

154487

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DİNAMİK SİSTEMLERİN ZAYIF NOKTALARININ
İNCELENMESİ VE BELİRLENMESİ**

Endüstri Müh. Şenay KOMA

FBE Endüstri Müh. Anabilim Dalı Endüstri Müh. Programında

Hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Hüseyin BAŞLIGİL

Prof. Dr. Hüseyin BAŞLIGİL

Prof. Dr. Galip Cansever

Y. Doç. Dr. Semih Özüf

İSTANBUL, 2004

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ.....	v
KISALTMA LİSTESİ.....	vi
ŞEKİL LİSTESİ.....	vii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	viii
ÖNSÖZ.....	ix
ÖZET.....	x
ABSTRACT.....	xi
1. GİRİŞ.....	1
2. DİNAMİK SİSTEM.....	3
2.1 Dinamik (Çok Durumlu) Sistem.....	3
2.2 Dinamik Davranış ve Türleri.....	4
2.3 Dinamik Sistem Modeli.....	8
2.3.1. Dinamik Sistem Modelinin Temel Yapısı.....	8
2.4 Dinamik Sistem Olayları.....	9
2.4.1 Sistemin Tepkisi.....	9
2.4.2 Sistemin Yanıtı.....	10
2.4.3 Sistemin Etkisi.....	10
2.4.4 Sistemin Davranışı.....	10
3. ZAYIF NOKTA ANALİZİ.....	11
3.1 Zayıf Nokta Kavramının Tanımı.....	11
3.2 Zayıf Nokta Analizinin Kapsamı.....	12
3.3 Zayıf Nokta ve Hata İlişkisi.....	13
3.3.1 Hata Kavramının Tanımı.....	14
3.3.2 Hataların Sınıflandırılması.....	14
3.3.2.1 Meydana Geldiği Aşamaya Göre Hata Sınıflandırması.....	15
3.3.2.2 Sonuçlarına Göre Hata Sınıflandırması.....	15
3.3.2.3 Zamana Göre Hata Sınıflandırması.....	17
3.3.2.4 Nedenlerine Göre Hata Sınıflandırması.....	18
3.4 Zayıf Nokta Analizi.....	21
3.4.1 Zayıf Nokta Analizinin Adımları.....	22
3.4.2 Zayıf Nokta Sisteminin Kurulması.....	23
4. BULANIK MANTIK ve SİSTEMLER.....	25
4.1 Belirsizlik Kavramları.....	25
4.1.1 Belirsizlik ve Kesin Olmayış.....	27
4.1.2 Bulanık Sistem Ne Demektir.....	27
4.2 Üyelik Fonksiyonu.....	32
4.2.1 Üyelik Fonksiyonu Kısımları ve Özellikleri.....	34
4.2.2 Standart Formlar ve Sınırlar.....	36

4.2.3	Fuzifikasyon (Bulanıklaştırma).....	37
4.2.4	Üyelik Değeri Atanması (Belirlenmesi).....	37
4.3	Bulanık Kümeler.....	40
4.3.1	Bulanık Küme İşlemleri.....	43
4.3.2	Bulanık Küme Özellikleri.....	45
4.4	Bulanık İlişkiler (Bağıntılar).....	47
4.4.1	Bulanık İlişki işlemleri ve Kartezyen Çarpım.....	50
4.4.2	Bulanık Tolerans ve Eşdeğerlik İlişkileri.....	50
4.4.3	Bulanık İlişki Matrisi Değerlerinin Belirlenmesi.....	51
4.4.4	Bulanık İlişki Bileşke İşlemleri.....	52
4.5	Durulaştırma (Defuzifikasyon).....	53
4.5.1	Bulanık Kümelerin Lamda Kesitleri.....	53
4.5.2	Bulanık İlişkilerin Lamda Kesitleri.....	54
4.5.3	Defuzifikasyon Yöntemleri (Durulaştırma İşlemleri).....	54
4.6	Bulanık Kural-Tabanlı Sistemler.....	57
4.6.1	Doğal Dil.....	58
4.6.2	Sözel Eşikler.....	58
4.6.2.1	Daraltma.....	59
4.6.2.2	Genişleme.....	59
4.6.2.3	Yoğunlaştırma.....	60
4.6.3	Kural Tabanlı Sistemler.....	60
4.7	Klasik Mantık ve Önergeler.....	62
4.8	Bulanık Mantık ve Önergeler.....	64
5.	İŞLETME DEĞERLEME ZAYIF ve GÜÇLÜ YÖNLERİN ANALİZİ.....	66
5.1	Genel ve Sektörel Bakımdan Değerlendirme.....	66
5.2	İşletme Değerleme Güçlü ve Zayıf Tarafların Analizine İlişkin Yöntemler.....	67
5.3	M. Porter Değer Zinciri Analizi.....	69
5.3.1	Değer Sistemi.....	69
5.3.2	Değer Zincirini Oluşturan Faaliyetler.....	70
5.3.3	Değer Zincirindeki Bağlantılar.....	71
5.4	Micheal Porter'a Göre Sektör Analizi.....	71
5.4.1	Tedarikçilerin Pazarlık Gücü.....	73
5.4.2	Müşterilerin Pazarlık Gücü.....	74
5.4.3	Alternatif Endüstriler.....	76
5.4.4	Endüstriye Yeni Giren Firmalar.....	77
5.4.5	Rekabetin Şiddetini Belirleyen Etmenler.....	80
5.4.6	Yatırımın Risk Analizinde Rakiplerin İncelenmesi.....	82
5.4.6.1	Rakiplerin Üretim Kapasiteleri ve Üretim Miktarları.....	83
5.4.6.2	Rakiplerin Büyüme Oranları.....	83
5.4.6.3	Ayrıcalıklı Rekabet Avantajına Sahip Rakipler.....	83
5.4.6.4	Rakiplerin Maliyetleri.....	83
5.4.6.5	Rakiplerin Sezilebilir Davranışları.....	84
5.4.7	Çevresel Yatırım Risk Analizleri İçin Bilgi Toplama.....	84
6.	ZAYIFLIK ANALİZİ UYGULAMASI.....	86
6.1	Çalışmanın Amacı ve Kullanılan Yöntemler.....	86
6.2	Temel Ekonomik Amaçların Belirlenmesi.....	86

6.3	Porter Analizine Göre İncelenen Bileşenler.....	87
6.4	Bulanık Mantık Modeli.....	88
6.4.1	Bulanıklaştırma.....	88
6.4.2	Bulanık Kuralların Oluşturulması.....	92
6.4.3	Bulanık Değerlerin Durulaştırılması.....	95
6.5	Elde Edilen Bulgular.....	97
7.	SONUÇLAR	99
	KAYNAKLAR.....	100
	EKLER.....	102
EK 1	Bulanık Kuralların Uygulanması Sonucu Elde Edilen Değerler.....	102
EK 2	Bulanık Değerlerin Durulaştırılması.....	104
	ÖZGEÇMİŞ.....	107



SİMGE LİSTESİ

$\mu(x)$	x'in bulanık mantık üyelik değeri
$\chi(x)$	x'in klasik mantık üyelik değeri
α	Kesit kümesi
$\cap$	Küme kesişimi
$\cup$	Küme birleşimi
$\subset$	Kapsama
$\wedge$	Ve bağlacı
$\vee$	Veya bağlacı
$\Rightarrow$	İse bağlacı
$\Leftrightarrow$	Ancak ve ancak bağlacı
$X \times Y$	Kartezyen çarpım kümesi

KISALTMA LİSTESİ

Min.	En küçük değer
Max.	En büyük değer
TSK	Tagaki-Sugeno-Kank Bulanık Sistemi
Card	Kardinalite(Nicelik sayısı)



ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2.1	S-Eğrisi dinamiği.....4
Şekil 2.2	Dinamik davranış titreşim.....5
Şekil 2.3	Dinamik davranış: tepeli titreşim.....6
Şekil 2.4	Üstel büyüme.....6
Şekil 2.5	Ardışık-basamak büyüme.....7
Şekil 2.6	İleri büyüme ve yıkılış.....7
Şekil 3.1	Tanımlama ağacı.....12
Şekil 3.2	Güvenlik piramidi.....17
Şekil 4.1	Klasik sistem.....29
Şekil 4.2	Genel bulanık sistem.....29
Şekil 4.3	TSK Bulanık sistemi.....30
Şekil 4.4	Bulanıklaştırma-Durulaştırma birimli bulanık sistem.....31
Şekil 4.5	Bitişik dikdörtgen gösterim.....33
Şekil 4.6	Bitişik üçgen gösterim.....33
Şekil 4.7	Örtüşmeli üçgen gösterimi.....34
Şekil 4.8	Bir bulanık kümenin çekirdek destek ve sınır kısımları.....34
Şekil 4.9	Normal bulanık küme.....35
Şekil 4.10	Subnormal bulanık küme.....35
Şekil 4.11	Konveks normal bulanık küme.....35
Şekil 4.12	Nonkonveks normal bulanık küme.....36
Şekil 4.13	"x, 1'e yakındır" önermesine ait ayrık üyelik fonksiyonu.....42
Şekil 4.14	"x, 1'e yakındır" önermesine ait üyelik fonksiyonu.....43
Şekil 4.15	Bulanık alt kümeler.....44
Şekil 4.16	Bulanık kümelerin birleşimi.....44
Şekil 4.17	Bulanık kümelerin kesişimi.....44
Şekil 4.18	Bulanık kümelerin tümleyeni.....45
Şekil 4.19	Sagittal diyagram.....48
Şekil 4.20	En büyük üyelik derecesi durulaştırması.....55
Şekil 4.21	Sentroid yöntemi ile durulaştırma.....55
Şekil 4.22	Ağırlıklı ortalama yöntemi ile durulaştırma.....56
Şekil 4.23	Ortalama en büyük üyelik durulaştırması.....56
Şekil 4.24	Toplamların merkezi durulaştırması.....57
Şekil 4.25	Daraltma işlemi.....59
Şekil 5.1	Micheal Porter'ın sektör modeli.....72
Şekil 6.1	M.Porter değer zinciri.....87
Şekil 6.2	Endüstride rekabet.....88
Şekil 6.3	Güvenlik üyelik fonksiyonu.....93
Şekil 6.4	Makro ekonomik verimlilik fonksiyonu.....93
Şekil 6.5	Otonomi üyelik fonksiyonu.....94
Şekil 6.6	Müşteri memnuniyeti üyelik fonksiyonu.....94
Şekil 6.7a	Bulanıklaştırma ve bulanık çıkarım.....96
Şekil 6.7b	Bulanıklaştırma ve bulanık çıkarım.....97

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 4.1 İkili karşılaştırma ile sıralama metodu.....	39
Çizelge 6.1 Amaçlar doğrultusunda incelenen elemanlar ve seçenekler.....	88
Çizelge 6.2 İkili karşılaştırma ile sıralama metodu.....	89
Çizelge 6.3 Rekabet Stratejileri – Seçeneklerinin sistem amaçlarını gerçekleştirebilmelerine göre derecelendirilmesi.....	90
Çizelge 6.4 Kaynak ve gelirler- Sistem amaçlarını gerçekleştirebilmelerine göre seçeneklerin sıralanması.....	90
Çizelge6.5 Yatırım alternatifleri- Sistem amaçlarını gerçekleştirebilmelerine göre seçeneklerin sıralanması.....	91
Çizelge6.6 Kaynak dağılım formları – Sistem amaçlarını gerçekleştirebilmelerine göre seçeneklerin sıralanması.....	91
Çizelge6.7 Araştırma ve geliştirme seçenekleri- Sistem amaçlarını gerçekleştirebilmelerine göre seçeneklerin sıralanması.....	92
Çizelge6.8 Yeni ürünler üzerinde çalışma seçeneğinin amaçları gerçekleştirmesi.....	94

ÖNSÖZ

Sistem ve ilişkili kavramlar artık yaşantımızın içinde önemli bir yer tutmaktadır. Yapılan bir çok çalışmada incelenen kavram ve olaylar sistem ve alt sistemler üzerinden veya süreçler vasıtasıyla analiz edilmektedir.

İçinde bulunulan sistemler çoğunlukla dinamik, değişken, karmaşık ve modellenmesi kolay olmayan sistemlerdir.

Bu çalışmada, bulanık mantık kuralları kullanılarak dinamik sistemlerin zayıflıkları incelenmeye ve belirlenmeye çalışıldı. Bu amaç doğrultusunda hazırlanan çalışma yedi bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde kısa bir giriş ile yapılan çalışma genel hatlarıyla açıklandı. İkinci bölümde inceleme alanı olan dinamik sistem modeli ve yapısı tanıtıldı. Üçüncü bölümde, inceleme konusu olan zayıf nokta kavramı ve zayıf nokta analizi üzerinde duruldu. Dördüncü bölümde, yapılan analizlerin bulanık mantık çerçevesinde incelenmesinden dolayı bulanık mantık ve sistemler ele alındı. Beşinci bölümde stratejik düzeyde işletme değerlendirme ve zayıflık-güçlülük analizi ile ilgili yöntemler incelendi. Altıncı bölümde ise bütün diğer bölümlerin uygulama alanı bulduğu bir model üzerinden işletmelerin zayıflıkları analiz edildi. Yedinci bölümde ise çalışmadan elde edilen sonuçlar belirtilmiştir.

Ortaya konulan bu çalışmanın hazırlanması için beni cesaretlendiren ve yönlendiren hocam Prof. Dr. Hüseyin Başlıgil'e yardımları, daima yapıcı olan eleştirileri nedeniyle teşekkürü bir borç bilirim. Eserlerinden yararlandığım bilim adamlarına saygılarımı sunarım. İlgileri, sabırları, destekleri ve hazırladıkları çalışma ortamı nedeniyle aileme de teşekkür ederim.

ÖZET

Zayıf noktalar sistem zayıflığına işaret eden, eğer belirlenmezse gelecekte önemli sonuçlara neden olabilen sistem olaylarıdır. Öyle ki, zayıf nokta, sistemin yapısını geliştirmek, potansiyel felaketlerin risklerini azaltmak için birer fırsattır. Bu nedenle zayıf noktalar analiz edilip tanımlanmalıdır.

Bu çalışmada dinamik sistemlerin zayıflıklarını belirlemek için bulanık mantık yardımı ile genel bir model sunduk. Bu modelde M. Porter sektör analiz modeli ile stratejik düzeyde zayıflık kavramını inceleyerek bazı veriler elde ettik.

Model iki ana bölümden oluşmaktadır. Bulanık model sistematik olarak amaçların belirlenmesi ve girdi ve çıktıların ilişkilendirilmesi ile oluşturulmaya başlandı. Önce bulanık mantık ile bulanık kurallar ve üyelik fonksiyonları oluşturuldu. Daha sonra bu kurallar ve fonksiyonlar ile eldeki veriler değerlendirildi. Değerlendirilen veriler bulanık veriler olarak karşımıza çıktı. Bu veriler en son karar verebilmemiz için toplu sonuçlara dönüştürüldü. Bu şekilde sistemin zayıflıkları değerlendirilip karar vermemize yardımcı bilgiler elde edildi.

Anahtar Kelimeler: Dinamik Sistemler, Zayıf Nokta, Zayıflık, Bulanık Mantık ve Modelleme

ABSTRACT

A “near-miss” is an event that signals a system weakness that if not remedied could lead to significant consequences in the future. As such, a near-miss is also an opportunity to improve system structure and stability, and an opportunity to reduce risk exposure to potential catastrophe. For these reasons they must be analysed, determined and identified.

In this paper we present a general simple framework or model for analysing of near-misses of dynamic systems, with the aid of “fuzzy logic” that models human reasoning by managing “knowledge” close to the way it is handled by human language. In this model, we get some inputs by analysing the near-miss concept from strategic level with the help of M. Porter’s sector analysing model.

This model consists of two main parts. Fuzzy logic modeling starts with a systematic description of the object of modelling and then relates “inputs” to “outputs” in a categorical manner. In the first, we design an expert system, and establish the membership functions. Later by the help of expert system and membership functions, we get some fuzzy values. Then we convert these fuzzy values and we get an aggregate sum for decision making. By this way we can evaluate near-misses and make decisions.

Keywords: Dynamic Systems, Near-miss, Weakness, Fuzzy Logic and Modelling,

1. GİRİŞ

Sistem yaklaşımı, giderek önem kazanan ve her konuya bu şekilde yaklaşılması kaçınılmaz olan bir akım olarak belirginleşmektedir. Özellikle içinde bulunulan sistemlerin çok değişkenli ve sürekli alışveriş içinde olan dinamik sistemler olması sebebiyle bu karmaşık durumlarda bir çok problem ve sorunlarla karşılaşmaktadır. Bu sorunlar sistemlerin niteliklerine göre değişmektedir. Fakat çözülmeyen sorunlar her zaman sistem için bir zayıflık konusu olmaktadır.

Zaman içinde, sistemler karmaşılaşırken, hızlı değişimlerle sistemler arası etkileşimler yoğunlaştı ve sistemler belirsizlik içinde varlıklarını sürdürmeye devam ettiler. Bu belirsizlikler bazen sistemlerin zayıf anlarında olumsuz sonuçlara neden olmuştur.

Bu çalışmada, bazı tanımlardan yola çıkarak, bu zayıflıkların neler olabileceği, nasıl incelenebileceği, ne gibi analiz yöntemlerinin kullanılıp, geliştirilebileceği üzerine bir araştırmada bulunduk. Bunu yaparken dinamik sistem modelini düşünerek bir endüstriyel işletme dinamik sistemini ele aldık. İşletme dinamik sistemi gerek içinde bulunduğu yakın çevresi ve gerekse kendi bünyesi içinde bir çok zayıflıklarla karşı karşıya kalmaktadır. Bu zayıflıklar, kendi içinde operasyonel ve taktik düzeyde ön plana çıkarken, yakın çevresi ve dış ortam ile olan ilişkilerinde stratejik düzeyde kendini göstermektedir.

Çalışmanın ilk bölümlerinde zayıf nokta “near-miss” olarak tanımladığımız konu zamanla daha belirsiz ve soyut bir kavrama dönüşmeye başladı. Zayıf nokta tanımında da geçen, “sistemin güçlendirilmesi, düzeltilmesi için dikkate alınması gereken fırsatlar, potansiyel olaylar” niteliklerle ifade edilmeye başlayan, özellikle stratejik düzeye doğru gidildikçe uzman görüş ve fikirlerine dayanan kavramlar olmaya başlamıştır.

Literatürde bu gibi kavramsal ve daha çok niteliksel verilere dayanan konuların incelenmesinde klasik mantık yerine bulanık mantık tercih edilmektedir. Bizde bu yaklaşımla sözel verilere dayanan araştırma konumuzu bulanık mantık çerçevesinde yorumlamaya çalıştık. Böylece konunun daha somut ve teknik bir alana yönelmesi ile daha kolay incelenip, sonuçların daha analitik bir biçimde ortaya konulması amacıyla bulanık mantık kavram ve kurallarını yapmış olduğumuz analiz içinde inceledik.

Bulanık küme ile ilgili kavramlar ilk olarak 1964 yılında L.A. Zadeh tarafından ele alınmıştır. Zadeh, bir sistemdeki karışıklığın yarattığı belirsizliğin farklı görünümelerini ve kişilerin algılama farklılıklarını, 1965 yılında “bulanık kümeler” adı altında yayınlanan makalesinde ele almıştır. Bulanık mantık uygulamaları endüstride bir çok alanda kendine yer edinmiştir.

Belirsizliğin ve insan unsurunun var olduğu her alanda bu mantıktan yararlanılabileceği kanısındayım.



2. DİNAMİK SİSTEM

2.1 Dinamik (Çok Durumlu) Sistem

Dinamik sistem, içinde olay meydana gelen ve zaman içinde durumu değişen sistemdir. Değişik hızlarda, ileri ve geri hareket edebilen otomobil dinamik bir sistemdir. Açık veya kapalı durum alabilen motor da dinamik bir sistemdir. Dinamik sistemler açık veya kapalı olarak düşünülebilirler. Eğer ögeler yalnız kendi aralarında etkileşime giriyorlar ise bu dinamik sistem kapalıdır.

En genel anlamda dinamik sistem, belli ögelerin farklı ögeler yaratmak için kendi kendini denetleyen süreçler boyunca dönüştürdükleri bir sistemdir.

Tüm dinamik sistemler görünüşte birbirlerinden çok farklı gözükseler de, hepsi birbirleri ile bağıntılı benzer öğelerden oluşmuşlardır. Bu elemanlar girdi, çıktı, dönüştürücü ve denetleyicilerdir. Bu temel yaklaşıma göre tüm biyolojik birimler, hayvanlar ve bitkileri dinamik sistemler olarak yapılandırılabilirler. Bunlara ek olarak, günlük yaşamımızda dinamik sistemlerin bir dolu örneğine rastlamak mümkündür. Belli bir sistemin dinamik olarak tasarlanması bu, sistemin işlemlerinde yaşam benzeri nitelikler gösterdiği anlamını taşımaktadır.

Dinamik sistemin her bir ögesinin ve bunlar arasındaki bağıntıların gerçek doğasını belirlemek her zaman kolay bir iş değildir. İçinde insan ögesinin görece olarak küçük bir rol oynadığı dinamik sistemler üst derecede yapılaşma eğilimi taşıyan ve ayrıntılı incelemeler bekleyen sistemlerdir.

Yapılaşmamış sistemler, tanım ve inceleme açısından çok daha fazla güçlük taşırlar. Genel olarak şunu söyleyebiliriz. Dinamik bir sistem içindeki insan ögesi arttıkça, sonuç sistemin yapılaşmamış olması olasılığı artar. Örneğin bir işletmenin organizasyonu birimi yapılaşmamış dinamik bir sistemdir. Girdileri ve çıktıları değişken olma eğilimini gösterirler. İşlemler (dönüşümler) her zaman düzgün bir biçimde yürümez. Yöneticinin (denetleyici) sistemi kararlı bir konumda tutabilmesi ancak büyük güçlüklerle mümkün olmaktadır. Sonuç olarak yapılaşmamış dinamik sistemler incelenmesi daha güç olan, ancak harcanan çabalara karşılık daha büyük yararlar sağlayan sistemdir.

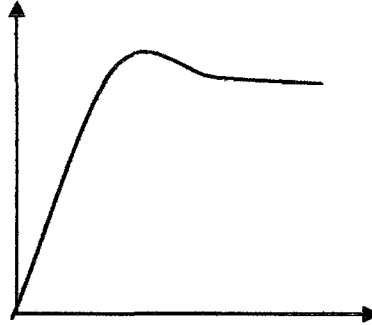
2.2 Dinamik Davranış Ve Türleri

Sistemi incelemenin temel ilkelerinden biri olan bütünsellik ilkesi yalnızca öğelerin donmuş bütünlüğü değil aynı zamanda öğeler arasındaki ilişkilerin bütünlüğünü de öngörür. Öngörülen bir diğer bütünlük de zamansal bütünlüktür. Zamansal bütünlük, zaman içindeki değişimi ifade etmektedir. Gerek öğelerin özellikleri gerekse ilişkiler zaman içinde değişmektedir. Sistemleri anlayabilmek için onların geçirdikleri evrimsel değişimi kavrayabilmek ve gelecekte gösterecekleri davranışları kestirebilmek gerekecektir.

Dinamik davranış, temel davranış türlerine göre daha karmaşıktır. Özellikle pozitif ve negatif çevrimlerin sistemde bir arada bulunması durumunda bu karmaşıklık daha da artar (Başlıgil,2000).

Önemli olarak, altı tür dinamik davranıştan bahsedeceğiz. Bunlardan ilk üç davranış negatif geribildirim çevrimi işleminin sonuçlarını göstermektedir. Bu davranışı gösteren sistemler pozitif çevrimler de içerebilirler. Ancak, davranışı oluşturan baskın çevrim negatif geri bildirim çevrimidir.

a)S-Eğrisi Dinamiği :Burada, başlangıçta yavaş bir büyüme daha sonra ani ve hızlı bir büyüme söz konusudur. Sonunda düzgün bir değerde sistem doyuma ulaşır. Bu davranış, çevresi tarafından şoklarla etkilenen ve yeni koşullara kendini ayarlayan sistemi anımsatmaktadır. Böyle bir davranış çevresi tarafından geniş ölçüde baskı altında bulunan ve çevrenin her istemine yanıt vermekle yetinen bir sistem için arzu edilebilir.



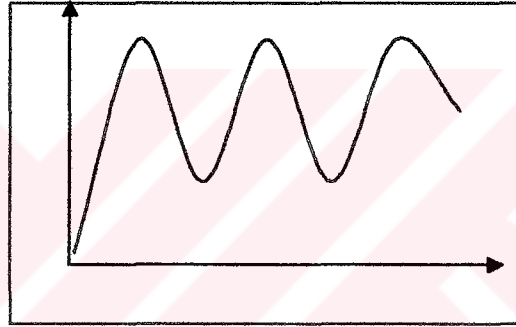
Şekil 2.1 S-Eğrisi dinamiği

Böyle durumlarda, yeni değere geçiş için gerekli olan geçiş zamanını indirmek ve kararlı duruma mümkün olduğu kadar düzgün bir durumda geçilmesi istenir. Buna seçenek olarak çok sık şok etkisi altında kalan bir sistem için, yeni değere doğru hareket etmek için gerekli zamanın artması beklenebilir. Böylelikle sistemin sabit hareketli hedefin yok olması önlenip, sistem çevresel şoklardan da yalıtılır.

Bu dinamik davranış klasik bir ikilem göstermektedir. Eğer çevresel şoklar sık ise ve sıklıkla ters yönde ise, örneğin kısa zamanlı pazar hareketleri gibi, bu durumda, sistemin mümkün olduğu kadar duyarsız olmasını başka bir deyişle dışsal etkilerin düzgünleştirilmesini isteriz. Diğer taraftan, sistem, kalıcı değişimlere, örneğin pazarda gerçek bir değişime rastladığında mümkün olduğu kadar hızlı ve düzgün bir şekilde ayarlanabilir.

Tahmin yöntemlerinden geniş ölçüde yararlanılsa bile, uygulamada şokun ne türden bir şok olduğunu önceden anlayabilmek çok güçtür. Sistem tasarımcısı, bu iki seçenek arasında bir uzlaşma yapmak zorunda kalacaktır.

b)Titreşim:Bu durumda değişken, aşağı ve yukarı hareket eder. Davranış sıklıkla çok düzensizdir. S- eğrisini düzgün bitiş değerine ilişkin davranışın titreşimli olduğu genel bir kanıdır.



Şekil 2.2 Dinamik davranış titreşim

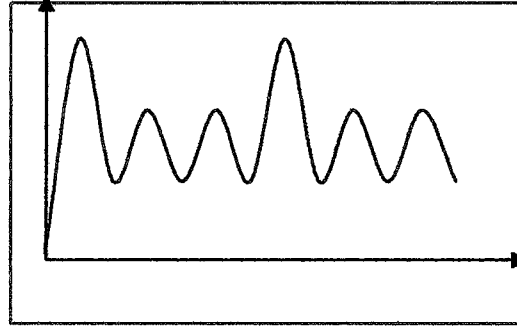
Titreşimler, değişkene bağlı olarak istenebilir veya istenmeyebilir. Örneğin ödemeler dengesindeki bir titreşim arzu edilmeyen bir durumdur. Buna karşılık, üretimin kısa zamanlı pazar değişiklikleri karşısında yalıtılmasının sağlanması koşuluyla stoklardaki dalgalanma kabul edilebilir bir durumdur.

İstenilmeyen titreşim bulunması durumunda amaç bu titreşimin azaltılması veya kısa sürede hızla yok olacağından emin olmaktır.

Titreşimli davranış bir tür amaç veya kararlı bir değere ulaşma yönünde bir çabayı anımsatmaktadır. Söndürülmüş titreşimler başarının belirtisidir, söndürme ne kadar büyükse başarıda o kadar büyüktür. Sürekli titreşim, amacına ulaşamayan veya dış şoklarda sürekli hedefinden uzağa itilen bir sistemin belirtisidir. Eğer titreşimler artıyor ise, sistem tatmin edici olmaktan çok uzaktır.

c) Tepeli Titreşim: Bu ticari malların fiyatlarının davranışına çok uygundur. Örneğin bakırın spot fiyatları bu davranışı gösterirler. Tepe noktası bir veya daha fazla yılda bir oluşur. Bu

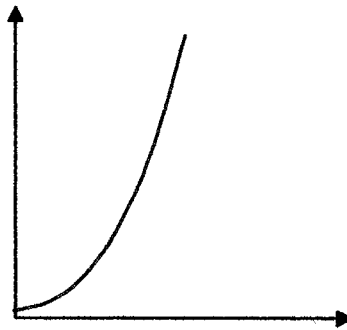
davranış, dışardan ek bir soru getirerek dışsal istemdeki hareketlere kendini uyarlamaya çalışan bir sistemin davranışdır.



Şekil 2.3 Dinamik davranış: tepeli titreşim

Tepe değerleri arasındaki titreşimler, sistemdeki küçük değişimlere sistemin kendini ayarlama çabasıdır. İstenen tepe noktalarının yok edilebilmesidir. Ancak ticari mal pazarında arz ve talebin fiyat esnekliğinin çok küçük olduğu düşünülürse tepe noktalarını yok etmenin hiç de kolay olmadığı anlaşılır. Böyle bir durumda, sistem dinamiği incelemesinin amacı, fiyatı kararlı duruma getirebilmek üzere, ticari mal stok politikasının tasarımı olabilir.

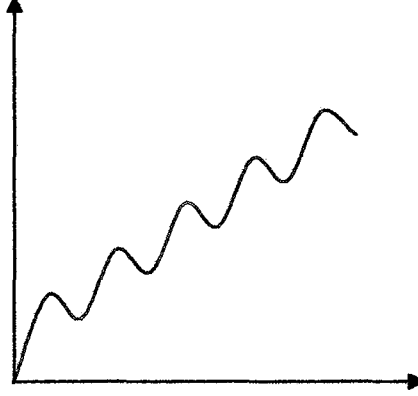
d) Üstel Büyüme: Tekli pozitif geri bildirim çevriminin ideal davranışı üstel büyümedir. Sonlu bir dünyada böyle bir büyümenin sürmesi olanaksızdır. Ancak yönetim sistemlerinde bu durumla karşılaşılabilir.



Şekil 2.4 Üstel büyüme

Büyümenin istendiği her yerde yapılacak iş, pozitif geri bildirimin kuvvetlendirilmesidir. Eğer istenmez ise yapılacak olan pozitif geri bildirimin zayıflatılması yani büyümenin yavaşlatılmasıdır. Seçenek bir yaklaşım ise, bir negatif geri bildirim çevrimini sisteme sokmak veya varolan bir negatif geri bildirim çevrimini kuvvetlendirmek olabilir.

e) Ardışık Basamak Büyüme: Ardışık basamak büyüme, pozitif veya negatif çevrimlerin karışımından oluşur. Büyüme aşaması boyunca pozitif çevrimler daha baskındır. Statik sürelerde ise negatif geri bildirimler davranışı yönlendirir.

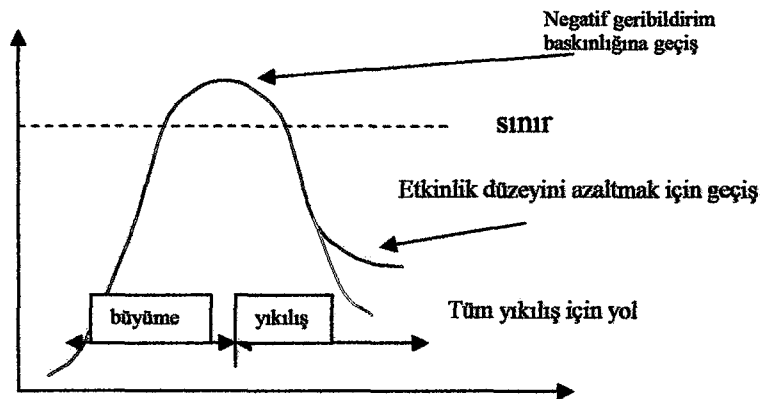


Şekil 2.5 Ardışık-Basamak büyüme

Sistem içinde, baskınlığı pozitif ve negatif çevrim arasında hareket ettiren, işleyen bir mekanizma vardır. Bu durumda sistemin incelenmesinin amacı baskınlığı yönlendiren mekanizmayı bulmak ve onu denetlemektir. Bu denetim, büyümeyi sürdürmek amacı ile pozitif geri bildirim baskınlığını sağlamak olabileceği gibi, eğer sistem düşüş gösteriyor ise negatif geri bildirimin kararlaştırıcı etkisinin güçlendirilmesi amacına da yönelebilir.

Ardışık-basamak büyüme, sanayi işletmelerinde çok geçerlidir. Bu işletmelerde hızlı genişleme devrelerini duraklama aşaması izler. Her iki durum da negatif geribildirim sürecine karşılık gelmektedir.

f) İleri Büyüme Ve Düşüş: Sistem, belirli bir sınıra doğru büyüme gösterir ve sonlu dünyada böyle bir sınırı olması da zorunludur.



Şekil 2.6 İleri büyüme ve yıkılış

Ancak her ne kadar böyle bir sınır varsa da, bu sınır geçilmez değildir. Nitekim ileri büyümede bu sınır aşılır. Bu durumda sistemi sınır noktasına geri götürmeye yönelik güçler

ortaya çıkar ve düşüş meydana gelir. Zira sisteme öylesi zararlar verilmiştir ki, artık sistemin varlığı sınır noktasında sürdürülemez duruma gelir.

Bu davranışa klasik bir örnek, hızla büyüyerek dev bir boyuta ulaşan işletmenin büyümenin getirdiği sorunlar nedeni ile ulaşılan bu noktanın ötesine gidemeyerek, borçlarını ödeyemez duruma düşmesi ve yok olmaya yönelmesidir.

2.3 Dinamik Sistem Modeli

Dinamik modelden bazı amaçları gerçekleşmesi beklenmektedir. Beklenenlerin sağlanabilmesi için ise modelin belli özellikleri içermesi gerekmektedir. Bu özellikler şöyle sıralanabilir:

1. Öngörülen neden-sonuç ilişkisini tanımlama yeteneğini taşımak,
2. Basit bir matematik yapıya sahip olmak,
3. İçerdiği kavramların, ekonomik ve sosyal yapıya uygun olması,
4. Dijital bilgisayarların uygulama sınırlarını aşmadan çok sayıda değişkene genişletebilmek,
5. Sürekli etkileşimleri üretebilmek ve işleyebilmek.

2.3.1 Dinamik Sistem Modelinin Temel Yapısı

Dinamik sistem modelinin yapısını oluşturan öğeleri dört noktada toplayabiliriz(Erkut,2000):

- Sistemdeki birimleri gösteren “Düzeyler”
- Düzeyler arasındaki etkinlikleri gösteren veya içerikleri bir düzeyden diğerine taşıyan “Akışlar”
- Düzeylerdeki bilgilerin karara dönüşümünün nasıl olacağını belirleyen veya düzeyler arasındaki akış oranlarını denetleyen “Karar Fonksiyonları”
- Düzeyleri, karar fonksiyonlarına bağlayan “Bilgi İletişim Kanalları”.

Düzeyler: Düzeyler, sistem içindeki birikimlerdir. Bu birimler, envanter, işletme hacmi, işçi adedi vb. kavramlar olabilir. Düzeyler, içakış (inflow) ve dışakış (outflows) arasındaki birikmiş farktan oluşan değişkenlerin mevcut değerleridir.

Değişkenin ölçüm birimi, düzeyleri oranlardan ayırt etmekte yayarlı olmazlar. Bazı düzeylerin boyutu zaman başına birim de olabilir. Değişkenin düzey veya oran olup olmadığını saptamanın en iyi yolu sistem statik konumuna getirildiğinde değişkenin hala

varolup olmadığı ve sistem içindeki anlamını yitirip yitirmediğinin belirlenmesidir. Bu durumda, akış biçimindeki tüm etkinliklerin yok olmasına karşın, düzeyler varlıklarını sürdürürler. Örneğin, malzeme akımı ve gönderiminin durdurulması fabrika deposundaki envanterin varlığını etkilemez. Sistemdeki tüm etkinlikler bir an için durdurulsa, oranlar gözlenmez olur. Düzeyler yalnız fiziksel akış alanında değil, aynı zamanda bilgi akışı alanında da yer alırlar geçmişten geleceğe tüm bellek ve süreklilik sistemin düzeylerinde yer alır.

Akış Oranları: Oranlar, sistemdeki düzeyler arasındaki mevcut anlık akışları göstermektedir. Oranlar, etkinliklere karşılık gelir. Halbuki düzeyler, sistemin etkinlik tarafından getirildiği sonuç durumun ölçüsüdür.

Akış oranları, karar fonksiyonları tarafından tanımlanan kurallar uyarınca sistemin düzeyleri tarafından saptanırlar. Buna karşılık oranlar, düzeyleri belirler.

Karar Fonksiyonları: Karar fonksiyonları veya bir başka deyişle oran denklemleri, düzeylerdeki mevcut bilginin karar dönüşümünün nasıl olacağını belirleyen politikanın durumlarıdır. Tüm kararlar bir eylem üretirler ve akış oranları olarak ifadelendirilebilirler. Siparişlerin türetilmesi, işten personel çıkarılması gibi karar fonksiyonları basit bir denklem olarak görünürler.

Bilgi Akışı: Oranları belirleyen karar fonksiyonları yalnızca düzeylerdeki bilgiye bağlıdır. Oranlar, diğer oranlar tarafından belirlenemezler. Bu ilke olarak her durumda geçerlidir.

2.4 Dinamik Sistem Olayları(Değişimleri)

2.4.1 Sistemin Tepkisi

Sistemin tepkisi, bir sistem olayıdır. Bu olayın oluşması için aynı sistemde veya çevresinde bir başka olayın oluşması yeterlidir. Sistemin tepkisi, başka bir olay tarafından deterministik olarak oluşturulan bir sistem olayıdır (Erkut,2000).Örneğin bir otomobilde kontak anahtarının açılması veya kapatılması olayı, motorun çalıştırılması veya durdurulması için yeterlidir. Yani motorun durumundaki değişim, kontak anahtarının değişimine bir tepkidir. Bu durumda kontak anahtarının çevrilmesi hem yeterli, hem de gereklidir. Ancak, sistemin durumunda belli bir değişim oluşturmak için yeterli olan bir olay, bu değişim için gerekli olmayabilir. Örneğin, uyku getirmek için hap alınabilir. Yani uyku hapları tarafından sağlanabilir. Ancak, haplar olmadan da uyku gelebilir.

