosesinin aşamaları aşağıda açıklanmıştır:

1- Problemin Tanımlanması: Bu aşama, aslında diğer bütün karar verme yöntemlerine ait problemlerinin çözümünde de kullanılan ilk aşamadır. Problemin tanımlanması sırasında dikkat edilmesi gereken en önemli husus, bu problemin AHP yöntemine uygun olup olmadığı, diğer bir deyişle, elemanların kantitatif göstergeleri bulunup bulunmadığıdır AHP yönteminin en önemli özelliği, öznel değerlendirmeler için bir ölçü birimi yaratmasıdır.

2- Sistemin Gözlenmesi: AHP çok amaçlı, karmaşık bir problemi, her düzeyi belirli kriterlerden oluşan bir hiyerarşiye ayırır. Bu kriterler daha sonra alt elemanlara bölünürler. En alt düzeye ise, değerlendirilecek olan seçenekler yerleştirilir. Böyle bir hiyerarşik yapının kurulabilmesi ve süz konusu kriterlerin belirlenebilmesi için sistemin bütünü, elemanları ve bunların birbirleri ile ilişkileri iyice gözlenmelidir.

3- Hiyerarşik Yapının Kurulması: Bu aşama, klasik problem çözme teknikleri ile karşılaştırıldığında daha çok "model kurma" aşamasına karşılık gelmektedir. Ancak bu model kişiden kişiye değişiklik gösterir ve bunlardan birinin doğru, diğerlerinin yanlış olması söz konusu değildir. Mantıklı bir sübjektif yaklaşım, çoğu zaman objektif yaklaşımlardan daha sağlıklı olmaktadır. Hiyerarşide en önemli husus, her bir seviye elemanları ve bu elemanlar arasındaki ilişkilerdir. Çünkü bu model sayesinde, her seviyedeki elemanların göreceli gücünü (hiyerarşik modelin en üst seviyesine yaptığı etkiyi) ölçmek asıl amaçtır. Hiyerarşik yapının oluşturulması konusu ilerde daha ayrıntılı olarak ele alınacaktır.

4- Önceliklerin Belirlenmesi (ikili Karşılaştırmalar): Model kurulduktan sonraki aşama, aynı hiyerarşi düzeyindeki faktörlerin göreceli ağırlıklarının belirlenmesidir. Bu işlem, bir üst düzeydeki faktörle bağlantılı olan alt düzeydeki faktörlerin, kendi aralarında yapılacak ikili karşılaştırmaları şeklinde gerçekleştirilir. Bu konuda ilerde ayrıntılı olarak ele alınacaktır.

5- Sentez: Hiyerarşinin en alt düzeyinde değerlendirilecek seçenekler bulunmaktadır. Dolayısıyla önceliklerin belirlenmesi işleminin benzeri olarak, seçeneklerin her alt kriter bazında ikili karşılaştırmaları yapılmıştır. Bütün ağırlıkların birleştirilmesi sonucu seçeneklerin genel ağırlıkları bulunur (Chang ve Heinz, 1996).

6- Değerlendirme ve Sonuç: Özevktörün hesaplanması sırasında problemin genel uyumsuzluk indeksi hesaplanır. Bu indeksin 0,1 ve daha yüksek çıktığı durumlarda değerlendirmelerin uyumsuz olduğu belirtilmektedir. Dolayısıyla, elde edilen sonuçlar sağlıklı

seçim yapılabilmesi için yeterli olmadığından sistemin daha kararlı hale getirilmesinde veya yeni hedeflere yönelmede geri besleme olarak kullanılabilir. Hiyerarşinin yapısını değiştirmek suretiyle yapılabilecek model değişiklikleri aşamasına geçmeden önce, ikili karşılaştırmalar kontrol edilmelidir. Belki de önceliklerde yapılabilecek bazı düzeltmeler, problemin genel uyumsuzluk indeksini düşürmeye yetecektir. Söz konusu indeks kabul edilebilir oranda ise, mantıklı olarak en büyük göreceli ağırlığa sahip olan alternatif seçilir ve uygulanır.

5.3.1 Hiyerarşik yapının oluşturulması

AHP’ de ilk adım karar vericinin amacı doğrultusunda kriterlerin ve ona ait olan alt kriterlerin belirlenip, hiyerarşik yapının oluşturulmasıdır. AHP’ de öncelikle amaç belirlenir ve bu amaç doğrultusunda seçimi etkileyen kriterler ortaya konur. Daha sonra kriterler göz önüne alınarak potansiyel alternatifler belirlenir. Sonuçta karar için hiyerarşik bir yapı oluşturulmuş olur.

Hiyerarşik yapının oluşturulmasında dikkat edilmesi gereken en önemli hususlar:

- Hiyerarşik yapı, problemi en iyi şekilde temsil etmelidir.
- Problemi etkileyen tüm yan faktörler göz önüne alınmalıdır.
- Çözüme ışık tutabilecek tüm yayın ve belgeler dikkate alınmalıdır.
- Problemin içerisinde rol alacak katılımcılar belirlenmelidir.

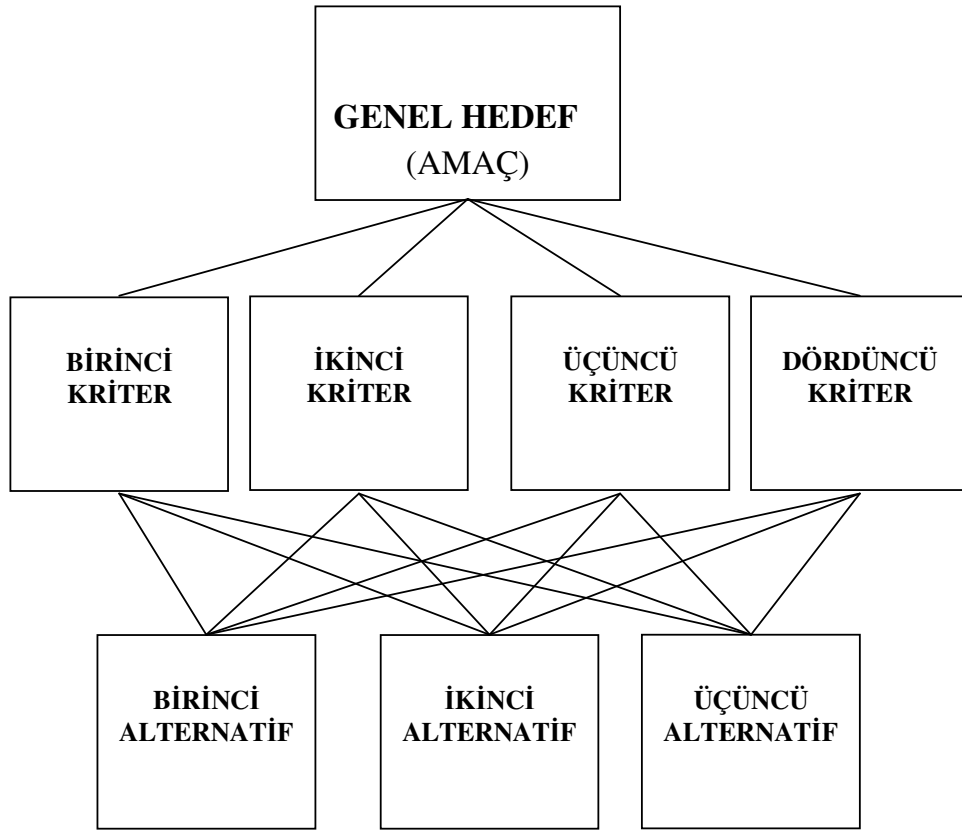
Hiyerarşik yapının oluşturulmasında temel adım; büyük ölçekli bir sistemin alt sistemlere bölünmesidir. Bu bölünme, sistemin temel hedefinden en iyi analizi yapabilen ve en fazla kontrol edebilen faktörlere kadar yapılmaktadır. Bu faktörlerin belirlenmesinden sonra karar sonucunda ortaya çıkacak alternatifi etkileyen tüm faktörler sıralanmış olur (Rangone, 1996).

Bir sistemin en iyi şekilde ifade edilmesi; bu sistemi oluşturan tüm faktör ve alt faktörler arasındaki kesinliğin ve etkileşimin analiz edilmesi veya diğer teorilerden yararlanarak izlenmesi ile sağlanır. Hiyerarşik yapı; sistemi oluşturan tüm seviye veya bileşenlerin arasındaki fonksiyonel bağımlılığın sistem geneli üzerindeki etkisini en iyi ifade eden yapıdır. Ancak bu sayede çok karmaşık problemler basitleştirilebilmekte ve neden-sonuç ilişkisini ortaya koyan doğrusal zincir yapısı oluşturulabilmektedir. Bu yaklaşımın diğer bir etkisi de hiyerarşinin üst seviyesi ile alt seviyeleri arasındaki bağımsızlığı belirlemesidir. Bir hiyerarşik yapıdaki her seviye, problemin farklı aşamalarını gösterebilir. Bunun yanında karar verici sistem üzerinde odaklaşmayı artırmak veya önceliklerin belirlenmesine ışık tutmak amacıyla

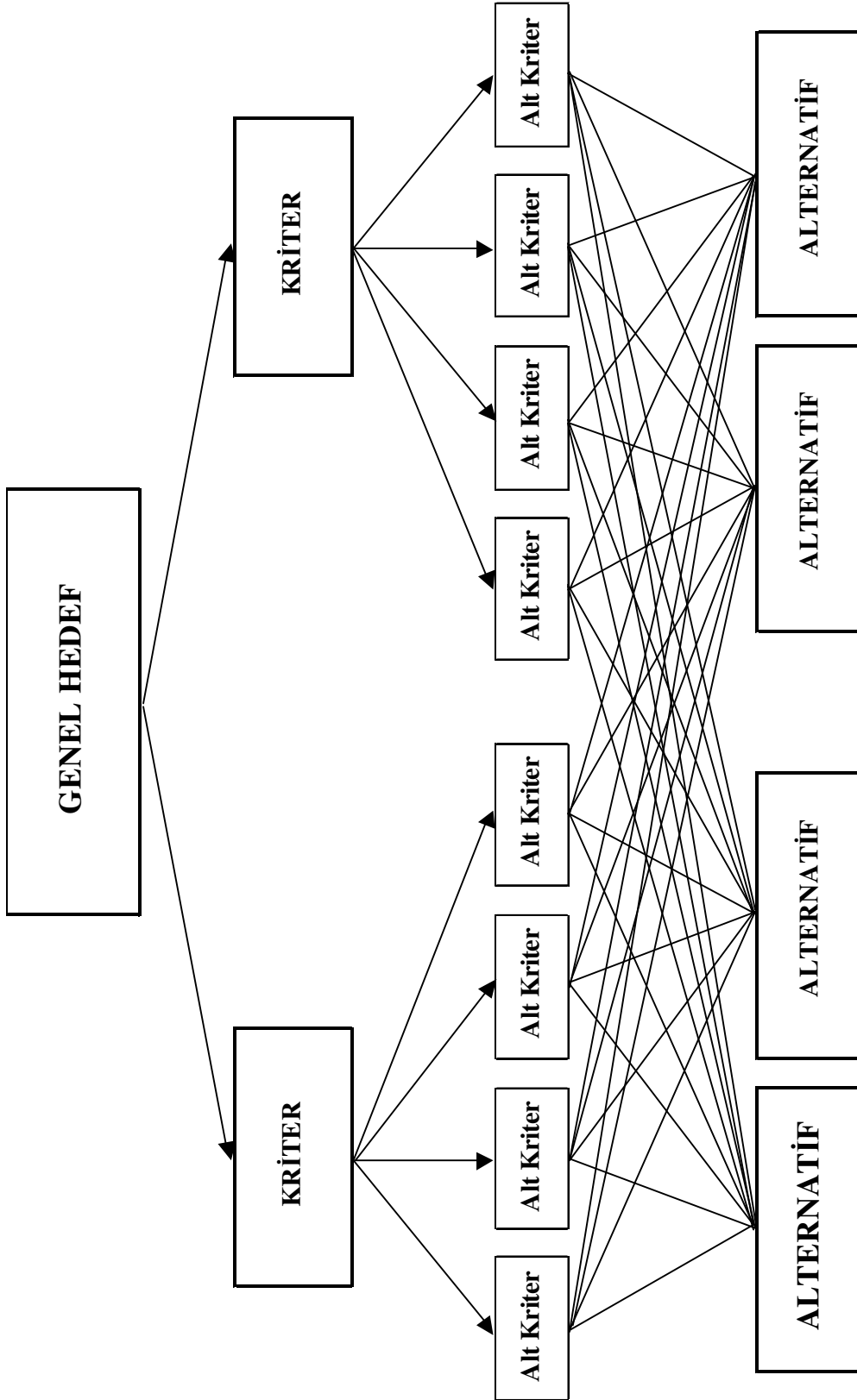
seviyelerin veya elemanların hiyerarşik yapı içerisinde sayılarında değişim yapılabilir (Uyargil, 1994).

Hiyerarşi aslında özel bir sistem tipidir ve ortaya çıkarılan birimlerin ayrı ayrı diziler halinde gruplanabileceği ve bir gruba ait öğelerin diğer gruptaki faktörleri etkileyeceği varsayımına dayanır. Bir gruba ait öğeler ise birbirinden bağımsız olarak kabul edilir. Hiyerarşilerin yapısı bu farklılaşan seviyelerin genel hedeften alternatiflere kadar uzanan doğrusal basamaklarıdır.

Basit anlamda verilen bu hiyerarşik yapı, günlük hayatta karşılaşılan ve modeli kurulan problemlerin yapı taşıdır. Karar verici hiyerarşik yapıyı oluşturma süreci içinde modelini bu temel yapı üzerinde oluşturmaktadır. Bu temeli esas alan hiyerarşik yapı, problemin amaç ve hedefleri doğrultusunda daha alt veya detaylandırılmış bir hale dönüştürülür. Şekil 1 ve 2’de detaylandırılmış hiyerarşik yapı örnekleri verilmiştir.



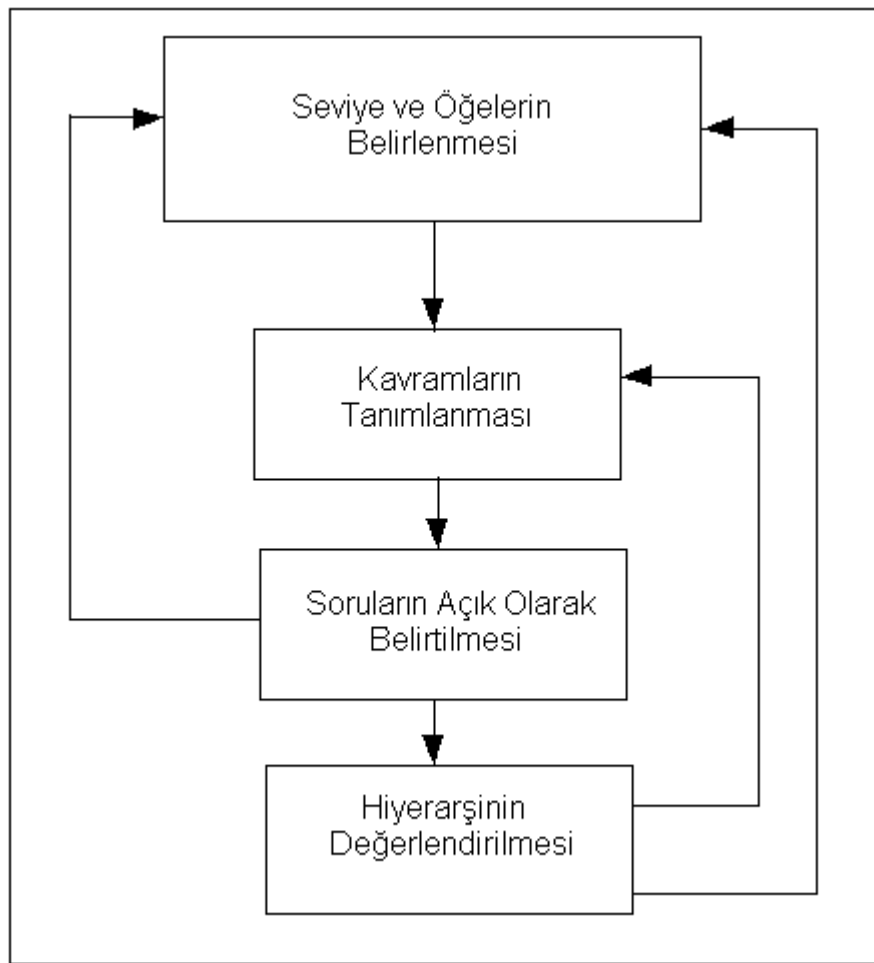
Şekil 5.1 Detaylandırılmış hiyerarşik yapı (II seviyeli)



Şekil 5.2 Hiyerarşik Yapı

Hiyerarşik bir yapının oluşturulması aşağıda verilen faydaları sağlar:

- a. Üst seviyelerdeki herhangi bir değişikliğin alt seviyelerdeki faktör üzerindeki etkisi kolaylıkla gözlenebilir,
- b. Alt seviyelerdeki faktörlerin detaylandırılması, hedefin gerçekleşmesi için gerek ve yeter koşuldur,
- c. Doğal sistemler de bu yapı içinde gösterilebilir,
- d. Kararlı ve esnek bir yapıdır.



Şekil 5.3 Hiyerarşinin Oluşturulması

5.3.2 İkili karşılaştırmalar matrisi

Hiyerarşik yapının oluşturulmasının ardından seçeneklerin önceliklendirilmesi gerekmektedir. Önceliklendirme, bir dizi soru-cevap işlemi sonucunda her seviye elemanları arasında oluşturulan ikili karşılaştırmaların göreceli önemlerinin tespitidir. Bu adımda temel amaç,

faktörlerin görelî önemlerinin tespiti ve bu önemlerin genel hedefe olan etkisinin belirlenmesidir. Bu adımda karşılaşılan sorunların en önemlisi ikili karşılaştırmalar matrisinin oluşturulması öncesinde bu karşılaştırmaların sonuçlarının değerlendirileceği skalanın belirlenmesidir (Forman,2000).

AHP, bir grup öğenin görelî önemler skalasına göre ikili karşılaştırmalarının yapılmasından elde edilmektedir. Diğer bir deyişle AHP ile karar verme, öğelerin görelî önemler skalasına göre önceliklendirilip sıralandırılması ile yapılmaktadır.

Saaty, AHP' nin kullanılması sırasında, doğrudan doğruya ilgili kişiler ile yüz yüze anket yapıp onların ikili karşılaştırmalara ilişkin görüşlerinin alınmasını önermektedir. Söz konusu ilgili kişi ve/veya kişiler mutlaka konunun uzmanı olmasalar bile en azından konuyu bilen, konuya aşina olan kişiler olmalıdır. Eğer karar, tek kişi değil de bir grup ilgilinin katılımı sonucu alınabiliyor ise, söz konusu kişilerin her biri, hem doğrudan kendi ilgi alanına giren konuya ilişkin yargılarını ortaya koyup birbirlerini tamamlayabilir hem de diğerlerinin yargılarını oluşturmaları aşamasında olaya dahil olup yargıların netleşmesini sağlayabilirler. Grubun, karar aşamasında bir uzlaşmaya varması halinde, herhangi bir sorun ortaya çıkmayacaktır. Uzlaşma sağlanamadığı takdirde (örneğin sistemdeki bazı öğeler gruptaki bazı kişiler için çok önemli iken diğerleri için önemsiz olabilir) üçüncü şahıslardan yararlanıp farklı sonuçların bir sentezi yapılabilir (Ataay,1985).

AHP, problemin hiyerarşik olarak gösterimi sonucu, alınması açısından etkili olabilecek tüm faktörler üzerinde ayrı ayrı yargı sahibi olunmasını olanaklı kılar. Söz konusu yargı yoğunlaştırmasının en etkin yolu ise öğeleri ikişer ikişer ele alıp onları salt bir kritere göre değerlendirmek ve bu işlemi yaparken diğer kriterler ile ilgilenmemektir.

Elde mevcut n adet taş olduğu ($A_1, A_2, \dots, A_n$) ve her birinin ağırlığının da sırası ile $w_1, w_2, \dots, w_n$ olduğu varsayılın. Her taşın diğerlerine göre görelî ağırlıkları bir matrisin satırları cinsinden yazılıp her ikiliden daha hafif olan birim olarak alınarak, diğerinin onun kaç katı ağırlıkta olduğunu ölçülebilir ve böylece görelî ağırlıkları belirlenebilir. Aşağıdaki tabloda ikili karşılaştırmalar matrisi gösterilmektedir.(Saaty,1988)

	A_1	A_2		A_n
A_1	w_1/w_1	w_1/w_2		w_1/w_n
A_2	w_2/w_1	w_2/w_2		w_2/w_n
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
A_n	w_n/w_1	w_n/w_2		w_n/w_n

Şekil 5.4 İkili Kıyaslamalar Matrisi

Analitik Hiyerarşi yöntemi, herhangi bir alt düzeydeki tüm öğelerin ilgili üst düzey ögesi baz alınarak, bu öğe üzerindeki göreceli etkileri açısından ikişerli olarak karşılaştırılıp yukarıda verilene benzer bir matris oluşturulmasına ve bu matrisin en büyük özdeğere sahip özvektörünün bulunması esasına dayanır. Burada bahsi geçen özvektör öncelik sıralarının belirlenmesine, özdeğer ise yargının tutarlılığının ölçülmesine yarar.

Taş örneğindeki taşların ağırlıklarının tam olarak bilindiğinin varsayalım. Örneğin A_1 ile A_2 'nin ağırlıklarını karşılaştırmak için önce A_1 tartılır (Örn. $w_1=305$ gr. olsun) sonra A_2 tartılır. ($w_2=244$ gr.) Bu durumda $w_1/w_2=1,25$ olacağından, " A_1 , A_2 'den 1,25 kat daha ağırdır" sonucuna varılır. ($a_{12}=1,25$) Bu işlem tam ve doğru ölçümün ideal durumudur ve A matrisi, w_i ağırlıkları ile a_{ij} yargısı arasında aşağıdaki basit ilişki kullanılarak elde edilmiştir.

$$w_i/w_j = a_{ij} \quad (i, j = 1, 2, \dots, n) \quad (4.1)$$

A matrisinin tüm a değerleri; w_i/w_j değerlerine eşit, pozitif ve $a_{ij} = 1/a_{ji}$ özelliğine sahip değerler olacaktır. Diğer bir deyişle, yukarıdaki taş ağırlıkları örneği ele alındığında $a_{12}=1,25$ olarak bulunduğunda $a_{21} = 1/1,25$ değerini alacaktır. Çünkü eğer A_1 taşı A_2 'den 1,25 kez daha ağır ise, A_2 taşı da, A_1 taşının ağırlığının $1/1,25$ 'i kadar bir ağırlığa sahip olacaktır.

Aşağıdaki ifade sağlanmış olacağından, A matrisi aynı zamanda tutarlı da olacaktır.

$$A_{jk} = a_{ik}/a_{ij} \quad i, j, k = 1, \dots, n \quad (4.2.)$$

Diğer bir deyişle A_1 taşı A_2 'den 1,25 kez, A_2 ise A_3 'ten örneğin 2,5 kez daha ağır ise A_1 taşı A_3 'ten $1,25 \times 2,5$ kez daha ağır olacaktır.

Bir A matrisinin tutarlı olması için gerekli ve yeterli şartın A 'nın en büyük özdeğerinin n 'e eşitlenmesi olduğu (n öğelerin sayısı) matematiksel olarak ifade ediliyor ise; A matrisinin tutarlı olması için $\lambda_{\max} = n$ olmalıdır.

Yukarıda verilen eşitliğin doğruluğu incelenecek olunursa; söz konusu A matrisinde matrisin tüm satırları birinci satırın sabit bir katına karşılık gelmektedir. Dolayısıyla matris bağımlıdır ve rankı birdir. Buradan da anlaşılacağı gibi matrisin özdeğerlerinden biri hariç hepsi sıfırdır, özdeğerlerin lanımı gereği ise, bir matrisin özdeğerlerinin toplamı o matrisin izine; yani köşegeni üzerindeki elemanların toplamına eşittir. A matrisinde iz n olduğuna göre, tutarlı bir A matrisinin en büyük özdeğerinin n'e eşit olacağı kolaylıkla görülebilir.

Ama gerçek hayatta bu ilişki her zaman tam olarak sağlanamaz. Bunun sebeplerinden biri, matematiksel açıdan fiziksel ölçümlerin bile tam olarak doğru olmaması, ikincisi ise insan yargılarındaki yanılgılardır.

Burada a_{ij} değeri ile w_i/w_j değerinin birbirine tam olarak eşitlendiği ideal durumda,

$$(w_i / w_1) * w_1 = w_i \quad (w_1/w_2) * w_2 = w_1 \dots (w_i / w_j) * w_j = w_i \quad (4.3)$$

şeklinde eşitlikler elde edilebilecektir. Genel durumda ise söz konusu değerler tam olarak W_j 'ye eşit olmayıp onun civarındadır. Bu sebepten dolayı w_i 'nin, bu değerlerin ortalamasına eşitlenmesini beklemek daha mantıklı olacaktır. Dolayısıyla $w_i/W_j = a_{ij}$ ideal durumu yerine, daha genel bir durumu yansıtan $w_i =$ ortalama $(a_{i1}, w_1, a_{i2}, w_2, \dots, a_{in}, w_n)$ kullanılması daha gerçekçidir. Ortalamanın tanımından hareketle aşağıdaki ifade yazılabilir.

$$W_i = (1/n) \sum_{j=1}^n a_{ij} w_j \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (4.4)$$

A_{ij} 'nin iyi tahmin edilmesi halinde, söz konusu değer gerçekten w_i / w_j 'ye yakın bir değer olacaktır. a_{ij} 'nin ideal durumundan sapma göstermesi halinde,

$$W_i = (1/n) \sum_{j=1}^n a_{ij} w_j \quad (4.5)$$

ifadesinin buna uyum sağlayabilmesi; diğer bir deyişle a_{ij} 'deki idealden farklı duruma uygun bir şekilde w_i ve w_j 'nin değişebilmesi için n 'nin de değişmesi gerekir. İşte bu nedenle n yerine en büyük özdeğer ($\lambda_{\max}$) kullanılır. Böylece ideal tutarlılık halinden sapma halinde $\lambda_{\max}$ n 'ye yakın, ideal durumda ise yukarıda da belirtildiği gibi n 'ye eşit olacaktır.

$$W_i = 1 / \lambda_{\max} \sum_{j=1}^n a_{ij} w_j \quad i = 1, \dots, n \quad (4.6)$$

şekline dönüşür. Böyle bir ifade kullanmak sureti ile A'nın tutarsız değerler olması göz önünde tutulmuş olur (fakat yine $a_{ij} = 1/a_{ji}$ ifadesi kullanılacaktır).

Sonuç olarak, yukarıda bulunan ifade genelleştirilirse,

$$A w = \lambda_{\max} w \quad (4.7)$$

ifadesini elde edilir. Bu ifadede A ikili karşılaştırmalar matrisidir. Bu durumda A'dan hareketle görelî önemleri yansıtan w vektörünü, $Aw = \lambda_{\max} w$ ifadesini gerçekleyecek bir şekilde bulmak gerekecektir.

Tutarlılık durumunda $\lambda_{\max} = n$ olacağından, söz konusu eşitlikten sapma derecesini gösterecek bir tutarlılık göstergesi $(\lambda_{\max} - n) / (n-1)$ olarak ifade edilebilir. Söz konusu gösterge, aynı büyüklükte fakat elemanları tamamen tesadüfî olarak seçilmiş çok sayıda matristen hareketle elde edilmiş ortalama gösterge değerleri ile karşılaştırılır. Eğer iki göstergenin birbirine oranı (çoğunlukla tutarlılık oranı olarak adlandırılır) yeterince küçük ise, w görelî önem vektörünün tahmin değerleri kabul edilir. Aksi halde, tutarlılık düzeyi arttırılmaya çalışılır.

Genellikle karmaşık karar verme problemlerinin çözümünde bir miktar tutarsızlık söz konusu olmaktadır. AHP kararların tutarlılığını, tutarlılık oranları ile ölçmektedir. Tutarsızlık oranı, tutarsızlık göstergesinin tesadüfilik göstergesine bölünmesi ile elde edilir ve genelde tutarlılık oranının %10 veya daha düşük bir değer olması yeterli görülmektedir.[37] hiyerarşilerde kullanılan seviye sayısının üç ile beş arasında olması tavsiye edilmektedir. E. Forman tarafından kapsamlı bir araştırma yapılarak 1 – 15 boyutundaki matrisler için tesadüfilik göstergeleri aşağıdaki gibi bulunmuştur.

