

KOMPRESYONLU SOĞUTMA SİSTEMLERİNDE ARIZA GİDERMEK  
İÇİN TEŞHİS YAPAN UZMAN SİSTEM GELİŞTİRİLMESİ

DOKTORA TEZİ  
(MAKİNA EĞİTİMİ)

34067

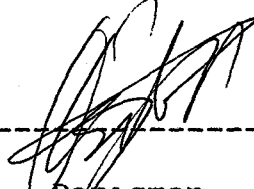
Hüseyin BULGURCU

Ekim 1994

**İ.Ü. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU**  
**TEZ GÖZLEME VE KÜTÜPHANE MERKEZİ**

MARMARA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Bu tezin Doktora Tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

  
-----  
Danışman  
Doç. Dr. M. Osman ISIKAN

Sınav Jürisi:

Başkan : Prof. Dr. Ahmet Rasim BÜYÜKTÜR

*A. R. Büyüktür*

Üye : Prof. Dr. Aksel ÖZTÜRK

*Aksel Öztürk*

Üye : Doç. Dr. Osman ISIKAN



Bu Tez Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Esaslarına uygundur.

KOMPRESYONLU SOĞUTMA SİSTEMLERİNDE ARIZA GİDERMEK  
İÇİN TEŞHİŞ YAPAN UZMAN SİSTEM GELİŞTİRİLMESİ

(Doktora Tezi)

Hüseyin BULGURCU

MARMARA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Ekim 1994

ÖZ

Bu çalışmada, kompresyonlu soğutma sistemlerindeki arızaların daha bilinçli şekilde teşhis edilmesine imkan verecek, kural tabanlı bir uzman sistem geliştirilmiştir. Bilindiği gibi, insanların tecrübelerini bilgisayara aktaran yapay zeka programlarına, "Uzman Sistem" adı verilmektedir. Bu uzman sistemde, teknik elemanların soğutma sistemleri arızacılığını kendi kendilerine öğrenmeleri amaçlanmıştır.

Teşhis yapan uzman sistem programı, Japon Beşinci Nesil Bilgisayar Projesi'nde oldukça önemli bir rol üstlenen yapay zeka programlama dili Prolog ile hazırlanmıştır. Programın sonuçlandırma yöntemi, tıp alanında kullanılan meşhur kural tabanlı bir uzman sistem olan, MYCIN'e benzemektedir.

Bir teşhis yapan uzman sistemin amacı fiziksel delilleri ve davranış belirtilerini kullanarak bir sistemin iç durumunu karakterize etmektir.

Tezin ilk bölümlerinde, uzman sistemler ve inşa aletleri hakkında genel bilgiler verilmiştir. Bu bilgiler ile uzman sistemlerin tanıtımı amaçlanmıştır. Sonraki bölümlerde, uzman sistemin inşası için kullanılan işlem basamakları tanıtılmış olup, dolayısıyla bir uzman sistemin nasıl ortaya çıktığı anlatılmıştır.

Bilgi tabanının hazırlanmasında, kaynaklarda belirtilen soğutma sistemleri konusunda, Türkiye'de tanınmış uzman şahıslarla yapılan görüşmelerden faydalanılmış ve bu konuda geniş bir literatür taraması yapılmıştır. Bilgilerin derlenmesinde, şikayetlerden yola çıkılmış olup, sonra bu şikayetlere uyan arıza durumları derlenmiş daha sonra da bu arıza durumlarını ele veren belirtiler araştırılmıştır. Son olarak, arıza durumları için tavsiyeler hazırlanmıştır.

DEVELOPMENT OF DIAGNOSTIC EXPERT SYSTEM FOR  
TROUBLESHOOTING IN MECHANICAL REFRIGERATION SYSTEMS

(Ph.D. Thesis)

Hüseyin BULGURCU

MARMARA UNIVERSITY  
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

October 1994

ABSTRACT

In this study, a rule based expert system is developed for identification of the troubles in the mechanical refrigeration systems consciously. As it is known that the artificial intelligence programs which transfer the trial of the humans to the computers, are called "expert system". In this expert system, it is aimed that the technical persons learn refrigeration systems troubleshooting by themselves.

The diagnostic expert system program is prepared by artificial intelligence program language Prolog which has the most important place in the Japanese Fifty Generation Computer Project. Its inference strategy is similar to the MYCIN, a famous rule based expert system used for medical diagnosis.

The goal of a diagnostic expert system is to characterize the internal status of a system using physical evidence and behavioral symptoms.

In the first chapters, the general information about expert systems and the building tools are given to introduce expert systems. Then next chapters, the process steps used for building expert systems are introduced and it is shown that how an expert system is developed in detail.

The knowledge bases are prepared by using the private communication with expert persons in refrigeration systems in Turkey and literatur survey is also performed widely in this subject. In order to compile the knowledge, the complaints are determined and then the troubles related with these complaints are compiled and the symptoms, which may show these troubles, are investigated properly. Some advices are prepared for troubles lastly.

## TEŞEKKÜR

Bu konuda çalışma yapmamı öneren O.D.T.Ü. Makina Bölümü öğretim üyelerinden Doç. Dr. Arif İLERİ'ye, programın hazırlanmasında yardımlarını esirgemiyen TÜBİTAK Yapay Zeka Bölümü elemanlarından Mak. Yük. Müh. Mahmut ULUDAĞ'a, bilgi tabanı dosyalarındaki bilgilerin hazırlanmasında yardımlarını gördüğüm Mak. Müh. Turgut GÜNEY'e, Mak. Müh. Timur EROL'a, Mak. Yük. Müh. Nuri ÖZKOL'a ve danışman hocam Doç. Dr. Osman ISIKAN'a teşekkür eder, saygı ve Őükranlarımı sunarım.

## TABLULARIN LİSTESİ

<u>TABLO</u>	<u>SAYFA</u>
TABLO-1.1 Yapay zeka araştırmalarında olayların bağlan- tıısı.....	2
TABLO-2.1 İnsan uzmanlığı ile yapay uzmanlığın iyi ve kötü yönlerinin karşılaştırılması.....	21
TABLO-2.2 Uzman sistem uygulamaları için fonksiyonel sınıflar.....	23
TABLO-2.3 Uzman sistemlerin iki yaklaşımı.....	25
TABLO-4.1 Uzman sistemlerin gelişimi.....	51
TABLO-6.1 Programdaki bilgi tabanı dosyaları.....	72

## ŞEKİLLERİN LİSTESİ

### ŞEKİL

### SAYFA

Şekil-1.1	Yapay zeka teknolojisini etkileyen sahalalar.....	4
Şekil-1.2	Veri işlemden bilgi işleme geçiş.....	4
Şekil-1.3	Yapay zeka benzetiminin gelişme kademeleri.....	6
Şekil-1.4	Yapay zekanın dalları.....	6
Şekil-2.1	Yapay zeka araştırmalarının tarihi gelişimi....	12
Şekil-2.2	Bilgi mühendisliği.....	13
Şekil-2.3	Bir uzman sistemin genel özellikleri.....	14
Şekil-2.4	Uzman sistemin inşasındaki görev alan elemanlar.. .....	15
Şekil-2.5	Bir uzman sistemin jenerik yapısı.....	17
Şekil-2.6	Uzman sistemleri, diğer programlardan ayıran ö- zellikler.....	22
Şekil-4.1	Uzman sistem inşası için geliştirme kısımları..	48
Şekil-4.2	Üretim sisteminin mimarisi.....	53
Şekil-4.3	Bir semantik ağ örneği.....	54
Şekil-4.4	Bir çatı örneği.....	55
Şekil-4.5	Önermelerin PROLOG dilinde gösterilmesi.....	56
Şekil-6.1	Uzman sistemin arıza bulma mantığı.....	67
Şekil-6.2	Kompresyonlu soğutma sistemi elemanları.....	67
Şekil-6.3	Soğutma elemanlarının alt elemanları.....	68

## İÇİNDEKİLER

ÖZ.....	II
ABSTRACT.....	III
TEŞEKKÜR.....	IV
TABLoların LİSTESİ.....	V
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	VI
<b>BÖLÜM 1</b>	
YAPAY ZEKA TEKNOLOJİSİ.....	1
1.1 Tanımı ve tarihçesi.....	1
1.2 Yapay zekanın yapısı.....	5
1.3 Yapay zeka benzetimi.....	5
1.4 Yapay zekanın dalları.....	6
1.4.1 Tabii dil işleme sistemleri.....	6
1.4.2 Bilgisayar görüntü ve imaj dönüştürme sistemleri.....	8
1.4.3 Robotik.....	8
1.4.4 Uzman sistemler.....	9
1.5 Yapay zeka çalışmalarında amaçlar.....	10
<b>BÖLÜM 2</b>	
UZMAN SİSTEMLERE GENEL BAKIŞ.....	11
2.1 Giriş.....	11
2.2 Bir Uzman Sistemin Özellikleri.....	13
2.3 Uzman Sistem Elemanları.....	14
2.4 Bir Uzman Sistemin Yapısı.....	16
2.4.1 Bilgi Tabanı.....	17
2.4.2 Sonuç Çıkarma Makinası.....	18
2.5 Uzman Sistemin Avantaj ve Dezavantajları.....	19
2.6 Uzman sistemlerin geleneksel programlardan farkları.....	21
2.7 Uzman sistemlerin uygulama alanları.....	22
2.8 Uzman sistem tipleri.....	24
2.8.1 Kural tabanlı ve model tabanlı uzman sistemlerin mukayese edilmesi.....	25
2.9 Uzman sistem örnekleri.....	26
2.9.1 MYCIN.....	26
2.9.2 PROSPECTOR.....	27
2.9.3 XCON (R1).....	27
<b>BÖLÜM 3</b>	
UZMAN SİSTEM İNŞA ALETLERİ.....	29
3.1 Giriş.....	29
3.2 Yapay zeka programlama dilleri.....	30
3.2.1 Lisp programlama dili.....	30
3.2.2 Prolog Programlama Dili.....	31

3.3	Programlama Dilllerinin Donanımları.....	35
3.3.1	Lisp Donanımı.....	35
3.3.2	Prolog Donanımı.....	36
3.4	Yazılım Geliştirme Aletleri.....	37
3.4.1	ART.....	39
3.4.2	KEE.....	39
3.4.3	Knowledge Craft.....	40
3.4.4	Picon.....	40
3.4.5	S.1.....	41
3.4.6	ESE/VM veya ESE/MVS.....	41
3.4.7	Envisage.....	42
3.4.8	KES.....	42
3.4.9	M.1.....	42
3.4.10	Nexpert Object.....	42
3.4.11	Personal Consultant+.....	43
3.4.12	EXSYS.....	43
3.4.13	Expert Edge.....	44
3.4.14	Insight 2+.....	44
3.4.15	TIMM.....	44
3.4.16	Rulemaster 3.0.....	45
3.4.17	KDS3.....	45
3.4.18	1st-Class.....	45
3.4.19	OPS5.....	46

#### BÖLÜM 4

BİR UZMAN SİSTEMİ NASIL İNŞA EDİLİR ?.....	47
4.1 Giriş.....	47
4.2 Uzman sistemin inşasındaki görevler.....	48
4.3 Uzman sistem geliştirme adımları.....	50
4.4 Bilginin temsil edilmesi.....	51
4.4.1 Üretim kuralları.....	52
4.4.2 Semantik ağlar.....	53
4.4.3 Çatılar.....	54
4.4.4 Önerme hesabı.....	55

#### BÖLÜM 5

KORUYUCU BAKIM VE ARIZA TEŞHİSİ İÇİN UZMAN SİSTEMLERİN KULLANIMI.....	57
5.1 Giriş.....	57
5.2 Arıza Teşhisi Yapan Uzman Sistemleri.....	57
5.3 Bakım İşlemlerinde Uzman Sistemlerin Avantajları.....	59
5.4 Bakım İçin Bir Uzman Sistemde Gerekli Fonksiyonlar.....	59
5.5 Arıza teşhisi yapan uzman sistem örnekleri...61	
5.5.1 ACE.....	61
5.5.2 DART.....	62
5.5.3 FIS.....	62
5.5.4 LES.....	62
5.5.5 İlave sistemler.....	62

## BÖLÜM 6

ARIZA TEŞHİSİ YAPAN UZMAN SİSTEMİN İNŞA EDİLMESİ..	64
6.1 Giriş.....	64
6.2 Bilgi tabanının hazırlanması.....	66
6.3 Bilgilerin programa girilmesi.....	71

## BÖLÜM 7

### BİLGİ TABANI DOSYALARINDAKİ BİLGİLERİN LİSTELENMESİ

.....	73
7.1 Kompresör Arızaları.....	73
7.1.1 Pistonlu Kompresörler.....	73
7.1.2 Dönel (paletli) Kompresörler.....	82
7.1.3 Vidalı (dişli) Kompresörler.....	82
7.1.4 Santrifuj Kompresörler.....	83
7.2 Kondenser Arızaları.....	87
7.2.1 Hava Soğutmalı Kondenserler.....	87
7.2.2 Su Soğutmalı Kondenserler.....	88
7.2.3 Evaporatif Kondenserler.....	89
7.3 Evaporatör Arızaları.....	90
7.3.1 Hava Soğutucu (Ünit) Evaporatörler.....	90
7.3.2 Su Soğutucu (Chiller) Evaporatörler.....	91
7.3.3 Taşmalı Evaporatörler.....	92
7.4 Genleşme Cihazı Arızaları.....	93
7.4.1 Otomatik Genleşme Valfleri.....	93
7.4.2 Termostatik Genleşme Valfleri.....	94
7.4.3 Şamandıralı Genleşme Valfleri.....	95
7.4.4 Kılcal Borular.....	96
7.5 Boru ve Aksesuar Arızaları.....	96
7.5.1 Sıvı Hatları.....	96
7.5.2 Emme Hatları.....	97
7.5.3 Susturucular.....	98
7.5.4 Yağ Ayırıcılar.....	98
7.5.5 Çek Valfler.....	98
7.5.6 Selenoid Valfler.....	99
7.5.7 Filtre Kurutucular.....	100
7.5.8 Nem Göstergeleri.....	100
7.6 Defrost Sistemi Arızaları.....	100
7.6.1 Normal Havalı Defrost.....	100
7.6.2 Sıcak Havalı Defrost.....	101
7.6.3 Sulu Defrost.....	102
7.6.4 Sıcak Gazlı Defrost.....	103
7.6.5 Elektrik Isıtıcılı Defrost.....	104
7.6.6 Ters Devre İşlemler Defrost.....	104
7.7 Kumanda Sistemi Arızaları.....	106
7.7.1 Normal Kumandalı.....	106
7.7.2 Süpürmeli Kumanda Sistemi (Pump-down).....	109
7.8 Soğutma Kulesi Arızaları.....	113
7.8.1 Cebri Çekişli Soğutma Kuleleri.....	113
7.8.2 Tabii Çekişli Soğutma Kuleleri.....	115

BÖLÜM 8	
UZMAN SİSTEM PROGRAMININ TANITIMI.....	117
8.1 Programın Kullanımı.....	117
8.1.1 Bilgi Yükleme.....	117
8.1.2 Arıza Teşhisi.....	117
8.1.3 Ekranı Silme.....	118
8.1.4 Listeleme/Dökümantasyon.....	118
8.1.5 Bilgi İşlemleri.....	118
8.1.6 Bilgi Tabanı Dosya İşlemleri.....	119
8.1.7 Bakım Kartı Dosya İşlemleri.....	119
8.1.8 Normal Kart Değerleri.....	120
8.2 Uzman Sistem Programındaki Yardımcı Bilgiler.....	122
8.3 Programın arıza teşhis örnekleri.....	123
BÖLÜM 9	
SONUÇ VE TARTIŞMA.....	125
KAYNAKLAR.....	126
EKLER.....	131
EK-1 Program akış kartları.....	132
EK-2 Uzman sistem programı listesi.....	138
ÖZGEÇMİŞ.....	175

## BÖLÜM 1

### YAPAY ZEKA TEKNOLOJİSİ

#### 1.1 TANIMI VE TARİHÇESİ

Bilgisayarların icadı, insana benzer makina yapma arzusundaki bilim adamlarına yeni çalışmalar için cesaret verici olmuştur. Bilgisayarların mühendislik ve muhasebe uygulamalarına girmesiyle birlikte ortaya çıkan teknik imkanlar insanları, bu bilgisayarların düşünme gibi bazı zihinsel fonksiyonları gerçekleştirmek üzere programlanabileceği düşüncesine götürmüştür. Göz önüne alınan bu zihinsel fonksiyonlardan bazıları şunlardır: Satranç ve dama gibi oyunlarda uygulanan metod ve stratejiler, problem çözme ve teorem ispatlama.

Böylece, bazı seçkin üniversite ve araştırma merkezlerinde bir "zeki program" geliştirme yarışı başlamış oluyordu. Bu faaliyetlerin çoğu ticari bir kazanç amacından çok entellektüel bir ilgi üzerine ortaya çıkıyordu. İşte yapay zekanın (YZ) bir araştırma alanı olarak ortaya çıkışının psikolojik ve sosyal motivasyonları bunlardır denebilir.

Yapay zekanın bir bilim dalı olarak ortaya çıkış tarihi, ikinci dünya savaşı sonrasında Amerika ve Avrupa'da insan davranışları ve zeka üzerine yürütülen birbirinden bağımsız fakat aslında birbirine bağlı çalışmalara kadar dayanıyor. Bu çalışmalarda Alan Turing'in zeki makineler, Norbert Wiener'in sibernetik ve Herbert Simon'ın davranışlar üzerine yaptıkları araştırmalar öncü rolü oynuyordu.

TABLO-1.1 yapay zeka alanındaki araştırma tarihinde göze çarpan çok önemli olayları göstermektedir.

TABLO-1.1 Yapay zeka araştırmalarında olayların bağlantısı[3]

2. dünya savaşı öncesi kaynakları	yapısal mantık idraki (cognitive) psikoloji
savaş yılları	bilgisayarlar geliştirildi H. Simon, "Yönetim davranışı" N. Wiener, "Sibernetik" A.M. Turing, "Hesap Makinaları ve zeka" Sibernetik hakkında Macy Konferansları
Kuruluş yılları 1955-1960  Yapay Zeka araştırmalarının başlangıcı	Bilgisayarların kullanımını arttı "İşlem Dili Bilgisi-1" (IPL-I) 1956'da Yapay Zeka hakkında Dartmouth Yaz Semineri "Genel problem Çözücü" (GPS) "Psikoloji İşlem Bilgisi"
Geliştirme ve yeniden yönlendirme yılları 1961-1970  Genel problem çözücüler için araştırmalar	A. Newell ve H. Simon "İnsani Problem Çözümü" LISP Heuristik  Robotik Satranç programları DENDRAL (Stanford)
Uzmanlaşma ve başarı yılları 1971-1980  Bilgi Tabanlı Sistemlerin kullanılmaya başlanması	MYCIN (Stanford) HEARSAY-2 (Carnegie-Mellon) MACSYMA (M.I.T.) Bilgi Mühendisliği EMYCIN (Stanford) GUIDON (Stanford) PROLOG Herbert Simon Nobel Ödülü aldı
Uygulamalarda atılım yılları 1981  Uluslararası rekabet ve ticari atılımlar	PROSPECTOR (SRI) Japon Beşinci Nesil Projesi E. Feigenbaum ve P. McCorduck, "Beşinci Nesil" Amerikan Mikroelektronik-Bilgisayar Teknolojisi şirketi (MCC) INTELLECT (A.I.C.) Çeşitli ortaklıklar ve Yapay Zeka şirketleri

Yapay zekanın ciddi bir araştırma dalı olarak ortaya çıkması Amerika'da Dartmouth Kolejinde 1956'da yapılan Yaz Semineri ile başladı. Bu toplantı o zamana kadar geliştirilmiş olan bilgileri sistemleştirdi. Aynı toplantıda Amerikalı bilim adamı John McCarthy tarafından bu çalışmalara "yapay zeka" adı önerildi.

"Zeki makineler" kavramı özellikle Hubert Dreyfus'un öncülüğünü yaptığı Searle ve Penrose gibi bir grup felsefeci ve yazarın eleştirilerine hedef oldu. Eleştiriler ve karşı iddialar birbirini kovaladı ve bu arada Dreyfus bir iddia üzerine, bir yapay zeka satranç programıyla yaptığı karşılaşmayı kaybetti. Bu felsefi tartışma bugün de devam etmekle birlikte tartışmaların ağırlık merkezi makinelerin düşünüp düşünemeyeceğinden çok, yapay zeka teknolojilerinden nasıl faydalanılabileceği meselesine doğru kaymaktadır.

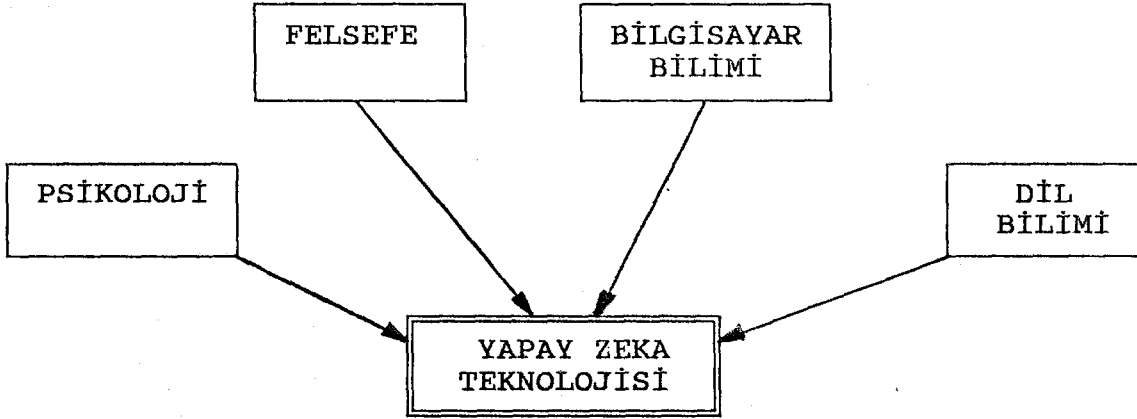
İlk dönemlerde yapay zeka, insan davranışlarını taklit eden makineler yapma sanatı olarak tanımlanıyordu. Aradan geçen zaman içinde, insanın değişik zihinsel faaliyetlerini konu alan birçok YZ araştırma alt alanı ortaya çıktı. Bunlar içinde algılayıcılar, yapay sinir ağları, sınıflandırıcılar, makina öğrenmesi ve makina buluşlarını sayabiliriz.

Bu arada, yapay zeka alanında araştırmalar yapan bilim adamları zekayı çeşitli şekillerde tanımlamaya çalışmışlardır. Mesela Douglas Lenat ve Edward Feigenbaum zekayı çözüm alanı büyük olan bir düşünme alanında hızla çözüme gidebilme kabiliyeti olarak tanımlamaktadırlar. Fakat yakın zamanlarda Feigenbaum zekayı çözüm arama yerine "bilgi birleştirimi" (knowledge assembly) olarak tanımlamaktadır. Buna göre zeka belli bir işi yapmak için gerekli bilgileri birleştirebilme yeteneğidir. Elaine Rich'e göre ise yapay zeka, bilgisayarların anında insanlar gibi düşünmeyi nasıl yapabildiğinin araştırılmasıdır. [1]

Bilgisayar bilimine, ayrıca diğer sahaların yardımının da önemli olduğu açıktır. Şekil-1.1'de görüldüğü gibi yapay zekadaki temel araştırmanın önemli sahaları; dil bilimini, psikolojiyi, felsefeyi ve aynı zamanda bilgisayar bilimini kapsamaktadır.

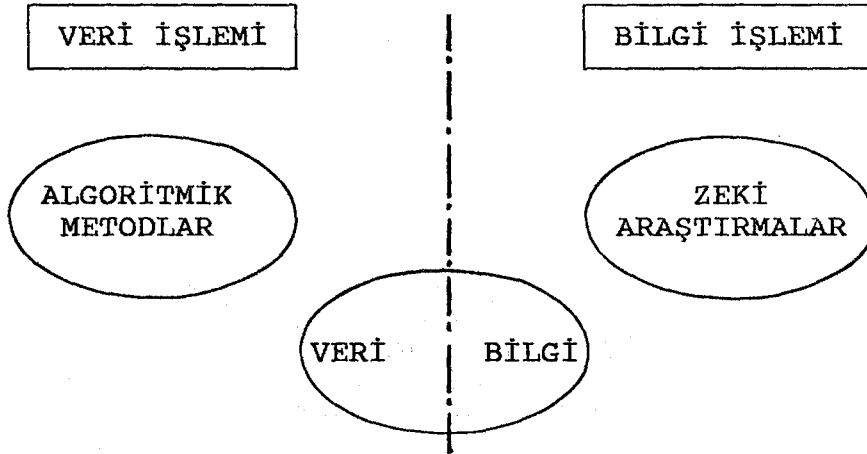
Bilgisayar, mekanik hesap makinelerinin soyundan gelen bir torun olarak bize oldukça rahat olmamızı sağlamış özellikle verinin işlenmesiyle ilgili sahalarda (örneğin dijitaler, sayılar, karakterler) oldukça kolaylıklar sağlamıştır. 1970 ve 1980'li yıllar bilgisayarlara, "veri"den "bilgi"ye ve "veri işlem"den "bilgi işlem"e olan kavram değişimini kazandırdı. Fakat bilgisayarlar belli algoritmik yapıları takip etmek zorunda oldukları için mana, muhteva ve makam gibi önemli unsurlara nüfuz edemezler. Bu yüzden Searl'in ifadesiyle bilgisayarlar, "sintaktik" yaratıklardır,

"semantik" değil; yani sözdiziminin, kelimelerin, cümlelerin arkasında yatan anlardan habersizdirler. Bir mesajın sadece kendisini tanımakta, mesajın ardındaki anlamlara inememektedirler.



Şekil-1.1 Yapay Zeka teknolojisini etkileyen sahalar

Diğer bir tabirle "bilgi", "veri" kavramının bir uzantısıdır ve bu bilgi üzerine temellenmiş potansiyel çözümleri bulabilmek için zeki çözümleri kapsayan bir algoritmalar uzantısıdır. Bu yaklaşım da "bilgi işlemi", "veri işlemi" gelişiminin kaçınılmaz bir devamıdır. Araştırmacılar ve geliştiriciler, uzmanlaşmak için önemli olan her iki tekniğin bir araya getirilmesini gerçekleştirmişlerdir. (Şekil-1.2) [2]



Şekil-1.2 Veri işleminden bilgi işleme geçiş

## 1.2 YAPAY ZEKANIN YAPISI

Herhangi bir sorunun bilgisayar yardımıyla incelenmesindeki temel yaklaşım, o sorunu bilgisayarın anlayacağı bir şekilde kodlamak, diğer bir deyişle belli bir dilde bir program yazmaktır. Böylece bilgisayardan ancak programlama bilgisine sahip olanların yararlanabilmesi bir sakınca olarak ortaya çıkmaktadır. Bu sakıncaya bir anlamda çare bulmak amacıyla, bilgisayarın ilk kullanılmaya başladığı zamanlardan itibaren, hazır program paketleri üzerinde çalışılmış ve kullanıcının yalnızca veri girişi ile problemi çözebilmesi sağlanmıştır. Bir çok matematiksel işlem programları, veri tabanı uygulamaları ve kelime işlem paketleri bu tür hazır paketlere örneklerdir.