2.4.2 Sistemin Yanıtı

Sistemin yanıtı bir sistem olayıdır. Bu olayın oluşması için aynı sistemde veya çevresinde bir başka olayın oluşması gereklidir, ancak yeterli değildir(olmayabilir). Hava karınca, kişinin ışıkları açması bir yanıttır. Ancak elektrik düğmesi çevrildiğinde ışıkların gelmesi bir tepkidir. Sistem uyarıya yanıt vermek zorunda değildir. Ancak, uyarının nedenine tepki göstermek zorundadır(Erkut,2000).

Yani hava karınca, ışığı açarım, yani ışığı açmam için havanın kararması gereklidir. Ancak hava karınca, ışığı açmayabilirim de. Hava kararmasına bir yanıt vermek zorunda değilim. Yani havanın kararması, ışıkları açmam için yeterli değildir. Öte taraftan, elektrik düğmesini çevirirsem ışıkların gelmesi zorunludur. Yani, ışıkların gelmesi için elektrik düğmesini çevirmem yeterlidir.

2.4.3 Sistemin Etkisi

Sistemin etkisi bir sistem olayıdır. Bu olayın oluşması için sistemin çevresinde, hiçbir değişim ne gereklidir ne de yeterlidir. Etkiler kendinden belirlenen olaylardır, otonom değişimlerdir. İçsel değişimler, yani sistem elemanlarının durumundaki değişimler, bir eylem oluşturmaları için hem yeterli hem de gereklidirler. İnsan davranışlarının çoğu bu türdendir. Ancak bu davranışın türü yalnızca insanlara özgü değildir. Örneğin kendi içindeki program nedeniyle, bir bilgisayarın “durumu” değişebilir veya çevresinin durumunu değiştirebilir.

Değişimleri, tepkisel, yanıtısal veya etkisel olan sistemler, bu isimlerle, tepkisel sistemler yanıtısal sistemler olarak adlandırılabilirler ancak bir çok sistemde, bu değişimlerin değişik kombinasyonları bir arada bulunur. Sistemlerin tepkisel, yanıtısal ve etkisel olarak sınıflandırılması değişimin, ne getirdiği anlayışı üzerine kurulan bir sınıflandırmasıdır. Değişimin türünü esas alarak da sınıflandırma yapmak mümkündür.

2.4.4 Sistemin Davranışı

Sistem davranışı, bir sistemin veya çevresinin içindeki bir diğer olayın oluşması için hem gerekli hem de yeterli olan bir sistem olayıdır. Yani, davranış diğer olayları başlatan bir sistem değişimidir. Tepkiler, yanıtlar ve etkiler davranış oluşturabilirler. Tepkiler, yanıtlar ve etkiler kendilerinden önceki olaylarla ilgili, sistem olaylarıdır. Davranış, kendisinden sonraki olaylar ile ilgili sistem olayıdır. Tepki, yanıt ve etkinin öncesi ile ilgileniriz. Davranışın sonrası ile ilgileniriz. Doğaldır ki, sistem olaylarının hem öncesi, hem sonrası bizi ilgilendirmektedir.

3. ZAYIF NOKTA ANALİZİ

3.1 Zayıf Nokta Kavramının Tanımı

“Zayıf Nokta, sistemin gelecekte düzeltilmediği takdirde önemli sonuçlar doğurabilecek bölümleridir.”

“Zayıf Nokta, güvenliği sağlamak için bir fırsat veya daha ciddi sonuçlara neden olabilecek potansiyel olaydır.” (Öktem, 2000)

“Zayıf Noktalar, farklı koşullarda oluşan ve bir kazayla sonuçlanma ihtimali olan olaylardır.” (Tamuz, 2000)

Zayıf Nokta, çıkış noktası olan “Near Miss” kavramı doğrultusunda anlamsal olarak irdelendiğinde ise;

“1. Hedefe yakın geçen fakat hedefi vurmeyen bomba, darbe vs..

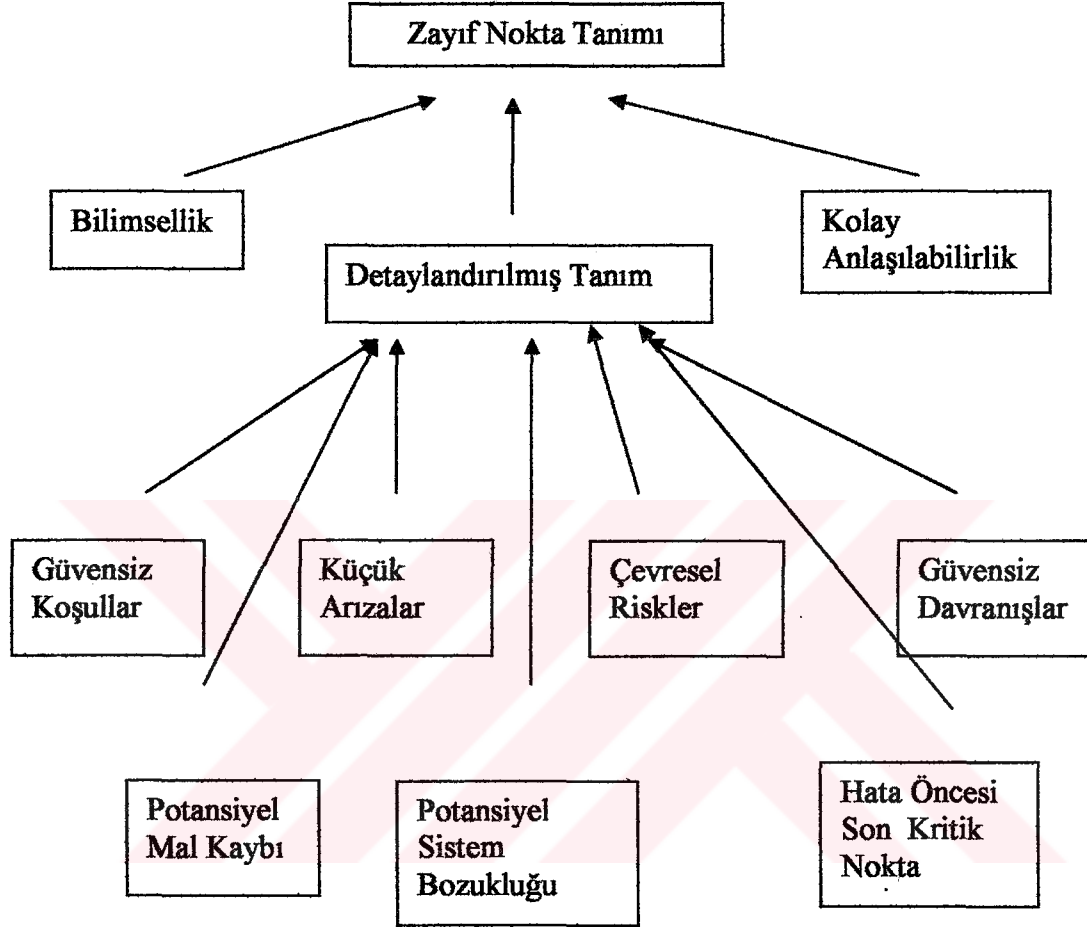
2. Kişinin, ancak kılıpayı atlattığı veya kaçtığı bir olay, kayıp.” (Oxford, 1990) olarak ifade edilmektedir.

Near Miss, ayrı ayrı kelime anlamları birleştirildiğinde ise; “yakın” ve “kayıp”; henüz sistem içerisinde bir kayıp niteliği taşımayan, fakat yakın zamanda kayıpla sonuçlanma riski olan olayları ifade etmektedir. Bu şekildeki bir çözümleme Zayıf Nokta kavramının anlaşılmasını kolaylaştırmaktadır.

Yukarıdaki açıklamalar ışığı altında Zayıf Nokta, ortadan kaldırılmaz ya da kuvvetlendirilmez ise gelecekte ciddi sonuçlar doğurabilecek iş süreçlerinde oluşan çatlaklardır diyebiliriz. Bir başka anlayışa göre Zayıf Nokta, daha önceden önlemi alınmış olası bir tehlikenin, üç önlem ayağından birinin kırılması sonucu tehlikenin oluşma riskinin artması, fakat sistemin uyarı niteliği taşıyan bir sinyal vermemesidir. Yani hata önleme faktörlerinin etkinliğinin azalması sonucu olası hata riskinin artmasıdır.

Bu zayıf noktalar üretim, tedarik zincirleri ve lojistik gibi işletmelerdeki iş süreçlerinde oluşabileceği gibi, finansal alanlarda, sağlık, güvenlik ve birçok diğer sektörde de göze çarpmaktadır. Ancak uygulamaların sıkça yapıldığı alanlar özellikle çevre, sağlık ve güvenlik konularıdır. Alanı ne olursa olsun, iş süreçlerindeki bu zayıf noktalar potansiyel felaketlerin gizli, küçük kaynakları olup, gelecekte oluşması muhtemel hataların önlenmesi yolunda ise büyük birer fırsattır.

Sistem akışını ve potansiyel felaketleri aydınlatan, zayıf sinyaller olarak da adlandırılan bu olayların kapsam haritası aşağıdaki şekil ile gösterilebilir:



Şekil 3.1 Tanımlama Ağacı (Öktem, 2000)

3.2 Zayıf Nokta Analizi Kapsamı

Zayıf Nokta kavramı kişisel yaşamdan toplum yaşamına kadar, akademik ve profesyonel iş yaşamını da içeren her alanda karşılaşılabilecek bir kavramdır. Aynı zamanda, uzay bilimleri, uçak sanayii gibi hassas sektörler ile, klasik üretim ve hizmet sektörlerini de kapsayan geniş bir yelpazede incelenebilecek bir olaydır.

Konunun temelinde güvenliğin ve kalitenin olduğu düşünülürse olaya birçok yönden ve farklı disiplinler açısından bakmak yerinde olacaktır. Tanımda geçen olaylar potansiyel hata niteliği taşıdıkları için acilen önlem alınması gereken durum ve davranışlardır. Bunların ışığı altında bazı sistem zayıflıkları şöyle sıralanmıştır :

- Güvenilir olmayan durumlar,
- Güvenilir olmayan davranışlar,
- Gelecekte daha ciddi sonuçlar verebilecek küçük kazalar/yaralanmalar,
- Yaralanmaların olabileceği fakat olmadığı olaylar,
- Mal hasarı ile sonuçlanan olaylar,
- Güvenlik engelinin aşıldığı olaylar,
- Çevresel zararlar ile sonuçlanan olaylar. (Öktem, 2000)

Görüldüğü gibi çok geniş kapsamda incelenmesi gereken bu zayıf noktaların daha açıkça ortaya konulması açısından literatürdeki diğer kavramlarla karşılaştırılması uygun olacaktır.

3.3 Zayıf Nokta Ve Hata İlişkisi

Literatürde ve uygulamalarda en çok yer alan kavram “hata” kavramıdır. Tüm kalite çalışmaları hata çevresinde toplanmakta ve bu çerçevede ortaya konulmaktadır. Geniş anlamda iş kalitesi; iletişim kalitesi, süreç kalitesi, çalışanlar ve yöneticiler dahil olmak üzere insanların kalitesi, sistem kalitesi, işletme kalitesi ve hedeflerin kalitesi gibi faktörlerin oluşturduğu bu büyük zincirin her halkasının hatasız işlerliğiyle sağlanabilmektedir.

Demek ki temel hedef “Sıfır Hata”dır. Sıfır hata hedefi ulaşılabilir olarak kabul edilmemesine karşın, her zaman temel hedef olmuştur. Bu durum, bu yaklaşımı izleyen işletmelerde yıldan yıla hata oranlarının önemli miktarda azalmasını sağlamıştır. Bunun sonucunda, işletmelerdeki hatalı işler veya süreçler, toplamın bir yüzdesi olarak değil milyondaki oranı ile ifade edilmeye başlanmıştır. Bu doğrultuda işletmelerde “6 Sigma Felsefesi” uygulanmaktadır.

Hataları kaynağında arama bir yaşam biçimi olmalı ve çalışanlar herhangi bir kalite problemi ile karşılaştıklarında, faaliyetleri durdurabilmelidirler. Hataların kaynağında bulunup tekrar yapılmaması için önlemler alınmalı ve bu konuda çeşitli metodlar uygulanmalıdır. Uygulanan bu metodlar sayesinde sıfır hataya ulaşmak mümkün olacaktır.

Bu nedenle hataları ortadan kaldırmada basit gibi görünen her çalışma ve faaliyet kusursuz işleyişte ve verimliliğin artmasında önemli bir etken olacaktır, hatanın basiti yoktur. Bu denli ciddi bir sıfır hata hedefi doğrultusunda çeşitli hata önleme teknikleri geliştirilmiştir ve Zayıf

Nokta Analizi de bu tekniklerin bir adım ilerisidir. Zayıf Nokta Analizi sistemi sürekli sorgulamak ve sonuçta her türlü hata olasılığını ortadan kaldırarak zayıf noktaları kuvvetlendirmektir.

Sıfır hata yaklaşımı ve zayıf nokta analizinden önce zayıf nokta ve hata ayrımının yapılabilmesi için, hata kavramının ne olduğu ve nelerin hata kabul edildiği üzerinde durmak gerekmektedir.

3.3.1 Hata Kavramının Tanımı

Hata, bir kurala, bir ilkeye, bir yönteme uymamaktan kaynaklanan durum (Larousse, 1989).

Hata, belirlenen prosedür ve standartlara %100 uyumunun sağlanmasından dolayı ortaya çıkan bir durumdur (Ersen, 1996).

Hata, yanlışlık, gecikme, kaza gibi örgüt faaliyetlerinin verimliliğini, güvenilirliğini ve etkinliğini etkileyen hareket ve davranışlardır. Hata, arzu edilen değerden sapma veya bir birimin sahip olması gereken özelliklerinden sapma olarak tanımlanır. Bir sistem, bir ürün için hata, istenen işlevlerini yerine getirememesi durumudur. Bu durumda genelleştirilmiş ifade ile hata, tanımlanan işlevleri yerine getirme kabiliyetindeki kayıp olarak tanımlanabilir.

Diğer bazı tanımlar ise şunlardır:

- Bir birimin, istenen işlevini yerine getirmek için gerekli işlevsel kabiliyetinin bitimi,
- Belirlenen limitlerle istenen işlevini yerine getirmek için sistem veya sistem bileşeninin yeterli olmayışı,
- Program isteklerinden, program işleminin sapması.

3.3.2 Hataların Sınıflandırılması

Son yıllarda, hata konusunda yapılan çalışmaların daha çok “Sıfır-Hata” seviyesine ulaşmak için niçin hatalı olduğunu anlamak üzerine yoğunlaştığı görülmektedir. Ancak sistem analistleri, mühendisler, tasarımcılar ve yöneticilerin kullanabilecekleri ürün veya sistemler için bir standart hata sınırlandırmasının gerçekleştirilmesi amacıyla yapılmış bir çalışma yoktur. Kaynaklarda farklı şekillerde çeşitlendirilen hatalar genel olarak şu şekilde sınıflandırılabilir:

- Meydana geldiği aşamaya göre,
- Sonuçlarına göre,

- Zamana göre,
- Nedenlerine göre

3.3.2.1 Meydana Geldiği Aşamaya Göre Hata Sınıflandırması

Tasarımla İlgili Hatalar: İşlemsel zorlanma, tasarım dayanıklılığını aştığı zaman veya tasarım amaçları karşılanamadığı zaman ortaya çıkan hatalardır. Müşteri ihtiyaçlarının tam olarak karşılanamamasından dolayı ortaya çıkan hatalar olduğu gibi, çevresel etkilerden dolayı, müşteriye direk etkisi olmayan tasarım hataları da olabilir.

Üretimle İlgili Hatalar: Tasarım özellikleri, üretim sürecindeki faktörlerle bozulduğu zaman ortaya çıkan hatalardır. Üretim faktörlerinden, insan, makine, malzeme ve yöntem gibi unsurların sahip olması gereken özelliklerinde oluşan bir sapma, üretim kalitesini etkileyecektir. Hata olarak tanımlanan bu istenmeyen yön ve boyuttaki değişme, üretim hatasını oluşturacaktır. Birçok işletmede üretim hataları, iki nedenden kaynaklanmaktadır. Bunlardan birisi üretim sürecindeki uygunsuzluklar ve hatalardır. Bu hatalar bir proje yaklaşımı ile ele alınarak, yapılacak iyileştirme çalışmasının çıkış noktasını oluştururlar. Hataların diğer bir nedeni ise üretimin planlama yani yukarıda belirtildiği gibi tasarım aşamasındaki hatalardır. Bu hatalar çoğu kez üretim sürecinde yapılan hataların kaynağını da oluşturur.

Kullanımla İlgili Hatalar: Normal çalışma ömrü esnasında aşırı işlemsel zorlama veya bakımla-İlgili sorunlardan kaynaklanan hatalardır.

3.3.2.2 Sonuçlarına Göre Hata Sınıflandırması

Üretimde ve hizmette işlemlerin tamamlanması sonucunda, üretimi veya hizmeti direkt olarak etkileyecek hatalar vardır ve bu hatalar aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir (Baraçlı, 1998):

- a) Kritik Hata
- b) Büyük Hata
- c) Küçük Hata
- d) Önemsiz Hata

Kritik Hata, çok ciddi veya tehlikeli hata olarak da tanımlanabilir. **Küçük Hata,** genellikle kullanılan, bakımını yapan veya ona bağımlı bulunanlara can ve mal güvenliği yönünden tehlikeli veya güvensiz durum getirecek hatalardır. Bu hatalar genellikle %100 muayene edilir. Kritik Hatalar, can ve mal güvenliğini tehlikeye düşürür, montaj yapan ve kullanan için

hayati tehlike yaratır, ana ürünün işe yaramamasına sebep olabilir, düzeltilmesi mümkün olmayacak şekilde ürünü ortadan kaldırabilir. İşletmenin hurda maliyetlerinde büyük bir artış oluşur ve kalite güvenilirliğini büyük ölçüde sarsar. Kritik hatanın neden olabileceği zararlar şu şekilde ifade edilebilir:

- Ürün kullanılamaz hale gelir,
- Ekonomik kayıp oluşur,
- Psikolojik zararlar oluşur,
- Kalite güvenilirliği zedelenir.

Bu nedenlerle kritik hatalara meydan vermemek için, öncelikle kritik hatalı ölçü ve özellik tam olarak belirlenmeli ve tüm çalışanlara anlatılmalıdır. Kritik hatalı ölçü ve özellikler sürekli denetlenmeli, kontrolün ağırlığı bu noktalara kaydırılmalıdır. Kontrollerde kritik hatalı hammadde, malzeme, ürün veya yarı mamul bulunduğu zaman, öncelikle daha önce uygun olarak kontrolden geçen partilerden numune alınarak tekrar kontrol edilmelidir. Kritik hata sebebi bulunmadan üretime veya işe devam edilmemelidir. Hata sebebi bulunmadığı takdirde, üretim veya satın alma işlemine ara verilmelidir. Ayrıca hata sebebi bulunduğu rapor tutularak tüm bölümlere dağıtılmalıdır.

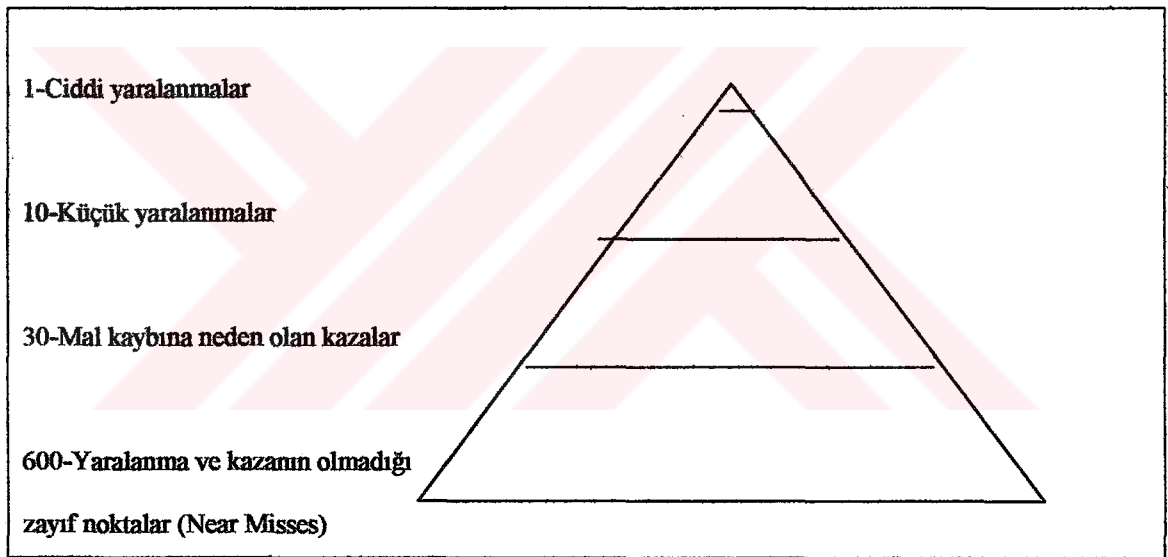
Büyük Hata, ciddi veya önemli hata olarak da tanımlanabilir. Büyük hata, kritik hatadan farklı olarak bir hasar oluşturmayan veya düşünülen amaç için bir ürünün kullanılabilirliğini maddi olarak azaltabilen türden hatalardır. Büyük hataların düzeltilmesi zordur, onarımı güçtür ve arızalar meydana getirir, tamir ve bakım masrafı çoktur. Montajı güçleştirdiği için, işçilik ve zaman kaybına yol açtığı gibi, montaj işçilerinin kalite kontrol elemanlarına ve sistemine güveni sarsılır. Büyük hata belirlenirken yukarıdaki özelliklere dikkat edilmelidir. Büyük hatalı ürün çıkmaması için, hata sebebi bulunmadan üretim ve satın alma işlemlerine ara verilmelidir. Büyük hataların zararlarını işletmenin her noktasında görmek mümkündür. Bunları aşağıdaki başlıklarla özetlemek mümkündür;

- Düzeltilmesi zordur,
- Tamir-bakım masrafı çoktur,
- Kullanma ömrü azdır,
- Montajda güçlük doğar,
- Kalite-kontrol elemanlarına ve sisteme güven azalır.

Küçük Hata, orta ciddilikte hata olarak da tanımlanabilir, düşünülen amaç için ürünün kullanılabilirliğini azaltmayan, ancak yan etkileri olan veya ürünün yararlı olarak kullanılmasını veya işlemlerini az derecede etkileyen hatalardır. Küçük hatalar, ürünün performansını azaltabilir ve ömrünü kısaltabilir. Montajda zaman zaman aksaklık yaratır ve en önemlisi dış görünüşü istenmeyen derecede bozabilir.

Önemsiz Hata, ciddi olmayan hata olarak da tanımlanabilir, önemsiz hata, çalışma durumunu ve tamir-bakım masrafını etkilemeyen, etkileri hissedilemeyen hatalardır. Ancak bu hatalar kabul edilebilecek dış görünüş bozukluklarına yol açabilir (Baraçlı, 1998).

Yukarıda önem derecesine göre sınıflandırılan hatalar, Şekil 3.2'deki güvenlik piramidinde gösterilmektedir, Zayıf Noktalar, güvenlik piramidinde incelendiğinde piramidin en alt kesiminde yer almaktadır, ve önemsiz hatalar seviyesinde incelenmektedir.



Şekil 3.2 Güvenlik Piramidi (Öktem, 2000)

Bu güvenlik piramidinde piramidin tabanını oluşturan zayıf noktalar üst basamaklardan daha sık vuku bulurlar, skalada küçüktürler, analizleri basittir, çözümleri kolaydır ve ciddi kazalara göre kayıpları çok çok azdır. Buradan oluşturulabilecek iyi bir zayıf nokta analizi programının yararı açıkça görülebilmektedir.

3.3.2.3 Zamana Göre Hatalar

Ani Hatalar: Ürün veya sistemin zorlanması sonucu işlevlerini aniden kaybetmesi sonucu ortaya çıkan hatalardır.

Kademeli Hatalar: Aşınma ve eskimenin etkilerinin bir araya gelmesiyle zamanla kademeli olarak ortaya çıkan hatalardır.

3.3.2.4 Nedenlerine Göre Hatalar

Ürün esaslı hata nedenlerine göre sınıflandırma aşağıdaki şekilde yapılabilir;

- İnsandan kaynaklanan hatalar,
- Malzemeden kaynaklanan hatalar,
- Makineden kaynaklanan hatalar,
- Sistemden kaynaklanan hatalar,
- Ölçme yöntemlerinden kaynaklanan hatalar,
- Yönetimden kaynaklanan hatalar.

Yukarıda görülen hata nedenlerinden potansiyel zayıf noktaların tespit edilmesinde en çok incelenmesi gereken insan ve sistem kaynaklı hataların detaylı açıklamasının yapılması uygun olacaktır. Ölçülmesi zor olan ve hatadaki payı en yüksek olan insan ve sistem kaynaklı hatalar aşağıda açıklanmaktadır.

İnsan kaynaklı hatalar

1988’de Juran Sıfır-Hata üretimi en önemli engeli olan insan hatalarını dört sınıfta gruplamıştır:

- Yanlış Yorumlama,
- Rastlantılı Hata,
- Teknik Eksikliği,
- Kasıtlı Hatalar.

Yanlış Yorumlama: Bilindiği gibi kelimeler çeşitli yorumlara maruz kalır. Benzer yorumlar sağlamak için kontrol listeleri ve örnekler ilave edilmiş kesin talimatlar yazılı olarak izah edilmelidir. Benzer şekilde ayrıntılı talimatlar, örnekler içererek nasıl özet ve hesaplama yapılacağı üzerinden sağlanmalıdır. Kritik durumlarda, resmi eğitimler insan sensörlerinin proses kapasitesini gerçeklemek için incelemeler ile sağlanmalıdır.

Rastlantılı Hatalar: Bu tip hatalar amaçsız, tahmin edilemez ve genellikle kasıtsızdır. Hatayı yapan kişi o anda hata yaptığının farkında değildir. Bu hataların tahmin edilemezliği datada bir rasgelelik meydana getirir. Bu hataların rasgele özelliği bize bunların tesadüfi bir tür olduğunu tanımlamamıza yardım eder. Bununla beraber hata giderme seçiminde bir sınıf vardır, çünkü bu hataların kaynağı insan organizmasının tabii zayıflığıdır. (Süresiz olarak

dikkatini muhafaza etme yetersizliği). Belli bir dereceye kadar rastlantılı kotalar şu şekilde azaltılabilir:

- Yetenek testi ile belirlenmiş görevlere en iyi uyan insanları belirleme,
- Yorgunluğu ve monotonluğu önlemek için işi organize etmek; dinlenme zamanları ve görev rotasyonları gibi...

Teknik Eksikliği: Çok yaygın insan hatası çeşitlerinden biri insan sensörü bölümündeki eksik bilgidir. Bazı çalışanlar yaptıkları işin sırrını keşfetmişlerdir. (Metottaki küçük bir fark sonuçlarda yük farklılıklara sebebiyet verir). Kimin iş ile ilgili hüneri veya bir sırrı varsa çok iyi sonuç alır ve kimin hüneri veya sırrı eksikse kötü sonuçlar alır. Çare, iyi olan ve iyi olmayanlar tarafından kullanılan metotları kıyaslamaktır. Genellikle böyle bir çalışma, sırrı keşfeder ve eğitimle diğer çalışanlara iletilir. Alternatif olarak sırrı teknoloji ile birleştirmek fizibil olabilir.

Kasıtlı Hatalar: Amaçlı ve isteyerek yapılan hatadır. Hatayı yapan kişi hata yaptığını o anda bilir ve bunu devam ettirmeyi amaçlar. Kasıtlı hatalar farklı alt türler şeklinde karşımıza çıkar:

- a) Savunma, gerçeğe veya hayali şikayetlere karşı kendini korumaktır. Örneğin, mesul tutma atmosferi çalışanları eğer suçlama ihtimali varsa yaptığını saklamaya teşvik eder.
- b) Renklendirme, detayı, iş yükünü azaltma, hoşlanılmayan görevlerin önlenmesi, kendini büyütme, kötü haber taşıdığı için cezalandırılma korkusu gibi çeşitli amaçlar için kasıtlı olarak yanlış anlama mekanizmasıdır. İletişim açık olarak kurulduğu takdirde renklendirme azalır. Bu tip havayı yaratmak üst düzey bir lider olmaya bağlıdır. İnsan dışı iletişim kaynaklarına veya kanallarına yönelmek iyi bir fikir olabilir. Bilgisayarlar datayı işleyerek ve sonuçları direkt olarak kullanıcılara en az insan renklendirmesi ile ileterek geniş olanaklar yaratırlar.
- c) Taraf Tutma, insan algılamasındaki en tehlikeli hata kaynaklarından biridir. Renklendirmeye benzer, ancak kolay fark edilmeyen farklar vardır. Renklendirmede insan algıları gerçekleri bilir fakat kasıtlı olarak yanlış anlamalar veya bozulmalar yapar. Taraf tutmada bozulma kasıtlı değildir. İnsan algılarının cevabını etkileyen içsel kuvvetler olabilir. Taraf tutma algılama planı dizaynında tabii bile olabilir. “Bir şeyi aklına koyma” taraf tutmanın bir formudur ve kalite planlamasında bir engel olabilir.

- d) Gerek Görmeme: İnsanın taraf tutma kaynaklarından biri de gerek görmem yaklaşımıdır. Birçok endüstride mevcut işçiler işyerindeki şartlara göre potansiyel sensörlerdir. Günlük hayatta, bu şartlarla yakın ilişkide olmakla, işçiler eksiklerini tamamladıkları kadar fırsatları da tamamlama durumundadırlar. Örneğin, bir oteldeki odacılar, komiler ve diğer çalışanlar odaların durumunu veya müşterilerin tepkisini rapor etmek zorundadırlar. Fakat, eğer çalışanlar raporlarının iletilmediğini farkedelerse, rapor tutmayı bırakırlar (Baraçlı, 1998).

Sistem kaynaklı hatalar

Takım ve teçhizatlar kaçınılmaz olarak hata yaparlar ve böyle bir şey tamamıyla güvenilir bir sistem için söz konusu değildir. Bir kalemin ne zaman hata yapacağını tahmin etmek olanaksızdır; hatta bir kalemin bir dahaki 30 saniye içinde hata yapmayacağını kesin bir şekilde söylemek bile mümkün değildir. Neticede takımın özel bir parçasının güvenilirliği üzerindeki tartışmalar tahminlerden daha ziyade istatistiksel analizler baz alınarak yapılır.

Benzer bir şekilde bir insan oğlunun hayattan beklentilerinin geçerliliği ile konuşabilir. Fakat bu, o insanın hayat süresinin tahmini sırasında kullanılamaz. Genel terimler içerisinde sigara içmenin, alkolün, eksersiz yapmanın, oburluğun etkilerinin ne olduğunu söylemek mümkündür. Fakat bunu herkes bilir ki bütün bu günahlar içinde yaşamış biri çok ileri yaşlara kadar yaşamıştır. Endüstriyel terimlerle, bu koşullar altında bu sistemin 5 saat eksik ya da fazla hiç hatasız bir şekilde 1000 saat çalışabilecektir demek fizibil değildir. Fakat eğer çok sayıda istemler denenmişse, ortalama ömrü 1000 saat olurdu demek daha gerçekçi olacaktır.

Üretim yönetimi genellikle hatasız sistemlerden söz eder. Bu başarılamaz, ama yedekleme gibi tekniklerin kullanımıyla istenilen düzeyde bir güvenilirlik sağlanabilir. Gerçekten istenen yüksek güvenilirlik olması bir sürpriz olmamalıdır. Düşük güvenilirlik düşük maliyetlerle elde edilir, fakat yenileme adımları ve kayıp ürünler olarak ek masraflar da getirecektir. Güvenilirlik arttıkça, ürün kayıpları ve yenileme maliyetleri, güvenilirlik iyileşmelerinin daha çok “korumada kalma” amacı için ihtiyaç duyduğu ve üretimin kontrolü için gerekli olan noktaya kadar yükselecektir. Yedekleme gibi yüksek güvenilirlik teknikleri uygulanması oldukça pahalı olan tekniklerdir.

Bir çok işletme, hataya toleranslıdır ve çoğu zaman hata modunun bazı formlarında çalışma eğilimindedirler. İyi işletme dizaynları bir hatanın tanımlandığı ve önlendiği zaman aralığı içinde çalışmasını güvenli, mantıklı ve ekonomik olarak devam ettirme yeteneğinde ve hataların etkilerini tahmin edebilen bir yapıdadır.

3.4 Zayıf Nokta Analizi

Bir sistemde Zayıf Nokta Analizinin yapılabilmesi ve bu kültürün oluşturulabilmesi için sistemin, görülen hatalarla mücadele için bir bakım ve kontrol sistemi kurmuş olması gerekmektedir. Çünkü Zayıf Noktaların Analizi çalışması hataların bulunmasına yönelik değildir. Zayıf Nokta Analizi bir sonraki adımdır, sıfır hataya ulaşmayı hedefleyen, görülen hatalarla baş edebilen ve oluşabilecek hatalara karşı önleme yöntemleri geliştirme çalışmalarını sürdüren bir sistemde, sağlanmış gibi gözüken örtülü risk faktörlerini açığa çıkarmaya ve geliştirmeye yönelik bir yaklaşımdır.

Sistemdeki zayıf noktaların bulunmasına yönelik olarak sürdürülen Zayıf Nokta Analizi çalışması literatür ve uygulamadaki Hata Önleme çalışmalarına nazaran daha yüksek oranda süreç hakimiyeti ve dikkat gerektirmektedir. Sistemdeki tüm zayıf noktaların tanımlanması ve çözülmesi için ölçülebilir faaliyetlere ya da mevcut faaliyetleri ölçülebilir hale getirmeye ihtiyaç duyulmaktadır. Bu durumda bir sistemde Zayıf Nokta Analizi yapılacaksa öncelikle sistemin süreçlere ayrılması gerekmektedir. Hata önleme çalışmalarında oluşabilecek hatalar üzerinde durulurken, Zayıf Nokta Analizi çalışmaları sürecin bileşenlerinden, zayıf olan fakat bir süre daha ayakta duracak kuvvette olanlar üzerinde durulmaktadır. Analizde hedeflenen;

- Sürecin tüm bileşenlerini ortaya çıkarmak,
- Bileşenlerin süreç içerisindeki önemlerini belirlemek,
- Bileşenlerin zayıf ve kuvvetli noktalarını ortaya koymak,
- Bileşende belirlenen bir zayıf noktanın hata oluşturmamasının nedenlerini araştırmak,
- Bileşenin kuvvetlendirilmesi yolundaki fırsatları belirlemek ve uygulamak,
- Sürekliliği sağlamaktır.

Zayıf Noktalar güvenliği ve emniyeti artırıcı, geliştirici kaynaklardır. Bu kaynaklar etkili bir şekilde düzenlenir ve yönetilirse, hem küçük hem de ciddi kazaların sürekliliğini azaltacak bir potansiyel barındırırlar. Şirketlerin bu potansiyeli yönetmelerindeki zorlukları, organizasyon içindeki olumlu bir güvenlik ve kalite kültürü ile birlikte dikkatli tasarlanmış bir yaratım sistemi ile aşılr. Bunun için Zayıf nokta programının elemanlarının dikkatli tasarlanması ve dizayn edilmesi gerekmektedir.

3.4.1 Zayıf Nokta Analizinin Adımları

Süreçteki Zayıf Noktaların bulunmasına yönelik sürdürülmesi gereken çalışmanın adımları aşağıda görülmektedir:

1. Sistemdeki her süreç bazında ilgili süreç sahipleri ve üst yönetimin de dahil edileceği, gerekirse dışarıdan danışmanların da yardımıyla oluşturulacak olan bir “Zayıf Nokta Takımı” kurulur. Bu takıma Zayıf Nokta konusunda eğitim verildikten sonra ilgili süreçlerdeki Zayıf Nokta Analizi çalışmalarına başlanır.
2. İlgili sürecin çalışanlarıyla bir “Fokus Grup Toplantısı” düzenlenir. Bu toplantıda süreç çalışanlarından görev tanımları ve iş akışları öğrenilerek “Kontrol Listesi” oluşturulur. Sonrasında da bu veriler yardımıyla ilgili sürece ait “Süreç Haritası” çıkarılır. Bu aşamada gerekli görüldüğü taktirde “Birebir Görüşme”lerle de bilgi edinimi sağlanır.
3. Üçüncü aşama Zayıf Nokta Takımının takım elemanları arasında yapacağı Beyin Fırtınası çalışmasıdır. Bu çalışma boyunca, önceki aşamada hazırlanmış olan Süreç haritası üzerinden gidilerek ilgili süreçteki birincil riskler ortaya konmaya çalışılır. Beyin fırtınası tekniğiyle ortaya atılan bu ana riskler, daha sonra Nominal Gruplama Tekniği ile önem sırasına göre puanlandırılır ve üzerinde durulması gerekli görülen ve en yüksek puanlandırmaya tabii riskler detaylı incelenme için kaydedilerek sonraki aşamalara taşınır.
4. Dördüncü aşama eldeki birincil risklerin çalışanlardan alınan bilgiler yardımıyla detaylandırılması, ikincil risklerin ve zayıf noktaların yakalanmasına yönelik olan görüşmeleri içermektedir. Bu görüşmeler sırasında kullanılacak teknik Balık-Kılçık Diyagramı tekniğidir. Bu görüşmelerde, balığın ana iskeletini oluşturan birincil risklerden yola çıkarak, ince kılçıklara ulaşmak ve bu suretle ikincil riskleri yakalamak hedeflenmektedir. Bu çalışmaların altında yatan inanç, Pareto Kriterlerine göre ana risklerin %80’inin zayıf noktaların %20 si tarafından oluşturulduğudur.
5. İkincil riskler de ortaya çıkarıldıktan sonra sıradaki çalışma, üst yönetim ve Zayıf Nokta Takımının katılımıyla oluşturulacak olan toplantılardır. Bu toplantılarda eldeki ikincil risklerin Zayıf Nokta Analizi yapılacaktır. Bu çalışmada faydalanılacak olan teknikler Zayıf Nokta- Kuvvetli Nokta incelemesi, Benchmarking çalışması ve Beyin Fırtınası teknikleridir.