Çizelge 5.2 Tesadüfilik indeks tablosu

<u>Karar Alternatifleri Sayısı (n)</u>	<u>Tesadüfî Değer İndeksi(RI)</u>
1	0.00
2	0.00
3	0.58
4	0.90
5	1.12
6	1.24
7	1.32
8	1.41
9	1.45
10	1.49
11	1.51
12	1.48
13	1.56
14	1.57
15	1.59

AHP'de karşılaştırması yapılacak öge sayısının küçük olası gerekmektedir (Bu sayı yediden iki eksik veya iki fazla olabilir). Karşılaştırılacak öge sayısının yedi civarında bir sayı olmasının iki açıklaması vardır. Bunlar: (Uyargil, 1994)

Tutarlılık Açıklaması: İkili karşılaştırmalarda yargılarda meydana gelen tutarsızlıklar nihai sonucu etkilemektedir. Öge sayısı küçük iken, ögelere ait bağıl öncelikler büyük olacaktır ve bu öncelikler tutarsızlıktan az miktarda etkilenecektir. Tam tersi durumda ise, yani öge sayısının büyük olduğu, dolayısıyla bağıl önceliklerin de küçük olduğu durumda, söz konusu öncelikler tutarsızlıktan daha fazla etkilenecektir.

Sinirsel Açıklama: Bu durum, beynin eşzamanlı meydana olayları tanımlayabilmesi limiti ile açıklanmaktadır. Algılama süresi, tampon gecikme süresinin (kısa süreli hafıza) parçaları bütünleştirme süresine oranıdır. Uyarıcı unsurun şiddetli olduğu durumlarda, algılamanın da arttığını bulunmuştur. Bunun sebebi, uyancılık şiddetinin artması ile olayları bütünleştirme hızının azalmasıdır. Genelde tampon gecikme süresi 750 mili saniye ve parça birleştirme süresi ise 100 mili saniye olarak kabul edilmektedir. Bu iki sürenin oranı ise yaklaşık olarak yedi sayısının vermektedir.

Karar teorisinin en önemli temel taşlarından birisi olan tutarlılık için hiçbir ölçüm türü kesin olarak garanti veremez. Bu yüzden bir miktar tutarsızlığa izin verilmelidir. Tutarsızlık aşırılıktan kaynaklanmaktadır. Tutarsızlık ihmal edilebilecek bir kavram değildir ve bir miktar olmalıdır. Diğer türlü insanların robotlardan farkı kalmayacak ve düşüncelerini değiştirip geliştiremeyeceklerdir. Tutarsızlığın %10 olarak alınması, karşılaştırmaları yapılan öğelerin özüne zarar verilmeden, ölçümlerde bir takım varyasyonların denenmesine olanak sağlayacaktır (Laarhoven, 1983).

Analitik Hiyerarşi yöntemi seçeneklerin karşılaştırılmasında tutarsız olup olunmadığı ile değil de incelenen problem için tutarlılık varsayımından sayısal olarak sapma derecesi ile ilgilenir (Evren ve Ülengin,1992).

Kişilerin bir soruna ilişkin bilgi düzeyleri arttıkça, söz konusu sorunun daha tutarlı bir şekilde modelini oluşturmaları beklenilir, ikili karşılaştırmalar kısmının, soruna ilişkin olabildiğince bilgi kullanıp, tutarlılığını arttırmasına yardımcı olurlar İkili karşılaştırmalar yapılırken yargılama için aşağıdaki çizelgede verilen ölçek kullanılır. Söz konusu ölçeğin etkinliği, hem çeşitli kişilerle yapılan çok sayıdaki uygulama, hem de başka ölçekler ile teorik karşılaştırmalar sonucu saptanmıştır,

Çizelge 5.3 Analitik hiyerarşik yöntemde kullanılan ölçek

ÖNEM DERECEİ	TANIM	AÇIKLAMA
1	Eşit önem	İki Faaliyet Amaca Eşit Düzeyde Katkıda Bulunuyor
3	Birinin diğerine göre orta derecede daha önemli olması	Tecrübe ve yargı bir faaliyeti diğerine orta derecede tercih ettiriyor
5	Kuvvetli düzeyde önem	Tecrübe ve yargı bir faaliyeti diğerine kuvvetli bir şekilde tercih ettiriyor
7	Çok kuvvetli düzeyde önem	Bir faaliyet güçlü bir şekilde tercih ediliyor ve baskınlığı uygulamada rahatlıkla görülmüyor
9	Aşırı düzeyde önem	Bir faaliyetin diğerine tercih edilmesine ilişkin kanıtlar çok büyük bir güvenilirliğe sahip
2,4,6,8	Ortalama değerleri	Uzlaşma gerektiğinde kullanmak üzere iki ardışık yargı açısına düşen değerler

5.4 AHP'nin Katkı ve Kısıtları

Her yöntemde olduğu gibi AHP'nin de birtakım avantajları ve dezavantajları vardır. AHP'nin avantajları şunlardır: (Saaty,1994)

- İnsanlar AHP'yi doğal ve cazip bir yöntem olarak görmektedirler. Bu yöntem gelişmiş teknolojik bilgilere ihtiyaç duymaz ve herkes tarafından kolayca kullanılabilir. İnsanlar yöntem hakkında bilgilendirilmesi yaklaşık bir saatlik bir zamanı almaktadır.
- Kararlarda insanların düşüncelerinin yanında, duygu ve hislerinin de göz önüne alınmasını sağlamaktadır.
- Puanlandırmaları kafadan verilen atanmış sayılardan değil, ikili karşılaştırmalar sonucu elde edilen değerlerden oluşturur.
- Bu yöntem direkt olarak kaynak tahsisinde, kar/zarar analizinde, çatışmaların çözümünde ve sistemlerin dizayn ve optimizasyonunda kullanılabilir.
- Yöntem, kararların nasıl verilmesi gerektiğini değil, ne kadar iyi verildiğini tanımlayan bir yaklaşımdır.
- Çözüme ulaşabilmek için basit ve etkili bir prosedür sağlamaktadır.
- Bu yöntem bireysel performans değerlendirmede kullanıldığında, kişilerin eğitim gereksinimleri ortaya koyabilir. Değerlendirme sonucunda her çalışanın belirlenen faktörlere göre performansı belli olacağından, yetersiz olduğu kriterler için geri beslemeye tabi tutulabilecektir.
- Aynı şekilde atama, özel görevlendirmeler ve ödüllendirmelerde de yararlı olur.

Yöntemin dezavantajları ise şunlardır:

- Sıra Değiştirme (rank reversal) olgusu AHP'nin uygulanmasında dikkat edilmesi gereken bir konudur ve herhangi bir karar alternatifi probleme eklendiğinde veya çıkarıldığında karar alternatiflerinin sıralamasının değişmesi durumudur. Sıra değiştirme durumunun geçerliliği konusunda literatürde tartışmalar devam etmektedir.
- Modelleme sürecinin sübjektif doğası AHP'nin bir kısıtı olarak görülmektedir. Bu metodolojinin “kesinlikle doğru” kararları garanti edemeyeceği anlamına gelir.

5.5 AHP'ye Getirilen Eleştiriler

AHP, özellikle 1973 yılından sonra literatürde kabul görmeye başlayarak, çok geniş bir alanda uygulanma imkânı bulmuştur. Expert Choice programının AHP' nin uygulanmasına getirdiği büyük kolaylık, onun tercih edilmesinde önemli bir etken olmuştur. Fakat yine de diğer karar verme tekniklerinde olduğu gibi, AHP' ne de, özellikle 1982 yılından sonra pek çok yazar tarafından birtakım eleştiriler getirilmiştir.

Getirilen eleştirilerin çoğu genellikle metodun teorik temelini eksikliğine, karar vericinin cevap vermesi gereken soruların birden fazla anlama geliyor olmasına, hiyerarşik oluşumun ilkelerine ve mevcut alternatiflerden bazılarının çıkartılarak veya birtakım yeni alternatifler eklenerek sıralamanın değiştirilmesine ve son olarak da önceliklerin derecelerinin belirlenmesinde kullanılan ölçeğe yöneliktir (Saaty,1994).

Vargas ve Harker, AHP'nin teorik temellerinin yanlış anlaşılmasının arkasında yatan ana nedeni, MAUT ve benzeri birtakım geleneksel analiz metotlarının terk edilmesindeki gönülsüzlük ve isteksizlik olarak nitelemektedirler. Dryer de makalesinde AHP'de hiyerarşik yapıya yeni bir takım alternatifler eklenmesini veya mevcut alternatiflerden bazılarının çıkartılmasını ve kriterlerin ağırlıklarının değiştirilmesini eleştirerek, yargılama safhasında-kullanılan ölçeklendirme metodunun yetersizliğinden bahsetmiştir. Dryer, MAUT metodunun kullanılmasını tavsiye etmekte, ayrıca AHP'de kullanılan oran skalasının yerine ise aralıklı skalaların kullanılmasının uygun olacağını belirtmektedir (Dyer, 1998).

Dryer'in bu eleştirilerine, Saaty ve Vargas ile Harker karşı cevap vermişlerdir. Verilen karşı cevaplara bakıldığında ise bu konularda henüz bir uzlaşmaya varılamadığı görülmektedir. Bunlara ek olarak, Vargas tarafından "tutarlılık göstergesi" için belirlenen limitler için Murphy de birtakım eleştiriler getirmiştir.

6. TS EN ISO 9001:2000 KALİTE YÖNETİM SİSTEMİ TETKİK PERFORMANSINI DENETLEMEK İÇİN ANP ve AHP MODEL

6.1 TS EN ISO 9001:2000 Kalite Yönetim Sistemi Standardı

ISO 9001, bir kalite sistemi için kuruluş tarafından içerdeki uygulamalarda veya belgelendirme için veya sözleşme amaçları için kullanılmak üzere, şartları belirler ve müşteri şartlarının karşılanmasında kalite yönetim sisteminin etkinliğine odaklanır.

Bu standard, müşteri şartlarını karşılamak sureti ile müşteri memnuniyetini artırmak için kalite yönetim sisteminin geliştirilmesi uygulanması ve etkinliğinin iyileştirilmesinde proses yaklaşımının benimsenmesini teşvik eder.

Bir kuruluş, etkin çalışması için, birçok bağlantılı faaliyetleri tanımlamalı ve yönetmelidir. Kaynakları kullanan ve girdilerin, çıktılara dönüşümünün sağlanması için yönetilen faaliyet, proses olarak değerlendirilebilir. Genellikle, bir prosesin çıktısı, bir sonrakine doğrudan girdi oluşturur.

Kuruluş içinde prosesler sisteminin uygulanması, bu proseslerin tanımlanması, etkileşimleri ve proseslerin yönetilmesi ile birlikte “ proses yaklaşımı” olarak adlandırılabilir.

Proses yaklaşımının avantajı, proseslerin oluşturduğu hem prosesler sistemi dahilindeki bireysel prosesler arası bağlantı ve hem de bunların bileşimi ve etkileşimleri üzerinde sürekli bir kontrol sağlamasıdır.

Böyle bir yaklaşım, kalite yönetim sisteminde kullanıldığında;

- a) Şartların anlaşılmasının ve yerine getirilmesinin,
- b) Proseslerin değer katma açısından dikkate alma gereksiniminin,
- c) Proses performans ve etkinliğinin sonuçlarının elde edilmesinin ve,
- d) Objektif ölçüme dayanan proseslerin sürekli iyileştirilmesinin önemini vurgular.

Şekil 5.1’ de gösterilen proses temeline dayanan kalite yönetim sistemi modeli Madde 4’ten Madde 8’e kadar verilen proses bağlantılarını gösterir. Bu gösterim, şartların girdi olarak tanımlanmasında müşterinin önemli bir rol oynadığını gösterir. Müşteri memnuniyetinin izlenmesi, müşteri algılamaları ile ilgili bilgilerin, kuruluşun müşteri isteklerini karşılayıp karşılamadığı açısından değerlendirilmesini gerektirir. Şekil 6.1’ de gösterilen model, bu

Kontrol et : Prosesleri ve ürünü, politikalar, hedefler ve ürünün şartlarına göre izle, ölç ve sonuçları rapor et,

Önlem al : Proses performansını sürekli iyileştirmek için gerekli tedbirleri al.

6.1.1 Kalite yönetim sistemi şartları

0 Giriş

- 0.1 Genel
- 0.2 Proses yaklaşımı
- 0.3 ISO 9004 ile ilişkiler
- 0.4 Diğer yönetim sistemleriyle uyumluluk

1 Kapsam

- 1.1 Genel
- 1.2 Uygulama

2 Atıf yapılan standard ve/veya dokümanlar

3 Terimler ve tarifler

4 Kalite yönetim sistemi

- 4.1 Genel şartlar
- 4.2 Dokümantasyon şartları
 - 4.2.1 Genel
 - 4.2.2 Kalite el kitabı
 - 4.2.3 Dokümanların kontrolü
 - 4.2.4 Kayıtların kontrolü

5 Yönetim sorumluluğu

- 5.1 Yönetimin taahhüdü
- 5.2 Müşteri odaklılık
- 5.3 Kalite politikası
- 5.4 Plânlama
 - 5.4.1 Kalite hedefleri
- 5.5 Sorumluluk, yetki ve iletişim
 - 5.5.1 Sorumluluk ve yetki
 - 5.5.2 Yönetim temsilcisi
 - 5.5.3 İç iletişim
- 5.6 Yönetimin gözden geçirmesi
 - 5.6.1 Genel
 - 5.6.2 Gözden geçirme girdisi
 - 5.6.3 Gözden geçirme çıktısı

6 Kaynak yönetimi

- 6.1 Kaynakların sağlanması
- 6.2 İnsan kaynakları
 - 6.2.1 Genel
 - 6.2.2 Yeterlilik, farkında olma (bilinç) ve eğitim

6.3 Alt yapı

6.4 Çalışma ortamı

7 Ürün gerçekleştirme

- 7.1 Ürün gerçekleştirmenin plânlaması
- 7.2 Müşteri ile ilişkili prosesler
 - 7.2.1 Ürüne bağlı şartların belirlenmesi
 - 7.2.3 Müşteri ile iletişim
- 7.3 Tasarım ve geliştirme
 - 7.3.1 Tasarım ve geliştirme plânlaması
 - 7.3.2 Tasarım ve geliştirme gidileri
 - 7.3.3 Tasarım ve geliştirme çıktıları
 - 7.3.4 Tasarım ve geliştirmenin gözden geçirilmesi
 - 7.3.5 Tasarım ve geliştirmenin doğrulanması
 - 7.3.6 Tasarım ve geliştirmenin geçerli kılınması
 - 7.3.7 Tasarım ve geliştirme değişikliklerinin kontrolü
- 7.4 Satın alma
 - 7.4.1 Satın alma prosesi
 - 7.4.2 Satın alma bilgisi
- 7.5 Üretim ve hizmetin sağlanması (sunulması)
 - 7.5.1 Üretim ve hizmet sağlamanın kontrolü
 - 7.5.2 Üretim ve hizmet sağlanması için proseslerin geçerliliği
 - 7.5.3 Belirleme ve izlenebilirlik
 - 7.5.4 Müşteri mülkiyeti
 - 7.5.5 Ürünün muhafazası
- 7.6 İzleme ve ölçme cihazlarının kontrolü

8 Ölçme, analiz ve iyileştirme

- 8.1 Genel
- 8.2 İzleme ve ölçme
 - 8.2.1 Müşteri memnuniyeti
 - 8.2.2 İç tetkik
 - 8.2.3 Proseslerin izlenmesi ve ölçülmesi
 - 8.2.4 Ürünün izlenmesi ve ölçülmesi
- 8.3 Uygun olmayan ürünün kontrolü
- 8.4 Veri analizi
- 8.5 İyileştirme
 - 8.5.1 Sürekli iyileştirme
 - 8.5.2 Düzeltici faaliyet
 - 8.5.3 Önleyici faaliyetler

Bu şartlardan ilk üçü kalite yönetim sisteminin genel olarak tariflenmesine ayrılmıştır; Madde-4' ten itibaren kuruluşların yerine getirmesi gereken şartları açıklar. EK – 1' deki TS EN ISO 9001:2000 Kalite yönetim sistemi – Şartlar kitapçığında bu şartlar ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır.

6.2 ANP Model Uygulama Adımları

6.2.1 Adım 1 : Faktör, alt faktör ve ağ yapısının belirlenmesi

ISO 9001:2000' nin ilk üç maddesi kalite yönetim sisteminin kendisini tanımladığı için çalışma içine alınmayacaklardır, zaten bu maddeler kuruluşun yerine getirmesi gereken şartlarla ilgili ifadeler içermezler. Çalışma 2. düzeye kadar sınırlandırılmıştır yani 2. düzey alt kriterleri (3. düzey kriterleri) ağ yapısında direkt olarak incelemek yerine; 3. düzey kriterleri ayrı olarak inceleyip modele dahil etmeyi uygun gördük. Bunun sebebi olarak hem bu kriterlerin spesifik konular olmaları ve bağlantı kurma zorluğu, hem de 2. düzeye inildiğinde zaten 23 kriter ve 61 ikili karşılaştırma matrisi oluşmasıyla modelin ve süpermatrisin fazla büyümesi gösterilebilir.

Buna göre Şekil 6.2' deki Kalite yönetim sisteminin uygunluğunun denetlenmesine yönelik ANP model belirlenmiş olunur. Modelde kullanılacak faktör ve alt faktörlerin belirlenmesinin ardından bu faktörler arasındaki ilişkiler belirlenmiştir. Faktör ve alt faktörler arasındaki ilişkiler karar verme ekibi tarafından beyin fırtınası ile belirlenmiştir. Yapılan çalışma sonucunda belirlenen ilişkiler Şekil 6.2 üzerinde oklarla belirlenmiştir. Faktörler üzerinde gösterilen çift yönlü oklar her iki faktöründe birbirini etkilediğini gösterirken, tek yönlü oklar faktörler arasındaki ilişkinin tek yönlü olduğunu göstermektedir.

6.2.2 Adım 2 : İkili karşılaştırma matrisleri ve öncelik vektörleri

ANP modelinin ve faktörler arası ilişkilerin belirlenmesinden sonra izleyen aşama faktörler arasındaki ilişkilerden hareketle ikili karşılaştırma karar matrislerinin düzenlenmesi ve öncelik vektörlerinin belirlenmesidir. Bu amaçla 61 ikili karşılaştırma karar matrisi düzenlenmiştir ve bu karar matrislerinden elde edilen öncelik vektörleri bir sonraki süpermatris oluşturulması adımıyla kullanılacaktır. Karşılaştırma matrislerinden bir tanesi örnek olması için hesaplamalarıyla birlikte Çizelge 6.1' de verilmiştir. Geriye kalan tüm karşılaştırma matrisleri, 3. düzey matrisler dahil olmak üzere Ek 2' de verilmiştir.

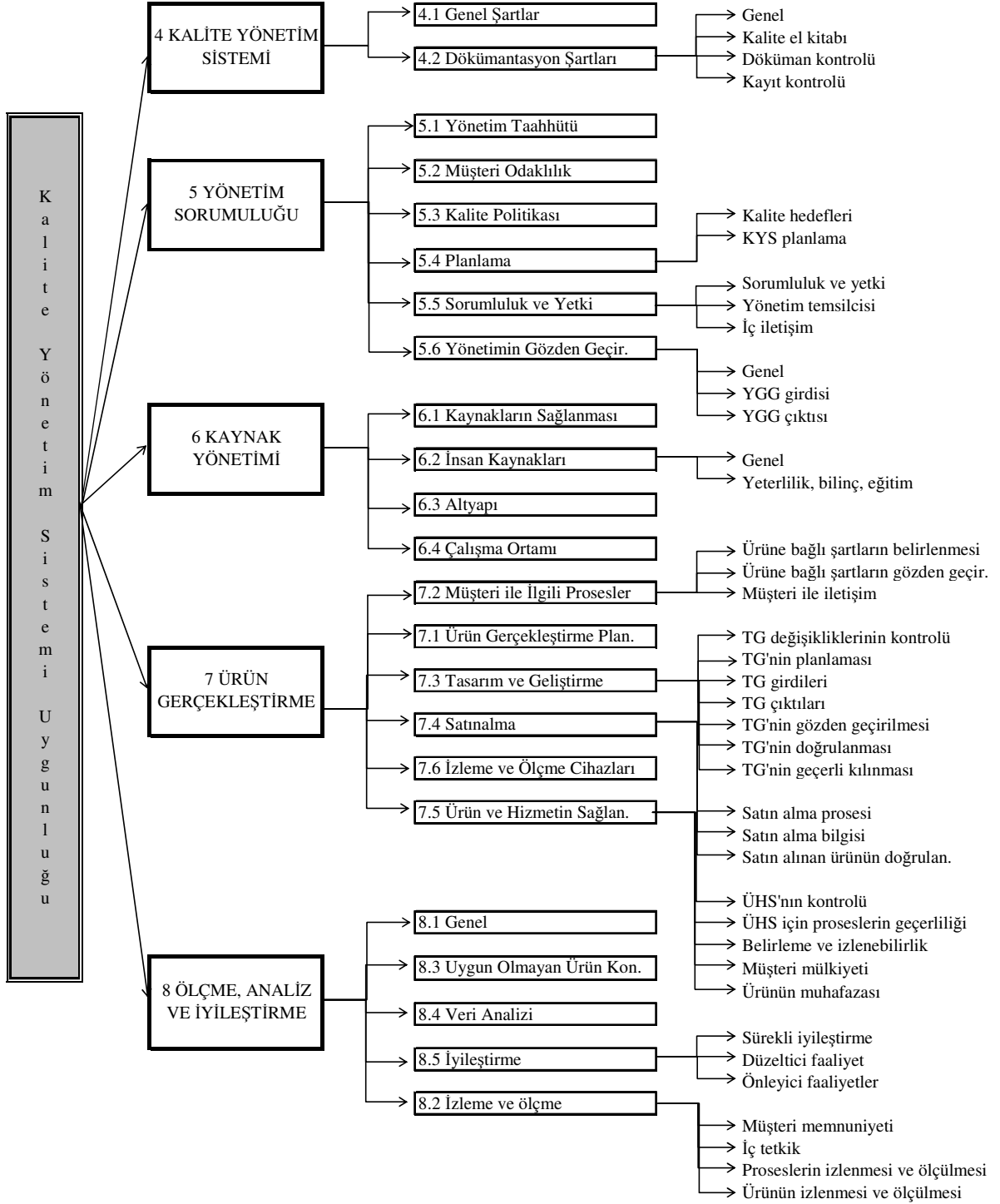
Çizelge 6.1 4.1 ve 4.2' nin 4.1' den etkilenme bakımından karşılaştırılmaları

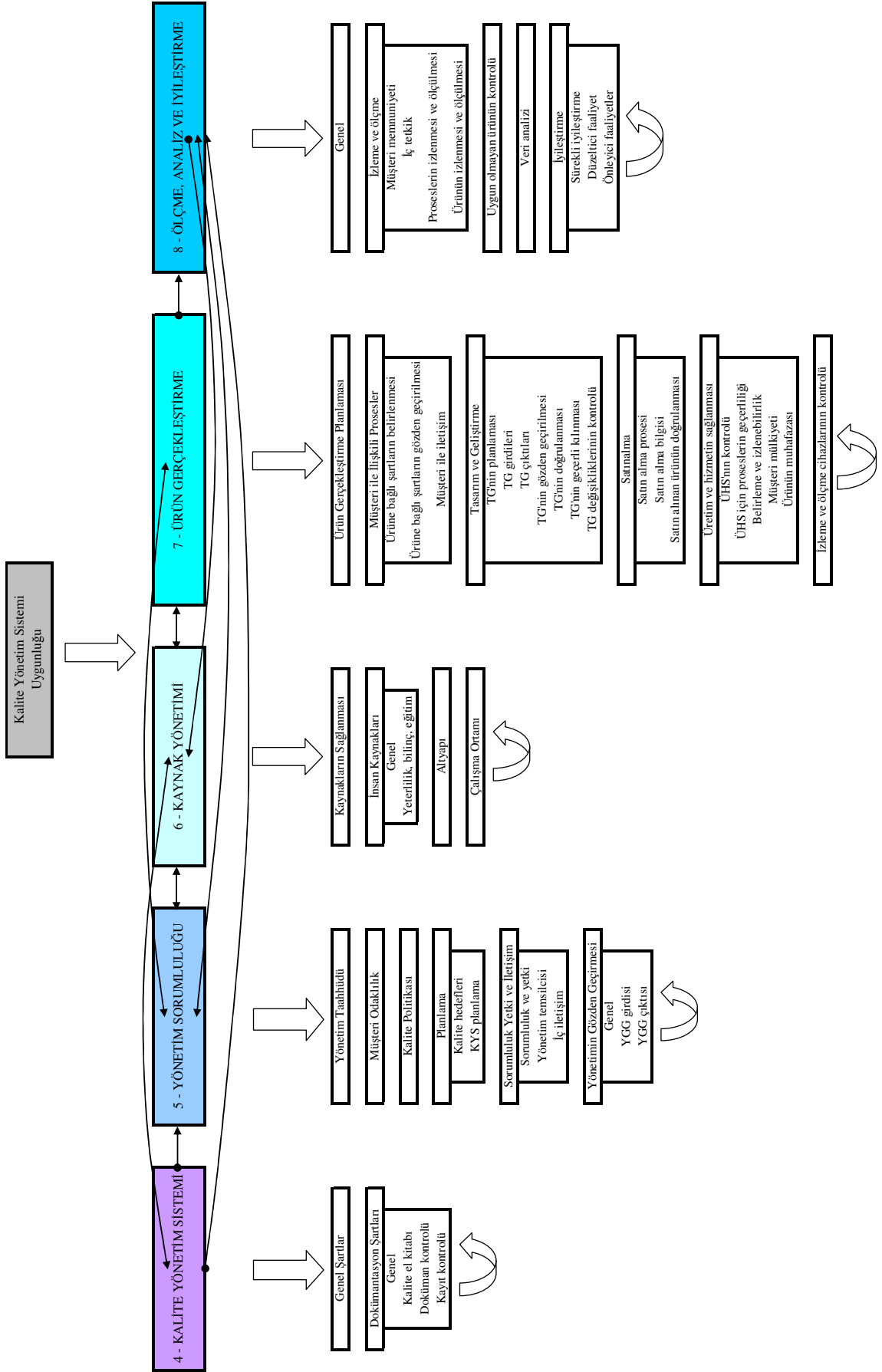
4.1	4.1				4.2		
4.1	1	1	1		1/2	2/3	1/1
4.2	1/1	2	2/1		1	1	1

	l	m	u
S X1	0,300	0,400	0,571
S X2	0,400	0,600	0,857

V(S Xi ≥ S Xj)	X1	X2	W
X1	*	0,46	0,46
X2	1	*	1,00

Ağırlıklar	0,316	0,684
------------	-------	-------





Şekil 6.2 Kalite yönetim sisteminin uygunluğunun denetlenmesine yönelik ANP modeli

6.2.3 Adım 3 : Süpermatrislerin oluşturulması

Karar matrislerinden elde edilen öncelik vektörleri kullanılarak Çizelge 6.2’ deki başlangıç süpermatrisi oluşturulmuştur. Başlangıç süpermatrisi tüm sütun toplamaları bir olacak şekilde ağırlıklandırılmış; ağırlıklandırılmış süpermatrisin yüksek (30) dereceden katı alınarak limit süpermatris elde edilmiştir. Ağırlıklandırılmış süpermatris Çizelge 6.3’ te, limit süpermatris Çizelge 6.4’ te verilmiştir. Limit süpermatriste yer alan sütun değerleri faktörlerin ağırlıklarını göstermektedir.