Hazır program paketleri ile yapay zeka uygulamalarının da başladığı ifade edilebilir. Bilgisayarın hız ve kapasitesindeki gelişmelere paralel olarak kullanımındaki ekonomiklik sonucunda her alanda yaygınlaşması, yapay zeka paketlerinin de gelişmesine hız kazandırmıştır. Hazır paketlere yalnızca problem özellikleri değil, problem algılama, irdeleme, çözme, sonuçları yorumlama ve ileride benzer problemlerde bu tecrübelerden yararlanma özellikleri ilave edildiğinde; yapay zekanın bugün için tanımlanan şekli ortaya çıkmaktadır. [4]

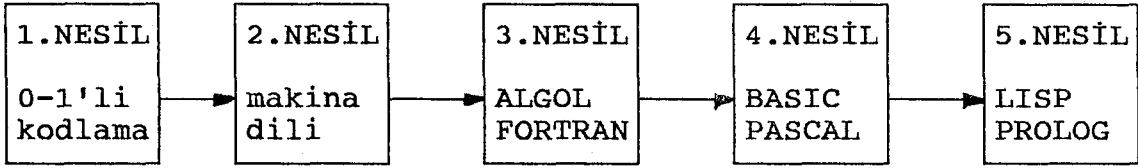
## 1.3 YAPAY ZEKA BENZETİMİ

Benzetim (simülasyon) tekniğinin gelişmesi, bir anlamda programlama tekniklerinin gelişmesi paralelinde olmuş ve bugün için beş nesilden (jenerasyon) söz edilebilmektedir. Birinci nesil benzetim uygulamalarında 0-1'li kodlama ile bilgisayarın kelimelerine, üretim sisteminin modeli yerleştirilmekteydi. Genel anlamda 1955 öncesinde göze çarpan bu tekniğin yerini, yaklaşık 1960 öncesi dönem olarak nitelendirebileceğimiz zaman diliminde, makina dilleri (assembler) ile kodlama yoluyla benzetim almıştır. (Şekil-1.3)

İkinci nesil benzetim tekniği olan bu dönemden sonra ve kısmen de paralel olarak yaklaşık 1965 öncesi dönem olarak tanımlayabileceğimiz üçüncü nesil benzetim uygulamalarını görmekteyiz. ALGOL, FORTRAN gibi genel programlama dilleri yardımıyla gerçekleşen üçüncü nesil benzetim uygulamalarını, yaklaşık 1985 öncesi dönemde ağırlığını hissettiren dördüncü nesil benzetim uygulamaları izlemektedir.

Başlangıcı çok daha eskilere dayanmakla birlikte, 1985'ler sonrasında ve özellikle PC'lerin yaygınlaşması paralelinde, beşinci nesil benzetim uygulamaları ilginin giderek odak noktası haline gelmeye başlamıştır. Yapay

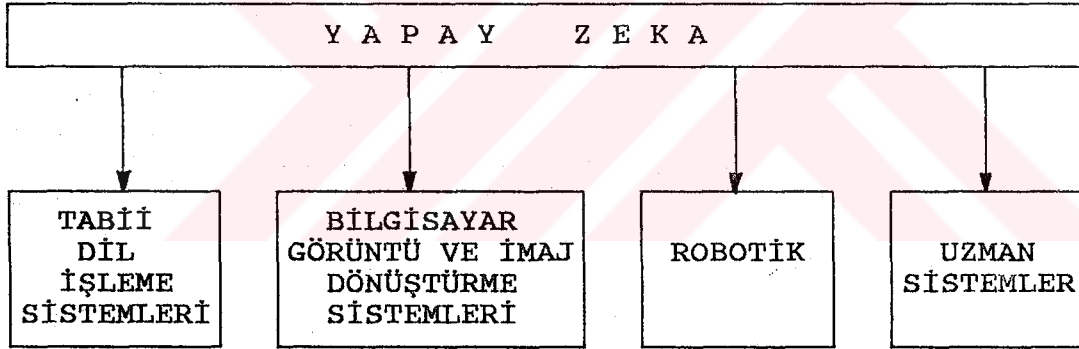
zekanın benzetim tekniğine uygulanması olan beşinci nesilde, artık program yazma zorunluluğu bulunmamakta ve benzetim yapmak isteyen kişi, özel amaçla geliştirilmiş bir paket ile diyalog içinde modelini kurmaktadır. [4]



Şekil-1.3 Yapay zeka benzetiminin gelişme kademeleri

#### 1.4 YAPAY ZEKANIN DALLARI

Daha önce tarif edilen araştırmacıların gayretleri sonucu yapay zeka alanında dört uygulama sahası ortaya çıkmıştır. Bu dört saha yapay zekanın dalları olarak tanımlanır. (Şekil-1.4)



Şekil-1.4 Yapay Zekanın dalları

##### 1.4.1 TABİİ DİL İŞLEME SİSTEMLERİ

İnsan dillerini, bilgisayara "öğretmek" de suni zeka çalışmalarının ideallerinden biriydi. Şu anda mevcut programlar ve donanımlarla bu işi başardıkları söylenirse de oldukça yol aldıklarını kabul etmek gerekir. Artık bilgisayarlar bir "scanner" yardımıyla, elle yazılan veya matbu bir metni "okuyabilmekte", söylenilen şeyleri "tanıyıp"

"konuşabilmektedir".

Tabii dil yönlendirmeli yapay zeka araştırmalarının odağı, bilgisayara dayalı uygulamaların tabii dil anlamı ile uyumlu hale getirilmesini sağlamak ve böylece insan ile makina arasındaki etkileşimi kolaylaştırmaktır.

Şayet bir sistem tabii dil sistemi olarak isimlendirilirse;

\* Giriş veya çıkış bilgisinin bir kısmı tabii dilde kodlanmış ve;

\* Algoritmanın sintaktik (dil kuralları), anlamsal bağıntı (semantik) ve konuşma kuralları (pragmatik) tarzda bilginin analizi için ve tabii dilin gelişimi için kullanılması.

Gelişmiş sistemlerin bir çoğu, günümüzde rastlanan diyalog sistemleridir, örnek; enformasyon (bilgi) sistemleri. Araştırmanın diğer sahaları; metin (text) anlaşılmasını, (örneğin sistem, soruları giriş sırasına göre cevaplar) otomatik tercüme ve metin özetlenmesini kapsar.

Tabii dil işleme sistemleri, metin editörlerine zıttır, örnek olarak bir mesaj için bir iç takdime dahi sahiptir. Bu ise bilginin işlenmesi için ve sisteme bir kurallardan kullanıcıya zeki görünen tepki almak için bir gerekliliktir. Başlangıçtaki zeki atamalar makina tercümesinde ve dil bilimine ait veri işleminden sonra tabii dil işleme için bilgi tabanlı sistemlerin avantajlarını karşımıza çıkarır. Dil bilimine ait (linguistik) açıklamanın gelişmesi veya "anlaşılması" üç seviyede gözükür:

\* Sintaktik: İfadenin yapısıdır.

\* Semantik: İfadenin anlamıdır.

\* Pragmatik: İfadenin kullanımınıdır.

Bu ise üç ayrı alanda bilgiyi gerektirir:

\* Genel bilgi: Örnek olarak sözlük, deyim bilgisi, gramer bilgisi, diyalog veya metin tipi kurallar.

\* Özel sübjektif bilgi: Örnek; özel sahalar için özel kurallar, kullanıcılar için diyalog amaçları.

\* Diyalog veya metinle ilişkili bilgi: Örnek olarak bir diyalog esnasında toplanan bilgidir.

Eğer giriş veya çıkış konuşulan bir dilde ise bilgi de

konusulan o özel lisanın ritmiği ve fonetiği hakkında yeteri kadar detaya sahip olmak ihtiyacındadır. [2]

#### 1.4.2 BİLGİSAYAR GÖRÜNTÜ VE İMAJ DÖNÜŞTÜRME SİSTEMLERİ

Bilgisayar görüntü ve imaj dönüştürme sistemleri genellikle aşağıdaki görevleri kapsamaktadır:

- \* Uygun alt işlemlere bölünme,
- \* Orta seviye için ve nihai sonuçlar için takdim şekillerinin tarifi,
- \* Fiziki kanunların kullanımı ve tanımlanması,
- \* Kimlikleme, takdim ve tecrübe kullanımı üzerine temelli bilgi.

Bu görevler çözülecek çok sayıda çok sayıda özel problemler gerektirir. İşlemler; kenarların parlaklığı, yönlendirme kenarları, yansıma kenarları, örneğin gölgeler, dış hatları, renk sınırları gibi hususları gerektirir. Bunlara ait atamalar yapılmıştır, örnek olarak yoğun bilgi sağlamak söylenebilir. Diğer bir amaç ise özel donanım geliştirmektir. Bu da bilgisayar yoğunluklu problem çözme yeteneklerinin ortaya çıkartılmasında kullanılabilir. Örneğin görüntü adımlarının dönüştürülmesi.

Bilgisayar görüntü ve imaj dönüştürme ile yakın alanlar, model tarifi ve imaj işlemini kapsamaktadır.

Model tarifinin ana amacı bir nesnedeki çeşitli açık özellikleri meydana çıkarmaktır, harflerin ve rakamların okunması buna örnek olarak verilebilir. İmaj işlemi, imaj verisinin yönetiminde kullanılan bütün bilgisayar operasyonlarını kapsar, özellikle görüntüleri bir diğer görüntülere dönüştürür. Örneğin filtreleme, düzeltmek, netlik ayarlama, geometrik düzenleme ve hataları giderme. [2]

#### 1.4.3 ROBOTİK

Robotlar uzunca bir süre için bir çok insanın hayalinde yer almıştır. Bugün için monotonluğu devam ettirecek şekilde fabrikalarda kullanılan robotlar, daha önceden tarif edilen hareket planlarına göre tekrarlamalı işlemleri yaparlar.

Robotların davranışlarını daha "zeki" yapma girişimi için yapay zeka teknikleri kullanılır. Buna bir örnek

robotların hatalara verebileceği tepkidir. Bir planın icrası anında onunla hiç gereği olmayan bir hareket ortaya çıkabilir. Araştırmanın bir esası işte gerçek zamanda bu planı modifiye etmektir. Örneğin icra esnasında olaya uygun bir reaksiyonun ortaya konmasını sağlar. Örnek olarak robot bir vidayı yerden alıp kaldırıyorsa ki bu vida yanlış ölçülü bir vida ise bu yerine bırakılmalı, alınmamalı ve başka birisi alınmalıdır.

Temel yeteneklerden pratik bir plan geliştirmenin bu stratejisi sadece onların modifiye edilmesinde kullanılmaz, aynı zamanda planların oluşturulmasında da kullanılabilir.

Şayet bir robot monoton olmayan yetenekler için de kullanılacaksa ilave yetenekler de gereklidir. Özellikle harekete ihtiyaç duyan bu robotlar daha gelişmiş duyarlıkta ve görsel yeteneklidir.

Robotların programlanmasında daha önce ifade edilen yeteneklere ilave yetenekler kazandırmak için Yapay Zeka teknikleri oldukça fazla kullanılır:

- \* Uzaysal problem çözme teknikleri, Üç boyutlu uzay, nesne geometrisi;
- \* Geçici sonuç çıkarma stratejileri, Hareket adımlarının optimizasyonu, koordinasyonu;
- \* Duyarsal işlem, Değişik hassas verilerden bağlantılı bilgi seçimi (görsel, elektronik, v.s.)
- \* Sistemlerin planlanması, Uzaysal, geçici, ve duyarsal bilginin problem çözmeyi optimize etmek üzere koordinasyonudur. Aynı zamanda tek bir üretim hattındaki değişik robotların koordinasyonu olarak da söylenebilir. [2]

#### 1.4.4. UZMAN SİSTEMLER

Bir uzman sistemi, sınırlı bir subjektif saha için uzman bilgisini depolayabilir, mantıksal sonuçları takip etmek suretiyle problemleri çözebilir. Uzman sistem veri işlemeden bilgi işlemeye bir geçiş olarak ifade edilebilir ve aynı zamanda algoritmalar ile sonuç çıkarma mekanizmaları yer değiştirmiştir.

Buradaki temel çalışma daha önceden yapılmış gelişmeleri temsillendirme, sembolik açıklama işlemlerini ve karmaşık bilgi yapılarını kolaylaştıran programlama dillerini

geliştirmek olmuştur. Bu bilgi, bilgi tabanında saklanır ve problem çözüme stratejileri, sonuç çıkarma mekanizmalarında kaydedilmiş şekliyle işlenir.

Uzman sistemler, özel uzmanlık alanının bulunduğu ve konvansiyonel veri işlem çözümlerinin ekonomik olmadığı durumlarda kullanılır. [2]

### 1.5 YAPAY ZEKA ÇALIşMALARINDA AMAÇLAR

Yapay zeka çalışmalarında amaçlar çalışma gruplarına bağlı olarak değişmektedir. Ancak genel olarak bu çalışmalarda hedeflenen amaçları şu şekilde sınıflandırmak mümkündür:

1) İnsan beyninin biyolojik fonksiyonlarını bilgisayar modelleri (mesela yapay sinir hücreleri ve ağları) yardımıyla anlamaya çalışmak.

2) İnsanların sahip oldukları zihinsel yetenekleri, bilgi kazanmada, öğrenme ve buluş yapmada uyguladıkları strateji, metod ve teknikleri araştırmak ve anlamak.

3) Bu öğrenme ve buluş metodlarını yapısal hale getirmek ve bilgisayarlarda bilgi sistemleri halinde uygulamak.

4) İnsanların bilgisayar kullanımını kolaylaştırmak için insan-bilgisayar arabirimleri geliştirmek.

5) Belli bir uzmanlık alanındaki bilgileri bir bilgisayar modeli içinde toplamak ve uygulamak (uzman sistemler).

6) Geleceğin bilgi toplumunun kurulmasında önemli rol oynayacak olan genel bilgi sistemleri geliştirmek.

7) İnsanların çalışmak istemediği veya çalışmasının güç veya tehlikeli olduğu yerlerde (derin deniz diplerinde, radyoaktif bölgelerde veya uzayda) kullanılmak üzere otonom robotik sistemler geliştirmek.

8) Yapay zeka iş yardımcılarını geliştirmek.

9) Bilimsel araştırmalarda faydalanmak üzere araştırma ve buluş modelleri geliştirmek. [1]

## BÖLÜM 2

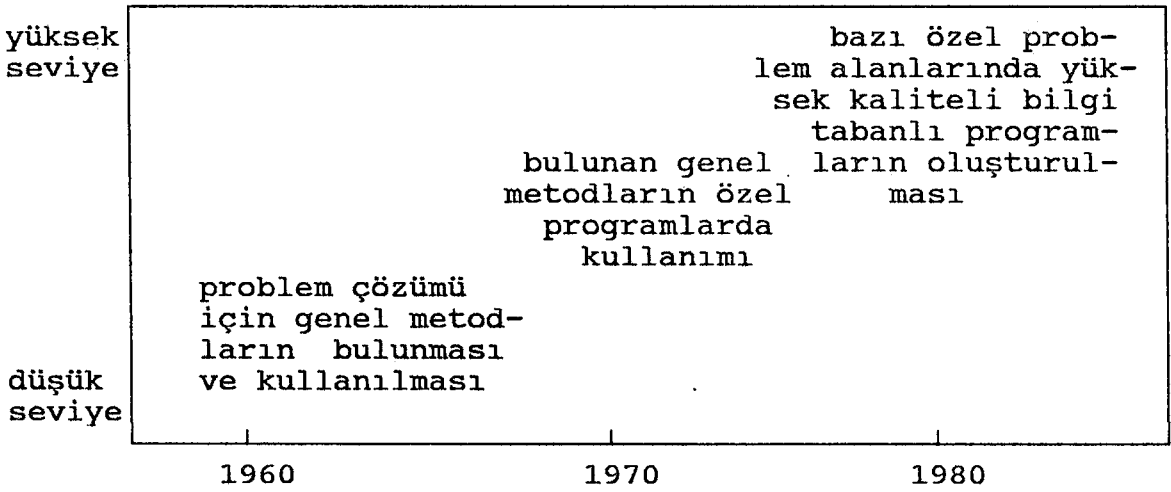
### UZMAN SİSTEMLERE GENEL BAKIŞ

#### 2.1 GİRİŞ

Bilgisayarların tarihi gelişimi içinde, 70'li yılların başlarında Uzman Sistemler pek bilinmiyor ve önemsenmiyordu. Bilgisayar donanım uzmanları mikroişlemci teknolojisini geliştirirken, yazılım uzmanları da; yeni bir buluş için altyapı çalışmalarını ortaya koyuyorlardı. Bu atılım, bilgisayar biliminde "yapay zeka" (artificial intelligence) diye bilinen yeni bir kavramdı.

Yapay zeka uzmanlarının amacı bazı hallerde düşünebilen, problem çözebilen, bilgisayar programları geliştirmektir. İşte uzman sistemler, bu 20 yıllık çalışmanın ürünüdür. Şekil-2.1 uzman sistemlerin tarihi gelişme süreci içindeki yerini belirtmektedir. 1960'lı yıllarda yapay zeka uzmanları, üst düzey problem sınıflarının çözümü için bazı genel metodları kullanarak düşünmede komplike işlemlerin örneklerini geliştirmeye çalıştılar. Bunlar, bu metodları genel amaçlı programlarda kullandılar. Bu çalışmalarda bazı ilginç gelişmeler sağlandı ise de; herhangi bir atılım gerçekleşmedi. Genel amaçlı programların geliştirilmesi çok zordu ve meyvesini elde etmek çok güçtü.

Yapay zeka uzmanları bu durumda; bir bilgisayar program zekasının yapımının mümkün olacağına karar verdiler. Eğer program yapmak çok zor idiyse bu takdirde genel metodları veya teknikleri, daha özelleştirilmiş programlarda kullanmaya dayalı gelişimler uygulanabilirdi. Böylece 1970'li yıllar boyunca bilim adamları bilgi temsili (knowledge representation) gibi teknikler üzerinde yoğunlaştılar.



Şekil-2.1 Yapay zeka araştırmalarının tarihi gelişimi [5]

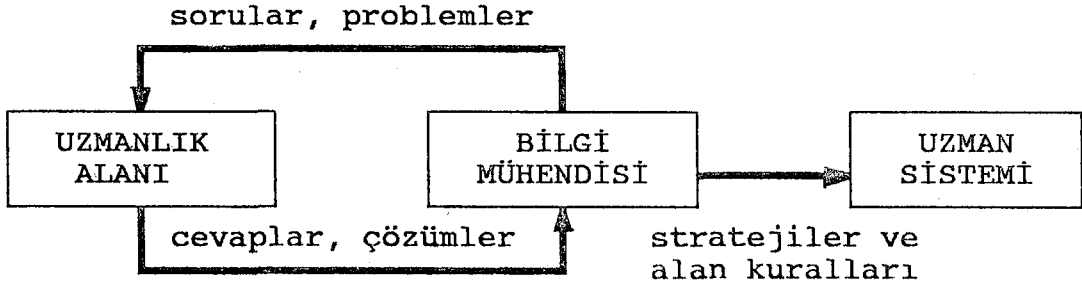
Problemler, daha kolay çözüm yolu eldesi için nasıl formüle edilebilirdi ve aynı zamanda bilgisayar hafızasını fazla işgal etmeyen zeki çözümler nasıl oluşturulabilirdi? Yine üretilen strateji bazı başarılar ortaya koydu, fakat yeni bir atılım sağlayamadı.

1970'li yılların sonlarında yapay zeka uzmanları, oldukça önemli bazı şeyleri gerçekleştirmeye başladılar. Bir programın problem çözme gücü, onun sahip olduğu bilgiden ortaya çıkmaktadır. Buna bağlı olarak bir program zekası yapmak, bunu yüksek kaliteli hale ulaştırmak için bazı problem alanlarında özel bilgi elde etmek suretiyle, kavramsal bir atılım başladı ve oldukça basit bir yapıya kavuştu. Bu gerçek, özel amaçlı bilgisayar programlarının gelişmesine izin verdi. Sistemler, böylece bazı birbirine yakın problem alanlarında uzmanlaştılar. Bu programlara "Uzman Sistemler" adı verildi, böylece yeni bir alan ortaya çıktı.

Başlangıçta bir uzman sisteminin tasarımı ve yapımı bir bilimsel teşebbüsten ziyade, sanatsal bir çaba olarak gözönüne alındı. Günümüzde bu işlemler, daha iyi anlaşılabilmekte ve daha iyi tanımlanabilmektedir. Tabii ki burada 40'a yakın yapay zeka uzmanının hazırladığı "Uzman Sistemlerin İnşası" adlı eserin ortaya koyduğu gayretler önemlidir. Bu kitap, çeşitli uzman sistem inşa tekniklerinin kullanımını tanımlamakta ve teknik durumu organize etmektedir.

Bir uzman sistemin yapım işlemi; genellikle "bilgi mühendisliği" olarak isimlendirilir. Bu yapım işlemi tipik olarak özel bir bilgi alanında; bilgi mühendisi olarak

anılan uzman sistem yapımcısı ile bir veya daha fazla sayıdaki uzman kimseler arasındaki etkileşim yapısını kapsamaktadır. (Şekil-2.2) Bilgi mühendisi, uzman şahıslardan onların belli bir problemin çözümü için ortaya koydukları prosedürleri, stratejileri ve kuralları çıkartmakta ve bu bilgileri uzman sistem içerisine yerleştirmektedir. [5]



Şekil-2.2 Bilgi mühendisliği: Uzmanların bilgisini bir bilgisayar programına transfer etme [5]

## 2.2 BİR UZMAN SİSTEMİN ÖZELLİKLERİ

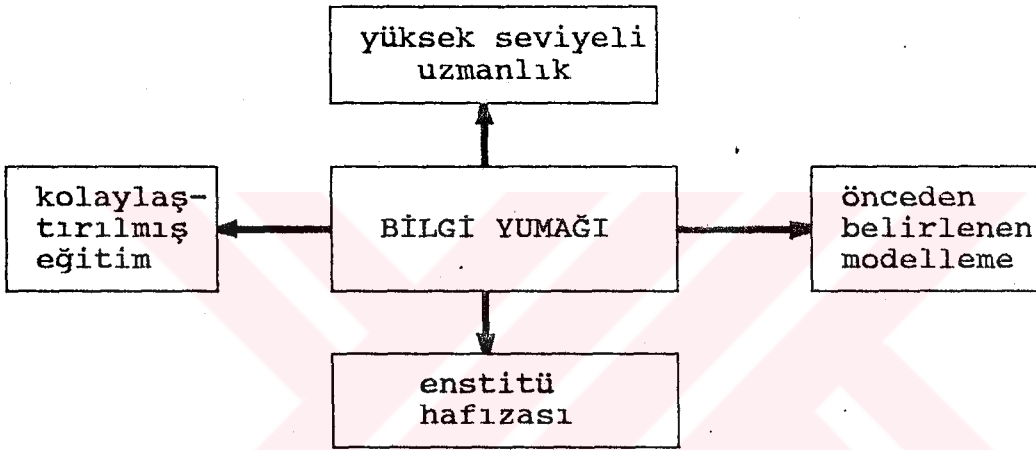
Bir uzman sistemin kalbi; sistem inşası esnasında toplanan bilgilerden oluşan bilgi yumağıdır. Bilgi, açık olup basitçe karar vermek üzere organize edilir. Bu özelliğin uzman sistemler içerisindeki önemi hiç bir şekilde gözardı edilemez. Bilginin toplanması ve kodlanması, bir uzman sistemin en önemli yönlerinden biridir.

Bir uzman sistemin en yararlı özelliği, problem çözümünde yardım etmek üzere, destekler sağlayan yüksek seviyeli uzmanlık sağlamasıdır. Bu uzmanlık belirli bir alanda en üst tecrübe seviyesindekilerin, en iyi düşüncelerini ortaya koyabilir, problem çözümlerine izin vererek bunların düzgün ve etkin olmasını sağlar. Burada aynı zamanda sistemin esnekliği de yardımcı olur.

Bir uzman sistemin bir diğer yararlı özelliği, onun önceden belirlenen modelleme gücüdür. Sistem, verilen alanlarda problem çözümünde; çözüm modeli ya da bilgi işlem teorisi olarak davranan bir bilgi işlem prosesi olarak iş görür. Böylece verilen bir problem durumu için arzu edilen cevapları sağlayan ve bunların yeni durumlar için nasıl değiştirileceğini gösteren bir davranış da sağlayacaktır. Uzman sistemi; değişiklik yapmak üzere, yeni durumlara nasıl izin verebileceğini de detaylı olarak açıklayabilir. Bu özellik kullanıcıya yeni etkenlerin potansiyel etkilerini değerlendirmesi için izin verir ve çözüme göre bunlar

arasındaki ilişkileri anlamasını sağlar. Benzer bir şekilde kullanıcı, yeni stratejileri veya çözümdeki yeni işlemlerin birden fazla olanlarını, değiştirerek ya da yeni kuralları ilave ederek değerlendirebilir.

Bilgi yumağı, aynı zamanda bir uzman sistemin yararlığını tanımlayan ilave bir özellik de sağlayabilir. Eğer bilgi tabanı, bir ofisteki anahtar kişiler ile görüşülerek ortaya konmuş ise; o mevcut politikanın ya da gruplar arasındaki iş sırasının işletilmesini gösterir. Anahtar kişiler ayrıldığı zaman, bunların uzmanlıkları orada kalır. Bu husus, iş dünyasında ve özellikle personel değişiminin çok sık olduğu askeri ve sivil kritik görevlerde oldukça önemlidir. Şekil-2.3'de bilgi yumağının yapısı görülmektedir.



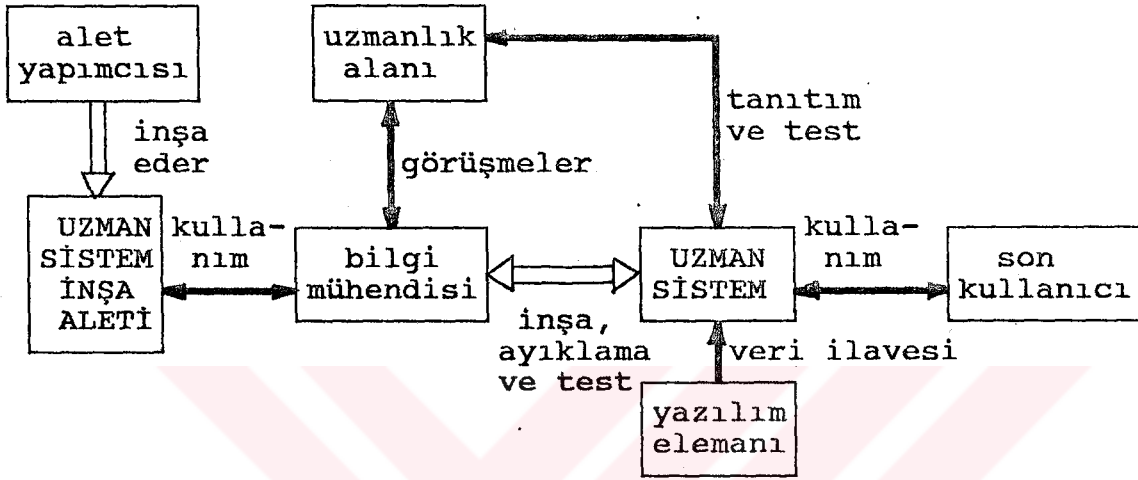
Şekil-2.3 Bir uzman sistemin genel özellikleri [1]

Uzman sistemin son bir özelliği, onun kilit personel ve önemli kurmay elemanlar için eğitim kolaylığı sağlayabilme kabiliyetidir. Uzman sistemler, işin henüz başındayken bile personele gerekli bilgiyi ve sebep-sonuç işlemlerini açıklama kabiliyeti sağlayacak eğitime göre tasarlanmıştır. Yazılım doğru işlem yapacak şekilde, uzman sistem ile kullanıcı arasında arkadaşça bir ilişki kurmalı ve bilgiler eğitim metodlarına uygun olarak ilave edilmelidir. [5]

### 2.3 UZMAN SİSTEM ELEMANLARI

Uzman sistemin yapımında görev yapan ana elemanlar; uzmanlık alanı, bilgi mühendisi ve uzman sistem inşa aletidir. (Şekil-2.4)

Uzman sistem; programların, problem çözümlerinin, ilgili alandaki problemleri çözen, bilgisayar yazılımlarının bir koleksiyonudur. Bu sadece bir program olarak ifade edilmemelidir, çünkü o hem problem çözüm komponentini hem de destek komponentini ihtiva eder. Bu destek çevresi kullanıcıya ana programla etkileşiminde yardımcı olur ve uzman sistem yapıcısının sistemi denemesine, program kodu için değerlendirme yapmasına destek sağlar. Aynı zamanda, sempatik kolaylıkların ortaya konulması ve uzmanlara bilgiyi değiştirebilmesi konusunda yardımcı olur.