Tespit edilmiş olan ikincil risklerin bir zayıf nokta olup olmadığına karar verilmesini gerektiren bu toplantıda, eldeki ikincil riskler şablondaki Zayıf Nokta bölümüne oturtulurlar ve karşılık gelebilecek bir Kuvvetli Noktanın araştırmasına başlanır. Mevcut zayıf noktayı absorbe eden ve hata oluşumunu etkileyen kuvvetli noktalar, üç bacaklı sandalyenin devrilmesini engelleyen diğer üç bacağın sağlam olup olmadığı incelenir, yani ikincil bir risk taşıyıp taşımadığı tespit edilerek kaydedilir. Bu aşamada “Bu bir Zayıf Nokta mıdır, incelenmeye değer mi?” sorusunun cevabı araştırılmaktadır.

6. Bulgular kaydedildikten sonra iyileştirme fırsatlarının bulunması için gerekli süreç geliştirme ve kalite çalışmaları başlatılır.
7. En son aşama ise Zayıf Nokta Sisteminin Kurulması ve Sürekliliğinin Sağlanması adına yapılacak olan prosedürün hazırlanması ve yürürlüğe konması çalışmasıdır.

3.4.2 Zayıf Nokta Sisteminin Kurulması

Zayıf nokta sisteminin kurulması ve zayıf nokta yaklaşımının sürekliliğinin sağlanması temel olarak 5 ana adımdan oluşmaktadır (Öktem,2000):

1. **Zayıf Noktayı Tanımlama:** Bu adımda işletmede ön çalışmada tanımlanan zayıf noktalar dışında işletme yaşadıkça saptanacak zayıf noktaların tespit edilmesi amacıyla çalışanlar tarafından gerçekleştirilecek aktiviteler detaylı olarak belirlenmelidir. (Örneğin; Zayıf nokta tanımına uygun saptamaların çalışanlar tarafından nereye kaydedileceğinin belirlenmesi, zayıf nokta tanımlama talimatlarının hazırlanması gibi)
2. **Karar Vericilere Bildirme:** Her kademe için tanımlanan zayıf noktaların iletileceği bir üst kademenin bir başka deyişle zayıf nokta iletim hiyerarşisinin net olarak belirlenmesi gerekmektedir.
3. **Kararın Verilmesi:** Karar verici (zayıf nokta karar hiyerarşisinde yer alan her kademe) için onay yetkilerinin belirlenmesi gerekmektedir. Sistemin işlerliğini koruması için en önemli adımlardan biri olan “Kararın Verilmesi” adımının net olarak tasarlanmamasından kaynaklanabilecek bir hata zayıf nokta sistemini telafisi zor hatalara sürükleyecektir. Örneğin, karar vericilerin dahil olduğu süreçlerle ilgili saptanan zayıf noktaların onaylanma yetkisi mutlaka bir üst kademedeki tanımlanmalıdır.
4. **Zayıf Noktaların Derlenmesi:** Zayıf noktaların “Zayıf Nokta Takımı” veya danışmanlara iletilmesini müteakip belirli periyotlarda düzenlenecek toplantılarla, söz konusu saptamalar gözden geçirilecek ve ilk aşamada uygulanan kuvvetli nokta bulma

yaklaşımı kullanılarak “İşletme Zayıf Nokta Listesi” ne eklenecek zayıf noktalar belirlenmelidir. Bu suretle “İşletme Zayıf Nokta Listesi” güncelliğini koruyacaktır. Bu aşama öğrenen organizasyon olma yolunda atılması gereken önemli bir adımdır.

5. **İyileştirme Fırsatlarının Belirlenmesi:** Zayıf Nokta Takımı tarafından gerçekleştirilen “İşletme Zayıf Nokta Listesi” güncelleme toplantılarını müteakiben iyileştirme fırsatlarının ve uygulama adımlarının belirlenmesi gerekmektedir. Uygulama adımlarının takip sorumluluğu “Zayıf Nokta Takımı” ve/veya takım tarafından görevlendirilen kişilere aittir.



4. BULANIK MANTIK VE SİSTEMLER

4.1 Belirsizlik Kavramları

Her insan günlük hayatında kesin olarak bilinmeyen, 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 modellemelerinde bu varsayım ile kabul ve kavramlara kesinlik kazandırmak için değişik çalışmalarda bulunulmuştur. Halbuki, büyük ölçülerden küçük ölçülere doğru geldikçe incelenen olaylar 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 sonrada küre gibi sanki üç boyutlu hale dönüşür. Böylece, boyutlar arasında kesin bir geçişten ziyade tedricen bir değişim olduğuna akıl ile varabiliriz. Zaten son zamanlarda geliştirilen fractal (kesikli) geometride boyutlar ondalık sayıdır. Doğanın geometrisi denilen kesikli geometri belirsiz ve gelişigüzel şekillerin incelenmesine yarar

Gerçek dünya karmaşıktır. Bu karmaşıklık genel olarak belirsizlik, kesin düşünceden yoksunluk ve karar verilemeyişiinden kaynaklanır. Birçok sayısal, iktisadi ve teknik konularda insan düşüncesinin tam anlamı ile olgunlaşmamış oluşundan dolayı belirsizlikler her zaman bulunur. İnsan tarafında 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 olmadığından, insan, düşünce sisteminde ve zihninde bu gibi olayları yaklaşık olarak canlandırarak yorumlarda bulunur. Bilgisayarlardan farklı olarak insanın yaklaşık düşünme, oldukça yetersiz, eksik ve belirsizlik içeren veri ve bilgi ile işlem yapabilme yeteneği vardır. Genel olarak, değişik biçimlerde ortaya çıkan karmaşıklık ve belirsizlik gibi tam ve kesin olmayan bilgi kaynakları bulanık (fuzzy) kaynakları adı verilir. Zadeh tarafından gerçek dünya soruları ne kadar yakından incelenmeye alınırsa, çözümün daha da bulanık hale geldiği ifade edilmiştir (1968). Çünkü çok fazla olan bilgi kaynaklarının tümünü insan aynı anda ve etkileşimli olarak kavrayamaz ve bunlardan kesin sonuçlar alamaz. Burada bilgi kaynaklarının temel ve kesin bilgilere ilave olarak, özellikle sözel olan bilgileri de ihtiva ettiği vurgulanmalıdır. İnsan sözel düşünebildiğine ve bildiklerini başkalarına sözel ifadelerle aktarabildiğine göre bu ifadenin kesin olması beklenemez.

Bir sistem hakkında ne kadar fazla öğrenerek bilgi sahibi olursak, onu o kadar daha iyi anlayabiliriz ve onun hakkındaki karmaşıklıklar da o derece azalır; fakat tamamen yok olmaz. İncelenen sistemlerin karmaşıklığı, az veya yeterli miktarda veri bulunmazsa, bulanıklık o kadar etkili olacaktır. Bu sistemlerin çözümlerinin araştırılmasında bulanık olan girdi ve çıktı bilgilerinden, bulanık mantık kurallarının kullanılması ile anlamlı ve yararlı çözüm çıkarımlarının yapılması yoluna gidilir (Şen,2001).

Bulanık ilkeler hakkındaki ilk bilgiler, Azerbaycan asıllı Lütfü Askerzade (Zadeh, 1965) tarafından literatüre mal edilmesine karşılık, bu fikirler Batı dünyasından şüphe ile karşılanmış ve oldukça yoğun tenkit almıştır. Ancak 1970 yıllarından 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, artı-eksi, sıfır-bir vb. gibi ikili esasta yaklaşılmasıdır. Bu iki değer arasında başka seçeneklere kesin değil düşüncesiyle hiç yer verilmezdi. Batıda bulanık kelimesi güvensizliği ifade eder. Doğuda ise bu güvensizlikte bile güzelliklerin bulunabileceği düşüncesi vardır.

1965 yılında Lütfü Askerzade (Zadeh) ile ortaya atılan bulanık küme, mantık ve sistem kavramları bu araştırmacının uzun yıllar boyunca kontrol alanında çalışması için, istediği kontrolü elde edebilmesi için fazlaca doğrusal olmayan denklemlerin işin içine girmesi; yöntemin karmaşılaşması ve çözümün zorlaşması neticesinde ortaya çıkmıştır. Bulanık kavramların ortaya atılması ile beraber bilimsel çalışmalarda ve literatürde bazı enteresan durumlar ortaya çıkmıştır. Bazı araştırmacılar bulanıklık fikrini benimseyerek bu konuda çalışmayı teşvik etmiş, ama büyük bir çoğunluk da karşı görüşte olmuştur. İkinci grup bulanıklaştırmanın kesin olan bilimsel ilkelere uymadığını hatta bilime karşı geldiğini ileriye sürmüştür. Özellikle, ihtimaller teorisi ve istatistik gibi zaten belirsizlikleri konu edinen daha da belirsiz bilim dalları bulunduğundan, bu konularda çalışan araştırmacılar, bulanık sistemlere açık biçimde karşı çıkmışlardır. Bulanık yöntemlerin yapacağı her türlü hesaplamanın, ihtimal ve istatistik hesaplamalarla yapılabileceğini ileriye sürmüşlerdir. Bu yöntemlerin bulanık sistemlerden çok daha iyi sonuçlar verdiğini iddia etmişlerdir. İlk ortaya atıldığı zamanlarda, bulanık sistemlerin doğrudan uygulaması olmadığından tartışmalar felsefik seviyede kalmış ve bunun sonucunda daha kuvvetli temelleri olan ihtimaller teorisi ve istatistik yöntemleri ağır basmıştır. Ancak, burada gözden kaçan basit bir nokta, sözel bilgilerin bulunması halinde istatistiğin fazlaca işe yaramadığıdır. Her ne kadar bayesian

teorisi gibi bir istatistik yöntem ile sözel bazı ifadelerin hesaplamalarda kullanılması mümkün ise de bu yöntemlerin işleyişlerindeki bazı temel kabuller pratikte gerçekleşmemektedir.

Bulanık kavram ve sistemlerin dünyanın değişik araştırma merkezlerinde dikkat kazanması 1975 yılında Mamdani ve Assilian tarafından yapılan gerçek bir kontrol uygulaması ile olmuştur. Bu araştırmacılar ilk defa bir buhar makinası kontrolünün bulanık sistem ile modellenmesini başarmıştır. Bu ön çalışmasan, bulanık sistemlerle çalışmanın ne kadar kolay ama sonuçlarının da ne kadar etkili olduğu anlaşılmıştır (Şen,2001).

4.1.1 Belirsizlik ve Kesin Olmayış

Mantık, sistem, küme vb. için bulanıklık, 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 kullanır. Bu nedenle de, bütün belirsizliklerin rasgele karakterde olduğu kavramı yaygınlaşmıştır. Rasgeleliğin en önemli özelliği, sonuçların ortaya çıkmasında tamamen şans olayının rol oynaması ve gerekli ön görülerin kesin bir doğrulukla önceden yapılanmamasıdır. Ancak, bilinen belirsizliklerin hepsi rasgele karakterde değildir. Günlük hayatta karşılaşılan belirsizliklerin çoğunun rasgele olmadığı kolayca anlaşılabilir.

Bulanık mantığın en geçerli olduğu iki durumdan ilki, incelenen olayın çok karmaşık olması ve bununla ilgili yeteli bilginin bulunmaması durumunda kişilerin görüş ve değer yargılarına yer verilmesi. İkincisi ise insan muhakemesine, kavrayışlarına ve karar vermesine ihtiyaç gösteren hallerdir. Bulanık mantıktan karmaşık da olsa, karşılaşılan her türlü sorunun çözülebileceği anlamı çıkarılmamalıdır. Ancak, en azından insan düşüncesinin incelenen olayla ilgili olarak bazı sözel çıkarımlarda bulunması dolayısı ile en azından daha iyi anlaşılabilen sonuçuna varılabilir.

4.1.2 Bulanık Sistem Ne Demektir

İngilizce “fuzzy” kelimesine karşı gelen “bulanık” kelimesinin genel olarak puslu, dumanlı, kesinlikle ayırt edilemeyen, kesin olmayan, belirsiz gibi bir dizi anlamı vardır. Bulanıklığın anlamı, bir araştırmacının incelediği konunun kendisi tarafından tam kesinlikle bilinmemesi durumunda sahip olduğu eksik ve belirsiz bilgilerin tümüdür. Böylece araştırmacı, klasik analitik yöntemler ile dinamik ve koruma ilkeleri ile elde ettiği denklemleri, verilerinde ve bilgilerinde belirsizlik yani bulanıklık bulunduğu için doğrudan kullanamaz. Araştırmacının incelediği olay veya mekanizma sadece kesin kurallı, çıkarımlarında kabul ve varsayımlar olan denklemler yerine, onların tamamlayıcısı olarak mevcut, onunla ilgili sözel ve oldukça

belirsiz bilgiler de göz önünde tutularak modellenenebilir. 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(Şen,2001):

1. Gerçek dünya olaylarının çok karmaşık olması ile 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. Yapılan çoğu çalışmalarda çözümler bir dereceye kadar yaklaşıktır. Aksi taktirde, çok sayıda doğrusal olmayan denklemlerin aynı zamanlı olarak çözülmesi gerekir ki, bunun günümüz bilgilerine göre belirgin olmayan çözümlere yol açacağı bilinmektedir.
2. Mühendislikte bütün teori ve denklemler gerçek dünyayı yaklaşık bir şekilde ifade eder. Bir çok gerçek sistem doğrusal 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 beklenmez ve bu sebeple de olsa bazı sapmaların olması muhtemeldir. Zaten bunun doğal sonucu olarak, mukavemet boyutlandırmalarında emniyet katsayısı gibi bir büyüklük hesaplara ilave edilerek, olabilecek belirsizlikler yine belirgin bir şekilde göz önünde tutulmuştur. Emniyet katsayısının kullanılması, bir bakıma, belirsizliklerin arka kapıdan çözümün içine katı bir şekilde sokulmasıdır.

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 göz önünde tutmak gerekmektedir. Bulanık sistemlerin asıl işleyeceği konu bu tür bilgilerin bulunması halinde, çözümlere gitmek için nasıl düşünüleceğidir. İyi bir mühendislik teorisinin, incelenen olayın bazı özelliklerini yakalayarak onu yaklaşık bir biçimde modellemesi ve matematik bakımdan karmaşık olmayacak çözümlerle kontrol altına alması beklenir. Aslında bulanık yöntemlerle bir sistemin modellenmesinde de yaklaşık ve oldukça kolay çözümlülük bulunur. Bu bakımdan bulanık sistemler teorik ve matematik aksiyomlu yaklaşımlardan bağımsız bir çözüm algoritmasını temsil eder. Mühendislik yaklaşımlarında, elde edilebilen tüm sayısal ve

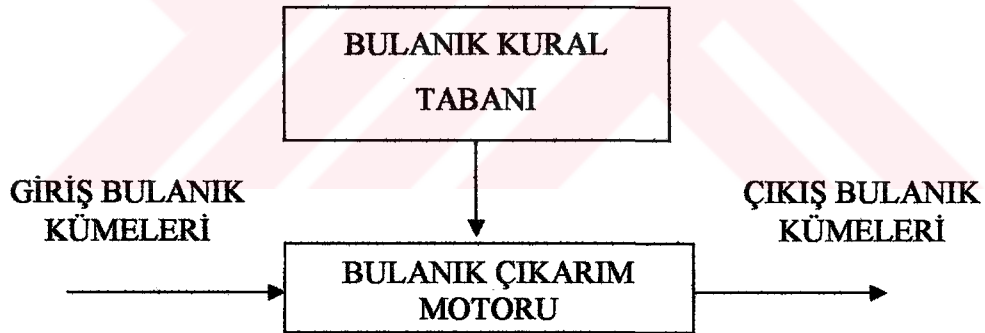
sözel bilgiler çözüm algoritmasına katılarak incelenen olayın kontrolünde anlamlı çözümlere varılabilmelidir. Bu bakımdan bulanık küme, mantık ve sistem ilkeleri, uzman kişilerinde vereceği sözel bilgileri işleyerek toptan çözüme gitmeye yarar. Halbuki, teorik matematik ve diferansiyel hesaplamalarda sadece sayısal değerler kullanılır.

Şimdiye kadar öğrenilen matematik, stokastik veya kavramsal sistemlerin hemen hepsi üç ayrı birimden ibarettir(Şekil 4.1).



Şekil 4.1 Klasik Sistem (Şen,2001)

Bunlar giriş, bu girişi çıkışa dönüştüren sistem davranışı ve buradan çıkış kısımlarıdır. Buradaki birimlerin hepsinde sayısal veri, çıkış veya işlemler yapılmaktadır. Bulanık sistemlerin bu klasik tasarımdan farkı, sistem davranışı kısmının ikiye ayrılmasıdır(Şekil 4.2).



Şekil 4.2 Genel bulanık sistem (Şen,2001)

Burada bulunan birimlerin her birinin farklı, fakat birbiri ile ilişkili olabilen görevleri vardır:

1.Genel Bilgi Tabanı Birimi: İncelenecek olayın maruz kaldığı girdi değişkenlerini ve bunlar hakkındaki tüm bilgileri içerir. Buna veri tabanı veya giriş adı da verilir. Genel veri tabanı denmesinin sebebi buradaki bilgilerin sayısal ve/veya sözel olabilmesidir.

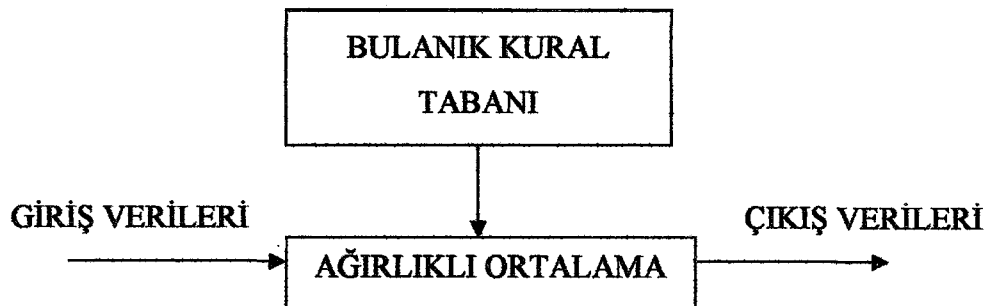
2.Bulanık Kural Tabanı Birimi: Veri tabanındaki girişleri çıkış değişkenlerine bağlayan mantıksal EĞER-İSE türünde yazılabilen bütün kuralların tümünü içerir. Bu kuralların yazılmasında sadece girdi verileri (öncül) ile çıktılar (soncul) arasında olabilecek tüm aralık (bulanık küme) bağlantıları düşünülür. Böylece, her bir kural girdi uzayının bir parçasını çıktı uzayına mantıksal olarak bağlar. Bu bağlamların tümü kural tabanını oluşturur.

3.Bulanık Çıkarım Motoru Birimi: Bulanık kural tabanında giriş ve çıkış bulanık kümeleri arasında kurulmuş olan ilişkilerin hepsini bir araya toplayarak sistemin bir çıkışlı davranmasını temin eden işlemler topluluğunu içeren bir mekanizmadır. Bu motor, her bir kuralın çıkarımlarını bir araya toplayarak tüm sistemin girdiler altında nasıl bir çıktı vereceğinin belirlenmesine yarar.

4.Çıktı Birimi: Bilgi ve bulanık kural tabanlarının, bulanık çıkarım motoru vasıtası ile etkileşimi sonunda elde edilen çıktı değerlerinin topluluğunu belirtir.

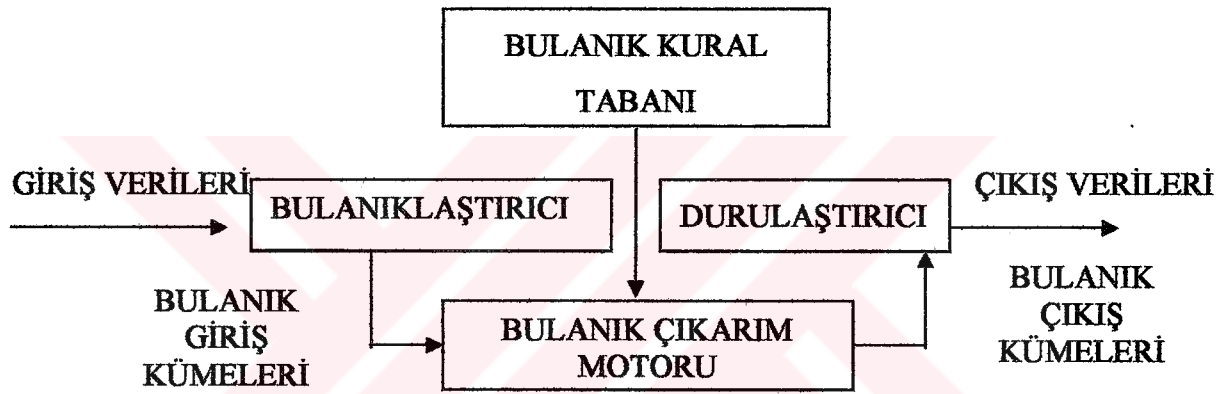
Şekil 4.2 genel bir bulanık sistemi temsil eder. Burada dikkat edilmesi gereken bir nokta genel olarak girdi bilgilerin ve çıktıların bulanık değerler olmasıdır. Yani sistemde her birim tamamen bulanık kümelerden oluşmaktadır. Temel bulanık sistemin en önemli mahzuru, sayısal olan veri tabanının böyle bir genel bulanık sisteme girememesi ve çıktılarının sayısal olmaması, dolayısı ile mühendislik tasarımlarında doğrudan kullanılmamasıdır.

Genel bulanık sistemin bu eksikliklerini bir dereceye kadar ortadan kaldırabilmek için Takagi ve Sugeno (1985) ve Sugeno ve Kank (1988) tarafından teklif edilen ve Tagaki-Sugeno-Kank(TSK) bulanık sistemi denilen sistem kullanılır. Burada, girdiler birer sayı, bulanık kural ve çıkarım motorunun çalışması sonunda elde edilen çıktılar ise girdilerin bir fonksiyonu şeklindedir. EĞER-İSE şeklinde ifade edilen bütün kuralların soncul kısımları çok terimli bir doğrusal denklemden ibaret olur. Böyle bir yapıya sahip olan bulanık sistemde sonucullar bulanık küme şeklinde olmadıklarından Şekil 4.2'deki bulanık çıkarım motoru birimi yerine, her bir kuralın öncül kısmından hesaplanan üyelik dereceleri ağırlık olmak üzere ağırlıklı çıkarım hesaplaması birimi gelir (Şekil 4.3).



Şekil 4.3 TSK Bulanık sistemi (Şen,2001)

Aslında böyle bir bulanık sistemde çıktı uzayı girdilerin fonksiyonu olarak, her bir alt uzayda geçerli bir kural olmak üzere temsil edilmiştir. TSK yaklaşımı ile çıktı yüzeyinin doğrusal olmaması halinde bile, bu yüzeyin alt uzaylar üzerinde girdi değişkenleri cinsinden düzlem parçaları şeklinde modellendiği anlaşılır. Ancak, TSK bulanık sisteminin eksiklikleri 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 kısımların bulanık olmaması dolayısı ile yazılamamasıdır. İşte bu eksiklikleri ortadan kaldırabilmek için şekil 4.4'te verilen ve girdi ve çıktı birimlerinde sırası ile bulanıklaştırma ve durulaştırma işlemleri yapıldığından bu birimlerin de bulunduğu bir bulanık sistem karşımıza çıkar.



Şekil 4.4 Bulanıklaştırma-Durulaştırma birimli bulanık sistem (Şen,2001)

Burada genel bir bulanık sistemdeki bulanık kural tabanı ve çıkarım motoru aynen kalmaktadır. Girişlerin sayısal olanları duruma tabi tutularak bulanıklaştırılmasına yarayan bulanıklaştırıcı birim ile yine bulanık olan çıktıların sayısallaştırılmasına yarayan durulaştırıcı birim ilave edilmiştir. Bulanıklaştırma ve durulaştırma sırası ile giriş sayılarını bulanıklaşması ve bulanık sayıların sayısallaştırılması anlamına gelir. Bu sistemde, bulanık sözel bilgiler ile bulanıklaştırılmış sayısal bilgiler bir arada toplanarak, genel bulanık sistemin girdisine indirgenmiş bir durum ortaya çıkar. Bulanık sistem çıkışlarının mühendislik tasarımlarında kullanılması amacı ile sayısallaştırılması için durulaştırma birimi ilave edilmiştir. Bu bulanıklaştırıcı-durulaştırıcı sistem genel ve TSK bulanık sistemlerinde bulunan tüm eksiklikleri ortadan kaldırır.

Bulanık sistemlerin başlıca özellikleri arasında en önemli konu olarak, çoklu girdileri, kural tabanı ve çıkarım motoru ile işleyerek tek çıktı haline dönüştürmesi gelir. Bazı özel durumlarda, çıktılar birden fazla olabilir. Ancak, hemen her mühendislik uygulamasında en az

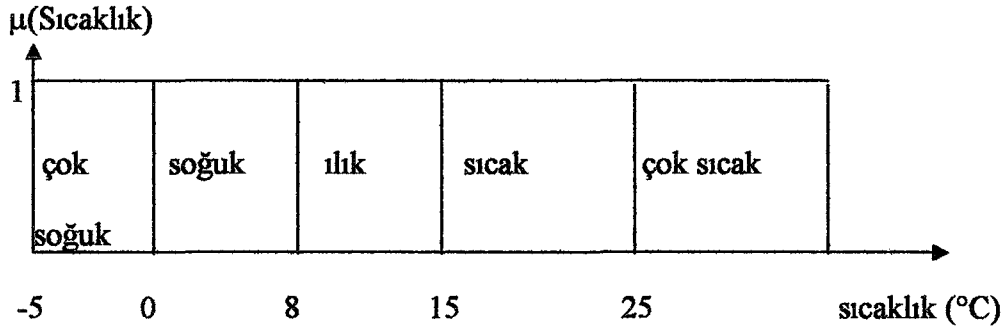
bir tane çıktı bulunur. Bulanık sistem doğrusal olmayan bir şekilde girdileri oluşturan değişkenleri, çıktı değişkenine dönüştürerek, sistemin davranışını tesbit eder. Böylece bilgi tabanının doğrusal olmayan dönüşümlere maruz bırakılması ile istenen sonuçlara ulaşmak için incelenen sistemin kontrol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

4.2 Üyelik Fonksiyonu

Gerçek yaşamda sadece birkaç şey kesindir veya sadece birkaç şey matematiksel teori ve modellerin aksiyomlarına uygundur. Üyelik fonksiyonları bir bulanık kümedeki (ister kesikli ister sürekli olsun) bulanıklığı grafiksel bir biçimde, bulanık küme teorisinin matematiksel formunu kullanarak, karakterize eder. Fakat bulanıklığı açıklamak için oluşturulan şekiller geçekten de çok az sınırlamaya sahiptir. Burada dikkat edilmesi gereken bulanıklığı grafiksel olarak açıklamak için kullanılan kuralların da bulanık olmasıdır. Bununla birlikte, herhangi bir biçimsel matematiksel yapı ile, bazı standart terimler geliştirilen üyelik fonksiyonlarının şekilleri ilişkilidir.

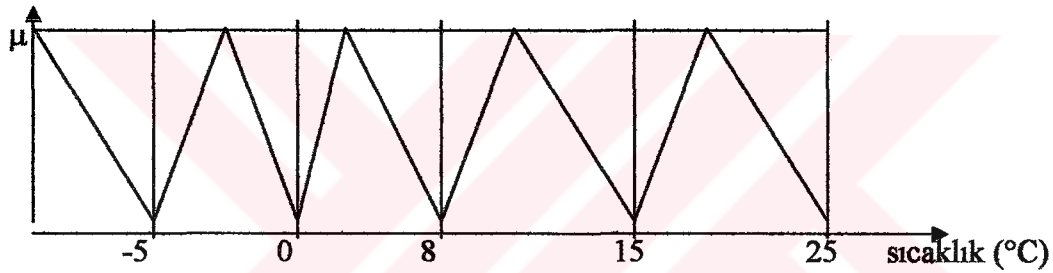
Belli bir bulanık küme için söz konusu olan bütün bulanıklık üyelik fonksiyonu ile somutlaştırılırken, açıklaması bulanık özellikler veya operasyonların kendisidir. Üyelik fonksiyonunun şeklinin önemli olmasından dolayı, bu fonksiyonların geliştirilmesi için büyük bir çaba sarf edilmelidir.

Göz önünde tutulan bir bulanık kelime veya ifadenin temsil ettiği sayısal aralık, o ifade hakkında sahibi olan kişiler tarafından belirlenebilir. Örneğin, İstanbul'da sıcaklık derecesinin değişim aralığının aşağı yukarı -5°C 'den $+35^{\circ}\text{C}$ ye kadar olduğu söylenebilir. İşte bu aralık sıcaklık kümesinin istanbul için öğelerinin bulunabileceği aralığı belirtir. Böylece tüm sıcaklık uzayı belirlenmiş olur. Ancak, günlük konuşmalarda bu sıcaklık uzayının da bir takım alt aralıklardan oluştuğu düşünülür. Örneğin, “çok soğuk”, “soğuk”, “ılık”, “sıcak”, “aşırı sıcak” gibi. Burada, önce her bir alt terimin aralığının ne olduğuna karar veriniz gibi bir emirle karşılaşılırsa, bu alt kümelerin her birinin üst üste örtüşmeyen, ancak birbirinin sınırında devamlarıymış gibi oldukları söylenebilir. Örneğin, çok soğukun -5°C ile 0°C , soğukun 0°C ile $+8^{\circ}\text{C}$, ılığın $+8^{\circ}\text{C}$ ile $+15^{\circ}\text{C}$, sıcakın $+15^{\circ}\text{C}$ ile $+25^{\circ}\text{C}$, çok sıcakın işe $+25^{\circ}\text{C}$ 'den başladığı söylenebilir. Burada dikkat edilirse aralık tahminlerinde bulunulmuş ve her bir alt aralıktan biri bitince diğeri başlamıştır (Şekil 4.5).



Şekil 4.5 Bitişik dikdörtgen gösterim (Şen,2001)

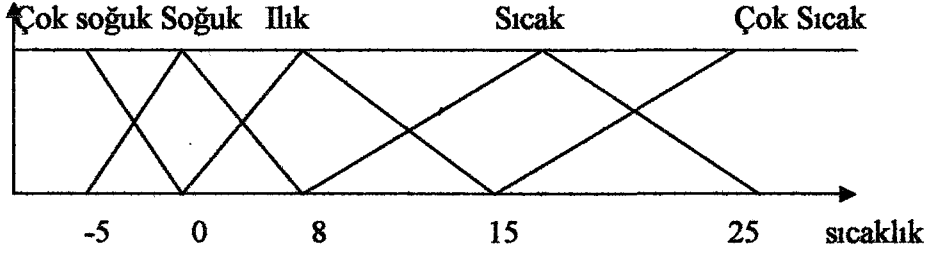
Bu aralığın sınırlarında yine Aristo mantığına göre katı kararlar alınmalıdır. Örneğin, 7.9°C 'nin soğuk, 8.1°C 'nin ise ılık olduğuna karar verilir. Bu şekilde gösterim bakımından önemli bir nokta, her alt aralığa düşen sıcaklık değerinin üyelik derecesinin, sadece o aralıkta 1'e, diğer aralıklarda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



Şekil 4.6 Bitişik üçgen gösterim (Şen,2001)

Yukarıdaki tartışmanın bir doğal sonucu olarak en basit üçgen üyelik fonksiyonları bitişik olarak alınmıştır. Bu üçgenlerin de sıcaklık alt kümelerini tam yansıtmadığı açıktır. Çünkü burada da sınırlardaki sıcaklık değerlerinin üyelik dereceleri sıfır olarak düşünülmüştür. Bu sınır değerleri, ne alttaki ne de 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. Birinci durumdan farklı olarak üyelik derecesi 1'e eşit değildir.

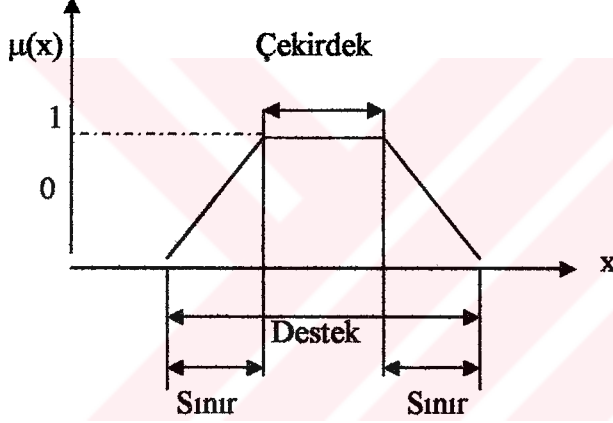
Biraz daha makul düşünülürse, bu aralıkların arasındaki geçiş kısımlarının böyle birbirinin devamı olmayacağı ve bir örtüşmenin söz konusu olabileceği söylenirse, daha mantıklı, günlük hayatta geçerli ve uzlaştırmacı çözümlere gidilmiş olur. Çünkü herkesin ılık sınırlarını 5 ile 15 de sıfır üyelik derecelerine sahip olacağını kabul etmesini savunmak mümkün değildir. Halbuki, günlük hayatta sınıra en yakın olan değerlerin hangi aralığa düşeceği oldukça şüpheli ve bulanıktır. Böylece sıcaklık alt aralıklarının birbiri ile örtüşmeli geçişlere sahip olmasının gerekliliği ile örtüşmeli üçgen üyelik fonksiyonları karşımıza çıkar.



Şekil 4.7 Örtüşmeli Üçgen Gösterimi

Bütün söylenenlerden sonra ilk ve alt aralıktaki sıcaklık durumlarının “çok soğuğa” veya “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 tayin edilmiş olur.

4.2.1 Üyelik Fonksiyonu Kısımları ve Özellikleri

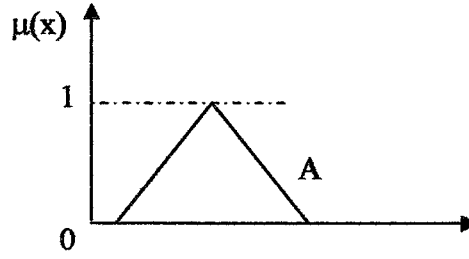


Şekil 4.8 Bir Bulanık Kümenin Çekirdek, Destek ve Sınır Kısımları (Ross, 1995)

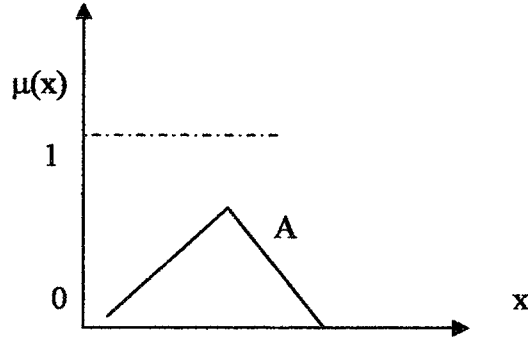
Her hangi bir A bulanık kümesi için üyelik fonksiyonunun çekirdeği, A kümesi içindeki bütün veya tam üyelik ile karakterize edilen evrensel küme olarak tanımlanır. Bu küme içindeki X elemanları $\mu_A(x) = 1$ ile gösterilir.

Her hangi bir A bulanık kümesi için üyelik fonksiyonunun destek kısmı, A kümesi içindeki sıfır olmayan üyelik değerlerini karakterize eden evrensel küme olarak tanımlanır. Bu küme içindeki X elemanları $\mu_A(x) > 0$ ile gösterilir.

Her hangi bir A bulanık kümesi için üyelik fonksiyonunun sınırları, A kümesi içindeki sıfır ve tam üye olmayan değerler ile karakterize edilen evrensel küme olarak tanımlanır. Bu küme içindeki X elemanları $0 < \mu_A(x) < 1$ ile gösterilir.



Şekil 4.9 Normal bulanık küme (Ross,1995)



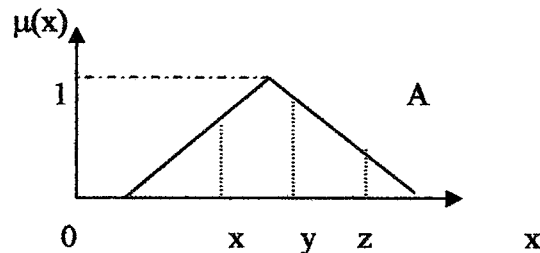
Şekil 4.10 Subnormal bulanık küme (Ross,1995)

Normal bulanık küme üyelik fonksiyonu üyelik değeri 1 olan en az bir tane x elemanına sahiptir. Üyelik değeri yalnız ve sadece 1 olan tek bir elemanı olan bulanık kümelerde bu eleman kümenin prototipi veya prototipikal eleman olarak adlandırılır.

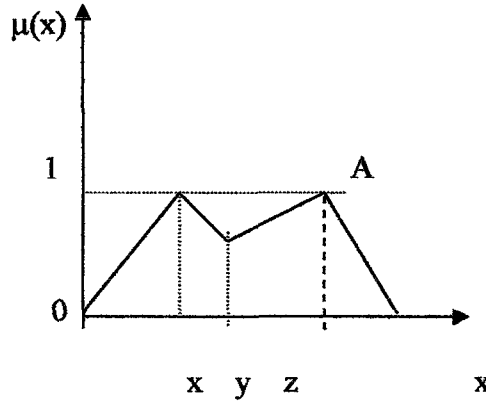
Konveks bulanık küme üyelik fonksiyonu monoton bir şekilde artan veya azalan, veya önce monoton bir şekilde artan sonra artan değerler ile monoton bir şekilde azalan kümeler olarak açıklanır. Bir başka deyişle, eğer, herhangi x, y ve z elemanları için $x < y < z$ ve $\mu_A(y) \geq \min [\mu_A(x), \mu_A(z)]$ ise bu bulanık küme A konveks bulanık kümedir. Burada dikkat edilmesi gereken konvekslik ifadesinin diğer bazı terimlerle karıştırılmamasıdır. Bu ifade konvekslik tanımını özetidir.