Çizelge 6.2 Başlangıç süpermatrisi

Başlangıç Süpermatrisi																						
4.1	4.2	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	6.1	6.2	6.3	6.4	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	8.1	8.2	8.3	8.4	8.5
KSGŞ	DOK	YNTA	MÜŞ	KPOL	YPLN	SYİL	YNG	KYSĞ	INKY	ALTY	ÇLŞO	ÜGPL	MŞİP	TAGE	STNA	ÜHS	İZCK	ÖAİĞ	İZÖL	UOÜ	VRAN	İYLS
4.1 KSGŞ	0.316	0.316	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.117	0.117	0.684	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
4.2 DOKŞ	0.684	0.684	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.883	0.883	0.316	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
5.1 YNTA	0.000	0.507	0.320	0.320	0.320	0.320	0.558	0.569	0.569	0.569	0.569	1.000	0.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.592	0.000	0.000	0.000	0.300
5.2 MÜŞO	0.000	0.000	0.243	0.243	0.243	0.243	0.345	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.883	0.583	0.000	0.247
5.3 KPOL	0.000	0.224	0.173	0.173	0.173	0.173	0.173	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.216	0.000	0.000	0.000	0.195
5.4 YPLN	1.000	0.224	0.173	0.173	0.173	0.173	0.173	0.000	0.391	0.391	0.391	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.192	0.000	0.240	0.000	0.171
5.5 SYİL	0.000	0.000	0.063	0.063	0.063	0.063	0.000	0.040	0.040	0.040	0.040	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.054	0.000	0.000
5.6 YNGG	0.000	0.046	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027	0.097	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.117	0.123	1.000	0.086
6.1 KYSĞ	0.509	0.000	0.684	1.000	0.000	0.000	0.883	1.000	0.444	0.444	0.444	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.345	0.000
6.2 INKY	0.349	0.000	0.316	0.000	0.000	0.000	0.000	0.297	0.297	0.297	0.297	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.558	0.000
6.3 ALTY	0.104	0.000	0.000	0.000	0.345	0.000	0.117	0.000	0.185	0.185	0.185	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.097	0.000
6.4 ÇLŞO	0.039	0.000	0.000	0.000	0.097	0.000	0.000	0.074	0.074	0.074	0.074	0.000	0.168	0.168	0.168	0.168	0.168	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
7.1 ÜGPL	0.000	0.000	0.000	0.558	0.000	0.000	0.000	0.000	0.883	0.000	0.000	0.168	0.168	0.168	0.168	0.168	0.168	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
7.2 MŞİP	0.000	0.000	0.000	0.345	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.202	0.202	0.202	0.202	0.202	0.202	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
7.3 TAGE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.234	0.234	0.234	0.234	0.234	0.234	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
7.4 STNA	0.000	0.000	0.000	0.097	0.000	0.000	0.000	0.117	0.000	0.000	0.133	0.133	0.133	0.133	0.133	0.133	0.133	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
7.5 ÜHSĞ	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.168	0.168	0.168	0.168	0.168	0.168	0.168	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
7.6 İZCK	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.094	0.094	0.094	0.094	0.094	0.094	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
8.1 ÖAİĞ	0.129	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.097	0.129	0.129	0.129	0.123
8.2 İZÖL	0.354	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.684	0.636	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.558	0.354	0.354	0.354	0.354	0.321
8.3 UOÜK	0.274	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.274	0.274	0.274	0.274	0.251
8.4 VRAN	0.189	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.316	0.313	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.189	0.189	0.189	0.189	0.197
8.5 İYLS	0.055	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.051	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.345	0.055	0.055	0.055	0.055	0.107

Çizelge 6.3 Ağırlıklandırılmış süpermatris

Ağırlıklandırılmış Süpermatris																								
4.1	4.2	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	6.1	6.2	6.3	6.4	7.1	7.2	7.4	7.5	7.6	7.7	8.1	8.2	8.3	8.4	8.5		
KSGŞ	DOK	YNTA	MÜŞ	KPOL	YPLN	SYİL	YNG	KYSĞ	INKY	ALTY	ÇLŞO	ÜGPL	MŞİP	TAGE	STNA	ÜHS	İZCK	ÖAİĞ	İZÖL	UOÜ	VRAN	İYLS		
4.1 KSGŞ	0.079	0.158	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.039	0.029	0.228	0.333	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
4.2 DOKŞ	0.171	0.342	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.294	0.221	0.105	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
5.1 YNTA	0.000	0.254	0.160	0.107	0.160	0.320	0.107	0.186	0.142	0.190	0.190	0.500	0.000	0.500	0.500	0.333	0.333	0.197	0.000	0.000	0.000	0.150		
5.2 MÜŞO	0.000	0.000	0.122	0.081	0.122	0.243	0.081	0.081	0.115	0.000	0.000	0.000	0.333	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.441	0.194	0.000	0.124		
5.3 KPOL	0.000	0.112	0.087	0.058	0.087	0.173	0.058	0.058	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.072	0.000	0.000	0.000	0.098		
5.4 YPLN	0.250	0.112	0.087	0.058	0.087	0.173	0.058	0.058	0.000	0.098	0.130	0.130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.064	0.000	0.080	0.000	0.086		
5.5 SYİL	0.000	0.000	0.032	0.021	0.032	0.063	0.021	0.021	0.000	0.010	0.013	0.013	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.018	0.000	0.000		
5.6 YNGG	0.000	0.023	0.014	0.009	0.014	0.027	0.009	0.032	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.333	0.000	0.000	0.059	0.041	0.333	0.043		
6.1 KYSĞ	0.127	0.000	0.342	0.333	0.000	0.000	0.294	0.333	0.148	0.111	0.148	0.148	0.000	0.333	0.000	0.000	0.000	0.333	0.000	0.000	0.115	0.000		
6.2 INKY	0.087	0.000	0.158	0.000	0.000	0.000	0.000	0.099	0.074	0.099	0.099	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.186	0.000		
6.3 ALTY	0.026	0.000	0.000	0.000	0.172	0.000	0.039	0.000	0.062	0.046	0.062	0.062	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.333	0.032	0.000		
6.4 ÇLŞO	0.010	0.000	0.000	0.000	0.048	0.000	0.000	0.000	0.025	0.019	0.025	0.025	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
7.1 ÜGPL	0.000	0.000	0.000	0.186	0.000	0.000	0.000	0.000	0.221	0.000	0.000	0.084	0.056	0.084	0.084	0.056	0.056	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
7.2 MŞİP	0.000	0.000	0.000	0.115	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.101	0.067	0.101	0.101	0.067	0.067	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
7.4 TAGE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.117	0.078	0.117	0.117	0.078	0.078	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
7.5 STNA	0.000	0.000	0.000	0.032	0.000	0.000	0.000	0.000	0.029	0.000	0.000	0.067	0.044	0.067	0.067	0.044	0.044	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
7.6 ÜHSĞ	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.084	0.056	0.084	0.084	0.056	0.056	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
7.7 İZCK	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.047	0.031	0.047	0.047	0.031	0.031	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
8.1 ÖAİĞ	0.032	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.032	0.043	0.064	0.043	0.062		
8.2 İZÖL	0.088	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.228	0.212	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.186	0.118	0.177	0.118	0.118	0.161		
8.3 UOÜK	0.068	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.091	0.137	0.091	0.091	0.126		
8.4 VRAN	0.047	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.105	0.104	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.063	0.094	0.063	0.063	0.098		
8.5 İYLS	0.014	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.017	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.115	0.018	0.028	0.018	0.018	0.053		

Çizelge 6.4 Limit süpermatris

[illegible]

6.2.4 Adım 4 : Değerlendirme tablosunun oluşturulması

Bu adımda Adım 3' te oluşturulan limit süpermatristen alınan ağırlıklar ve Adım 2' de anlatılan yöntemle hesaplanan ve Ek 2' de bulunan ağırlıklarla değerlendirme tablosu oluşturuldu.

Çizelge 6.5 Değerlendirme tablosu

4 KALİTE YÖNETİM SİSTEMİ				Ağırlıklar
4.1	Genel Şartlar			3,86%
4.2	Dökümantasyon	0,110		
	4.2.1 Genel	0,064		0,70%
	4.2.2 Kalite El Kitabı	0,126		1,39%
	4.2.3 Doküman Kontrolü	0,530		5,85%
	4.2.4 Kayıt Kontrolü	0,281		3,10%
5 YÖNETİM SORUMLULUĞU				
5.1	Yönetim Taahhüdü			18,74%
5.2	Müşteri Odaklılık			9,29%
5.3	Kalite Politikası			5,46%
5.4	Planlama	0,077		
	5.4.1 Kalite Hedefleri	0,883		6,81%
	5.4.2 KYS Planlama	0,117		0,90%
5.5	Sorumluluk Yetki ve İletişim	0,017		
	5.5.1 Sorumluluk ve Yetki	0,558		0,93%
	5.5.2 Yönetim Temsilcisi	0,345		0,58%
	5.5.3 İç İletişim	0,097		0,16%
5.6	Yönetimin Gözden Geçirmesi	0,021		
	5.6.1 Genel	0,586		1,23%
	5.6.2 YGG Girdisi	0,300		0,63%
	5.6.3 YGG Çıktısı	0,114		0,24%
6 KAYNAK YÖNETİMİ				
6.1	Kaynakların Sağlanması			15,77%
6.2	İnsan Kaynakları	0,075		
	6.2.1 Genel	0,117		0,88%
	6.2.2 Yeterlilik, Bilinç, Eğitim	0,883		6,61%
6.3	Altyapı			2,93%
6.4	Çalışma Ortamı			0,93%
7 ÜRÜN GERÇEKLEŞTİRME				
7.1	Ürün Gerçekleştirme Planlaması			4,05%
7.2	Müşteri ile ilişkili Prosesler	0,019		
	7.2.1 Ürüne bağlı şartların belirlenmesi	0,224		0,42%
	7.2.2 Ürüne bağlı şartların gözden geçirilmesi	0,091		0,17%
	7.2.3 Müşteri ile iletişim	0,685		1,28%
7.3	Tasarım ve Geliştirme	0,009		
	7.3.1 Tasarım ve geliştirme planlaması	0,341		0,32%
	7.3.2 TG girdileri	0,202		0,19%
	7.3.3 TG çıktıları	0,216		0,20%
	7.3.4 TG'nin gözden geçirilmesi	0,125		0,12%
	7.3.5 TG'nin doğrulanması	0,064		0,06%
	7.3.6 TG'nin geçerli kılınması	0,026		0,02%
	7.3.7 TG değişikliklerinin kontrolü	0,026		0,02%
7.4	Satınalma	0,011		
	7.4.1 Satın alma prosesi	0,699		0,74%
	7.4.2 Satın alma bilgisi	0,222		0,23%
	7.4.3 Satın alınan ürünün doğrulanması	0,079		0,08%
7.5	Üretim ve hizmetin sağlanması (sunulması)	0,007		
	7.5.1 Üretim ve hizmet sağlamanın kontrolü	0,421		0,28%
	7.5.2 Üretim ve hizmet sağlanması için proseslerin geçerliliği	0,277		0,19%
	7.5.3 Belirleme ve izlenebilirlik	0,177		0,12%
	7.5.4 Müşteri mülkiyeti	0,099		0,07%
	7.5.5 Ürünün muhafazası	0,027		0,02%
7.6	İzleme ve ölçme cihazlarının kontrolü			0,38%
8 ÖLÇME, ANALİZ ve İYİLEŞTİRME				
8.1	Genel			0,35%
8.2	İzleme ve ölçme	0,018		
	8.2.1 Müşteri memnuniyeti	0,512		0,94%
	8.2.2 İç tetkik	0,288		0,53%
	8.2.3 Proseslerin izlenmesi ve ölçülmesi	0,135		0,25%
	8.2.4 Ürünün izlenmesi ve ölçülmesi	0,066		0,12%
8.3	Uygun olmayan ürünün kontrolü			0,72%
8.4	Veri analizi			0,90%
8.5	İyileştirme	0,002		
	8.5.1 Sürekli iyileştirme	0,687		0,16%
	8.5.2 Düzeltici faaliyet	0,103		0,02%
	8.5.3 Önleyici faaliyetler	0,210		0,05%

6.3 AHP Model Uygulama Adımları

6.3.1 Adım 1 : Faktör, alt faktör ve ağ yapısının belirlenmesi

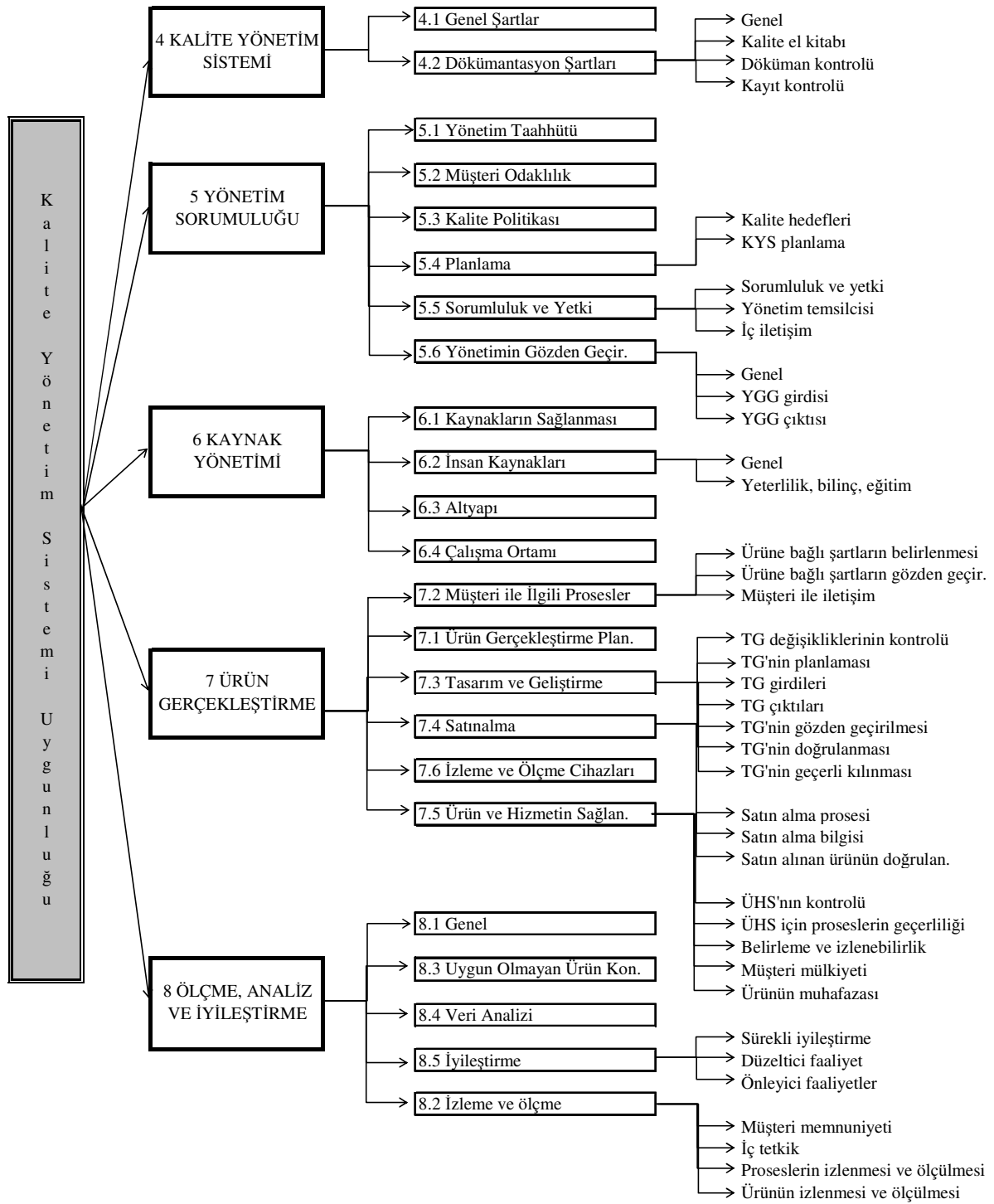
Aynı şekilde bu modelde de çalışma 2. düzeye kadar sınırlandırılmıştır yani 2. düzey alt kriterleri (3. düzey kriterleri) ağ yapısında direkt olarak incelemek yerine; 3. düzey kriterleri ayrı olarak inceleyip modele dahil etmeyi uygun gördük. Buna göre Şekil 6.3’ deki Kalite yönetim sisteminin uygunluğunun denetlenmesine yönelik AHP model belirlenmiş olunur. Modelde kullanılacak faktör ve alt faktörlerin belirlenmesinin ardından bu faktörler arasındaki ilişkiler belirlenmiştir. Faktör ve alt faktörler arasındaki ilişkiler karar verme ekibi tarafından beyin fırtınası ile belirlenmiştir. Yapılan çalışma sonucunda belirlenen ilişkiler Şekil 6.3 üzerinde oklarla belirlenmiştir.

6.3.2 Adım 2 : İkili karşılaştırma matrisleri ve öncelik vektörleri

AHP modelinin ve faktörler arası ilişkilerin belirlenmesinden sonra izleyen aşama faktörler arasındaki ilişkilerden hareketle ikili karşılaştırma karar matrislerinin düzenlenmesi ve öncelik vektörlerinin belirlenmesidir. Bu amaçla 17 ikili karşılaştırma karar matrisi düzenlenmiştir ve bu karar matrislerinden elde edilen öncelik vektörleri bir sonraki değerlendirme tablosu oluşturulması adımıyla kullanılacaktır. Karşılaştırma matrislerinden bir tanesi örnek olması için hesaplamalarıyla birlikte Çizelge 6.6’ de verilmiştir. Geriye kalan tüm karşılaştırma matrisleri Ek 3’ te verilmiştir.

Çizelge 6.6 7.4.1, 7.4.2 ve 7.4.3’ ün karşılaştırılmaları

	741	742	743	
741	1,00	3,00	9,00	0,692
742	0,33	1,00	3,00	0,231
743	0,11	0,33	1,00	0,077
CM=0,0				



Şekil 6.3 Kalite yönetim sisteminin uygunluğunun denetlenmesine yönelik AHP model

6.3.3 Adım 3 : Değerlendirme tablosunun oluşturulması

Bu adımda Adım 2' te yapılan ikili karşılaştırma matrislerinden alınan ağırlıklarla değerlendirme tablosu oluşturuldu.

Çizelge 6.7 Değerlendirme tablosu

		1D Ağırlıklar	2D Ağırlıklar	3D Ağırlıklar
4	KALİTE YÖNETİM SİSTEMİ	0,134		
4.1	Genel Şartlar		0,167	
4.2	Dökümantasyon		0,833	
	4.2.1 Genel			0,061
	4.2.2 Kalite El Kitabı			0,122
	4.2.3 Doküman Kontrolü			0,545
	4.2.4 Kayıt Kontrolü			0,272
5	YÖNETİM SORUMLULUĞU	0,479		
5.1	Yönetim Taahhüdü		0,393	
5.2	Müşteri Odaklılık		0,242	
5.3	Kalite Politikası		0,133	
5.4	Planlama		0,126	
	5.4.1 Kalite Hedefleri			0,833
	5.4.2 KYS Planlama			0,167
5.5	Sorumluluk Yetki ve İletişim		0,066	
	5.5.1 Sorumluluk ve Yetki			0,600
	5.5.2 Yönetim Temsilcisi			0,300
	5.5.3 İç İletişim			0,100
5.6	Yönetimin Gözden Geçirmesi		0,039	
	5.6.1 Genel			0,615
	5.6.2 YGG Girdisi			0,308
	5.6.3 YGG Çıktısı			0,077
6	KAYNAK YÖNETİMİ	0,268		
6.1	Kaynakların Sağlanması		0,533	
6.2	İnsan Kaynakları		0,267	
	6.2.1 Genel			0,167
	6.2.2 Yeterlilik, Bilinç, Eğitim			0,833
6.3	Altyapı		0,133	
6.4	Çalışma Ortamı		0,067	
7	ÜRÜN GERÇEKLEŞTİRME	0,075		
7.1	Ürün Gerçekleştirme Planlaması		0,477	
7.2	Müşteri ile İlişkili Prosesler		0,213	
	7.2.1 Ürüne bağlı şartların belirlenmesi			0,182
	7.2.2 Ürüne bağlı şartların gözden geçirilmesi			0,091
	7.2.3 Müşteri ile iletişim			0,727
7.3	Tasarım ve Geliştirme		0,103	
	7.3.1 Tasarım ve geliştirme planlaması			0,347
	7.3.2 TG girdileri			0,204
	7.3.3 TG çıktıları			0,213
	7.3.4 TG'nin gözden geçirilmesi			0,115
	7.3.5 TG'nin doğrulanması			0,057
	7.3.6 TG'nin geçerli kılınması			0,032
	7.3.7 TG değişikliklerinin kontrolü			0,032
7.4	Satınalma		0,103	
	7.4.1 Satın alma prosesi			0,692
	7.4.2 Satın alma bilgisi			0,231
	7.4.3 Satın alınan ürünün doğrulanması			0,077
7.5	Üretim ve hizmetin sağlanması (sunulması)		0,052	
	7.5.1 Üretim ve hizmet sağlamanın kontrolü			0,479
	7.5.2 Üretim ve hizmet sağlanması için proseslerin geçerliliği			0,268
	7.5.3 Belirleme ve izlenebilirlik			0,134
	7.5.4 Müşteri mülkiyeti			0,075
	7.5.5 Ürünün muhafazası			0,045
7.6	İzleme ve ölçme cihazlarının kontrolü		0,052	
8	ÖLÇME, ANALİZ ve İYİLEŞTİRME	0,045		
8.1	Genel		0,063	
8.2	İzleme ve ölçme		0,500	
	8.2.1 Müşteri memnuniyeti			0,533
	8.2.2 İç tetkik			0,267
	8.2.3 Proseslerin izlenmesi ve ölçülmesi			0,133
	8.2.4 Ürünün izlenmesi ve ölçülmesi			0,067
8.3	Uygun olmayan ürünün kontrolü		0,250	
8.4	Veri analizi		0,125	
8.5	İyileştirme		0,063	
	8.5.1 Sürekli iyileştirme			0,667
	8.5.2 Düzeltici faaliyet			0,111
	8.5.3 Önleyici faaliyetler			0,222

6.4 Uygunluk Oranının Hesaplanması

Oluşturulan değerlendirme tablosu uyarınca yapılan tetkikler sonucu verilen puanlar iki yöntemle uygunluk oranına dönüştürülmüştür. İki yöntemde de ortak olarak kullanılacak terimlerin açıklaması şöyledir.

m maddesine verilen puan

P_m

Tetkik puanı konunun uzmanı tetkikçiler tarafından 100 üzerinden verilir. Tetkik puanı doğrudan değerlendirmesi yapılabilen -alt kısıtlımı olmayan maddeler- için o konudaki uygulama başarısı standardın beklentilerini karşılama durumu göz önünde bulundurularak verilir.

Standart Maddesi

m

İlgili standardın (ISO 9001:2000) puan verilen, değerlendirmeye tabi maddelerini gösterir.

Değerlendirmeye tabi olan maddeler ISO 9001:2000 standardı için 4, 5, 6, 7, 8 no'lu maddeler ve bu maddelerin alt maddeleridir. Bu çalışmanın kapsamında kök maddenin (tüm sistemi ifade eder) numarası '0' sıfırdır.

m maddesinin düzeyi

d_m

0-3 arasında değer alır. Kök madde 0. düzeydedir. Ana maddeler (4,5,...,8) 1. düzey maddelerdir. (4.1, 4.2,..., 8.4, 8.5) maddeleri 2. düzey maddelerdir. 2. düzey maddelerin bir alt kısıtlımında yer alan maddeler (4.2.1, 4.2.2,...,8.5.2, 8.5.3) 3. düzey maddelerdir.

Örnek: $d_{822} = 3$, $d_{61} = 2$, $d_4 = 1$

m maddesinin d_m düzeyinde m ile aynı üst maddeden türemiş grup içerisindeki ağırlığı θ_m

Analitik Hiyerarşi Prosesi'nden elde edilir. Uzman tetkikçilerin görüşlerine başvurularak göreceli önem matrisleri oluşturulur. Aynı düzeyde bulunan ve aynı üst maddeden türemiş maddelerin birbirlerine göre ağırlıkları belirlenir. Aynı düzeyde bu ağırlıkların toplamı 1 (bir)'dir.

m maddesinin bağlı olduğu üst madde

u_m

İlgili standart maddesinin hangi üst maddeye bağlı olduğunu gösterir.

Örnek: $u_4 = 0$, $u_{4.1} = 4$

u üst maddesine bağlı olan maddelerin kümesi

V_u

$$V_u = \{m \mid u_m = u\}$$

İlgili bir üst maddeye doğrudan bağlı olan alt maddelerin oluşturduğu kümedir

Örnek: $V_4 = \{4.1, 4.2\}$, $V_5 = \{5.1, 5.2, 5.3, 5.4, 5.5, 5.6\}$

m maddesinin sistem içerisindeki objektif ağırlığı

W_m

Herhangi bir m maddesinin sistemdeki tüm maddeler içerisindeki objektif ağırlığı, bir üst maddenin sistem içindeki objektif ağırlığı ile söz konusu maddenin kendisi ile aynı düzeyde ve aynı üst maddeden gelen diğer maddeler içindeki göreceli ağırlığının çarpımı ile elde edilir.

$$W_m = \begin{cases} 1, & \text{kök madde ise} \\ W_{u_m} \times \theta_m, & \text{öteki maddeler için} \end{cases}$$

Örnek: $W_{41} = W_4 \times \theta_{41} \Rightarrow 0,134 \times 0,167 = 0,0224$

Tetkikte direkt puan verilen maddelerin kümesi

T

Direkt puan verilen ve herhangi bir alt maddesi bulunmayan maddelerin oluşturduğu kümedir.

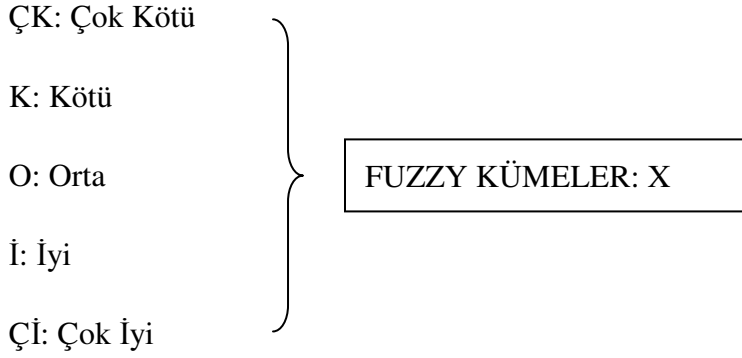
$T = \{4.1, 4.2.1, 4.2.2, 4.2.3, 4.2.4, 5.1, 5.2, 5.3, 5.4.1, 5.4.2, \dots\}$

6.4.1 Klasik matematiksel yöntemlerle oranın hesaplanması

Sistemin klasik matematiksel yöntemlerle puanının hesaplanması her bir doğrudan puan verilen maddenin puanı ve o maddenin tüm sistem içerisindeki objektif ağırlığının çarpımlarının toplanması sonucu elde edilir.

$$\text{Uygunluk Oranı} = \sum_{m \in T} P_m \times W_m \quad \sum_{m \in T} W_m = 1$$

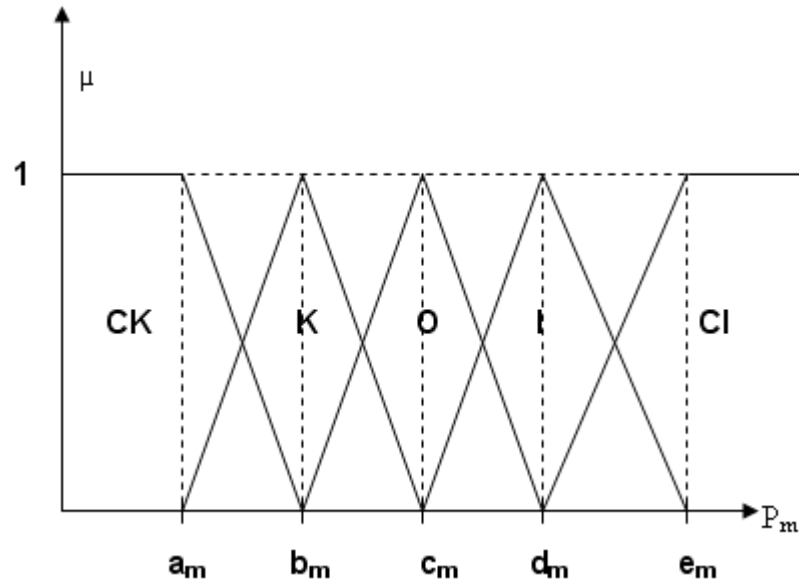
6.4.2 Bulanık kümeler üyelik yöntemiyle oranın hesaplanması



Toplam tetkik performans puanını, insan algısına daha yakın olarak hesaplayabilmek için sistemin toplam performans puanının yukarıda belirtilen 5 fuzzy (bulanık) kümeye üyelik dereceleri belirlenmelidir. Sistemin toplam performans puanının bulanık kümelere üyeliği aşağıdaki fonksiyon ile belirlenir:

$$\mu_m^X = \begin{cases} F_m^X(P_m), & m \in T \\ \sum_{n \in V_m} \theta_n \times \mu_n^X, & \text{diğer durum} \end{cases}$$

μ : m maddesinin X bulanık kümesine üyelik değeri



Şekil 6.4 Bulanık kümeler

a_m, b_m, c_m, d_m, e_m : Bulanık kümelerin gösterildiği şekildeki parametreler. Bu parametreler bulanık kümelere üyelikte başlangıç ve maksimum üyelik sınır değerleridir. Şöyle ki, ÇK bulanık kümesine üyelik a_m 'den küçük ve a_m 'e eşit tüm P_m (tetkikçiler tarafından verilmiş

puanlar) değerleri için 1'dir. Yani bu aralıkta ÇK' ye üyelik tamdır. Alınan puanlar sistem performansının 'Çok Kötü' olduğuna işaret eder. a_m den büyük ve b_m den küçük ve b_m 'e eşit olan tüm P_m değerleri için ÇK kümesine üyelik f_0 fonksiyonu ile belirlenir.

a_m 'den küçük ve a_m 'e eşit tüm P_m değerleri için K bulanık kümesine üyelik değeri 0 (sıfır)'dır. Belirtilen aralıkta alınan puanlar için sistemin performansı 'Çok Kötü' ye tam üye olduğundan 'Kötü' ve diğer kümelere üyeliği 0'dır. a_m ve b_m arasında a_m den büyük b_m den küçük ya da b_m 'e eşit olan P_m değerlerine karşılık gelen üyelik değerleri lineer f_1 fonksiyonundan gelir. $P_m = b_m$ değeri için sistemin K bulanık kümesine üyeliği tamdır ve değeri 1 (bir)'dir. b_m 'den büyük c_m 'e eşit ve c_m 'den küçük P_m değerleri için K kümesine üyelik değerleri lineer azalan f_2 fonksiyonundan gelir. $P_m = c_m$ olduğu yerde 'Kötü' kümesine üyelik 0 değerini alır.

b_m 'den küçük ve b_m 'e eşit tüm P_m değerleri için O bulanık kümesine üyelik değeri 0 (sıfır)'dır. Belirtilen aralıkta alınan puanlar için sistemin performansı 'Orta' ya hiç üye olmadığından bu kümeye üyeliği 0'dır. b_m ve c_m arasında b_m den büyük c_m den küçük ya da c_m 'e eşit olan P_m değerlerine karşılık gelen üyelik değerleri lineer f_3 fonksiyonundan gelir. $P_m = c_m$ değeri için sistemin O bulanık kümesine üyeliği tamdır ve değeri 1 (bir)'dir. c_m 'den büyük d_m 'e eşit ve d_m 'den küçük P_m değerleri için O kümesine üyelik değerleri lineer azalan f_4 fonksiyonundan gelir.

c_m 'den küçük ve c_m 'e eşit tüm P_m değerleri için I bulanık kümesine üyelik değeri 0 (sıfır)'dır. Belirtilen aralıkta alınan puanlar için sistemin performansı 'İyi'ye hiç üye olmadığından bu kümeye üyeliği 0'dır. c_m ve d_m arasında c_m den büyük d_m den küçük ya da d_m 'e eşit olan P_m değerlerine karşılık gelen üyelik değerleri lineer f_5 fonksiyonundan gelir. $P_m = d_m$ değeri için sistemin I bulanık kümesine üyeliği tamdır ve değeri 1 (bir)'dir. d_m 'den büyük e_m 'e eşit ve e_m 'den küçük P_m değerleri için I kümesine üyelik değerleri lineer azalan f_6 fonksiyonundan gelir.

d_m 'den küçük ve d_m 'e eşit tüm P_m değerleri için CI bulanık kümesine üyelik değeri 0 (sıfır)'dır. Belirtilen aralıkta alınan puanlar için sistemin performansı 'Çok iyi'ye hiç üye olmadığından bu kümeye üyeliği 0'dır. d_m ve e_m arasında d_m den büyük e_m den küçük ya da

e_m ’e eşit olan P_m değerlerine karşılık gelen üyelik değerleri lineer azalan f_7 fonksiyonundan gelir. Bu fonksiyon $P_m = e_m$ noktasında 1 değerini alır ve bu noktadan itibaren ‘Çok iyi’ye üyeliği tam olmuş olur.

$$F_m^{CK}(P_m) = \begin{cases} 1, & P_m \leq a_m \\ 1 - \frac{P_m - a_m}{b_m - a_m}, & a_m < P_m \leq b_m \\ 0, & b_m < P_m \end{cases}$$

‘m’ maddesinin CK kümesine üyeliğini hesaplayan fonksiyon

$$F_m^K(P_m), F_m^O(P_m), F_m^I(P_m), F_m^{CI}(P_m).$$

Bu aşamadan sonra bulanık performans puanlarının sistemin doğası ile uyumlu olarak hesaplanmasına olanak sağlayabilecek ‘bulanık kural tabanı’ (Fuzzy Rule Base) oluşturuldu.

k kural indisi

K kuralların sayısı: Kural tabanı içerisinde yer alan kuralların toplam sayısını gösterir.