Şekil-2.4 Uzman sistemin inşasında görev alan elemanlar [5]

Alan ya da saha uzmanı, özel bir alanda özel çözümler üretmek için bilgisine ulaşabilen bir kişidir. Uzman daha etkin bir çözüm için bazı araştırmalar, çok pratik teknikler ortaya koyar ve uzman sistem bu problem çözüm stajelerini modeller. Bununla birlikte uzman sistemi sadece uzmanların tecrübelerini modellemekle kalmaz, aynı zamanda kitaplar ve periyodik makaleler gibi yayınlardan dahi bazı uzmanlıkları alıp kullanabilir.

Bilgi mühendisi ise; bir insandır ve genellikle yapay zeka konusunda bilgi sahibidir, uzman sistemlerin nasıl yapılacağını bilir. Bilgi mühendisi uzmanlarla görüşür, bilgiyi organize eder. Bunların bir uzman sistem içerisinde, nasıl temsil edileceğine karar verir. Yazmak ve toplamak için programlayıcılara yardım edebilir.

Uzman sistem inşa aleti de bir programlama dili veya uzman sistem geliştirme kabuğudur. Bilgi mühendisi veya programlayıcı tarafından uzman sistemin inşası için kullanılır. Bunlar geleneksel programlama dillerinden

farklıdırlar. Yapay zeka alanında alet terimi, genellikle programlama dili ile uzman sistemin yapımı için kullanılan destek çevresinin her ikisini birden kapsar.

Kullanıcı da, bir insandır ve ortaya konmuş uzman sistemini kullanan kişidir. Kullanıcı belli bir konu üzerinde çalışan bir bilim adamı olabileceği gibi, daha fazla organik kimya öğrenmek isteyen bir öğrenci de olabilir. Kullanıcı terimi, belirsiz bir tipdir. Normal olarak son kullanıcıya referanslıdır. [5]

## 2.4 BİR UZMAN SİSTEMİN YAPISI

Bir uzman sistemi şunları kapsar:

- 1) Bilgi tabanı (bilgi kaynağı)
- 2) Sonuç çıkarma makinası (kontrol mekanizması)
- 3) Çalışma hafızası (global veri tabanı)

"Alan uzmanı" bir insan, genellikle bilgi tabanının gelişmesi için yardımcı olur. Sistem bir kez geliştirildikten sonra, problem çözümlerine de ilaveten onların kendi uzmanlıklarının da gelişmesine yardımcı olur. Böylelikle, daha alışılmış tip hesaplama karakteristiklerine karşı bir uzman sistemi için, üç farklı kullanıcı tarzı (tipi) vardır:

- a) Problemlere cevap bulma (kullanıcı bir müşteri gibi)
- b) Sistem bilgisini geliştirme veya artırma (kullanıcı bir özel öğretici gibi)
- c) İnsanların kullanımı için, bilgi tabanı derlenmesi (kullanıcı bir öğrenci gibi)

Bir uzman sistem kullanıcılarının tarzı "alan uzmanlığı" olarak bilinir. Bunlardan herhangi biri olmaksızın uzman sistem inşa etmek mümkün değildir.

Bir uzman sistem davranışı, bilginin birçok uzmanın çeşitli tecrübelerinin uzun süren çalışmalar sonunda derlenmesidir. Bundan dolayı uzman sistemin danışman uzmanlığı, herhangi özel "eğiticilerin" seviyesini aşmaktadır.

Henüz gerçekleşmemekle birlikte arzu edilen şey, uzman sistemin her üç tarzında da kolayca etkileşimi sağlayacak tabii bir dil ortaya koymaktır. Bazı özentili sistemler kullanıcıya rakip olan ve işlemin, sistem cevapları altında mantıklı olarak çalışmasını test eden bir açıklama modülüne dahi sahiptir. Bilgi alanları, üretim kuralları şeklinde bloklaştırıldığında, bilgi tabanı sıklıkla "kural tabanı" ve sonuç çıkarıcı makina (anlama mekanizması) "kural çevirici" olarak isimlendirilir. Şekil-2.5, bir uzman sisteminin jenerik yapısını göstermektedir.



çalışmalar sonunda, uzmanlarla yapılan görüşmeler sonucu ortaya çıkar. Herhangi bir sistemde kurallar, bir diğer bilgi ağı (network) yapısına birleştirilmek suretiyle ortaya çıkar. Birleştirme bir defa bilgi ağı gibi yapıldığında sağlam bir bilgi gövdesi hazırlanabilir.

Bir uzman; genellikle geçerli kanıtlardan destek alan ampirik veya kararlı, birçok kurallara sahiptir. Böyle durumlarda; ilave edilen sayısal değerlere bir yaklaşım, her kuralın kendi geçerlilik derecesini (kesinlik faktörü) kural yardımıyla göstermesidir. (Uzman sistem çalışmasında, bu birleştirilmiş geçerlilik dereceleri ile diğerlerinin herbiri ve problem alanının geçerliliği, sonuçta son çözümün geçerliliğine ulaştırır.) [7]

#### 2.4.2 SONUÇ ÇIKARMA MAKİNASI (ANLAMA MEKANİZMASI)

Uzman sistemler çok sayıda kuralları ihtiva ettiklerinden, herhangi bir danışmanlıkta el altındaki üretim kurallarından problemle ilgili olanların seçilmesi, genel amaçlı bir kontrol yapısını veya sonuç çıkarma mekanizmasını gerektirir.

Bir özel üretim kuralının değerlendirme için seçilmesine "ateşleme" denir. Hangi kuralların ateşleneceğinin seçimi için bir mekanizma gereklidir. Bunun için iki alternatif strateji ıspatlanabilir: İleriye doğru zincirleme ve geriye doğru zincirleme. Her iki durumda yargılama hattı veya sonuç çıkarma zinciri ile bir "zincirleme" ima edilir. İleri zincirleme, bilinen bir olaydan başlayan ve istenen sonuçlandırma için kuralları ateşleyen bir yargılama hattıdır. Eğer zincirleme şartların bir dizisinden başlarsa ve bazı sonuçlara ulaşırsa, bu "ileriye doğru zincirleme" diye bilinir. Eğer sonuç biliniyorsa ve bu başarılabacak bir amaç ise, fakat sonuca giden yol bilinmiyorsa bu takdirde geriye doğru bir çalışma vardır. Bu metoda da "geriye doğru zincirleme" adı verilir. Bazen ileriye doğru ve geriye doğru zincirleme sırasıyla "veri sürücülü" ve "hedef sürücülü" sonuç çıkarma olarak adlandırılır. [11]

İleriye doğru zincirlemeli problemde, kural basitleştirmeye uygun olmaksızın, mümkün olan her şeyden, ihtiyaç olsun veya olmasın bir şeyler almak zorunda kalınır. Geriye doğru zincirlemede, ana amaçtan, alt amaca doğru çalışılır. (Şartlar tarafındaki kurallardan sonuç çıkarmak için, aksiyon tarafı kurallar kullanılır.) Buradaki problem, uygun basitleştirici kuralların klavuzluğu olmaksızın, bağlantılı alt amaçların eldesidir. Genellikle bir bağlantıya yönelmek, bütün etkileşimli alt amaçlarda tatmin

edici bir durum bulunmalıdır. Böylelikle, yeterli basitleştirici kurallar, uygun sonuç çıkaran makina şemaları ve mimari yapıları faydalı uzman sistemi için her problem tipini verimli şekilde başaracaktır.

Daha önceden de belirtildiği gibi uzman sistemi üç ana unsuru ihtiva eder: Kurallar grubu, global bir veri tabanı ve bir kural dönüştürücüsü. Kurallar global veri tabanında, modeller tarafından aktif hale getirilir. Kural değişimi sistem durumunu da değiştirir. Bundan da öte veri tabanını da değiştirir. Kural dönüştürücüsü, etkinleşmiş kuralları bulmak ve bu kuralların uygulamaya nasıl konulacağını saptamak için bir kontrol stratejisi kullanır. Temel kontrol stratejileri, hedef sürücü veya veri sürücü olarak veya her ikisinin kombinasyonu olarak problem çözümünde kullanılabilir. [7]

## 2.5 UZMAN SİSTEMİN AVANTAJ VE DEZAVANTAJLARI

İlk olarak avantajları gözden geçirecek olursak, iyi üretilmiş uzman sistemlerin avantajlarını şu başlıklarda incelemek mümkündür:

**Elde Edilebilirlik:** Uzmanlar dünyaya uzman olarak gelmezler, onların yetişmesi pratik uygulamalardan sonra mümkün olur. Bazıları için belirli bir alanda uzmanlık yapmak için genellikle beş yıl gereklidir. Bir uzmanla beraber eğitilmekte olan bir kimsenin çalışması, uzmanın seviyesine, kendi şahsi başarısına göre belirli bir süre alır. Şayet uzmanın bilgisi bir uzman sistemine şifrelenebilirse bu takdirde sistemin değişik versiyonları daha kısa zamanda elde edilebilir.

**Tutarlılık:** En iyi insan uzmanı dahi kötü bir güne sahip olabilir. O kişi bu durumda hatalar yapabilir ya da önemli noktaları unutabilir. İyi bir uzman sistemi ile hatalar en asgariye indirilecek fakat bu olumsuz durumların hiç birisi meydana gelmeyecektir. Böyle bir program tutarlıdır.

**Geniş Kapsamlılık:** Birden fazla uzmanın bir noktada birleşmesi çok zordur ve onların düşüncelerini bir konsensüse ulaştırmak imkansızdır. Bir uzman yalnızca kendi bilgi ve tecrübesini takip edebilir. Buna alternatif olarak uzman sistemler bir çok uzmana danışabilirler ve farklı fikirleri bir araya getirebilirler. [7]

İnsan uzmanın yetişmesi için, çok yıllara ve büyük masraflara ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca bu tecrübenin işe yeni başlayanlara, tamamen aktarılması, çok zor ve pahalı bir işlemdir. Fakat uzman sistemlerin oluşturduğu yapay uzmanlık

bir disketin kopyalanması kadar kolay aktarılır. Özellikle işe yeni başlayan elemanların, onurları rencide olmadan, işe adapte olmaları sağlanabilir. [5]

Bir uzman sistemin kullanımındaki problemlerin kaynağı aşağıda belirlenen hususlarla ilgilidir:

Alan Seçimi: Uzman sistem tarafından hizmet verilecek olan problemlerin bazıları çok karmaşıktır. Şayet uzmanlar aynı fikirde değillerse veya bir bilgi alanı için uzman elde edilemiyorsa bu takdirde bu bilgi alanı uygun olamaz. Benzer şekilde karşılıklı bir çok girişimleri olan, uzaysal ilişkilere bağımlı bir çok durumu ihtiva eden ve çözülmesi çok uzun zaman alan problemler de uygun değildir.

Kabul Edilebilirlik: Bir bilgisayarda herkes ya da herhangi bir kullanıcı aynı şeyi istemeyebilir. Bazı insanlar onların kullanılmasına tepki gösterebilir ve onun yerine insan uzmanı tercih edebilir. Uzmanlar bile bazen uzman sistemler hakkında şüpheye düşebilirler. Uzman sistemler görevini iyi yapsa ve uzmanlarla uyum içinde bile olsa onlar programların kendileri gibi aynı çeşit yargılama yapamadıklarını hissettiklerinde bu durum geçerli olabilir.

Belirsizlik: Uzmanlardan elde edilen verilerin çoğu mutlak değildir ve bunlar eksik olabilir. Uzman sistemlerin belirsizlik eğilimlerinin açıklanması bu sebeple olmuştur. Aslında bu; ihtimaliyet teorisinin kullanılmasında değişik kriterleri, değişik teorileri ortaya koymuştur.

Yenileme: Uzman sistem geliştirirken alanlardaki bilgilerin sık sık değişmesi uygun değildir. Bilgi tabanı, şayet uzman sistem kendi uzmanlığını korumak istiyorsa yenilenmeye ihtiyaç duyacaktır. Bilgi tabanlarını yenilemek için kolaylıklar geliştirilebilir.

Sınırlamalar: Uzman bir insan kendi hareket sahasının sınırlarını bilir, ne kadar bilgi sahibi olduğunun farkındadır. Uzman sistemler bu yaklaşımda henüz iyi bir duruma gelmemişlerdir. Bunlar daima bir cevap üretmeye çalışırlar, böylece genel bir yaklaşım ortaya koyarlar.

Deneme: Bir çok geleneksel sistemler, tamamıyla test edilmeksizin çalışmaya konulur. Virüslere, sıklıkla çalışmakta olan programlarda rastlanır. Bir uzman sistemin test edilmesi gerçek problemleri ortaya koyar. Geliştiriciler daima sistemlerin nasıl davrandıklarından emin değillerdir ve böylece onları derinlemesine test edemezler. Bu da bir uzman sistemine olan en temel yolları iyi tarif edemez ve düzeltmeler yapmak oldukça zordur. Şayet bir sistemin boyutları artış gösterirse, deneme ve bakım işlemleri oldukça artan bir şekilde zorluk gösterebilir.

**Davranış:** Bir uzman sistemin amaçlarından bir tanesi de onun uzman insan gibi davranmak zorunda olacağıdır. Diyaloglar genellikle program tarafından yönlendirilir ve çoğunlukla açıklamaların anlaşılması zor olabilir. Danışmanlar; programın oluşmasında, belirli bir işleme yönlendirilmesinde yol gösterirler ve kullanıcıyı değil sadece programı yönlendirmeye niyetlenirler. Kullanıcı sıklıkla da gereksiz açıklamalardan dolayı zorluk görmektedir.

**Bilgi Derlenmesi:** Bilginin tamamı onun takdim edilmesinden önce elde edilmelidir ve başlangıçta uzman sistemlerin gelişimini sınırlayan bir sahada olmamalıdır. [8]

İnsan uzmanlığı ile yapay uzmanlığın, iyi ve kötü yönlerinin mukayesesi TABLO-2.1'de verilmiştir.

TABLO-2.1 İnsan uzmanlığı ile yapay uzmanlığın iyi ve kötü yönlerinin karşılaştırılması [5]

İNSAN UZMANLIĞI	YAPAY UZMANLIK
ölümlü transferi zor dökümanı zor önceden tahmin edilemez pahalı üretici uyarlanabilir tecrübe ile hissetme geniş bakış açısı	kalıcı transferi kolay dökümanı kolay tutarlı kendini amorti eder özendirici değil değişmeyi bildirmek gerekli sembolik giriş dar bakış açısı

## 2.6 UZMAN SİSTEMLERİN GELENEKSEL PROGRAMLARDAN FARKLARI

Bir uzman sistemi, birçok geleneksel bilgisayar programlarından çeşitli önemli noktalarda ayrılık gösterir:

\* En temel fark, uzman sistemlerin bilgiyi, diğer programların veriyi (data) kullanmasıdır.

\* Uzman sistemler basitleştirmeli temsilli (heuristik), diğer programlar ise algoritmik bir yapıya sahiptir.

\* Uzman sistemler dolaylı işlemlere, diğer programlar tekrarlamalı işlemlere sahiptir.

\* Uzman sistemlerin daha faydalı kullanımı için bilgi

tabanlarının, diğer programların faydalı kullanımını için ise; veri tabanlarının geniş tutulması gerekir. [7]

Uzman sistemlerin diğer geleneksel programlardan farklarını daha iyi anlamak için Şekil-2.6 incelenmelidir.



Şekil-2.6 Uzman sistemleri, diğer programlardan ayıran özellikler [5]

## 2.7 UZMAN SİSTEMLERİN UYGULAMA ALANLARI

Uzman sistemlerin kullanım alanları gerçekte sınırsız olup; arıza teşhisi ve tamiri, izleme, analiz, çevirme, danışma, plan, tasarım, yönlendirme, açıklama, öğretim, tanımlama, vb. konularda kullanılmaktadır. Böylelikle uzman sistemler aşağıdaki alanlarda uygulanmaktadır:

- \* Özel görev planlama, yönetim, izleme ve kontrol
- \* Haberleşme
- \* Sinyal analizi
- \* Kumanda ve kontrol
- \* Zeka analizleri
- \* Hedef tayini
- \* İmalat ve üretim (tasarım, planlama, programlama, kontrol, yönlendirme, test işlemleri, arıza tamiri)
- \* Ekipman (tasarım, yönetim, arıza giderme, bakım, tamir)

[7].

Uzman sistemler, insan uzmanına ihtiyaç duyulan bütün alanlarda uygulanabilir. TABLO-2.2'de uzman sistem

uygulamaları tipik olarak on ayrı fonksiyonel kategoriye ayrılmıştır. [9]

TABLO-2.2 Uzman sistem uygulamaları için fonksiyonel sınıflar [10]

KATEGORİ	PROBLEM ADRESLERİ	SİSTEM TİPLERİ
Çevirme	sensör verilerinden tanımlama durumlarını çıkarma	anlaşılır dil, imaj analizi, gözetim
önceden haber verme	verilen durumlarda benzer sonuçları ortaya çıkarma	hava tahmini, ürün değerlendirme
teşhis	gözlemlerden sistemdeki arızaları ortaya çıkarma	sağlık, elektronik
tasarım	yük altında nesne görünümü	dövre akış diyagramları, değiştirme
planlama	tasarım işlemleri	otomatik planlama, askeri planlama
izleme	saldırıya açık yerlerin planlanması için gözlemleri mukayese etme	nükleer güç santrali yönetimi, hazine yönetimi
hata giderme	arızaların çarelerini önceden bildirme	bilgisayar yazılımı
tamir	önceden bildirilen çarenin yönetim planını yerine getirme	otomotiv, bilgisayar
öğretim	teşhisler, arıza giderme ve öğrenci davranışlarının düzeltilmesi	eğitimle ilgili çözümler
kumanda	çevirme, önceden bildirme, tamirler ve izleyici sistem davranışları	hava trafik kontrolü çarpışma yönetimi

Özellikle son yıllarda üretim sistemlerinde otomasyona geçiş süreci uzman sistemlere olan ilgiyi artırmaktadır.

Üretim sistemlerindeki çeşitli organizasyon sorunlarının benzetim (simülasyon) modelleri üzerinde incelenmesi, bugün için başarıyla uygulanan bir teknik haline gelmiştir. Benzetim modelinin kurulması, belli bir dilde kodlanması, benzetim hesaplarının yapılması gibi işlemler yerine kullanıcıya kolaylık sağlayan ve bu işlemleri üstlenen uzman sistemlerin geliştirilmesi giderek yaygınlaşmaktadır. [4]

Üretim sisteminin, bilgisayarda bir modelinin kurulması ve bu model üzerindeki değişik senaryoların incelenmesi, yöneticiye uygulamak istediği organizasyon şekillerinin sonuçları üzerinde bilgi vererek, ileriye yönelik karar vermeye yardımcı olmaktadır. [4]

## 2.8 UZMAN SİSTEM TİPLERİ

MYCIN kural tabanlı bir uzman sistemi olup onun bilgisi üretim kuralları ile temsil edilir. Çünkü kural tabanlı sistemlerin teknolojisi bağıl olarak daha iyi olup birçok uzman sistemler kural tabanlı olarak üretilmektedir. Bununla birlikte uzman sistemler için diğer yaklaşımlar da araştırılmaktadır ve en çok gösterilenlerden bir tanesi model tabanlı uzman sistemdir.

Model tabanlı uzman sistemler özellikle, ekipman problemlerinin teşhisinde veya "arıza bulma" işlemlerinde kullanışlıdır. Kural tabanlı uzman sistemleri her ne kadar insan uzmanına bağlıysa, model tabanlı uzman sistemler cihazın davranışı ve yapısı bilgisine bağlı olup bunlar cihazı "anlamaya" yönelik olarak tasarlanırlar. (Tablo-2.3) Sonuçta bir model tabanlı uzman sistem, cihazın arıza nedenlerini teşhis etmede kullanılmak üzere bir cihazın modelini kapsar. Çünkü cihaz yapısı ve davranışına ait bilgiden direkt olarak sonuçlandırmaları izleyerek model tabanlı uzman sistem "ilk prensipler" den yararlanarak sebepleri söyler. [9]

TABLO-2.3 Uzman sistemlerin iki yaklaşımı [9]

TİP	YAKLAŞIM
kural tabanlı	insan tecrübesine dayalı bir seri üretim kuralları
model tabanlı	cihazın davranış ve yapı bilgisi üzerine dayalı bir cihaz modeli

### 2.8.1 KURAL TABANLI VE MODEL TABANLI UZMAN SİSTEMLERİN MUKAYESE EDİLMESİ

M.I.T'nin Yapay Zeka Laboratuvarında, Donanım Arıza Bulma Grubu, model tabanlı uzman sistemlerin bilgisayarların arızalarının teşhisinde kullanılabileceğini araştırdı. Grup, kural tabanlı ve model tabanlı yaklaşımları bir bilgisayarı tamir senaryosunda karşılaştırdı. İlk olarak kural tabanlı yaklaşım:

"Bir mühendisin büyük bir tamir tecrübesi ile birlikte davrandığını göz önüne alınız. O konsolda bir takım işler yapar. Işık modellerini not eder, hata mesajlarını kaydeder, kabinlerden bir tanesini açmak üzere gider, onu açar, devre kartları üzerinde işlemler yapar ve bunları da makinaya takarak makinayı tekrar çalıştırır."

Bu temsili arıza teşhis örneği yaklaşımında kullanılan işlem, bir kural tabanlı uzman sistemde birleştirilmiştir. Bir bilgi mühendisi neden-sonuç işlemini formalize ederek böylece bir uzmanın problemin kaynağını keşfetmesini, üretim kurallarından oluşan bir dizide yeniden kodlanarak kullanılmasını sağlar.

Bir model tabanlı yaklaşım aşağıdaki gibi bir senaryo tarafından takdim edilir:

"Eğitimini yeni tamamlamış bir mühendisi göz önüne alınız. Dikkatli bir şekilde bir takım belirtileri yani önemli noktaları not eder, devre şemalarını, şekillerden oluşan birtakım kalın kitapları ortaya koyar, en azından onlar üzerinde yarım saatini harcar. Son olarak da yeniden gözden geçirir, kabinlere gider, bakar, onları açar, içteki devre kartları üzerinde işlemler yapar ve makinayı tekrar çalıştırır."

Bu örnekte olduğu gibi kural tabanlı ve model tabanlı yaklaşımlar, sonuçlandırma için çok farklı prosedürleri kullanarak, aynı davranışı ortaya koymuşlardır. Bu son

senaryodaki mühendis arıza giderme konusunda yeteri kadar tecrübesi olmadığından, bilgisayarın nasıl çalıştığını açıklayan bir takım dökümanlara müracaat etmek zorundaydı. Benzer şekilde bir model tabanlı sistem de cihazın davranış ve yapı bilgisine bağlıdır. Bundan başka uzman sistemleri geriye kalan deneysel model tabanlı yaklaşımlar arıza teşhisi ve tamir için çok önemli gözükmektedir.

Model tabanlı uzman sistemin etkileyici bir özelliği onun "taşınabilir" olmasıdır. Bir kural tabanlı uzman sistem bir uzmanın, farklı bilgisayarlar içinde önemi olmayan özel bir bilgisayarın arızalarının bulunması ile ilgili bilgilerini birleştirir. Diğer yandan bir model tabanlı uzman sistemi geliştirilseydi bu teorik olarak herhangi bir bilgisayarın problemlerinin bulunmasında kullanılabilecek dijital elektronik bilgisayar devrelerinin çalışma bilgilerini kapsayacaktı. [9]

## 2.9 UZMAN SİSTEM ÖRNEKLERİ

Özel örneklere ait bilgilerin bulunmayışı durumunda genel bir kavram tanımlamasına kalkışmak oldukça zordur. Bundan dolayı burada bazı meşhur uzman sistemlerin kısa tanıtımı yapılacaktır.

### 2.9.1 MYCIN

MYCIN, en çok bilinen bir uzman sistem örneğidir. MYCIN, 1970'li yılların başlarında Stanford Üniversitesi'nde Heuristik Programlama Projesi üyesi olan Dr. Edward Shortliffe tarafından geliştirildi. Onun görevi, enfeksiyon hastalıklarının teşhis ve tedavisinde danışmanlık yapmaktır. Programı kullanmadan önce doktorun, hastadan alınan test sonuçlarına sahip bulunması gerekecektir.

MYCIN diyaloga hastanın adı, cinsiyeti ve yaşı gibi temel bilgilerle başlar. Doktor, sonra enfeksiyonların vücuttaki yerleriyle ilgili sorular sorar, sonra bu bölgelerden kültürler alınır ve son olarak kültürlerde bulunan diğer organizmaların tipi ve karakteristikleriyle ilgili gözlemler yapılır. Diğer ilgili durumlar, alınan kültürlerin tarih ve zamanını kapsar.

MYCIN'nin en belirli bir özelliği onun çok fazla gerçek ve kesin olmayan bilgilerle ilgilenmesidir. Özel bir gözlemler dizisi, sadece bir teşhis için ileri sürülen delilleri üretebilir, bir kesin sonuçlandırma yapamaz. Bir sonuçlandırmanın kesin olabilmesi için kaydedilebilir olması

ve delilleri kuvvetlendirici durumlar varsa bunları çoğaltabilmeli şayet karşı deliller varsa da bunlarıda indirgeyebilmelidir. Kesinlik bir skala üzerinde ondalık rakamlarla açıklanabilir, kesin durumlar için 1, "yorum yok" durumu için 0 ve "kesinlikle yok" durumu için -1 rakamı kullanılır. Sistem kullanıcıları onların gözlemlerindeki güven eksikliğini dahi açıklayabilmeli fakat MYCIN'de bu cesaretlendirici durum yoktur, henüz birçok sorular direkt olarak yerleştirilmektedir.

Sağlıkla ilgili bilgilerin temelindeki kesinlik bulunmayışının nedeni, onların rapor analizlerinin ve danışmanlığının dahi kesinlik skalasında yapılamamasıdır. MYCIN, enfeksiyon organizmalarının teşhisi ile ilgili sonuçlandırmalarda ve onlar için tavsiye edilen tedavilerde de tercih edilir. Tedavi, tipik olarak teşhis edilen ve henüz kesin olarak bilinmeyen fakat şüphe edilen muhtemel organizmalar için, ilaçları kapsamaktadır. [11]

### 2.9.2 PROSPECTOR

Araştırma literatüründe iyi bilinen sistemlerden bir diğeri PROSPECTOR'dür. Onun isminin konulması bu sistemin uzmanlığının jeolojik araştırmalarda olmasından kaynaklanır. Mevcut kıymetli maden yataklarından emin olabilmesi için test sondajı yapmak pahalıdır, böylelikle uzmanlar daha ileri araştırmalardan önce seçilen akla uygun örneklerle (prospekt) itimat ederler. Sağlıkla ilgili teşhiste olduğu gibi, daha az pratisyen uzmanın deneysel açıklamalarından mümkün olabilen sonuçlandırma kademesindeki güven seviyesini açıklayabilmek için uğraşır. Delillerin belirsizliği nedeniyle PROSPECTOR, MYCIN'den daha fazla özellik için kullanıcı tarafından tercih edilir. Sistemi kullanan şahısların jeoloji uzmanı olması gerektiğinden, PROSPECTOR; görülen toprak formlarını, çıkarılan taşları ve onların yapılarını ve görüntülerini kapsayan, gözlemsel delillere ihtiyaç duymaktadır. [11]

### 2.9.3 XCON (R1)

XCON, açık olmayan "R1" ismi ile ortaya çıkmıştır. Bu eski sözdeki bir oyundu; "yıllardır bilgi mühendisi olmayı istiyorum, şimdi nihayet ben R1'im" Bu isim VAX bilgisayarlarının konfigürasyonu olup diğer uygulamalarda önemsizdir. Mini bilgisayarlar VAX gibi bir paket halinde teslim edilmezler, fakat özel müşteriler için; tipik olarak bir özel giriş konfigürasyonu, çıkış ve depolama cihazları, işlemci güç kaynağı, ana hafıza ve yazılım olarak satılırlar. Bu

seçenekler arasında birbirine bağlantılar vardır, örnek olarak daha çok cihazların bulunması, daha fazla hafıza gerektirir ve bunlar devre kartlarının üzerinde durmalı ve devre kartları kabin içindeki geri kademeye bağlanmalıdır. Bir Őahsa ait konfigürasyon tek parça olabilir, fakat rekabette DEC için yeterli sipariŐler olmalı, tasarım uygun fiyatta olmalı, gereksiz eleman ve kabinler önlenmelidir.  
[11]

## BÖLÜM 3

### UZMAN SİSTEM İNŞA ALETLERİ

#### 3.1 GİRİŞ

Gerektiğinde veri tabanı kolaylıkları yapılarak PASCAL veya FORTRAN gibi bilgisayar dillerinde bir uzman sistem yazmak mümkündür. Buna rağmen özellikle yapay zeka çalışmalarına uygun niteliklere sahip bazı özel diller mevcuttur. LISP, 1958'de John McCarty tarafından icad edildi ve yapay zeka araştırmaları için çok önemli bir dil olmaya başladı. LISP, liste düşüncesi üzerine temellenmiştir ve liste işlemlidir. Gerçekte liste yapıları onun sadece veri tiplerine aittir. Bundan başka bir LISP programı, matematiksel bir format içinde tanımlanan ve sıralı adımları bulunmayan fonksiyonlardan oluşmuştur.