Her hangi iki konveks kümenin kesişimi de konveks bulanık kümedir. Üyelik fonksiyonunda üyelik değerleri 0,5 olan noktalar fonksiyonun geçiş noktaları olarak tanımlanır.

A bulanık kümesinin yüksekliği üyelik fonksiyonunun maksimum değeridir. $\max\{\mu_A(x)\}$ ile gösterilir. Eğer bu değer 1'den küçük ise bu bulanık küme subnormal bulanık kümedir.



Şekil 4.11 Konveks normal bulanık küme (Ross,1995)



Şekil 4.12 Nonkonveks normal bulanık küme (Ross,1995)

Eğer A tek noktada konveks normal bir bulanık küme olarak tanımlanırsa, A bir bulanık sayıyı ifade eden bir küme olur.

4.2.2 Standart Formlar ve Sınırlar

Yaygın olan üyelik fonksiyonu formları normal ve konveks olanlardır. Bununla birlikte bulanık kümeler üzerindeki bazı işlemler ve üyelik fonksiyonu üzerindeki işlemler subnormal ve nonkonveks fonksiyonlar ile sonuçlanır. Birleşim operatörünün hem subnormal hem nonkonveks bulanık kümeler üretmesi gibi.

Üyelik fonksiyonları simetrik veya asimetrik olabilirler. Bu fonksiyonlar tek boyutlu kümelerde tanımlandığı gibi çoklu-boyut kümelerde de tanımlanabilirler. Burada gösterilen fonksiyonlarda tek boyutlu eğriler gösterilmektedir. İki boyutlu durumlarda da bu eğriler yüzeyleri, üç ve daha fazlası için ise hiper yüzeyleri gösterirler. Bu hiper yüzeyler veya eğriler, n-boyutlu uzay parametreleri ile $[0,1]$ aralığındaki üyelik değerleri arasındaki kombinasyonlardan oluşan basit çimlerdir. Yine, bu üyelik değeri n-boyutlu uzaydaki parametrelerin spesifik kombinasyonlarının n-boyutlu bir evrensel kümede tanımlanan, belli bir bulanık küme içinde olan üyelik derecelerini gösterir. N-boyutlu kümeler için olan hiper yüzeyler, birleşik olasılık yoğunluk fonksiyonlarına benzerdir. Fakat, üyelik fonksiyonunun çizimi belli bir kümedeki üyelik içindir, frekansla veya olasılık yoğunluk fonksiyonu ile ilişkili değildir (Ross,1995).

4.2.3 Fuzifikasyon (Bulanıklaştırma)

Fuzifikasyon, kısmi bulanık yapma sürecidir. Bunu, bazı nicelikleri kesikli olarak kabul ederek ve bazı değerlerin tamamen deterministik olmadığını tanımlayarak yapacağız. Eğer belirsizliğin şekli yükselirse, değişkenler olasılıkla bulanıklaşır ve bir üyelik fonksiyonu ile gösterilebilir.

Gerçek hayatta, dijital voltmetreler gibi donanımlar kesikli data oluştururlar fakat bu datalar deneysel hatalara bağlıdır.

4.2.4 Üyelik Değeri Atanması (Belirlenmesi)

Bulanık değişkenlere üyelik değeri veya fonksiyonu atamanın, rassal değişkenlere olasılık yoğunluk fonksiyonu atamaktan daha fazla yolu vardır. Bu atama süreci sezgisel olabilir veya bazı algoritma veya mantıksal operasyonlara dayanabilir. Aşağıdaki liste literatürdeki bazı metodları içermektedir (Ross,1995):

- ✓ Sezgisel (Intuition)
- ✓ Sonuç Çıkarma (Inference)
- ✓ Rank Sıralama (Rank Ordering)
- ✓ Açısal Bulanık Kümeler (Angular Fuzzy Sets)
- ✓ Sinir Ağları (Neural Networks)
- ✓ Genetik Algoritma (Genetic Algorithms)
- ✓ Teşvikli Sebeplendirme (Inductive Reasoning)
- ✓ Yumuşak Parçalama (Soft Partioning)
- ✓ Meta Kuralları (Meta Rules)
- ✓ Bulanık İstatistik (Fuzzy Statistics)

Biz burada bu yöntemlerden bazılarına değineceğiz. Bu yöntemlerin her biri ayrı ayrı mühendislik konularına girmektedir. Çalışmamız içinde detaylandırılmamaktadırlar.

Sezgisel yöntem

Bu yöntem ya hiç ya da az bir tanıtıma ihtiyaç duyar. İnsanın kapasitesine bağlıdır. Fonksiyonun oluşumu insanın yaradılış zekasına ve anlayışına bağlıdır. Sezgi semantik ve geniş bilgi içerir. Aynı zamanda bu bilgiler hakkında gerçek dilsel değerler içerir. Örneğin,

bulanık değişken sıcaklık için bir üyelik fonksiyonu varsayalım. Ölçülen sıcaklık değerlerine karşılık değişik dilsel ifadeler kullanılabilir bu ifadeler sıcaklık insanın rahatlığı için başka, bir sistemin güvenli çalışabilmesi başka değerler alırlar ve herbir ifadenin dilsel şekli ve dolayısıyla üyelik fonksiyonu farklı olur. Bu fonksiyonları gösteren eğriler genel eğriler olup analist tarafından geliştirilebilir.

Sonuç çıkarma

Bu yöntemde, bilgiyi sonuç çıkarıcı bir sebep oluşturmak için kullanırız. Bir sonuca ulaşmak ümidiyle, bir dizi gerçek ve bilgi verilir. Literatürde bu yöntemin bir çok şekli dökümante edilmiştir. Fakat burada göstereceğimiz bizim biçimsel geometri ve geometrik şekiller bilgimizle ilişkilidir.

Bir üçgenin tanımlanmasında A,B ve C üçgenin iç açıları olsun, $A \geq B \geq C \geq 0$ sırasıyla ve üçgenlerin kümesi olsun;

$$U = \{(A,B,C) \mid A \geq B \geq C \geq 0 ; A+B+C=180^\circ\}$$

Bu denklem ile birçok üçgen çizebiliriz. Bu amaçla aşağıdaki üç tip üçgeni tanımlayacağız:

I : yaklaşık ikizkenar üçgen,

R : yaklaşık dik üçgen,

IR: yaklaşık ikizkenar ve dik üçgen,

E: yaklaşık eşkenar üçgen,

T: diğer üçgenler,

Bütün bu üçgen tipleri için sonuç çıkarma yöntemi ile üyelik değerleri oluşturabiliriz, çünkü üyelik atamaları yapmamıza yardımcı olacak geometri bilgisine sahibiz. Böylece, burada herhangi bir üçgen yığını için üyelik atmaları yapabilmek için geliştirilen bir algoritma için gerekli bilgiyi listeleyebiliriz.

Yaklaşık ikizkenar üçgen için;

$$A \geq B \geq C \geq 0 ; A+B+C=180 \text{ ve } \mu_1(A,B,C) = 1 - 1/60 \min(A-B, B-C)$$

Burada eğer A=B veya B=C olursa yaklaşık ikizkenar üçgen içinde üyelik değeri $\mu_1=1$ eğer A=120, B=60 ve C=0 $\mu_1=0$ olur.

Bu şekilde oluşturulan matris sonucunda toplam tercih sayısı bulunmuş ve her bir rengin toplam cevaplar üzerinden yüzdesi hesaplanmıştır. Her bir kişinin 10 adet ikili karşılaştırma yaptığı göz önüne alınırsa anketten elde edilen toplam cevap sayısı $1000 * 10 = 10000$ olmaktadır. 1000 üzerinden alınan % değerler yüzde kolonunda gösterilmektedir. Bu kolondaki değerlere göre renkler sıralanmıştır.

Bu şekilde yapılan sıralama ile sıralanan her bir bileşene belli bir skala üzerinden üyelik değeri atanabilmektedir. Bu yöntem Saaty tarafından geliştirilen yöntem ile benzerlik göstermektedir.

Açısal Bulanık Kümeler

Açısal bulanık kümeler standart kümelere sadece koordinat tanımlamalarıyla farklılık gösterirler. Açısal bulanık kümeler açılarının kümeleri üzerinde tanımlanırlar. Bundan dolayı her 2π çevriminde şekilleri tekrarlarlar. Çoğu uygulamalarda açısal bulanık kümeler gerçek değerler olarak bilinen dilsel değişkenlerin kantitatif tanımlanmasında kullanılırlar. Burada üzerinde duracağımız değişken doğruluk değişkeni olup, bu değişken bulanık kümedeki dilsel değişkenlerden farklı değildir. Mantıksal önermeler gerçek ile belli derecelere ilişkilidir. Eğer önerme 0 üyelik değerine sahipse yanlış, 1 üyelik değerine sahipse doğrudur. 0 ve 1 arasındaki değerler kısmen doğru veya kısmen yanlış önermelere karşılık gelmektedir.

4.3 Bulanık kümeler

Nesneler hakkındaki bilgiyi düzenlemeye, özetlemeye ve genelleştirmeye yöneldiğimizde, çoğu zaman küme kavramını kullanırız. Ele alınan her hangi bir konuya ilişkin bilgi, küme terimiyle sistematik olarak bir araya toplanır. İyi tanımlı nesneler topluluğuna veya sınıfına küme, bir kümeyi oluşturan nesnelerin her birine küme elemanları (öge, üye) ve üzerinde çalıştığımız kümelerin her birini alt küme olarak kabul eden en geniş kümeye evrensel küme denir. Geleneksel bir küme, evrensel kümedeki nesnelerin ortak özelliklerine göre bir araya getirilme işlemi olarak da tanımlanabilir. Evrensel kümede yer alan nesneler, belirlenen özellikleri karşılayanlar (kümeyle ait olanlar) ve karşılamayanlar (üye olmayanlar şeklinde sınıflandırılır. Diğer bir deyişle, geleneksel bir kümenin elemanları, mantıkta yer alan ikiye bölme kuralına (1 veya 0, doğru veya yanlış, evet veya hayır vb.) dayanarak belirlenir.

Boolean mantığı ile klasik küme kavramı arasındaki ilişkiye benzer güçlü bir ilişki, bulanık mantık ile bulanık küme kuramı arasında mevcuttur.

Klasik küme kuramında, bir X kümesindeki A altkümesi, kendisine ait karakteristik fonksiyonu olan χ_A ile ifade edilir. Karakteristik fonksiyon, X in elemanlarını $\{0,1\}$ kümesine dönüştürür.

$$\chi_A: X \longrightarrow \{0,1\}$$

Bu dönüşüm, X in her elemanı için bir sıralı ikili kümesiyle ifade edilebilir. Bir sıralı ikililerin ilk elemanı, X in bir elemanı ve sıralı ikilinin ikinci elemanı ise $\{0,1\}$ kümesinin bir elemanıdır. Sıfır değeri ait olamamayı temsil ederken Bir değeri ise aitliği gösterir.

" x , A nın içindedir"

şeklindeki bir önermenin doğruluğu (ya da yanlışlığı), $(x, \chi_A(x))$ sıralı ikilisiyle belirlenir. Eğer sıralı ikilinin ikinci elemanı 1 ise önerme doğru, eğer bu değer 0 ise önerme yanlıştır.

Benzer şekilde, X kümesinin bir altkümesi olan A bulanık kümesi, sıralı ikililer kümesi ile ifade edilebilir. Bir sıralı ikilinin ilk elemanı, X in bir elemanı iken bu sefer ikilinin ikinci elemanı ise $[0, 1]$ aralığından bir değerdir. Böylece, X in her elemanı bir sıralı ikili ile ifade edilmiş olur. Aslında bu, X in her elemanı ile $[0, 1]$ aralığı arasında bir dönüşüm, μ_A , tanımlar. Sıfır değerli tam olarak ait olmamayı tanımlarken, bir değeri tam üye olma anlamında ve diğer değerler ise ara üyelik değerlerini gösterir. A bulanık kümesi için X kümesi evrensel kümedir. μ_A dönüşümü, genellikle, A nın üyelik fonksiyonu olarak tanımlanır.

" x , A nın içindedir"

gibi bir önermenin doğruluk derecesi, $(x, \mu_A(x))$ sıralı ikililerinin ikinci elemanı aracılığı ile belirlenir. Burada üyelik fonksiyonu ile bulanık küme terimleri kendi aralarında değişebilecek şekilde kullanılır.

A kümesi,

$$A = \{(x, \mu_A(x)) \mid x \in X\}$$

şeklinde tanımlanır ve genellikle μ_A yerine kısaca $A(x)$ yazılır.

$X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ sonlu kümesindeki A bulanık kümesi çoğunlukla aşağıdaki gibi gösterilir.

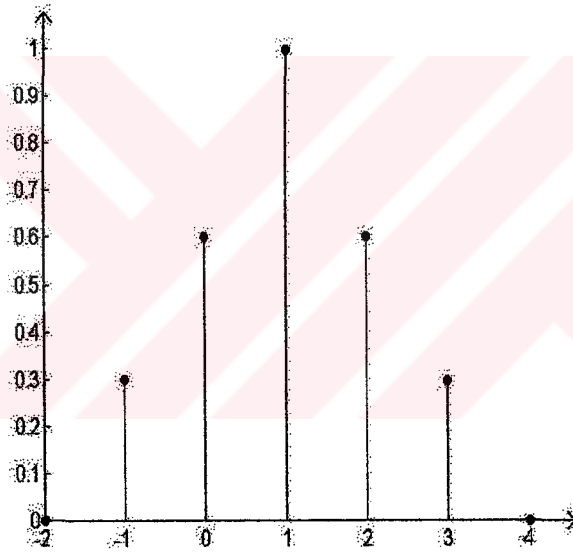
$$A = \frac{\mu_1}{x_1} + \frac{\mu_2}{x_2} + \dots + \frac{\mu_n}{x_n}$$

Bu ifadede, A kümesinin elemanı x_i ($i = 1, 2, \dots, n$) için üyelik derecesi değeri μ_i ile gösterilirken toplama işareti birleşimi ifade eder. Evrensel kümenin sonsuz olması halinde ise, bulanık bir küme aşağıdaki gibi ifade edilir.

$$A = \int \mu(x_i) / x_i, \forall x_i \in X$$

Örnek 4.2: "1'e yakın" doğal sayılar kümesini tanımlayalım. Bu küme aşağıdaki şekilde ifade edilebilir:

$$A = \frac{0.0}{-2} + \frac{0.3}{-1} + \frac{0.6}{0} + \frac{1.0}{1} + \frac{0.6}{2} + \frac{0.3}{3} + \frac{0.0}{4}$$

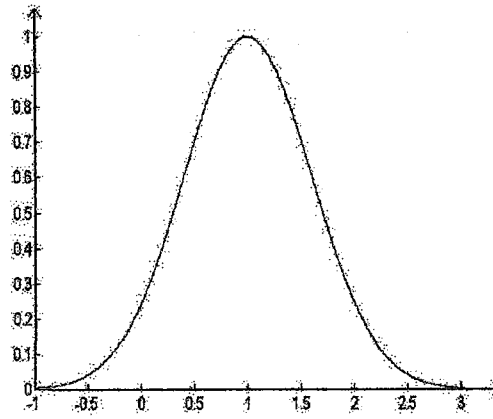


Şekil 4.13 "x, 1'e yakındır" önermesine ait ayrık üyelik fonksiyonu

Örnek 4.3: "1'e yakın" gerçel sayılar kümesine ait üyelik fonksiyonu ise aşağıdaki şekilde ifade edilebilir:

$$A(x) = \exp(-\beta(x-1)^2)$$

Burada β bir pozitif gerçel sayıdır.



Şekil 4.14 "x, 1'e yakındır" önermesine ait üyelik fonksiyonu

4.3.1 Bulanık Küme İşlemleri

Geleneksel kümelerde kesişim, birleşim ve tümlleme şeklinde üç temel işlem vardır. A ve B ile gösterilen geleneksel kümelerin aynı evrensel kümede tanımlı olduğunu kabul edelim. A ve B kümelerine göre kesişim, birleşim ve tümlleme işlemleri aşağıda verildiği gibi tanımlanabilir. Burada $\bar{A}$ kümesi, A kümesinin tümlleyen kümesini gösterir (Ross,1995).

Kesişim : $A \cap B = \{ x | x \in A \text{ ve } x \in B, x \in X \}$

Birleşim: $A \cup B = \{ x | x \in A \text{ veya } x \in B, x \in X \}$

Tümlleme: $\bar{A} = \{ x | x \in X \text{ ve } x \notin A \}$

Geleneksel kümelerdeki kesişim, birleşim ve tümlleme gibi mantıksal işlemler bulanık kümelere de uygulanabilir. Bulanık kümelerde kesişim, birleşim ve tümlleme işlemlerini gerçekleştirmek için sırasıyla minimum, maksimum ve değilleme işlemcileri sıklıkla kullanılır. Bu işlemciler bulanık kümelerde aşağıdaki gibi tanımlanır(Ross,1995).

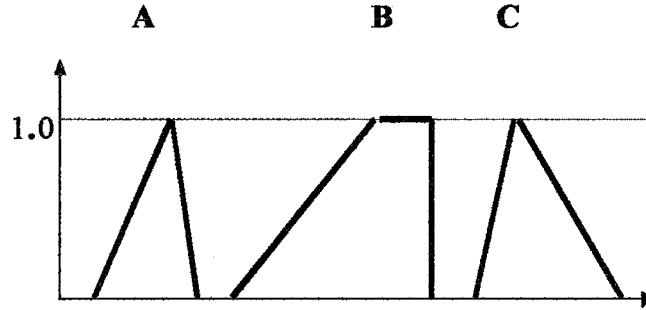
Kesişim: $\mu_{A \cap B}(x) = \min (\mu_{A(x)}, \mu_{B(x)})$

Birleşim: $\mu_{A \cup B}(x) = \max (\mu_{A(x)}, \mu_{B(x)})$

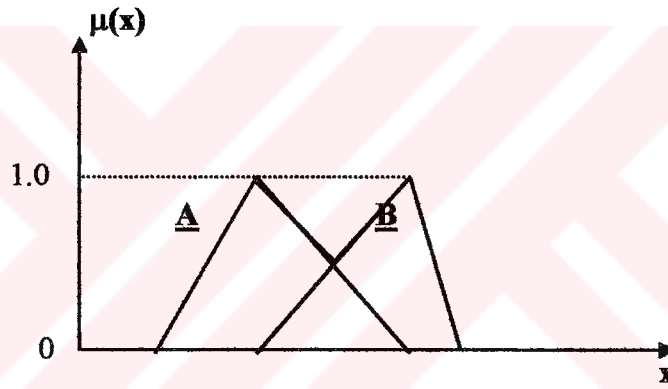
Tümlleme: $\mu_{\bar{A}}(x) = 1 - \mu_{A(x)}$

Matematiksel olarak farklı fonksiyonlarla ifade edilen birleşim ve kesişim işlemcileri, geleneksel kümelerde birbirine denk sonuçlar verir. Geleneksel kümelerde olduğu gibi, bulanık kümelerde de kesişim, birleşim ve tümlleme işlemlerinin tek bir tanımı yoktur. Bulanık kümelerde kesişim, birleşim ve tümlleme işlemleri için tanım (işlemci) çeşitliliği, teorik bir bakış açısının varlığı, geleneksel mantıkta kullanılan küme işlemcilerinin bulanık küme

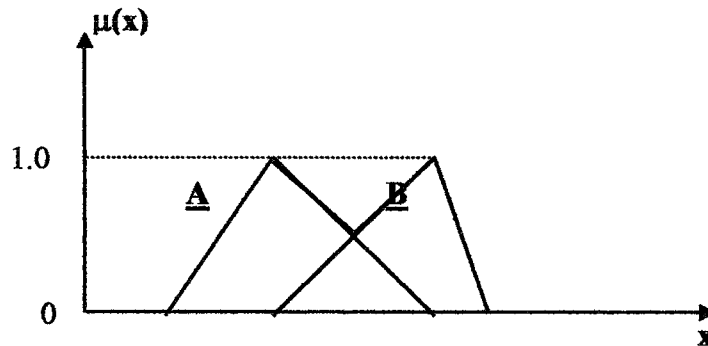
durumuna genişletilmesi ve uygulamaya dayanan nedenlerle açıklanabilir. İki bulanık kümenin kesişim (birleşim) kümesi belirlenirken, bu kümeler tarafından kapsanan en büyük (en küçük) bulanık küme yerine, diğer bir keşim(birleşim) kümesinin seçilmesi uygulamada daha etkin ve anlamlı sonuçlar verebilir. Bu nedenle, bulanık kümelerde kesişim, birleşim ve tümlleme işlemleri teorik bir bakış açısından incelenebilir.



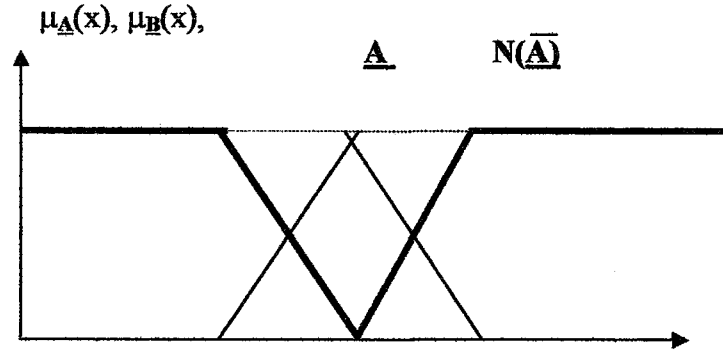
Şekil 4.15 Bulanık alt kümeler (Ross,1995)



Şekil 4.16 Bulanık kümelerin birleşimi (Ross,1995)



Şekil 4.17 Bulanık kümelerin kesişimi (Ross,1995)



Şekil 4.18 Bulanık kümelerin tümleyeni (Ross,1995)

4.3.2 Bulanık Küme Özellikleri

Bulanık kümelerde üyelik fonksiyonlarına göre tanımlanan eşitlik, kapsama, üs alma, kartezyen çarpım, yükseklik, normallik, destek kümesi, sınır kümesi, kernel kümesi, merkez, α -kesimleri gibi temel kavramlar vardır. Bu kavramlardan eşitlik, kapsama, kartezyen çarpım kavramları geleneksel kümelerin bir uzantısıdır.

Eşitlik Kavramı: A ve B gibi iki bulanık kümenin eşitliğinden söz edebilmek için, ilk olarak bu kümelerin aynı evrensel kümelere tanımlı olması gerekir. Böyle bir durumda, A ve B kümelerinin üyelik fonksiyonları, evrensel kümede yer alan her bir eleman için aynı üyelik derecesini alıyorsa, söz konusu iki küme birbirine eşittir. İki bulanık kümenin eşitliği, matematiksel olarak aşağıdaki gibi ifade edilir.

$$\mu_A(x) = \mu_B(x) \quad \forall x \in X \Leftrightarrow A \equiv B$$

İki bulanık küme arasındaki eşitlik ilişkisi incelenirken, evrensel kümede yer alan her bir elemanın söz konusu kümelere olan üyelik dereceleri birbiriyle karşılaştırılır. Bu nedenle, iki bulanık kümenin sadece ve sadece üyelik dereceleri anlamında birbirine eşit olabileceklerini hatırlamalıyız.

Bulanık kümelerde üs alma: Bulanık bir kümenin β ile gösterilen her hangi bir üssü alınabilir. Burada, β 'nın pozitif bir gerçekte sayı olması gerekir. Bu özellik, bulanık kümelerde kesişim, birleşim ve tümleme işlemleri ile bulanık mantıkta sıkça kullanılmaktadır. Bulanık küme A'nın β kuvveti, yeni bir bulanık kümeyle sonuçlanır.

$$\mu_A^\beta(x) = [\mu_A(x)]^\beta \quad ; \quad \forall x \in X$$

Kartezyen Çarpım Kümesi: A, B ve C bulanık kümeleri sırasıyla X, Y ve Z evrensel kümelerinde tanımlı olsun. Bu kümelere yer alan her bir elemanı sırasıyla x, y ve z ile

niteleyelim. Bu durumda A, B, C kümelerinin kartezyen çarpımı, $X \times Y \times Z$ çarpım uzayında aşağıda verilen üyelik fonksiyonu ile nitelenen bulanık bir kümedir.

$$\mu_{X \times Y \times Z}(x,y,z) = \min [\mu_A(x), \mu_B(y), \mu_C(z)] \quad x \in X, y \in Y, z \in Z$$

Yükseklik ve normallik kavramları: Bulanık bir kümenin üyelik fonksiyonunun en büyük üyelik derecesi, bu kümenin yüksekliğini belirler. Yükseklik, matematiksel olarak aşağıdaki gibi ifade edilir.

$$\text{Yükseklik}(A) = \sup [\mu_A(x)] ; \quad \forall x \in X$$

Burada, A kümesi sonlu bir evrensel kümede tanımlı ise, en küçük üst sınırı gösteren sup (supremum) terimi yerine maksimum terimi kullanılır.

Destek kümesi: Bulanık bir kümenin üyelik fonksiyonunda, üyelik derecesi sıfırdan büyük olan elemanların bir araya getirildiği kümeye destek kümesi denir. Destek kümesi, bulanık olmayan veya geleneksel bir kümedir. Destek kümesi aşağıdaki gibi gösterilir.

$$\text{Destek}(A) = \{ x \in X \mid \mu_A(x) > 0 \}$$

Kernel kümesi: Bulanık bir kümeye tamamen üye olan (üyelik fonksiyonundaki üyelik derecesi 1'e eşit olan) elemanların bir araya getirildiği bir kümedir. Bu küme de bulanık olmayan bir kümedir ve şöyle gösterilir.

$$\text{Kernel}(A) = \{ x \in X \mid \mu_A(x) = 1 \}$$

Sınır kümesi: Bulanık bir kümeye kısmen üye olan elemanların bir araya getirildiği geleneksel kümeye sınır kümesi denir.

$$\text{Sınır}(A) = \{ x \in X \mid 0 < \mu_A(x) < 1 \}$$

Merkez kavramı: Bulanık bir kümeye ilişkin üyelik fonksiyonunun maksimum değeri sonlu bir sayı olduğunda, bu kümede yer alan elemanların üyelik derecelerinin ortalama değeri, bulanık kümenin merkezini verir. Ortalama değer negatif (veya pozitif) sonsuza eşitse, üyelik fonksiyonunun maksimum değerine ulaştığı noktalar arasından en büyük (veya en küçük) olan noktaya merkez denir.

Kardinalite (Nicelik sayısı) Kavramı: Geleneksel kümelerde kardinalite kavramı, bir kümede yer alan eleman sayısı anlamına gelmektedir. Geleneksel kümelerde iki küme bir birine denk olması için, bu iki küme arasında bire bir örten bir f fonksiyonunun tanımlı olması gerekir. Bu durum, aynı zamanda eleman sayılarının da eşit olmasını da gerektirir. Kardinalite kavramı, bulanıklıktan arındırma, alt küme olma derecesi gibi diğer bazı özellik ve kuralları tanımlamak için gerekli olan bir kavramdır. Bu kavram bulanık kümelerde, normal altı

(subnormal) bulanık kümeler için bir normalizasyon faktörü olarak da kullanılır. Sonlu bir evrensel kümede tanımlı olan bulanık bir kümenin kardinalitesi, $\text{Card}(A)$ ile gösterilir ve A kümesindeki her bir elemanın üyelik derecelerinin toplanması ile bulunur. Kardinalite kavramı şu şekilde gösterilir.

$$\text{Card}(A) = \sum \mu_A(x_i)$$

α -kesimleri: Üyelik fonksiyon değeri α 'ya eşit veya daha büyük olan elemanların yer aldığı geleneksel bir kümedir.

4.4 Bulanık İlişkiler (Bağıntılar)

Geleneksel bir küme, tek boyutlu nesneler topluluğu şeklinde tanımlanabilir. Örneğin, “uzun boylu insanlar” ifadesi ile oluşturulan bir küme, tek boyutlu geleneksel bir küme bir araya getirilir. Bu kümenin elemanı olabilmek için aranan tek ölçüt kişilerin boyudur. Bununla birlikte, “uzun boylu ve zayıf insanlar” nitelmesi ile oluşturulan geleneksel bir küme, sıralı çiftlerden oluşan bir kümedir. Diğer bir deyişle, bu küme iki boyutlu bir geleneksel bir bağıntıdır. Bu durumu matematiksel olarak ifade edersek;

$(a_1, a_2, a_3, \dots, a_r)$ bir sıralı r - dizisidir. R elemanlarının sıralanmasında hiçbir sınırlama yoktur. Eğer $r=2$ ise (a_1, a_2) bir sıralı ikili olur. Buradan hareketle, yüksek boyutlu evrensel kümeler üzerinde tanımlı olan sıralı nesneler topluluğuna bağıntı denir. Geleneksel bir bağıntı, iki veya daha fazla nesne arasında gözlenen veya belirlenen bir ilişki olarak da ifade edilebilir. geleneksel bağıntılarla ele alınan nesneler birbiriyle ya tamamen ilişkili ya da tamamen ilişkisizdir (Ross, 1995).

Bir bağıntının bulunabilmesi için öncelikle kartezyen kümenin oluşturulması gerekir.

$A_1, A_2, A_3, \dots, A_r$ kesikli kümeleri için bütün r -dizisi elemanlarının kümesine $a_1 \in A_1, a_2 \in A_2, \dots, a_r \in A_r$ olmak üzere $A_1, A_2, A_3, \dots, A_r$ kümelerinin kartezyen çarpımı denir ve

$A_1 \times A_2 \times \dots \times A_r$ şeklinde gösterilir. Eğer bütün A_r kümeleri denk ve eşit ise bu durumda kartezyen çarpım A^r şeklinde gösterilir.

Örnek 4.4 :

$A = \{0, 1\}$ ve $B = \{a, b, c\}$ ise;

$$A \times B = \{(0, a), (0, b), (0, c), (1, a), (1, b), (1, c)\}$$

$$B \times A = \{(a, 0), (a, 1), (b, 0), (b, 1), (c, 0), (c, 1)\}$$

$$A \times A = A^2 = \{(0, 0), (0, 1), (1, 0), (1, 1)\}$$

$$B \times B = B^2 = \{(a, a), (a, b), (a, c), (b, a), (b, b), (b, c), (c, a), (c, b), (c, c)\}$$

$A_1 \times A_2 \times \dots \times A_r$ kartezyen çarpımının bir alt kümesi, $A_1, A_2, A_3, \dots, A_r$ kümeleri üzerinde bir r -sıra ilişkisi ve, eğer $r=2$ olursa, kartezyen çarpımın bütün alt kümeleri A_1 'den A_2 'ye bir ikili ilişki olmak üzere iki kümenin kartezyen çarpımı şu şekilde gösterilir:

$$X \times Y = \{(x, y) \mid x \in X, y \in Y\}$$

Her bir x 'in X kümesinin elemanı olduğu ve her bir y 'nin Y kümesinin elemanı olduğu bir sıralı ikiliden oluşan bu yapı, X ve Y kümeleri arasında kısıtlanmamış birleşimleri oluşturur. X kümesinin her bir elemanı Y kümesinin her bir elemanı ile tamamen ilişkilendirilir. Her bir sıralı ikili elemanlar arasındaki ilişki karakteristik bir fonksiyon ile ölçülür. Bu fonksiyon χ işareti ile gösterilir. Tam bir ilişki var ise bu fonksiyonun değeri 1 aksi halde ise 0 olur. (Not: ara değerler yoktur. Klasik mantık)

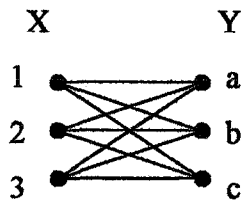
$$\chi_{X \times Y}(x, y) = \begin{cases} 1, & (x, y) \in X \times Y \\ 0, & (x, y) \notin X \times Y \end{cases}$$

Kartezyen çarpımı yapılan kümelerdeki öğelerin sayılarının sonlu olması durumunda ikililer arasındaki ilişkiler bir matris aracılığı ile gösterilebilir. Bu matrise ilişkiler matrisi denir. Ayrıca iki kümenin öğelerinin eşleştirilmesi ile elde edilen çarpımı göstermek için, bir kümedeki elemanların diğer kümedekilerle nasıl eşleştirildiklerini gösteren karşılıklı çizgi diyagramına Sagittal diyagram adı verilir. Böyle bir diyagramda küme elemanları temsili olarak noktalar, aralarındaki ilişki olan noktalar ise çizgilerle gösterilir.

Örnek 4.5 :

$X = \{1, 2, 3\}$ ve $Y = \{a, b, c\}$ kartezyen çarpımlarının ilişki matrisi şöyle olur.

$$R = \begin{matrix} & \begin{matrix} a & b & c \end{matrix} \\ \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ 3 \end{matrix} & \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix} \end{matrix}$$



Şekil 4.19 Sagittal diyagram (Ross, 1995)

$r=2$ olduğu durumda kümelerin kartezyen çarpımı için özel durumlar vardır. Bunlar evrensel ilişki ve birim ilişkidir. Bu alt kümeler şu şekilde gösterilir;

$A = \{0,1,2\}$ için,

$U_A = \{(0,0),(0,1),(0,2),(1,0),(1,1),(1,2),(2,0),(2,1),(2,2)\}$

$I_A = \{(0,0),(1,1),(2,2)\}$

N elemanlı X kümesinin m elemanlı Y kümesi ile ilişkili olduğunu varsayalım. Eğer X 'in asallığı n_x ve Y 'nin asallığı n_y ise bu iki küme arasındaki ilişkinin asallığı $n_{X \times Y} = n_x * n_y$ olur.

$X \times Y$ kartezyen çarpımı üzerinde R ve S gibi iki bağımsız ilişki tanımlı olsun. “O” boş ilişki ve “E” tam ilişki olmak üzere ilişkiler arasında aşağıdaki işlemler söz konusu olur:

Birleşim $R \cup S \rightarrow \chi_{R \cup S}(x,y): \chi_{R \cup S} = \max [\chi_R(x,y), \chi_S(x,y)]$

Kesişim $R \cap S \rightarrow \chi_{R \cap S}(x,y): \chi_{R \cap S} = \min [\chi_R(x,y), \chi_S(x,y)]$

Tümleyen $R \rightarrow \chi_R(x,y): \chi_R(x,y) = 1 - \chi_R(x,y)$

Kapsam $R \subset S \rightarrow \chi_R(x,y): \chi_R(x,y) \leq \chi_S(x,y)$

$R: X \rightarrow Y, S: Y \rightarrow Z, T: X \rightarrow Z$ olmak üzere;

R, S ve T ilişkileri arasında iki çeşit kompozisyon (bileşke) operasyonu tanımlanabilir. Max-min kompozisyon ve max-çarpım kompozisyonu.

$T = R \circ S$

$\chi_T(x,z) = \vee [\chi_R(x,y) \wedge \chi_S(y,z)]$ max-min kompozisyon

$T = R \circ S$

$\chi_T(x,z) = \vee [\chi_R(x,y) * \chi_S(y,z)]$ max-çarpım kompozisyon

Bir bağıntı küme olarak ele alınabildiği için, geleneksel bağıntılar bulanık kümeler durumuna genişletilebilir. Buna göre iki veya daha fazla evrensel küme (kartezyen çarpım kümesi) üzerinde tanımlanan bulanık bir kümeye bulanık bağıntı denir. İşlem olarak, bulanık küme X 'den diğer bulanık küme olan Y 'ye, kartezyen çarpım ile birebir ilişkilendirme yapılması mümkündür. Bunun klasik kümelerdeki işlemlerden tek farkı, işlem olarak değil de ancak üyelik derecelerinin 0 ile 1 gibi iki değerli olmayıp, 0 ile 1 aralığında her hangi bir ondalık değeri içermesidir. Aynı notasyonlar geçerlidir, ancak bulanık kümeleri temsil eden büyük harflerin altına bir çizgi işareti konur.

Bununla birlikte $X \times Y$ Kartezyen uzayında, R , bulanık ilişkisi üyelik fonksiyonu $\mu_R(x,y)$ olan yapı ile gösterilir.

4.4.1 Bulanık İlişki İşlemleri ve Kartezyen Çarpım

$X \times Y$ Kartezyen uzayında, R ve S gibi iki bulanık ilişki olsun. Bu ilişkiler arasındaki işlemler şunlardır(Özkan,2003):

Birleşim $\mu_{R \cup S}(x,y) = \max [\mu_R(x,y) , \mu_S(x,y)]$

Kesişim $\mu_{R \cap S}(x,y) = \min [\mu_R(x,y) , \mu_S(x,y)]$

Tümleyen $\mu_{R^c}(x,y) = 1 - \mu_R(x,y)$

Kapsam $R \subset S \rightarrow \mu_R(x,y) \leq \mu_S(x,y)$

A ve B bulanık kümelerinin X ve Y gibi uzaylarda tanımlandığını düşünelim. Bu iki bulanık kümenin çarpımı ile elde edilen R ilişki kümesi aslında daha önce tanımlanan $X \times Y$ klasik küme çarpımı içinde yer alır. Bu notasyon olarak şu şekilde gösterilir:

$$A \times B = R \subset X \times Y$$

Üyelik derecelerinin esas alınması ile bu ilişki şöyle yazılabilir:

$$\mu_R(x,y) = \mu_{A \times B}(x,y) = \max [\mu_A(x) , \mu_B(y)]$$

4.4.2 Bulanık Tolerans ve Eşdeğerlik İlişkileri

Bir bulanık ilişki matrisi olan R matrisi, X uzayından yine aynı uzaya olabilecek bağıntıyı da gösterebilir. Aşağıdaki üç şartın sağlanması halinde, buna, bulanık eşdeğer ilişki olarak bakılabilir (Ross,1995):

Yansıyabilirlik (Reflexivity) $\mu_R(x_i, x_i) = 1$

Simetriklik (Symmetry) $\mu_R(x_i, x_j) = \mu_R(x_j, x_i)$

Geçişlilik (Transitivity) $\mu_R(x_i, x_j) = \lambda_1$ ve $\mu_R(x_j, x_k) = \lambda_2$ ise $\mu_R(x_i, x_k) = \lambda$

burada $\lambda \geq \min (\lambda_1, \lambda_2)$

4.4.3 Bulanık İlişki Matrisi Değerlerinin Belirlenmesi

İlişki matrisindeki üyelik değerlerinin nereden geldiği sorusu karşımıza çıkmaktadır. Buna cevap olarak birkaç tane hesap yöntemi vardır. Bunlardan önemli olanları şunlardır:

1. **Kartezyen çarpım**
2. **Kapalı şekil ifadeleri:** Bu usul ile değerlerin bulunabilmesi için, incelenen fiziksel olayın verilen bir girdi kümesi için çıktı kümesinin ne olacağı gözlemlenmelidir. Verilen bir giriş çıkış çifti için hiç değişme gözlemlenemiyorsa, bu sistemin klasik kümelerle modellenmesi yoluna gidilir. Ayrıca hiç değişkenlik bulunmuyor ise bu takdirde ilişkiyi kapalı form olarak $Y = f(X)$ şeklinde gösterebiliriz. Burada, X giriş, Y ise çıkış kümesi öğelerinden oluşur.
3. **Tabloya bakma:** Eğer biraz değişkenlik bulunursa 0-1 aralığında üyelik derecelerinin belirlenmesi ile bulanık ilişki kurma yönüne gidilir.
4. **Sözel Bilgi kuralları:** Bunun için bulanık sözel bilgilerden yararlanılır ve sonuçta EĞER-İSE türünde kurallar bulunur. Böyle bilgiler konunun uzmanları, anketler veya genel konsensüs ile bulunabilir.
5. **Sınıflandırma:** Verilerin sınıflandırılması veya belirgin şekillerin ortaya çıkması ile ilişki matrisinin öğelerinin değerleri bulunabilir.
6. **Veri İşlemesinde Benzerlik Yöntemleri:** En fazla kullanılan yöntemlerden biri verilerden ilişki matrisinin değerlerinin tespit edilmesidir. Bunun için kullanılan yöntemlerden bazıları aşağıda verilmektedir.