Z Sistemin toplam salt ‘Çok Kötü’ olma durumudur ve aşağıdaki formül ile araştırılır.

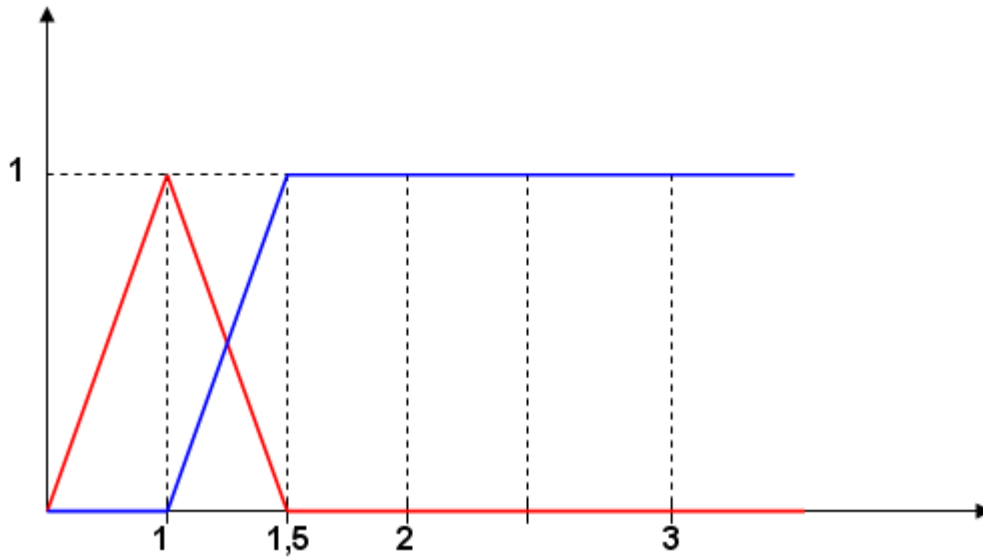
$$Z = \mu_4^{CK} + \mu_5^{CK} + \mu_6^{CK} + \mu_7^{CK} + \mu_8^{CK}$$

A kuralların aktifliği: Kural tabanı içerisinde yer alan kurallardan hangilerinin dinamik olarak sistem performansını etkilediğini gösterir.

$$A_6 = \begin{cases} Z, & Z \leq 1 \\ 1 - \frac{Z-1}{0,5}, & 1 < Z \leq 1,5 \\ 0, & 1,5 < Z \end{cases}$$

$$A_7 = \begin{cases} 0, & Z \leq 1 \\ \frac{Z-1}{0,5}, & 1 < Z \leq 1,5 \\ 1, & 1,5 < Z \end{cases}$$

$$A_1 = \mu_0^{CK}, A_2 = \mu_0^K, A_3 = \mu_0^O, A_4 = \mu_0^I, A_5 = \mu_0^{CI}.$$



Şekil 6.5 Kuralların grafiksel gösterimi

E_k : 'k' kuralının etkisi

$$E_6 = 10, E_7 = 0, E_1 = 0, E_2 = 25, E_3 = 50, E_4 = 75, E_5 = 100.$$

Durulaştırılmış Bulanık Uygunluk Oranı

$$FP = \frac{\sum_{k=1}^K A_k \times E_k}{\sum_{k=1}^K A_k}$$

6.5 Geliştirilen Modellerinin Uygulanması

Oluşturulan uygunluk oranı belirleme modeli Gül Matbaacılık A.Ş.'de tetkikler sırasında kullanılmış Şekil 5.5'teki sonuçları vermiştir. Sonuç olarak firmanın kalite yönetim sistemine uygunluğu klasik matematik yöntemle hesaplandığında B-ANP %85, AHP %84; bulanık kümeler üyelik yöntemiyle hesaplandığında B-ANP %93, AHP %90 çıkmıştır. Zaten firma sektöründe lider ve kaliteye önem veren firmalardan olduğu için tetkiklerden de modelin tersi bir sonuç çıkmadı.

A_i	E_i
0	10
0	0
0,00	0
0,00	25
0,02	50
0,23	75
0,75	100
1	93,1

Şekil 6.6 Bulanık-ANP uygulama sonuç tablosu

84,10%		90,05	
Toplam içindeki Ağırlıklar	Aldığı puan	Üyelikler	C.K. Kotu Orta İyi C.I.
13,40%			0 0 0 0,71 0,29
2,24%	2,24%	10 20 30 50 75	0 0 0 0 1
11,16%			0 0 0 0,85 0,15
0,68%	90	10 20 30 50 75	0 0 0 0 1
1,36%	80	15 25 35 65 85	0 0 0 0,25 0,75
6,08%	70	20 30 45 70 95	0 0 0 1 0
3,04%	70	25 35 50 70 95	0 0 0 1 0
47,90%			0 0 0 0,07 0,93
18,82%	18,82%	15 25 35 65 85	0 0 0 0 1
11,59%	11,59%	15 25 35 65 85	0 0 0 0 1
6,37%	6,37%	25 40 60 80 90	0 0 0 0 1
6,04%			0 0 0,03 0,31 0,67
5,03%	70	10 20 30 50 75	0 0 0 0,2 0,8
1,01%	60	15 25 35 65 85	0 0 0,17 0,83 0
3,16%			0 0 0 0,46 0,54
1,90%	80	25 35 50 70 95	0 0 0 0,6 0,4
0,95%	100	10 15 25 40 65	0 0 0 0 1
0,32%	60	25 30 35 60 80	0 0 0 1 0
1,87%			0 0 0 0,04 0,96
1,15%	100	10 20 30 50 75	0 0 0 0 1
0,58%	80	25 30 35 60 80	0 0 0 0 1
0,14%	80	30 40 55 70 90	0 0 0 0,5 0,5
26,80%			0 0 0 0,37 0,63
14,28%	14,28%	25 35 50 70 95	0 0 0 0,2 0,8
7,16%			0 0 0 0,83 0,17
1,19%	80	10 20 30 50 75	0 0 0 0 1
5,96%	70	30 40 55 70 90	0 0 0 1 0
3,56%	90	15 25 35 65 85	0 0 0 0 1
1,80%	80	25 35 50 70 95	0 0 0 0,6 0,4
7,50%			0 0,17 0,39 0,36 0,07
3,58%	3,58%	30 40 55 70 90	0 0,33 0,67 0 0
1,60%			0 0 0,02 0,8 0,18
0,29%	70	25 35 50 70 95	0 0 0 1 0
0,15%	60	15 25 35 65 85	0 0 0,17 0,83 0
1,16%	75	30 40 55 70 90	0 0 0 0,75 0,25
0,77%			0 0,12 0,42 0,41 0,06
0,27%	45	25 35 50 70 95	0 0,33 0,67 0 0
0,16%	70	15 25 35 65 85	0 0 0 0,75 0,25
0,16%	60	25 35 50 70 95	0 0 0,5 0,5 0
0,09%	60	15 25 35 65 85	0 0 0,17 0,83 0
0,04%	55	30 40 55 70 90	0 0 0 1 0 0
0,02%	70	15 25 35 65 85	0 0 0 0,75 0,25
0,02%	60	15 25 35 65 85	0 0 0,17 0,83 0
0,77%			0 0 0,1 0,73 0,17
0,53%	70	15 25 35 65 85	0 0 0 0,75 0,25
0,18%	60	15 25 35 65 85	0 0 0,17 0,83 0
0,06%	55	25 35 50 70 95	0 0 0,75 0,25 0
0,39%			0 0 0,18 0,61 0,22
0,19%	75	25 35 50 70 95	0 0 0 0,8 0,2
0,10%	45	15 25 35 65 85	0 0 0,67 0,33 0
0,05%	65	15 25 35 65 85	0 0 0 1 0
0,03%	90	15 25 35 65 85	0 0 0 0 1
0,02%	95	25 35 50 70 95	0 0 0 0 1
0,39%	60	15 25 35 65 85	0 0 0,17 0,83 0
4,50%			0 0 0,21 0,53 0,26
0,28%	0,28%	15 25 35 65 85	0 0 0 0,25 0,75
2,25%			0 0 0,27 0,32 0,42
1,20%	80	15 25 35 65 85	0 0 0 0,25 0,75
0,60%	60	25 35 50 70 95	0 0 0,5 0,5 0
0,30%	50	25 35 50 70 95	0 0 1 0 0
0,15%	70	15 25 35 65 85	0 0 0 0,75 0,25
1,13%	70	30 35 60 70 95	0 0 0 1 0
0,56%	55	15 25 35 65 85	0 0 0,33 0,67 0
0,28%			0 0,07 0,48 0,39 0,06
0,19%	60	25 35 50 70 95	0 0 0,5 0,5 0
0,03%	75	15 25 35 65 85	0 0 0 0,5 0,5
0,06%	45	25 35 50 70 95	0 0,33 0,67 0 0
100,10%	100,06%	100,06%	
KURAL 1		0	0
KURAL2		0	0
SİSTEMİN GENELİ ÇK NE KADAR ÜYE		0	0
SİSTEMİN GENELİ KÖTÜYE NE KADAR ÜYE		0,01	25
SİSTEMİN GENELİ ORTAYA NE KADAR ÜYE		0,04	50
SİSTEMİN GENELİ İYİYE NE KADAR ÜYE		0,28	75
SİSTEMİN GENELİ ÇOK İYİYE NE KADAR ÜYE		0,67	100
ELİMDEKİ TOPLAM FİRE ETME OLGUSU		1	90,1

Şekil 6.7 AHP uygulama sonuç tablosu

7. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Bu çalışma literatür taramasının yanı sıra, Türkiye’de matbaa ve ambalaj sektöründe önde gelen sanayi işletmelerinden biri olan Gül Matbaacılık A.Ş.’deki kalite yönetim sistem denetiminin bulanık-ANP ve AHP yöntemi ile değerlendirilmesini de kapsar. Yaklaşık 10 yıllık bir Kalite Yönetim Sistemi’ne sahip olan firma, sistemi eğitilmiş ve deneyimli geniş bir kadro ile uygulamaktadır. 28.000 m²’lik kapalı alana sahip tesiste yaklaşık 250 çalışan görev yapmaktadır. Bunların 50’si beyaz yakalı olup; 7’si Yönetim Sistemleri Birimi’nde istihdam edilmiştir.

Klasik ANP uygulamalarında, 1 ile 9 arasında numaralandırılmış ölçeklerin kullanımı basit olmasına rağmen bir takım tutarsızlıklar bulunmaktadır. Bu yöntem, karar vericinin kararları ile belirsizliğin açıklanması ve sayılara dökülmesi konusunda yetersizdir. Ayrıca, kurulan ağ yapısı kişiden kişiye değişebilmektedir. İnsanların yapacağı değerlendirmelerde farklı tercihler kullanmaları nedeniyle farklı sonuçlar ortaya çıkabilecektir. Bu tutarsızlıklardan dolayı ikili karşılaştırma matrisleri bulanık ANP yöntemi de kullanılarak incelenmiştir.

Oluşturulan uyumluluk ölçüm modelinin aynı girdiye (tetkik puanı) rağmen farklı oranlar vermesinin sebebi; bulanık kümeler yönteminin klasik matematiksel yöntemle oranla daha duyarlı olmasıdır. Yine aynı şekilde eğer firma kriterlerden bazılarında ÇK’ye üye olsaydı uyumluluk oranı klasik matematiksel yöntemle göre daha düşük çıkacaktı. Bu duyarlılığı yaratan bulanık kural paketleri ve oluşturulan beşgensel bulanık kümelerdir. Şu açıktır ki, benim kurmuş olduğum model en doğru model olmayacaktır, şüphesiz bulanık kümelerin parametrelerinde ve modelin ağ yapısında iyileştirme yapılabilir. Ancak, bu modelin pratik olarak firmaların denetiminde kullanılacaksa, modelin ağ yapısını ve küme parametrelerini yetkili bir komisyon ve denetçilerden oluşan bir kurul kurmalıdır.

ANP’nin karmaşık network ilişkilerinde başarılı sonuçlar ortaya koymasına karşın network ilişkilerinin sayıca fazla olduğu modellerde işlem yükünü arttırmaktadır. Diğer taraftan modeldeki kriterler arasında hiyerarşik ilişkiler açıkça tanımlanabildiği için AHP ile de kolaylıkla modellenabilmektedir. AHP’nin dezavantajı karşılıklı ilişkileri/etkileri ANP kadar başarılı ortaya koyamamasıdır. Örnek işletmede sistem üst seviyede ve başarılı olarak uygulandığı için doğal olarak her iki modelde de puanlar birbirine yakın olarak ölçümlenmiştir.

Yaptığım literatür araştırmalarında gördüm ki hem ISO 9001:2000 kalite yönetim sistemi standardının hem de diğer Yönetim Sistemi Standartlarının tetkik edilmesinde, tetkikçilerin

kullanabileceği bilimsel altyapısı olan standart bir performans ölçüm modeli yoktur. Umarım bu çalışma bu boşluğu doldurmak için ilk adım olur ve bu alanda yapılacak çalışmalarla bu boşluk doldurulur.

İleri araştırma alanı olarak tetkiklere uygulanan bu performans ölçüm yönteminin bir yönetim sisteminin tüm süreçlerinin model içerisinde ayrı ayrı modüller olarak ele alınıp tetkiklerde olduğu gibi kesikli değil; sürekli bir performans değerlendirme sistemi olarak tasarlanması şeklinde düşünülebilir.

Çalışmanın pratik uygulama alanı bulabilmesi ve endüstriye reel anlamda katkı sağlaması için değerlendirmeyi pratik olarak gerçekleştirebilecek ve kullanıcı dostu olan bir yazılım üzerinde de çalışmalarımı sürdürmekteyim.

KAYNAKLAR

- Ataay, İ. D.,(1985), “İş Değerleme ve Başarı Değerleme Yöntemleri”, İ.Ü. İktisat Fakültesi, İstanbul
- Bağırkan H.,(1998), “Karar verme Teknikleri”, Alfa Yayıncılık, İstanbul
- Başılgil, H., (2005), “The Fuzzy Analitic Hierarchy Process For Software Selection Problems”, Sigma Dergisi, 2005/3:24-33.
- Başılgil, H.,(2004), “YBS Ders Notları”, Makine Fakültesi, Y.T.Ü., İstanbul
- Bayazıt, O., “A new methodology in multiple criteria decision-making systems: analytical network process and an application”, Ankara Üniversitesi Siyasal Bilimler Fakültesi Dergisi, 57(1), 15-34 2002.
- Bevilacqua, M.,Petroni, A.,(2005), “From Traditional Purchasing to Supplier Management: A Fuzzy Logic-based Approach To Supplier Selection”,International Journal of Logistics, Parma, İtalya
- Bottani, E.,Rizzi, A.,(2005), “A Fuzzy Multi Attribute Framework For supplier Selection in an E-procurement Enviroment”, International Journal of Logistics, Parma, İtalya
- Boyacıoğlu, S.,(1996), Analitik Hiyerarşi Yöntemi, Yüksek Lisans Tezi,SBE; YTÜ
- Chung, S.H., Lee, A.H.L., Pearn, W.L., “Analytic network process (ANP) approach for product mix planning in semiconductor fabricator”, International Journal of Production Economics, In press, 2004.
- Da-Yong Chang, Karl-Heinz “Applications of the extent Analysis Method on Fuzzy AHP” European Journal of Operational Research, 12/20/96, Vol. 95
- Dağdeviren M., Dönmez N., Kurt M., “Bir İşletmede Tedarikçi Değerlendirme Süreci İçin Yeni Bir Model Tasarımı Ve Uygulaması”. Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi, 21(2), 247-255, 2006
- De Korvin, A.; Kleyale, R (1999) “Fuzzy Analytical Hierarchial Processes” Journal of Intelligent & Fuzzy Systems, 1999, Vol. 7
- Dyer, J.S.,(1998) “Remarks on the Analthic Hierarchy Process”, Management Science, vol.36, 249-258
- Elmas, Ç., (2003), “Bulanık Mantık Denetleyiciler”, Seçkin Yayıncılık, Ankara.
- Evans, G.W. , Karkowski, W. And Wilhelm, M.R., (1989), “Aplication Fuzzy Set Methodoligies in Industry Engineering”, Deparment of Industrial Engineering, Speed Scientific School, University of Lousville

- Evren, R., Ülengin, F.,(1992), “Yönetimde Karar Verme”, İ.T.Ü. Rektörlüğü Sayı:1478, İstanbul
- Felix, T.S., Chan S.,Kumar, N., (2005) “Global Supplier development considering risk factors using fuzzy extended AHP-based approach”, Hong Kong
- Forman, E. Ve Selly M.A., (2000), Decision by Objectives, Expert Choice Inc., Pittsburg
- Haafiez,K.,Malakb, N.,Zhang, Y.B.,(2005), “Outsourcing Non-Core Assets and Competences of a Firm Using Analytic Hierarchy Process” ,International Journal of Engineering, Bradford, İngiltere
- Harker P. T. ,(2003), “ The art an science of decision making: ,The Analytical Hierarchy Process” Golden B.L.
- Kahraman, C., Ruan, D., Cebeci, U., (2002), “Multi-Attribute Comparison of Catering Service Companies Using Fuzzy AHP: The Case of Turkey”, Internal Journal of Production Economics
- Karanfil, S., (1993), “Bulanık Kümeler ve Bulanık Mantığın Temelleri”, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya – Metalürji Fakültesi, Y.T.Ü., İstanbul.
- Karsak, E.E., Sozer, S., Alptekin, S.E., ”Production planning in quality function deployment using a combined analytical network process and goal programming approach”, Computers & Industrial Engineering, 44(1), 171-190, 2002.
- Ke-Jun Zhu; Yu Jing; Da-Yong Chang, Patrick T.,(1999), “A discussion on Extent Anlysis Method and applications of fuzzy AHP” European Journal of Operational Research, Vol. 116
- Khan, M. K., (1998), “ Use of Analthic Hierarchy Process approach in classification of push, pull and hybrid push-pull systems for production planning “, International Journal of Operation and Production Management,1131-1151
- Klir, G. J. B., Yuan, G., (1995), Fuzzy Sets an Fuzzy Logic Theory and Applications, Upper saddle River:Prentice Hall
- Lee, J.W., Kim, S.H., “An integrated approach for independent information system Project selection”, International Journal of Project Management, 19(2), 111-118 2001.
- Lee, J.W., Kim, S.H., “Using analytic network process and goal programming for interdependent information system project selection”, Computers & Operations Research, 27(4), 367-382, 2001.

- Masella, C., Rangone, A. ,(2000), "A contingent approach to the design of vendor selection systems for different types of co-operative customer\ supplier relationships", *International Journal Of Operations and Production Management*, 20, 70-84
- Meade, L.M., Presley, A., "R&D Project selection using the analytic network process", *IEEE Transactions on Engineering Management*, 49(1), 59-66, 2002.
- Meade, L.M., Sarkis, J., "Strategic analysis of logistics and supply chain management systems using the analytical network process", *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 34(3), 201-215, 1998.
- Mikhailov, L., Singh, M.S., "Fuzzy analytic network process and its application to the development of decision support systems", *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics-Part C: Applications and Reviews*, 33(1), 33-41, 2003.
- Momoh, J.A., Zhu, J., "Optimal generationscheduling based on AHP/ANP", *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics-Part B: Cybernetics*, 33(3), 531- 535, 2003.
- Niemira, M.P., Saaty, T.L., "An analytical network process model for financial-crisis forecasting", *International Journal of Forecasting*, Article in Press, 2004.
- Partovi, F.Y., Corredoira, R.A., "Quality function deployment for the good of soccer", *European Journal of Operational Research*, 137(3), 642-656, 2002.
- Partovi, Y. F.,(1994), "Determining what to benchmarking an Analytic Hierarchy Process Approach", *International Journal of Operations an production Management*, 14(6),25-29
- Rangone, A. ,(1996), "An analythic Hierarchy Process Framework for comparing the overall performance of manufacturing departments"
- Rua, R.J., Chi, S.C., Kao, S.S.,(1999), "A Decision Support System for Selecting Convenience Store Location Through Integration Fuzzy AHP and Artificial Neural Network. Computers in Industry", Hong Kong
- Saaty, T.L., "The Analytic Hierarchy Process", McGraw-Hill, New York, A.B.D., 1980.
- Saaty,T.L.,(1994), Highlights an Critical Points in the Theory and Application of the AHP, *European Journal of Operational Research*
- Saaty, T.L., "Decision Making with Dependence and Feedback: The Analytic Network process", RWS Publications, Pittsburgh, A.B.D., 1996.
- Sarkis, J., "A model for strategic supplier selection", *Journal of Supply Chain Management*, 38(1), 18-28, 2002.
- Şen, Z., (2004), *Bulanık Mantık ile Modelleme Prensipleri*, İ.T.Üuçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi, Bilge Sanat
- Yılmaz E.,(2001), AHP kullanılarak Çok kriterli karar verme Problemlerinin Çözümü, *Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü*, s.2,

Yozgat, S.,(1994),Yönetimde Karar verme Teknikleri, s.5

Yurdakul, M., “Measuring long-term performance of a manufacturing firm using the analytical network process (ANP) approach”, International Journal of Production Research, 41(11), 2501-2529, 2003.

Van Laarhoven, P.J.M. and W. Pedrycz (1983). “A Fuzzy Extensions of Saaty’s Priority Theory,” Fuzzy Sets and Systems ,s. 229-241

Zimmermann, H.J.,(1987) Fuzzy Sets, Decision Making and Expert Systems, Boston : Kluwer Academic Publishers

EKLER

- Ek 1 TS EN ISO 9001:2000 Kalite yönetim sistemi – Şartlar
- Ek 2 Bulanık-ANP ikili karşılaştırma matrisleri
- Ek 3 AHP ikili karşılaştırma matrisleri

Ek 1 TS EN ISO 9001:2000 Kalite yönetim sistemi – Şartlar



TÜRK STANDARDI
TURKISH STANDARD

TS EN ISO 9001:2000

(T1: Kasım 2001 Dahil)

ICS 03.120.10

KALİTE YÖNETİM SİSTEMLERİ – ŞARTLAR

Quality management systems - Requirements

TÜRK STANDARDLARI ENSTİTÜSÜ
Necatibey Caddesi No.112 Bakanlıklar/ANKARA

- Bugünkü teknik ve uygulamaya dayanılarak hazırlanmış olan bu standardın, zamanla ortaya çıkacak gelişme ve değişikliklere uydurulması mümkün olduğundan ilgililerin yayınları izlemelerini ve standardın uygulanmasında karşılaştıkları aksaklıkları Enstitümüze iletmelerini rica ederiz.
- Bu standardı oluşturan Hazırlık Grubu üyesi değerli uzmanların emeklerini; tasarılar üzerinde görüşlerini bildirmek suretiyle yardımcı olan bilim, kamu ve özel sektör kuruluşları ile kişilerin değerli katkılarını şükranla anarız.



Kalite Sistem Belgesi

İmalât ve hizmet sektörlerinde faaliyet gösteren kuruluşların sistemlerini TS EN ISO 9000 Kalite Standardlarına uygun olarak kurmaları durumunda TSE tarafından verilen belgedir.



Türk Standardlarına Uygunluk Markası (TSE Markası)

TSE Markası, üzerine veya ambalajına konulduğu malların veya hizmetin ilgili Türk Standardına uygun olduğunu ve mamulle veya hizmetle ilgili bir problem ortaya çıktığında Türk Standardları Enstitüsü'nün garantisi altında olduğunu ifade eder.



Kalite Uygunluk Markası (TSEK Markası)

TSEK Markası, üzerine veya ambalajına konulduğu malların veya hizmetin henüz Türk Standardı olmadığından ilgili milletlerarası veya diğer ülkelerin standardlarına veya Enstitü tarafından kabul edilen teknik özelliklere uygun olduğunu ve mamulle veya hizmetle ilgili bir problem ortaya çıktığında Türk Standardları Enstitüsü'nün garantisi altında olduğunu ifade eder.

DİKKAT!

TS işareti ve yanında yer alan sayı tek başına iken (TS 4600 gibi), mamulün Türk Standardına uygun üretildiğine dair üreticinin beyanını ifade eder. **Türk Standardları Enstitüsü tarafından herhangi bir garanti söz konusu değildir.**

Standardlar ve standardizasyon konusunda daha geniş bilgi Enstitümüzden sağlanabilir.

TÜRK STANDARDLARININ YAYIN HAKLARI SAKLIDIR.

Ön söz

- Bu standard, CEN tarafından kabul edilen EN ISO 9001 (2000) standardı esas alınarak TSE Mühendislik Hizmetleri Hazırlık Grubu'na bağlı Akreditasyon ve Belgelendirme Özel Daimî Komitesi'nce TS EN ISO 9001 (1994)'ün revizyonu olarak hazırlanmış ve TSE Teknik Kurulunun 19 Nisan 2001 tarihli toplantısında Türk Standardı olarak kabul edilmiş ve 14 Kasım 2001 tarihli toplantısında da tadil edilerek yayımına karar verilmiştir.
- Bu standardın kabulü ile TS EN ISO 9001 (1994), TS EN ISO 9002 (1994) ve TS EN ISO 9003 (1994) standartları 3 yıllık geçiş süresi sonunda iptal edilecektir.