PROLOG mantık işlemleri için tasarlanmış bir dil olup kullanıcıya, bir problemle ilgili gerçekleri ve bu gerçekler arasındaki iç ilişkilerin durumunu belirleme imkanı verir. Problem, veri tabanı bilgisine sorular sorulmak suretiyle çözülür. Yapay zeka çalışmalarında sıklıkla kullanılan PLANNER, SAIL ve FUZZY gibi diğer programlama dilleri de mevcuttur.

Alternatif bir programlama olarak "uzman sistem kabukları" kullanılmaktadır. Meşhur bir kabuk örneği, MYCIN'den çıkarılan EMYCIN'dir. Kabuk; bilgi tabanı boş olan, sonuç çıkarma mekanizması ve kullanıcı arayüzü çıkarılmış bir uzman sistemdir. Kabuğun yapısı, farklı bir bilgi alanı seti ile farklı bir uzman sistem üretmeye uygundur. Az sayıda ticari olarak elde edilebilen kabuklar mevcuttur. Onların avantajı, sistem geliştirme esnasında onları kullanmak suretiyle zaman tasarrufu sağlamaktır. Olumsuz yönü de onların çeşitli alanlarda, uygun sonuç çıkarma mekanizmaları olmaksızın çok kısıtlayıcı olabilmeleridir. Şayet bilgiler kabuk içine zorlanarak sokulursa sonuçları oldukça zayıf olacaktır.

Günümüzde uzman sistem geliştirilmesinde kullanılan lisan ve kabuk üzerine temelli aletler üretilmektedir. Hangisinin kullanılacağı, genel olarak bilgisayar sisteminde kullanılacak olan dilin kabiliyetlerine bağlıdır. [2]

### 3.2 YAPAY ZEKA PROGRAMLAMA DİLLERİ

Genellikle, uzman sistem uygulamaları için FORTRAN ve PASCAL gibi problem yönlendirmeli diller veya LISP ve PROLOG gibi sembol yönetimli diller kullanılmaktadır. Problem yönlendirmeli diller, problemleri özel sınıflandırma yapmak için tasarlanmıştır; örneğin FORTRAN matematik ve istatistik problem alanlarında, cebirsel hesaplamalar ve bir çok bilimsel uygulamalar için çok uygun özelliklere sahiptir. Sembol yönetim dilleri ise yapay zeka uygulamaları için tasarlanmıştır; örneğin LISP, liste yapıları formunda sembol yönetimi için mekanizmaya sahiptir. Bir liste, parantezler ile kapsanan maddelerin basit bir toplamıdır. Burada her madde bir sembol veya bir diğer liste olabilir. Liste yapıları, karmaşık kavramların temsili için kullanışlı inşa bloklarıdır.

Her ne kadar PROLOG'un popülaritesi gittikçe artmakta ise de; LISP uzman sistem uygulamaları için çok yaygın ve geniş kullanıma haiz bir programlama dilidir. Bir kaç uzman sistemi FORTRAN ve PASCAL gibi problem yönlendirmeli diller ile yazılmış ise de sembol kullanım dilleri yapay zeka çalışmaları için daha uygundur.

Programlama dilleri, bilginin nasıl hazırlanacağı veya bilgi tabanı çıkarılması konusunda bilgi mühendisine klavuzluk yapar ve çok büyük esneklik sunar. Diğer taraftan, PERSONEL CONSULTANT gibi bilgi mühendisliği dilleri bilgi mühendisine, hazırlanmış anlama mekanizması yardımıyla kullanmak zorunda olduğu kontrol şeması tanımlamasında küçük esneklikler sunar. Bununla birlikte onlar, bilgi tabanı kullanımının kontrolü için anlama mekanizması hazırlar ve bilgi tabanının hazırlanmasında klavuzluk yapar. [5]

#### 3.2.1 LISP PROGRAMLAMA DİLİ

LISP'in yaygın olmasının nedenleri onun çeşitli özelliklerinden kaynaklanır: Kolay ve esnek sembol kullanımı, otomatik hafıza yönetimi, özentili yazımlar ve hata bulma yardımları, değişmesiz program kodu ve data işlemi ki, bunun anlamı LISP programının datasını değiştirir gibi kendi kodlarını kolayca değiştirebilmesidir. [5]

Dört komut, LISP'in sembol kabiliyetini ortaya koyar. Bu komutlardan üç tanesinin adı nümerik olmayan komutlar olarak bilinir. Elemanlardan bir tanesinin içerisindeki ilk eleman, geriye döner, mesela bu bir kelime listesindeki ilk kelime olabilir. İkincisi ise ilk kelimeyi elemanlar listesinden dışarıya çeker. Bunu listenin elde kalanı olarak geriye gönderir. Bu iki komutu dönüşümlü olarak kullanmak; listedeki ikinci, üçüncü veya n.ci kelimeyi çekip almayı mümkün kılabilir. Bunları bir diğer yolla bir araya koymak bu komutların bir liste haline gelmesini sağlar.

Diğer iki komut ise; bu şeyleri bir araya getirir. Bu noktada bunlar argümanlar olarak bilinir. Diğerleri listedeki bir yeni ilk elemanı araya sokar.

Ayrıca bazı diğer komutlar daha vardır ki, bunlarda doğru ya da yanlış şekilde tanımlanmış bir noktada uygulanırlar.

Son komut ki, çok daha durumların olduğunu bize hatırlatacaktır. Onun argümanları bir kapalı kısmın taraflarını bir araya getirirse birbiriyle ilişkili sonuçlar ortaya çıkartır. Esasında deneme ve sonuç bir "IF-THEN" kuralının iki ayrı kısmı olabilir. Bu yetenek bir program kontrolunun akışına doğru direkt olarak kullanılabilir.

Böylece bu temel komutlar sembolleri ortaya çekip çıkartır. Böylelikle de listeler yapılabilir, bir fonksiyonun doğruluğu ya da yanlışlığı tarif edilebilir. Bir yapıım kuralının "if-side" kısmı bir araya getirilebilir. [12]

### 3.2.2 PROLOG PROGRAMLAMA DİLİ

PROLOG, mantıklı programlama için Avrupa'da 1970 ve 1980 yılları arasında geliştirilmiş bir programdır. Alain Colmerauer ve Philip Roussel, birbirleriyle ilişkili olarak ilk girişimcilerdir. Bir derleyici ve dönüştürücü olarak Edinburgh Üniversitesinden David Warren, Fernando Pereira ve Lawrence Byrd tarafından 1975'te geliştirildi. Bunun bir modüler versiyonu olarak MPROLOG, 1979-1982 yılları arasında Macaristan'da üretildi.

Bu 1981'deki seleksiyondan alınan lisan, aynı zamanda Japon Beşinci Bilgisayar Jenerasyonu Projesi'nde de temel olmuştur. Şimdi Amerika Birleşik Devletleri'nde de aynı şekilde bu akseptansla tanınmaktadır. Örneğin aynı lisan temeli Kaliforniya'daki Berkeley Üniversitesi'ndeki Aquarius Projesinde kullanılmaktadır. Bu proje, yüksek performanslı

hesaplama sistemlerinde, kombine edilmiş sembolik ve nümerik uygulamalar için geliştirilmektedir. Aynı zamanda PROLOG şu anda Applicon, Argonne National Laboratory, Caltech Jet Propulsion Laboratory, Fairchild, Gould SEL, Lockheed Missiles and Space Company ve SRI International gibi kuruluşlarda da organizeli olarak kullanılmaktadır.

Bu lisan, İngilizce'nin Üç ayrı tipi gibi gerçekler, kurallar ve sorular tipinde çalışır.

1. "Mehmet, Ali için çalışır" cümlesi herhangi bir gerçeği ortaya koyar. Bu gerçek Mehmet ile Ali arasında nasıl bir ilişki olduğunu Mehmet'ten Ali'ye doğru açıklar. Bu cümle Prolog diline şu şekilde tercüme edilir:  
çalışır(Mehmet,Ali).

2. Bir kural şu şekilde gösterilir: Bir kimse bir işyerinin müdürüdür. İşyeri de birisi için çalışırsa, bu iki durum arasında bir kural mevcuttur. Bu kural PROLOG diline şöyle tercüme edilir:

müdür(X,Y):- çalışır(Y,X).  
buradaki ":-" işareti "şayet=ise" anlamındadır.

3. Bir soru şöyle olabilir: "Mehmet'in müdürü kimdir?" Bunun Prologtaki yazılımı şu şekildedir:

?-müdür(X,mehmet).  
Prolog lisanı bu cevabı şöyle cevaplar:  
X=Ali [12]

Borland firması tarafından 1988'de geliştirilen TURBO PROLOG 2.0 programlama dilinin özellikleri aşağıda maddeler halinde özetlenmiştir:

1. Bir PROLOG programı, iki tip kelimelerden yapılan cümlelerden oluşur: Gerçekler ve kurallar.

\* Gerçekler sizin, programcının, doğru olan bilginin özellikleri ve ilişkileridir.

\* Kurallar ilişkilere bağlıdır: Onlar PROLOG'un bir kısım bilgiden, bir diğerine dolaylı olarak anlamasına, müsaade eder.

2. Gerçekler genel olarak şu yapıdadır:  
özellik(nesne,nesne,.....,nesne)  
veya  
ilişki(nesne,nesne,.....,nesne)

Mevcut olan bir özellik, mevcut olan bir ilişki, nesnelere arasındaki bir ilişkidir.

3. Bir programda, verilen her bir gerçek veya özellik, bir veya birden fazla nesnelere arasında etkileşimli bir bağlantı oluşturur. Örnek olarak, PROLOG'daki bir gerçek şu

şekilde ifade edilir:

benzer(tom,beyzbol).

Bağıntı, benzemektir. Nesnelere Tom ve beyzboldur, Tom beyzbola benzer.

4. Kuralların genel yapısı "baş şayet gövde" şeklindedir, ki o bir programda şu şekilde görünür:

```
bağıntı(nesne,nesne,.....,nesne) şayet
bağıntı(nesne,nesne,.....,nesne) ve
.....
.....
bağıntı(nesne,nesne,.....,nesne).
```

5. Siz kendi programınızdaki nesnelere ve bağıntıları için, isim seçiminde serbestsiniz. Nesne için zorunluluklar aşağıda verilmiştir:

\* Nesne isimleri, küçük harfle başlamak zorundadır, sonra herhangi sayıdaki karakterler gelir, karakterler büyük harfle veya küçük harfle, sayılarla ve alt çizgilerle ifade edilir.

\* Özellikler ve bağıntı isimleri, mutlaka bir harfle başlamalıdır, daha sonra harflerin, rakamların ve alt çizgi karakterlerin herhangi bir kombinasyonu kullanılabilir.

6. Yükleme, bir bağıntı ve bir argüman sırası için sembolik isimdir (teşhis edici). Bir PROLOG programı cümlelerin ve direktiflerin bir sıralamasıdır. Prosedür, bir yükleme tanımlanan cümlelerin bir sıralamasıdır. Benzer yükleme ait olan cümleler, birbirini takip etmelidir.

7. Değişkenler, genel gerçekleri, kuralları ve genel soruları yazmak için imkan verir.

\* TURBO PROLOG'taki değişken isimleri, büyük harf ile başlamak zorundadır veya bir alt çizgi ile ifade edilir (\_), sonra herhangi sayıda harf, sayı veya alt çizgi kullanabilirsiniz.

\* PROLOG'taki değişkenlerin gerçekler ve kurallardaki sabitlere uyan değerler alabilir. Bir değer alınca dek değişkene serbest denilir, bir değer aldığı anda sınırlı olmaya başlar.

\* Global bilgileri, bir değişken için bir değer ile bağlayıp depolayamazsınız, çünkü bir değişken sadece bir cümle içinde sınırlanabilir.

8. Şayet bir soruya, sadece kesin bir bilgi istiyorsanız, ihtiyacınız olmayan değişkenlerle ilgilenmemek için adsız değişkenler kullanabilirsiniz. PROLOG'da adsız değişkenler bir alt çizgi ile ifade edilir (\_).

Adsız değişkenler, bir yerdeki bir diğer değişkende kullanılabilir; o herhangi bir Őeye uyar. Adsız değişken, asla bir değer setine sahip olamaz.

9. Programınızda geręeklerle ilgili Prolog sorularının sorulması, PROLOG sistem sorusu olarak bilinir. Soru genel olarak bir "amaç" olarak isimlendirilir. PROLOG geręeklerin üzerinden başlayarak tatmin edici bir amaç (sorulara cevap verilmesi) için uğraşır. Her geręeęe ulaşıncaya kadar çalışır.

10. Bir birleşik amaç, iki veya daha fazla kısımdan yapılan bir amaç olup, bileşkenin her parçası "alt amaç" olarak adlandırılır. Birleşik amaçlar bağlantılı (alt amaç A ve alt amaç B) veya bağlantısız (alt amaç A, alt amaç B) olabilir.

11. Açıklamalar programınızın kolay okunmasını sağlar; açıklamayı şu işaretlerle /\* bunun gibi\*/ veya tek satırlık açıklamayı yüzde işareti (%) ile yapabilirsiniz.

12. PROLOG'da bir Şeyden diğerine' uyan çeşitli yollar vardır:

\* Bir diğerine yapısal özdeşliği uyar.

\* Bir serbest değişken bir sabite veya önceden sınırlı bir değişkene uyar.

\* İki serbest değişken (sınırlı olmak için) bir diğerine uyabilir. Sonuncu sınıra kadar, onlar tekli değişkeni işleme sokar; Şayet biri bir değer alırsa derhal diğeri aynı değere sahip olacaktır.

13. TURBO PROLOG'un kolay okuma yapmasını sağlamak için, kelime veya bir sembol ise (:-), kelime ilave etmek için, virgöl (,), kelimelerin toplamı ve/veya noktalı virgöl (;) konur. Örnek olarak aşağıda bunlar iki ayrı Şekilde ifade edilmiştir:

yaşlı_dir(şahıs1,şahıs2) Şayet	yaşlı_dir(şahıs1,şahıs2):-
yaş(şahıs1,yaş1) ve	yaş(şahıs1,yaş1),
yaş(şahıs2,yaş2) ve	yaş(şahıs2,yaş2),
yaş1 > yaş2	yaş1 > yaş2 [13]

PROLOG'un üstün tarafı öğrenilmesinin daha kolay olması ve LISP'e göre daha kolay kullanılmasıdır. Denilebilir ki, bu daha az hafızayı, daha kolaylıkla bir bilgisayardan diğerine aktarmak üzere kullanabilir. Geçmişte PROLOG, güvenilir, hızlı olan büyük bilgisayarlarda kullanılmıştır. Fakat sonraki dönüşümleri tatmin edici olarak daha küçük makinalarda da kullanılmaktadır. [12]

### 3.3 PROGRAMLAMA DİLLERİNİN DONANIMLARI

#### 3.3.1 LISP DONANIMI

LISP programlama dili de, başlangıçta sayısal esaslı, geleneksel büyük bilgisayarlarda geliştirilmiş, daha sonra da mini bilgisayarlarda yaygın olarak kullanılmıştır. Yapay zeka programları, daha geniş olarak ve hafızanın geriye kalan bir çok kısmını kullanmak isterler. Bundan da öte dilin yapısı bu tarz bilgisayarlarda, daha yavaş ve yetersiz olarak icra edilmektedir. Ayrıca bir büyük bilgisayarda zaman paylaşımı üzerine yapılan araştırmalar, cevaplama zamanının hala çok kötü olduğunu göstermiştir.

1970'li yılların başlarında araştırmacılar bu problemleri ortaya koymuşlar ve Lisp'in çalışmasını optimize eden iş istasyonları geliştirmişlerdir. Lisp Makina Projesi, yine M.I.T. yapay zeka laboratuvarında 1974'de meydana getirilmiş ilk jenerasyon makinası 1976'da tamamlanmış ve ikinci jenerasyon da 1978'de üretilmiştir. Bu potansiyel ticari pazarın mükafatı olarak, 1980'de laboratuvardan iki grup ayrılmıştır. Birisi Lisp Makinaları Şirketi ki bunlar aynı zamanda Massachusetts ve Los Angeles'te bürolar açmışlar diğerleri de Symbolics Şirketi olarak Cambridge Massachusetts'te yerleşmişlerdir.

Aynı zamanda 1974'de Xerox PARC araştırmacıları Alto için Interlisp'in bir bölümü üzerinde çalışmışlar ve küçük bir personel bilgisayarına uyarlamışlardır. Bu bölümün performansı AltoLisp olarak bilinmiş, fakat ana hafızanın sınırlanmış miktarı tatmin edici olmamıştır. 1980 ile beraber PARC şirketi Dorado ve Dolphin adlı iki daha uygun kişisel bilgisayar geliştirmiştir.

Genellikle muhtelif Lisp makinaları ileri teknolojiye uyum sağlamada avantajlıdır. Burada daha çok ana hafıza ve yedek hafıza kullanımını, daha hızlı ve tatmin edici işlem hızlarının gerçekleşmesini, paralelliği, yüksek çözünürlüğü ve etkileşimli ekran kullanımını da mümkün kılmışlardır. Ayrıca bu makinalar, özel donanımlı yapı olarak LISP'in bazı ihtiyaçlarına da destek olurlar.

Sembolik 3600'de örneğin bir listenin ilk elemanını alır, bunu da bir başka yığın üzerine koyar. 3600 makinası 36 bit kelime ve bu bit'lerden iki tanesi ilk eleman ve listenin en son elemanı arasındaki ilişki kurmayı kodlandırmak üzere özellik gösterirler. Bu kodlama bir ilave kelime kullanımı için gereken ihtiyacı da ortadan kaldırır. Dolayısıyla bu amaçla kullanılan hafıza yarıya düşer.

LISP programlarının çalışmasında bazı nesnelere ön plana çıkarılır. Bunlar herhangi bir şeyden daha fazla referanslı değildirler. Böylece onlar daha uzun ve daha fazla hafızaya ihtiyaç gerektirmezler. Hafıza boşluğunun değerlendirilmesinden itibaren, bir işlem "garbage koleksiyonu" olarak tanınır ki bu nesnelere ve bunların kapladıkları yerleri de tanımlar.

3600'de üç donanım özelliği vardır. Bunlar iki bit'li saha gösterimi ki bir kelime, bir işaretçiyi ihtiva ettiği yerde, iki bit'li saha gösterir. (Disk ilaveli ana hafıza) Bir diğeri de çok kelime okuma işlemleri olup bu da değişik kelimeleri bir defada işlemciye alır getirir. Ayrıca Garbage Koleksiyonu olup bu da artımlı olup, özgeçmişe doğru çalışır.

LISP Makinaları, Symbolics ve Xerox (Pasadena, California) şirketleri, yapay zeka uygulamaları için iş istasyonları üretmeye devam etmektedirler. Bunun yanında iki yakın firma daha vardır. Bunlar Tektronix ve Texas Instruments firmalarıdır.

Aşağıda makina tanıtımının sonu olarak, personel bilgisayarları (PC) ele alınmıştır. LISP'in değişik versiyonlarını PC'lerde görmek mümkündür. Bunlardan biri Macintosh bilgisayarları için üretilen ExperLisp'tir. Bu şirketin ifadesine göre LISP'in mikrobilgisayardaki ilk komple kısmıdır. Yine şirkete göre bir 8088 temelli makinanın (IBM PC) bağıl performansı 2, bir 80286 temelli makinanın (IBM PC AT) veya bir 68010 temelli makinanın (Macintosh veya Tektronix 4404) bağıl performansı 10'dur. [12]

### 3.3.2 PROLOG DONANIMI

DEC 10 ve 20 sistemleri, DEC Vax Serileri, IBM'in büyük bilgisayarları, IBM ve Apple II bilgisayarlarını kapsayacak şekilde PROLOG'un değişik versiyonları, genel amaçlı bir çok bilgisayarlarda çalışmaktadır. İngiltere Oxford'da bulunan Expert Systems şirketinde üretilen MPROLOG versiyonu örneğin bir IBM/370 VM/370 CMS altında, Siemens 7000 BS2000 altında ve Vax-11 VMS altında çalışabilir. California'daki Palo Alto'nun Quintus Bilgisayar Sistemleri, PROLOG'un genel amaçlı donanımlarından taşınabilir, bağımsız bir donanımını geliştirmeye çalışmaktadır.

PROLOG programlarını çalıştırmak üzere hedeflenmiş makineler, henüz daha gelişme aşamasındadır. Japon Yeni Bilgisayar Jenerasyonu Enstitüsü (ICOT), geliştirdikleri PSI makinelerinde PROLOG'un performansını artırmayı hedefliyor. NEC firması da ICOT ile birlikte daha yüksek performanslı

makinalar üretmeye çalışmaktadır. ICOT 1992'den itibaren oldukça yüksek performanslı projeler geliştirecektir.

Berkeley'deki California Üniversitesi'ndeki Aquarius projesinde, 1983 yılından bu yana (1) problem çözme işlemi için birinci kontrol mekanizması olarak mantık programlamanın bir değişkeni kullanılarak, (2) MIMD işleminin elemanlarının gerektirdiği uygulamalar olarak ve (3) değişik seviyelerdeki paralelliklerin uyumlu işletimini sağlayarak, performans gelişimi üzerinde çalışılmaktadır.

Yine LISP elemanlarında bir durum olarak performans büyük bir saha içerisinde değişim gösterir. Kahn ve Warren [17] bize aşağıdaki bilgileri vermişlerdir:

Unix altında çalışan Sun-2 iş istasyonundaki Quintus PROLOG: 20 K LIPS (saniyedeki lojik girişim)

VMS ve Unix 4.2 altında çalışan Vax'daki Quintus PROLOG: 23 K LIPS

ICOT PSI makinaları (gelişme aşamasında): 33 K LIPS

Bu pazardaki en hızlı PROLOG: 43 K LIPS; ve Japonların 1992'deki hedefi: 100 M LIPS [12]

Nisan 1986'da Borland firması tarafından geliştirilen TURBO PROLOG versiyonu; IBM PC'lerde ve PC XT, PC AT, Portable PC, 3270 PC gibi makinalarda kullanılabilir. Bu programın işletim sistemleri: PC-DOS veya MS-DOS 2.0 veya onun daha yüksek versiyonlarıdır. Bu TURBO PROLOG versiyonu, bilgisayarda 384 KB hafıza gerektirir.

1988 yılında PROLOG'un yeni versiyonu TURBO PROLOG 2.0 geliştirilmiş olup IBM PC, PC XT, PC AT, PS/2 gibi makinalarda çalışmakta, 512 KB hafıza gerektirmektedir. Bu versiyonun yeni özellikleri; bir dış bağlantılı veri tabanı, Borland firmasının diğer ürünlerini de kapsayan kullanıcı arayüzü ve Edinburgh tarzı dönüştürücüdür. [14]

### 3.4 UZMAN SİSTEM GELİŞTİRME ALETLERİ

Uzman sistem geliştirme aletlerine bilgi mühendisliği programlama dilleri de denmektedir. Bir bilgi mühendisliği programlama dili, uzman sistemleri geliştirmek için basitleştirilmiş bir alet olup, içinde bir çok dış çevre desteğini birleştirir. Bir çok bilgi mühendisliği dillerininin, en fazla kullandıkları bilgi hazırlama metodu kurallardır. [5]

Uzman sistemlerin başlangıcı sırasında, özel bir problem alanı için gerçekler ve "IF-THEN" kuralları araştırmacıların dikkatini çekti. Fakat bir alana benzer bir diğer alan için yapılan sonuç çıkarma mekanizmaları birbirine çok benzemektedir. Elbette ilk uzman sistemlerin bilgi tabanları ve sonuç çıkarma mekanizmaları düzenli olarak ayrılmış değildir ama 1970'li yılların sonunda araştırmacılar, kısa sürede bir çok sayıda bağımsız alanlı uzman sistem versiyonları çıkardılar.

EMYCIN, (Mycin temelli) damar hastalıklarının teşhisi için; KAS, bir mineral inceleme sistemi için; ve Casnet'ten EXPERT, glakomaların işlemi ve teşhisi için, geliştirilmişlerdir. Bunlar üç ayrı iskelet sistemleri olarak sınıflandırılırlar.

Bilgi temsil dilleri, bilgi mühendisliği geliştirmek için genel amaçlı diller olarak sınıflandırılmıştır. İskelet sistemlerden daha serbest olup geniş görev alanları için uygulanabilir. ROSIE, OPS5, RLL ve HEARSAY-III programları bu sınıflandırma içine girer.

Bir dördüncü sınıflandırma, uzmanlar için AGE aleti ile hazırlanan bilgisayar destekli alet tasarımıdır. Bunun ile kullanıcı, farklı tiplerdeki bilgi hazırlama ve işlem metodlarından seçim yapabilir. Bunun ile sonuç çıkarma mekanizmasındaki kodlardan özel bilgi alanı ayırılabilir. Bu, bir diğer uzman sisteme konulacak salt bir maddi bilgi mühendisi gibi görünebilir. Düzenlemek için miktar programlama gerekebilir. Maalesef bunların kullanımında hala bazı problemler mevcuttur. En büyük problem, yeterince kapalı durumda olan yeni bilgi alanlarına uygulandığında, sonuç çıkarma mekanizmasının arızalanmasıdır.

Bu aletlerin kullanımlarını inceledikten sonra, Donald WATERMAN ve Frederick HAYES-ROTH'un [10] probleme uygun bir alet seçimi için önerdikleri bazı tavsiyeleri olacaktır:

"-Size gerekenden daha genel bir alet seçmeyin.

-Aletinizi önce küçük prototip sistem inşasında test edin.

-Geliştirici tarafından bakımı yapılabilen bir alet seçin.

-Geliştirme hızı kritik olduğunda, açıklama/etkileşim kolaylıklarına sahip bir alet seçin.

-Gereken alet özelliklerini belirlemek için, problem karakteristiklerini kullanın."

İlk büyük kapsamlı uzman sistem geliştirme aleti KEE (Knowledge Engineering Environment) Intellicorp firması tarafından geliştirilmiş olup, ticari olarak pazarlanmaktadır. KEE, ilk defa Ağustos 1983'te Amerikan

Yapay Zeka Yardımlaşma Derneğinin konferansında sunulmuştur. O tarihten beri bir düzineden fazla aletler, büyük makinalarda ve mikrobilgisayarlar da kullanılmak üzere ortaya çıkmıştır. Günümüzde uzman sistem geliştirme aletleri PC'lerde de kullanılmaya başlamıştır. [12] Aşağıda yaygın olarak kullanılan aletlere ait genel bilgiler verilmiştir. [15]

#### 3.4.1 ART

ART, alışılmış bir işlem sıralama programını birleştiren çok yönlü bir alettir. Bu, gelişmiş bilgisayarlar da ve kendisinin üretildiği SYMBOLICS, LMI, TI, APOLLO ve VAX gibi iş istasyonlarında çalışır. ART'nin önemli yanı görüş noktası olup, bu teknik ile monoton olmayan varsayımlı yargılamaya izin verir. Monoton olmayan bir yargılamada çoklu çözümler, zorlanıp paralelliği bozuluncaya veya daha iyi bir çözüm bulununcaya kadar, ileri doğru taşınır. Bu yönüyle uygunsuz çözümler atılır. ART, görüş noktası ve bilgi ağı şemasının her ikisinden de faydalanılması için grafik temelli arayüz üretir. ART esas olarak ileriye doğru zincirleme ile alışılmış kullanıcı/tanımlayıcı örnek uyumunu sağlar. Örnek uyuşması, OPS5'ten alınan bir artımlı fihrist şeması versiyonuna dayanmaktadır. Nesnelere için prosedürlere ilave edilmek suretiyle, nesne yönlendirmeli program yapılabilir. ART grafik arayüz ve grafik benzetimler oluşturmak üzere esnek bir grafik işlem sırasına sahiptir. ART dar gerçek zaman performansı için tasarlanmıştır. Bu performansı ortaya çıkarmak için onun içinde mantık önermelerine benzeyen bilgilerle bağlantılı, iskelet-temelli olarak ART'nin derlenmesi gerekir. ART'nin uygun kullanım yerlerinden bazıları; planlama/programlama, benzetim, konfigürasyon üretimi ve tasarımıdır. Daha sonraki yazılımı LISP ile yapılmış olup, gerçekten gereksiz koleksiyonları eleyen tek hafızalı yönetim sisteminde verimli olarak çalışır. C programlama dili ile yapılmış yazılımı da mevcuttur.