Kosinüs Genliği Yöntemi: Oldukça kullanışlı olan bu yöntem bir çok yöntemin gerektirdiği gibi n tane veriye ihtiyaç duyar. Veriler X kümesinin öğeleri olarak düşünülürse,

$X = \{x_1, x_2, x_3, \dots, x_n\}$ dir. Buradaki öğelerin her biri m tane veri içerir. Bu nedenle öğelerden x_i aşağıdaki gibi yine bir küme şeklinde yazılabilir.

$$X_i = \{x_{i1}, x_{i2}, x_{i3}, \dots, x_{im}\}.$$

Böylece ilişki matrisinin r_{ij} gibi bir öğesi x_i ve x_j verilerinin birer küme olarak düşünülmesi ve üzerinde ortak bazı işlemlerin yapılması ile hesaplanır. Hesaplanan r_{ij} değerine $\mu_R(x_i, x_j)$ üyelik derecesi olarak bakılabilir. Kosinüs genliği yönteminde r_{ij} 'ler 0 ile 1 arasında değerler olacak biçimde aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$R_{ij} = \frac{|\sum_{k=1}^m x_{ik} * x_{jk}|}{\sqrt{(\sum_{k=1}^m x_{ik}^2)(\sum_{k=1}^m x_{jk}^2)}} \quad (i, j = 1, 2, 3, \dots, n)$$

Aslında bu denklemin payını iki vektörün skaler çarpımı teşkil eder. Paydada kök içinde bulunan terimlerin herbiri, bu vektörlerin ayrı ayrı uzunluklarını gösterir. Vektörler birbirine dik oldukları zaman birbirlerine benzemez. Böyle bir durumda vektörler birbirinden bağımsız olduğundan denklemin vereceği sonuç da sıfıra eşit olur.

Max-min Yöntemi: Bu yöntem, hesaplama açısından, kosinüs genliği yönteminden daha kolaydır. Her ne kadar isim max-min kompozisyona benzese de buradaki hesaplamalar ondan farklıdır. Buradaki formülasyon ise şöyledir:

$$R_{ij} = [\sum_{k=1}^m \min (x_{ik}, x_{jk})] / [\sum_{k=1}^m \max (x_{ik}, x_{jk})] \quad (i,j= 1,2,3,\dots,n)$$

4.4.4 Bulanık İlişki Bileşke İşlemleri

Bileşke işlemi, bir kartezyen çarpım uzayını diğer bir kartezyen çarpım uzayına bağlayan bir köprü olarak düşünülebilir. Bulanık bağıntılara uygulanan bileşke işlemi, matrislerin çarpımına benzetilebilir. Bileşke işlemi uygulanacak olan bağıntılar için kartezyen çarpım uzaylarının en azından bir boyutunun aynı olması gerekir. Bulanık bağıntılar çok boyutlu bulanık kümeler oldukları için, bulanık bir küme ile bulanık bir bağıntı arasında da bileşke işlemi kolaylıkla uygulanabilir. Söz konusu bu durum, bir vektör ile bir matrisin çarpımı olarak da algılanabilir.

Bulanık ilişkilere uygulanan farklı bileşke işlemleri farklı bulanık kümelerle (ilişkilerle) sonuçlanır. Max-min, max-çarpım, max ortalama ve min-max bileşkeleri literatürde yaygın olarak kullanılmaktadır.

Max-min Bileşkesi: Sırası ile $R(x,y)$ bulanık ilişki matrisi $X \times Y$ uzayı üzerinde ve $S(y,z)$ ilişki matrisi de $Y \times Z$ uzayı üzerinde tanımlanmış olsun. $X \times Z$ üzerinde tanımlanmış bir bulanık matris ilişkisi $T(x,z)$ şu şekilde elde edilir:

$$T = R \circ S \quad \mu_{T(x,z)} = \vee [\mu_{R(x,y)} \wedge \mu_{S(y,z)}] \quad ; \quad \forall x \in X \quad \text{ve} \quad \forall z \in Z$$

Max-çarpım Bileşkesi: Max-min bileşkesinde minimum işlemcisi yerine cebirsel çarpım işlemcisi kullanılırsa, max-çarpım bileşkesine ulaşılır.

$$T = R \circ S \quad \mu_{T(x,z)} = \vee [\mu_{R(x,y)} * \mu_{S(y,z)}] \quad ; \quad \forall x \in X \quad \text{ve} \quad \forall z \in Z$$

Max-Ortalama Bileşkesi: Bulanık ilişkilerde bileşke işlemini gerçekleştiren, minimum işlemcisi yerine üyelik derecelerinin aritmetik ortalaması da kullanılabilir. Bunun için $R(x,y)$ ve $S(y,z)$ ilişkilerinde ilgili elemanların üyelik dereceleri toplanır ve bu toplam ikiye bölünür.

$$T = R \circ S \quad \mu_{T(x,z)} = \frac{1}{2} \vee [\mu_{R(x,y)} + \mu_{S(y,z)}] \quad ; \quad \forall x \in X \quad \text{ve} \quad \forall z \in Z$$

Min-max Bileşkesi: Max-min bileşkesinin duali olan bileşkeye min-max bileşkesi denir.

$$T = R \circ S \quad \mu_T(x,z) = \wedge [\mu_R(x,y) \vee \mu_S(y,z)] \quad ; \quad \forall x \in X \quad \text{ve} \quad \forall z \in Z$$

4.5 Durulaştırma

4.5.1 Bulanık Kümelerin Lamda Kesitleri

A bir bulanık küme olsun. $0 \leq \lambda \leq 1$ olmak üzere bir A_λ , lamda-kesit kümesi tanımlayalım. $A_\lambda, A_\lambda = \{ \mu_A(x) \geq \lambda \}$ olmak üzere bulanık A kümesinin α -kesit veya λ -kesiti olarak adlandırılan bir kesikli kümedir. Her hangi bir A bulanık kümesi sonsuz sayıda λ -kesit kümeye çevrilebilir. Her hangi bir $x \in A_\lambda$ değişkeni A kümesine λ 'ya eşit veya daha büyük üyelik değeri ile aittir.

Örnek 4.6 : $X = \{a,b,c,d,e,f\}$ evrensel kümesi üzerinde tanımlanan bir A bulanık kümesi olsun. Bu kümenin gösterimi şöyle olsun.

$$A = \left\{ \frac{1}{a} + \frac{0.9}{b} + \frac{0.6}{c} + \frac{0.3}{d} + \frac{0.01}{e} + \frac{0}{f} \right\}$$

Bu bulanık kümeyi bir çok kesite indirgeyebiliriz. $\lambda=1,0.9,0.6,0.3,0^+,0$ değerleri için bu kümeler şunlardır:

$$A_1 = \{a\} \quad A_{0.9} = \{a,b\} \quad A_{0.6} = \{a,b,c\} \quad A_{0.3} = \{a,b,c,d\} \quad A_{0^+} = \{a,b,c,d,e\} \quad A_0 = X$$

$\lambda=0^+$ değeri sıfırdan büyük en küçük değeri ifade eder. $\lambda=0$, X evrensel kümesini verir. Buradaki bütün kümeler kesikli kümelerdir. Bu kümeler bulanık küme notasyonu ile de gösterilebilir.

Özellikler:

1. $(A \cup B)_\lambda = A_\lambda \cup B_\lambda$
2. $(A \cap B)_\lambda = A_\lambda \cap B_\lambda$
3. $(A'_\lambda) \neq (A')_\lambda$
4. her hangi bir $\lambda \leq \alpha$, $0 \leq \alpha \leq 1$, $A_\alpha \subseteq A_\lambda$, $A_0 = X$

Bu özellikler bulanık kümeler üzerindeki standart operasyonlar üzerindeki λ - kesitlerin λ - kesit kümelerinin standart operasyonlarına denk olduğunu gösterir.

4.5.2 Bulanık İlişkilerin Lamda Kesitleri

R reflektiv ve simetrik bir bulanık ilişki olsun. Kümeler için geliştirilen λ - kesit prosedürüne benzer bir kesit ilişkisi ilişkiler içinde tanımlanır.

Özellikler:

1. $(R \cup S)_\lambda = R_\lambda \cup S_\lambda$
2. $(R \cap S)_\lambda = R_\lambda \cap S_\lambda$
3. $(R'_\lambda) \neq (R')_\lambda$
4. her hangi bir $\lambda \leq \alpha$, $0 \leq \alpha \leq 1$, $R_\alpha \subseteq R_\lambda$, $R_0 = X$

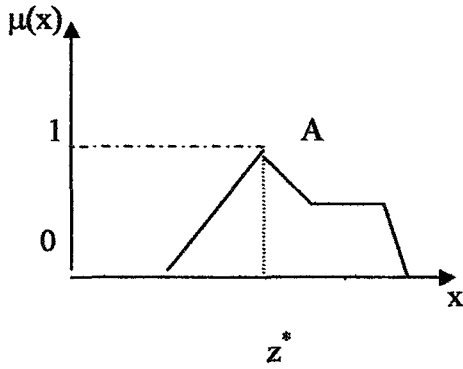
4.5.3 Defuzifikasyon Yöntemleri (Durulaştırma İşlemleri)

Bir bulanık süreç çıktısının bulanık kümenin aksine tek bir skaler nicelik ile gösterilmesine ihtiyaç duyulabilir. Defuzifikasyon bir bulanık niceliğin kesikli bir niceliğe dönüştürülmesidir. Bu bulanık süreç çıktısı, çıktı değişken kümesi üzerinde tanımlı iki veya daha fazla üyelik fonksiyonunun mantıksal birleşimi olabilir.

Bu fonksiyonlar bazı yöntemlerle tek bir değere indirgenebilir. Bu yöntemler (Ross,1995):

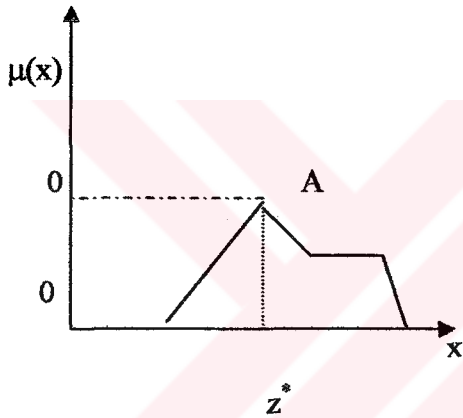
1. En Büyük Üyelik Prensipli (Max_ Membership)
2. Alan Merkezi Yöntemi (Centroid Method)
3. Ağırlıklı Ortalama Yöntemi (Weighted Average Method)
4. Ortalama En Büyük Üyelik Yöntemi (Mean-Max Method)
5. Toplamların Merkezi (Center of Sums)
6. En Büyük Alanın Merkezi (Center of Largest Area Method)
7. İlk (veya son) En Büyük Üyelik Derecesi (First (or last) Maxima)

1.En Büyük Üyelik Merkezi: bunun diğer bir adı da yükseklik yöntemidir. Kullanılabilmesi için tepeleri olan çıkarım bulanık kümelerine gerek vardır (Şekil 4.20).



Şekil 4.20 En büyük üyelik derecesi durulaştırması

2.Sentroid Yöntemi: bunun diğer bir adı da ağırlık merkezi yöntemidir. Durulaştırma işlemlerinde, belki de en yaygın olarak kullanılan işlem budur.



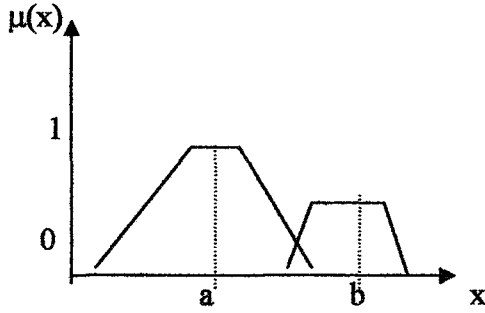
Şekil 4.21 Sentroid yöntemi ile durulaştırma

$$Z^* = \frac{\int \mu_x(z) z dz}{\int \mu_x(z) dz}$$

3. Ağırlıklı Ortalama Yöntemi: bunun kullanılabilmesi için simetrik üyelik fonksiyonunun bulunması gereklidir. İşlemler matematik olarak

$$Z^* = \frac{\sum \mu_x(z) z}{\sum \mu_x(z)}$$

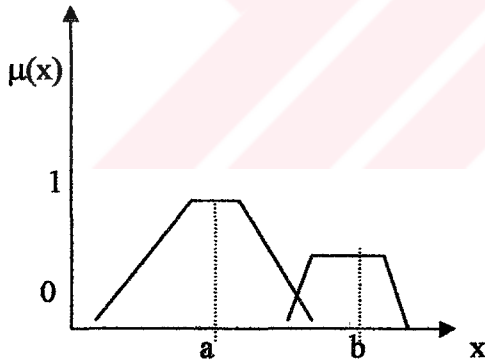
şeklinde yapılır. Burada Σ işareti cebir anlamında toplamayı gösterir. Bu yöntemde çıkışı oluşturan bulanık kümelerin üyelik fonksiyonlarının her biri sahip oldukları en büyük üyelik derecesi değeri ile çarpılarak ağırlıklı ortalamaları alınır.



Şekil 4.22 Ağırlıklı ortalama yöntemi durulaştırması

4.Ortalama En Büyük Üyelik: Bu yöntem aynı zamanda en büyüklerin ortası diye de bilinir. Bu bakımda birinci yöntemle çok yakındır. Ancak, en büyük üyeliğin konumu tekil olmayabilir. Bunun anlamı üyelik fonksiyonunda en büyük üyelik derecesine sahip olan bir nokta yerine plato gibi düzlük kısmı da bulunabilir. Bu yöntemde durulaşmış değer şu şekilde bulunur.

$$z^* = (a + b) / 2$$

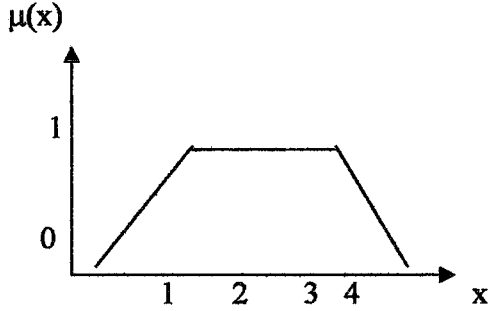


Şekil 4.23 Ortalama en büyük üyelik durulaştırması

5.Toplamların Merkezi: Kullanılan durulaştırma işlemleri arasında en hızlı olanı bu yöntemdir. Bu yöntemde iki bulanık kümenin birleşimi yerine onların cebirsel toplamı kullanılır. Bunun bir dezavantajı örtüşen kısımların iki defa toplama girmesidir. Bu değer şöyle bulunur:

$$Z^* = \frac{\int \sum \mu_x(z) z dz}{\int \sum \mu_x(z) dz}$$

Bir bakıma, bu hesaplama tarzı, ağırlıklı ortalama durulaştırmasına benzer. Ancak toplamların merkezi yönteminde ağırlıklar ilgili üyelik fonksiyonlarının alanlarıdır. Ortalama ağırlıklar yönteminde ise bu, üyelik derecesidir.



Şekil 4.24 Toplamların merkezi durulaştırması

6.En Büyük Alanın Merkezi: Eğer çıktı bulanık kümesi en azından iki tane dışbükey alt bulanık kümeyi içeriyor ise, dışbükey bulanık kümelerin en büyük alanlısının ağırlık merkezi kullanılır. Bu işlemler şöyle yapılır.

$$Z^* = \frac{\int \mu_{\max x}(z) z dz}{\int \mu_{\max x}(z) dz}$$

Burada, $\mu_{\max x}$ en büyük alanlı dışbükey bulanık kümenin hakim olduğu alt bölgeyi gösterir. Bu şart tüm çıkarım bulanık kümesinin dışbükey olmadığı zaman kullanılır, ama tüm çıkarımın dışbükey olması durumunda z^* sentroid yöntemi ile elde edilenin aynısıdır.

7.En Büyük İlk veya Son Üyelik Derecesi: Bu yöntem de, 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.

4.6 Bulanık Kural-Tabanlı Sistemler

İnsanlar sözel ifadelerle etkileşim içinde bulunduğu zaman bu ifadeleri inceleyerek sorun ile ilgili olanları yargılama ve ilişkilendirme sonucu bir takım kurallar çıkarırlar. Bu makul ve mantıksal olan kuralları, bugün matematikte bilinen yöntemler, diferansiyel ve integral hesaplamalarla ifade etmek mümkün değildir. Çünkü, bu yöntemlerin kullanılabilmesi için belirginlik gereklidir. Gerekli çözümlere ulaşabilmek için basit bulanık küme hesaplamaları ile bulanık alt kümeler arasında geçerli ilişkiyi sağlayacak bulanık küme kural yapılarının iyice bilinmesi gereklidir. Doğal lisanlar ne kadar karmaşık, şüpheli ve bulanık olsalar bile,

insan iletişiminin temelini teşkil etmeleri bakımından çok önemlidir. Bunun için söz ve ifadeleri, kümelerle işleyebilecek kural ve işlemlere gerek vardır.

4.6.1 Doğal Dil

Temel insan düşüncesi, öncelikle kavramsal şekiller ve akıl görüntüleri şeklinde gelişerek olgunlaşır ve daha ziyade sayısal değildir. Sayısal belirginlikler, bu kavram ve olguların gelişerek olgunlaşmasından sonra ortaya çıkar. Yani, insan düşünce sisteminin ilk aşamaları oldukça bulanıktır. Zaman içinde berraklaşarak durulur ve daha belirgin hale gelir. Makinalara insan düşüncesini anlatabilmek için yaklaşık bile olsa makinalar tarafından algılamaya yarayacak yöntemlerin geliştirilmesi gerekir. Bu konuda, ilk adım bulanık küme, mantık ve sistemler olmuştur. Bunun nedenleri arasında, insan iletişiminde kullanılan bilgilerin doğasında sıkça belirsizlik, bulutluluk, karmaşıklık, sağlıksızlık gibi durumların bulunması gelir. İşte bu düşünce öğelerinin kelimelerle ifadesinde bazı bulanık kelimelerin bulanık kümelerle modellenmesi veya bunları kendi aralarındaki ilişkilerle daha karmaşık ifadelerin ortaya çıkarak modellenmesi yoluna gidilir. Bulanık küme kavramları, sözden sayısal geçiş için bir köprü vazifesi görür. Günlük kullandığımız dilde tıpkı maddenin temel taşları olan atomlar gibi anlam temsil eden en küçük kelimelere de edebiyatta kelime atomları denilebilir. İşte her şey, bu kelime atomlarının bulanık olarak modellenmesi ile başlar. Kelime atomları arasında “güzel”, “orta”, “genç”, “az”, “yavaş”, “alçak” ve daha bir çok kelimeler vardır. Bunların başlarına değişik sıfatlar getirilerek daha da bulanık veya göreceli olarak durulaşmış veya bulanıklaşmış başka kelimeler elde edilebilir (Şen,2001).

Bulanık kümeler ile kelimelerin ifade edilebilmesi için, öncelikle X gibi doğal bir dilin kelimelerini içeren bir toplum kümesini, bu küme içinde α öğelerini, bunların anlam dünyasında A gibi bir bulanık kümesi ve α öğelerine karşı gelen üyelik dereceleri düşünülmelidir. Buradan doğal bir dilin, X toplumundaki kelime atomlarının, Y anlam toplumundaki anlamlarla eşleştirilmesi anlaşılır. X toplumundaki her α öğesi, Y anlam toplumundaki bir A bulanık kümesinin α öğesine karşılık gelir.

4.6.2 Sözel Eşikler

Genel olarak, kelime atomlarının başlarına ilave edilen ön sıfatlarla onların anlamları biraz daha daralır veya genişletilir. Bu ön kelimeler arasında “çok”, “aşağı yukarı”, “takriben”, “yaklaşık”, “kabaca” vb. bulunur. Ön sıfat kelimelerine sözel eşikler denilir. Bu kelimeler vasıtası ile tekil olan kelime atomunun anlamı değiştirilir. Bu değiştirilmiş anlamların üyelik fonksiyonları temel kelime atomlarının üyelik fonksiyonları üzerinde bazı işlemlerin

yapılması ile elde edilir. Sözel eşik işlemleri, verilmiş olan bir tek bulanık küme için yapılır. Böylece bu bulanık kümenin öge değerlerinde bir değişim olmaz, ama üyelik dereceleri değişir. Zaten sözel eşikğin ana amacı, sadece üyelik derecelerini değiştirmektir.

Genel olarak, α gibi bir kelime atomunun eşikleri aşağıdaki ifadelerden biri olur. Eğer α kelime atomunun üyelik fonksiyonu $\alpha = \int \mu_{\alpha}(y) / y$ olarak verilmiş ise bunlar şu şekilde ifade edilir:

$$\text{“çok” } \alpha = \alpha^2 = \int \mu_{\alpha}^2(y) / y$$

$$\text{“çok,çok” } \alpha = \alpha^4$$

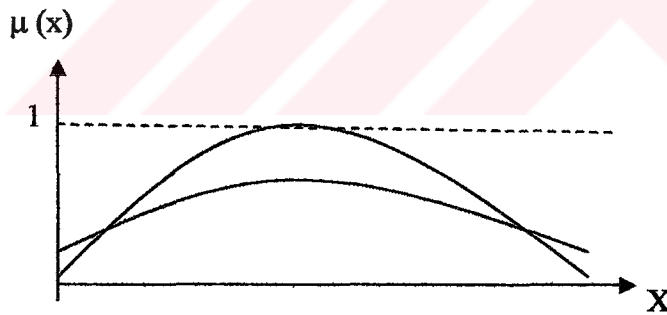
$$\text{“artı” } \alpha = \alpha^{1.25}$$

$$\text{“oldukça” } \alpha = \sqrt{\alpha}$$

$$\text{“eksi” } \alpha = \alpha^{0.75}$$

4.6.2.1 Daraltma

Yukarıdaki beş eşitlikten ilk üç tanesi, üyelik fonksiyonunun 1’den büyük kuvvetlerinin olması ve üyelik derecelerinin sayısal olarak 0 ile 1 arasında olması nedenlerinden dolayı, elde edilen yeni üyelik şekilde görünen hale dönüşmüştür.



Şekil 4.25 Daraltma işlemi (Ross,1995)

Daraltma işlemi sonucunda bulanık kümede bulunan öğelerin üyelik derecelerinin tümünde azalma olur. Böylece daralmış bulanık küme, başlangıç alt kümesi tarafından içerilir. Üyelik derecesi küçük olan bir öğenin daraltma işlemi sonucunda üyelik derecesi daha da küçülür.

4.6.2.2 Genişleme

Benzer şekilde eşitliklerin son ikisinde, üyelik fonksiyonunun 1’den küçük kuvvetinin alınması ile yeni üyelik derecesinde bir genişleme ortaya çıkacaktır. Bunun sonucunda, A bulanık kümesi genişlemiş olacaktır. Böylece verilen bir bulanık kümenin tüm öğelerinin üyelik derecelerinde artma meydana gelir. Bir başka deyişle, başlangıç bulanık kümesi

genişlemiş bulanık küme tarafından içerilir. Genişleme işlemi sonucunda düşük üyelik dereceleri büyük üyelik derecelerine göre daha fazla artar.

4.6.2.3 Yoğunlaştırma

Eğer bir bulanık kümenin bazı öğelerinin üyelik derecelerinin azalmakta ve diğerleri çoğalmakta ise bu işleme yoğunlaştırma adı verilir. Genel olarak, verilen bir bulanık kümedeki öğelerin üyelik derecelerinin 0,5'den büyük olanlarının üyelik dereceleri genişleyerek artarken, 0,5'den küçük olanlarınınki daralarak azalır. Böylece yoğunlaştırılmış A bulanık kümesi elde edilir. Bu işlem verilen bir üyelik fonksiyonunun geçiş bölgelerinin daha dik olmasını temin eder.

Yoğunlaştırma işlemi sonucunda öğelerden yarısının diğer yarısına göre niteliğinde bir artış meydana gelir.

Üyelik fonksiyonunun kullanılması, kelime atomlarına ve bunlardan teşkil edilen karmaşık ifadelerle bir esneklik kazandırır. Bu esneklik sayesinde kelimelere kişisellik ve taraflılık gibi özelliklerin de kazandırılması mümkündür. Bunlar sözel değişkenlerin bulanıklaştırılmasından sağlanacak faydalardan sadece birkaçını gösterir. Böylece doğal lisan içindeki ifadelerin bulanıklaştırılarak insan bilgisinin bilgisayarlarda işlenebilir hale gelmesi ile artık yapay zeka yolları açılmıştır. Bilgisayarlara artık sayısal verileri değil, ilave olarak sözel bilgileri de işleme tabi tutabilen ve böylece insan düşüncesine daha yakın olabilen makinalar gözü ile bakılabilir. Sözel bilgi işleme sırası ile önce sözel eşikler ve “değil” işlemleri , daha sonra “ve” en sonra da “veya” bağlaçları işleme konur.

Kelime atomları ve bunların karışımından ortaya çıkan terimlerin kullanılmasında sözel eşiklerde sözel bazı olabilirlik ifadelerine de yer verilebilir. Bu ifadeler arasında ‘olabilir’, ‘çok olabilir’, ‘fazlaca olabilir’, ‘olmaz’ gibi kelimelere ilave olarak nitelik belirleyen ‘gerçek’, ‘oldukça gerçek’, ‘çok doğru’, ‘yanlış’, ‘oldukça yanlış’ ve ‘çok yanlış’ gibi kelimelerde kullanılabilir. Aslında benzerlik kelimeleri, ihtimaller teorisinde oldukça yaygın bir biçimde kullanılmıştır.

4.6.3. Kural Tabanlı Sistemler

Bütün fiziksel süreçler nonlineerdir. Bu süreçleri modellemede lineer sistemleri kullanmaya bizi yönelten kendi kısıtlarımızdır. Lineer sistemler basit ve anlaşılır sistemlerdir ve birçok durumda incelenen mevcut sürecin kabul edilebilir simülasyonunu sunmaktadırlar. Fakat sadece basit sistemler lineer sistem teorileri ile modellenilebilmekte ve sadece çok az oranda non lineer sistemler doğrulanabilir çözümler vermektedir. Fiziksel süreçlerin incelediğimiz

esas kısımlarını lineer veya nonlinear algoritmalarla indirgemek çok karmaşıktır. İncelenen süreçlerin çoğu hakkında anlaşılır bir algoritma geliştirmek için çok az miktarda bilgi mevcuttur. Elde edilen veriler nümerik olmayan ve algoritmik olmayan verilerdir. Bu verilerin büyük bir kısmı bulanık ve dilsel yapıdadır.

Karmaşık süreçleri her zaman basit matematiksel formlara indirgeriz. Bu durumlarda anlaşılır bir model oluşturduğumuzda kendimizi rahat hissederiz.

Eğer bir süreç algoritmik bir şekilde açıklanabiliyorsa, verilen bir girdi kümesi için çözüm kümesi açıklanabilir. Eğer süreç bir algoritmik forma indirgenebilir değilse, sistemin girdi-çıkı özellikleri çok az incelenebilir veya ölçülebilir. Burada konvensiyonel kesikli veya algoritmik yaklaşımlarla simüle edilemeyen fakat bulanık nonlinear simülasyon metodları ile simüle edilebilen sistemlerle ilgilenilmektedir.

Basit ve karmaşık fiziksel sistemlerin uygun gösterimi için bulanık kural tabanlı sistemlerin kullanımı amaçlanmaktadır. Bir bulanık kural tabanlı sistem şunlardan oluşmaktadır (Ross, 1995):

- sistemin davranışını gösteren kurallar kümesi,
- sisteme giren incelenmiş girdi veri kümesi,
- sistemden gelen çıkı veri kümesi.

Girdi ve çıkı verileri nümerik veya non nümerik olabilirler. Bu veriler vektörel nicelikler olabilirler.

Makinalar tarafından bilgi işlemlerinin algılanma yolu olan yapay zeka alanında, bilgi işlemi için değişik yollardan bir tanesi de bilgiyi insan diline benzer bir ifade ile temsil etmek gelmektedir. Bu en yaygın olarak kullanılan insan bilgisini işleme yoludur. Böyle bir ifade de EĞER-İSE kelimeleri ile ayrılmış olan iki kısım bulunur. Bunlardan EĞER ile İSE kelimeleri arasında bulunan kısma öncül veya şart, İSE kelimesinden sonraki kısma ise soncul veya çıkarım adı verilir. Genel bir kural olarak, "EĞER öncül İSE çıkarım" şeklinde yazılır. Bu tür yapıli ifadelere kural tabanlı biçim adı verilir

Bir sistemin modellenmesinde birden fazla kural tabanlı bulanık ifadelere gerek vardır. Tüm sistem için bir sonuca varabilmek, her bir kuralın çıkarım kısmında yani İSE (THEN) kelimesi sonrasında ortaya çıkan sonuçların bir şekilde harmanlanarak hepsinin katkısı olan bir genel çıkarıma gitmek ile mümkündür. İşte fazlaca olan kural tabanlı çıkarımların harmanlanması için kullanılan iki yaklaşım vardır. Bunlardan ilki kuralların 've' bağlacı ile bağlanması sonucunda elde edilir. Burada sistemi temsil eden ve gerçekleşen kuralların tümü

've' bağlacı ile birleştirilir. İkinci bir harmanlama usulu ise kural tabanlı tekil çıkarımların birleşimi şeklinde yapılır. Böyle bir harmanlamanın yapılabilmesi için kural tabanlı tekil çıkarımlardan en azından bir tanesinin doğru olması gereklidir.

4.7 Klasik Mantık ve Önergeler

Mantık açık cümleler kurmamıza yardımcı olur. Yaratıcı olmamızdan veya bir şeyleri hatırlamamızdan sorumlu değildir. Doğru yanıtlar üretmemize yardımcı olur. Klasik mantığın ilgi alanı mantıksal işlemlerin doğruluğudur. Bu doğruluk ikili bir sistemde ya doğru ya da yanlıştır. Bu açıdan bulanık mantık, insan kapasitesinin yaklaşık çıkarımlarını şekillendiren (biçimlendiren) bir metottur. Bu şekilde bir sonuçlandırma insan yeteneğini, yaklaşık sonuçlandırmak ve belirsizlik altında karar vermek için temsil eder. Bulanık mantıkta bütün doğrular ya kısmi ya da yaklaşıktır. Bu yüzden bu sonuçlandırma interpolatif sonuçlandırma olarak da adlandırılabilir.

Klasik mantıkta, basit bir P önermesi, kesin doğru veya kesin yanlış olan X elemanlarının sınıflandırılması olarak tanımlanan bir evrensel elemanları içeren dilsel veya bildirici bir ifadedir. Bundan dolayı, P önermesi, küme içindeki bütün elemanların doğruluk değeri ya tamamı ile doğru ya da tamamı ile yanlış olan elemanların kümesidir. P önermesindeki bir elemanın doğruluğu, belli bir kümedeki bir elemanın üyeliğini ikili bir nicelik ile ölçmek gibi, bir ikili doğruluk değeri olarak atanabilir ve $T(P)$ olarak adlandırılır. İkili klasik mantık için, $T(P)$ 1 veya 0 değeri olarak atanır. Eğer U bütün önermelerin evrensel kümesi ise, T, u elemanlarını bu önermeler kümesinden ikili değerlere (0,1) dönüştüren fonksiyon veya dönüştürücüdür.

$$T: u \in U \rightarrow [0,1]$$

P önermesi için doğru olan U evrenselindeki bütün u elemanları, P'nin doğruluk kümesi olarak adlandırılır ve $T(P)$ olarak gösterilir.

Kümelerde olduğu gibi mantıkta da doğru değerler için sınır şartlarına gerek vardır. Bir evrensel Y kümesi ve boş küme için, şu doğruluk değerlerini tanımlarız:

$$T(Y)=1 \text{ ve } T(\emptyset)=0.$$

P ve Q aynı evrensel kümede tanımlı iki basit önerme olmak üzere, bu iki önermeyi içeren mantıksal ifadeler oluşturmak için bazı bağlaçlar kullanılır.

Bunlar Veya (V), Ve (Λ), Tümlleyen- Fark (-), İse ($\rightarrow$), Ancak ve Ancak ($\leftrightarrow$) gibi bağlaçlardır.

Bu bağlaçlar basit önermelerden yeni önermeler oluşturmak için kullanılır. V bağlacı, mantıksal “veya”, ne ile ilgilenildiğini, neyin dahil olduğunu göstermek için kullanılır. Mantıksal “veya” ile edat “veya” vurguladıkları sonuç açısından farklılık gösterirler. Edat “veya” iki seçenektan birini seçmek için kullanırken, mantıksal “veya” birleştirilen önermelerin en az birinin olma durumunu ifade eder.

Ancak ve ancak bağlacı çift ise olarak karşımıza çıkar. Her iki taraftan da koşulların sağlanması (çift gerektirme) durumudur.

X evrensel kümesi üzerinde tanımlı olan A ve B kümeleri dilsel önermeleri temsil etsinler. P önermesi, X evrensel kümesinin her hangi bir elemanının A kümesinin elemanı olmasının doğruluğunu ölçerken, Q önermesi, X evrensel kümesinin her hangi bir elemanının B kümesinin elemanı olmasının doğruluğunu gösterebilir. Bu önermeler şu şekilde ifade edilir:

P: $x \in A$

Q: $x \in B$ önermeleri olmak üzere

Eğer $x \in A$ ise $T(P)=1$ aksi halde $T(P)=0$

Eğer $x \in B$ ise $T(Q)=1$ aksi halde $T(Q)=0$

Karakteristik fonksiyonu kullanarak bu durum şu şekilde ifade edilir:

$$\chi_A(x) = \begin{cases} 1 & x \in A \\ 0 & x \notin A \end{cases}$$

Yukarıdaki beş bağlaç birleşik önermelerin oluşması için kullanılırlar. Bu birleşik önermelerin doğruluk değerleri ise şu şekilde bulunur:

P: $x \in A$, P': $x \notin A$ olmak üzere;

Veya: $PVQ: x \in A \text{ veya } x \in B$

$$T(PVQ) = \max(T(P), T(Q))$$

Ve: $PAQ: x \in A \text{ ve } x \in B$

$$T(PAQ) = \min(T(P), T(Q))$$

Tümleyen: $T(P)=1$ ise $T(P')=0$; $T(P)=0$ ise $T(P')=1$

İse: $P \rightarrow Q : x \notin A$ veya $x \in B$

Ancak ve ancak: $P \leftrightarrow Q : T(P \leftrightarrow Q) = \begin{cases} 1, & T(P)=T(Q) \\ 0, & T(P) \neq T(Q) \end{cases}$

4.8 Bulanık Mantık ve Önermeler

İnsanların kesin olmayan ifadelerle düşünme yeteneğiyle örtüşen mantık sistemine bulanık mantık denir. Bu bağlamda, bulanık mantığın insan düşünüş tarzını taklit etmeye çalıştığı söylenebilir. Bulanık mantık geleneksel iki değerli mantığın bir uzantısı olarak da yorumlanabilir. Ayrıca, bulanık mantığın temelini oluşturan bulanık önermelerin kısmen doğru ve kısmen yanlış olabileceği kabul edilir. Diğer bir deyişle, bulanık mantık geleneksel mantıktaki doğruluk değerlerini (1 ve 0), kısmi doğruluk veya kısmi yanlışlığa izin veren bir yapıda çok değerli mantığa genişletmeyi amaçlar geleneksel mantıktaki bazı kavramlar şunlardır(Özkan,2003):

Önerme: Doğru veya yanlış kesin bir hüküm bildiren ifadeye önerme denir.

Bileşik önerme: İki veya daha fazla önermenin ve,veya, ise, ancak ve ancak gibi bağlaçlarla birbirine bağlanmasıyla elde edilen önermelere bileşik önerme denir.

Doğruluk değeri: Bir önermenin doğru ya da yanlış olması halinde aldığı sayısal değere önermenin doğruluk değeri denir.

Doğruluk Tablosu: Doğruluk değerlerinin bir araya getirilerek gösterildiği tabloya, doğruluk tablosu denir.

Tümel Evetleme (ve): Ana bileşenlerin ancak tümünün doğru olması halinde doğruluk değeri 1 olan birleşik bir önerme, tümel olarak evetlenmiştir. Bu tür bir önermenin ana eklemini “ve” bağlacı olup $p \wedge q$ şeklinde gösterilir. Burada 1 değeri önermenin doğru olduğunu, 0 değeri ise önermenin yanlış olduğunu gösterir.