İçindekiler

0 Giriş	1
0.1 Genel	1
0.2 Proses yaklaşımı	1
0.3 ISO 9004 ile ilişkiler	2
0.4 Diğer yönetim sistemleriyle uyumluluk	2
1 Kapsam	3
1.1 Genel	3
1.2 Uygulama	3
2 Atıf yapılan standard ve/veya dokümanlar	3
3 Terimler ve tarifler	3
4 Kalite yönetim sistemi	4
4.1 Genel şartlar	4
4.2 Dokümantasyon şartları	4
4.2.1 Genel	4
4.2.2 Kalite el kitabı	4
4.2.3 Dokümanların kontrolü	5
4.2.4 Kayıtların kontrolü	5
5 Yönetim sorumluluğu	5
5.1 Yönetimin taahhüdü	5
5.2 Müşteri odaklılık	5
5.3 Kalite politikası	5
5.4 Plânlama	5
5.4.1 Kalite hedefleri	5
5.5 Sorumluluk, yetki ve iletişim	6
5.5.1 Sorumluluk ve yetki	6
5.5.2 Yönetim temsilcisi	6
5.5.3 İç iletişim	6
5.6 Yönetimin gözden geçirmesi	6
5.6.1 Genel	6
5.6.2 Gözden geçirme girdisi	6
5.6.3 Gözden geçirme çıktısı	6
6 Kaynak yönetimi	7
6.1 Kaynakların sağlanması	7
6.2 İnsan kaynakları	7
6.2.1 Genel	7
6.2.2 Yeterlilik, farkında olma (bilinç) ve eğitim	7
6.3 Alt yapı	7
6.4 Çalışma ortamı	7
7 Ürün gerçekleştirme	7
7.1 Ürün gerçekleştirmenin plânlaması	7
7.2 Müşteri ile ilişkili prosesler	8
7.2.1 Ürüne bağlı şartların belirlenmesi	8
7.2.3 Müşteri ile iletişim	8
7.3 Tasarım ve geliştirme	8
7.3.1 Tasarım ve geliştirme plânlaması	8
7.3.3 Tasarım ve geliştirme çıktıları	9
7.3.4 Tasarım ve geliştirmenin gözden geçirilmesi	9
7.3.5 Tasarım ve geliştirmenin doğrulanması	9
7.3.6 Tasarım ve geliştirmenin geçerli kılınması (geçerliliği)	9
7.3.7 Tasarım ve geliştirme değişikliklerinin kontrolü	9
7.4 Satın alma	9
7.4.1 Satın alma prosesi	9
7.4.2 Satın alma bilgisi	10
7.5 Üretim ve hizmetin sağlanması (sunulması)	10
7.5.1 Üretim ve hizmet sağlamanın kontrolü	10
7.5.2 Üretim ve hizmet sağlanması için proseslerin geçerliliği	10

7.5.3	Belirleme ve izlenebilirlik	10
7.5.4	Müşteri mülkiyeti	11
7.5.5	Ürünün muhafazası	11
7.6	İzleme ve ölçme cihazlarının kontrolü	11
8	Ölçme, analiz ve iyileştirme	11
8.1	Genel	11
8.2	İzleme ve ölçme	12
8.2.1	Müşteri memnuniyeti	12
8.2.2	İç tetkik	12
8.2.3	Proseslerin izlenmesi ve ölçülmesi	12
8.2.4	Ürünün izlenmesi ve ölçülmesi	12
8.3	Uygun olmayan ürünün kontrolü	12
8.4	Veri analizi	13
8.5	İyileştirme	13
8.5.1	Sürekli iyileştirme	13
8.5.2	Düzeltilici faaliyet	13
8.5.3	Önleyici faaliyetler	13
Ek A		14
Ek B		18

Kalite yönetim sistemleri - Şartlar

0 Giriş

0.1 Genel

Kalite yönetim sisteminin benimsenmesi, kuruluşun stratejik bir kararı olmalıdır. Kuruluşun kalite yönetim sisteminin tasarımı ve uygulanması, çeşitli ihtiyaçlardan, özel hedeflerden, sunulan ürünlerden, çalışılan proseslerden ve kuruluşun büyüklüğü ve yapısından etkilenir. Kalite yönetim sisteminin yapısındaki tek tipliliğin veya dokümantasyonunun tek tipliliğinin uygulanması bu standardın amacı değildir.

Bu standardda belirtilen kalite yönetim sistemi şartları, ürün şartlarını tamamlayıcıdır. "Not" olarak belirtilen bilgiler anlaşılarda rehberlik sağlamak veya bağlantılı şartların açıklığa kavuşturulması içindir.

Bu standard, belgelendirme kuruluşları da dahil olmak üzere, iç ve dış taraflarca kuruluşun müşteri, mevzuat ve kuruluşun kendi şartlarını karşılamadaki yeterliliğini değerlendirmek için kullanılabilir.

ISO 9004'te belirtilen kalite yönetim prensipleri bu standardın geliştirilmesi aşamasında dikkate alınmıştır.

0.2 Proses yaklaşımı

Bu standard, müşteri şartlarını karşılamak sureti ile müşteri memnuniyetini artırmak için kalite yönetim sisteminin geliştirilmesi uygulanması ve etkinliğinin iyileştirilmesinde proses yaklaşımının benimsenmesini teşvik eder.

Bir kuruluş, etkin çalışması için, birçok bağlantılı faaliyetleri tanımlamalı ve yönetmelidir. Kaynakları kullanan ve girdilerin, çıktıları dönüşümünün sağlanması için yönetilen faaliyet, proses olarak değerlendirilebilir. Genellikle, bir prosesin çıktısı, bir sonrakine doğrudan girdi oluşturur.

Kuruluş içinde prosesler sisteminin uygulanması, bu proseslerin tanımlanması, etkileşimleri ve proseslerin yönetilmesi ile birlikte " proses yaklaşımı" olarak adlandırılabilir.

Proses yaklaşımının avantajı, proseslerin oluşturduğu hem prosesler sistemi dahilindeki bireysel prosesler arası bağlantı ve hem de bunların bileşimi ve etkileşimleri üzerinde sürekli bir kontrol sağlamasıdır.

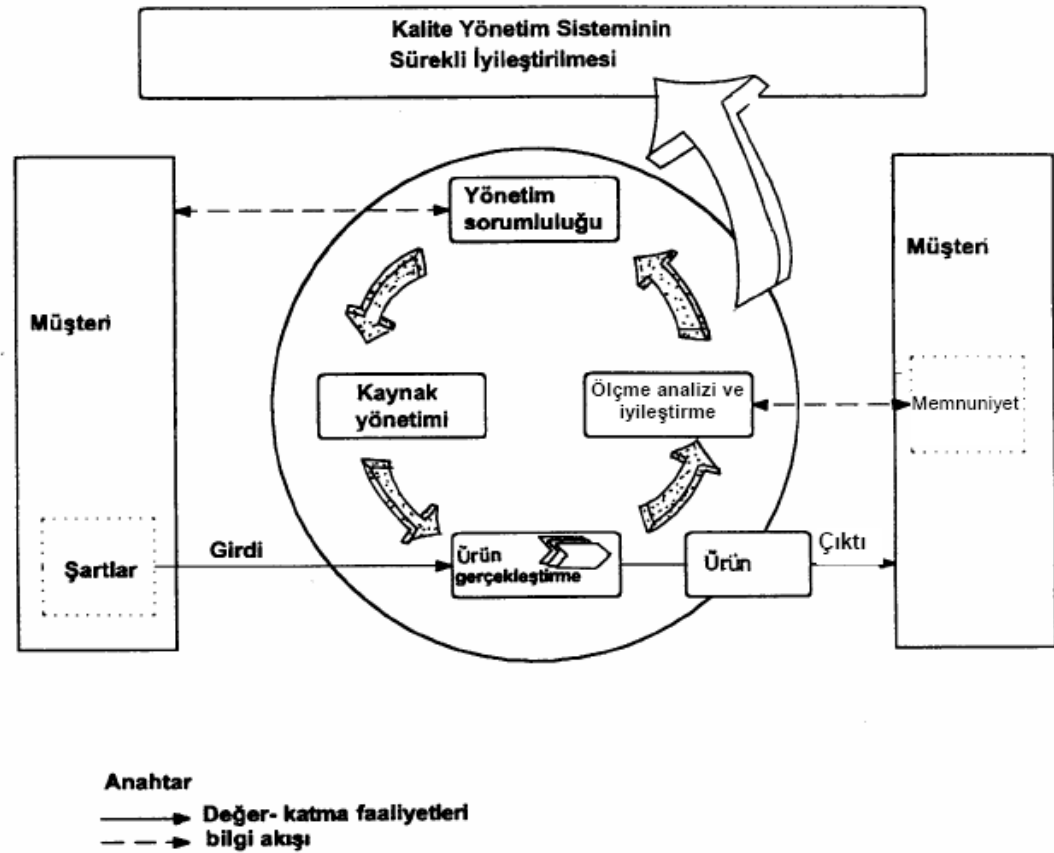
Böyle bir yaklaşım, kalite yönetim sisteminde kullanıldığında;

- a) Şartların anlaşılmasının ve yerine getirilmesinin,
- b) Proseslerin değer katma açısından dikkate alma gereksiniminin,
- c) Proses performans ve etkinliğinin sonuçlarının elde edilmesinin ve,
- d) Objektif ölçüme dayanan proseslerin sürekli iyileştirilmesinin önemini vurgular.

Şekil 1'de gösterilen proses temeline dayanan kalite yönetim sistemi modeli Madde 4'ten Madde 8'e kadar verilen proses bağlantılarını gösterir. Bu gösterim, şartların girdi olarak tanımlanmasında müşterinin önemli bir rol oynadığını gösterir. Müşteri memnuniyetinin izlenmesi, müşteri algılamaları ile ilgili bilgilerin, kuruluşun müşteri isteklerini karşılayıp karşılamadığı açısından değerlendirilmesini gerektirir. Şekil 1'de gösterilen model, bu standardın tüm şartlarını kapsar, ancak bu prosesleri detaylı seviyede göstermez.

Not - Ek olarak, "Plâna-Uygula - Kontrol et - Önlem al" olarak bilinen (PUKÖ) metodolojisi, bütün proseslere uygulanabilir. PUKÖ kısaca şöyle açıklanabilir;

- | | | |
|------------|---|---|
| Plâna | : | Müşteri istekleri ve kuruluşun politikası ile uyumlu sonuçların ortaya çıkması için gerekli objektif hedefleri ve prosesleri oluştur, |
| Uygula | : | Prosesleri uygula, |
| Kontrol et | : | Prosesleri ve ürünü, politikalar, hedefler ve ürünün şartlarına göre izle, ölç ve sonuçları rapor et, |
| Önlem al | : | Proses performansını sürekli iyileştirmek için gerekli tedbirleri al. |



0.3 ISO 9004 ile ilişkiler

ISO 9001 ve ISO 9004'ün mevcut baskıları birbirini tamamlayacak şekilde tasarlanmış, tutarlı kalite yönetim sistemi standartları olarak geliştirilmelerine rağmen bağımsız olarak da kullanılabilirler.

ISO 9001, bir kalite sistemi için kuruluş tarafından içerdeki uygulamalarda veya belgelendirme için veya sözleşme amaçları için kullanılmak üzere, şartları belirler ve müşteri şartlarının karşılanmasında kalite yönetim sisteminin etkinliğine odaklanır.

ISO 9004, Kalite Yönetim Sisteminin hedefleri için, özellikle bir kuruluşun genel performansı, verimliliğinin ve etkinliğin sürekli iyileştirilmesi bakımından, ISO 9001'in yaptığından daha geniş bir biçimde rehberlik sağlar. ISO 9004, üst yönetimler ISO 9001 şartlarının ötesine geçmek isteyen kuruluşlara performansı sürekli iyileştirmenin takibinde kılavuz olarak önerilir. Bununla birlikte bu standard belgelendirme ve sözleşme amaçlı değildir.

0.4 Diğer yönetim sistemleriyle uyumluluk

Bu standard ile ISO 14001:1996 kullanıcı topluluğunun yararına bu iki standardın uyumluluğunu artırmak için aynı çizgiye getirilmiştir.

Bu standard, çevre yönetimi, iş sağlığı ve güvenliği yönetimi, finans yönetimi veya risk yönetimi gibi spesifik yönetim sistemlerine özgü şartları içermez. Bununla birlikte, bu standard bir kuruluşun kendi kalite yönetimi sistemini diğer ilgili yönetim sistem şartları ile aynı çizgiye getirmesini veya onlarla bütünleşmesini mümkün kılar. Bir kuruluş için, bu standardın şartları ile uyum sağlayacak kalite yönetim sistemini oluşturmak için, kendisinin mevcut olan yönetim sistem (sistemler) ini benimsemesi mümkündür.

1 Kapsam

1.1 Genel

Bu standard, bir kuruluşun;

- Müşteri şartlarını ve yürürlükteki mevzuat şartlarını karşılayan ürünü düzenli bir şekilde sağlama yeteneğini gösterme ihtiyacı olduğu,
- Sistemin sürekli iyileştirilmesi ve müşteriye yürürlükteki mevzuat şartlarına uyulduğu güvencesinin verilmesi için, prosesler de dahil olmak üzere, sistemin etkin uygulanması yolu ile müşteri memnuniyetinin artırılması amacına yöneldiği durumlarda kalite yönetim sistemi için şartları kapsar.

Not - Bu standardda "ürün " terimi, yalnızca müşteri için amaçlanan veya müşteri tarafından talep edilen ürüne uygulanır.

1.2 Uygulama

Bu standardın bütün şartları genel olup, tiplerine, büyüklüklerine ve sağladıkları ürünlere bakılmaksızın bütün kuruluşlara uygulanabilir olması amaçlanmıştır.

Bu standardın bazı şartları, kuruluşun ve ürünün yapısı nedeniyle uygulanamadığında, bu durum bir "hariç tutma" olarak düşünülebilir.

Hariç tutmaların yapıldığı yerlerde, bu standarda uygunluk iddiaları, bu hariç tutmalar Madde 7'deki şartlarla sınırlandırılmadıkça ve bu hariç tutmalar kuruluşun, müşteri şartlarını ve yürürlükteki mevzuat şartlarını karşılayan ürün üretme yetenek ve sorumluluğunu etkilememesi sağlanmadıkça kabul edilemez.

2 Atıf yapılan standard ve/veya dokümanlar

Bu standardda, tarih belirtilerek veya belirtilmeksizin diğer standard ve/veya dokümanlara atıf yapılmaktadır. Bu atıflar metin içerisinde uygun yerlerde belirtilmiş ve aşağıda liste halinde verilmiştir. Tarih belirtilen atıflarda daha sonra yapılan tadil veya revizyonlar, atıf yapan bu standardda da tadil veya revizyon yapılması şartı ile uygulanır. Atıf yapılan standard ve/veya dokümanın tarihinin belirtilmemesi halinde en son baskısı kullanılır.

IEC,ISO,EN vb No.	Adı (İngilizce)	TS No. ¹⁾	Adı (Türkçe)
ISO 9000:2000	Quality Management Systems - Fundamentals and vocabulary	TS EN ISO 9000	Kalite Yönetim Sistemleri - Temel Kavramlar ve Sözlük

3 Terimler ve tarifler

Bu standardın amacı bakımından, ISO 9000 standardında verilen terimler ve tarifler uygulanır. ISO 9001 standardının bu baskısında tedarik zincirini tanımlamak için kullanılan ve aşağıda verilmiş olan terimler, mevcut kullanımı yansıtmak için değiştirilmiştir.

Tedarikçi → Kuruluş → Müşteri

"Kuruluş" terimi ISO 9000:1994 baskısındaki, "tedarikçi" terimi yerine geçer ve bu standardın uygulandığı birimi gösterir. Aynı şekilde "tedarikçi" terimi ise "taşeron " terimi yerine geçer. Bu standardın bütün metninde her nerede "ürün" terimi yer alıyorsa bu "ürün" terimi aynı zamanda "hizmet" anlamını da taşıyabilir.

1) TSE NOTU : Atıf yapılan standartların TS numarası ve Türkçe adı 3. ve 4. sütunda verilmiştir.

4 Kalite yönetim sistemi

4.1 Genel şartlar

Kuruluş, bu standardın öngördüğü şartlara uygun olarak bir kalite yönetim sistemi oluşturmalı, dokümente etmeli, uygulamalı, sürekliliğini sağlamalı ve bunun etkinliğini sürekli iyileştirmelidir.

Kuruluş;

- Kalite yönetim sistemi için ihtiyaç duyulan prosesleri ve bunların bütün kuruluştaki uygulamalarını belirlemeli (Madde 1.2),
- Bu proseslerin sırasını ve birbirleri ile etkileşimini belirlemeli,
- Bu proseslerin, birbirine olan etkisini, sırasını ve operasyonların etkinliğini belirlemeli,
- Bu proseslerin çalıştırılmasını ve izlenmesini desteklemek için gereken kaynağın ve bilginin hazır bulundurulmasını sağlamalı,
- Bu prosesleri izlemeli, ölçmeli ve analiz etmeli ve
- Plânlanmış sonuçlara ulaşmak ve bu prosesleri sürekli iyileştirmek için gerekli faaliyetleri uygulamalıdır.

Bu prosesler, kuruluş tarafından bu standardın şartlarına uygun olarak yönetilmelidir.

Kuruluş, ürünün şartlara uygunluğunu etkileyecek herhangi bir prosesi dış kaynaklı hale getirmeyi seçtiğinde bu tür prosesler üzerindeki kontrolü sağlamalıdır. Bu tür dış kaynaklı hale getirilmiş proseslerin kontrolü, kalite yönetim sistemi içinde tanımlanmalıdır.

Not - Yukarıda söz konusu olan kalite yönetim sistemi için ihtiyaç duyulan prosesler; yönetim faaliyetleri, kaynakların temini, ürün gerçekleştirme ve ölçmeler ile ilgili prosesleri içermelidir.

4.2 Dokümantasyon şartları

4.2.1 Genel

Kalite yönetim sistemi dokümantasyonu;

- Kalite politikasının ve kalite hedeflerinin doküman haline getirilmiş beyanlarını,
- Kalite el kitabını,
- Bu standardın öngördüğü dokümente edilmiş prosedürleri,
- Proseslerin etkin plânlanmasını, uygulanmasını ve kontrolünü sağlamak için kuruluşun ihtiyaç duyduğu dokümanları,
- Bu standardın öngördüğü kayıtları (Madde 4.2.4) içermelidir.

Not 1 - Bu standardda "dokümente edilmiş prosedür" ifadesi görüldüğü yerlerde, bu prosedürün oluşturulmuş, dokümente edilmiş, uygulanmış ve sürekliliğinin sağlanmış olduğu anlaşılır.

Not 2 - Bir kalite yönetim sisteminin dokümantasyonunun içeriği aşağıda verilenlere bağlı olarak bir kuruluştan bir diğerine farklılık gösterir:

- Kuruluşun büyüklüğü ve faaliyetlerin özelliği,
- Proseslerin karmaşıklığı ve bunların aralarındaki etkileşim,
- Personelinin yeterliliği.

Not 3 - Dokümantasyon herhangi bir ortam veya yapıda olabilir.

4.2.2 Kalite el kitabı

Kuruluş, aşağıdakileri içeren bir kalite el kitabı oluşturmalı ve sürekliliğini sağlamalıdır.

- Herhangi bir hariç tutmanın ayrıntıları ve gerekçeleri dahil olmak üzere kalite yönetim sisteminin kapsamı (Madde 1.2),
- Kalite yönetim sistemi için oluşturulmuş dokümente edilmiş prosedürleri veya bunlara atıfları,
- Kalite yönetim sistemi proseslerinin birbirine olan etkilerinin tarif edilmesi.

4.2.3 Dokümanların kontrolü

Kalite yönetim sistemi tarafından gerekli görülen dokümanlar kontrol edilmelidir. Kayıtlar, özel dokümanlar olup Madde 4.2.4'te belirtilen şartlara uygun olarak kontrol edilmelidir.

Aşağıdaki ihtiyaç duyulan kontrolleri tanımlamak için dokümante edilmiş bir prosedür oluşturulmalıdır:

- Yayımlanmadan önce dokümanların yeterlilik açısından onaylanması,
- Dokümanların gözden geçirilmesi, gerektiğinde güncelleştirilmesi ve tekrar onaylanması,
- Doküman değişikliklerinin ve güncel revizyon durumunun belirlenmesinin sağlanması,
- Yürürlükteki dokümanların ilgili baskılarının kullanım noktalarında bulunabilir olmasının sağlanması,
- Dokümanların okunabilir kalmasının ve kolaylıkla belirlenebilmesinin sağlanması,
- Dış kaynaklı dokümanların belirlenmiş olması ve bunların dağıtımının kontrol edilmesinin sağlanması,
- Güncelliğini yitirmiş dokümanların, herhangi bir amaçla saklanmaları durumunda, istenmeyen kullanımının önlenmesi için bunlara uygun bir işaretleme uygulanması.

4.2.4 Kayıtların kontrolü

Kayıtlar, kalite yönetim sisteminin şartlara uygunluğunun ve etkin olarak uygulandığının kanıtlanması için oluşturulmalı ve muhafaza edilmelidir. Kayıtlar okunabilir olarak kalmalı, kolaylıkla ayırt edilebilir ve tekrar elde edilebilir olmalıdır. Kayıtların muhafazası, korunması, tekrar elde edilebilir olması, saklama süresi ve elden çıkarılması için gereken kontrollerin belirlenmesi amacıyla dokümante edilmiş prosedür oluşturulmalıdır.

5 Yönetim sorumluluğu

5.1 Yönetimin taahhüdü

Üst yönetim, kalite yönetim sisteminin geliştirilmesi, uygulanması ve etkinliğinin sürekli iyileştirilmesi için taahhütlerine dair kanıtlarını aşağıdaki yollarla sağlamalıdır:

- Kuruluşa, yasal şartlar ve mevzuat şartları da dahil olmak üzere, müşteri şartlarının da yerine getirilmesinin önemini iletmekle,
- Kalite politikasını oluşturmakla,
- Kalite hedeflerinin oluşturmasını sağlamakla,
- Yönetimin gözden geçirmesini yapmakla,
- Kaynakların bulunabilirliğini sağlamakla.

5.2 Müşteri odaklılık

Üst yönetim, müşteri memnuniyetinin artırılması amacına yönelik olarak, müşteri şartlarının belirlenmesi ve bunların gereklerinin yerine getirilmiş olmasını sağlamalıdır (Madde 7.2.1 ve Madde 8.2.1).

5.3 Kalite politikası

Üst yönetim, kalite politikasının;

- Kuruluşun amacına uygunluğunu,
- Kalite yönetim sisteminin şartlarına uyma ve etkinliğin sürekli iyileştirilmesi taahhüdü içermesini,
- Kalite hedeflerinin oluşturulması ve gözden geçirilmesi için bir çerçeve oluşturulmasını,
- Kuruluş içinde iletilmesini ve anlaşılmasını,
- Sürekli uygunluk için gözden geçirilmesini sağlamalıdır.

5.4 Plânlama

5.4.1 Kalite hedefleri

Üst yönetim, kuruluş içinde, ürün [Madde 7.1 a)] şartlarının karşılanması için gerekli olan şartlar da dahil olmak üzere, kalite hedeflerinin kuruluşun ilgili fonksiyon ve seviyelerinde oluşturulmasını sağlamalıdır. Kalite hedefleri ölçülebilir olmalı ve kalite politikası ile tutarlı olmalıdır.

5.4.2 Kalite yönetim sisteminin plânlaması

Üst yönetim;

- a) Kalite hedefleri de dahil olmak üzere Madde 4.1'de verilen şartları yerine getirmek için, kalite yönetim sisteminin plânlamasını,
- b) Kalite yönetim sisteminde, değişiklikler plânlanıp uygulandığında, kalite yönetim sisteminin bütünlüğünün sürdürülmesini sağlamalıdır.

5.5 Sorumluluk, yetki ve iletişim

5.5.1 Sorumluluk ve yetki

Üst yönetim, sorumlulukların ve yetkilerin, tanımlanmasını ve kuruluş içinde iletimini sağlamalıdır.

5.5.2 Yönetim temsilcisi

Üst yönetim, diğer sorumluluklarına bakılmaksızın aşağıdakileri içeren yetki ve sorumluluklara sahip olan yönetimden bir üyeyi temsilci olarak atamalıdır:

- a) Kalite yönetim sistemi için gerekli proseslerin oluşturulmasını, uygulanmasını ve sürekliliğini sağlamak,
- b) Kalite yönetim sisteminin performansı ve iyileştirilmesi için herhangi bir ihtiyaç olduğunda üst yönetime rapor vermek,
- c) Kuruluşta, müşteri şartlarının bilincinde olunmasının yaygınlaştırılmasını sağlamak.

Not - Yönetim temsilcisinin sorumluluğu, kalite yönetim sistemi ile ilgili konularda kuruluş dışında da işbirliği yapmayı içerebilir.

5.5.3 İç iletişim

Üst yönetim, kuruluşta uygun iletişim proseslerinin oluşturulmasının ve iletişimin, kalite yönetim sisteminin etkinliğini de dikkate alarak gerçekleşmesini sağlamalıdır.

5.6 Yönetimin gözden geçirmesi

5.6.1 Genel

Üst yönetim, kuruluşun kalite yönetim sistemini ve bu sistemin, sürekli uygunluğunu, yeterliliğini ve etkinliğini sağlamak için plânlanmış aralıklarla gözden geçirmelidir. Bu gözden geçirme, iyileştirme fırsatlarının değerlendirilmesini, kalite politikası ve kalite hedefleri de dahil olmak üzere, kalite yönetim sisteminde değişiklik ihtiyaçlarını içermelidir.

Yönetimin gözden geçirmelerinden elde edilen kayıtlar muhafaza edilmelidir (Madde 4.2.4).

5.6.2 Gözden geçirme girdisi

Yönetimin gözden geçirme girdisi, aşağıda belirtilen konulardaki bilgileri içermelidir:

- a) Tetkiklerin sonuçları,
- b) Müşteri geri beslemesi,
- c) Proses performansı ve ürün uygunluğu,
- d) Önleyici ve düzeltici faaliyetlerin durumu,
- e) Önceki yönetimin gözden geçirmelerinden devam eden takip faaliyetleri,
- f) Kalite yönetim sistemini etkileyebilecek değişiklikler,
- g) İyileştirme için öneriler.

5.6.3 Gözden geçirme çıktısı

Yönetim gözden geçirme çıktısı, aşağıdakilerle ilgili kararları ve faaliyetleri içermelidir:

- a) Kalite yönetim sisteminin ve bu sisteme ait proseslerin etkinliğinin iyileştirilmesi,
- b) Müşteri şartları ile ilgili ürünün iyileştirilmesi,
- c) Kaynak ihtiyaçları.

6 Kaynak yönetimi

6.1 Kaynakların sağlanması

Kuruluş;

- a) Kalite yönetim sistemini uygulama, sürdürme ve etkinliğini sürekli iyileştirme,
- b) Müşteri şartlarının yerine getirilmesi yolu ile müşteri memnuniyetini artırmak, için gerekli olan kaynakları belirlemeli ve sağlamalıdır.

6.2 İnsan kaynakları

6.2.1 Genel

Ürün kalitesini etkileyen işleri yapan personel, uygun öğrenim, eğitim, beceri ve deneyim yönünden yeterli olmalıdır.

6.2.2 Yeterlilik, farkında olma (bilinç) ve eğitim

Kuruluş;

- a) Ürün kalitesini etkileyen işleri yürüten personel için gerekli yeterliliği belirlemeli,
- b) Eğitimi sağlamalı veya bu gibi ihtiyaçları karşılamak için diğer tedbirleri almalı,
- c) Alınan tedbirlerin etkinliğini değerlendirmeli,
- d) Personelinin yaptıkları işlerin öneminin ve uygunluğunun farkında olmasını sağlamalı ve kalite hedeflerinin başarılması için personelin nasıl katkıda bulunacaklarını belirlemeli,
- e) Öğrenim, eğitim, beceri ve deneyim (Madde 4.2.4) ile ilgili uygun kayıtları muhafaza etmelidir.

6.3 Alt yapı

Kuruluş, ürün şartlarına uygunluğu sağlamak için gerekli olan altyapıyı belirlemeli, oluşturmalı ve sürekliliğini sağlamalıdır. Alt yapı, uygulanabildiğinde aşağıdakileri kapsar:

- a) Binalar, çalışma alanları ve bununla ilgili tesisler;
- b) Proses teçhizatı (yazılım ve donanım),
- c) Destek hizmetleri (ulaştırma veya iletişim gibi).

6.4 Çalışma ortamı

Kuruluş, ürün şartlarına uygunluğu sağlamak için gerekli olan çalışma ortamını belirlemeli ve yönetmelidir.