#### 3.4.2 KEE

KEE, gelişmiş yapay zeka bilgisayarlarında çalışır, alışılmış uzman sistemleri inşasında program desteği olarak geniş bir kullanım sahasına sahiptir. KEE'nin önemli yanları, onun çok özelliklere sahip geliştirme desteği ve pencereleri, menüyü ve grafikleri birleştiren son kullanıcı arayüzüdür. KEE, aşamalı bir modellemeye ve çoklu kalıtım formlarına izin veren alışılmış bir çatı sistemi ihtiva eder. KEE aynı zamanda nesne yönlendirmeli programlama, ileriye ve geriye doğru zincirleme kuralları, varsayımlı

yargılama, bir yüklem-mantık dili ve demons ihtiva eden çeşitli yargılama ve analiz metodları sunar. Bu, kullanıcı/tanımlayıcı sonuç çıkarma (anlama) metodlarını, kalıtım görevlerini, mantık operatörlerini, fonksiyonları ve grafikleri taşıyan, açık bir yapıya sahiptir. KEE grafik temelli benzetim kolaylıklarını kapsayan kullanıcı-geliştirici tarafından kontrol edilen, geniş aralıklı grafik temeline sahiptir. KEE, arıza teşhisi, tamir, zamanlı proses kontrol, planlama, tasarım ve benzetim uygulamalarında kullanılmıştır.

### 3.4.3 KNOWLEDGE CRAFT

Knowledge Craft (KC); çatısı kullanıcı/tanımlayıcı kalıtımına sahip olan, melez tabanlı bir alettir. Onun Carnegie Mellon versiyonu, OPS5, PROLOG ve SRL'nin karışımından oluşmuştur. Bu, tecrübeli bilgi mühendisleri ve yapay zeka sistem yapımcıları için yüksek üretimli bir alet setidir. Çatısı açık bilgi için kullanılır. Kurallı bilgiler demonsa eklenmek suretiyle tamamlanır. KC, herşeye alternatifli çalıştığına, varsayımli çalışma için yeterlidir. Bir grafik temelli benzetim paketi kullanabilir. Gerçek zamanlı sistem tasarlanabilir, KC planlama/programlama ve onun uzantısı olan proses kontrol için kısmen uygundur, fakat herhangi bir fazlalık basit sınıflandırma problemlerine neden olabilir.

### 3.4.4 PICON

PICON, endüstriyel otomasyonda ve monitörlerle zamanlı kontrolün yapıldığı bazı proseslerde, doğrudan bağlantılı (on-line) uzman sistemlerin gelişimi için bir nesne yönlendirmeli uzman sistem kabuğudur. PICON, LMI Lambda'Plus Lisp Makinesi ve TI Explorer makinalarında çalışır ki bu makinalar Lisp işlemcisi ile yüksek hızlı sayısal işlemci ve bilgi derleme kabiliyetine sahip olan bir MC68010 işlemcisinin birleştirilmiş halidir. Bu iki işlemci benzer şekilde çalışırlar, PICON sistemin, zamana bağlı olarak monitöre gelmesini sağlar. Arıza teşhisi için sinyalleri kontrol eder ve işlemin uygun devam edip etmediğine karar verir. PICON'un ICON editörü ve grafik yönlendirmeli ekran özelliği geliştiriciye, en az yapay zeka eğitimi ile otomatik işlem yapabilen derin bir model hazırlama ve imal etme imkanı verir. İşleme ilgili kurallar, menü tabanlı bir tabii dil arayüzü ile girilir. PICON ileriye ve geriye doğru zincirleme işlemlerini kullanır.

### 3.4.5 S.1

Güçlü bir ticari uzman sistemi inşa aleti olan S.1, yapısal sınıflandırma problemlerine yardım eder. Olaylar, hazırlanmış bir çatı içinde önerme tipi bilgiler, kurallar olarak olarak açıklanmaktadır. S.1 görünüşte geriye doğru zincirlemeli sistem gibi düşünülebilir, fakat patentli kurallı kontrol tekniği gibi ileriye yargılama yapar. Kontrol blokları akış diyagramının tamamını görüntüleyebilir; sistemin prosedüründe, onun bir sonraki adımındaki akış durumunu söyleyebilir. Kontrol blokları, diğer kontrol bloklarını veya kurallarını yardıma çağırabilir veya onlarla etkileşimli diyaloga başlayabilir. Kontrol blokları bir güç ifade eder, bilgi tabanları inceleme kontrolü anlamındadır. Böylece karıştırma olmaksızın binlerce kuralı ihtiva eden bir program yazımı, onunla mümkün olabilir. S.1, C programlama dili ile yazılmıştır ve çok hızlı çalışır. S.1'in en önemli avantajı bir yazılım içinden kolayca hazırlanabilmesidir. Yaygın bir versiyonu S.1'in sistem geliştirme kısmı olmaksızın elde edilebilir. S.1 araştırmaya ait programlamaya yardım edemez; S.1 istenen basit problemler için yaklaşımlı çözümler geliştiren ticari uygulamalara yardımcı olur. S.1'in "maus" yardımıyla kullanılan özellikleri, bilgi tabanları ve arayüz taslaklarının her ikisinde de temsili grafikler kullanan yetkin bir kullanıcı arayüze sahiptir. Problemler, problemin tamamının ele alınması için alt problem terimlerinde çözülebilir. (Tutarlılık kontrolü bağlantının bir kısmıyla yapılır.) S.1'lerin bütün özelliklerinin bir toplamı, kolaylaştırıcı sistem geliştirilmesi için yapısal blok dili olarak kullanılmasıyla açıklanabilir.

### 3.4.6 ESE/VM VEYA ESE/MVS

ESE, EMYCIN'in iyileştirilmiş bir versiyonudur; sınıflandırma problemleri için tasarlanmıştır fakat ileri doğru zincirlemeye izin verir. İki elemanı kapsamaktadır; bir geliştirici arayüz ve bir danışma arayüzü. Bir Focus Control Block mekanizması ilave edilmek suretiyle kullanıcıya akış kontrolünü değiştirme ve sonuçlandırma imkanı verir. Böylece sistem hızı artırılmış olur. ESE/VM ve ESE/MVS kullanıcı arayüzüne şekil vermek için kullanıcı arayüzüne uygun olduğunda, grafikleri birleştirmek için geliştiriciye yardımcı olan, kullanışlı özelliklere sahiptir. ESE, IBM büyük makina kullanıcıları için kısmen uygundur.

#### 3.4.7 ENVISAGE

Envisage, PROLOG'dan elde edilmiş bir alettir. Böylece, kuralların girilmesi yerine, bir tane mantıksal ifade girilir. Prolog'un haricindeki özellikleri olarak demons, fuzzy mantığı ve Bayesian ihtimallerini kapsamaktadır. Envisage esas olarak sınıflandırma problemlerinde kullanılır.

#### 3.4.8 KES

KES, üçlü bir yapı sunar ki, bunlar üretilen destek kuralları, hipotez ve test kuralları ve temsili ihtimaliyetleri sunabilen bilgi alanları için Bayesian Kuralları kullanır. KES esas olarak sınıflandırma tipi problemlerin düzenlenmesi için kullanılır. KES diğer sistemler içinde saklı olarak bulunabilir. Hipotez ve test yaklaşımı, bir arıza teşhis kararları (ki bu sınıflandırmadır) birleştirmede kullanılır. Bu devre, verilen problemin ilk belirtisine uyan, sistem arıza setindeki durumların seçimi ile başlar, sonra sistem bu sette kalan problem belirtilerini azaltır. Şayet ilk set, kapsanan bütün eldeki belirtilerden bir arıza teşhisi yapamazsa bu durumlara uyan yeni teşhisler, önceki sete ilave edilebilir.

#### 3.4.9 M.1

M.1 bir PC temelli uzman sistem inşa aleti olup gelişmiş programlardan ziyade, çözülebilir problemler için hedeflenmiştir. M.1, sınıflandırma için bir geri zincirleme sistem temellidir. M.1, doğrudan ileri yargılama yapabilen ileri seviye komutlarının yeteneğini de kapsayabilir. C dili ile yazılmıştır, alışılmış yazılımlardan çıkartılarak hazırlanabilir. Onun ana kusuru, doğru nesne tanımlama kabiliyetine sahip olmayışı ve böylelikle derin sistemlerin desteğine uygun olmayışıdır. Buna rağmen M.1 iyi bir alet geliştirme setine ve kullanıcı/geliştirici arasında samimi arayüze sahiptir.

#### 3.4.10 NEXPERT OBJECT

Nexpert Object, 512K RAM'lı bir Macintosh'da, Mac Plus'da veya IBM PC AT'lerde çalışacak şekilde C kodlarıyla yapılmış, kural tabanlı, güçlü bir inşa aletidir. Bunun alışılmış yapay zeka makinalarında çalışmak üzere,

tasarlanmış büyük aletleri karşılaştırmalı yazım kolaylıklarına sahiptir. Sistem, geliştiricinin kuralları çeşitli kategorilere gruplamasına izin verir böylece kurallar uygunsa gerekli olup çağırılabilir. Nexpert Object, ileri ve geri zincirleme ile değişken kuralları ve kombinasyonlarını taşır. Sistem, kuralların bilgi açısından otomatik olarak grafik temsilleri oluşturabilir. Bu bilgi ağı temsilleri, kuralların bir diğeri ile nasıl bağlantılı olduklarını gösterir. Benzer bilgi ağları, özel sorulara verilen cevaplarda yeralan kuralları göstermek için yapılabilir. Nexpert Object, çoklu kalıtım kurallara ve örnek uyumlu kurallara sahip olan temsili çatıların her ikisini de kullanabilir, böylece derinlemesine yargılama kolaylaşır. Nexpert Object, geliştirici ve kullanıcılar için anlaşılabilir ve tabii bir arayüz yapan yargılama prosesi ve bilgi tabanının her ikisi için temsili grafikler odaklayan yaygın bir sistemdir.

#### 3.4.11 PERSONAL CONSULTANT+ (PC+)

PC+, bir şahsi bilgisayarda (PC) bir çok avantajlı özellikleri bulunan, KEE'yi kapsayan aletler gibi daha yaygın aletler üretmek için bir girişimdir. Böylelikle, PC+ kalıtım özelliğini ve kuralları kendi çatısında kullanır. PC+ geriye doğru zincirleme desteğini EMYCIN'den almıştır. Bu, değişkenleri zorlamaksızın, ileriye doğru zincirleme yeteneğini dahi kapsamaktadır. PC+, kullanıcı ile samimi olan arayüzleri birleştirerek hem geliştirme ve hem uygulama için bir geniş alet setine sahiptir. Yeni 2.0 versiyonu, bilgi tabanının artırılması için 2MB'lık genişleyebilen bir hafıza ile desteklenmiştir. Bu, IBM artırılmış grafik adaptörü ve IBM PC'de yaygın dBaseII ve III bilgi tabanı paketinin giriş desteğine sahiptir. PC+'nın bir versiyonu TI Explorer, Lisp Makinelerinde dahi kullanılabilir. PC Easy, çatısı olmaksızın PC+'nın basitleştirilmiş versiyonudur.

#### 3.4.12 EXSYS

EXSYS 3.0, pahalı olmayan şahsi bilgisayarlar için C dili ile yazılmış, geriye doğru zincirleme sistem yönlendirmeli, kural tabanlı bir alettir. Kurallar IF-THEN-ELSE tipindedir. EXSYS, bir çalışma zamanı modülünü ve rapor üreticiyi kapsar. EXSYS'nin California Intelligence Şirketi için yapıp sattığı arayüz ürünleri: Frame (çatı tabanlı bilgi temsili üretmek için) ve Tablet (tabloların birleştirilmesi ile kara tahta gibi, bilgi paylaşımı kolaylığı üretmek için).

#### 3.4.13 EXPERT EDGE

Expert Edge, geriye doğru zincirleme sistemiyle 50 ila 500 kural seviyeli sınıflandırma uygulamalarının ortaya çıkarılması ve hızlı prototiplere yardımcı olan kural tabanlı bir alettir. Bu alet, ihtimaliyetleri ve Bayesian İstatistiklerini, kesin olmayan durumlar ve bilgi eksikliği için kullanır. Onun göze çarpan özellikleri; mükemmel geliştirici ve son kullanıcı arayüzüdür. Bunlar tabii bir dil arayüzü ve çok iyi hata bulma kolaylıkları için birleştirilir. Profesyonel versiyonunun arayüzü, bir video diske ve bir matematik işlemci ilavesine dahi sahiptir.

#### 3.4.14 INSIGHT 2+

Insight 2+ geriye doğru zincirleme sistemli bir kural tabanlı alettir, fakat oldukça iyi ileriye doğru zincirleme desteğine de sahiptir. Gerçekler, tek değerli veya çoklu değerli özelliklere sahip elemanter nesnelerin temsilleridir. Kurallar PRL (Production Rule Language) dili ile girilir. Bilgi tabanı çalışma zamanından önce derlenir. Belirsizlik, güven faktörü anlamında kullanılır. Çünkü Insight 2+ derin temsili modeller için metodlar gerektirir. Bu alet, en iyi basitleştirilmiş problemleri kullanır. Bu problemler için çok kullanışlı bir alettir. Bu aletin programlara ve bilgi tabanlarına, dışarıdan giriş kabiliyeti önemli bir avantajdır.

#### 3.4.15 TIMM

TIMM, örneklerden kurallar oluşturan bir tümevarım sistemidir. Örnekler ilk olarak kurallara dönüştürülür, daha sonra güçlü genelleştirilmiş kuralların inşasında kullanılır. TIMM örneklerden çıkan sonuçların ortalamasını alarak, çelişkili örnekleri kesin bir sonuca varmak için kullanır. Kısmen uyumlu analogik sonuç çıkarma işlemini, çok miktarda tamamlanmamış veya uyumsuz veriler için kullanır. TIMM sonuçların güvenilirliğini de gösterebilir.

#### 3.4.16 RULEMASTER 3.0

Rulemaster, tek başına ileri ve geri zincirleme kabiliyetine sahip olduğu halde onun en tanınmış özelliği örneklerden tümevarımla kurallar oluşturma kabiliyetidir. Bu, fuzzy mantığı dahi sunar. Bilgi tabanı ile etkileşim, deneme editörü yardımıyla meydana getirilir. Şayet tercih ederlerse,

bilgi mühendisleri kullanılan örneklerin yerine Rulemaster'in yüksek seviyeli, Radial dili ile doğrudan kodlarla yazılmış Rulemaster uygulamaları geliştirebilirler. Bununla birlikte, güçlü programlama alt yapısı, kolay kullanım için gereklidir. Rulemaster; hızlı kullanım, sıkıştırma ve bilgisayar programları için arayüz olan uzman sistemlerin taşınabilir tasarımları için, C veya Fortran kodlarıyla oluşturulabilir.

#### 3.4.17 KDS3

KDS3 örneklerden tümevarımla üretilen kurallarla yapılır. Örnekler, çatı olarak adlandırılan çok büyük sistemlerde bir diğer biçimde zincirlenebilen bilgi modüllerini geliştirmek için gruplara ayrılabilir. Hem ileri, hem de geri zincirleme desteğine sahiptir. KDS3, dışarıdan programlara, sensörlere giriş yapabilir ve programları dışarıdan kullanabilir. Uzman sistemleri KDS3 ile etkileşimli veya zeki proses kontrol için tam otomatik olarak inşa edilir. Bütün sistem, PC'lerde çok hızlı kullanım için, makina dili (assembly) ile yazılmıştır. Grafikler otomatik olarak çizim dosyalarından birleştirilebilir veya KDS3'ün yapılmış basit renkli grafikleri mevcut ise, onları kullanabilir, bu grafiklerle zamana bağlı olarak grafik çizilebilir. KDS3, bilgi modüllerini haberleşebilmek için kara tahta gibi kullanabilir. KDS2 de, haberleşme kolaylığı hariç, KDS3'ün diğer özelliklerine sahiptir.

#### 3.4.18 1st-CLASS

Bu bir tümevarım sistemi olup verilen bir genişleyen sayfa formundaki örneklerden özentili kurallar çıkarmak için, dallanan yararlar oluşturur. Modül içindeki örnekler setinden çıkarılan problemler bozulabilir; modüller ileri veya geri zincirleme ile zincirlenebilir. Kurallar şahsi olarak dahi yapılabilir veya ekrandaki grafik formları içinde yazılabilir. Sonuç çıkarma için çeşitli algoritmalar kullanılabilir. Sistem bilgi tabanından çıkarılan örneklerle soruları uydurabilir veya sistem kural dallanmasını oluşturur veya kullanır, veya tercih edilen bir mod içinde, sorulara cevap olarak, en iyi sıralama işlemini veren en uygun kural dallanmasına görev verir. Çünkü bütün kurallar derlendiğinde, sistem çok hızlı çalışır. 1st-CLASS tümevarım sistemi, diğer yazılımlar ile kolayca arayüz oluşturacak şekilde tasarlanmıştır.

### 3.4.19 OPS5

OPS5 uzman sistem geliştirme dilinin çeşitli versiyonları, Carnegie Mellon University tarafından geliştirilmiştir. OPS5 bir ileriye doğru zincirlemedir, kural üretim aleti ile DEC ve R1/XCON gibi kullanılan pek çok tanınmış uzman sistemler onun ile inşa edilmiştir. OPS5 örnek uyumlu bir dil olup, değişkenlerin bağlanmasına izin verir. Bununla birlikte OPS5, temsili nesne basitleştirmeleri için, kolaylıklara sahip değildir, hata bulma ve resim kopyalama kabiliyeti sürekli mevcut olmakla birlikte, genelde geliştirme çevresi basitleştirmeli değildir. OPS5'in yaptığı akıcı bilgi tabanına kullanım hızı en yüksek olan, aletlerden biri, uygun kuralların bulunması için, basitleştirmeli bir fihrist şeması (Rete Algoritması) kullanır. Malesef programsız kullanımlar için kolay kullanımlı bir alet değildir. Temsili versiyonlarından biri OPS5+ olup IBM PC, Macintosh ve Apollo Workstation'larda kullanılabilir.

## BÖLÜM 4

### BİR UZMAN SİSTEMİ NASIL İNŞA EDİLİR ?

#### 4.1 GİRİŞ

Uzman sistem yapımcıları, bir sistemin konstrüksiyonu esnasında takip edecekleri, iyi tanımlanmış bir dizi adımlara sahip değillerdir. Sistem inşa işleminin doğal esnekliği, bu adımların önceden bilinmesini engeller.

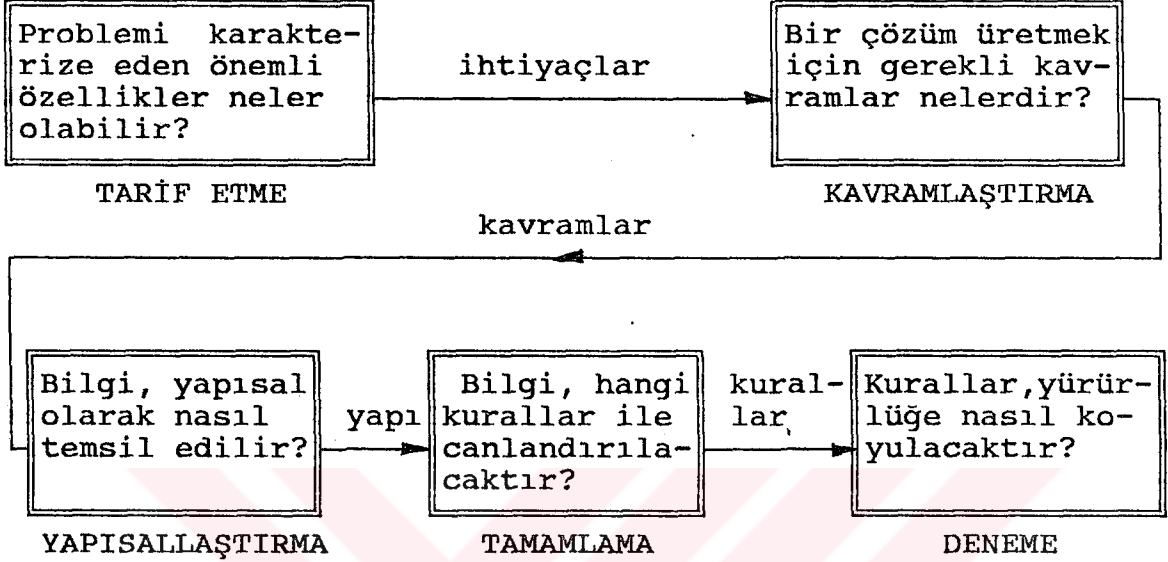
Bir uzman sistemin geliştirilmesi, normal olarak sistem bilgisinin takdim edilmesi ve organizasyonun kademeli olarak artırım yaklaşımının anlamı, gelişim çabasında kendi kendisine yardım edebilmesidir. Yapımcılar çok basit bir sistem bile olsa, bunun tesis edilmesi için yeterli bilgiye erişir erişmez geri besleme ile bunu daha etkin şekilde odaklayabilmek için çalışacaklardır. Artırma yaklaşımının bir diğer anlamı şudur ki, sistem yapımcıları, sistem ön görünüşünün tamamlanmasında öğrendiklerinden faydalanırlar.

Artımlı geliştirmenin bir ortak sonucu da değişim örnekleme (paradigm shift) olarak adlandırılır ve Şekil-4.1 'de gösterilmiştir. Gelişme aşamasında bilgi tabanının idare edilmesi bazı noktalarda oldukça zorlaşır, kontrol yavaşlamaya başlar ve sistem kumaş artıklarından dikilmiş bir yorgan türüne benzer ki, imalat entegre değildir, karmaşa vardır. Bu noktada yeniden dizayn yaparken daha akıllı, daha yöntemli davranılması gerekir. Bilgi mühendisi ve alan uzmanı problemi yeniden incelemek ve bunların başlangıç aşamasını yeniden ortaya koymak zorundadır. Bu, problem için daha uygun durum ortaya koyabilir ve hatta bir farklı sistem inşa aleti geliştirebilir.

Bir uzman sistemin inşasında takip edilecek adımları ortaya koyamayız. Ancak sistemin geliştirme adımlarını tarif edebilir ve her bir adımda geliştirilen faaliyetlerin tiplerini belirleyebiliriz. [5]

## 4.2 UZMAN SİSTEMİN İNŞASINDAKİ GÖREVLER

Uzman sistemin gelişmesi birbirine bağlı ve birbirinin devamı olan, beş yüksek kısımda görünür; tarif etme, kavramlaştırma, ortaya koyma, tamamlama ve deneme. Şekil-4.1, bu fazların birbiriyle nasıl etkileştiğini göstermektedir.



Şekil-4.1 Uzman sistem inşası için geliştirme kısımları [5]

Bununla birlikte, uzman sistem inşasında, bu kısımlar arasında sırayla tarif edilebilecek basit bir temel yol yoktur. Tarif etme ilk olarak ortaya çıkar ve deneme de son olarak yapılır. Fakat sistemin geliştirilmesi esnasında bilgi mühendisi bu işlemlerden herhangi biri üzerinde yoğunlaşabilir.

Tarif etme esnasında bilgi mühendisi ve alan uzmanı problemin önemli özelliklerini belirlerler. Tanımlama esnasında problemin kendisini, geliştirme işlemine katılanları, gerekli kaynakları ve uzman sistem inşası amaçlarını kapsamaktadır. Bu aktiviteler, problemi tarif etme ve onu daha güvenilir halde geliştirmenin temel noktalarını verir.

Kavramlaştırma esnasında bilgi mühendisi ve uzman, bir sahadaki problem çözüm açıklaması için gerekli olan kontrol mekanizmalarının, bağlantıların ve kavramların neler olacağına karar verir. Problem çözme işlemi ile zorunlu bağlantılı stratejiiler ve alt görevler dahi ortaya çıkartılmalıdır.

Yapısallaştırma (formalizasyon) bazı yapısal yollarda anahtar kelimeleri ve bağlantılarını açıklar. Genellikle bir uzman sistem inşa dili tavsiye edilir. Böylelikle bilgi mühendisi, yapısal hale getirme işleminin başlangıç anında bazı uygun aletler hakkında bilgi sahibi olmalıdır. Örnek olarak, problem kural tabanlı yaklaşıma uygun görünüyorsa, bilgi mühendisi ROSIE'yi sistem inşa dili olarak seçebilir ve uzmanlığı derlemek için "IF-THEN" kurallarını kullanabilir.

Tamamlama esnasında bilgi mühendisi yapısal hale getirilmiş bilgilerle, bir bilgisayar programı içerisine döner. Bir program yapımı için içerik, form ve birleştirme safhalarına ihtiyaç vardır. İçerik alan bilgisinden kaynaklanır ki, bu da yapısal hale getirme esnasında yapılmış olup bilgi yapılarını, anlama kurallarını ve problem çözümünde gerekli olan, kontrol starejilerini kapsar. Form, sistem geliştirme için seçilmiş lisan ile belirtilir. Birleştirme ise bilginin değişik parçalarını global bir şekilde elimine etmek üzere yeniden organizasyonu ihtiva eder.

Son olarak, prototip programın kullanım şekilleri ve performans geliştirmek, deneme kısmını ve gerekli olan revizyonları ortaya koyar. Alan uzmanı tipik olarak prototipi değerlendirir ve bilgi mühendisine onu yeniden revize etmesi için yardım eder. Prototip küçük bir örnekte çalışır çalışmaz daha büyük problemlerde performansını değerlendirmek ve kullanımını öğrenebilmek üzere test edilmek zorundadır.

Prototip sistemin performansının değerlendirilmesi, aşağıdaki soru türlerine cevap verme anlamlarına gelir:

- \* Sistem karar verebiliyor mu?
- \* Uzmanlar genellikle birbirleriyle aynı görüşmeler mi?
- \* Anlama kuralları tam ve doğru mu?
- \* Kontrol starejisi, sisteme uzmanın tercih ettiği tabii sıra içerisindeki maddeler halinde girilmesine izin veriyor mu?
- \* Sistemin, nasıl ve hangi sonuçların elde edileceğine dair açıklamaları tam ve yeterli mi?
- \* Deneme problemleri alanı kapsıyor mu?
- \* Prototipi tipik durumları ve diğer durumları da kapsıyor mu?
- \* Problemin çözümü kullanıcıya bazı önemli yollar hakkında yardım eder mi?
- \* Sistemin sonuçları uygun bir şekilde düzenlenmiş mi?
- \* Sistem kullanıcıyı tatmin edecek kadar hızlı mı?
- \* Arabirim yeteri kadar size dost mu?