Tikel Evetleme (veya): Ana bileşenlerden en az birinin doğru olması halinde doğruluk değeri 1 olan, ana bileşenlerinden tümünün yanlış olması halinde doğruluk değeri 0 olan birleşik bir önerme, tikel olarak evetlenmiştir. Bu tür bir önermenin ana eklemini “veya” bağlacı olup $p \vee q$ ile gösterilir.

Koşullu Önerme: İki önermenin $p \Rightarrow q$ şeklinde birbirine bağlanması ile oluşturulan bileşik önermeye koşullu önerme denir. $p \Rightarrow q$ bileşik önermesi, p önermesinin doğru olduğu ve q önermesinin yanlış olduğu bir durumda yanlış, diğer durumlarda ise doğrudur.

Karşılıklı önerme: $(p \Rightarrow q) \wedge (q \Rightarrow p)$ birleşik önermesine karşılıklı koşullu önerme denir. Böyle bir önermenin ana eklemi “ancak ve ancak” bağlacıdır. Karşılıklı bir önerme, $p \Leftrightarrow q$ ile gösterilir.

Uyuşma ve çelişme: Bileşik bir önerme, kendisini oluşturan önermelerin farklı kombinasyonları için daima 1 doğruluk değerini alıyorsa, bu bileşik önermeye uyuşma veya doğrusal olarak geçerli önerme denir. Benzer olarak, bileşik bir önerme kendisini oluşturan önermelerin farklı kombinasyonları için daima 0 doğruluk değerini alıyorsa, bu bileşik önermeye çelişme denir.

Gerektirme: Doğruluk değeri 1 olan koşullu önermeye gerektirme denir. $p \Rightarrow q$ önermesi bir gerektirme, p önermesi de doğru bir önerme ise, $p \Rightarrow q$ önermesi doğruluğunun ispatlanması gereken bir teoremdir. Burada p önermesi hipotez, q önermesi ise hükümdür.

Geleneksel mantıkta, bir önermenin doğruluk değeri $\{0,1\}$ doğruluk evreniyle eşleşirken, bulanık mantıkta bir önermenin doğruluk değeri $[0,1]$ doğruluk evreniyle eşleşir. Bulanık mantığın temelini bulanık önermeler oluşturur. Bulanık kümeler atıfta bulunan ve doğru, yanlış veya kısmen doğru (kısmen yanlış) bir hüküm bildiren her hangi bir ifade, bulanık bir önerme olarak tanımlanabilir. Buna göre, bulanık bir önermenin doğruluk değeri bir derecelendirme konusu haline gelir. Bulanık önermeler bulanık bağıntılar şeklinde yorumlandığı için, bunların üyelik fonksiyonları matematiksel olarak belirlenebilir. Diğer bir ifade ile, bulanık önermelerin kartezyen çarpım uzayında tanımlı olan bulanık bağıntılar olarak ele alınması gerekir. Örneğin, bulanık “eğer-ise” kuralları veya bulanık algoritmalar, matematiksel olarak bulanık bağıntılara denktir. Bulanık “eğer-ise” kurallarına dayanan bulanık akıl yürütme süreci (bulanık ortamda çıkarım yapma) ise matematiksel olarak bir bileşke işlemidir.

5. İŞLETME DEĞERLEME ZAYIF VE GÜÇLÜ YÖNLERİN ANALİZİ

5.1 Genel ve Sektörel Bakımdan Değerleme

İşletme değerlendirme konusunu iki kısma ayırarak incelemekte fayda vardır. Bunlardan, birincisi, işletmeyi etkileyen iç faktörlerle ilgilidir. İkincisi ise, işletmenin etkilendiği dış konularla ilgili olmaktadır. Pratikte bu iki konu birbiri ile iç içedir ve ayrılmaz bir bütündür.

Burada dikkate değer olan hareket noktası, toplam karlar üzerine faaliyette bulunan her sektörün katkısının ne olduğunun araştırılmasıdır. Yani karlar hangi sektörden veya faaliyet alanlarından gelmektedir ve bunların karlılık yüzdesi nedir. Bunun için işletmenin kar merkezi sistemine göre çalışan bir mali ve muhasebe yapısına sahip olması gerekmektedir. Her ürün için gerçekleştirilen karlılık tutarları belirlendikten sonra, her ürünün görünümü ile ilgili olarak işletmede ürünlerin hayat eğrisi ile marka imajını incelemek yararlı olacaktır. Böylece zayıf olan ürünlerin bugün veya yarın satışlarının nasıl artabileceği üzerinde durulacak her ürünün tüketici özellikleri, tüketici ve aracı pazarlarının nitelikleri ile tutundurmaya yardımcı olacak reklam araçları gözden geçirilecektir. Ürünün hayat eğrisi ile marka imajı düşüş dönemine girmiş ve yapılabilecek hiçbir şey yok ise, işletme için kambur hale gelmiş olan bu ürünün yatırıma son vermekten başka çaremiz kalmamış demektir.

İkinci analiz konusu ise, işletme kaynaklarının çeşitli ürünler arasında dağılımının incelenmesine ilişkin olacaktır. Kaynaklarla kastımız sadece sermaye, üretim araçları ve teçhizatlar değil, aynı zamanda beşeri kaynaklar, örneğin değerli yöneticiler, teknik elemanlar da bu kapsam içerisine girmektedir.

Kaynak dağılımı analizi bize az rasyonel olan bu politikanın değiştirilmesine yardımcı olacaktır. Ayrıca, işletme analistleri her ürünün taşıdığı riskleri belirleyebilmek için şu soruları da sormalıdırlar (Eren,2002):

1. Bir ürünün üretilmesinde kullanılan hammaddelemlerin temini için ne ölçüde tek bir satıcıya bağımlılık söz konusudur?
2. Bir ürünün satışında hangi ölçüde bir veya iki büyük alıcıya bağımlılık söz konusudur?
3. Önemli bir uzman ya da yönetici işletmeden şu veya bu sebepten dolayı ayrıldığı zaman ürün ne olacaktır? Üretime devam edilecek midir?

Bir çok işletme birden fazla ürün üretip piyasaya sürmektedir. Bu durum, işletme analizini genişleten bir hususu oluşturmaktadır. Üretilip satılan her ilave ürün stoklama masraflarının, büro giderlerinin ve üretim maliyetlerinin artmasına neden olmaktadır. Ürün çeşitlerinden

sağlanan yararların yapılan masraflarla karşılaştırılarak değerlendirilmesi ilgililerin hareket geçirilmesi açısından da iyi bir motivasyon unsuru olacaktır. Böylece toplam karlar üzerine katkısı bulunmayan veya yetersiz bulunan ürünleri ortaya çıkararak firmaya kambur veya yük olanları elimine etme olanağı sağlanabilecektir.

Bazı hallerde, çok müşteri ile çalışan işletmelerde dağıtım masrafları bir veya iki müşteri ile çalışan işletmelere nazaran daha fazla olabilecektir. Bu durum müşteri sayısını artırarak riski dağıtmış olan işletmelerde karların azalması tehlikesini de beraberinde getirebilecektir. Şu halde maliyetler, ürünlerin gelecekleri ve karlılıklar bakımından yaşamsal bir öneme sahiptir. Bu nedenle masrafların ürünlere göre dağılımını gerçekçi bir şekilde yapmak da çok önemli olmaktadır. O halde, masrafların ürünlere dağılımı ile ilgili ilkeleri incelemek oldukça yararlı olabilir.

5.2 İşletme Değerleme, Güçlü ve Zayıf Tarafların Analizine İlişkin Yöntemler

İşletme stratejisinin tayini ile sorumlu olan yöneticiler, yakın ve genel çevre faktörlerinin analizinden çıkarılan imkan ve fırsatları işletmelerin güçlü ve zayıf yönleri ile karşılaştırmak suretiyle, stratejik alternatifler arasından seçim yapmaktadırlar. İşletmenin güçlü ve zayıf yönleri, o sektörde faaliyette bulunmasıyla ulusal ve uluslar arası rakiplere nazaran işletmenin elinde bulundurduğu rekabet avantajları ile dezavantajlarının tesbitine ilişkin analizlerle ölçülebilmektedir.

O halde güçlü olma, işletmenin bir faaliyeti o sektördeki mevcut ve potansiyel rakiplerine göre daha iyi yapabilecek kuvvette olmasıdır. Zayıf olma ise, işletmenin bir şeyi mevcut ve potansiyel rakiplerinden daha yetersiz biçimde yapabilme niteliğinde bulunmasıdır (Wheelen, Hunger, 1992).

İşletmeyi değerleyen stratejistler bunun için stratejik etmenleri analiz ederek güçlü ve zayıf yönleri ortaya koyarlar.

1. İşletmenin kuruluşundan günümüze kadar geçmiş başarılarının analizi, trendi ve bu başarıların veya başarısızlıkların ortaya çıkmasında rol oynayan etmenlerin belirlenmesi,
2. İşletmenin mevcut, ulusal ve uluslar arası önemli rakipleri ile çeşitli yönlerden güçlü ve zayıf tarafların analiz edilmesi,
3. İşletmenin faaliyette bulunduğu endüstrideki işletmelerle ve potansiyel rakiplerin ortalama sonuçları ile karşılaştırmalar yapılması,

4. Üniversitelerin ve diğer akademik kurumlarla araştırma örgütlerinin çalışmaları ile ortaya koydukları ideal standartlarla işletmenin durumunun karşılaştırılması.

Yapılan analizler ve karşılaştırmalar sonucunda işletme geçmiş başarılarından, önemli rakiplerinden, endüstri ortalamasından ya da akademik standartlardan daha fazla özellikler taşımakta ise, sonuçları güçlü veya zayıf olarak değerlendirerek yorumlamak gerekmektedir.

Günümüze kadar, bu konuda yapılan çalışmalar sonucunda işletme değerlemesi ile ilgili analizler dört farklı yaklaşımla yapılmaktadır. Böylece işletmenin rakiplerine kıyasla içsel becerileri ile ayrıcalıklı üstünlükleri belirlenmektedir. Bu yaklaşımlar (Eren,2002):

1. 7-S Analizi yöntemi

2. PİMS (Profit Impact of Market Strategies) Analizi yöntemi

3. Değer Zinciri Analizi yöntemi

4. Fonksiyonel Analiz yöntemi

Bu yöntemlerden fonksiyonel analiz yöntemi daha analitik ve betimleyici bir yöntemdir. Her bir işletme fonksiyonu kendi verileri ve incelenebilirlik sınırları dahilinde rakiplerine kıyasla değerlendirilir.

7-S Analizi yöntemi; “In searsh of excellence” isimli kitabı yayınlayarak mükemmellik yaklaşımını kuran Peters ve Waterman adlı düşünürler yaptıkları araştırmalarda mükemmel firmalardan diğerlerini ayıran yedi örgüt değişkeni olduğuna işaret etmişlerdir(Eren,2002). Bu yedi değişken veya etmen; yapı(structure), strateji (strategy), yönetim stili (style), paylaşılan değerler (shared values), kurmaylar (staffs) şeklinde ortaya koyulmaktadır. Önemli olan, başarılı ve mükemmel olmak için bu değişkenlerin firmada bulunması ve aralarında da bir dengenin olmasıdır.

PİMS Analizi yöntemi 1960 yılında General Elektrik firmasının ABD’nin karlı işletmelerinin ortak özelliklerini belirlemek için yapılan bir araştırma sonucunda ortaya konulmuş bir yöntemdir. Daha sonra, aynı nitelikteki araştırmalara Harvard Üniversitesi öğretim üyelerinden Buzzey, Shoeffter ve Heany isimli düşünürler de başvurmuştur. Bu program o kadar genişletilmiştir ki, ABD, Kanada ve Avrupa’da 3000 stratejik iş biriminde 2 ila 12 yıl süren ve 100 farklı endüstride elde edilen araştırma sonuçları ile bir bilgi bankası oluşturulmuştur. PİMS’in Türkçe karşılığı “Pazarlama stratejilerinin karlar üzerindeki etkisi” anlamına gelmektedir.

PİMS analizi sonucunda işletmelerin karlılığı üzerine %80 oranında etki yapan dokuz temel stratejik değişken belirlenmiştir. PİMS'in çalışmalarını yürüten Stratejik Planlama Enstitüsü bu faktörlere göre karlılığı düşük ya da yüksek olan işletmeleri belirlemektedir.

Görüleceği üzere, PİMS yöntemi bir endüstride karşılaştırmalı başarı belirlemede etkili bir yöntemdir. Ancak, bunun için hem rakiplerin ve hem de işletmenin bu programa üye olması gerekmektedir. İşletme kendi durumunu endüstri ortamları ile karşılaştırarak kendi zayıf ve güçlü yönlerinin farkına varmaktadır.

5.3 M. Porter Değer Zinciri Analizi

Çevresel fırsatlardan yararlanmak ve tehlikeleri azaltmak veya onlardan korunmak amacıyla yöneticiler, işletmenin güçlü ve zayıf yönlerini analiz etmek için Porter'in "değer zinciri analizi"ni etkili bir araç olarak kullanmaktadırlar. Değer zinciri analizi, işletmenin temel amacının artık değer (kar) oluşturmak olduğu üzerine kurulmuştur. Değer ise, müşterilerin işletmenin ürün ve hizmetlerine ödemeyi kabul ettikleri fiyatlarla ölçülür. O halde değer, ürün veya hizmetin fiyatından elde edilmekte ve rakiplerin işletmeye nazaran içsel ve ayrıcalıklı bir üstünlüğünün nerede belirlenmesi önem taşımaktadır. Burada bütün analizler içsel ve ayrıcalıklı üstünlüğü yaratan değer zinciri sürecinin hangisi olduğunu anlamaktır.

Bir işletmede yapılan faaliyetler; ürünün dizaynı, üretimi, pazarlama ve satış sonrası hizmetleri ve benzeri işlemlerin toplamıdır. Bu faaliyetlerin iyi bir şekilde yapılması, o işletmenin ürün veya hizmetlerinin değerini arttırır. Ayrıca, bunların başarılı bir biçimde yapılması rekabet üstünlüğü için gereklidir. Çünkü rekabet üstünlüğü, işletmenin değer oluşturulan fonksiyonlarının rakiplerinden daha ucuz maliyetle yapabilmesine ya da ürünlerinin kalite ve işlevlerini farklılaştırarak yüksek bir fiyat isteyebilmesine bağlıdır. O halde, bunları başarabilmek değer oluşturan fonksiyonların bir veya bir kaçında işletmenin rakiplerine oranla rekabet üstünlüğüne sahip olmasına bağlıdır.

O halde, Porter tarafından geliştirilen değer zinciri analizi işletmenin içsel fonksiyonlarının üstünlüğü ve onlar arasındaki uyumluluğu ve sinerjiyi ilgilendirir. Değer zinciri fonksiyonlarında rakiplerden farklılıklar rekabet avantajıdır. Değer zinciri faaliyetleri ana faaliyetler ve destek faaliyetleri olmak üzere iki grupta incelenmektedir.

5.3.1 Değer Sistemi

İşletmenin belirli bir piyasada rakipleriyle karşılaştırmalı üstünlüğü geniş bir çevresel sistemin dikkate alınması sonucu belirlenebilmektedir. İşletmenin çevresel bağlılığı satıcılarla

başlamakta tüketicilerle sona ermektedir. İşletme bir değer yaratıyorsa bu ya işletme içi süreçlerden ya da çevresel bağlılık zincirinden ortaya çıkmaktadır.

İşletme bir taraftan kendi içsel faaliyetlerini geliştirmenin yollarını ararken, diğer taraftan da değer zincirindeki işletmelerle çevresel bağlarını geliştirmeye çalışarak ortaya çıkacak fırsatlarla durumunu güçlendirmelidir. İşletme hammadde tedarik ettiği firmalarla onların pazarlama ve satış faaliyetleri aracılığı ile bir bağ kurarken, müşteri ve dağıtıcılarla da onların satın alma elemanları vasıtasıyla bir bağ kurmuş olur. Sıfır stokta çalışan ve tam hammadde geldiği anda üretime giren işletmelerde işletme ile ana mal satan üreticilerin karşılıklı kazançlı çıkmaları için anlayış ve işbirliklerinin güçlü olması gerekir.

5.3.2 Değer Zincirini Oluşturan Faaliyetler

Porter tarafından geliştirilen değer zinciri faaliyetleri yakından incelenirse temel faaliyetler ve destek faaliyetler olmak üzere iki grupta toplandığı görülecektir.

Temel Faaliyetler: Bu faaliyetler fiziksel olarak ürün ve hizmetlerin üretimi, müşterilere ulaştırılması ve satış sonrası hizmetler ile ilgilidir. Bu faaliyetler;

İç lojistik: Satın alma, depolama ve girdilerin ürün ve hizmet şekline dönüşümü ile ilgili olarak imalata taşınmasıdır. Depolama ve stok kontrolü de iç lojistik sistemlerine girmektedir.

İşlemler: Girdilerin bitmiş ürün veya hizmete dönüştürülmesine ilişkin çabalar. Makine, üretim hattı ve ambalajlama konularını kapsar.

Dış lojistik: Bitmiş ürünlerin aracılara ve nihai müşterilere dağıtımına ilişkindir.

Pazarlama ve satış: Reklam, tutundurma, fiyatlandırma, kanal seçimi ve müşteriye satışı gerçekleştirme çabalarından oluşur.

Hizmetler: Satılan ürünle ilgili çıkabilecek montaj, bakım, onarım, garanti süresini uzatma ve kullanma eğitimini içeren faaliyetlerden meydana gelir. Kısaca satış sonrası hizmetlerle ilgilidir.

Rakiplere nazaran değer zincirini oluşturan faaliyetlerdeki üstünlükler işletmeye mukayeseli rekabet avantajı sağlayacaktır.

Destek Faaliyetler: Temel faaliyetlerin sıhhatli biçimde yürütülmesi için girdi sağlayan faaliyetlerdir. Bunlar:

Teknoloji geliştirme: Burada teknoloji geliştirme ile kastedilen yeni ürün tasarımı, mevcut ürünleri geliştirme, know-how elde etme ve süreç geliştirmedir.

Tedarik: Değer zincirindeki kullanılan her hangi bir girdinin satın alınması ile ilgilidir. Tedarik önceden belirlenmiş belirli politika, ilke ve kurallar içerisinde yapılabilir. Üretim yöneticileri ve mühendislerde bu süreçte etkili olan kimselerdir. İyi yürütülen tedarik sistemi, hataların yakından izlenmesi vb. hususlar kaliteli üretim ve düşük maliyet elde edilmesine vesile olur.

Firmanın alt yapısı: Finans ve muhasebe sistemi; planlama ve bilgi akış sistemi, genel ve stratejik yönetim konularını içerir. Firma alt yapısı bütün temel faaliyetlerde etkinliği ve verimliliği artırır.

İnsan kaynakları yönetimi: İşletmede tüm personel yönetimine ilişkin faaliyetler insan kaynakları yönetimini ilgilendirir. Diğer bir deyimle, personel seçiminden sosyal haklara kadar her konuyu kapsar.

5.3.3 Değer Zincirindeki Bağlantılar

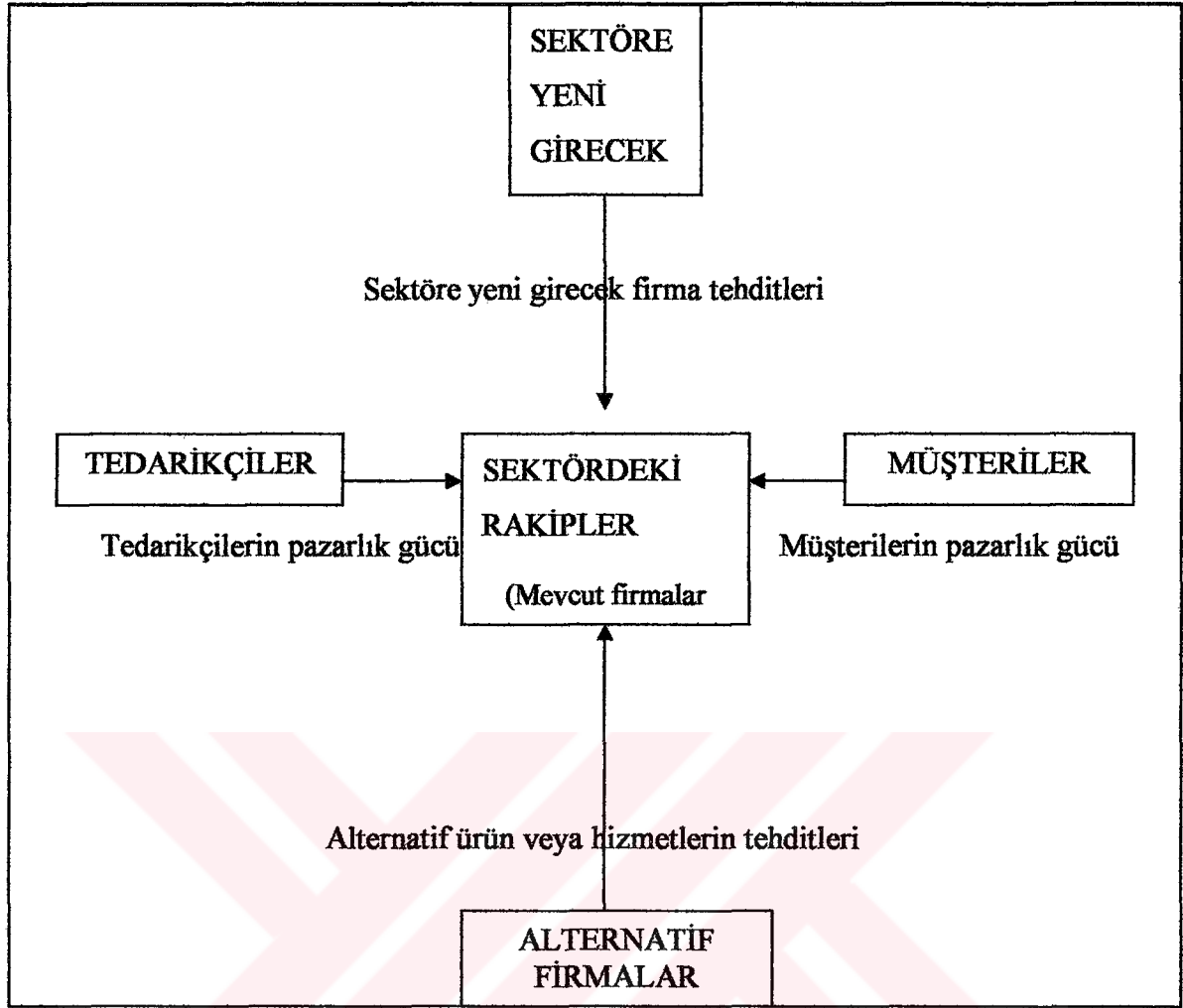
Rakiplerle karşılaştırmalı güçlülük ve zayıflık analizi değer zincirindeki temel ve destek faaliyetlerin bir veya birkaç alt birimden kaynaklanmasına rağmen, bu faaliyetler birbirinden bağımsız olarak düşünülmemelidir. Aslında değer zinciri bağlı faaliyetlerin oluşturduğu bir bütündür. Örgütün her hangi bir kısmındaki değişiklik tüm sistemi olumlu veya olumsuz bir şekilde etkileyebilir.

5.4 Micheal Porter'a Göre Sektör Analizi

Bu konudaki analitik inceleme Micheal Porter tarafından yapılmıştır. Porter bir endüstrinin analizinin, beş ana değişkeni alıp çeşitli özelliklerini inceleyerek yapılabileceğini böylece risklerin önemli ölçüde ortaya konabileceğini göstermektedir. Bu analiz yatırımın risk düzeyini ortaya çıkarmakta da faydalı olur.

Sektör analizinin beş temel değişkeni şunlardır (Eren,2002):

1. Endüstride satıcıların (tedarikçilerin) pazarlık gücü,
2. Endüstride müşterilerin pazarlık gücü,
3. Alternatif sektörlerin o sektör üzerindeki tehdit ve tehlikeleri,
4. Endüstriye yeni giren firmaların yarattığı tehdit ve tehlikeler,
5. Endüstride mevcut olan rakipler arasındaki rekabetin şiddeti.



Şekil 5.1 Michael Porter'ın sektör modeli (Porter,1999)

Açıklamış olduğumuz bu beş faktörden ilk dördü, sonuncu faktör olan endüstride mevcut rakipler arasındaki rekabetin şiddetini belirlemektedir. Kurulan Porter modelinin esası budur. Yukarıdaki modelin bütün elemanları birbirinin rakibi olarak görülmelidir.

Bütün bu etkileşimler de sonuç olarak projenin risk düzeyini gösterecektir.

Bir işletmenin amacı bu yapı içerisinde yatırımın karlı olabileceği ve kendini savunabileceği bir alan bulmaktır. Yukarıda yapı içerisinde işlevsiz kalan yatırım başarısız olacaktır.

Kabaca herhangi bir sektörde rekabetin yatırılmış sermayelerin getirilerini devamlı olarak aşağı çektiği söylenebilir. Bu satış fiyatlarının düşmesi veya rekabette geri kalmamak için müşteriye, çoğu zamanda bedava olarak ek ürün ve hizmetler verme, net getirisi olmayan ancak rekabette geri kalmamak için yapılması gereken ek yatırımların yapılması zorunluluğunun ortaya çıkması ile olmaktadır. Uzun vadede tam rekabet koşullarının olduğu sektörlerde yatırımların getirileri devlet tahvillerinin uzun dönemli getirileri ile eşit

olmaktadır, ki bu değerli yatırımların artı değer üretmediği anlamına gelir; bu da çok büyük bir risktir.

5.4.1 Tedarikçilerin Pazarlık Gücü

Tedarikçilerin gücünün belirleyicileri olarak şu faktörleri inceleyebiliriz.

a)Girdileri farklılaştırma: Firmalar endüstride rekabet avantajı kazanmak için, gerektiğinde ucuz, gerektiğinde de son ürünü rakiplerin mal ve hizmetlerinden farklı ve ayrıcalıklı kılacak girdilere ihtiyaç duyarlar. Bu niteliğe sahip olan ve firmalara bu taleplerini karşılayacak esnekliği gösterebilen tedarikçilerin pazarlık güçleri daha yüksek olur.

b)Tedarikçilerin değiştirme maliyeti: Bir endüstride o endüstriye satış yapan birden fazla firma vardır. Bir firma istediğinde kolayca tedarikçisini değiştirebiliyorsa, bu işlemin kendisine kalite, teslim zamanı, üretim maliyetleri, tazminatlar, müşteri memnuniyeti vb. hiçbir maliyeti yoksa tedarikçilerin pazarlık gücü zayıf olur. Aksine, değiştirmek maliyetli ve çeşitli riskler içeriyorsa bu taktirde satıcının o endüstride pazarlık gücü yüksek olur.

c)Alternatif girdilerin mevcudiyeti: Bir endüstride ana tedarikçiler yanında maliyet ve teslim miktarı ile koşullarında değişmeler olduğunda devreye girebilecek, alternatif endüstrilerin mal ve hizmetleri söz konusu ise bu takdirde tedarikçilerin pazarlık gücü olumsuz biçimde etkilenir.

d)Endüstride tedarikçiler arasında anlaşma ittifak ve birleşmeler: Söz konusu durumun tekelleşmeye benzer etkileri olacağından tedarikçilerin pazarlık gücünü olumlu biçimde etkileyecektir. Bu gibi hallerde girdilerin maliyet ve kalitelerinin de olumsuz şekilde etkilenebileceği düşünülmelidir.

e)Satın alınacak girdi hacmi: Satın alınacak girdi hacmi arttıkça tedarikçinin pazarlık gücü azalır. Özellikle yüksek hacimlerdeki alışlarda tedarikçiler müşterilerini kaçırmamak için önemli ölçüde indirimlere giderler. Ancak tedarikçilerin kapasiteleri söz konusu artan sipariş hacimlerini karşılayabilecek büyüklükte olmalıdır. Aksi halde girdi piyasasında yaşanacak arz kıtlığı, en azından bu arzı karşılayacak rakip yatırımlar yapıncaya kadar tedarikçilerin pazarlık gücünü yükseltecek bir etkiye de bulunabilir.

f)Endüstride toplam alımların nispi maliyeti: Toplam alımların maliyeti düşük olduğu ölçüde tedarikçilerin pazarlık gücü azalır, ancak bazı ürünlerde toplam alımlar kaynakların azalmasına ve uzun dönemli kazançların da düşmesine neden olabilir. Bu gibi hallerde toptan alımlarda tedarikçiler, piyasada uzun dönemde mal kalmayacağını hesap ederek fiyatları yükseltebilirler, dolayısıyla pazarlık güçleri de artmış olur.

g)Girdilerin maliyetlere ve farklılaşmalara etkisi: Girdilerin ürün maliyetleri üzerinde önemli etkilerinin olması söz konusu ise firmalar tedarikçilerle ilişkilerinde daha hassas davranacaklar ve işbirliğine gideceklerdir. Aynı şekilde rakiplerine oranla farklı ve ayrıcalıklı mal üretenlerin bu özellikleri girdilerin özel üretim ve tasarımlarından ya da kalitelerinden kaynaklanıyorsa firmalar tedarikçilerine daha sadık olacaklar, hatta bazı işleri birlikte gerçekleştirmeye çalışacaklardır. Bu gibi hallerde tedarikçilerin pazarlık gücü olumlu yönde etkilenir.

h)Endüstride ileriye doğru entegrasyon tehlikesine bağlı olarak geriye doğru entegrasyon tehlikesinin olması: En büyük tehlikelerden biriside endüstride tedarikçilerin müşterilerin piyasasına girerek endüstride var olan rekabeti şiddetlendirmeleridir. Buna karşılık endüstrideki firmaların da kolayca geriye doğru entegrasyona yönelerek tedarikçi piyasalarına girmesi tedarikçilerin hem pazarlık gücünü azaltabilir, hem de tehdit kaynağı oluşturabilir. Böyle bir tehdidin daima var olması tedarikçileri ödün vermeye yöneltir. Ancak tedarikçilerin de ileriye doğru entegrasyona kolayca yönelebilecekleri ihtimali her iki gücün dengelenmesi açısından önemlidir.

Tedarikçilerin pazarlık güçlerinin artması endüstride faaliyette bulunan firmaların maliyetlerini, girdilerin ve nihai ürünlerin kalitesini, üretim miktarlarını ve teslim zamanlarını olumsuz etkileyebilir. Girdiye dayalı ürün farklılığına ulaşmak zor olacağından işletmeler geriye doğru entegrasyon, yani tedarikçilerin piyasasına girme ve yatırım yapma yolunu tercih edebilirler.

Tedarikçilerin gücünün artması endüstriye yeni girecek firmaların şevkini kırar. Mevcut tedarikçi rakipler arası rekabetin şiddeti kısa dönemde artar gibi görünse de uzun dönemde azalma yönüne gidecektir.

5.4.2 Müşterilerin Pazarlık Gücü

Müşterilerin pazarlık gücü o sektörden yaptığı alışverişlerin görece önemine bağlıdır. Aşağıdaki koşullar varsa bir müşteri grubu güçlüdür.

a)Tedarikçinin satışları içinde belirli müşterilerin oranı yüksektir: Eğer tedarikçi firmanın ürünlerinin büyük bölümü, tek bir müşteri tarafından alınıyorsa müşterinin önemi ve pazarlık gücü artar, yatırımın ilk planlandığı andaki fiyatın düşmesini ve bedavaya ek imkanlar isteyebilir.

b)Firmalar arası anlaşmalar karşında müşteriler arası anlaşmalar: Bazı endüstrilerde firmaların rekabeti azaltmak için –kanunen suç olsa da- fiyat ve üretim bakımından

anlaşmalara yöneldikleri bilinen bir gerçektir. Buna karşılık müşterilerin karşı harekete geçerek bu firmalara alternatif firmalar arama ve yaptırımlar uygulama amacıyla müşteri birlikleri oluşturmaya yöneldikleri görülmektedir. Müşterilerin kendi aralarında anlaşarak karşı güç oluşturmaları durumunda pazarlık güçlerinin artması doğaldır.

c)Müşterinin firma değiştirme maliyetleri: Müşteriler firmalarını değiştirdikleri takdirde kalite, teslim zamanı, taşıma ve teslim koşulları bakımından olumsuz etkilenebiliyorlarsa (bazı endüstrilerde bu durum çok önemlidir) müşteri firmayı değiştirme riskini göze alamaz ve pazarlık gücü azalmış olur.

d)Müşteri piyasa ve diğer firmalar hakkında bilgi düzeyleri: Müşterilerin piyasa hakkında ve endüstride üretim yapan firmalar, fiyatları, kapasiteleri, ürün kaliteleri açısından sahip oldukları bilgiler onların pazarlık güçlerini arttıran önemli bir araçtır. Söz konusu bilgilere ne ölçüde az miktarda sahiplerse müşterilerin pazarlık güçleri de o ölçüde az olmaktadır. Çünkü ancak tanıyıp bildikleri firmaların ürünlerini ya da hizmetlerini almaya mahkum olmakta ve pazarlık yapamamaktadırlar.

e)Müşterilerin geriye doğru entegrasyon yeteneğinin olması: Müşterilerin kolayca önemli bir engele rastlamadan endüstriye girerek ihtiyaç duydukları mal ve hizmetleri kendilerinin üretip gereksinimlerini giderme olanaklarının olması onların pazarlık güçlerini arttırıcı önemli bir faktör olmaktadır. Özellikle maliyet ve kalitenin çok önem taşıdığı ve zamanında istenen miktarda teslimin rekabet avantajı sağladığı durumlarda, endüstriyel mallara ihtiyacı olan firmalar eğer yetenekleri varsa geriye doğru entegrasyona gidebilirler. Bu durum endüstride faaliyette bulunan firmaları korkutup disipline edebilmekte ve özellikle endüstriyel ürünlerde bu durum müşterilerin pazarlık gücünü belirleyen önemli bir etken olmaktadır.

f)Alternatif malların iyi bir duruma gelmesi: Bir endüstride alternatif mallar varsa ve bu endüstride üretilen mal veya hizmetlerin fiyatları yükseliyor, maliyetlerin artmasına neden olan gelişmeler yaşıyorsa ve kalite, dayanıklılık , maliyetler, fiyatlar ile teslim koşulları bakımından daha uygun alternatif ürünler piyasaya giriyorsa, üstelik bu ürünleri kullanmak moda haline geliyorsa bu endüstrideki müşterilerin pazarlık gücü artmaktadır. Buna örnek olarak plastik sandalye ve bahçe mobilyalarının piyasaya çıkması ile ahşap bahçe mobilyalarına talebin azalmasını gösterebiliriz.

g)Toplu alımların fiyatı: Müşteriler toplu alımlar söz konusu olduğunda bunu fiyatları düşürmek için bir pazarlık unsuru olarak kullanırlar. Çünkü toplu alımlar, firmalar için maliyetlerini azaltmak açısından önemli bir fırsattır.

h)Ürün farklılıkları: Ürünlerdeki farklılıklar fiyatlar üzerinde de farklılıklara neden olmaktadır. Kalite, tasarım, moda, desen, sağlamlık vb. nedenler fiyatlar üzerinde artış eğilimi oluşturur ve müşterinin klasik veya alışılmış ürünlerden vazgeçmesi ve değişiklik istemesi halinde pazarlık gücünün de zayıflamasına ve ürün fiyatının artışına neden olmaktadır.

i)Marka kimliği: Müşterilerin belirli ve tanınmış veya tutunmuş markalara olan bağlılıkları onların pazarlık gücünü zayıflatmakta ve daha fazla bedel ödemeye mecbur olmalarına neden olmaktadır. Özellikle tüketici ürünlerinde ve modaya bağlı mallarda marka bağımlılığı daha fazla bedel ödeme nedenini oluşturmaktadır.

j)Kalite imajının etkisi: Kaliteli ürün üreten firmalar daima daha yüksek rekabet avantajına sahiptirler. Kalite imajı firmaları müşteriler karşısında daha iyi fiyatlarla çıkmasını sağlayabilir.

k)Müşteri çıkarları: Müşteriler, çıkarları söz konusu olduğunda fiyata karşı daha hassas olmakta ve pazarda daha düşük maliyetli olan mal ve hizmetleri ayrıntılı olarak araştırmakta ve alımlarını ona göre yapmaktadırlar. Bu durum müşterilerin fiyata duyarlı olduklarını; miktar, kalite, sipariş zamanı, taşıma giderleri, depolama maliyetleri vb. bir çok faktörü göz önünde bulundurarak kendileri için en uygun kombinasyonu araştırma ve bulmaya yönelmektedir.

l)Müşteriye teşvikler: Fiyatlama kararını verenlerin müşterileri teşvik için sağladıkları her türlü promosyonlu satışların müşteriler üzerindeki etkileri çok önemlidir. Müşterilerin bu gibi teşvikler karşısında pazarlık güçlerinin zayıflayacağı ve belirlenen fiyatı kabul edecekleri söylenebilir. Ancak kurumsal müşteriler özellikle endüstri ürünleri ya da ara mallarda sağlanacak bu tür teşviklere duyarlı olmayabilirler.