7 Ürün gerçekleştirme

7.1 Ürün gerçekleştirmenin plânlaması

Kuruluş, ürünün gerçekleştirilmesi için gerekli prosesleri plânlamalı ve geliştirmelidir. Ürün gerçekleştirme plânlaması, kalite yönetim sisteminin diğer proseslerinin şartları ile tutarlı olmalıdır (Madde 4.1).

Ürün gerçekleştirme plânlamasında, kuruluş uygun olduğunda aşağıdakileri belirlemelidir:

- a) Kalite hedefleri ve ürün için şartları,
- b) Proseslerin, dokümanların oluşturulması ve ürüne özgü kaynakların sağlanması için ihtiyaçları,
- c) Ürüne özgü gerekli doğrulama, geçerli kılma, izleme, muayene ve deney faaliyetleri ve ürün kabulü için kriterleri,
- d) Gerçekleştirme proseslerinin ve bunun sonucu meydana gelen ürünün şartları karşıladığına dair kanıtları sağlamak için gereken kayıtları (Madde 4.2.4).

Bu plânlamanın çıktısı, kuruluşun çalışma metoduna uygun bir formda olmalıdır.

Not 1 - Kalite yönetim sisteminin proseslerini (ürün gerçekleştirme proseslerini içeren) ve belirli bir ürüne, projeye veya sözleşmeye uygulanan kaynakları belirten bir doküman, kalite plâni olarak adlandırılabilir.

Not 2 - Kuruluş, Madde 7.3'te verilen şartları, ürün gerçekleştirme proseslerinin geliştirilmesine de uygulayabilir.

7.2 Müşteri ile ilişkili prosesler

7.2.1 Ürüne bağlı şartların belirlenmesi

Kuruluş;

- a) Teslim ve teslim sonrası faaliyetler için şartlar da dahil olmak üzere müşteri tarafından belirtilmiş olan şartlar,
- b) Müşteri tarafından beyan edilmeyen ancak, biliniyorsa tanımlanan veya amaçlanan kullanım için gerekli olan şartları,
- c) Ürünle ilgili yasal ve mevzuat şartlarını,
- d) Varsa gerek göreceği ilâve şartları belirlemelidir.

7.2.2 Ürüne bağlı şartların gözden geçirilmesi

Kuruluş, ürüne bağlı şartları gözden geçirmelidir. Bu gözden geçirme, kuruluşun müşteriye ürünü sağlamayı taahhüt etmesinden önce (meselâ; tekliflerin verilmesi, sözleşmelerin veya siparişlerin kabulü, sözleşme veya siparişteki değişikliklerin kabulü) yapılmalı ve,

- a) Ürün şartlarının tanımlanmasını,
- b) Önceden ifade edilenlerden farklı olan sözleşme veya sipariş şartlarının çözümlenmesini,
- c) Kuruluşun tanımlanan şartları karşılama yeterliliğine sahip olmasını sağlamalıdır.

Gözden geçirme ve bu gözden geçirmeden kaynaklanan faaliyetlerin sonuçlarının kayıtları muhafaza edilmelidir (Madde 4.2.4).

Müşteri şartlarının dokümanite edilmiş beyanının sağlanmadığı durumlarda, müşteri şartları, kabulden önce kuruluş tarafından teyit edilmelidir.

Ürün şartları değiştiğinde, kuruluş, ilgili dokümanların tadil edilmesini ve ilgili personelin bu değişen şartlardan haberdar edilmiş olmasını sağlamalıdır.

Not - Bazı durumlarda, mesela internet ortamında satışta olduğu gibi, resmî bir gözden geçirme, her sipariş için pratik değildir. Onun yerine gözden geçirme, ilgili ürün bilgilerini (kataloglar veya reklam malzemeleri gibi) kapsayabilir.

7.2.3 Müşteri ile iletişim

Kuruluş, aşağıdakilerle ilgili olarak müşterileri ile iletişim için etkin düzenlemeleri belirlemeli ve uygulamalıdır:

- a) Ürün bilgisi,
- b) Tadiller de dahil olmak üzere, başvurular, sözleşmeler veya sipariş alımı,
- c) Müşteri şikayetleri de dahil olmak üzere müşteri geri beslemesi.

7.3 Tasarım ve geliştirme

7.3.1 Tasarım ve geliştirme plânlaması

Kuruluş, ürünün tasarımını ve geliştirilmesini plânlamalı ve kontrol etmelidir.

Tasarım ve geliştirme plânlaması aşamasında, kuruluş aşağıdakileri belirlemelidir.

- a) Tasarım ve geliştirme aşamalarını,
- b) Her tasarım ve geliştirme aşamasına uygun gözden geçirme, doğrulama ve geçerli kılmayı,
- c) Tasarım ve geliştirme sorumlulukları ve yetkileri.

Kuruluş, etkin iletişimi ve sorumlulukların açıkça belirlenmesini sağlamak için tasarım ve geliştirmenin içinde yer alan farklı gruplar arasındaki etkileşimleri (bağlantıları) yönetmelidir.

Plânlama çıktısı, uygun olduğunda, tasarım ve geliştirme ilerledikçe güncelleştirilmelidir.

7.3.2 Tasarım ve geliştirme girdileri

Ürün şartları ile ilgili girdiler belirlenmeli ve kayıtlar muhafaza edilmelidir (Madde 4.2.4). Bu girdiler aşağıdakileri içermelidir:

- a) Fonksiyon ve performans şartları,
- b) Uygulanabilen yasal ve mevzuat şartları,
- c) Uygulanabildiğinde önceki benzer tasarımlardan elde edilen bilgileri,
- d) Tasarım ve geliştirme için esas olan diğer şartları.

Bu girdiler, yeterlilik bakımından gözden geçirilmelidir. Şartlar, tam, tek anlamlı olmalı ve birbiri ile çelişkili olmamalıdır.

7.3.3 Tasarım ve geliştirme çıktıları

Tasarım ve geliştirme çıktıları, tasarım ve geliştirme girdisine karşı doğrulamayı sağlayabilecek bir formda temin edilmeli ve önce onaylanmalıdır.

Tasarım ve geliştirme çıktıları;

- a) Tasarım ve geliştirme için girdi şartlarını karşılamalı,
- b) Satın alma, üretim ve hizmet sunumu için uygun bilgiyi sağlamalı,
- c) Ürün kabul kriterlerini içermeli veya atıf yapmalı,
- d) Ürünün güvenli ve uygun kullanımı için esas olan ürün karakteristiklerini belirtmelidir.

7.3.4 Tasarım ve geliştirmenin gözden geçirilmesi

Uygun aşamalarda (Madde 7.3.1), tasarım ve geliştirmenin sistematik gözden geçirilmesi, aşağıda verilen amaçlar için plânlı düzenlemelere uygun olarak gerçekleştirilmelidir:

- a) Şartların karşılanmasında, tasarım ve geliştirme sonuçlarının yeterliliğinin değerlendirilmesi,
- b) Herhangi bir problemin belirlenmesi ve önerilen faaliyetlerin tanımlanması.

Bu gözden geçirme faaliyetine katılanlar, gözden geçirilmekte olan tasarım ve geliştirme aşamaları ile ilgili fonksiyonların temsilcilerini de içermelidir. Gözden geçirme ve gerekli faaliyetlerin sonuçlarının kayıtları muhafaza edilmelidir (Madde 4.2.4).

7.3.5 Tasarım ve geliştirmenin doğrulanması

Tasarım ve geliştirme çıktılarının, tasarım ve geliştirme girdi şartlarını karşıladığından emin olmak için plânlı düzenlemelere (Madde 7.3.1) uygun olarak doğrulama yapılmalıdır. Doğrulama ve gerekli faaliyetlerin sonuçlarının kayıtları muhafaza edilmelidir (Madde 4.2.4).

7.3.6 Tasarım ve geliştirmenin geçerli kılınması (geçerliliği)

Nihaî ürünün bilindiğinde amaçlanan kullanımı veya belirtilmiş uygulama şartlarını karşılayacak yeterlilikte olmasını sağlamak için plânlanan düzenlemelere (Madde 7.3.1) göre tasarım ve geliştirme geçerliliği yapılmalıdır.

Uygulanabildiği yerlerde, geçerli kılma, ürünün tesliminden veya uygulanmasından önce tamamlanmış olmalıdır. Geçerli kılma ve gerekli faaliyetlerin sonuçlarının kayıtları muhafaza edilmelidir (Madde 4.2.4).

7.3.7 Tasarım ve geliştirme değişikliklerinin kontrolü

Tasarım ve geliştirme değişiklikleri belirlenmeli ve kayıtları muhafaza edilmelidir. Bu değişiklikler uygulamaya konulmadan önce, uygun olduğunda gözden geçirilmeli, doğrulanmalı, geçerli kılınmalı ve onaylanmalıdır. Tasarım ve geliştirme değişikliklerinin gözden geçirilmesi, değişikliklerin önceden teslim edilmiş ürün ve ürünü oluşturan parçalar üzerindeki etkisinin değerlendirilmesini de içermelidir.

Değişikliklerin gözden geçirilmesi ve gerekli faaliyetlerin sonuçları ile ilgili kayıtlar muhafaza edilmelidir (Madde 4.2.4).

7.4 Satın alma

7.4.1 Satın alma prosesi

Kuruluş, satın alınan ürünün, belirtilen satın alma şartlarına uygunluğunu sağlamalıdır. Tedarikçiye ve satın alınan ürüne uygulanan kontrolün tipi ve içeriği, satın alınan ürünün sonraki ürün gerçekleştirilmesine olan etkisine veya nihaî ürüne bağımlı olmalıdır.

Kuruluş, tedarikçilerini, kuruluş şartlarını karşılayan ürün sağlama yeteneği temelinde değerlendirmeli ve seçmelidir. Seçme, değerlendirme ve tekrar değerlendirme için kriterler oluşturulmalıdır. Değerlendirme sonuçları ve bu değerlendirme sonucu olarak ortaya çıkan gerekli faaliyetlerin kayıtları muhafaza edilmelidir (Madde 4.2.4).

7.4.2 Satın alma bilgisi

Satın alma bilgisi, satın alınacak ürünü açıklamalı ve uygun olduğu yerlerde aşağıdakileri içermelidir:

- a) Ürün onayı, prosedürler, proses ve donanımlar için şartları,
- b) Personelin niteliği için şartları,
- c) Kalite yönetim sistemi şartları.

Kuruluş, tedarikçilere iletilmeden önce belirlenmiş satın alma şartlarının yeterliliğini sağlamalıdır.

7.4.3 Satın alınan ürünün doğrulanması

Kuruluş, satın alınan ürünün belirtilmiş satın alma şartlarını karşılamasını sağlamak için, gerekli muayene veya diğer faaliyetleri oluşturmalı ve uygulamalıdır.

Kuruluş veya onun müşterisi, tedarikçinin yerinde doğrulama yapmak istediğinde, satın alma bilgisinde, talep edilen doğrulama düzenlemelerini ve ürünün serbest bırakılma metodunu belirtmelidir.

7.5 Üretim ve hizmetin sağlanması (sunulması)

7.5.1 Üretim ve hizmet sağlamanın kontrolü

Kuruluş, kontrollü şartlar altında üretim ve hizmet sağlamayı plânlamalı ve yürütmelidir. Kontrollü şartlar, uygulanabildiğinde;

- a) Ürünün karakteristiklerini açıklayan bilgilerin bulunabilirliğini,
- b) Gerekli olduğunda, çalışma talimatlarının bulunabilirliğini,
- c) Uygun teçhizatın kullanımını,
- d) İzleme ve ölçme cihazlarının bulunabilirliğini ve kullanımını,
- e) İzleme ve ölçmenin uygulanmasını,
- f) Serbest bırakma, teslimat ve teslimat sonrası faaliyetlerin uygulanmasını kapsamalıdır.

7.5.2 Üretim ve hizmet sağlanması için proseslerin geçerliliği

Kuruluş, elde edilen çıktının, sonraki izleme ve ölçme ile doğrulanamadığı yerlerdeki üretim ve hizmet sağlama proseslerini geçerli kılmalıdır. Bu, ürün kullanıma girdikten veya hizmet verildikten sonra kusurların görünür olduğu yerlerdeki prosesleri içerir.

Geçerli kılma, bu proseslerin plânlanmış sonuçları elde edebilme yeteneğini göstermelidir.

Kuruluş, uygulanabilir olduğunda aşağıdakiler de dahil olmak üzere, bu prosesler için düzenlemeler yapmalıdır:

- a) Bu proseslerin gözden geçirilmesi ve onaylanması için tanımlanmış kriterler,
- b) Teçhizatın ve personelin yeterliliğinin onaylanması,
- c) Belirli metotların ve prosedürlerin kullanılması,
- d) Kayıtlar için şartlar (Madde 4.2.4),
- e) Yeniden geçerli kılma.

7.5.3 Belirleme ve izlenebilirlik

Uygun durumlarda, kuruluş, ürünü, ürün gerçekleştirilmesi sırasında uygun yollarla tanımlamalıdır.

Kuruluş, ürün durumunu izleme ve ölçme şartlarına göre belirlemelidir.

İzlenebilirlik bir şart olduğunda, kuruluş, ürünün tek olarak belirlenmesini, kontrol ve kayıt etmelidir (Madde 4.2.4).

Not - Bazı endüstri sektörlerinde, konfigürasyon yönetimi, belirleme ve izlenebilirliğin sürdürülebildiği bir araçtır.

7.5.4 Müşteri mülkiyeti

Kendi kontrolü altında olduğu veya kullanıldığı sürece, kuruluş müşteri mülkiyetine dikkat göstermelidir. Kuruluş, kullanım için veya ürün oluşturmak üzere birleştirmek için sağlanan müşteri mülkiyetini tanımlamalı, doğrulamalı, korumalı ve güvenliğini sağlamalıdır. Herhangi bir müşteri mülkü kaybolursa, zarar görürse veya kullanım için uygun olmayan halde bulunursa, bu durum müşteriye bildirilmeli ve kayıtlar muhafaza edilmelidir (Madde 4.2.4).

Not - Müşteri mülkiyeti, fikri mülkiyeti de kapsayabilir,

7.5.5 Ürünün muhafazası

Kuruluş, iç proses süresince ve amaçlanan teslimatına yerine ulaşınca kadar ürünün uygunluğunu muhafaza etmelidir. Bu koruma, tanımlamayı, taşımayı, ambalajlamayı, depolamayı ve muhafazayı içermelidir. Muhafaza, ürünü teşkil eden parçalara da uygulanmalıdır.

7.6 İzleme ve ölçme cihazlarının kontrolü

Kuruluş, taahhüt edilen izleme ve ölçmeyi ve ürünün belirlenen şartlara uygunluğunu kanıtlamak için gereken izleme ve ölçme cihazlarını belirlemelidir (Madde 7.2.1).

Kuruluş, izleme ve ölçmelerin yapılabilmesini ve bunların izleme ve ölçme şartları ile tutarlı olmasını sağlayacak prosesleri oluşturmaktadır.

Gerekli olduğunda, geçerli sonuçların sağlanması için ölçme teçhizatı;

- a) Belirlenmiş aralıklarla veya kullanımdan önce uluslararası veya ulusal ölçme standardlarına kesintisiz bir zincirle izlenebilir ölçme standartları ile kalibre edilmeli veya doğrulanmalıdır. Bu tipte standartların bulunmadığı yerlerde kalibrasyon ve doğrulamada esas alınan hususlar kaydedilmelidir,
- b) Ayarlanmalı veya gerekli olduğunda tekrar ayarlanmalıdır.
- c) Kalibrasyon durumunu tespit etmeye imkan verecek şekilde tanımlanmış olmalıdır.
- d) Ölçme sonuçlarını geçersiz kılacak biçimde ayarlanmamalı ve bundan kaçınılmalıdır.
- e) Taşıma, bakım ve depolanma sırasında hasar ve bozulmalara karşı korunmalıdır.

Ek olarak, kuruluş, teçhizatın şartlara uygunluğu bulunmadığında, daha önceden yapılmış ölçme sonuçlarının geçerliliğini değerlendirmeli ve bu sonuçların geçerliliğini kaydetmelidir. Kuruluş, bu durumdan etkilenen teçhizat ve ürün hakkında uygun tedbiri almalıdır. Kalibrasyon ve doğrulama sonuçlarının kayıtları muhafaza edilmelidir (Madde 4.2.4).

Belirlenmiş şartların izlenmesinde ve ölçülmesinde kullanıldığında bilgisayar yazılımının, amaçlanan uygulamayı yerine getirme yeteneği teyit edilmelidir. Bu işlem, ilk kullanımdan önce yapılmalı ve gerektiğinde yeniden teyit edilmelidir.

Not - Kılavuzluk için ISO 10012-1 ve ISO 10012-2 standardlarına bakınız.

8 Ölçme, analiz ve iyileştirme

8.1 Genel

Kuruluş, aşağıdakiler için gerekli olan izleme, ölçme, analiz ve iyileştirme proseslerini plânlamalı ve uygulamalıdır:

- a) Ürünün uygunluğunu göstermek,
- b) Kalite yönetim sisteminin uygunluğunu sağlamak,
- c) Kalite yönetim sisteminin etkinliğini sürekli iyileştirmek.

Bu, istatistiksel teknikler ve bunların kullanım derecesini de kapsayan, uygulanabilir metotların tayin edilmesini kapsamalıdır.

8.2 İzleme ve ölçme

8.2.1 Müşteri memnuniyeti

Kalite yönetim sistemi performansının ölçümlerinden biri olarak, kuruluş, müşteri şartlarının karşılanıp karşılanmadığı hakkındaki müşteri algılaması ile ilgili bilgileri izlemelidir. Bu bilgileri elde etmek ve kullanmak için metotlar belirlenmelidir.

8.2.2 İç tetkik

Kuruluş, kalite yönetim sisteminin;

- a) Plânlanmış düzenlemelere (Madde 7.1), bu standardın şartlarına ve kuruluş tarafından oluşturulan kalite yönetim sistemi şartlarına uyup uymadığını ve
- b) Etkin olarak uygulanıp uygulanmadığını ve sürdürülüp sürdürülmediğini belirlemek için plânlı aralıklarla iç tetkikler yerine getirmelidir.

Bir tetkik programı, geçmiş tetkiklerin sonuçları da dahil olmak üzere, tetkik edilecek alanların ve proseslerin önem ve durumları dikkate alınarak plânlanmalıdır. Tetkik kriterlerinin, kapsamı, sıklığı ve metotları tanımlanmalıdır. Tetkikçilerin seçimi ve tetkikin uygulanması, tetkik prosesinin objektifliğini ve tarafsızlığını sağlamalıdır. Tetkikçiler kendi işlerini tetkik etmemelidir.

Tetkiklerin plânlanması ve yerine getirilmesi, sonuçların rapor edilmesi, kayıtların (Madde 4.2.4) muhafaza edilmesi için sorumluluklar ve şartlar dokümanite edilmiş bir prosedür içinde tanımlanmalıdır.

Tetkik edilmekte olan alandan sorumlu yönetim, tespit edilmiş uygunsuzlukların ve bunların nedenlerinin ortadan kaldırılması için gereksiz gecikmelerden kaçınarak tedbirler alınmasını sağlamalıdır. Takip faaliyetleri, alınan tedbirlerin doğrulanması ve doğrulama sonuçlarının raporlanması da kapsamalıdır (Madde 8.5.2).

Not - Kılavuzluk için ISO 10011-1, ISO 10011-2 ve ISO 10011-3 standardlarına bakınız.

8.2.3 Proseslerin izlenmesi ve ölçülmesi

Kuruluş, kalite yönetim sistemi proseslerinin izlenmesi ve uygulanabilen durumlarda ölçülmesi için uygun metotları uygulamalıdır. Bu metotlar, proseslerin planlanan sonuçlara ulaşabilme yeteneğini göstermelidir. Plânlanmış sonuçlar başarılamadığında, ürünün uygunluğunu sağlamak için gerektiğinde, düzeltmeler ve düzeltici faaliyetler başlatılmalıdır.

8.2.4 Ürünün izlenmesi ve ölçülmesi

Kuruluş, ürün şartlarının yerine getirildiğini doğrulamak için ürünün özellikleri izlemeli ve ölçmelidir. Bu doğrulama, ürün gerçekleştirme prosesinin uygun aşamalarında plânlanan düzenlemelere göre gerçekleştirilmelidir (Madde 7.1).

Kabul kriterleri ile birlikte uygunluğun kanıtları muhafaza edilmelidir. Kayıtlar, ürünün serbest bırakılmasında yetkili kişi / kişileri göstermelidir (Madde 4.2.4).

Ürünün serbest bırakılması ve hizmetin sunumu, ilgili yetkili tarafından ve uygulanabilen durumlarda müşteri tarafından onaylanmadıkça plânlı düzenlemelerin (Madde 7.1) memnuniyet verici olarak tamamlanmasına kadar yapılmamalıdır.

8.3 Uygun olmayan ürünün kontrolü

Kuruluş, ürün şartlarına uymayan ürünün, yanlışlıkla kullanımının veya teslimatının önlenmesi için tanımlanmasını ve kontrol edilmesini sağlamalıdır. Kontroller ve uygun olmayan ürünün ele alınmasıyla ilgili sorumluluk ve yetkiler, dokümanite edilmiş bir prosedür içinde tanımlanmalıdır.

Kuruluş, uygun olmayan ürünü; aşağıdaki yollardan biri veya birden fazlası ile ele almalıdır:

- a) Tespit edilen uygunsuzluğu gidermek için tedbir alınması ile.
- b) İlgili yetkili ve uygulanabildiği durumlarda müşteri ile mutabakatla kullanımı, serbest bırakılması veya kabulü için yetkilendirme ile.
- c) Ürünün asıl amaçlanan kullanımını veya uygulanmasını engellemek için gerekli önlemlerin alınması ile.

Uygunsuzlukların yapısı ve sonra alınan tedbirlere ait kayıtlar, alınan izinlerin kayıtları da dahil olmak üzere, muhafaza edilmelidir (Madde 4.2.4).

Uygun olmayan ürün düzeltildiğinde, şartlara uygunluğunu göstermek için yeniden doğrulamaya tâbi tutulmalıdır.

Teslimattan veya kullanmaya başladıktan sonra uygun olmayan ürün tespit edildiğinde, kuruluş, uygunsuzluğun etkilerine veya uygunsuzluğun potansiyel etkilerine karşı uygun tedbirler almalıdır.

8.4 Veri analizi

Kuruluş, kalite yönetim sisteminin etkinliğini ve uygunluğunu göstermek ve kalite yönetim sisteminin etkinliğinin sürekli iyileştirilmesinin nerelerde yapılabileceğini değerlendirmek için uygun verileri belirlemeli, toplamalı ve analiz etmelidir. Bu analiz, izleme ve ölçme sonuçlarından çıkan ve diğer ilgili kaynaklardan çıkan verileri kapsamalıdır.

Veri analizi aşağıdakilerle ilgili bilgi sağlamalıdır:

- a) Müşteri memnuniyeti (Madde 8.2.1),
- b) Ürün şartlarına uygunluk (Madde 7.2.1),
- c) Önleyici faaliyet için fırsatlar da dahil olmak üzere, proseslerin ve ürünlerin özellikleri ve eğilimleri,
- d) Tedarikçiler.

8.5 İyileştirme

8.5.1 Sürekli iyileştirme

Kuruluş, kalite politikasını, kalite hedeflerini, tetkik sonuçlarını, verilerin analizini, düzeltici ve önleyici faaliyetleri ve yönetimin gözden geçirmesini kullanmak yolu ile kalite yönetim sisteminin etkinliğini sürekli iyileştirmelidir.

8.5.2 Düzeltici faaliyet

Kuruluş, tekrarını önlemek amacıyla uygunsuzlukların nedenini giderecek düzeltici faaliyetleri başlatmalıdır. Düzeltici faaliyetler karşılaşılan uygunsuzlukların etkilerine uygun olmalıdır.

Dokümanite edilmiş prosedür;

- a) Uygunsuzlukların gözden geçirilmesi (müşteri şikayetleri dahil),
 - b) Uygunsuzlukların nedenlerinin belirlenmesi,
 - c) Uygunsuzlukların tekrarlanmamasını sağlamak için faaliyet ihtiyacının değerlendirilmesi,
 - d) Gereken faaliyetin belirlenmesi ve uygulanması,
 - e) Başlatılan faaliyetin sonuçlarının kayıtları (Madde 4.2.4),
 - f) Başlatılan düzeltici faaliyetin gözden geçirilmesi
- için şartları tanımlamak üzere oluşturulmalıdır.

8.5.3 Önleyici faaliyetler

Kuruluş, potansiyel uygunsuzlukların oluşmasını önlemek için, sebeplerini ortadan kaldıracak faaliyetleri belirlemelidir. Önleyici faaliyetler, potansiyel problemlerin etkilerine uygun olmalıdır.

Dokümanite edilmiş bir prosedür;

- a) Potansiyel uygunsuzlukların ve bunların nedenlerinin belirlenmesi,
 - b) Uygunsuzlukların oluşmasını önlemek için faaliyet ihtiyacının değerlendirilmesi,
 - c) İhtiyaç duyulan faaliyetin belirlenmesi ve uygulanması,
 - d) Başlatılan faaliyetlerin sonuçlarının kayıtları (Madde 4.2.4),
 - e) Başlatılan önleyici faaliyetlerin gözden geçirilmesi
- için şartları tanımlamak üzere oluşturulmalıdır.