Uzman sistem rafine edilmeli ve daha geniş bir laboratuvar şartlarında denemeden önce test edilmelidir. Her ne kadar kullanıcı ortaklığı halinde gerçek problemler

üzerinde denenmişse de yeni komplikasyonlar bazı zamanlarda doğruya ulaşabilmek için gerekli olabilir. Bu sahadaki kullanıcılar yüksek değerlikli performansa talep duyabilirler ve bunlar daha hızlı bir sistem ister. Daha hızlı, daha güvenilir, anlaşılması daha kolay ve yapılan hataları çok kısa sürede affedici kullanıcılar isterler. Böylece uzman sistemi ticari kullanıma gelmeden önce, öncelikle saha denemesi ihtiyaçlarını karşılamalıdır. [5]

#### 4.3 UZMAN SİSTEM GELİŞTİRME ADIMLARI

Uzman sistemlerin çoğu bir "gösteri protipi" olarak başlar ki, bu bir küçük gösteri programıdır. Problemin daha basitçe çözüm aşamalarını belirtir. Programın bu tipi sıklıkla iki yolda kullanılır. İlki yapay zeka ve uzman sistem teknolojisi gibi, potansiyel kaynakların problemdeki sorulara verimli olarak uygulanmasıdır. İkincisi de problem tanımlamaları, odaklamaları ve saha için takdim edilmeleri hakkındaki fikirlerin test edilmesidir. Tipik bir kurala dayalı (kural tabanlı) gösteri prototipi 50 yada 100 kuraldan oluşur ve geliştirilmesi bir yada üç ay gibi sürede mümkün olabilir. TABLO-4.1 uzman sistemlerin geliştirme adımlarını göstermektedir.

Şu andaki uzman sistemlerin çoğu "araştırma prototipi" adımlarından geliştirilmiştir. Orta ölçekli bir program deneme durumlarının bir dizisinde mantıklı bir performans gösterme yeteneğindedir. Tipik kural tabanlı araştırma prototipi 200 yada 500 kuraldan oluşur ve bunlar deneme durumlarının çok geniş bir sayısında iyi performans verirler. Bunu geliştirmek için de bir yada iki yıl gerekir.

Bazı uzman sistemler önceki araştırma prototiplerini, "saha prototipleri"ne göre geliştirmiştir. Bu sistemler de orta ölçekli programlardır ve bunlar gerçek problemlerde kullanıcı ortaklığında denemelerle revize edilmektedir. Bunlar daha güvenilir, kullanıcıya göre daha dost arabirimli ve son kullanıcının ihtiyaçlarını daha iyi adresleyen bir tiptir. Tipik bir kural tabanlı saha prototipi 500 yada 1000 kuralı kapsar ve bir çok deneme durumlarında daha iyi performans ortaya koyar, geliştirilmesi iki yada üç yıllı alır.

Bir kaç uzman sistemi "üretim prototipi" adımlarına erişmiştir. Bu sistemler daha geniş ve büyük programlardan oluşmaktadır ve saha testli ve daha etkin lisanslarda hız artırmak ve bilgisayarın kaydetme taleplerini değiştirmek için yeni icraatlar yapmaktadırlar. Tipik bir kural tabanlı üretim prototipi 500 yada 1500 kuralı kapsar. Bunlar daha ivmeli, hızlı ve etkin karar vermeli kurallardır ve bunların

geliştirilmesi de iki yada dört yılı kapsar.

Çok az sayıdaki bir kaç uzman sistem de "ticari sistemler" kısmına ulaşmışlardır. Bu sistemlerde üretim prototipleri olarak bilinirler ve ticari sahalarda kullanılırlar. XCON en iyi bilinen ticari uzman sistemlerinin bir tanesidir. Yaklaşık 3000'den fazla kuralı kapsar, az bir zaman diliminde %90-%95 doğru sonuçlara ulaşabilir ve geliştirilmesi altı yıl sürmüştür. [5]

TABLO-4.1 Uzman sistemlerin gelişimi [5]

Gösteri prototipi	Sistem; üzerine alınan problemin bir kısmını çözer, yaklaşım hakkında bir fikir verir ve sistem geliştirme başarılabilir.
Araştırma prototipi	Sistem; problemin tamamı hakkında inandırıcı performans gösterir, fakat test ve revize etmek için kırılmalıdır.
Saha prototipi	Sistem; iyi performans ve tam güvenli çalışma gösterir ve kullanıcı desteği ile dışarıdan test edilip revize edilebilir.
Üretim prototipi	Sistem; yüksek kalite, güven, hız ve kullanıcı desteğinde yüksek performans sergiler.
Ticari sistem	Sistem; gerçek ticari temelli kullanım için bir üretim modelidir.

#### 4.4 BİLGİNİN TEMSİL EDİLMESİ

Bir uzman sistemde bilginin işlemi ve yönetimi şekillendirilmiş ve yapısal hale getirilmiş bilgiye ihtiyaç duyar. Genellikle bilgi, uzmanlarla yapılmış görüşmelerden veya temsili gözlemsel aktivitelerden tanımlamalardaki şekle uygun olarak elde edilebilir.

Bilginin temsilindeki nizami metodlar mantık şeklinde olup bunlar; önerme mantığı, şekil mantığı, çoklu değerli (çok değişkenli) mantık ve fuzzy mantığı (nisbi mantık).

Bununla birlikte bu nizami matematiksel metodlar, çeşitli özel alanlarda uzmanlar ile iletişim için gerekli kullanışlı aletler değildir veya bilginin temsili için her işe uyumlu metodlar tercih edilir.

Böylelikle yapı ve işlem bilgisinin verimli desteği ile bilgi temsil prosedürleri geliştirilmiştir. Bunlar aşağıdakileri kapsamaktadır:

Üretim Kuralları: Önerme mantığı üzerine temellenmiş olup bilgileri "IF-THEN" kuralları formunda tanımlar.

Semantik Ağlar: Nesnelere ve onların bağlantıları üzerine temellenmiş bilgi temsil grafikleridir.

Çatılar: Nesnelere temsili için veri yapılarıdır.

Önerme Hesabı: Bilginin temsili veya bazı bilgi işlemleri formları önerme hesabı üzerine temellenmiştir. Önerme Hesabı, önermeler üzerine temellenmiş mantıksal muhakemelerdir. Eğer kesin şartlar bir araya geliyorsa bir mantıksal sonuçlandırma yapılabilir. Çözüme "doğru" veya "yanlış" değerleriyle sahip olunabilir. [2]

#### 4.4.1 ÜRETİM KURALLARI

Bilgi temsiline en kapsamlı şekli, birbirine bağlı aksiyonlar olarak tanımlanan üretim kuralları üzerine temellenmiştir. Bir tek üretim kuralının tek bir parça bilgi olduğu anlaşılmalıdır. Bu bilgi parçaları tüm sistemdeki bilgi ünitelerinin en küçük parçasıdır.

Uzmanlar bilgilerini en iyi "IF-THEN" kuralları şeklinde, açık tarzda anlatmaktadırlar. Bu, günümüzde bir çok uzman sistemlerin, hiç olmazsa çok başarılı alanlarının için üretim kuralları tabanına dayanmakta olduğunun sebebi olabilir.

Üretim kurallarına dayalı uzman sistemlerinin tamamlanmasında belirsiz bilgi işlemleri zorunlu olmaya başlamıştır. Bu durumlarda sonuçlar, kesinlik faktörüyle (güvenlik faktörü) ağırlaştırılabilir. Bu faktörler, ihtimaliyet ve istatistiklerde kullanılan güvenlik faktörüyle aynı hassasiyette dönüştürülemez; onların kendilerince ağırlık faktörlerinin kademesi -1 ile 1 arasındadır. Bu bağlamda, -1 "kesinlikle hayır", -0.5 "muhtemelen hayır", 0 "bilinmiyor", 0.5 "muhtemel" ve 1 "kesin" anlamındadır.

İyi bilinen, bakteriyel enfeksiyon hastalıklarının

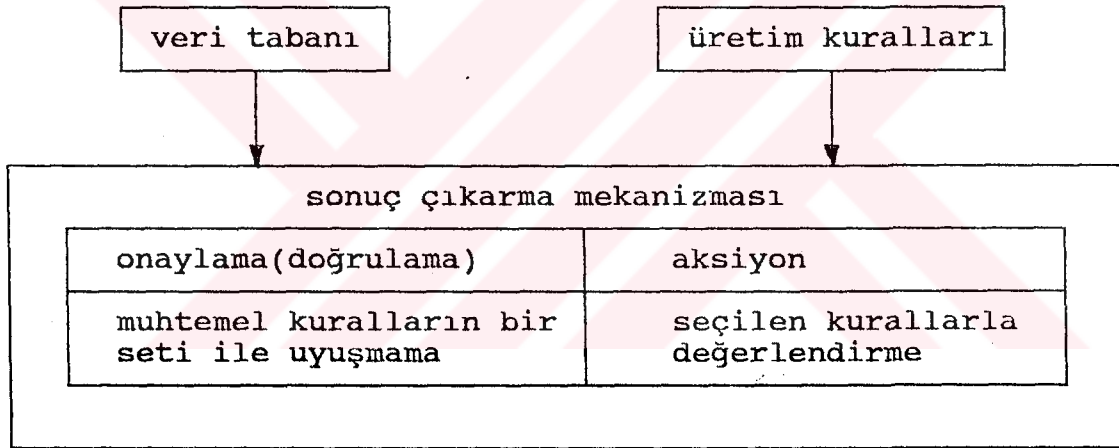
teşhisinde kullanılan tıbbi uzman sistem olan MYCIN'den bir örnek:

(IF) ŞAYET (1) Enfeksiyon birinci olarak bakteriden kaynaklanıyor ve  
(2) Kültür örneğinin yeri temizlenmiş (steril) bir bölgeden alınıyor ve  
(3) şüphelenilen giriş kapısı sindirim bölgesinden,

(THEN) SONRA ileri sürülen ıspat bakteriyel organizmanın belirlenmesidir. (kesinlik faktörü 0.7)

Üretim kuralları temeline dayanan kurallar dizisine "üretim sistemleri" adı verilir.

Üretim sisteminin çok önemli bir elemanı sonuç çıkarma mekanizmasıdır. Bu mekanizma işlemi ve üretim kurallarının seçimini kontrol eder. İyi bir sonuç çıkarma mekanizması, verimli metodlarla ve çok sayıdaki muhtemel kurallardan bir kural seçimi olduğunda; uyuşmama, tekrar çözme stratejileri ile karakterize edilir. (Şekil-4.2) [2]



Şekil-4.2 Üretim sisteminin mimarisi [2]

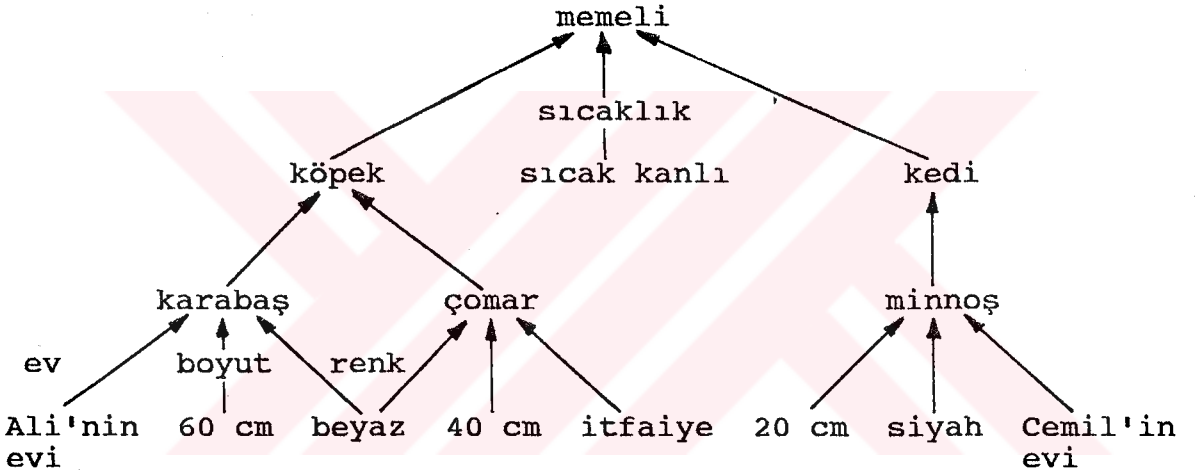
#### 4.4.2 SEMANTİK AĞLAR

Semantik ağlar, nesnelere arasındaki ilişkiler üzerine temelli bilgi anlamındadır. Bir semantik ağın uçları, nesnelere arasındaki ilişkileri tanımlayan bağlantı ve nesnelere karşılık gelir. Böylelikle tekli bir yay ve onun iki ucu, bir bilginin "parçası" gibi dönüştürülebilir.

Bununla beraber semantik ağ, ağların işleme hakkında malumat sağlamaz. Sonuç çıkarma kuralları kesinlikle durgun (eylemsiz) olmak zorundadır.

Bir semantik ağ, bir özel bir sahadaki bilgilerdeki bağlantılara ve ilişkilere iyi bir genel bakış üretir ve bilginin yapılaşdırılmasına ve uzmanların araştırmasına iyi uyum sağlamaktadır. Bilgi, özellikle yaylar ile bağlantıları ihtiva eder. Buna rağmen ağların dışı açık şekilde formüle edilmelidir.

Bir semantik ağ, yönlendirilmiş ilişkileri (bir nesne ilişkisinin bağlantıları) ve dolaylı ilişkileri (nesne ilişkileri) ihtiva edebilir; yönlendirilmiş ilişkiler bir nesne yönünde bir ok ile temsil edilir. Şekil 4-3'de bir semantik ağ örneği verilmiştir.



Şekil-4.3 Bir semantik ağ örneği

#### 4.4.3 ÇATILAR

Bir çatı, bundan dolayı nesnelere veya durumların, onları bütünleyen parçalar halinde ayrılması anlamındadır. Bu parçalar çatıda, dikdörtgen hanelere (boşluklar) karşılık olarak girilir. Dikdörtgen haneler, yüzler şeklinde alt kısımlara ayrılabilir. (Şekil-4.4)

## Konferans

zaman		
yer		
konu		
katılanlar		

dikdörtgen hane

hane değeri

yüz

Şekil-4.4 Bir çatı örneği

Çatı, veri yapılarını bir ön tamamlamadır. Örnek olarak çatı yapısının ve dikdörtgen hane ayırımının tanımlanması. İşlem sırasında çatılar ve haneler bilgi ile doldurulur. Çeşitli çatılar benzer yapılarda farklı muhtevalara sahip olabilir.

Çatılar örnek temsili için kullanılabilir, örnek (nesne) hane değerlerinin bulunduğu ilişki sınıfları miras olarak bulunabilir. Bunun anlamı, dolu çatı sınıflarındaki hiyerarşik hanelerde yalnızca bilgilerin değişmesidir; çatıların bütün alt örnekleri "miras" yeni değerlerdir.

Semantik ağlarda olduğu gibi, çatıların işlemleri için kurallar ve prosedürler, kavramlar halinde birleştirilmelidir. Prosedürler, haneler ile farklı durumları (olayları) aktive etmek üzere yardım ederler.

Şayet dikdörtgen bir hane boş şekilde girildiyse, bir değere sahip olabilmelidir. Aktive edilen bir prosedürde değer sonradan hesaplanır veya hesaplanmaz. Bu veri tabanından çekilir veya kullanıcı ile bir diyalog aracılığı ile dilekte bulunur ve sonra haneye girilir.

Değer, bir haneye girilerek ilave prosedür sayesinde korunur ve uzaklaştırma prosedürü aracılığı ile yok edilir. Her iki prosedür diğer çatılarda etkili olabilir. [2]

### 4.4.4 ÖNERME HESABI

Önerme hesabı, bildiriler (önermeler) formundaki bilgileri tanımlar. Nesnelere ve mantıksal bağıntıları tanımlamak için kullanılan nizami bir notasyondur ve

mantıksal önermelerin geliřtими için bir grameri kapsar. Önerme hesabı, geçerli diğer mantıksal açıklamalardan yeni mantıksal açıklamalar çıkartan işlem kuralları ve nesnelere için nizami sembol dili anlatan semantik kurallara sahiptir.

Önerme hesabı, böylece mantıksal önermeleri geliştirebilen ve daha ileri önermelerin için ortaya çıkması için sonuçlandırmaları takip eden kendi grameri ve sözdizimi ile bir nizami lisandır.

PROLOG programlama dili, önerme hesabının tercüme edilmesine son derece iyi uyum sağlar.

Önerme hesabı için verilen aşağıdaki (şekil-4.5) örnekte dört önerme verilmiştir, bunların ikisi gerçek ve diğer ikisi kural şeklinde dir. [2]

Tabii Lisan	Önerme Hesabı
1. John ve Mary karı kocadırlar.	kocası_ve_karısı(john,mary)
2. Mary New York'ta yaşar.	yaşar_içinde(mary,new_york)
3. Eğer iki kimse (X1 ve X2) karı koca ise onlar evlidir.	koca_ve_karı(X1,X2) → evlidir(X1,X2)
4. Eğer X3 ve X4 şahısları evli ise ve X4 şahsı, X5 şehrinde yaşıyorsa sonra X3 şahsı dahi X5 şehrinde yaşar.	evli(X3,X4) $\wedge$ yaşar_içinde(X4,X5) → yaşar_içinde(X3,X5) →

şekil-4.5 Önermelerin PROLOG dilinde gösterilmesi

## BÖLÜM 5

### KORUYUCU BAKIM VE ARIZA TEŞHİSİ İÇİN UZMAN SİSTEMLERİN KULLANIMI

#### 5.1 GİRİŞ

Yıllardır fabrikalardaki merkezi basınçlı hava kompresörlerinin koruyucu bakımı ve tamirinin gerçekleştirilmesi için bir çok teknik kullanılmıştır. Eğitim, kontrol listeleri ve arıza teşhisi kontrol listeleri değişen derecelerde başarılar sağlamıştır. Uzman sistem teknolojisi, servis elemanına kullanılacak tamir aletlerinin verileceği yerlerde olgunlaştırılmaktadır. Bu aletler mevcut tekniklerle önceden sağlanamayan daha iyi özellikler ilave etmiştir. Buradaki temel fikir, tamircinin özel bir makinenin tamir edilmekte olan kısmı üzerinde bir uzmana sahip olmasıdır. Uzman, insan uzmanlarının bilgileri kullanılarak hazırlanmış uzman sistem programına sahip olan, taşınabilir bir bilgisayar olabilir. [16]

#### 5.2 ARIZA TEŞHİSİ YAPAN UZMAN SİSTEMLERİ

Bir arıza teşhis sistemi, bir makina elemanında veya sistemindeki arızanın sebebini, olmuş bir belirtiden yola çıkarak teşhis edebilen, bir tanımlama veya karar verme aletidir. Belirti, arzu edilen davranış ile gözlenen arasındaki bir farklılıktır. Bir malzeme, bir yapı veya bir sistem kendisinden beklenen maksatları yerine getiremediğinde arıza ortaya çıkar. Bu ise onun hizmetten alınmasını gerektirir. Etkili bir arıza teşhis sistemi kullanarak, bir makinanın başarılı çalışma işlemleri belirlenir. Bu da onun faydalı çalışma zamanını uzatır. [23,24]

Arıza teşhisi yapan uzman sistemler; durum tanımlamasında, karakteristik davranışlarda veya sistem arızalarının muhtemel sebeplerini çıkarmak için, eleman tasarımı hakkında bilgiyi kullanır. Gözlenen belirtiler ile

tesbit edilen arıza durumları olarak; hastalıklar, elektrik devresindeki arızalarının yerinin bulunması ve nükleer reaktörlerin soğutma sistemlerindeki arızalı elemanların bulunması gibi örnekler verilebilir. Arıza teşhis sistemi sadece problem teşhisinde kullanılmaz, danışman olarak sıkça kullanılır, fakat hata bulma işlemine yardımcı olur. Uzman sistem kullanıcı ile etkileşerek arızanın bulunmasına yardım eder. Sonra onu düzeltmek için doğru işlem yolunu önerir. Tıp sahası, hastalık teşhisi uygulamaları için başlı başına doğal bir sahadır ve gerçekten tıp sahası için geliştirilen arıza teşhis sistemleri, diğer müstakil problem alanlarına göre çok fazladır. Bununla birlikte, günümüzde mühendislik ve bilgisayar sistem uygulamaları için bir çok arıza teşhis sistemleri geliştirilmiştir. [5]

Arıza teşhisi yapan uzman sistem programlarına temel olan programlardan biri MYCIN programıdır. 1976'da E. Shortliffe tarafından geliştirilen bu program, enfeksiyonel hastalıkların, özellikle kan enfeksiyonlarının teşhisinde kullanılan bir sistemdir. MYCIN doktorlar tarafından teşhisde yardımcı olmak üzere kullanılır. Danışmanlar tarafından kuralları tazelenir ve düzeltilir. MYCIN'in en önemli özellikleri aşağıdaki gibidir:

1. Program kullanıcı tarafından sağlanan gerçekler, (şikayetler) veri tabanındaki gerçekler ve çıkarım kurallarını kullanarak bir teşhise varmaya çalışır.
2. Vardığı teşhisin doğruluk derecesini 0.0 ve 1.0 arasında bir değer olarak belirtir.
3. Sonuca varışındaki akıl yürütme mantığını basamak basamak açıklar.
4. Enfeksiyon dışında, başka bir alanda da kullanılabilecek şekilde genel bir programdır.

Son madde oldukça önemlidir. Eğer enfeksiyonlar ile ilgili kurallar veri tabanından çıkartılır ve yerine başka sahanın kuralları yerleştirilirse, bu yeni sahaya da uygulanabilir. Aslında böylece program, evrensel bir uzman sistemin temellerini oluşturmaktadır.

MYCIN'den çıkarılan EMYCIN, pek çok farklı sahaya uygulanabilmektedir. Analysis Research şirketi tarafından geliştirilen ve Amerikan Hava Kuvvetleri'nin sonlu eleman analizinde kullandığı MARC adlı program oldukça karmaşık bir programdı ve sadece uzman kişiler tarafından kullanılabilmekteydi. Daha sonraları EMYCIN kullanılarak SACON (Yapı Analiz Danışmanı) sistemi geliştirildi. Bu sistemde bir yapı mühendisi tasarım özelliklerini vermekte ve SACON bir takım analizler üretmektedir. Daha sonra MARC bu analizleri kullanabilmektedir. İlgi çekici bir uygulama ise, W.J. Clancey'in Stanford Üniversitesi'ndeki doktora çalışması içinde EMYCIN kullanarak geliştirdiği GUIDON paketidir.

GUIDON herhangi bir konuda eğitim verebilecek olan bir eğitim paketidir. Herhangi bir alandaki değerli pratik bilgileri, eğitim konusundaki pratik bilgiler ve kuralları birleştirerek GUIDON etkin bir eğitim yardımcısı olabilir. [17]

### 5.3 BAKIM İŞLEMLERİNDE UZMAN SİSTEMLERİN AVANTAJLARI

Uzman sistemler geleneksel yöntemlere göre bir takım avantajlar sunmaktadır. Bu avantajların hepsi doğru zamanda doğru bakımın yapılmasını kolaylaştırır. Bu avantajların bazıları şunlardır:

\* Bakım kısmında yeterli bilirkişi raporu: Bilirkişi raporu, gerçekte bilgi mühendisleri ve kullanılan uzmanların kabiliyetine dayanan, bilgi tabanı üzerinde inşa edilmiştir. Özel markaların ve makinaların modellerini bilen ve on veya daha fazla yıl tecrübeye sahip olan uzmanlar tercih edilir. Bilgi mühendisi ekipman hakkında yeterli bilgiye ve uzman ile iyi bağlantı kurma kabiliyetine sahip olmalıdır. Arıza yerlerinde bilirkişi raporuna sahip olma tamircilerin uzmanlıklarını artırmaktadır.

\* Sunulan bilgiler, şartlar ve yönteme bağlıdır: Uzman sistemler önceden bilinen verilere (data) bağlı olarak ihtiyaç duyulan bilgiyi sunabilir. Kullanıcı ihtiyaç duyduğu veriyi bulmak için, uzun bir metni yavaş yavaş incelemek zorunda değildir. Uzman sistemde kullanıcıya, özel bir çözüme nasıl ulaşıldığını veya belirli bir takım soruların niçin sorulduğunu gösteren açıklamalar verilebilir.

\* Doğru koruyucu bakım, sürekli olarak gerçekleştirilebilir: Koruyucu bakım durumunda verilecek kararın büyük bir kısmını, ne yapılacağı ve ne zaman yapılacağı oluşturur. Bu ise kişiye ve kişinin iş yapabilme kabiliyetine bağlıdır. Uzman sistemde makinanın durumu ve daha önce yapılan bakım bilgileri, yapılacak iş için bakım anında veya sürekli olarak kullanılabilir.

\* Detaylı kayıtlar tutulabilir: Kayıtların saklanması önemlidir. Bir uzman sistem gerekli bakımın yapılması için eski verileri saklar, hatta toplanan verilerden kapsamlı raporlar dahi hazırlanabilir. [16]

### 5.4 BAKIM İÇİN BİR UZMAN SİSTEMDE GEREKLİ FONKSİYONLAR

Bir uzman sistem, tamircinin rahat kullanabilmesi için bir takım fonksiyonlara sahip olması gerekir. Bunlar aşağıda incelenecektir:

\* Düzenleme (konfigürasyon) kabiliyeti: Bilgi tabanı değişik üreticilerin imalat ve modellerini kapsayacak şekilde yapılmalıdır. Düzenleme, çalışma farklılıklarını birbirine uygun hale getirmelidir.

\* Ziyaret yeri tipleri: Değişik ziyaret tipleri, tamircinin belirli işlemleri yapmasını gerektirir. Uzman, ziyaret tipini ve her bir ziyaret tipinde, hangi arıza teşhislerini yapacağına karar vermelidir.

\* Kullanıcıyla İletişim: Uzman sistem, talimatları göstermeli ve kullanıcının sorularını sormalıdır. Yazma miktarı en az seviyede olmalıdır. Mümkün merteye çoklu seçenekler sağlanmalıdır.

\* Açıklamalar: Uzman sistemlerin en güçlü özelliği belirli bir işlemin niçin yapıldığını izah etme kabiliyetine sahip olmasıdır. Bunda tamirciye sisteme niçin, ne zaman gerekli sorularını sorma kabiliyetini verir.

\* Grafikler: Kontrol edilen özel bir maddenin gösterimi için grafikler oldukça faydalıdır. Grafikler şekilsel olarak iyi bir parçanın nasıl gözükmesi gerektiği için kullanılabilir.

\* Yöntemler ve çevre hassasiyeti: Yöntem ve çevre hassasiyeti, kullanıcının makinanın tarihçesine ve önceden girilen bilgilere dayanarak değişik bakım ve kontrolleri yapmasını sağlar. Bu da yapılan işlemin yoğunlaştırılarak daha üretken olmasını sağlar.

\* Gösterge Değerleri: Su, sıcaklık, motor akımı, soğutucu akışkan değerleri, v.b. gibi son girilen değerler bir ziyarette herhangi bir zamanda gösterilmelidir.

\* Bakım şartları: İleriki ziyaretlerde hangi bakımın yapılacağını belirlemek için kullanılacak ve saklanacak şartlardır. "Fan kayışı değiştirildi" veya "soğutucu akışkan ilave edildi" gibi maddeler kaydedilmelidir.

\* Ertelenen çalışmalar: Bazı zamanlar çalışma, gerekli parçanın bulunmaması, yeterli zamanın olmaması veya makinanın mümkün olduğu takdirde dinlendirilmesi, gibi sebeplerden dolayı tehir edilir. Uzman sistem, makina bozuk durumda gerekli bakım yapılınca kadar çalıştırılacaksa, bu duruma müsaade etmelidir.

\* Raporlar: Ne bulunduğunu ve hangi işin yapıldığını gösteren dökümanlar müşteri ve servis veren için oldukça önemlidir. Yönetim gerçekleştirilen işi gözden geçirir. Raporlar, ertelenen işleri ve bakımı erteleme sonuçlarını

ihtiva etmelidir.

\* Tavsiyeler: Her bir kısım özel ihtiyaçlara sahiptir. Sistem bunları kaydedebilmeli ve herhangi bir zamanda gözden geçirmeyi sağlamalıdır. Bu ise çalışan bir makina için başka bir tamirci çağrılrsa dahi bakımın sürekliliğini sağlar.