5.4.3 Alternatif Endüstriler

Endüstriye alternatif endüstrilerin ürettiği ürün ya da hizmetlerin yarattığı tehdit ve tehlikeler rakipler arası rekabetin şiddetini, tavan fiyatları belirleyerek tespit eder. Buna örnek olarak mısır ve ay çiçeği yağının birbirlerinin üst fiyat sınırlarını belirlemelerini gösterebiliriz. Alternatif ürünler özellikle üç açıdan tehdit ve tehlike kaynağı oluştururlar:

a)Alternatif ürünlerin fiyat üstünlükleri: Alternatif Ürünler fiyat bakımından daha ucuz veya aynı, ama diğer bakımlardan (estetik,kalite, sağlamlık vb.) daha iyi ise müşteriler alternatif ürünlerini tercih edeceğinden yatırım için önemli bir tehlike kaynağı oluştururlar. (bir otomotiv parçası hem alüminyumdan hem çelikten hem de plastikten yapılabilir)

b)Değiştirme maliyeti: Müşteriler alternatif ürünlerin çeşitli nitelikleri açısından cazip hale gelmeleri karşısında kolayca bu ürüne kayabiliyorsa yani alternatif ürüne geçmenin vereceği zarar ve maliyetler asgari düzeyde olabilecekse, bu durum yatırım için önemli bir tehdit ve tehlike kaynağı olacaktır. Aksine eğer alternatif ürünlere geçmenin bir bedeli varsa, yani bir takım zarar ve maliyetlere katlanmak söz konusu ise müşteriler alternatif ürünlere kaymaktan vazgeçecekleri için alternatif endüstrilerin rekabete etkisi daha az olacaktır.

c)Müşterilerin alternatif ürünlere eğilimi: Alternatif endüstrisinin çekiciliğinin artması, ürünlerin piyasada moda olması ve müşterilerin ilgisini çekmesi, bu ürünlere olan müşteri eğilimini artırmaktadır. Bu durumda endüstride talepte bir azalma meydana geleceğinden rakipler arasında rekabet şiddetlenecektir.

5.4.4 Endüstriye Yeni Giren Firmalar

Yeni sektörler yeni yatırımlar, beraberlerinde önemli riskleri de getirir. Bunun anlamı da o sektörde rekabetin artması nedeniyle birim fiyatların düşmesi ve rekabet etkisi ile maliyetlerin önemli ölçüde şişmesidir. Yeni bir sektöre yapılan yatırım mevcut rakiplerden gelecek tepkilerle ilişkilendirilen bir giriş engeliyle karşılaşır ve risk taşır. Altı temel giriş engeli vardır:

a)Ölçek ekonomisi: Eğer bir endüstriye yeni girecek ve faaliyete başlayacak bir firma ortalama birim maliyetleri minimum düzeye indirmek için çok büyük miktarlarda üretimde bulunmak zorunda ise bu miktarda üretime de hemen girer girmez erişmek mümkün değilse ve birkaç yıl dayanmak gerekirse, Pazar payını arttırmak için zararına çalışmak gerekiyorsa, yeni giren bir firma için bu endüstri çekici olmaz. Tersine, ortalama maliyetleri asgari düzeye indirmek için büyük miktarda üretim gerekmiyorsa yeni firmalar kolayca endüstriye girecekler ve mevcut yatırımlar için tehdit ve tehlike kaynağı oluşturacaklardır. Bu takdirde, endüstrideki mevcut firmalar arasındaki rekabetin şiddeti de artacaktır. Ölçek ekonomisinin varlığı mevcut firmaları yeni girenlerin tehlikesine karşı koruyucu bir silah olmaktadır. Ölçek ekonomisi bir risk olarak yalnız üretimde değil, satın almayı, Ar-Ge faaliyetlerini, pazarlamayı ve hizmet ağını da içeren hemen her fonksiyonda mevcut olabilir. Ayrıca birden fazla alanda faaliyet gösteren firmalar, ölçek ekonomisine benzer faydalar elde edebilirler. Örneğin daha önce endüstriyel elektrik motorları üreten bir şirket, saç kurutma makineleri üretirken bundan faydalanabilir.

b)Ürün farklılıklarına sahip olma: Endüstride bulunan firmalar ayrıcalıklı ürün üretip endüstride bir farklılaşma yaratmışlarsa yeni girenlerin bu yoldan endüstriye girmeleri yani

farklılaştırma stratejisi izleyerek farklılık yaratmalarının etkisi azalmış olur, tersine yeni girenler için endüstrideki mevcut firmalar tarafından yapılmamış bulunan ayrıcalıklı ürünler üretecek farklılaştırma stratejisi izlemeleri imkanı varsa endüstri giriş için cazip demektir ve bu takdirde endüstriye yeni girenlerin yarattığı risk artar, bu durum rakipler arası rekabetin şiddetlenmesine sebep olur.

c)Marka belirginliği ve kimliği: Endüstriye yeni giren firmalar o endüstride rakip markaların belirginliği ve kimliği oluşmamışsa bunun yaratmak suretiyle tehlike oluşturup rekabeti şiddetlendirebilirler. Ancak endüstride zaten belirli markalar ve kimlikleri oluşmuş ve müşteriler bunlardan haberdar ise, yeni girenlerin bu yolla tehlike yaratmaları zor olacaktır.

d)Ürün değiştirme maliyetleri: Endüstriye yeni girenler müşterileri kolayca kendilerine çekebiliyorlarsa ve müşteriler de eski firmalarını ve ürünlerini rahatça değiştirip yeni firmaların ürünlerine geçebiliyorlarsa bu konuda katlanacakları hiçbir maliyet söz konusu değilse yeni girenlerin yatırım riskleri düşer. Özellikle tüketici ürünlerinde katlanılacak değiştirme maliyeti fazla olmayabilir. Ancak endüstriyel ürünlerde hammadde ve ara malı değiştirmek bazen makine, teçhizat, elektrik aksamı değişiklikleri gibi ek çalışma ve maliyetlere neden olabilir. Üretimin, bir süre kesilmesi ya da aksamasına veya kalitenin bozulmasına sebep olabilir. Bu faktörler nedeniyle müşteriler eski firmalarını değiştirmez ve onlara bağlıklarını sürdürebilirler. O zaman yeni girenlerin yatırım riski artar.

e)Sermaye ihtiyaçları: Yeni girenlerin bir endüstriye yatırım yapabilmeleri için yüksek tutarlarda sabit sermaye ihtiyaçları varsa, özellikle riskli ve pahalı Ar-Ge ve reklam yatırımlarına ihtiyaç duyuyorlarsa her firma kolayca bu parayı bulup da endüstriye girmeye cesaret edemez. Yoğun sabit sermaye gerektiren endüstrilerin öz sermayesi güçlü olmalıdır, işin ilginç yanı yoğun sermaye gerektiren alanların toplam sermaye karlılıklarının da düşük olmasıdır. Bütün bu nedenlerle sermaye ihtiyacı arttıkça endüstriye yeni giren firmaların sayılarının azaldığı ve tehditlerin de gücünü yitirdiği ifade edilebilir, böylece bu alanda zaten var olan şirket için yatırım riski azalırken yeni girmeyi düşünen için bu risk artmış bulunmaktadır.

f)Dağıtım kanallarına giriş: Yeni giren firmalar endüstride dağıtım kanallarına kolayca girebiliyorlarsa yatırım riskleri düşer. Ancak, endüstrideki mevcut firmalar dağıtım kanallarına hakimler ve yeni girenlere güçlük çıkarıyorlarsa ve bu konuda yeni girenlere karşı cephe oluşturuyorlarsa yeni girenlerin sayısı azalacak veya girme kararlarını olumsuz etkileyen ciddi bir etken olacaktır. Örneğin, Türkiye’de Marmara Bira, Efes Pilsen tarafından satın alınmadan önce Efes Pilsen biraları dağıtım kanallarına hakimdi ve Marmara Bira,

pazarlama kanallarına girmek için çok ciddi engellerle karşı karşıya kalmıştı. Denilebilir ki Marmara biralarının Efes Pilsen tarafından satın alınmasının en önemli nedeni dağıtım kanallarına girişte karşılaştığı ciddi güçlüklerdir. Bunun yakın zamanda yaşanan ikinci bir örneği ise gazete ve mecmua dağıtımının sektöre yeni girenler için ciddi bir sorun oluşturması, mevcut firmaların birleşik dağıtım organizasyonuna yeni girecekleri dahil etmemeleri ve caydırmalarıdır. Böylece bu faktörün etkisi ile, endüstride zaten varolan şirket için yatırım riski azalırken yeni girmeyi düşünen için bu risk artmış bulunmaktadır.

g)Ölçekten bağımsız maliyet avantajları: bu avantajlar daha çok endüstride mevcut firmaların üstünlüğü, yeni gireceklerin ise cesaretlerini kırıcı ve onları caydırıcı etmenler olarak açıklanabilir. Bunları üç grupta ele alıp incelemek gerekir. Birincisi, öğrenme eğrisi üstünlüğüne sahip olma olarak nitelendirilebilir. Öğrenme eğrisi ortalama maliyetlerin zamanla düşmesi ile ifade edilebilir.Özellikle bir endüstriye yeni giren firmalar endüstride birçok şeye yabancılardır, bazı maliyet düşürme yöntem ve bilgileri, hem işçiler hem de yöneticiler zamanla öğrenirler, verimlilik de böylece artmış olur. Endüstrinin niteliğine göre yeni yatırımlar tüm operasyonlarında mevcut rakiplerinin maliyet düzeylerini yakalamak için bazen 1.5, 2 ve hatta 3 yıl beklemek zorunda kalabilirler ve yüksek maliyetlerle ürettikleri ürünlerinin zararına katlanmak mecburiyetini kabullenebilirler. Ancak yeni kurulan bir firma için pazarda yer edinmek amacıyla uzun süre zararına satmak zor olabilir. Bu durum endüstriye girme konusunda bu gibi firmaları caydırabilir.

İkincisi, gerekli giderleri elde edebilme konusunda yeni girenlerin karşılaşacağı güçlüklerdir. Eğer endüstrideki firmalar girdi kaynakları ile iyi ilişkiler içinde ise ve girdi piyasasına hakimse bu takdirde yeni girenler ya geriye doğru entegrasyon ile girdilerini de üretmek zorunda kalacaklar ya da çok pahalıya girdi teminine gideceklerdir. Her iki zorluk da yeni gireceklerin kararını olumsuz etkileyecek ve onları bu endüstriye girmekten caydıracaktır. Bu durumda yeni girenlerin yarattığı risk ve dolayısıyla endüstrideki rekabetin şiddeti azalmış olacaktır.

Üçüncüsü, düşük maliyetli ürün tasarım gücü ile ilgilidir. Mevcut firmalar yeni girenlerin aksine Ar-Ge ve pazarlama teşkilatlarını kurmuşlar ve bu fonksiyonları ile üretimin fonksiyonları arasında karşılıklı ve uyumlu ilişkilere sahiplerse bu firmaların yeni ürün tasarımları daha kolay olur, maliyetleri de böylece yeni giren firmalara kıyasla daha düşük olabilir. Özellikle yeni ürün ihtiyacının çok yüksek olduğu endüstrilerde mevcut firmaların düşük maliyetli yeni ürün tasarımları o endüstriye yeni girecekler için önemli bir caydırıcı güç oluşturur. Eğer endüstrideki mevcut firmalar düşük maliyetli ürün tasarım avantajına sahip

değillse, yeni girenlerin bu konuda üstünlükleri varsa, o takdirde yaratacakları tehdit ve tehlike ile endüstrideki rekabetin şiddeti de yükselmiş olacaktır.

h)Devlet politikaları: Bir endüstriye girişler hükümet tarafından kısıtlanabilir. Bu takdirde yeni girenlerin sayısı ve yaratacakları tehdit ve tehlikeler azalabilir. Örneğin, banka ve sigorta sektöründe faaliyet yapanlar hükümetin iznine bağlıdır ve ayrıca yüksek miktarlarda ve enflasyona göre her yıl artırılan öz sermayeyi gerekli kılmaktadır. Ancak bazen de aksine bir politika izleyerek hükümet bazı sektörlerde girişlerini teşvik eder, teşvik kredileri, yeni yatırım kolaylıkları, vergi indirimleri sağlayabilir. Hükümetler özellikle sektörlerde serbest rekabeti teşvik etmek, tekelleşmeye gidişatı sona erdirmek için sektörlerde girişleri teşvik etmekte, yerli sanayiye yabancı rekabete açmaktadır. Bu takdirde, sektöre yeni girenler mevcut rakipler için tehdit ve tehlike kaynağı oluşturdıkları gibi rakipler arasındaki rekabetin şiddetini de artırıcı bir rol oynarlar.

i)Misilleme beklentisi: Özellikle endüstriye yeni girecek firmalar, o endüstrideki mevcut firmaların kendilerine karşı sahip oldukları mutlak rekabet üstünlükleri ile fiyatları aşağıya çekerek, pazarlama kanallarına girişte güçlükler çıkararak, girdi kaynaklarına baskı yaparak yeni firmalara mal ve hizmet satmalarına engel olarak, aşırı derecede reklama başvurarak, yeni ve farklı ürünler üreterek ürün çeşitlendirme yoluna giderek veya kendi aralarında birleşme ve ittifaklar yaparak tepki göstereceklerine inanıyorlarsa bu endüstriye girme kararından vazgeçebilirler. Bu türlü rakip misilleme olasılığı yeni yatırımların cazibesini ortadan kaldırmaktadır. Misilleme beklentilerinin olmaması veya ihtimalinin zayıf olması halinde endüstriye yeni giriş yatırımları artar.

5.4.5 Rekabetin Şiddetini Belirleyen Etmenler

Endüstride rakipler arası rekabetin şiddetini belirleyen faktörleri ve yatırımın karşı karşıya kalacağı riski birkaç maddede toplayabiliriz:

a)Endüstri büyümesi: Bir endüstri hızla büyüyor ise o endüstride firmaları birbirine düşürecek bir durum henüz olmamıştır. Ancak hızlı büyüyen endüstriler yeni giren firmaların sayısını arttırıcı bir etki yapar. Ancak büyüme yavaşlar veya durursa endüstride firmalar arası çatışmalar o derecede artacak ve büyümeyi öngören firmalar rakiplerinin pazar paylarına göz koyacaklardır. Küçülen endüstrilerde güçlü firmalar zayıf ve orta derecede kuvveti olanların üzerine gideceğinden rekabet şiddetlenir. Ancak bu durumda endüstriden ayrılan firmaların sayısı da artar.

b)Firma sayısı ve bu firmaların büyüklük bakımından dengelenmiş olması: Endüstri de firma sayısı çok ve bunlar büyüklük bakımından aşağı yukarı aynı düzeyde bulunuyorlarsa bu firmalar şiddetli rekabet halinde birbirlerini fazla etkilemeyeceklerinden rekabet şiddeti az olacaktır. Firma sayısı fazla ve bunlar irili ufaklı farklı büyüklükte ve heterojen arz ediyorsa rekabetin şiddeti de o ölçüde fazla olacak ve yatırım riski çok olacaktır.

c)Yüksek sabit giderler ve yüksek depolama maliyetleri: Sabit giderlerin yüksek olması firmaların ortalama maliyet düzeylerini minimuma indirme gayretine sokup üretimi artırmaya yöneltecektir. Eğer artan üretimi depolamanın maliyeti de yüksek ise firmalar bunları depoda tutmak yerine pazarlama yolunu tercih edeceklerdir. Bu takdirde endüstride rekabetin şiddeti artmış olacaktır. Aksine, yüksek sabit giderlerin olmadığı ve ortalama maliyet eğrisini de minimuma indirme gayreti bulunmadığı takdirde firmalar hem çok üretimde bulunma çabasına girmeyecekler ve hem de stok maliyetleri yüksek değilse bunu pazara, sürüp rakipleri kızdıracak yerde depoda tutma yolunu tercih edeceklerdir. Bu gibi hallerde rekabet şiddetli olmaz. Özellikle ithal ve az bulunur malzeme ile çalışan yatırımların riskinin değerlendirilmesinde bu dikkate alınması gereken bir faktördür.

d)Farklı ve ayrıcalıklı ürün üreten firma sayısının azlığı: Firmaların birbirine benzeyen homojen ürünler üretmeleri rekabeti şiddetlendirir. Aksine farklı ve ayrıcalıklı ürünlerin müşterileri de farklı olacağından firmaların birbirleri ile rekabetini azaltacak ve her firma kendi müşteri dilimine hitap eden firmalarla rekabeti tercih edecektir.

e)Marka belirginliği ve kimliği: Rekabet eden firmaların müşterileri nezdinde marka imajına sahip olmaları ve müşterilerin markaya sadakati adeta ayrıcalıklı ürün etkisi yaratarak rekabet şiddetini azaltıcı etki yapmaktadır. Marka imajı ve kimliğinin az olduğu endüstri veya sektörlerde rekabet daha şiddetli olmaktadır. Oturmuş markaya rakip yatırımlar bu yüzden fazla risk taşır.

f)İlave kapasite artışının mümkün olması ve firmaların belli zamanlarda kapasite üstü çalışmaları: rekabeti şiddetlendirir ve rakiplerin atağa kalkmalarına neden olabilir.

g)Değiştirme maliyetleri: Müşterilerin endüstride kolayca başka firmaların ürünlerine yönelmeleri ve gerektiğinde alabilmeleri ve bu değiştirmenin kendileri açısından her hangi bir maliyete ve güçlüğüne neden olmaması rekabet şiddetinin artmasına ve rakipler arası müşteri kapma yarışlarının çoğalmasına neden olabilir. Değiştirme maliyetlerinin yüksek ve zor olduğu hallerde rekabetin şiddeti de azalır.

h)Rakipler arasında anlaşma ve ittifakların olması: Fiyatlar ve üretim miktarları arasında dengelerin oluşmasına katkıda bulunacaktır. Bu takdirde özellikle birkaç firmanın rekabet

ettiği oligopol piyasalarında rekabet etmektense pazarı paylaşma yolu tercih edilecek ve rekabetin şiddeti azalacaktır.

i)Endüstride bilgisel karmaşıklık: Bu durum müşterilerin mallar, bunların fiyatları, kaliteleri çeşitli bakımlardan özellikle konusunda yeterli bilgilere sahip olmamaları, rakiplerin de diğer rakipler hakkında yeterli ve gerçek bilgilere sahip olamamaları rekabetin şiddetini azaltıcı bir etki yapar. Bilgisel bakımdan karmaşıklığın olmaması hangi ürün ve firmalarla hangi bakımlardan rekabet edilebileceğinin bilinmesi rekabetin daha bilinçli ve şiddetli bir biçimde ortaya çıkmasına neden olur.

j)Rakiplerin kökleri, kültürleri, stratejileri bakımından çok çeşitli olması: Rekabetin şiddetini artıracaktır. Çünkü firmaların birbirleri ile anlaşabilmeleri zor olacak, çeşitli bakımlardan birbirlerine ters düşebileceklerdir. Benzer kök, kültür ve stratejilere sahip firmaların aralarında anlaşabilme, uzmanlaşıcı bir denge oluşturma ve bunu koruyabilme yetenekleri daha fazla olacaktır.

k)Güçlü rakipler: Bir endüstride teknolojik üstünlük ve ürün çeşitliliği bakımından yüksek prim yapan firmalar güçlüdür ve bunu devam ettirmeyi düşünürler. Bu gibi hallerde diğer rakipler daima bu nitelikteki firmalardan çekinirler ve bunlara karşı tedbirler alarak harekete geçerler. Bu durum rakipler arası rekabetin şiddetlenmesine neden olmaktadır. Böylece güçlü rakiplerin mevcut olması, o pazarda şiddetli bir rekabetin garantisi olmaktadır.

l)Çıkış engelleri: Rekabet eden firmaların bir endüstriden ayrılmasına neden olan maddi, psikolojik ve sosyal engelleri varsa, ayrılmak yerine sonuna kadar o endüstride kalıp mücadeleye devam kararı verebilirler. Bu takdirde rekabetin şiddeti de fazla olacaktır. Örneğin, yüksek tutarlarda sabit sermaye yatırımlarının olması maddi olarak endüstriden çekilmeyi engelleyen en önemli etkidir. Ayrıca bir sektör hakkında sahiplerin uzman olmaları ve psikolojik olarak o sektöre bağlı bulunmaları, yine yatırımlarını çeşitli sektörlere yapmış bulunan holding firmalarının bir sektörden çekilmelerinin onlara prestij kaybettireceği korkusu çıkış engelleri oluşturur ve mücadeleye devam azmini artırır. Bu durum rekabetin şiddetlenmesine neden olur.

5.4.6 Yatırım Risk Analizinde Rakiplerin İncelenmesi

Muhtemelen yatırım yapılan alanlarda her zaman başka rakip firmalar da var olacaktır. Yatırımın rekabet gücü ve yatırımın getirisi ise rakiplerin kuvvetleri ile orantılıdır.

5.4.6.1 Rakiplerin Üretim Kapasiteleri ve Üretim Miktarları

Yatırımın riskini takdir edebilmek için her rakibin tüm üretim alanlarındaki üretim miktarlarını ve üretim kapasitelerini bilmek gerekir. Bir çok işletme bu bilgilerin kolayca elde edilmesine olanak verir. Bu bilgiler rakiplerin fiyat hareketlerinin ve sermaye ihtiyaçlarının değerlendirilmesinde anahtar faktörlerdir. Bir rakibin fiyat politikası üretim kapasitesi ve marjinal karlılığı diğer rakiplerin Pazar paylarını arttırma güçlerini doğrudan doğruya etkilemektedir.

5.4.6.2 Rakiplerin Büyüme Oranları

Her rakibin genel büyüme oranlarını saptamak için, bu durumu etkileyen faktörlerin tartışmasının yapılması gerekir. Toplam işletme düzeyinde olduğu kadar, her rekabet alanında da ayrı ayrı rakiplerin büyüme oranları arasındaki farklılıklar ele alınmalıdır. Büyüme oranlarının analizi sayesinde, ileride pazarlara hakim işletmelerin kimler olacağı meydana çıkarılabilir. Büyüme oranları düşme gösteren işletmelerinde gelecekte hangi işletmelerin hakimiyetleri altına girecekleri az çok kestirilmiş olur. Böylece, işletme büyüme oranları gittikçe azalmaya başlayan ve kar marjları düşen yatırımlarını kolayca saptayıp elden çıkarmak veya rekabet alanında hakim bir rakip ile işletme arasında gözlemlenen büyüme farkını azaltmak için, yeni yatırım girişimlerinde bulunabilir.

5.4.6. 3 Ayrıcalıklı Rekabet Avantajına Sahip Rakipler

Yöneticiler rakiplerinin teknolojik üstünlük, hükümet korumaları, uzun süreli satış anlaşmaları ve diğer ayrıcalıklı avantajları üzerinde yeterli bilgilere sahip olmalıdırlar. Bu, işletmenin bir alan üzerinde kendi faaliyetleriyle rakiplerinin muhtemel tepkilerini öngörme ve güçlerini ona göre ayarlamakla ilgili bir konudur.

5.4.6.4 Rakiplerin Maliyetleri

Rakiplerin maliyetleri hakkında bilgi edinmek kolay değildir. Ancak, her endüstri dalında ilgili sahiplerin gelir değişimleri, diğer bir deyimle, yıldan yıla satış miktarlarındaki dalgalanmalar ve rekabet alanındaki tecrübeleri yeter ölçüde kesinlikle saptanabilir. Üretim faktörlerinin hammadde, işçilik ve amortisman fiyatları ile işletmelerin üretim kapasitelerini belirleyen yıllık satış miktarlarının fonksiyonu olan maliyetleri, tahminen saptamak zor değildir. Halka açık şirketlerde, satılan malın maliyeti veya satış rakamları ile kar miktarları da yayınlandığından gerekli bilgiler buradan elde edilebilir. Ürün maliyetlerinde görülen değişimler, Pazar durumu üzerinde rakiplerin hangilerinin daha etkin bir rekabet

yapabileceğinin bir belirtisidir. Böylece yatırımın ürettiği malların nasıl bir maliyet yapısı ile rekabet edeceği ve yatırımın taşıdığı risk belirlenmiş olur.

5.4.6.5 Rakiplerin Sezilebilir Davranışları

Rakip işletmelerin birçoğu, genellikle, yazılı bir davranış biçimine sahip değillerse de geçmişte rekabet dinamiğine göstermiş oldukları tepkiler ve işletmelerin kaderini tayin eden yöneticilerin psikolojilerinin bilinmesi, rakiplerin davranışlarının sezilebilmesinde kullanılabilecek bilgilerdir.

5.4.7 Çevresel Yatırım Risk Analizleri İçin Bilgi Toplama

Çevre ile ilgili yararlı bilgilerden bazıları göz ve/veya kulağa hitap eden değişik sözel kaynaklardan elde edilirler. Bunlar, genellikle ; bilimsel ve uygulamalı araştırma sonuçlarının açıklandığı toplantı ve konferanslar, radyo ve televizyon özel programları, işletmenin çeşitli kademelerinde görev yapan personelin değişik çevre faktörleri hakkındaki görüş ve düşünceleri, işletmenin müşterilerinden toptancı ve acentelerinden işletmeye hammadde stan kişi ve kurumlardan, işletmenin rakiplerinden ve bu işletmelerde çalışan personelden, sermaye piyasası analistlerinden, bankaların sektörlere ilişkin çevresel analizlerinden, hissedarlardan, danışman kişi ve kurumlardan, hükümet ve üniversite uzman ve personellerinden sağlanmaktadır. Kantitatif veriler ise Devlet İstatistik Enstitüsünün yayınlarından, Sanayi ve Ticaret Odalarının ve Odalar Birliğinin yayınlarından, Türk Sanayicileri ve İşadamları Derneği'nin yayınlarından, ekonomi, işletme ve yöneticilik konu ve fonksiyonlarında üniversitelerce yayınlanan kitaplar, makaleler, dergiler ve özellikle araştırma projelerinden, yazılan vakalardan yöneticilere ve iş hayatına hitap eden günlük ve haftalık gazetelerden elde edilebilir.

Aşağıda yatırımların getiri profillerini tahmin edebilmek için kullanılan planlama teknikleri bulunmaktadır, bu teknikler risk analizine doğrudan girdi sağlayabilecek yetenektedirler:

Tek değişkenli ekstrapolasyon: doğrusal ekstrapolasyon, üssel düzeltme, hayat eğrileri, üssel artışlı seriler ve benzeri fonksiyonlardan oluşur.

Vak'a analizleri: Alt-üst sınır tahminleri hesapları: sorunlu ve kötüye giden işletmelerle ilgili olarak hazırlanan vakaların analiz edilmesi, ölçek ekonomisi ve kapasite tayinine ilişkin sorunlarla, alt ve üst sınırları belirlenebilen fiyat maliyet ve benzeri hususlar için kullanılan tekniklerden oluşmaktadır.

Dinamik Modeller: simülasyonlar, tarihsel benzetme modelleri, gecikme zamanlarına ilişkin hesaplamalar, dinamik programlama ve stokastik modellerden oluşur.

Karar ağaçları ve Şebeke Analizleri: Bu analizler ihtimali hesaplara dayanan çizgisel modellerdir. Bu modellere PERT ve CPM gibi zaman esasına dayalı teknikleri de dahil edebiliriz.

Çok değişkenli etkileşim analizleri: girdi çıktı modelleri, ekonometrik modeller, faktör analizleri, gibi parametrik olmayan teknikleri kapsamaktadır.

Yapılandırılmamış uzman görüşü: Bu teknikler, eğer şu şöyle olursa sonuç ne olacaktır şeklinde konunun uzmanı olan kişilerle yapılan görüşmeler, rol oynama teknikleri, senaryolar yazımını kapsamaktadır.

Yapılandırılmış uzman görüşü: Planlanmış mülakatlar, delphi tekniği, on-line bilgisayar etkileşimlerinden oluşmaktadır.

Yapılandırılmış anket ve mülakatlar: Planlı biçimde yürütülen mülakatlar, anketler ve bilimsel araştırmalarda oluşmaktadır.

Yapılandırılmamış anket ve mülakatlar: Sokaktaki insanlarla yapılan mülakatlar, senaryo geliştirme ve beyin fırtınası tekniklerinden oluşmaktadır.

6. ZAYIFLIK ANALİZİ UYGULAMASI

6.1 Çalışmanın Amacı ve Kullanılan Yöntemler

Bu bölümde zayıflık analizi ile elde edilen verilerin dinamik bir sistem için nasıl değerlendirildiği üzerine bir model oluşturulmaktadır. Bu model oluşturulurken daha önceki bölümlerde anlatılan analiz yöntemlerinden biri olan Porter'ın değer zinciri analizinden yararlanıldı.

Porter yapmış olduğu analitik incelemeleriyle bir endüstrideki bazı değişkenlerin özelliklerini inceleyerek işletmenin zayıf ve güçlü yönlerini ortaya koymuştur. Bu analiz ile işletmenin yakın çevresi ile olan ilişkileri değerlendirilirken, bulunduğu çevre içinde işletmenin nerede ve ne durumda olduğu hakkında bilgi sahibi olunmaktadır. Ayrıca bu analiz işletmeye yapmış olduğu veya olacağı yatırımların risk düzeylerini belirlemekte de faydalı olmaktadır.

İşletmelerde yapılan bu tür analizler için gerekli veriler daha çok göze ve kulağa hitaben sözel kaynaklardan toplanır. İncelemeyi yapan uzmanlar, ister işletme (sistem) içinden olsun ister işletme dışından olsun toplanan veriler mülakatlar, anketler vb. sözel çıktı veren yöntemler sonucunda toplanmaktadır. Bu verilerin işlenip karar vericiler için somut bir hale getirilmesi gerekmektedir.

Bu noktada ise bulanık mantık kural ve teknikleri olayları daha kolay anlamamızı sağlamaktadır. Bu amaçla buradaki modelde veriler bulanık mantık çerçevesinde değerlendirilmektedir.

Değerlendirmeyi yapmadan önce sistemin amaçları ve değişkenleri belirlenmelidir.

6.2 Temel Ekonomik Amaçların Belirlenmesi

İşletmenin ekonomik amaçlar olarak saptadığı hedefler, faaliyetlerin verimi ve bu verimin artırılması ile ilgilidir. İşletmenin dış çevresi ile karşılaştırılmasında veya dış çevre ilişkilerinde ne derece güçlü ve zayıf olduğunun belirlenmesinde işletmenin esas almış olduğu hedefler çok önemlidir. İşletmenin güçlü olabilmesi için bazı stratejik kavramlar bakımından değerlendirildiğinde işletmenin olumlu cevap vermesi gereklidir.

Buradaki çalışmada genel stratejik amaçlar kurulan modelde, sistemi değerlendirme kriterleri olarak kabul edilmiştir. Bu amaçlar şunlardır:

1. Makro Ekonomik Verimlilik

2. Güvenlik

3. Otonomi

4. Müşteri Memnuniyeti

Amaçlar sisteminin ilk elemanının kar veya kazanç olması kaçınılmazdır. Bu karlılığın makro ekonomik düzeyde düşünülmesi her alanda işletmenin verimli olması anlamındadır. Bu verimlilik tek başına üretim karlılığı olarak düşünülmemelidir.

Kısa ve uzun vadeli amaçlar saptamak, endüstriyel ve ekonomik konjunktürün mümkün eğilimleri ışığında hareket etmek fırsatlarını değerlendirmeyi olanak içine koyarlar. Eğer bazı tehlikeleri önceden görmek olanak dahilinde ise, bu tehlikelere karşı önleyici tedbirler almak ve amaçlar listesine güvenlik amacını katmak gerekecektir. Şu halde burada üzerinde durulması gereken nokta. geleceğin belirsizlik ve tehlikelerinin işletmenin yaşama ve gelişmesini tehlikeye sokması yani riskli olmasıdır. Risk yüzde yüz kesinliğe sahip değildir. Fakat bir rastlantı sonucu meydana gelir. İşletme amaç olarak, bu riskleri azaltma veya ortadan kaldırma zorunluluğunu duyar.

Otonomi işletmenin geleceğine hakim olmayı gerektiren bir amaçtır. Otonomiden söz edildiği zaman işletmenin yönetim özgürlüğü anımsanmalıdır. Otonominin finansal yönü, sermaye elde etmek ile ilgilidir. Psiko-sosyolojik yönü ise, yöneticilerin amir olarak kalma arzuları ve onların motivasyonu ile ilgilidir. Güvenlik amacı nasıl işletmenin yaşantısını sağlamak için dış tehlikelere yönelmişse, otonomi amacı da işletmenin başka sahiplerin ve yöneticilerin ellerine düşmemesi için alınması gereken güvenlik tedbirlerini kapsamaktadır.

Bu amaçlardan müşteri memnuniyeti direk ekonomik bir amaç olmamakla birlikte işletmenin rekabet edebilirliği için önemli bir unsurdur.

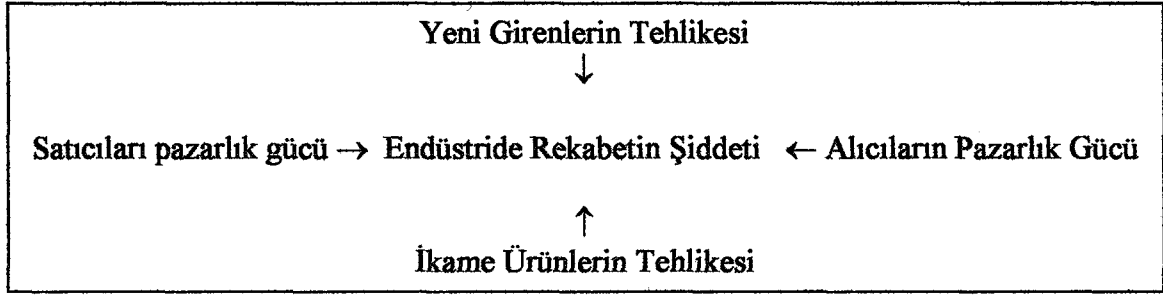
6.3. Porter Analizine Göre İncelenen Bileşenler

Porter analizinin değer zinciri üzerindeki temel elemanlar satıcılar(tedarikçiler), işletmenin kendisi (firma), dağıtıcılar ve müşterilerdir. İşletme bir değer yaratıyorsa, bu temel elemanları kullanarak sonuca ulaşmaktadır. Dolayısıyla bu zincir üzerinde işletmeyi olumsuz etkileyecek bir nokta işletmenin zayıflamasına neden olacaktır.



Şekil 6.1 M.Porter değer zinciri

İşletmenin tedarikçi ve müşterileri ile olan ilişkileri onun rekabet edebilirliğini ve yatırımlarındaki durumunu belirleyecektir. Bu amaçla, değer zinciri ile endüstri içindeki rekabetin incelenmesi zayıf noktaların belirlenmesinde yardımcı olacaktır.



Şekil 6.2 Endüstride rekabet (Eren.2002)

Zayıflıkların bu boyutta incelenmesi için belirlenen bileşenler ve bu bileşenler için seçilen bazı politikalar çizelge 6.1’de gösterilmektedir.

Çizelge 6.1 Amaçlar doğrultusunda incelenen elemanlar ve seçenekler

BİLEŞENLER	SEÇENEKLER
Kaynak ve Gelirler	İşletmenin finansman seçenekleri : Sermaye ve otofinansman, kiralama ve satın alma, kısa vadeli borçlanma, uzun vadeli borçlanma
Kaynakların Dağılımı	Bütçeleme politikaları ile ilgili seçenekler: Finansman , Yatırım, Diğer seçenekler
Rekabet Stratejileri	Pazar payı arttırma, Büyüme (farklılaşma), Pazara odaklanma, Küçülme, Elinde Tutma
Yatırım Alternatifleri	Yenileme yatırımları, Genişleme yatırımları, Mamullerle ilgili yatırımlar, Stratejik yatırımlar, Araştırma geliştirme yatırımları

6.4 Bulanık Mantık Modeli

6.4.1 Bulanıklaştırma

Bulanıklaştırma sıralı olması gerekli olmayan, fakat bir ilişki ile bağlı olan bazı değerlerle üyelik fonksiyonu oluşturmazdır. Daha önce analiz verilerinin çoğunlukla uzman görüş ve fikirlerine dayandığını ve dolayısıyla sözel nitelikte olduğu belirtilmişti. Bu amaçla modeldeki bileşenlerin birbiri ile bir sıralı ilişki içinde olduğunu kabul edelim. Bu sıralı

ilişkinin oluşturulmasında uzman görüşleri esas alınmaktadır. Bunun için sistem bileşenleri ve bu bileşenlerin seçenekleri yapılan incelemeler ile sıralanmaktadır.

Sıralamanın nasıl yapıldığını açıklamak için rekabet stratejileri bileşeninin makro ekonomik amaçlar bakımından incelenmesi için hazırlanan bir anket sonucunu örnek olarak verelim. 1000 kişinin beş farklı rekabet stratejisini makro ekonomik amaçlar karşısında ikili karşılaştırma sonucu vermiş olduğu cevaplar çizelge 6.2’de gösterilmektedir. Çizelgeye baktığımızda, 1000 kişi içinden 517 kişinin farklılaştırma stratejisini, pazar payı yaratmaya karşı, 1000 kişi içinden 841 kişinin pazar payı yaratma seçeneğini küçülmeye karşı, vb. öncelikli tercih ettikleri görülmektedir. Bu sıralamayı Çizelge 6.3’deki ikinci kolonda görebiliriz.

Çizelge 6.2 İkili karşılaştırma ile sıralama metodu

	Farklılaştırma	Pazar Payı Yaratma	Küçülme	Pazara Odaklanma	Elinde Tutma	Toplam	Yüzde	Sıralama
Farklılaştırma	-	517	525	545	661	2.248	22.5	2
Pazar Payı yaratma	483	-	841	477	576	2.376	23.8	1
Küçülme	475	159	-	534	614	1.782	17.8	4
Pazara Odaklanma	455	523	466	-	643	2.087	20.9	3
Elinde Tutma	339	524	386	357	-	1.506	15	5
Toplam						10.000		

Bu şekilde yapılan sıralama ile sıralanan her bir bileşene her amaç için tanımlanmış bir skala üzerinden üyelik değeri atanabilmektedir. Bu yöntem Saaty tarafından geliştirilen yöntem ile benzerlik göstermektedir. Çizelge 6.1’de belirlenen bileşenler ve bu bileşenlerin seçenekleri için yukarıdaki yöntem tek tek uygulanır.

Seçeneklerin sıralanmasından sonra yapılması gereken bu sıralamaya uygun olarak üyelik değerlerinin atanması ve sistemin değerlendirilmesi için bulanık kuralların belirlenmesidir.

Çalışmanın sonucunun net görülmesi için şu kabuller yapılmıştır:

- Sistem amaçlarının eşit öneme sahip oldukları,

- Seçeneklerin sıralanmasında her bir amaç için ayrı ayrı karar verilmiştir.
- Bazı amaçlar sıralama yapılırken göz ardı edilmiştir.

Çizelge 6.3 –Çizelge 6.7 sıralama değerleri gösterilmektedir.

Çizelge 6.3 Rekabet Stratejileri – Seçeneklerinin sistem amaçlarını gerçekleştirmelerine göre derecelendirilmesi.