Ek A**ISO 9001:2000 ve ISO 14001:1996 arasındaki eşleme****Çizelge A.1** - ISO 9001:2000 ve ISO 14001:1996 arasındaki eşleme

ISO 9001:2000		ISO 14001:1996	
Giriş	0.1		Giriş
Proses yaklaşımı	0.2		
ISO 9004 ile olan ilişki	0.3		
Diğer yönetim sistemleriyle uygunluk	0.4		
Kapsam	1	1	Kapsam
Genel	1.1		
Uygulama	1.2		
Atıf yapılan standartlar	2	2	Atıf yapılan standartlar
Terimler ve tanımlar	3	3	Tanımlar
Kalite yönetim sistemi	4	4	ÇYS'nin şartları ve başlıca unsurları
Genel şartlar	4.1	4.1	Genel şartlar
Dokümantasyon şartları	4.2		
Genel	4.2.1	4.4.4	ÇYS ile ilgili belgeye bağlama işlemleri
Kalite el kitabı	4.2.2	4.4.4	ÇYS ile ilgili belgeye bağlama işlemleri
Dokümanların kontrolü	4.2.3	4.4.5	Belge kontrolü
Kayıtların kontrolü	4.2.4	4.5.3	Kayıt
Yönetim sorumluluğu	5	4.4.1	Bünye (Yapı) ve sorumluluk
Yönetimin taahhüdü	5.1	4.2	Çevre politikaları
		4.4.1	Yapı ve sorumluluk
Müşteri odaklılık	5.2	4.3.1	Çevre boyutları
		4.3.2	Kanuni ve diğer şartlar
Kalite politikası	5.3	4.2	Çevre politikası
Plânlama	5.4	4.3	Plânlama
Kalite hedefleri	5.4.1	4.3.3	Amaçlar ve hedefler
Kalite yönetim sistemi plânlaması	5.4.2	4.3.4	Çevre yönetim programı veya programları
Sorumluluk, Yetki ve İletişim	5.5	4.1	Genel şartlar
Sorumluluk ve yetki	5.5.1	4.4.1	Bünye (Yapı) ve sorumluluklar
Yönetim temsilcisi	5.5.2		
İç İletişim	5.5.3	4.4.3	İletişim
Yönetimin gözden geçirmesi	5.6	4.6	Yönetimce yürütülen gözden geçirme
Genel	5.6.1		
Gözden geçirme girdisi	5.6.2		
Gözden geçirme çıktısı	5.6.3		
Kaynak yönetimi	6	4.4.1	Bünye (Yapı) ve sorumluluklar
Kaynakların sağlanması	6.1		
İnsan kaynakları	6.2		
Genel	6.2.1		
Yeterlilik, bilinç (farkında olma) ve eğitim	6.2.2	4.4.2	Eğitim, bilinç ve ehliyet
Alt yapı	6.3	4.4.1	Bünye (Yapı) ve sorumluluklar
Çalışma ortamı	6.4		
Ürün gerçekleştirme	7	4.4	Uygulama ve işlem
		4.4.6	İşlem kontrolü
Ürün gerçekleştirilmesinin plânlaması	7.1	4.4.6	İşlem kontrolü
Müşteri ile ilişkili prosesler	7.2		
Ürüne bağlı şartların belirlenmesi	7.2.1	4.3.1	Çevre boyutları
		4.3.2	Kanuni ve diğer şartlar
		4.4.6	İşlem kontrolleri
Ürüne bağlı şartların gözden geçirilmesi	7.2.2	4.4.6	İşlem kontrolü
		4.3.1	Çevre boyutları
Müşteri ile iletişim	7.2.3	4.4.3	İletişim

ISO 9001:2000		ISO 14001:1996	
Tasarım ve geliştirme	7.3	4.4.6	İşlem kontrolü
Tasarım ve geliştirme plânlaması	7.3.1		
Tasarım ve geliştirme girdileri	7.3.2		
Tasarım ve geliştirme çıktıları	7.3.3		
Tasarım ve geliştirmenin gözden geçirilmesi	7.3.4		
Tasarım ve geliştirme doğrulaması	7.3.5		
Tasarım ve geliştirmenin geçerli kılınması (geçerliliği)	7.3.6		
Tasarım ve geliştirme değişikliklerinin kontrolü	7.3.7	4.4.6	İşlem kontrolü
Satın alma	7.4		
Satın alma prosesi	7.4.1		
Satın alma bilgisi	7.4.2	4.4.6	İşlem kontrolü
Satın alınan ürünün doğrulanması	7.4.3		
Üretim ve hizmetin sağlanması	7.5		
Üretim ve hizmet sağlamanın kontrolü	7.5.1		
Üretim ve hizmet sağlamanın için proseslerin geçerliliği	7.5.2		
Belirleme ve izlenebilirlik	7.5.3		
Müşteri mülkiyeti	7.5.4		
Ürünün muhafazası	7.5.5		
İzleme ve ölçme cihazlarının kontrolü	7.6	4.5.1	İzleme ve ölçme
Ölçme, analiz ve iyileştirme	8	4.5	Kontrol ve düzeltici faaliyet
Genel	8.1	4.5.1	İzleme ve ölçme
İzleme ve ölçme	8.2		
Müşteri memnuniyeti	8.2.1		
İç tetkik	8.2.2	4.5.4	ÇYS denetimi
Proseslerin izlenmesi ve ölçülmesi	8.2.3	4.5.1	İzleme ve ölçme
Ürünün izlenmesi ve ölçülmesi	8.2.4		
Uygun olmayan ürünün kontrolü	8.3	4.5.2	Riayetsizlik,düzeltilici -önleyici faaliyetler
		4.4.7	Acil hal hazırlığı ve bu hâllerde yapılması gereken işler
Veri analizi	8.4	4.5.1	İzleme ve ölçme
İyileştirme	8.5	4.2	Çevre politikası
Sürekli iyileştirme	8.5.1	4.3.4	Çevre yönetim programı veya programları
Düzeltilici faaliyet	8.5.2	4.5.2	Riayetsizlik,düzeltilici -önleyici faaliyetler
Önleyici faaliyet	8.5.3		

Çizelge A.2 - ISO 14001:1996 ve ISO 9001:2000 arasındaki eşleme

ISO 14001:1996		ISO 9001:2000	
Giriş		0.1 0.2 0.3 0.4	Giriş Proses yaklaşımı ISO 9004 ile ilişki Diğer yönetim sistemleri ile uygunluk
Kapsam	1	1 1.1 1.2	Kapsam Genel Uygulama
Atıf yapılan standartlar	2	2	Atıf yapılan standartlar
Tarifler	3	3	Terimler ve tarifler
ÇYS'nin şartları ve başlıca unsurları	4	4	Kalite yönetim sistemi
Genel şartlar	4.1	4.1 5.5 5.5.1	Genel şartlar Sorumluluk, yetki ve iletişim Sorumluluk ve yetki
Çevre politikası	4.2	5.1 5.3 8.5	Yönetimin taahhüdü Kalite politikası İyileştirme
Plânlama	4.3	5.4	Plânlama
Çevre boyutları	4.3.1	5.2 7.2.1 7.2.2	Müşteri odaklılık Ürünle bağlı şartların belirlenmesi Ürünle bağlı şartların gözden geçirilmesi
Kanunî ve diğer şartlar	4.3.2	5.2 7.2.1	Müşteri odaklılık Ürünle bağlı şartların belirlenmesi
Amaçlar ve hedefler	4.3.3	5.4.1	Kalite hedefleri
Çevre yönetim programı veya programları	4.3.4	5.4.2 8.5.1	Kalite yönetim sistemi plânlaması Sürekli iyileştirme
Uygulama ve işlem	4.4	7 7.1	Ürün gerçekleştirme Ürün gerçekleştirilmesinin plânlaması
Bünye (Yapı) ve sorumluluk	4.4.1	5 5.1 5.5.1 5.5.2 6 6.1 6.2 6.2.1 6.3 6.4	Yönetim sorumluluğu Yönetimin taahhüdü Sorumluluk ve yetki Yönetim temsilcisi Kaynak yönetimi Kaynakların sağlanması İnsan kaynakları Genel Altyapı Çalışma ortamı
Eğitim, bilinç ve ehliyet	4.4.2	6.2.2	Yeterlilik, bilinç (farkında olma) ve eğitim
İletişim	4.4.3	5.5.3 7.2.3	İç iletişim Müşteri ile iletişim
Çevre yönetimi sistemi ile ilgili belgeye bağlama işlemleri	4.4.4	4.2 4.2.1 4.2.2	Dokümantasyon şartları Genel Kalite el kitabı
Belge kontrolü	4.4.5	4.2.3	Dokümanların kontrolü
İşlem kontrolü	4.4.6	7 7.1 7.2 7.2.1 7.2.2 7.3 7.3.1 7.3.2 7.3.3 7.3.4	Ürün gerçekleştirme Ürün gerçekleştirilmesinin plânlaması Müşteri ile ilişkili prosesler Ürüne bağlı şartların belirlenmesi Ürüne bağlı şartların gözden geçirilmesi Tasarım ve geliştirme Tasarım ve geliştirme plânlaması Tasarım ve geliştirme girdileri Tasarım ve geliştirme çıktıları Tasarım ve geliştirilmesinin gözden geçirilmesi

ISO 14001:1996		ISO 9001:2000	
		7.3.5 7.3.6 7.3.7 7.4 7.4.1 7.4.2 7.4.3 7.5 7.5.1 7.5.2 7.5.3 7.5.4 7.5.5	Tasarım ve geliştirme doğrulaması Tasarım ve geliştirmenin geçerli kılınması Tasarım ve geliştirme değişikliklerin kontrolü Satın alma Satın alma prosesi Satın alma bilgisi Satın alınan ürünün doğrulanması Üretim ve hizmetin sağlanması Üretim ve hizmet sağlamanın kontrolü Üretim ve hizmet sağlanması için proseslerinin geçerliliği Belirleme ve izlenebilirlik Müşteri mülkiyeti Ürünün muhafazası
Acil hal hazırlığı ve bu hallerde yapılması gereken işler	4.4.7	8.3	Uygun olmayan ürünün kontrolü
Kontrol ve düzeltici faaliyet	4.5	8	Ölçme, analiz ve iyileştirme
İzleme ve ölçme	4.5.1	7.6 8.1 8.2 8.2.1 8.2.3 8.2.4 8.4	İzleme ve ölçme cihazlarının kontrolü Genel İzleme ve ölçme Müşteri memnuniyeti Proseslerin izlenmesi ve ölçülmesi Ürünün izlenmesi ve ölçülmesi Veri analizi
Riayetsizlik, düzeltici-önleyici faaliyet	4.5.2	8.3 8.5.2 8.5.3	Uygun olmayan ürünün kontrolü Düzeltilici faaliyet Önleyici faaliyet
Kayıt	4.5.3	4.2.4	Kayıtların kontrolü
ÇYS denetimi	4.5.4	8.2.2	İç tetkik
Yönetimce yürütülen gözden geçirme	4.6	5.6 5.6.1 5.6.2 5.6.3	Yönetimin gözden geçirmesi Genel Gözden geçirme girdisi Gözden geçirme çıktısı

Ek B**ISO 9001:2000 ve ISO 9001:1994 arasındaki eşleme****Çizelge B.1** - ISO 9001:1994 ve ISO 9001:2000 arasındaki eşleme

ISO 9001:1994	ISO 9001:2000
1 Kapsam	1
2 Hüküm ifade eden referanslar	2
3 Tarifler	3
4 Kalite sistem şartları [sadece başlıklar]	
4.1 Yönetim Sorumluluğu [sadece başlıklar]	
4.1.1 Kalite politikası	5.1 + 5.3 + 5.4.1
4.1.2 Organizasyon [sadece başlıklar]	
4.1.2.1 Sorumluluk ve yetki	5.5.1
4.1.2.2 Kaynaklar	6.1 + 6.2.1
4.1.2.3 Yönetim temsilcisi	5.5.2
4.1.3 Yönetimin gözden geçirmesi	5.6.1 + 8.5.1
4.2 Kalite sistemi [sadece başlıklar]	
4.2.1 Genel	4.1 + 4.2.2
4.2.2 Kalite sistemi prosedürleri	4.2.1
4.2.3 Kalite plânlaması	5.4.2 + 7.1
4.3 Sözleşmenin gözden geçirilmesi [sadece başlıklar]	
4.3.1 Genel	
4.3.2 Gözden geçirme	5.2 + 7.2.1 + 7.2.2 + 7.2.3
4.3.3 Sözleşmede değişiklik	7.2.2
4.3.4 Kayıtlar	7.2.2
4.4 Tasarım kontrolü [sadece başlıklar]	
4.4.1 Genel	
4.4.2 Tasarım ve geliştirme plânlaması	7.3.1
4.4.3 Kuruluşla ilgili ve teknik ilişkiler	7.3.1
4.4.4 Tasarım girdileri	7.2.1 + 7.3.2
4.4.5 Tasarım çıktıları	7.3.3
4.4.6 Tasarımın gözden geçirilmesi	7.3.4
4.4.7 Tasarımın doğrulanması	7.3.5
4.4.8 Tasarımın geçerliliği	7.3.6
4.4.9 Tasarım değişiklikleri	7.3.7
4.5 Doküman ve veri kontrolü [sadece başlıklar]	
4.5.1 Genel	4.2.3
4.5.2 Doküman ve veri onayı ve yayını	4.2.3
4.5.3 Doküman ve verilerin değişiklikleri	4.2.3
4.6 Satın alma [sadece başlıklar]	
4.6.1 Genel	
4.6.2 Taşeronların değerlendirilmesi	7.4.1
4.6.3 Satın alma verileri,	7.4.2
4.6.4 Satın alınan ürünün doğrulanması	7.4.3
4.7 Müşterinin temin ettiği ürünün kontrolü	7.5.4
4.8 Ürünün tanımı ve izlenebilirliği	7.5.3
4.9 Proses kontrol	6.3 + 6.4 + 7.5.1 + 7.5.2
4.10 Muayene ve deney [sadece başlıklar]	
4.10.1 Genel	7.1 + 8.1
4.10.2 Girdi muayene ve deneyleri	7.4.3 + 8.2.4
4.10.3 Proses sırasında muayene ve deney	8.2.4
4.10.4 Son muayene ve deneyler	8.2.4
4.10.5 Muayene ve deney kayıtları	7.5.3 + 8.2.4
4.11 Muayene, ölçme ve deney teçhizatının kontrolü[sadece başlıklar]	

ISO 9001:1994	ISO 9001:2000
4.11.1 Genel	7.6
4.11.2 Kontrol prosedürü	7.6
4.12 Muayene ve deney durumu	7.5.3
4.13 Uygun olmayan ürünün kontrolü [sadece başlıklar]	
4.13.1 Genel	8.3
4.13.2 Uygun olmayan ürünün incelenmesi ve elden çıkarılması	8.3
4.14 Düzeltici ve önleyici faaliyetler [sadece başlıklar]	
4.14.1 Genel	8.5.2 + 8.5.3
4.14.2 Düzeltici faaliyetler	8.5.2
4.14.3 Önleyici Faaliyetler	8.5.3
4.15 Taşıma, depolama, ambalajlama, muhafaza ve sevkiyat[sadece başlıklar]	
4.15.1 Genel	7.5.5
4.15.2 Taşıma	7.5.5
4.15.3 Depolama	7.5.5
4.15.4 Ambalajlama	7.5.5
4.15.5 Muhafaza	7.5.1
4.15.6 Sevkiyat	
4.16 Kalite kayıtlarının kontrolü	4.2.4
4.17 Kuruluş içi kalite tetkikleri	8.2.2 + 8.2.3
4.18 Eğitim	6.2.2
4.19 Servis	7.5.1
4.20 İstatistiksel Teknikleri	
4.20.1 İhtiyaçların belirlenmesi	8.1 + 8.2.3 + 8.2.4 + 8.4
4.20.2 Prosedürler	8.1 + 8.2.3 + 8.2.4 + 8.4

Çizelge B.2 - ISO 9001:2000 ve ISO 9001:1994 arasındaki eşleme

ISO 9001:2000	ISO 9001:1994
1. Kapsam	1
1.1 Genel	
1.2 Uygulama	
2 Atıf yapılan standartlar	2
3 Terimler ve tanımlar	3
4 Kalite yönetim sistemi [sadece başlıklar]	
4.1 Genel şartlar	4.2.1
4.2 Dokümantasyon şartları [sadece başlıklar]	
4.2.1 Genel	4.2.2
4.2.2 Kalite el kitabı	4.2.1
4.2.3 Dokümanların kontrolü	4.5.1 + 4.5.2 + 4.5.3
4.2.4 Kayıtların kontrolü	4.16
5 Yönetim sorumluluğu [sadece başlıklar]	
5.1 Yönetimin taahhüdü	4.1.1
5.2 Müşteri odaklılık	4.3.2
5.3 Kalite politikası	4.1.1
5.4 Plânlama [sadece başlıklar]	
5.4.1 Kalite hedefleri	4.1.1
5.4.2 Kalite yönetim sistemi plânlaması	4.2.3
5.5 Sorumluluk, yetki ve iletişim [sadece başlıklar]	
5.5.1 Sorumluluk ve yetki	4.1.2.1
5.5.2 Yönetim temsilcisi	4.1.2.3
5.5.3 İç iletişim	
5.6 Yönetimin gözden geçirmesi [sadece başlıklar]	
5.6.1 Genel	4.1.3
5.6.2 Gözden geçirme girdisi	
5.6.3 Gözden geçirme çıktısı	
6 Kaynak yönetimi [sadece başlıklar]	
6.1 Kaynakların sağlanması	4.1.2.2
6.2 İnsan kaynakları	
6.2.1 Genel	4.1.2.2
6.2.2 Yeterlilik, bilinç (farkında olma) ve eğitim [sadece başlıklar]	4.18
6.3 Altyapı	4.9
6.4 Çalışma ortamı	4.9
7. Ürün gerçekleştirme [sadece başlıklar]	
7.1 Ürün gerçekleştirmenin plânlaması	4.2.3 + 4.10.1
7.2 Müşteri ile ilişkili prosesler [sadece başlıklar]	
7.2.1 Ürüne bağlı şartların belirlenmesi	4.3.2 + 4.4.4
7.2.2 Ürüne bağlı şartların gözden geçirilmesi	4.3.2 + 4.3.3 + 4.3.4
7.2.3 Müşteri ile iletişim	4.3.2
7.3 Tasarım ve geliştirme [sadece başlıklar]	
7.3.1 Tasarım ve geliştirmenin plânlaması	4.4.2 + 4.4.3
7.3.2 Tasarım ve geliştirme girdileri	4.4.4

Çizelge B.2 - ISO 9001:2000 ve ISO 9001:1994 arasındaki eşleme (devamı)

ISO 9001:2000	ISO 9001:1994
7.3.3 Tasarım ve geliştirme çıktıları	4.4.5
7.3.4 Tasarım ve geliştirmenin gözden geçirilmesi	4.4.6
7.3.5 Tasarım ve geliştirmenin doğrulanması	4.4.7
7.3.6 Tasarım ve geliştirmenin geçerli kılınması	4.4.8
7.3.7 Tasarım ve geliştirme değişikliklerin kontrolü	4.4.9
7.4 Satın alma [sadece başlıklar]	
7.4.1 Satın alma prosesi	4.6.2
7.4.2 Satın alma bilgisi	4.6.3
7.4.3 Satın alınan ürünün doğrulanması	4.6.4 + 4.10.2
7.5 Üretim ve hizmetin sağlanması [sadece başlıklar]	
7.5.1 Üretim ve hizmet sağlamanın kontrolü	4.9 + 4.15.6 + 4.19
7.5.2 Üretim ve hizmet sağlanması için proseslerin geçerliliği	4.9
7.5.3 Belirleme ve izlenebilirlik	4.7 + 4.10.5 + 4.12
7.5.4 Müşteri mülkiyeti	4.7
7.5.5 Ürünün muhafazası	4.15.2 + 4.15.3 + 4.15.4 + 4.15.5
7.6 İzleme ve ölçme cihazlarının kontrolü	4.11.1 + 4.11.2
8 Ölçme, analiz ve iyileştirme [sadece başlıklar]	
8.2 İzleme ve ölçme [sadece başlıklar]	
8.2.1 Müşteri memnuniyeti	
8.2.2 İç tetkik	4.17
8.2.3 Proseslerin izlenmesi ve ölçülmesi	4.17+4.20.1 + 4.20.2
8.2.4 Ürünün izlenmesi ve ölçülmesi	4.10.2+4.10.3+4.10.4+4.10.5+4.20.1+ 4.20.2
8.3 Uygun olmayan ürünün kontrolü	4.13.1 + 4.13.2
8.4 Veri analizi	4.20.1 +4.20.2
8.5 İyileştirme [sadece başlıklar]	
8.5.1 Sürekli iyileştirme	4.1.3
8.5.2 Düzeltici faaliyet	4.14.1 + 4.14.2
8.5.3 Önleyici faaliyet	4.14.1 + 4.14.3

Kaynaklar

- [1] ISO 9000-3:1997, Quality management and quality assurance standards - Part 3: Guidelines for the application of ISO 9001 :1994 to the development, supply, installation and maintenance of computer software.
- [2] ISO 9004:2000, Quality management systems - Guidelines for performance improvements.
- [3] ISO 10005:1995, Quality management - Guidelines for quality plans.
- [4] ISO 10006:1997, Quality management - Guidelines to quality in project management.
- [5] ISO 10007:1995 Quality management - Guidelines for configuration management. Quality plans.
- [6] ISO 10011-1:1990, Guidelines for auditing quality systems - Part 1: Auditing¹⁾.
- [7] ISO 10011-2:1991, Guidelines for auditing quality systems - Part 2: Qualification criteria for quality systems auditors¹⁾.
- [8] ISO 10011-3:1991, Guidelines for auditing quality systems-Part 3: Management of audit programmes¹⁾.
- [9] ISO 10012-1:1992, Quality assurance requirements for measuring equipment- Part 1: Metrological confirmation system for measuring equipment.
- [10] ISO 10012-2:1997, Quality assurance for measuring equipment- Part 2: Guidelines for control of measurement processes.
- [11] ISO 10013:1995, Guidelines for developing quality manuals..
- [12] ISO /TR 10014:1998, Guidelines for managing the economics of quality.
- [13] ISO 10015:1999, Quality management - Guidelines for training.
- [14] ISO/TR 10017:1999, Guidance on statistical techniques for ISO 9001:1994.
- [15] ISO 14001:1996, Environmental management system - specification with guidance for use.
- [16] IEC 60300-1:-²⁾, Dependability management- Part 1: Dependability programme management.
- [17] Quality Management principles Brochure ³⁾
- [18] ISO 9000 + ISO 14000 News (a bimonthly publication which provides comprehensive coverage of international developments relating to ISO's managements system standards, including news of their implementation by diverse organizations around the world)
- [19] Referans Web sitesi : <http://www.iso.ch>
<http://www.bsi.org.uk/iso-tc176-sc2>

1) ISO 19011 olarak tadil edilecek.,

2) Yayimlanacak (ISO 9000-4:1993'ün tadili),

3) <http://www.iso.ch> sitesinde bulunabilir,

4) ISO Merkez sekreteryasından bulunabilir (sales@iso.ch).

Ek 2 İkili karşılaştırma matrisleri

3. Düzey Kriterlerin İkili Karşılaştırma Matrisleri

	4.2.1		4.2.2		4.2.3		4.2.4		Ağırlıklar
4.2.1	1	1	1		1/2	1	3/2		0,064
4.2.2	1/2	1	3/2		1	1	1		0,126
4.2.3	9/4	2,8	13/4		9/4	2,8	13/4		0,530
4.2.4	1/1	1,5	2/1		1/2	1	3/2		0,281

	5.4.1		5.4.2		Ağırlıklar
5.4.1	1	1	1		0,883
5.4.2	4/9	4/7	4/5		0,117

	5.5.1			5.5.2				5.5.3				
5.5.1	1	1	1	1/1 1,5 2/1				3/2 2 5/2			0,558	
5.5.2	1/2	2/3	1/1					1/1 1,5 2/1				0,345
5.5.3	2/5	1/2	2/3					1/2 2/3 1/1				

	5.6.1			5.6.2				5.6.3			
5.6.1	1	1	1	1/2 1 3/2				5/2 3 7/2			0,586
5.6.2	1/2	1	3/2	1 1 1				1/2 1 3/2			0,300
5.6.3	2/7	1/3	2/5	1/2 1 3/2				1 1 1			0,114

	6.2.1		6.2.1		Ağırlıklar
6.2.1	1	1	1		0,117
6.2.2	5/4	1,8	9/4		0,883

	7.2.1			7.2.2				7.2.3				
7.2.1	1	1	1	1/1 1,5 2/1				1/3 2/5 1/2			0,224	
7.2.2	1/2	2/3	1/1					1/2 2/3 1/1				0,091
7.2.3	2/1	3	3/1					1 1 1				
												0,685

	7.3.1			7.3.2				7.3.3				7.3.4				7.3.5				7.3.6				7.3.7				
7.3.1	1	1	1		1/1	2	2/1		1/1	2	2/1		3/2	2	5/2		2/1	3	3/1		5/2	3	7/2		5/2	3	7/2	0,341
7.3.2	1/2	2/3	1/1		1	1	1		5/8	1/1	5/3		1/2	1	3/2		1/1	2	2/1		3/2	2	5/2		3/2	2	5/2	0,202
7.3.3	1/2	2/3	1/1		3/5	1	8/5		1	1	1		8/9	1	17/9		1/1	2	2/1		3/2	2	5/2		3/2	2	5/2	0,216
7.3.4	2/5	1/2	2/3		1/2	1	3/2		1/2	5/7	10/9		1	1	1		2/3	1	5/3		4/5	1	9/5		4/5	1	9/5	0,125
7.3.5	1/3	2/5	1/2		1/2	2/3	1/1		1/2	2/3	1/1		3/5	5/6	10/7		1	1	1		1/2	1	3/2		1/2	1	3/2	0,064
7.3.6	2/7	1/3	2/5		2/5	1/2	2/3		2/5	1/2	2/3		5/9	3/4	5/4		1/2	1	3/2		1	1	1		1/2	1	3/2	0,026
7.3.7	2/7	1/3	2/5		2/5	1/2	2/3		2/5	1/2	2/3		5/9	3/4	5/4		1/2	1	3/2		1/2	1	3/2		1	1	1	0,026

	7.4.1			7.4.2			7.4.3			
7.4.1	1	1	1	3/2	2	5/2	3/2	2	5/2	0,699
7.4.2	2/5	1/2	2/3	1	1	1	4/5	1,3	9/5	0,222
7.4.3	2/5	1/2	2/3	5/9	3/4	5/4	1	1	1	0,079

	7.4.1		7.4.2		7.4.3	
7.4.1	1 1 1		3/2 2 5/2		3/2 2 5/2	0,699
7.4.2	2/5 1/2 2/3		1 1 1		4/5 1,3 9/5	0,222
7.4.3	2/5 1/2 2/3		5/9 3/4 5/4		1 1 1	0,079

	7.5.1		7.5.2		7.5.3		7.5.4		7.5.5	
7.5.1	1 1 1		1/2 1 3/2		3/2 2 5/2		2/1 2,5 3/1		5/2 3 7/2	0,421
7.5.2	1/2 1 3/2		1 1 1		1/2 1 3/2		1/1 1,5 2/1		3/2 2 5/2	0,277
7.5.3	2/5 1/2 2/3		1/2 1 3/2		1 1 1		1/2 1 3/2		1/1 1,5 2/1	0,177
7.5.4	1/3 2/5 1/2		1/2 2/3 1/1		1/2 1 3/2		1 1 1		1/2 1 3/2	0,099
7.5.5	2/7 1/3 2/5		2/5 1/2 2/3		1/2 2/3 1/1		1/2 1 3/2		1 1 1	0,027

	8.2.1		8.2.2		8.2.3		8.2.4	
8.2.1	1 1 1		3/4 1,3 7/4		3/2 2 5/2		5/2 3 7/2	0,512
8.2.2	4/7 4/5 4/3		1 1 1		3/4 1,3 7/4		1/1 1,5 2/1	0,288
8.2.3	2/5 1/2 2/3		4/7 4/5 4/3		1 1 1		1/2 1 3/2	0,135
8.2.4	2/7 1/3 2/5		1/2 2/3 1/1		1/2 1 3/2		1 1 1	0,066

	8.5.1		8.5.2		8.5.3	
8.5.1	1 1 1		3/2 2 5/2		3/2 2 5/2	0,687
8.5.2	2/5 1/2 2/3		1 1 1		4/7 4/5 4/3	0,103
8.5.3	2/5 1/2 2/3		3/4 1,3 7/4		1 1 1	0,210

Madde 4.X Tarafından Etkilenen Kriterlerin İkili Karşılaştırma Matrisleri

4.1	4.1		4.2	
4.1	1 1 1		1/2 2/3 1/1	Ağırlıklar
4.2	1/1 2 2/1		1 1 1	0,316
				0,684

	4.1		4.2	
4.1	1 1 1		1/2 2/3 1/1	0,316
4.2	1/1 2 2/1		1 1 1	0,684

4.1	8.1		8.2		8.3		8.4		8.5	
8.1	1 1 1		2/5 1/2 2/3		1/2 2/3 1/1		1/2 1,0 3/2		1/2 1 3/2	0,129
8.2	3/2 2 5/2		1 1 1		1/1 2 2/1		3/2 2,0 5/2		3/2 2 5/2	0,354
8.3	1/1 2 2/1		1/2 2/3 1/1		1 1 1		1/1 2 2/1		3/2 2,0 5/2	0,274
8.4	1/2 1 3/2		2/5 1/2 2/3		1/2 2/3 1/1		1 1 1		3/2 2 5/2	0,189
8.5	1/2 1 3/2		2/5 1/2 2/3		2/5 1/2 2/3		2/5 1/2 2/3		1 1 1	0,055

4.1	6.1		6.2		6.3		6.4	
6.1	1 1 1		1/1 1,5 2/1		3/2 2 5/2		2/1 3 3/1	0,509
6.2	1/2 2/3 1/1		1 1 1		1/1 1,5 2/1		3/2 2,0 5/2	0,349
6.3	2/5 1/2 2/3		1/2 2/3 1/1		1 1 1		1/2 1 3/2	0,104
6.4	1/3 2/5 1/2		2/5 1/2 2/3		1/2 1 3/2		1 1 1	0,039

4.2	5.1		5.3		5.4		5.6	
5.1	1 1 1		3/2 2,0 5/2		3/2 2 5/2		3/2 2 5/2	0,507
5.3	2/5 1/2 2/3		1 1 1		1/2 1,0 3/2		1/1 1,5 2/1	0,224
5.4	2/5 1/2 2/3		1/2 1,0 3/2		1 1 1		1/1 2 2/1	0,224
5.6	2/5 1/2 2/3		1/2 2/3 1/1		1/2 2/3 1/1		1 1 1	0,046

Madde 5.X Tarafından Etkilenen Kriterlerin İkili Karşılaştırma Matrisleri

5.1	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	
5.1	1 1 1	5/4 2 9/4	5/4 2 9/4	5/4 2 9/4	3/2 2 5/2	2/1 3 3/1	0,320
5.2	4/9 4/7 4/5	1 1 1	1/1 2 2/1	1/1 2 2/1	5/4 2 9/4	3/2 2 5/2	0,243
5.3	4/9 4/7 4/5	1/2 2/3 1/1	1 1 1	1/2 1 3/2	1/1 2 2/1	5/4 2 9/4	0,173
5.4	4/9 4/7 4/5	1/2 2/3 1/1	1/2 1 3/2	1 1 1	1/1 2 2/1	5/4 2 9/4	0,173
5.5	2/5 1/2 2/3	4/9 4/7 4/5	1/2 2/3 1/1	1/2 2/3 1/1	1 1 1	1/2 1 3/2	0,063
5.6	1/3 2/5 1/2	2/5 1/2 2/3	4/9 4/7 4/5	4/9 4/7 4/5	1/2 1 3/2	1 1 1	0,027