\* Gösterge (display): Bazı alanların bir zamanda kullanıcıya gösterilmesi gerekir. İlgili sorular veya tavsiyelerin sürekli görünmesi gerekir. Faydalı bir müdahale için tamircinin makinanın durum parametrelerini incelemesi, makinanın nasıl şekillendiğini görmesi, izahat alması, bu zamana kadar yapılmış olan ziyaret durumlarını görmesi veya detaylı bilgi için grafikleri incelemesi gerekebilir. Arayüzün mümkün olduğu kadar dostça olması gerekir. Çünkü tamircilerin çoğu bilgisayar kullanımında fazla tecrübeli değildir. Tek fonksiyon tuşunun kullanımı mükemmel bir uygulamadır. [16]

## 5.5 ARIZA TEŞHİSİ YAPAN UZMAN SİSTEM ÖRNEKLERİ

### 5.5.1 ACE

ACE, otomatik kablo uzmanlığı için bilgi tabanlı bir sistem olup doğrudan telefon kablo bakımı için destek sağlamak üzere tasarlanmıştır. ACE bir danışman değildir, fakat hergün yüzlerce şikayet raporunun elde tutulmasını sağlayan tamamen otomatik teşhis sistemidir. Veri, ACE sistemi için CRAS (kablo tamir yönetimi sistemi) adı verilen bir veri yönetim ve rapor üretim sistemi tarafından üretilir. CRAS yerel telefon şebekesindeki arızalı bölgeler, gelecekteki çalışma gücü ihtiyaçları ve santral rehabilitasyon kararları hakkında malumat sağlar. Telefon kablo bakımı eğitilmiş analistleri gerektirir. Bunlar CRAS'dan rutin olarak çok sayıda ciltlerle bilgileri belirli bir dizide alıp inceleyerek sırasıyla bakım için uygun bilgileri tarif etmek üzere ve müşteri servisindeki talepleri giderecek şekilde ortaya koyarlar.

ACE uzman sistemi üç elemandan oluşmuştur, bunlar; sonuç çıkarma mekanizması, bilgi tabanı ve küresel veri tabanı. ACE'nin sonuç çıkarma mekanizması, bir ileriye doğru zincirleme sisteminin icrasıdır. [18]

### 5.5.2 DART

DART, arıza teşhisi için yardım referans aleti anlamında olup IBM saha personeline bilgisayar arızalarının teşhisinde danışmanlık yapan otomatikleştirilmiş bir danışmandır. DART, gözlenen arızalar için hem donanım hem de yazılım sistem elemanlarını temsil edecek şekilde önemli faktörlerin ve sonuçlandırmaya destek veren ıspatlar hakkında açıklamalar takdim eder. [18]

### 5.5.3 FIS

FIS arıza izolasyon sistemi demek olup elektronik cihazların arıza bulma işlemlerinde yardım eden bir uzman sistemdir. FIS ilk olarak çeşitli seviyedeki yükselticilerin, güç kaynaklarının ve daha büyük elemanların arızalarını izole ederek analog sistemlerin arıza teşhisi amaçlanmıştır. Onun sonuç çıkarma metodları otomatik test ekipmanları (ATE) programlarının meydana getirilmesinde, mekanik, hidrolik, optik ve diğer eleman tiplerinin ihtiva edildiği sistemlerin arıza izolasyonunda olduğu gibi, gerçek zamanlı ATE kontrolunda kullanılabilir. [18]

### 5.5.4 LES

Lockheed Uzman sistemi (LES) gerçekte arıza teşhisi yapan bir uzman sistemi değildir fakat EMYCIN'e benzer kurallarda olduğu gibi uzman sistemlerin inşası için çatıdır. Burada LES'in özel bir elektronik sistemde, Baseband Dağıtım Alt Sistemlerinde (BDS) kullanımını gözden geçireceğiz. BDS 40'ın üzerinde baseband giriş sinyallerini kabul edilebilir ve onların herhangi birini bilgisayar kontrolu altında 304'den fazla baseband çıkış sinyaline bağlar. BDS, bu çoklu bağlantılara sinyal zayıflaması olmaksızın kendiliğinden müsaade eder. BDS; 16 ekipman kabini, bir terminal ve çizgi yazıcısından oluşur. [18]

### 5.5.5 İLAVE SİSTEMLER

Bu bölümde çeşitli ilave arıza teşhis uzman sistemleri kısaca gözden geçirilecektir. Zeki Arıza Teşhis Aleti (IDT), Dijital Ekipman Şirketi tarafından PDP 11/03 bilgisayarlarında arızaya neden olan değişebilir ünitelerin yerleşiminde bir alan teknisyenine yardım etmek amacıyla geliştirilmiştir. FOREST; elektronik ekipmanda arızaları teşhis ve izole eder, mevcut otomatik test ekipmanı (ATE)

teşhis yazılımının izolasyon kabiliyetlerine ve arıza kontrollarına ilaveler yapar.

IN-ATE, Textronik Model 465'in osilaskop davranış analizi aracılığında ve bir teknisyen ile test noktası karar ağacının meydana getirilmesine yardım eder. Mesaj İz Analizi (MTA), Waterloo Üniversitesi tarafından yüzlerce işlemciyi kapsayan büyük haberleşme anahtarlama makinaları gibi gerçek zamanlı sistemlerin problemlerini teşhis etmek için geliştirilmiştir. [18]

FBNEXPERT bir FASTBUS veri toplama sisteminin kontrolu ve bakımında operatörlere yardım etmek üzere tasarlanmış bir uzman sistemi olup arıza teşhisi ve arıza giderme esnasında insan uzmanlarına dahi yardımcı olur. [21]

MELDASH, güç şebekelerinde kullanılan modele dayalı bir uzman sistem kabuğu olup bir elektrik güç şirketinin araştırma kısmına bir arıza restorasyon sistemi olarak uygulanabilir. [22]

## BÖLÜM 6

### ARIZA TEŞHİSİ YAPAN UZMAN SİSTEMİN İNŞA EDİLMESİ

#### 6.1 GİRİŞ

Gelecek yüzyılın, yani 21. yüzyılın üst düzey toplumları, aslında hem "iletişim toplumu" hem de ondan biraz daha farklı olması gereken "bilgi toplumu" olma özelliklerini taşıyacaklardır. Ne varki, her türlü bilginin, çok geniş ve zengin teknolojilerle sağlanma imkanı kendiliğinden "bilgi toplumu"nu oluşturmaz. Bilgi toplumu ancak, bu malumatların düşünce ve muhayyile süzgeçlerinden geçirilerek, toplum üyelerine maledilmesi ve günlük yaşayışın organik bir parçası haline getirilmesi ile gerçekleşmiş olur. [19] Uzman sistemler, bilginin ve tecrübenin verimli şekilde kullanılmasını sağlayan programlar oldukları için bilgi toplumuna geçişi hızlandıracak kolaylıklar sunacaklardır.

Uzman sistemlerin ülkemize yeni yeni girmesi nedeniyle, henüz bilgi mühendisliği bir meslek olarak bilinmemektedir. Ancak bilgisayarın eğitimde kullanılması yaygınlaştıkça, paket eğitim programlarının sayısı artmaktadır. Buna bağlı olarak, gerek Milli Eğitim Bakanlığı bünyesinde gerekse üniversitelerde "Bilgisayar Destekli Eğitim" konusunda önemli çalışmalar yapılmaktadır. Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde ilk defa 1987-1988 öğretim yılında "Bilgisayar Destekli Eğitim" dersi açıldı. Bu dersi bizimle birlikte ilk defa alan arkadaşlarımız Türkiye'deki bir çok pilot Endüstri Meslek Liselerinde bu konuda "Uzman Öğretici" olarak görev aldılar. Bizi "Uzman Sistemler" konusunda çalışmaya sevkeden unsur, o yıllarda aldığımız bu tip dersler olmuştur.

Bu çalışma esnasında gözlemlerimiz, "Alan Uzmanı" olarak Türkiye'de soğutma alanında bir çok değerli uzman bulunmasına rağmen bu uzmanlardan gereği gibi faydalanamadığımız, acı gerçeği olmuştur. Bu elemanlardan; yapacakları yayın, kurs ve

seminerlerle faydalanılması gerekir. Bu konudaki tercüme ve telif yayınların eksikliği, soğutma mesleğine ilgi duyan kimseler açısından bir dezavantajdır. Buna bağlı olarak, bu çalışmamızda; uzmanların, kompresyonlu soğutma sistemleri arızalarının teşhisi ile ilgili bilgi ve tecrübelerini kalıcı hale getirmeyi hedeflemiş bulunuyoruz.

Bilgi tabanlı uzman sistemin inşa edilmesi, daha önce belirtilen bazı adımlara bağlı olarak yapılabilir. Bunlar: Tarif etme, kavramlaştırma, yapısallaştırma, tamamlama ve deneme adımlarıdır.

İlk olarak, uzman sistemin hangi amaç için geliştirileceği, ana fonksiyonlarının neler olacağı hakkında, genel bir çerçeve oluşturuldu. Bu çerçeveye göre, uzman sistem arıza teşhisi yapacak ve koruyucu (periyodik) bakım konusunda son kullanıcılara yardımcı olacaktı. Arıza teşhisinin mantığı şu şekilde kuruldu: Uzman sistem kullanıcıya, belirlenen bilgi tabanları ile ilgili temel şikayetleri sunacak, kullanıcı bu şikayetlerden herhangi birini seçecektir. Uzman sistem programı, seçilen bu şikayete bağlı olarak kullanıcıya, arızayı en kısa yoldan ele verecek belirtileri soracak, bu sorulara verilen cevaplar doğrultusunda program arızayı teşhis edecekti. Arıza teşhisi için, program bilgi tabanlarındaki bilgilerin çok özlü ve herkesçe kabul edilen bilgiler olması şarttı. Bundan dolayı ülkemizde bu konuda çalışan, tanınmış uzmanlar ile çeşitli görüşmeler yapılması ve çok iyi literatür taraması gerekiyordu.

Bir programın arıza teşhisi yapabilmesi için mantıksal yargılama yapabilmesi gerekiyordu. Bu amacı karşılayacak programlama dilleri araştırıldığında, karşımıza PROLOG ve LISP programlama dilleri ile karşılaştık. Ayrıca bu programlama dilleri veya farklı programlama dilleri kullanılarak geliştirilmiş Uzman Sistem Kabuk (shell) Programları da mevcuttu. Özellikle PROLOG programlama dilinin örnek programları incelendiğinde, mantıksal yargılama işlemleri için çok uygun bir yapıda olduğu anlaşıldı. Sınıflandırma için hazırlanmış olan GENI.PRO programının mantığının, bizim amaçlarımızla çakıştığı görüldü. Bu programı, çekirdek program kabul edip geliştirmeyi hedefledik. Programın bizim amaçlarımız doğrultusunda geliştirilmesi için PROLOG konusunda çalışan bir uzman ile birlikte çalışmalara başladık. Çalışmalarımız iki yıl kadar sürdü. Bu arada bilgi tabanları ile araştırmalarımız ve bilgi derleme çalışmalarımız devam etti.

Programın geliştirme kademelerinde bazı örnek bilgi girişleri yapılarak, programın istenenlere ne ölçüde cevap verdiği denendi. Bu şekilde programın arıza teşhis mekanizmasının sağlıklı bir şekilde işlemesi için gerekli

düzenlemeler sağlandı. Arıza teşhis mekanizmasından sonra bilgilerin programda belli bir formatta listelenebilmesi üzerinde çalışmalara başladık. Özellikle bu fonksiyonda, bilgiler artınca, hafıza yetersizliği ortaya çıktı. Program bilgilerin hepsini tarayıp belli bir formatta dizebilmek için kullandığı hafızalar (Stack, Heap) belli bir sınırdan sonra yetersiz olmaya başladı. Bu problemi, program hafızasını daha ekonomik kullanacak şekilde değiştirerek giderdik. Şu anda programdaki bilgi tabanlarına girilen bilgiler için, belli bir sınırlılık olmayıp bilgisayarın hafızası (RAM) ölçüsünde bilgiler girilip listelenebilmektedir.

Programın tamamlanması esnasında, programa "Bakım Kartı" işlemleri için, bazı özellikler de ilave edildi. Bu özellikler sayesinde program, bakım kartı arşivleme işlemleri yapabilmekte, istenildiği anda, eski bakım kartlarını listeleyebilmekte ve bunları yazıcıdan verebilmektedir.

Bunlara ilave olarak, normal çalışma karakteristikleri girilmek suretiyle bakım kartı değerlerinin analizi de sağlanmıştır.

Program tamamlandıktan sonra, sıra deneme safhasına gelmişti. Programı, başta referanslarda isimleri bulunan soğutma uzmanlarına ve TÜBİTAK M.A.M. Yapay Zeka Bölümü'ne inceleterek, onların tavsiye ve tasviplerini aldık. Bu tavsiyeler doğrultusunda bazı düzenlemeler yaparak, program ve bilgi tabanının, belli bir yeterliliğe ulaştığı kanaatine vardık.

## 6.2 BİLGİ TABANININ HAZIRLANMASI

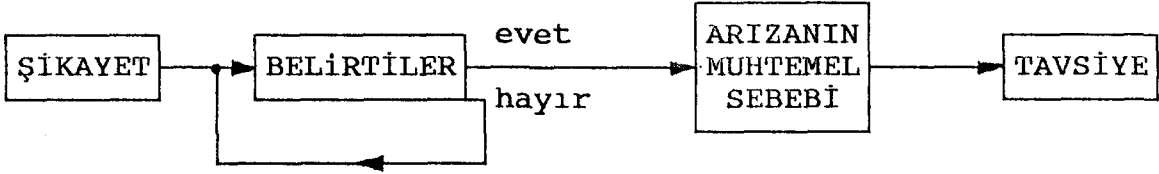
Uzman sistem arıza teşhis programında her bir soğutma elemanı, hatta aksesuarı için, bilgi tabanı dosyaları açılmıştır. Bu dosyalara girilen bilgilerin hazırlanması, aşağıdaki adımlar ile mümkün olmuştur.

Geliştirilecek bilgi tabanı, arıza teşhisi yapacak uzman sistemde kullanılacağı için, bilgi kaynağı olarak soğutma uzmanları ve uzmanlar tarafından hazırlanmış yayınlar kullanılmıştır.

Soğutma sistemi elemanları için, "arıza anket formu" hazırlayıp bu formları soğutma konusunda uzmanlaşmış mühendis ve teknik elemanlara verdik. Daha sonra bu formları toplayıp değerlendirdik. Ayrıca referanslarda belirtilen uzman şahıslarla yapılan görüşmelerle bilgi desteği sağlandı.

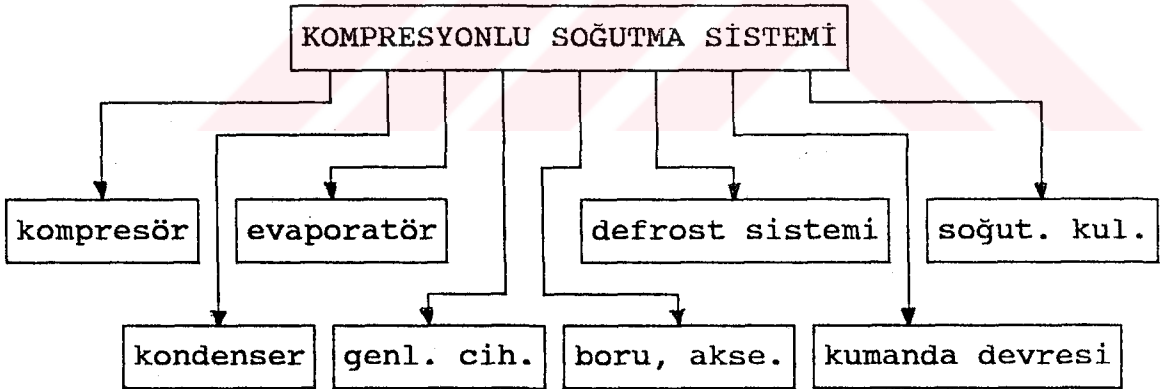
İlk olarak, uzman sistemin çalışma mantığı kuruldu. Bu

mantık bir "şikayet" tipinden yola çıkarak, kullanıcıya "belirtiler" sunacak ve kullanıcı bu belirtilere "evet", "hayır" veya "neden" cevapları vermek suretiyle program "muhtemel sebep" e doğru yönlenecektir. Muhtemel sebep bulunduktan sonra, kullanıcıya ayrıca "tavsiye" yapılacaktır. İşte soğutma sistem arızalarının bu mantığa göre "şikayet", "belirtiler", "muhtemel sebepler" ve "tavsiyeler" şeklinde tasnif edilmesi gerekmektedir. (Şekil-6.1)

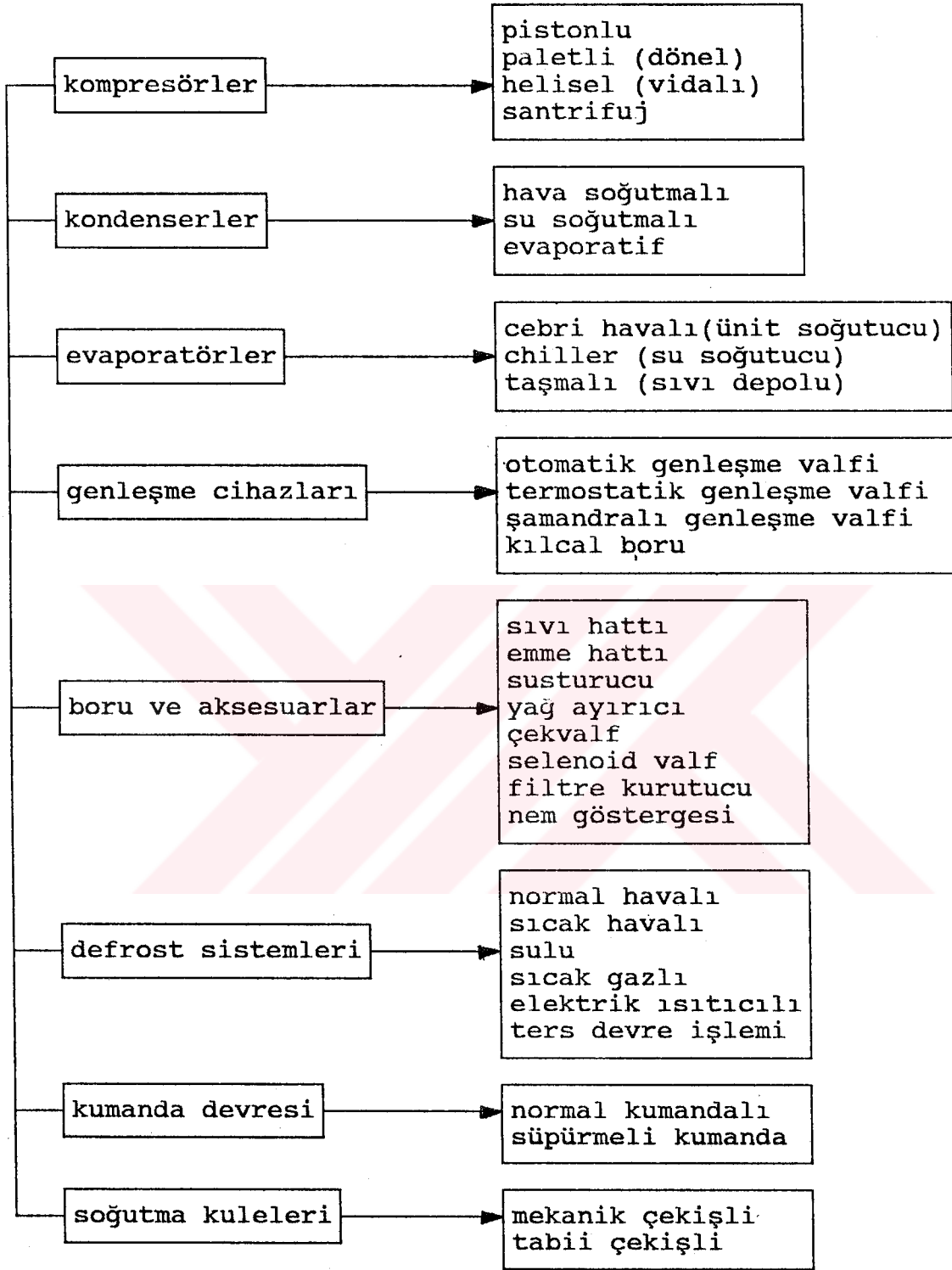


Şekil-6.1 Uzman sistemin arıza bulma mantığı

Soğutma sistemi şekil-6.2'deki gibi elemanlara ayrıldı. Ayrıca bu elemanları da kendi aralarında alt sınıflara (tiplere) ayırmak gerekiyordu. Bütün ana elemanlar, kendi içlerinde alt elemanlara ayrıldı. (Şekil-6.3)



Şekil-6.2 Kompresyonlu soğutma sistemi elemanları



Şekil-6.3 Soğutma elemanlarının alt elemanları (tipleri)

Soğutma tesisatında, arızanın aranması ve yerinin tespit edilmesi çok önemlidir. Bir doktorun hastasının hastalığını teşhis etmesi anlamını taşıyan bu ameliye, bir bakıma hastalık teşhisinden daha güç olabilir. Zira ortada derdini ve ağrısının yerini söyleyebilecek bir insan yoktur. Arızayı tespit edecek teknisyenin işi bazen çok güç olabilir. Bu sebeple aramayı ve muayeneyi yapacak teknisyenin hem çok tecrübeli ve bilgili olması, hem de çok dikkatli hareket etmesi gerekir. [20]

Arıza analizinde ilk adım, problemin mantıksal tarzda belirlenmesidir. Bakım teknisyenleri, problemi halletmek veya durumu doğru olarak tesbit etmek için bir çok servis soruları sormak zorundadırlar.

Ünitenin bakım kartları ve çalışma performansı arıza teşhisi için çok faydalıdır. Operatör; anormal çalışma durumları ve problemler gibi gözlemlerini not etmelidir. Kart; değiştirilen parçaları, yapılan servisleri, çalışma ve güvenlik kontrollerinin kapatma değerlerini dahi listelemelidir.

Ayrıca ünitenin çalışma sesinin dinlenmesi ve durumunun gözlenmesi dahi, arıza teşhisine yardımcı olabilir. Anormal gürültü ve çalışma durumları herhangi bir arıza durumu için ipuçları verebilir.

Başarılı bir arıza gidermenin anahtarı, soğutma sisteminin nasıl çalıştığını ve her elemanın sistemde nasıl bir fonksiyona sahip olduğunu bilmektir. Çünkü soğutma sistemleri, borularla birleştirilen en az dört ana elemana sahip olduğundan, bir elemanın diğer üç elemanın çalışmasına olan etkisini anlamak gerekir. Bir elemandaki problem diğer elemanlarda da problemlere neden olabilir.

Soğutma sisteminde, eleman arızalarının yanısıra dış faktörler dahi problemlere sebep olabilmektedir. Bu faktörler hava, su ve enerjiyi ihtiva etmektedir. Çalışma prosedürü ve iklim şartları dahi sistem üzerinde bir etkiye sahiptir. Yük değişimleri de ayrıca problemlere sebep olabilir. Bir veya daha fazla etkiler mevcut olabileceğinden, sistem verimi ile ilgili tüm bilgilere sahip olmak gereklidir. [19]

Arıza teşhisi yapan uzman sistem geliştirilebilmesi için belirli arıza durumlarının tesbitinde o arıza durumlarına uyan belirtilerin çıkarılması gerekmektedir. İşte bu belirtiler yukarıda vurgulanan hususlar göz önüne alınmak suretiyle hazırlanmalı, dolayısıyla kullanıcının en kısa zamanda arızanın sebebini bulabilmesi sağlanabilmelidir.

Arıza teşhisi ve analizi için bir çok arıza listeleri

mevcuttur. Listelerin detaylı ve yeterli olması, uygulamalara bağlıdır. Listeler özel üniteler için oldukça kapsamlı seçilmelidir. Arıza teşhis listelerinde, arızaların listelenmesi genellikle şu şekilde yapılmaktadır: Şikayetler (problemler), muhtemel sebepler ve tavsiye edilen işlemler. Bazı listelerde bunlara ilaveten belirtiler de bulunabilir.

Uzman sistemde, çeşitli ekipmanlara ait kullandığımız şikayet tipleri genellikle arıza listelerinden alınmıştır. Ancak bazı soğutma sistem elemanları (sıvı hattı, selenoid valf, v.b.) arıza listelerinde bulunmadığı için bu elemanlara ait şikayetleri, arıza teşhisi ile ilgili yayınları taramak suretiyle çıkarıldı. Mesela sıvı hattı için çıkardığımız şikayet tipleri aşağıda verilmiştir:

- \* Sıvı hattında akış kısıtlaması var
- \* Sıvı hattı sıcaklığı normalden fazla
- \* Sıvı hattı sıcaklığı normalden düşük

Bir ünite de, aynı şikayete (problem) neden olan bir çok arıza durumları mevcuttur. Bunlar "muhtemel sebepler" olarak tariflenir. Bu muhtemel sebeplerin herbiri bilgi tabanı için bir kuraldır. Bilgi tabanında kurallar, şikayetler ve belirtilerle irtibatlandırılır. Mesela "kompresör çalışıyor fakat aşırı akım çektiği için termik atıyor" şikayeti için geçerli olan kurallar şunlardır:

- \* Kompresör kablo bağlantısı yanlış (hermetik tek fazlı)
- \* Röle kontakları yapışık (hermetik tek fazlı)
- \* Daimi kapasitör kısa devre olmuştur
- \* Motor sargı yalıtımları bozulduğundan kısa devre oluşuyor
- \* Motor sargıları topraklanmış
- \* Kompresörde mekanik sıkışma mevcut

Dikkat edilirse bu kurallar, ünite deki kumanda ve işletme cihazlarının sayısına, ünitenin tip sayısına bağlı olarak artmaktadır. Yine aynı arıza sebepleri farklı şikayetlere sebep olabileceği için farklı şikayetler altında bulunabilir.

Belirtiler, herhangi bir şikayetten yola çıkılarak yapılan kontrol ve gözlemlerin neticesidir. Bazen aynı belirtiler farklı arıza durumlarını gösterebilir. Bu durumda bilgi tabanında öncelik, yani tercih sırası olması gerekecektir. Daha çok karşılaşılan arıza durumu öncelik sırasını alacak, daha az görülen arıza ise sonraya bırakılacaktır.

Belirtiler; sadece basınçlar, sıcaklıklar ve elektriki değerlerden ibaret değildir. Bunların dışında anormal gürültüler, titreşimler, karlanmalar, köpüklenmesi, v.b. gibi

durumlarda problemin teşhis edilmesinde yardımcı olabilir. Mesela emme hattı için, "soğutucu akışkan miktarı yetersiz" arızasının belirtileri şunlardır:

- \* Basma ve emme hattı basıncı normalden düşük
- \* Gözetleme camında kabarcıklar mevcut

Arızanın sebebi bulunduktan sonra yapılacak işleme "tavsiye edilen işlem" adı veriyoruz. Tavsiye edilen işlem, arıza teşhisine göre çok çok kolaydır. Çünkü esas tamiri yapmak, problemi bulmak kadar uzun zaman almaz. Ne yapılacağına karar verilir ve bunun için gerekli hazırlıklar yapılır.

Tavsiye edilen işlemler, pahalı veya ucuz çözümler üretebilir. Mesela bir servis milinin, mil contası kaçak yapıyorsa, bu durumda tavsiye olarak servis valfinin değiştirilmesi önerilebilir ki bu pahalı bir çözümdür veya valf mil contasına teflon bant takviyesi yapılması da tavsiye edilebilir ki bu da ekonomik çözümdür.

### 6.3 BİLGİLERİN PROGRAMA GİRİLMESİ

Uzman sistem programına bilgi girilebilmesi için bilgi tabanı dosyasının önceden açılmış olması gerekmektedir. Şayet yeni bir dosya için bilgi girişi yapılacaksa, önce "dosya işleri" opsiyonundan yeni dosya ilavesi yapılmalıdır.