Amaçlar Rekabet Stratejileri	Güvenlik	Makro ekonomik verimlilik	Müşteri Memnuniyeti
Pazar Payı Yaratma	1	1	5
Farklılaştırma	2	2	4
Pazara Odaklanma	3	3	3
Küçülme	4-5	4	2
Elinde Tutma	5	5	1

Çizelge 6.4 Kaynak ve gelirler: Sistem amaçlarını gerçekleştirebilmelerine göre seçeneklerin sıralanması

Amaçlar Kaynak ve Gelirler	Güvenlik	Makro- ekonomik Verimlilik	Otonomi	Müşteri Memnuniyeti
Sermaye.Otofinansman	4	3	3	4
Kiralama ve Satın alma	2	4	4	3
Kısa Vadeli Borçlar	1	2	2	1
Uzun Vadeli Borçlar	3	1	1	2

Çizelge 6.5 Yatırım alternatifleri- Sistem amaçlarını gerçekleştirebilmelerine göre seçeneklerin sıralanması

Amaçlar Yatırım Alternatifleri	Güvenlik	Makro-ekonomik Verimlilik	Otonomi	Müşteri Memnuniyeti
Yenileme Yatırımları	3	1	3	5
Genişleme Yatırımları	4	3-4	5	2-3
Mamullerle İlgili Yatırımlar	5	3-4	4	3-4
Stratejik Yatırımlar	1-2	2	2	4
Ar-Ge Yatırımları	1	5	1	1

Çizelge 6.6 Kaynak dağılım formları – Sistem amaçlarını gerçekleştirebilmelerine göre seçeneklerin sıralanması

Amaçlar Dağılım Formları	Güvenlik	Makro-ekonomik Verimlilik	Otonomi	Müşteri Memnuniyeti
Diğer	1	3	2	1
Finansman	2	2	3	2
Yatırımlar	3	1	1	3

Çizelge 6.7 Araştırma ve geliştirme seçenekleri- Sistem amaçlarını gerçekleştirebilmelerine göre seçeneklerin sıralanması

Amaçlar Araştırma ve Geliştirme	Güvenlik	Makro-ekonomik Verimlilik	Otonomi	Müşteri Memnuniyeti
Yeni Ürünler Üzerinde Çalışma	3	1	2	4
Uygulamalı Araştırma	2-3	4	3	3
Bilimsel Gelişme	4	2-3	4	2
Teknoloji Transferi	1	2-3	1	1

6.4.2 Bulanık Kuralların Oluşturulması

Burada sistemi değerlendirmek için bazı kurallar tanımlanır. Bu kurallar aslında bizim her zaman ifade ettiğimiz ve işletmenin güçlü olması için gerekli koşullar olarak da kabul edilebilir. Bu kurallar oluşturulurken maksimum ve minimum operatörleri olan “ve” ve “veya” bağlaçları ile ortalama operatörü olan “avr” kullanıldı.

KURAL 1:

EĞER	Verimlilik düşük ise	Sistem Zayıftır
VEYA	Otonomi düşük ise	
VEYA	Güvenlik düşük ise	
VEYA	Müşteri memnuniyeti düşük ise	

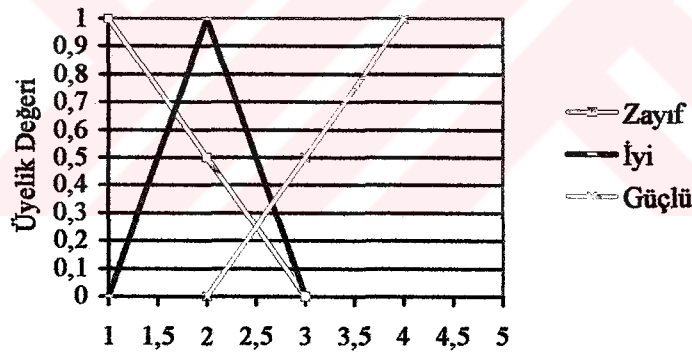
KURAL 2:

EĞER	Verimlilik orta ise	Sistem İyidir
AVR	Otonomi orta ise	
AVR	Güvenlik orta ise	
AVR	Müşteri memnuniyeti orta ise	

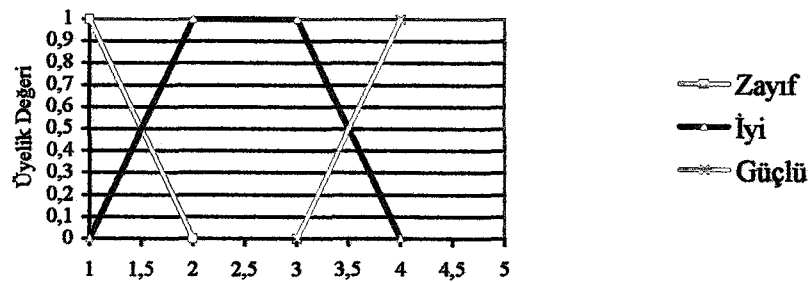
KURAL 3:

EĞER	Verimlilik yüksek ise	Sistem Güçlüdür.
VE	Otonomi yüksek ise	
VE	Güvenlik yüksek ise	
VE	Müşteri memnuniyeti yüksek ise	

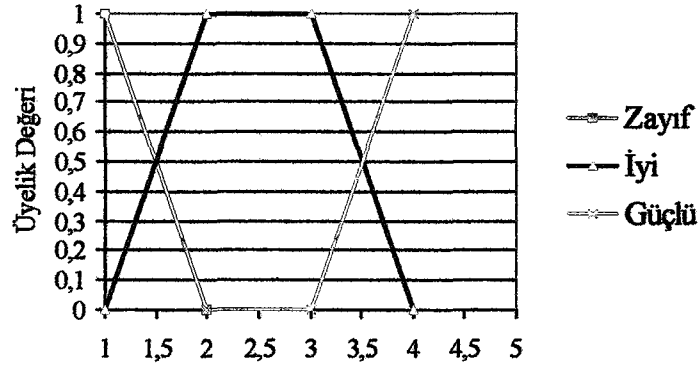
Birinci kural en azından bir amacın gerçekleşmemesi, sistemin zayıf olarak kabul edilmesini göstermektedir. Üçüncü kural ise bütün amaçların en iyi düzeyde olması ile sistemin çok iyi olduğunu göstermektedir. Son kural aslında her zaman istenen mükemmel düzeyi ifade eder. Fakat burada önemli olan zayıf yönlerin belirlenmesine yardımcı olmak ve sistemin bu yönlerini geliştirme yolunda çalışmalar yapmaktır. Buradaki değerlendirme skalası üzerinde zayıf –iyi-güçlü değerleri arasına diğer değerler de eklenebilir ve ara değerlerde nitelendirilebilir . Ama bizim öncelikli amacımız uç değerleri belirlemektir.



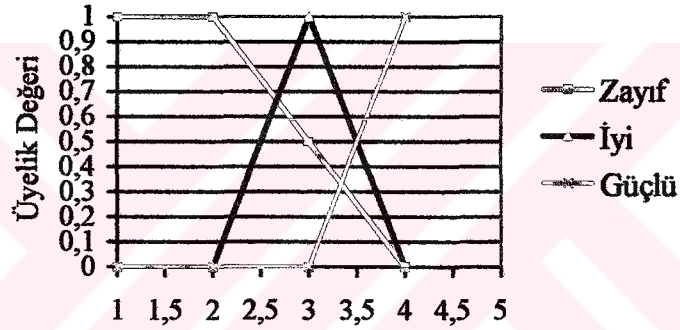
Şekil 6.3 Güvenlik değerleri üyelik fonksiyonu



Şekil 6.4 Makro ekonomik verimlilik üyelik fonksiyonu



Şekil 6.5 Otonomi üyelik fonksiyonu



Şekil 6.6 Müşteri memnuniyeti üyelik fonksiyonu

Belirlenen üyelik fonksiyonları üzerinden sıralama değerleri kullanılarak sistemin durumu belirlenmeye çalışılır.

Artık bulanık kuralları verilerimize uygulayabiliriz. Çizelge 6.7'deki birinci satır değerlerini göz önüne alalım.

Çizelge 6.8 Yeni ürünler üzerinde çalışma seçeneğinin amaçları gerçekleştirilmesi

Amaçlar	Güvenlik	M. Ekonomik Verimlilik	Otonomi	Müşteri Memnuniyeti
Yeni ürünler üzerinde çalışma	3	1	2	4

Buradaki değerler üyelik fonksiyonları üzerinde her bir kural için belirlenir. Bulanık mantık operatörleri ile işleme sokulan değerlerle elde edilen sonuçlar üyelik değerleri cinsinden birleşik değerler olarak karşımıza çıkar. Daha sonra bu birleşik (toplu) değerler tek bir değere indirgenerek sistemin zayıflık-güçlülük skalası üzerindeki değeri bulunur.

Bu açıklamalar ışığı altında “yeni ürünler üzerine çalışma” seçeneğini değerlendirme sonuçları şekil 6.7 a-b’de gösterilmektedir. Şekillere göre sistemin zayıf sayılması sadece ve sadece bir tek düşük üyelik değerinin alınması yeterli olmaktadır. Maksimum operatörü ile sistemin zayıf olduğunu gösteren değer ekonomik verimlilik değeri sistemin 1 üyelik değeri ile zayıf olduğunu göstermektedir.

Aynı şekilde ikinci kuralın uygulanması ile 0,4 üyelik değeri ile sistem iyidir. Sistemin Güçlü olmasının üyelik değeri ise üçüncü kural gereği 0’dır.

6.4.3 Bulanık Değerlerin Durulaştırılması

Belirlenen bulanık kurallar ve üyelik fonksiyonları ile incelenen bileşenlerin değerleri 0 ile 1 arasındaki değerler olarak karşımıza çıkmaktadır. Her bir bileşen için şekil 6.7 a-b’deki kuralların uygulanması ile elde edilen sonuçlar EK1’de gösterilmektedir. Burada histogramlarla ifade edilen sonuçlarda sistemin hangi seçenek için ne derece zayıf ve ne derece iyi olduğu gösterilmektedir. Histogramlardaki değerler bulanık küme değerleri olup bunları tek bir değere indirmek için bulanık çıktıları tek bir değere dönüştürmek gerekmektedir. Bunun için durulaştırma yöntemlerinden sentroid metodu kullanılır. Bu yöntemin matematiksel ifadesi şöyledir:

$$C = k_1P_1 + k_2P_2 + \dots + k_nP_n = \sum_{i=1}^n k_iP_i$$

Burada, c ağırlık merkezini, P_i üyelik değerlerini, k_i ise ağırlık katsayılarını ifade eder. Katsayılar, zayıf durum için (-1), iyi durum için (0), güçlü durum için (1) olarak belirlenerek toplu sonuçlar tek bir değere indirgenir.

Bulanıklaştırdığımız seçeneği göz önüne alırsak (Çizelge 6.8); sistemin zayıf olmasının üyelik değeri “1”, iyi olmasının üyelik değeri “0,4” ve güçlü olmasının üyelik değeri “0” olduğu durumda durulaştırma formülü ile elde edilen sonuç :

$$C = (-1)*1 + (0)*0,4 + (1)*0 = -1 \text{ olarak bulunur.}$$

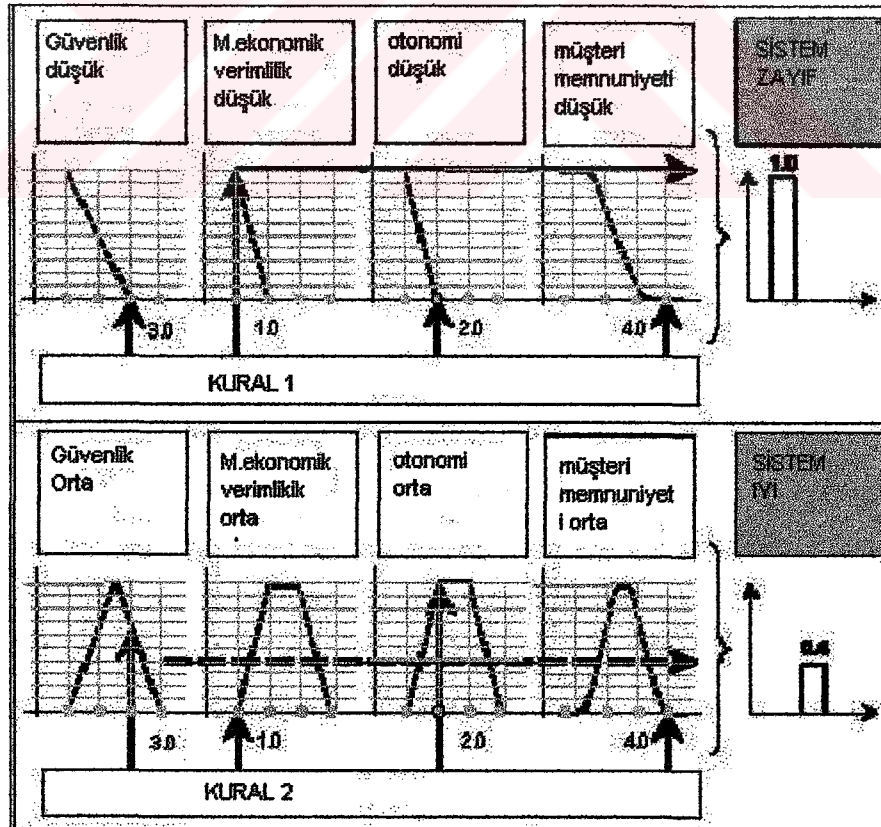
Bunun anlamı, yeni ürünler üzerinde çalışma seçeneği ile işletme değer zinciri zayıftır. Bu konuda düzenlemeler yaparak kendini geliştirmeli veya güçlü olduğu diğer seçenekler üzerinde yoğunlaşarak toplam değerini arttırmalıdır.

Yatırım alternatifleri bileşeninin stratejik yatırımlar seçeneğini göz önüne alırsak; zayıf olmasının üyelik değeri "0,8", iyi olmasının üyelik değeri "0,5" ve güçlü olmasının üyelik değeri "0" olduğu durum için (bkz. EK1) durulaştırılmış değer:

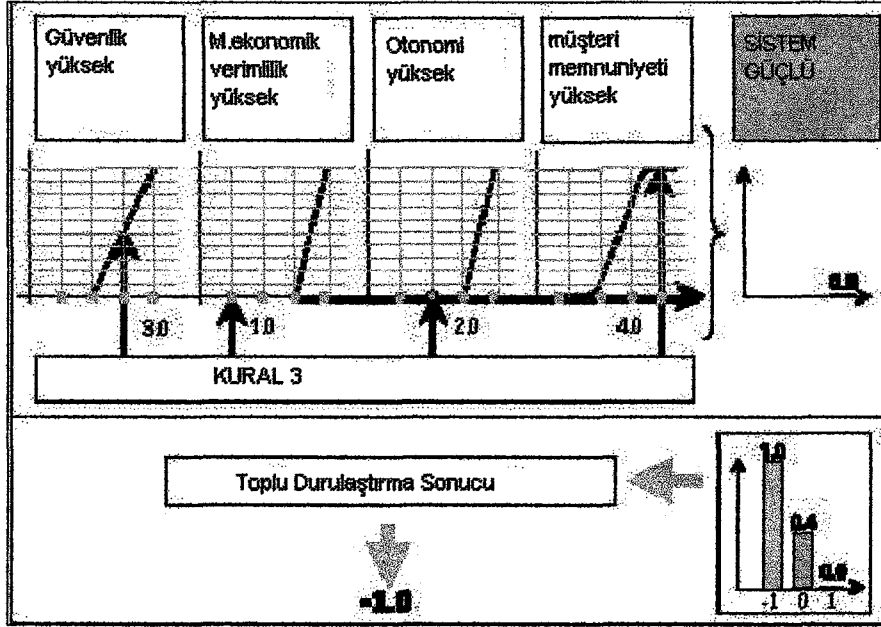
$C = 0,8*(-1) + 0,5*(0) + 0*(1) = -0,8$ değeri elde edilir. Bu değer durulaştırma indeksi ile EK2'deki grafiklerde gösterilmektedir.

Bu durulaştırma işlemi her bir seçenek için aynı şekilde gerçekleştirilir. Durulaştırma sonucu elde edilen veriler radar diyagramları ile EK 2'de gösterilmektedir.

Elde edilen değerlerin -1 ile 0 arasında değişkenlik göstermesi uygulanan durulaştırma metoduna ve başlangıçta belirlenen kuralların yapısına bağlıdır. Öyle ki, kural 3 sistemin güçlü olmasını "ve" bağlacı ile ifade ederek bütün amaçların kesişimini dolayısıyla mükemmel bir hali ifade etmektedir.



Şekil6.7 a) Bulanıklaştırma ve bulanık çıkarım



Şekil 6.7 b) Bulanıklaştırma ve bulanık çıkarım

6.5 Elde Edilen Bulgular

Geliştirilen mantık çerçevesinde, EK1 ve EK2’de özetlenen sonuçlara göre, bizim basit genel modelimizle incelenen sistem bileşenleri sistem amaçlarına ulaşma doğrultusunda en iyi sonuçları:

- Rekabet stratejisi olarak pazara odaklanma,
- Yatırım alternatifleri olarak mamullere yatırım,
- Kaynak ve gelirlerin merkezi olarak sermaye,
- Kaynakların dağılımı olarak yatırımlar,
- Araştırma ve geliştirme çalışmalarına yönelik olarak uygulamalı araştırmalar vermektedir.

Bu seçeneklerde izlenen politikalarda işletme daha iyi sonuçlar almaktadır. Fakat bu demek değildir ki, işletme diğer seçenekleri göz ardı etsin. Diğer seçeneklerde şu anda işletme zayıf durumdadır ve bu seçenekler üzerinden izleyeceği politikalarda daha dikkatli olmalı ve alacağı kararlarda bu verileri göz önüne almalıdır. Öyle ki, bu zayıf noktalar onun için stratejik boyutlarda birer fırsat olabilirler.

Çalışmanın ilk bölümünde de değindiğimiz gibi bu zayıflıkların belirlenmesi yeterli olmamakla beraber bunların çözüme ulaşmasında belli olmaları gerekmektedir.

Bu noktadan sonra seçeneklerle ilgili bölümlere yapmaları gereken talimatlar verilmelidir.

İşletme bu noktada sadece güçlü olduğu yanları üzerinde bir politika izler ve zayıf yönlerini göz ardı ederse bu zayıflıklar ilerde onun karşısına daha büyük sorunlar olarak çıkabilir.



7. SONUÇLAR

Bu çalışmada genel bir model ile bir sistemi incelemeye çalıştık. Çevremizdeki sistemlerin değişken, dinamik ve çok boyutlu olmaları, sistemleri daha da karmaşık hale getirmektedir. Zayıf noktalar ise, sistemler için karmaşıklığı ve sorunları arttıran konular olmaktadır. Bu konular sistem hiyerarşisinin her kademesinde farklı biçimde ve şekilde karşımıza çıkmaktadır. Bu bağlamda zayıf noktaları, birer virüs olarak tanımlamak hiçte yanlış olmayacaktır. Bu virüsler, çoğu zaman kristal halde tetikte beklemektedir. Uygun anı yakaladıklarında sistemi çökertmek ve devre dışı bırakmak için harekete geçmektedirler.

Sistemi, bu virüslerin neden olacağı hastalıklardan korumanın yolu ise, sistemin zayıf düşmesini engellemek olmaktadır. Bu amaçla sistemin zayıflıklarının incelenip belirlenmesi sistemin varlığını sürdürebilmesi için büyük bir önem arz etmektedir.

İçinde bulunduğumuz bir çok sistem incelenmesi kavramlara dayanan soyut yönleri ağır basan sistemlerdir. Kavramların ve sözel ifadelerin ön plana çıktığı durumlarda insan gibi düşünen sistemlerin varlığına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmada bulanık mantık ve uzman sistemler yaklaşımı ile sosyo - ekonomik amaçların belli seçenekleri gerçekleştirebilmeleri ile sistem zayıflıkları belirlenmeye çalışıldı. Bulanık mantık çerçevesinde kabul edilen ve ele alınan kurallar çerçevesinde insan düşünce yapısının kavrayabileceği somut bir sonuca ulaşıldı. Bu somut sonuç, bir çözüm olmamakla beraber, çözüme nasıl gidileceği konusunda yardımcı bir unsurdur. Zayıf noktaların bulanık mantık çerçevesinde belirlenmesi sonucunda yapılması gerekenler, bu zayıf noktaların bir hataya, kazaya , istenmeyen bir duruma veya bir hastalığa dönüşmeden ilgili sistem bileşenlerinin düzeltilmesidir. Düzeltilecek bir sistemin çıktısı sağlıklı bir sonuç verecektir. Hataların büyük çoğunluğunun sistem kaynaklı olduğu düşünülürse, zayıf bir sistemin veya sürecin çıktısının istenilen şekilde olmayacağı aşikardır.

Bu çalışmada, göz önüne alınması gereken bir nokta ise temel amaçlara atanan eşit önem dereceleri. Amaçlara atanan önem dereceleri ile farklı sonuçların çıkacağı durumu da düşünülmalıdır. Farklı önem dereceleri ve diğer mevcut kantitatif ve kalitatif verilerle farklı sonuçlara varılabilir. Değişik süreçlerin zayıflıkları incelenebilir. Bu çalışmada ele alınan sisteme bir noktadan bir fotoğraf çekildiğini düşünürsek, çok boyutlu bir uzayda farklı bakış açılarından farklı fotoğrafların çıkacağı unutulmamalıdır.

KAYNAKLAR

- Baraçlı,H.,(1998),Sıfır Hataya Ulaşmada Poke-Yoke Tekniği ve Ayakkabı Sektöründe Uygulama alışması,Doktora Tezi,YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü(yayımlanmamış).
- Başlıgil,H.,(2000), Sistem Analizi Ders Notları,YTÜ Makine Fakóltesi Endüstri Mühendisliği Bölümü (yayımlanmamış).
- Bulut,G.,(1999),Belirsizliği Yönetmek,MESS Yayınları,İstanbul.
- Chernichovsky,D.,Bolotin,A.,Leeuw,D.,(2001) “A Fuzzy Logic Approach toward Solving the Enigma of Health System Finansing”, National Bureau of Economic Research,Inc.,Israel.
- Eren,E.,(2002),Stratejik Yönetim ve İşletme Politikası,Beta Basım Yayın,İstanbul.
- Ersen,H.,(1996), Toplam Kalite ve İnsan Kaynakları Yönetimi İlişkisi, İstanbul.
- Erkut,H.,(2000), Analiz Tasarım Uygulamalı Sistem Yönetimi, İrfan Yayımcılık,İstanbul.
- Favata,M.,(2001), “PCLs and Fuzzy Logic”, Industrial Text and Video Company.
- Jang,J.S.,Mizutani,E.,(1997), Neuro-Fuzzy & Soft Computing A Computational Approach to Learning abd Machine Inteligance, Matlab Curriculum Series.
- Koma,ř.,(2001),Sistemin Zayıf Noktalarının Analizi, Lisans Tezi,YTÜ Makine Fakóltesi Endüstri Mühendisliği Bölümü(Yayımlanmamış).
- Larrousse,(1989),Milliyet Gazetecilik A.ř., İstanbul.
- Oxford,(1990), Advanced Learner’s Dictionary, Fourth Edition,Oxford.
- Öktem,Ü.G.,(2003), “Near-Miss: Atool for Integrated Safety,Health,Environmental and Securty Management”, Risk Management and Decision Proceses Center ,The Wharton School of management,University of Pennsylvania, , Philadelphia.
- Öktem,Ü.G.,Mürmann,A.,(2002), “The Near-Miss Management of Operational Risk”, Risk Management and Decision Proceses Center ,The Wharton School of management,University of Pennsylvania, Philadelphia.
- Öktem,Ü.G.,Phimister,J.R.,Kleindorfer,P.R.,Kenreuther,H.,(2002), “Near-Miss Management Systems in the Chemical Process Industry”, Risk Management and Decision Proceses Center ,The Wharton School of management,University of Pennsylvania, Philadelphia.
- Özkan,M.,(2003),Bulanık Hedef Programlama,Ekin Kitapevi,Bursa.
- Ross,T.J.,(1995), Fuzzy Logic With Engineering Applications, McGraw-Hill Inc.,New York.
- Sang,L.,(2002), “A Fuzzy Neural Network Model For Forecasting Stock Price”, Zhejang University Institute of Intelligent Information Engineering, China.
- Tamuz,M., (2000), “Near Miss Analysis” ,School of Public Health University of Texas,Houston.

Şen,Z.,(2001),Bulanık (Fuzzy) Mantık ve Modelleme İlkeleri, Bilge Kültür Sanat Yayın,İstanbul.

Türkşen,I.B.,(1991), Measurement of Membership Functions and Their Assessment, Fuzzy Sets and Systems 40:5-38.

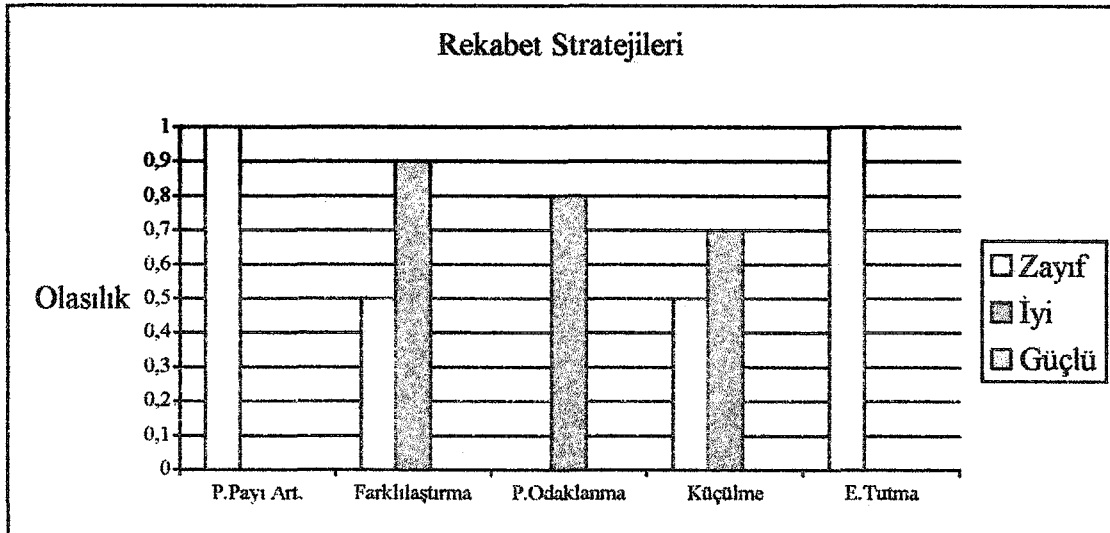
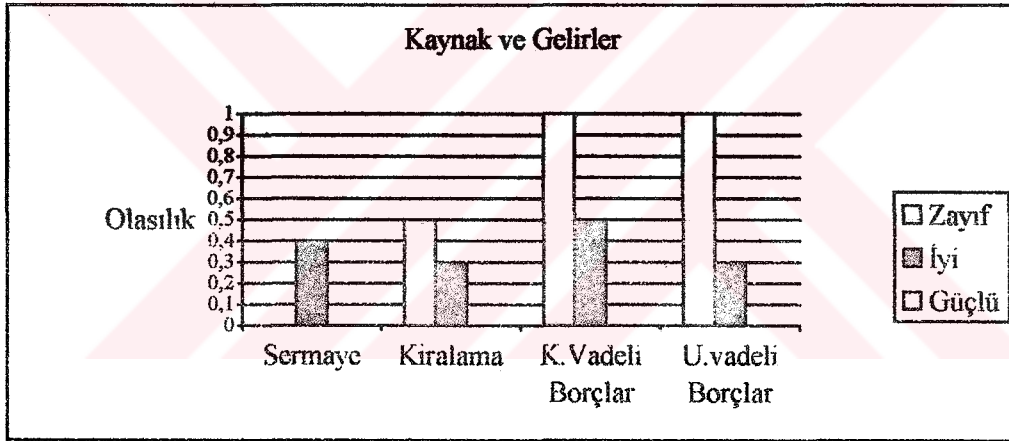
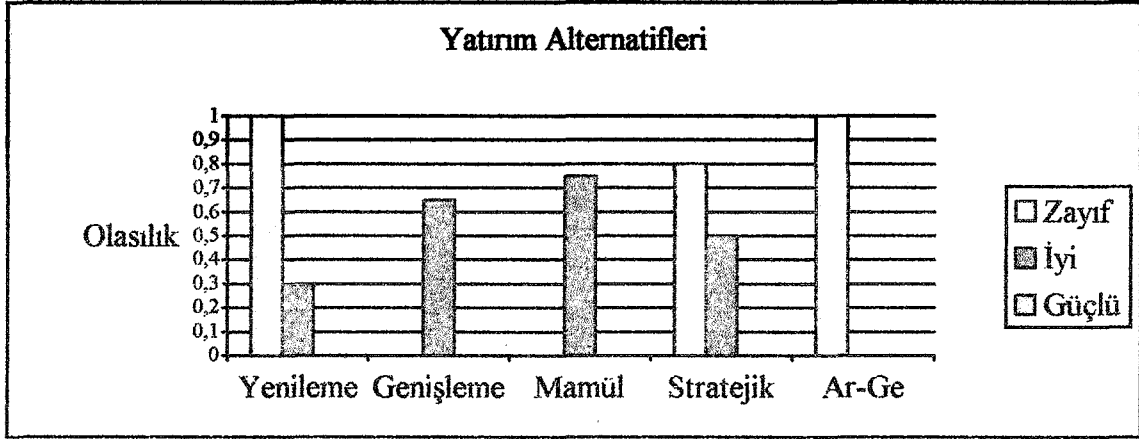
Wheelen,T.L.,Hunger,J.D.,(1992), Strategic Management and Bussiness Policy,Addison Wesley.

İnternet Kaynakları

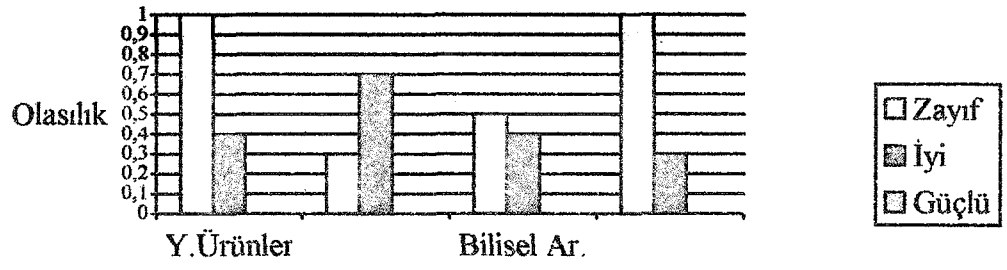
[1] URL: <http://www.utsph.uth.tmc.edu>

[2] URL: <http://www.opim.wharton.upenn.edu/risk/proj/nearmiss.html>

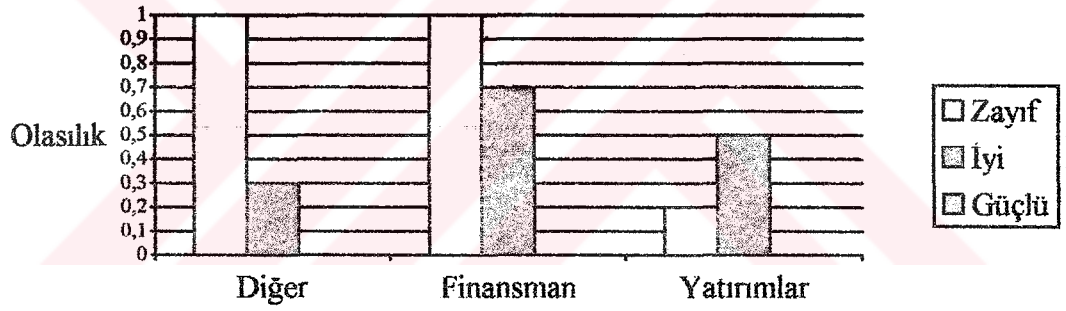


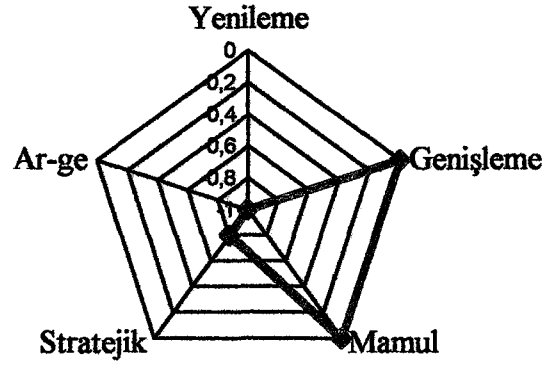
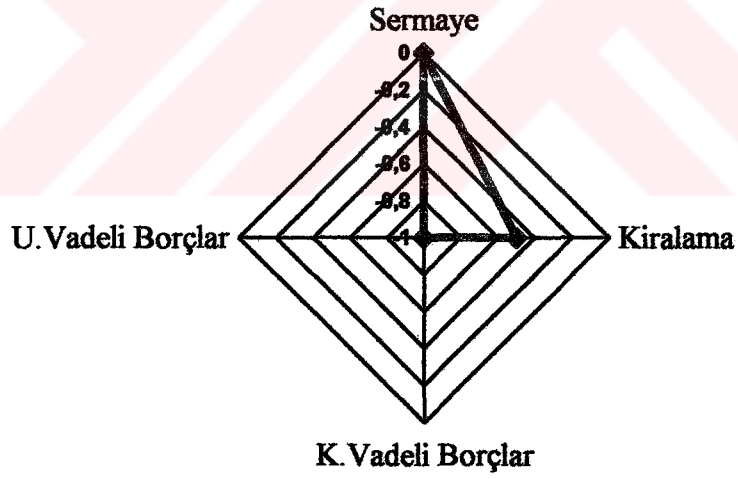
EKLER**EK 1****BULANIK KURALLARIN UYGULANMASI SONUCU ELDE EDİLEN DEĞERLER**

Araştırma ve Geliştirme Seçenekleri

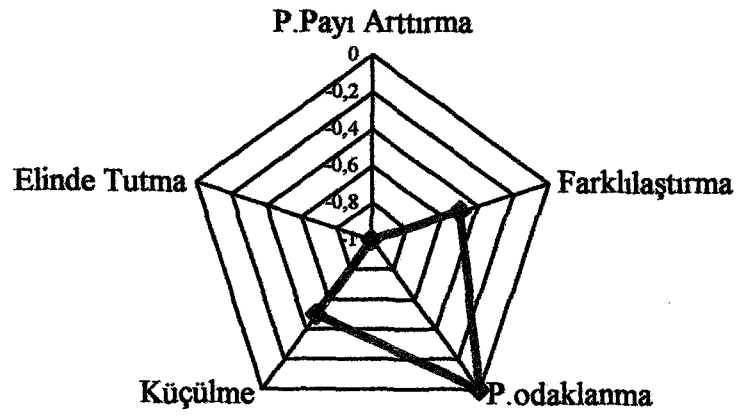


Kaynakların Dağılımı

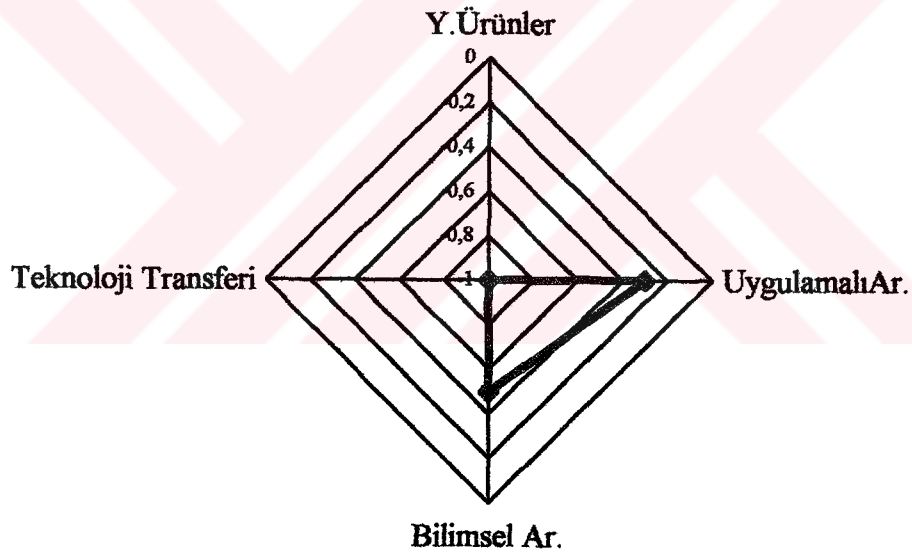


EK 2**BULANIK DEĞERLERİN DURULAŞTIRILMASI****Yatırım Alternatifleri Durulaştırma İndeksi****Kaynak ve Gelirler Durulaştırma İndeksi**

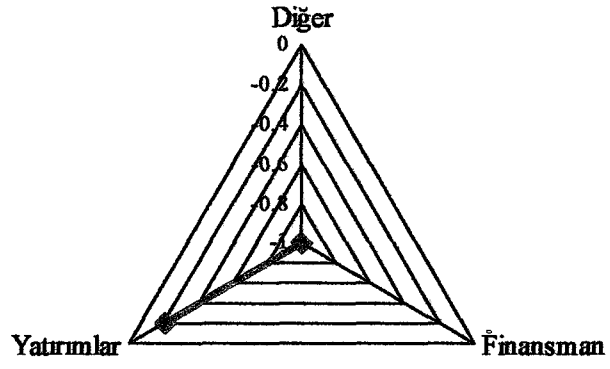
Rekabet Stratejileri Durulaştırma İndeksi



Araştırma Geliştirme Durulaştırma İndeksi



Kaynakların Dağılımı



ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi	04.11.1978	
Doğum yeri	Rize	
Lise	1989-1996	Rize Anadolu Lisesi
Lisans	1997-2001	Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü
Yüksek Lisans	2001-2003	Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Müh. Programı

Çalıştığı Kurumlar

1998-1999	Kanuni Motorlu Araçlar A.ş.
1999-2000	Naryaz Bilgisayar Ltd.
2000-2001	TSE Gebze Kalite Kampüsü