5.2	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	
5.1	1 1 1	5/4 2 9/4	5/4 2 9/4	5/4 2 9/4	3/2 2 5/2	2/1 3 3/1	0,320
5.2	4/9 4/7 4/5	1 1 1	1/1 2 2/1	1/1 2 2/1	5/4 2 9/4	3/2 2 5/2	0,243
5.3	4/9 4/7 4/5	1/2 2/3 1/1	1 1 1	1/2 1 3/2	1/1 2 2/1	5/4 2 9/4	0,173
5.4	4/9 4/7 4/5	1/2 2/3 1/1	1/2 1 3/2	1 1 1	1/1 2 2/1	5/4 2 9/4	0,173
5.5	2/5 1/2 2/3	4/9 4/7 4/5	1/2 2/3 1/1	1/2 2/3 1/1	1 1 1	1/2 1 3/2	0,063
5.6	1/3 2/5 1/2	2/5 1/2 2/3	4/9 4/7 4/5	4/9 4/7 4/5	1/2 1 3/2	1 1 1	0,027

5.3	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	
5.1	1 1 1	5/4 2 9/4	5/4 2 9/4	5/4 2 9/4	3/2 2 5/2	2/1 3 3/1	0,320
5.2	4/9 4/7 4/5	1 1 1	1/1 2 2/1	1/1 2 2/1	5/4 2 9/4	3/2 2 5/2	0,243
5.3	4/9 4/7 4/5	1/2 2/3 1/1	1 1 1	1/2 1 3/2	1/1 2 2/1	5/4 2 9/4	0,173
5.4	4/9 4/7 4/5	1/2 2/3 1/1	1/2 1 3/2	1 1 1	1/1 2 2/1	5/4 2 9/4	0,173
5.5	2/5 1/2 2/3	4/9 4/7 4/5	1/2 2/3 1/1	1/2 2/3 1/1	1 1 1	1/2 1 3/2	0,063
5.6	1/3 2/5 1/2	2/5 1/2 2/3	4/9 4/7 4/5	4/9 4/7 4/5	1/2 1 3/2	1 1 1	0,027

5.4	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	
5.1	1 1 1	5/4 2 9/4	5/4 2 9/4	5/4 2 9/4	3/2 2 5/2	2/1 3 3/1	0,320
5.2	4/9 4/7 4/5	1 1 1	1/1 2 2/1	1/1 2 2/1	5/4 2 9/4	3/2 2 5/2	0,243
5.3	4/9 4/7 4/5	1/2 2/3 1/1	1 1 1	1/2 1 3/2	1/1 2 2/1	5/4 2 9/4	0,173
5.4	4/9 4/7 4/5	1/2 2/3 1/1	1/2 1 3/2	1 1 1	1/1 2 2/1	5/4 2 9/4	0,173
5.5	2/5 1/2 2/3	4/9 4/7 4/5	1/2 2/3 1/1	1/2 2/3 1/1	1 1 1	1/2 1 3/2	0,063
5.6	1/3 2/5 1/2	2/5 1/2 2/3	4/9 4/7 4/5	4/9 4/7 4/5	1/2 1 3/2	1 1 1	0,027

5.5	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	
5.1	1 1 1	5/4 2 9/4	5/4 2 9/4	5/4 2 9/4	3/2 2 5/2	2/1 3 3/1	0,320
5.2	4/9 4/7 4/5	1 1 1	1/1 2 2/1	1/1 2 2/1	5/4 2 9/4	3/2 2 5/2	0,243
5.3	4/9 4/7 4/5	1/2 2/3 1/1	1 1 1	1/2 1 3/2	1/1 2 2/1	5/4 2 9/4	0,173
5.4	4/9 4/7 4/5	1/2 2/3 1/1	1/2 1 3/2	1 1 1	1/1 2 2/1	5/4 2 9/4	0,173
5.5	2/5 1/2 2/3	4/9 4/7 4/5	1/2 2/3 1/1	1/2 2/3 1/1	1 1 1	1/2 1 3/2	0,063
5.6	1/3 2/5 1/2	2/5 1/2 2/3	4/9 4/7 4/5	4/9 4/7 4/5	1/2 1 3/2	1 1 1	0,027

5.6	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	
5.1	1 1 1	5/4 2 9/4	5/4 2 9/4	5/4 2 9/4	3/2 2 5/2	2/1 3 3/1	0,320
5.2	4/9 4/7 4/5	1 1 1	1/1 2 2/1	1/1 2 2/1	5/4 2 9/4	3/2 2 5/2	0,243
5.3	4/9 4/7 4/5	1/2 2/3 1/1	1 1 1	1/2 1 3/2	1/1 2 2/1	5/4 2 9/4	0,173
5.4	4/9 4/7 4/5	1/2 2/3 1/1	1/2 1 3/2	1 1 1	1/1 2 2/1	5/4 2 9/4	0,173
5.5	2/5 1/2 2/3	4/9 4/7 4/5	1/2 2/3 1/1	1/2 2/3 1/1	1 1 1	1/2 1 3/2	0,063
5.6	1/3 2/5 1/2	2/5 1/2 2/3	4/9 4/7 4/5	4/9 4/7 4/5	1/2 1 3/2	1 1 1	0,027

5.2	7.1	7.2	7.4	
7.1	1 1 1	1/1 2 2/1	3/2 2 5/2	0,558
7.2	1/2 2/3 1/1	1 1 1	1/1 2 2/1	0,345
7.4	2/5 1/2 2/3	1/2 2/3 1/1	1 1 1	0,097

5.3	6.2	6.3	6.4	
6.2	1 1 1	1/1 2 2/1	3/2 2 5/2	0,558
6.3	1/2 2/3 1/1	1 1 1	1/1 2 2/1	0,345
6.4	2/5 1/2 2/3	1/2 2/3 1/1	1 1 1	0,097

5.1	6.1		6.2	
6.1	1 1 1		1/1 1,5 2/1	
6.2	1/2 2/3 1/1		1 1 1	
				0,684
				0,316

5.5	8.2		8.4	
8.2	1 1 1		1/1 1,5 2/1	
8.4	1/2 2/3 1/1		1 1 1	
				0,684
				0,316

5.5	8.2		8.4		8.5	
8.2	1 1 1		5/4 2 9/4		3/2 2 5/2	
8.4	4/9 4/7 4/5		1 1 1		1/1 2 2/1	
8.5	2/5 1/2 2/3		1/2 2/3 1/1		1 1 1	
						0,636
						0,313
						0,051

5.5	6.1		6.3	
6.1	1 1 1		5/4 1,8 9/4	
6.3	4/9 4/7 4/5		1 1 1	
				0,883
				0,117

Madde 6.X Tarafından Etkilenen Kriterlerin İkili Karşılaştırma Matrisleri

6.1	5.1		5.2		5.6	
5.1	1 1 1		1/1 2 2/1		3/2 2 5/2	
5.2	1/2 2/3 1/1		1 1 1		1/1 2 2/1	
5.6	2/5 1/2 2/3		1/2 2/3 1/1		1 1 1	
						0,558
						0,345
						0,097

6.2	4.1		4.2	
4.1	1 1 1		4/9 4/7 4/5	
4.2	5/4 2 9/4		1 1 1	
				0,117
				0,883

6.2	5.1		5.4		5.5	
5.1	1 1 1		1/1 2 2/1		3/2 2 5/2	
5.4	1/2 2/3 1/1		1 1 1		5/4 2 9/4	
5.5	2/5 1/2 2/3		4/9 4/7 4/5		1 1 1	
						0,569
						0,391
						0,040

6.2	7.1		7.4	
7.1	1 1 1		5/4 1,8 9/4	
7.4	4/9 4/7 4/5		1 1 1	
				0,883
				0,117

6.3	4.1		4.2	
4.1	1 1 1		1/1 1,5 2/1	
4.2	1/2 2/3 1/1		1 1 1	
				0,684
				0,316

6.3	5.1		5.4		5.5	
5.1	1 1 1		1/1 2 2/1		3/2 2 5/2	
5.4	1/2 2/3 1/1		1 1 1		5/4 2 9/4	
5.5	2/5 1/2 2/3		4/9 4/7 4/5		1 1 1	
						0,569
						0,391
						0,040

6.4	5.1		5.4		5.5	
5.1	1 1 1		1/1 2 2/1		3/2 2 5/2	
5.4	1/2 2/3 1/1		1 1 1		5/4 2 9/4	
5.5	2/5 1/2 2/3		4/9 4/7 4/5		1 1 1	
						0,569
						0,391
						0,040

6.1	6.1		6.2		6.3		6.4	
6.1	1 1 1		1/1 1,5 2/1		3/2 2 5/2		3/2 2 5/2	0,444
6.2	1/2 2/3 1/1		1 1 1		1/1 1,5 2/1		1/1 1,5 2/1	0,297
6.3	2/5 1/2 2/3		1/2 2/3 1/1		1 1 1		1/1 2 2/1	0,185
6.4	2/5 1/2 2/3		1/2 2/3 1/1		1/2 2/3 1/1		1 1 1	0,074

6.1	4.1		4.2	
4.1	1 1 1		4/9 4/7 4/5	0,117
4.2	5/4 2 9/4		1 1 1	0,883

6.2	6.1		6.2		6.3		6.4	
6.1	1 1 1		1/1 1,5 2/1		3/2 2 5/2		3/2 2 5/2	0,444
6.2	1/2 2/3 1/1		1 1 1		1/1 1,5 2/1		1/1 1,5 2/1	0,297
6.3	2/5 1/2 2/3		1/2 2/3 1/1		1 1 1		1/1 2 2/1	0,185
6.4	2/5 1/2 2/3		1/2 2/3 1/1		1/2 2/3 1/1		1 1 1	0,074

6.3	6.1		6.2		6.3		6.4	
6.1	1 1 1		1/1 1,5 2/1		3/2 2 5/2		3/2 2 5/2	0,444
6.2	1/2 2/3 1/1		1 1 1		1/1 1,5 2/1		1/1 1,5 2/1	0,297
6.3	2/5 1/2 2/3		1/2 2/3 1/1		1 1 1		1/1 2 2/1	0,185
6.4	2/5 1/2 2/3		1/2 2/3 1/1		1/2 2/3 1/1		1 1 1	0,074

6.4	6.1		6.2		6.3		6.4	
6.1	1 1 1		1/1 1,5 2/1		3/2 2 5/2		3/2 2 5/2	0,444
6.2	1/2 2/3 1/1		1 1 1		1/1 1,5 2/1		1/1 1,5 2/1	0,297
6.3	2/5 1/2 2/3		1/2 2/3 1/1		1 1 1		1/1 2 2/1	0,185
6.4	2/5 1/2 2/3		1/2 2/3 1/1		1/2 2/3 1/1		1 1 1	0,074

Madde 7.X Tarafından Etkilenen Kriterlerin İkili Karşılaştırma Matrisleri

7.6	8.1		8.2		8.5	
8.1	1 1 1		2/5 1/2 2/3		1/2 2/3 1/1	0,097
8.2	3/2 2 5/2		1 1 1		1/1 2 2/1	0,558
8.5	1/1 2 2/1		1/2 2/3 1/1		1 1 1	0,345

7.1	7.1		7.2		7.3		7.4		7.5		7.6	
7.1	1 1 1		4/7 4/5 4/3		1/2 2/3 1/1		3/4 1 7/4		1/2 1 3/2		1/1 2 2/1	0,168
7.2	3/4 1 7/4		1 1 1		4/7 4/5 4/3		1/1 2 2/1		3/4 1 7/4		5/4 2 9/4	0,202
7.3	1/1 2 2/1		3/4 1 7/4		1 1 1		5/4 2 9/4		1/1 2 2/1		3/2 2 5/2	0,234
7.4	4/7 4/5 4/3		1/2 2/3 1/1		4/9 4/7 4/5		1 1 1		4/7 4/5 4/3		3/4 1 7/4	0,133
7.5	1/2 1 3/2		4/7 4/5 4/3		1/2 2/3 1/1		3/4 1 7/4		1 1 1		1/1 2 2/1	0,168
7.6	1/2 2/3 1/1		4/9 4/7 4/5		2/5 1/2 2/3		4/7 4/5 4/3		1/2 2/3 1/1		1 1 1	0,094

7.2	7.1		7.2		7.3		7.4		7.5		7.6	
7.1	1 1 1		4/7 4/5 4/3		1/2 2/3 1/1		3/4 1 7/4		1/2 1 3/2		1/1 2 2/1	0,168
7.2	3/4 1 7/4		1 1 1		4/7 4/5 4/3		1/1 2 2/1		3/4 1 7/4		5/4 2 9/4	0,202
7.3	1/1 2 2/1		3/4 1 7/4		1 1 1		5/4 2 9/4		1/1 2 2/1		3/2 2 5/2	0,234
7.4	4/7 4/5 4/3		1/2 2/3 1/1		4/9 4/7 4/5		1 1 1		4/7 4/5 4/3		3/4 1 7/4	0,133
7.5	1/2 1 3/2		4/7 4/5 4/3		1/2 2/3 1/1		3/4 1 7/4		1 1 1		1/1 2 2/1	0,168
7.6	1/2 2/3 1/1		4/9 4/7 4/5		2/5 1/2 2/3		4/7 4/5 4/3		1/2 2/3 1/1		1 1 1	0,094

7.3	7.1		7.2		7.3		7.4		7.5		7.6	
7.1	1 1 1		4/7 4/5 4/3		1/2 2/3 1/1		3/4 1 7/4		1/2 1 3/2		1/1 2 2/1	0,168
7.2	3/4 1 7/4		1 1 1		4/7 4/5 4/3		1/1 2 2/1		3/4 1 7/4		5/4 2 9/4	0,202
7.3	1/1 2 2/1		3/4 1 7/4		1 1 1		5/4 2 9/4		1/1 2 2/1		3/2 2 5/2	0,234
7.4	4/7 4/5 4/3		1/2 2/3 1/1		4/9 4/7 4/5		1 1 1		4/7 4/5 4/3		3/4 1 7/4	0,133
7.5	1/2 1 3/2		4/7 4/5 4/3		1/2 2/3 1/1		3/4 1 7/4		1 1 1		1/1 2 2/1	0,168
7.6	1/2 2/3 1/1		4/9 4/7 4/5		2/5 1/2 2/3		4/7 4/5 4/3		1/2 2/3 1/1		1 1 1	0,094

7.4	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	
7.1	1 1 1	4/7 4/5 4/3	1/2 2/3 1/1	3/4 1 7/4	1/2 1 3/2	1/1 2 2/1	0,168
7.2	3/4 1 7/4	1 1 1	4/7 4/5 4/3	1/1 2 2/1	3/4 1 7/4	5/4 2 9/4	0,202
7.3	1/1 2 2/1	3/4 1 7/4	1 1 1	5/4 2 9/4	1/1 2 2/1	3/2 2 5/2	0,234
7.4	4/7 4/5 4/3	1/2 2/3 1/1	4/9 4/7 4/5	1 1 1	4/7 4/5 4/3	3/4 1 7/4	0,133
7.5	1/2 1 3/2	4/7 4/5 4/3	1/2 2/3 1/1	3/4 1 7/4	1 1 1	1/1 2 2/1	0,168
7.6	1/2 2/3 1/1	4/9 4/7 4/5	2/5 1/2 2/3	4/7 4/5 4/3	1/2 2/3 1/1	1 1 1	0,094

7.5	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	
7.1	1 1 1	4/7 4/5 4/3	1/2 2/3 1/1	3/4 1 7/4	1/2 1 3/2	1/1 2 2/1	0,168
7.2	3/4 1 7/4	1 1 1	4/7 4/5 4/3	1/1 2 2/1	3/4 1 7/4	5/4 2 9/4	0,202
7.3	1/1 2 2/1	3/4 1 7/4	1 1 1	5/4 2 9/4	1/1 2 2/1	3/2 2 5/2	0,234
7.4	4/7 4/5 4/3	1/2 2/3 1/1	4/9 4/7 4/5	1 1 1	4/7 4/5 4/3	3/4 1 7/4	0,133
7.5	1/2 1 3/2	4/7 4/5 4/3	1/2 2/3 1/1	3/4 1 7/4	1 1 1	1/1 2 2/1	0,168
7.6	1/2 2/3 1/1	4/9 4/7 4/5	2/5 1/2 2/3	4/7 4/5 4/3	1/2 2/3 1/1	1 1 1	0,094

7.6	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	
7.1	1 1 1	4/7 4/5 4/3	1/2 2/3 1/1	3/4 1 7/4	1/2 1 3/2	1/1 2 2/1	0,168
7.2	3/4 1 7/4	1 1 1	4/7 4/5 4/3	1/1 2 2/1	3/4 1 7/4	5/4 2 9/4	0,202
7.3	1/1 2 2/1	3/4 1 7/4	1 1 1	5/4 2 9/4	1/1 2 2/1	3/2 2 5/2	0,234
7.4	4/7 4/5 4/3	1/2 2/3 1/1	4/9 4/7 4/5	1 1 1	4/7 4/5 4/3	3/4 1 7/4	0,133
7.5	1/2 1 3/2	4/7 4/5 4/3	1/2 2/3 1/1	3/4 1 7/4	1 1 1	1/1 2 2/1	0,168
7.6	1/2 2/3 1/1	4/9 4/7 4/5	2/5 1/2 2/3	4/7 4/5 4/3	1/2 2/3 1/1	1 1 1	0,094

Madde 8.X Tarafından Etkilenen Kriterlerin İkili Karşılaştırma Matrisleri

8.1	5.1	5.3	5.4	
5.1	1 1 1	5/4 2 9/4	3/2 2 5/2	0,592
5.3	4/9 4/7 4/5	1 1 1	1/2 1 3/2	0,216
5.4	2/5 1/2 2/3	1/2 1,0 3/2	1 1 1	0,192

8.2	5.2	5.6	
5.2	1 1 1	5/4 1,8 9/4	0,883
5.6	4/9 4/7 4/5	1 1 1	0,117

8.3	5.2	5.4	5.5	5.6	
5.2	1 1 1	3/2 2,0 5/2	2/1 3 3/1	3/2 2 5/2	0,583
5.4	2/5 1/2 2/3	1 1 1	1/1 1,5 2/1	3/4 1,2 7/4	0,240
5.5	1/3 2/5 1/2	1/2 2/3 1/1	1 1 1	1/2 1 3/2	0,054
5.6	2/5 1/2 2/3	4/7 4/5 4/3	1/2 1 3/2	1 1 1	0,123

8.4	6.1	6.2	6.3	
6.1	1 1 1	1/2 2/3 1/1	1/1 2 2/1	0,345
6.2	1/1 2 2/1	1 1 1	3/2 2 5/2	0,558
6.3	1/2 2/3 1/1	2/5 1/2 2/3	1 1 1	0,097

8.5	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	
5.1	1 1 1	1/2 1 3/2	5/4 2 9/4	3/2 2,0 5/2	3/2 2 5/2	0,300
5.2	1/2 1 3/2	1 1 1	1/2 1 3/2	1/1 1,5 2/1	5/4 2 9/4	0,247
5.3	4/9 4/7 4/5	1/2 1 3/2	1 1 1	1/2 1 3/2	1/1 1,5 2/1	0,195
5.4	2/5 1/2 2/3	1/2 2/3 1/1	1/2 1 3/2	1 1 1	1/1 2 2/1	0,171
5.5	2/5 1/2 2/3	4/9 4/7 4/5	1/2 2/3 1/1	1/2 2/3 1/1	1 1 1	0,086

8.1	8.1	8.2	8.3	8.4	8.4	
8.1	1 1 1	2/5 1/2 2/3	1/2 2/3 1/1	1/2 1,0 3/2	1/2 1 3/2	0,129
8.2	3/2 2 5/2	1 1 1	1/1 2 2/1	3/2 2,0 5/2	3/2 2 5/2	0,354
8.3	1/1 2 2/1	1/2 2/3 1/1	1 1 1	3/2 2 2/1	3/2 2,0 5/2	0,274
8.4	1/2 1 3/2	2/5 1/2 2/3	1/2 2/3 1/1	1 1 1	3/2 2 5/2	0,189
8.5	1/2 1 3/2	2/5 1/2 2/3	2/5 1/2 2/3	2/5 1/2 2/3	1 1 1	0,055

8.2	8.1		8.2		8.3		8.4		8.4	
8.1	1 1 1		2/5 1/2 2/3		1/2 2/3 1/1		1/2 1,0 3/2		1/2 1 3/2	0,129
8.2	3/2 2 5/2		1 1 1		1/1 2 2/1		3/2 2,0 5/2		3/2 2 5/2	0,354
8.3	1/1 2 2/1		1/2 2/3 1/1		1 1 1		1/1 2 2/1		3/2 2,0 5/2	0,274
8.4	1/2 1 3/2		2/5 1/2 2/3		1/2 2/3 1/1		1 1 1		3/2 2 5/2	0,189
8.5	1/2 1 3/2		2/5 1/2 2/3		2/5 1/2 2/3		2/5 1/2 2/3		1 1 1	0,055

8.3	8.1		8.2		8.3		8.4		8.4	
8.1	1 1 1		2/5 1/2 2/3		1/2 2/3 1/1		1/2 1,0 3/2		1/2 1 3/2	0,129
8.2	3/2 2 5/2		1 1 1		1/1 2 2/1		3/2 2,0 5/2		3/2 2 5/2	0,354
8.3	1/1 2 2/1		1/2 2/3 1/1		1 1 1		1/1 2 2/1		3/2 2,0 5/2	0,274
8.4	1/2 1 3/2		2/5 1/2 2/3		1/2 2/3 1/1		1 1 1		3/2 2 5/2	0,189
8.5	1/2 1 3/2		2/5 1/2 2/3		2/5 1/2 2/3		2/5 1/2 2/3		1 1 1	0,055

8.4	8.1		8.2		8.3		8.4		8.4	
8.1	1 1 1		2/5 1/2 2/3		1/2 2/3 1/1		1/2 1,0 3/2		1/2 1 3/2	0,129
8.2	3/2 2 5/2		1 1 1		1/1 2 2/1		3/2 2,0 5/2		3/2 2 5/2	0,354
8.3	1/1 2 2/1		1/2 2/3 1/1		1 1 1		1/1 2 2/1		3/2 2,0 5/2	0,274
8.4	1/2 1 3/2		2/5 1/2 2/3		1/2 2/3 1/1		1 1 1		3/2 2 5/2	0,189
8.5	1/2 1 3/2		2/5 1/2 2/3		2/5 1/2 2/3		2/5 1/2 2/3		1 1 1	0,055

8.5	8.1		8.2		8.3		8.4		8.4	
8.1	1 1 1		2/5 1/2 2/3		1/2 2/3 1/1		1/2 1,0 3/2		1/2 1 3/2	0,123
8.2	3/2 2 5/2		1 1 1		1/1 2 2/1		3/2 2,0 5/2		3/2 2 5/2	0,321
8.3	1/1 2 2/1		1/2 2/3 1/1		1 1 1		1/1 2 2/1		3/2 2,0 5/2	0,251
8.4	1/2 1 3/2		2/5 1/2 2/3		1/2 1 3/2		1 1 1		3/2 2 5/2	0,197
8.5	1/2 1 3/2		2/5 1/2 2/3		1/2 1 3/2		2/5 1/2 2/3		1 1 1	0,107

Ek 3 AHP ikili karşılaştırma matrisleri

	4 KYS	5 MGMT	6 RESOR	7 PRODUCT	8 MEASURE	
4	1,00	0,25	0,50	2,00	3,00	0,134
5	4,00	1,00	2,00	6,00	9,00	0,479
6	2,00	0,50	1,00	4,00	6,00	0,268
7	0,50	0,17	0,25	1,00	2,00	0,075
8	0,33	0,11	0,17	0,50	1,00	0,045
CM=0,057						

	51	52	53	54	55	56	
51	1,00	2,00	3,00	4,00	6,00	8,00	0,393
52	0,50	1,00	2,00	2,00	4,00	6,00	0,242
53	0,33	0,50	1,00	1,00	3,00	4,00	0,133
54	0,25	0,50	1,00	1,00	2,00	3,00	0,126
55	0,17	0,25	0,33	0,50	1,00	2,00	0,066
56	0,13	0,17	0,25	0,33	0,50	1,00	0,039
CM=0,072							

	61	62	63	64	
61	1,00	2,00	4,00	8,00	0,533
62	0,50	1,00	2,00	4,00	0,267
63	0,25	0,50	1,00	2,00	0,133
64	0,13	0,25	0,50	1,00	0,067
CM=0,0					

	71	72	73	74	75	76	
71	1,00	2,00	5,00	5,00	9,00	9,00	0,477
72	0,50	1,00	2,00	2,00	4,00	4,00	0,213
73	0,20	0,50	1,00	1,00	2,00	2,00	0,103
74	0,20	0,50	1,00	1,00	2,00	2,00	0,103
75	0,11	0,25	0,50	0,50	1,00	1,00	0,052
76	0,11	0,25	0,50	0,50	1,00	1,00	0,052
CM=0,025							

	81	82	83	84	85	
81	1,00	0,13	0,25	0,50	1,00	0,063
82	8,00	1,00	2,00	4,00	8,00	0,500
83	4,00	0,50	1,00	2,00	4,00	0,250
84	2,00	0,25	0,50	1,00	2,00	0,125
85	1,00	0,13	0,25	0,50	1,00	0,063
CM=0,0						

	731	732	733	734	735	736	737	
731	1,00	2,00	2,00	3,00	6,00	9,00	9,00	0,347
732	0,50	1,00	1,00	2,00	4,00	6,00	6,00	0,204
733	0,50	1,00	1,00	2,00	4,00	7,00	7,00	0,213
734	0,33	0,50	0,50	1,00	2,00	2,00	4,00	0,115
735	0,17	0,25	0,25	0,50	1,00	2,00	2,00	0,057
736	0,11	0,17	0,14	0,25	0,50	1,00	1,00	0,032
737	0,11	0,17	0,14	0,25	0,50	1,00	1,00	0,032
CM=0,057								

	741	742	743	
741	1,00	3,00	9,00	0,692
742	0,33	1,00	3,00	0,231
743	0,11	0,33	1,00	0,077
CM=0,0				

	751	752	753	754	755	
751	1,00	2,00	4,00	6,00	9,00	0,479
752	0,50	1,00	2,00	4,00	6,00	0,268
753	0,25	0,50	1,00	2,00	3,00	0,134
754	0,17	0,25	0,50	1,00	2,00	0,075
755	0,11	0,17	0,33	0,50	1,00	0,045
CM=0,057						

	421	422	423	424	
421	1,00	0,50	0,13	0,20	0,061
422	2,00	1,00	0,20	0,50	0,122
423	8,00	5,00	1,00	2,00	0,545
424	5,00	2,00	0,50	1,00	0,272
CM=0,055					

	41	42	
41	1,00	0,20	0,167
42	5,00	1,00	0,833
CM=0,0			

	541	542	
541	1,00	5,00	0,833
542	0,20	1,00	0,167
CM=0,0			

	551	552	553	
551	1,00	3,00	6,00	0,600
552	0,50	1,00	3,00	0,300
553	0,17	0,33	1,00	0,100
CM=0,0				

	561	562	563	
561	1,00	2,00	8,00	0,615
562	0,50	1,00	4,00	0,308
563	0,13	0,25	1,00	0,077
CM=0,0				

	621	622	
621	1,00	0,20	0,167
622	5,00	1,00	0,833
CM=0,0			

	721	722	723	
721	1,00	2,00	0,25	0,182
722	0,50	1,00	0,13	0,091
723	4,00	8,00	1,00	0,727
CM=0,0				

	851	852	853	
851	1,00	6,00	3,00	0,67
852	0,17	1,00	0,50	0,11
853	0,33	2,00	1,00	0,22
CM=0,0				

	821	822	823	824	
821	1,00	2,00	4,00	8,00	0,533
822	0,50	1,00	2,00	4,00	0,267
823	0,25	0,50	1,00	2,00	0,133
824	0,13	0,25	0,50	1,00	0,067
CM=0,0					

ÖZGEÇMİŞ

Umut Hulusi İNAN



Doğum tarihi 07.12.1976

Doğum yeri İzmir

Eğitim

Yüksek Lisans	2001	Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Yüksek Lisans
Lisans	1999	İstanbul Teknik Üniversitesi İşletme Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü
Lise	1993	Çanakkale Lisesi

Çalıştığı kurumlar

08.2008-	Gül Matbaacılık Ambalaj San. Tic. A.Ş. Genel Müdür Yardımcısı
07.2001-08.2008	Boğaziçi Eğitim Danışmanlık Yönetim Danışmanı, Eğitimci, Denetçi
12.1999-07.2001	Kocaeli Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Böl. Araştırma Görevlisi

Yayınlar

11.2005	Comp. & Industrial Engineering Conf. “The Problems and Alternative Resolutions of Integrated Management System’s Sustainability- A Survey on Turkish Industry”, İstanbul
11.2006	Institute for Operations Research and Management Sciences (INFORMS). “Fuzzy Logic Based

Dynamic Scheduling For Cardboard Manufacturing Company” Annual Meeting, Pittsburg, US

02.2008

“Fair Referee Assignments for Professional Football Leagues” M. Yavuz, U. İnan, A. Fırlalı, Computers and Operations Research