Bilgi girişi yapılmadan önce, kendisine bilgi yüklenecek dosyanın "bilgi yükleme" opsiyonundan hafızaya alınması gerekmektedir. Bilgi tabanı dosyası hafızaya yüklenmeli ve sonra, "bilgi işlemleri" opsiyonundan yardımcı menüye geçilmelidir. Yardımcı menüden, "bilgi ilavesi" seçeneğine girilirse, ekranda "şikayet kodu:" yazısı çıkar. Bu kodlama bilgi ilavesinde şikayetlerin her defasında tekrar yazılmasını önlemek için kullanılır. Kod olarak bir harf/rakam kombinasyonu girilir. Daha sonra ekrandaki "şikayet:" bölümüne ilk defa girilecek şikayet yazılır. Daha önceki bir şikayete arıza ilavesi yapılacaksa, sadece şikayet kodunun girilmesiyle, şikayet otomatik olarak ekrana gelecektir. Daha sonra "belirtiler" ayrı satırlar halinde ekrana çıkar. Belirtiler çok sayıda olabileceği için "space bar" (boşluk) girilinceye kadar belirtilerin girilmesi devam eder. Daha sonra sırasıyla "muhtemel sebep:" ve "tavsiye:" maddeleri ekrana çıkar. Bunlara da bilgi girişi yapıldıktan sonra, ekrana "bilgiler xxxxxxxx.gni dosyasına ilave edildi" uyarısı çıkar. Bilgi girişine devam edilecekse, "enter" tuşuna basılarak önceki işlemler tekrarlanır. Şayet bilgi girişi yapılmayacaksa, "Esc" tuşuna basılarak ana menüye dönlür.

Yukarıda anlatılan işlemler ile bütün bilgi dosyalarına bilgi girişi yapıldı. Bu dosyalar TABLO-6.1'de listelenmiştir:

TABLO-6.1 Programdaki bilgi tabanı dosyaları

ASAGIPOM.GNI	CEKVALFA.GNI	CHILLERE.GNI	ELEKISIT.GNI
EMMEHATT.GNI	EVAPORAK.GNI	FİLTREKU.GNI	HAVALIEV.GNI
HAVALIKN.GNI	HELİSEL.GNI	KILCALBO.GNI	MEKAKULE.GNI
NEMGOSTE.GNI	NORMALHA.GNI	NORMALKU.GNI	OTOMATİK.GNI
PALETLI.GNI	PISTONLU.GNI	SAMANDRA.GNI	SANTRIFU.GNI
SELENOID.GNI	SICAKGAZ.GNI	SICAKHAV.GNI	SIVIHATT.GNI
SULUDEFR.GNI	SULUKOND.GNI	SUSTURUC.GNI	TABIKULE.GNI
TASMALIE.GNI	TERMOSTA.GNI	TERSDEVR.GNI	YAGAYIRI.GNI

## BÖLÜM 7

### BİLGİ TABANI DOSYALARINDAKİ BİLGİLERİN LİSTELENMESİ

#### 7.1 KOMPRESÖR ARIZALARI

##### 7.1.1 PİSTONLU KOMPRESÖRLER

```
rule(1,"s1","Elektrik hattı kesik",[1])
rule(2,"s1","Hat sigortaları yanık",[2,3])
rule(3,"s1","Kumanda devresi sigortası atmış",[4,5])
rule(4,"s1","Başlatma anahtarı (pako şalter) arızalı",[6,7])
rule(5,"s1","Voltaj çok düşük",[8,9])
rule(6,"s1","Başlatma selenoidi arızalı",[10,11])
rule(7,"s1","Soğutucu akışkan şarjı eksik",[12,13,14,15])
rule(8,"s1","Kompresör yatak sarmış",[16,17])
rule(9,"s1","Motor sargılarında veya hatta kısa devre
mevcut",[18,19])
rule(10,"s1","Kontaktör bobini arızalı",[20,21])
rule(11,"s1","Kontaktör kontakları arızalı",[22])
rule(12,"s1","Yüksek basınç anahtarı devreyi kesmiş",
[23,24])
rule(13,"s1","Yüksek basınç anahtarı yanlış ayarlanmış",
[25,26])
rule(14,"s1","Alçak basınç anahtarı devreyi kesiyor",[28,29])
rule(15,"s1","Alçak basınç anahtarı yanlış ayarlanmış",
[28,30])
rule(16,"s1","Motor termiği devreyi kesiyor",[31,32])
rule(17,"s1","Akış kontrol anahtarı devreyi kesiyor",[33,34])
rule(18,"s1","Donma termostatu devreyi kesiyor",[35,36])
rule(19,"s1","Motor iç sargı termiği devreyi kesmiş",[37,38])
rule(20,"s2","Hat voltajı düşük",[39,40])
rule(21,"s2","Motor sargıları kısa devreli",[39,41])
rule(22,"s2","Motor sargıları topraklanmış",[39,42])
rule(23,"s2","Kompresör yatak sarmış veya hareketli
elemanlarda sıkışma var",[43,44])
rule(24,"s3","Kompresör kablo bağlantısı yanlış",[45,46])
rule(25,"s3","Röle kontakları yapışık",[45,47])
```

rule(26,"s3","Daimi kapasitör kısa devre olmuştur",[45,48])  
rule(27,"s3","Motor sargı yalıtımları bozulduğundan kısa devre oluşuyor",[41])  
rule(28,"s3","Motor sargıları topraklanmış",[41,49])  
rule(29,"s3","Kompresörde mekanik sıkışma mevcut",[44])  
rule(30,"s4","Anahtarların diferansiyel ayarları küçük seçilmiş",[50])  
rule(31,"s4","Evaporaatör kirli veya karlı olduğundan emme hattı basıncı düşüyor",[51,52])  
rule(32,"s4","Kondenser kirli olduğundan yüksek taraf basıncı aşırı artıyor",[24,53])  
rule(33,"s4","Sistemde aşırı soğutucu akışkan mevcut",[54,55])  
rule(34,"s4","Sistemdeki soğutucu akışkan şarjı eksik",[56,57])  
rule(35,"s4","Yüksek basınç anahtarı normalden düşük değere ayarlanmıştır",[58,59])  
rule(36,"s4","Alçak basınç anahtarı normalden yüksek değere ayarlanmış",[58,60])  
rule(37,"s5","Voltaaj düşük olduğundan motor aşırı zorlanıyor",[69,70])  
rule(38,"s5","Eksik yağlama",[44,71,72])  
rule(39,"s5","Genleşme valfinin kızgınlık ayarı normalden fazla",[73,74])  
rule(40,"s5","Soğutma yükü çok fazla",[75,76,77])  
rule(41,"s5","Sistemde aşırı soğutucu akışkan şarjı mevcut",[78])  
rule(42,"s5","Kompresör sıkışık çalışıyor",[44,79])  
rule(43,"s5","Fazlar dengesiz",[43,80])  
rule(44,"s6","Soğutucu şarjı eksik",[61,62,63])  
rule(45,"s6","Kumanda devresindeki işletme anahtarının kontaktları kapalı",[64,65])  
rule(46,"s6","Kondenser kirli",[66,67,68])  
rule(47,"s6","Sistemde hava veya yoğuşmayan gazlar mevcut",[66,123,124,125])  
rule(48,"s6","Genleşme valfi veya filtre tıkalı",[51,24,126])  
rule(49,"s6","Evaporatör kangalı karlı veya tıkalı",[51,127,67])  
rule(50,"s6","Termostat ayarı çok düşük",[128,129])  
rule(51,"s6","Aşırı soğutucu akışkan şarjı mevcut",[130,131])  
rule(52,"s6","Kompresörün hacimsel verimi düşük",[132,133,134])  
rule(53,"s6","Kontaktör kontaktları yapışmış",[135])  
rule(54,"s7","Yağlama yetersiz",[81])  
rule(55,"s7","Kompresörde mekanik arıza mevcut",[82])  
rule(56,"s7","Kompresöre sıvı yürümesi mevcut",[83,84])  
rule(57,"s7","Kompresör karterinde soğutucu akışkan yoğunlaşması oluyor",[83,84,85])  
rule(58,"s7","Kompresör temel bağlantıları gevşek",[86])  
rule(59,"s7","Borular birbirine temas ediyor",[87])  
rule(60,"s7","Nakliye veya koruma civataları sökülmemiş",[88])

rule(61,"s8","Yağlama filtresi veya hatları tıkalı",[89,71,44])  
rule(62,"s8","Kompresöre sıvı halde soğutucu akışkan geliyor",[90,91,92])  
rule(63,"s8","Soğutucu akışkan yetersiz olduğundan kompresör yağ eksiltiyor",[56,93,71])  
rule(64,"s8","Yağın bir kısmı sistemde dolaştığı için karterdeki seviye düşük",[94,95,96])  
rule(65,"s8","Soğutma yükü çok fazla olduğu için kompresör yağ eksiltiyor",[97,98,99])  
rule(66,"s8","Kızgınlık değeri yüksek olduğundan kompresör ısınıp yağ kaybediyor",[100,101,99])  
rule(67,"s8","Yağ pompası arızalı veya filtresi tıkalı",[102,103,71])  
rule(68,"s8","Soğutucu akışkan yağın içinde yoğunlaştığı için yağı sürüklüyor",[104,91,105])  
rule(69,"s8","Mil sızdırmazlık elemanı (körük) arızalı",[144])  
rule(70,"s9","Yağ basınç göstergesi yanlış gösteriyor",[107,108])  
rule(71,"s9","Karterdeki yağ seviyesi çok düşük",[109,71,44])  
rule(72,"s9","Yağ emniyet valfi arızalı veya ayarsız",[110,111])  
rule(73,"s9","Yağ pompası arızalı",[112,92,99])  
rule(74,"s9","Yağ boruları veya filtresi tıkalı",[112,92,113])  
rule(75,"s9","Kartere soğutucu akışkan karışıyor",[114,115,116])  
rule(76,"s10","Gösterge yanlış gösteriyor",[117,118,119])  
rule(77,"s10","Yağ emniyet valfi arızalı",[120,118])  
rule(78,"s10","Yağ dağıtım boruları tıkalı",[121,122])  
rule(79,"s11","Kompresör ile taban arasına yanlış izolasyon konulmuş",[136])  
rule(80,"s11","Kompresör bağlantı civataları aşırı sıkılmış",[137])  
rule(81,"s11","Kompresörün iç parçalarında kırılma veya aşınma mevcut",[138])  
rule(82,"s11","Emme ve basma hattı bağlantıları titreşimli yerlere yapılmış",[139])  
rule(83,"s12","Kompresöre sıvı halde soğutucu akışkan geliyor",[140])  
rule(84,"s13","Sistemdeki soğutucu akışkan şarjı eksik",[141,62,61])  
rule(85,"s13","Genleşme valfinin kızgınlık değeri yüksek",[141,51,24])  
rule(86,"s14","Kapak contaları yıpranmış",[142,143])  
tavsiye(1,"T.E.K. Arıza Servisine elektrik kesintisinin sebebinin sorun")  
tavsiye(2,"Sigortaları değiştirin, sigortaların niçin yandığını araştırın")  
tavsiye(3,"Sigortayı değiştirin, niçin attığını araştırın")  
tavsiye(4,"Anahtarı değiştirin")

tavsiye(5,"Voltaj düşüklüğünün nedenini araştırın")  
tavsiye(6,"Selenoid valfi tamir edin")  
tavsiye(7,"Sisteme soğutucu akışkan ilave edin")  
tavsiye(8,"Kompresörü sökün, yatakları yenileyin")  
tavsiye(9,"Ohmmetre yardımıyla kısa devreyi veya sargıları test edin")  
tavsiye(10,"Bobini veya kontaktörü değiştirin")  
tavsiye(11,"Kontakları veya kontaktörü değiştirin")  
tavsiye(12,"Sistemdeki basınç yükselmesinin nedenini araştırın")  
tavsiye(13,"Anahtarı uygun değere ayarlayın")  
tavsiye(14,"Sistemdeki basınç düşmesinin nedenini araştırın")  
tavsiye(15,"Anahtarı uygun değere ayarlayın")  
tavsiye(16,"Bunun nedenlerini araştırın")  
tavsiye(17,"Su sistemindeki akış problemini araştırın")  
tavsiye(18,"İşletme termostatını veya su debisindeki azalmayı kontrol edin")  
tavsiye(19,"Motorun soğumasını bekleyin, aşırı ısınmanı nedenini araştırın")  
tavsiye(20,"Voltaj düşüklüğünün nedenini araştırın")  
tavsiye(21,"Motoru yenileyin")  
tavsiye(22,"Motoru yenileyin")  
tavsiye(23,"Kompresörü söküp sıkışmanın nedenini öğrenin")  
tavsiye(24,"Terminallerini ohmmetre ile teşhis edip bağlantıyı düzeltin")  
tavsiye(25,"Röleyi değiştirin")  
tavsiye(26,"Kapasitörü değiştirin")  
tavsiye(27,"Motoru yenileyin")  
tavsiye(28,"Motoru yenileyin")  
tavsiye(29,"Kompresörü sökün bozulan parçaları değiştirin")  
tavsiye(30,"Diferansiyel ayarlarını tablolara uygun olarak ayarlayın")  
tavsiye(31,"Evaporatörü temizleyin veya defrost yaptırın")  
tavsiye(32,"Kondenseri temizleyin")  
tavsiye(33,"Akışkanın bir kısmını tahliye edin")  
tavsiye(34,"Sisteme gaz ilave edin")  
tavsiye(35,"Basınç anahtarını ayarlayın")  
tavsiye(36,"Basınç anahtarını uygun değere ayarlayın")  
tavsiye(37,"Voltaj düşmesinin nedenini araştırın")  
tavsiye(38,"Yağ ilave edin veya yağ basıncının düşme nedenini araştırın")  
tavsiye(39,"Valfın kızgınlık ayarını düşürün")  
tavsiye(40,"Kompresör soğutma yüküne göre yetersiz kalıyor, gerekiyorsa ilave yapın")  
tavsiye(41,"Akışkanın bir kısmını tahliye edin")  
tavsiye(42,"Kompresörü sökün aşınan parçaları değiştirin")  
tavsiye(43,"faz dengesizliğinin nedenini araştırın, T.E.K. Arıza Servisini arayın")  
tavsiye(44,"Sistemin kaçaklarını tamir edin ve gaz ilavesi yapın")  
tavsiye(45,"Kontakları temizleyin veya kumanda elemanını değiştirin")

- tavsiye(46,"Kondenseri temizleyin")  
tavsiye(47,"Hava ve yoğuşmayan gazları tahliye edin")  
tavsiye(48,"Valf veya filtreyi temizleyin veya değiştirin")  
tavsiye(49,"Karlari eritin veya kangalı temizleyin")  
tavsiye(50,"Termostatı tekrar ayarla")  
tavsiye(51,"Soğutucu akışkanın bir kısmını boşaltın")  
tavsiye(52,"Süapları veya piston-silindir boşluğunu (klerans) kontrol edin")  
tavsiye(53,"Kontaktörü tamir edin veya değiştirin")  
tavsiye(54,"Yağ ilave edin veya basıncı niçin düştüğünü araştırın")  
tavsiye(55,"Kompresörü sökün aşınan parçaları değiştirin")  
tavsiye(56,"Genleşme valfinin kızgınlığını ayarlayın")  
tavsiye(57,"Sisteme karter ısıtıcısı veya pump-downlı kumanda ilave edin")  
tavsiye(58,"Kompresör zemin bağlantısını kurallara uygun olarak yapın")  
tavsiye(59,"Boruları duvara uygun aralıklarla tesbit edin")  
tavsiye(60,"Nakliye civataları sökün")  
tavsiye(61,"Filtreyi değiştirin, hatları kontrol edin")  
tavsiye(62,"Genleşme valfinin kızgınlık ayarını kontrol edin")  
tavsiye(63,"Sisteme yağ ve soğutucu akışkan ilavesi yapın")  
tavsiye(64,"Kompresöre yağ ilave edin")  
tavsiye(65,"Soğutma yükünü azaltın veya daha büyük kapasiteli kompresör kullanın")  
tavsiye(66,"Kızgınlık değerini düşürün")  
tavsiye(67,"Pompayı ve filtreyi kontrol edin")  
tavsiye(68,"Kompresöre karter ısıtıcısı ilave edin")  
tavsiye(69,"Mil sızdırmazlık elemanını değiştirin")  
tavsiye(70,"Göstergeyi değiştirin")  
tavsiye(71,"Yağ ilave edin")  
tavsiye(72,"Valfi kontrol edin arızalı ise değiştirin")  
tavsiye(73,"Pompayı tamir edin veya değiştirin")  
tavsiye(74,"Filtreyi ve boruları kontrol edin")  
tavsiye(75,"Kızgınlık ayarını yükseltin")  
tavsiye(76,"Göstergeyi değiştirin")  
tavsiye(77,"Emniyet valfini tamir edin veya değiştirin")  
tavsiye(78,"Kompresörü sökün yağlama hatlarını temizleyin, filtreyi değiştirin")  
tavsiye(79,"İzolasyonu uygun kalınlıkta olanı ile değiştirin")  
tavsiye(80,"Kompresör bağlantı civatalarını gevşetin")  
tavsiye(81,"Kompresörü derhal durdurup ve arıza kaynağını araştırın")  
tavsiye(82,"Boru bağlantılarını kontrol edin, gerekiyorsa titreşim emici takın")  
tavsiye(83,"Genleşme valfini ayarlayın veya evaporatördeki karlanmayı eritin")  
tavsiye(84,"Soğutucu akışkan ilavesi yapın")  
tavsiye(85,"Valfi uygun değere ayarlayın")  
tavsiye(86,"Emme ve basma hattı servis valflerini kapatıp

conntayı değiştirin")  
cond(1,"Pano üzerindeki fazları gösteren neon lambalar  
yanmıyor")  
cond(2,"Pano üzerindeki faz neon lambaları yanıyor")  
cond(3,"Hat sigortaları girişinde akım var, çıkışında yok")  
cond(4,"Ana hatlarda akım var fakat kontaktör bobinine akım  
gelmiyor")  
cond(5,"Kumanda devre sigortası girişinde akım var çıkışında  
yok")  
cond(6,"Kontaktör bobini enerjilenmiyor")  
cond(7,"Başlatma anahtarı girişinde akım var, çıkışında yok")  
cond(8,"Kontaktöre akım geliyor fakat kontaktör  
enerjilenmiyor")  
cond(9,"Kontaktör devresine gelen voltaj 190 Volttan düşük")  
cond(10,"Kompresör aşağı pompalamalı kumandaya sahip")  
cond(11,"Termostat kontakları kapandığı halde selenoid valf  
açılmıyor")  
cond(12,"Alçak taraf basıncı çok düşük")  
cond(13,"Yüksek taraf basıncı normalden düşük")  
cond(14,"Kızgınlık çok yüksek")  
cond(15,"Soğutucu akışkan şarjı eksik")  
cond(16,"Kompresörün termiği devreyi kesmiş")  
cond(17,"Kompresör kasnağı el veya manivela ile  
döndürülemiyor")  
cond(18,"Hat sigortaları atmıştır")  
cond(19,"Sigortalar yenilendiğinde yine atıyor")  
cond(20,"Kontaktör bobinine akım geldiği halde  
enerjilenmiyor")  
cond(21,"Kumanda devresindeki voltaj normal")  
cond(22,"Bobini enerjilendiği halde kontaktör çıkışlarına  
akım gelmiyor")  
cond(23,"Yüksek basınç anahtarı girişinde akım var, çıkışında  
yok")  
cond(24,"Basma hattı basıncı normalden yüksek")  
cond(25,"Yüksek taraf basıncı normal")  
cond(26,"Yüksek basınç anahtarı yanlış ayarlanmış")  
cond(27,"Alçak taraf basıncı normalden düşük")  
cond(28,"Alçak basınç anahtarının girişinde akım var,  
ıkışında yok")  
cond(29,"Alçak taraf basıncı normalden düşük")  
cond(30,"Alçak taraf basıncı normal")  
cond(31,"Kumanda panosunda \"kompresör arıza\" lambası  
yanıyor ")  
cond(32,"Kumanda devresi termiğin 95-98 uçlarında akım var")  
cond(33,"Chiller veya sulu kondenser devresinde su akışı  
yok")  
cond(34,"Akış kontrol anahtarının sadece girişinde akım var")  
cond(35,"Chiller yüzeyi çok soğuk")  
cond(36,"Donma termostatı girişinde akım var çıkışında yok")  
cond(37,"Motora kadar akım geliyor fakat motor alışmıyor")  
cond(38,"Motor sargılar ohmmetre ile ölçüldüğünde \"sonsuz\"  
değeri gösterir")

cond(39,"Motordan zorlanma sesleri geliyor sonra termik atıyor")  
cond(40,"Voltaj normal değerden %10 daha düşük")  
cond(41,"Motor gövdesi aşırı ısınıyor")  
cond(42,"Motor gövdesinde elektrik akımı var")  
cond(43,"Motordan zorlanma sesleri geliyor")  
cond(44,"Kompresörden mekanik sesler geliyor")  
cond(45,"Kompresör tek fazlı, röle kalkışlı")  
cond(46,"Rölenin S ve R uçları ters takılmış")  
cond(47,"Kalkıştan sonra dahi yardımcı sarrgı devrede kalıyor")  
cond(48,"Devrede daimi kapasitör mevcut")  
cond(49,"Motor gövdesinde elektrik kaçağı mevcut")  
cond(50,"Devre emniyet veya işletme anahtarları tarafından kesiliyor")  
cond(51,"Emme hattı basıncı normalden düşük")  
cond(52,"Evaporatör kirli veya karlı")  
cond(53,"Kondenser kirli görünüyor")  
cond(54,"Basma hattı basıncı normalden yüksek")  
cond(55,"Emme hattı basıncı da normalden yüksek")  
cond(56,"Alçak ve yüksek taraf basınçları normalden düşük")  
cond(57,"Devre alçak basınç anahtarı tarafından kesiliyor")  
cond(58,"Alçak ve yüksek taraf basınçları normal")  
cond(59,"Devre yüksek basınç anahtarı tarafından kesiliyor")  
cond(60,"Devre alçak basınç anahtarı tarafından kesiliyor")  
cond(61,"Emme ve basma hattı basınçları normalden düşük")  
cond(62,"Kızgınlık değeri normalden yüksek")  
cond(63,"Soğutma yükü eksik")  
cond(64,"Soğutulan ortam sıcaklığı ayar sıcaklığının altında")  
cond(65,"İşletme cihazı ayarı değiştirildiği halde kompresörü durdurmuyor")  
cond(66,"Basma hattı basıncı ve sıcaklığı normalden yüksek")  
cond(67,"Soğutma yükü yetersiz")  
cond(68,"Kızgınlık değeri ve evaporatör yüzey sıcaklığı normalden fazla")  
cond(69,"Motor normalden fazla akım çekiyor")  
cond(70,"Giriş voltajı normalden düşük")  
cond(71,"Kompresör gövdesi aşırı ısınıyor")  
cond(72,"Yağ seviyesi ve yağlama basıncı düşük")  
cond(73,"Alçak taraf basıncı normalden düşük, yüksek taraf ise normalden fazla")  
cond(74,"Kızgınlık normalden yüksek")  
cond(75,"Alçak taraf ve yüksek taraf basınçları normalden yüksek")  
cond(76,"Ortam termostatın kesme değerine ulaşamıyor")  
cond(77,"Kompresör sürekli çalışıyor")  
cond(78,"Alçak ve yüksek taraf basınçları normalden yüksek")  
cond(79,"Yağ seviyesi ve yağlama basıncı normal görünüyor")  
cond(80,"Kompresör motoru üç fazlı ve faz voltajları birbirine yakın değil")  
cond(81,"Yağ seviyesi ve yağlama basıncı çok düşük")

cond(82,"Yağ seviyesi ve yağlama basıncı normal")  
cond(83,"Kompresör yağı köpükleniyor")  
cond(84,"Kompresör karteri normalden soğuk")  
cond(85,"Vuruntu sesi kalkıştan belli bir süre sonra kesiliyor")  
cond(86,"Kompresör zemin bağlantısı aşırı titreşim yapıyor")  
cond(87,"Borular elle tutulduğunda sesler azalıyor")  
cond(88,"Kompresör kaidesi ile birlikte titreşim yapıyor")  
cond(89,"Yağ seviye göstergesinde yağ seviyesi düşük görünüyor")  
cond(90,"Kompresör ve emme hattı servis valfi çok soğuk")  
cond(91,"Seviye göstergesindeki yağ köpüklenmiş görünüyor ")  
cond(92,"Kompresör vuruntulu çalışıyor")  
cond(93,"Kızgınlık normalden fazla")  
cond(94,"Sistemdeki basınçlar normal")  
cond(95,"Karterdeki yağ seviyesi düşük")  
cond(96,"Kompresöre hiç yağ ilave edilmemiş, orjinal yağı ile çalışıyor")  
cond(97,"Soğutma yükü çok fazla")  
cond(98,"Kompresör uzun süre çalışıyor, kısa süre duruyor")  
cond(99,"Kompresör gövdesi aşırı sıcak")  
cond(100,"Emme hattı sıcaklığı normalden yüksek")  
cond(101,"Evaporatörde kısmi karlanma var")  
cond(102,"Yağ basıncı göstergede normalden düşük görünüyor")  
cond(103,"Karterdeki yağ seviyesi normal")  
cond(104,"Kompresör kalkış esnasında vuruntulu çalışıyor")  
cond(105,"Kompresörün bulunduğu ortam soğuk")  
cond(106,"yağ basınç göstergesi düşük görünüyor")  
cond(107,"Yağ basınç göstergesi düşük gösteriyor")  
cond(108,"Sistemdeki basınç ve sıcaklık değerleri normal")  
cond(109,"Basınç göstergesi düşük ve değişken değerler gösteriyor")  
cond(110,"Yağ seviyesi normal")  
cond(111,"Filtre temiz ve pompa sağlam")  
cond(112,"Yağ gösterge basıncı düşük")  
cond(113,"Yağ pompası sağlam")  
cond(114,"Yağ basınç göstergesi düşük değerler gösteriyor")  
cond(115,"Kompresör emme hattı soğuk, karlı veya terli")  
cond(116,"Seviye göstergesinde yağ köpükleniyor")  
cond(117,"Gösterge yüksek değer gösteriyor")  
cond(118,"Kompresör gövde sıcaklığı normal")  
cond(119,"Kompresörün çalışma sesi normal")  
cond(120,"Yağ emniyet valfi ayar değeri düşürülemiyor")  
cond(121,"Yağ emniyet valfi ayarı düşürüldüğünde gösterge basıncı düşüyor")  
cond(122,"Kompresör gövdesi normaden daha sıcak")  
cond(123,"Sıvı hattı gözetleme camında kabarcık mevcut")  
cond(124,"Soğutma kapasitesi yetersiz")  
cond(125,"Sistem durduktan belli süre sonra basınç göstergeleri dengelenmiyor")  
cond(126,"Evaporatörde kısmi karlanma mevcut")  
cond(127,"Emme hattında sıvı yürümesi mevcut")

cond(128,"Soğutma yükü normal")  
cond(129,"Termostat ayar sıcaklığı sistem kapasitesine göre çok düşük")  
cond(130,"Emme hattı ve basma hattı basınçları normalden yüksek ")  
cond(131,"Evaporatör yüzey sıcaklığı belli bir değerin altına düşürülemiyor")  
cond(132,"Emme hattı basıncı normalden yüksek")  
cond(133,"Basma hattı basıncı normalden düşük")  
cond(134,"Kompresör durduğunda dengelenen basınç değerleri normal")  
cond(135,"Kumanda devresi kesildiği halde kompresör çalışmaya devam ediyor")  
cond(136,"Kompresör kaidesinin altındaki izolasyon tabakası çok ince")  
cond(137,"Kompresör, kaidesi ile birlikte sarsıntı yapıyor")  
cond(138,"Kompresörden mekanik sesler geliyor")  
cond(139,"Kompresör emme ve basma hatları aşırı titreşim yapıyor")  
cond(140,"Yağ gözetleme camında köpüklenme mevcut")  
cond(141,"Emme hattı ile karter arasındaki sıcaklık farkı 10 C'den fazla")  
cond(142,"Silindir kapağında yağ sızıntıları mevcut")  
cond(143,"Sistemde gaz kaçağı mevcut")  
cond(144,"Mil contasında yağ sızıntısı mevcut")  
data\_file("pistonlu.gni")  
sikayet("s1","Kompresör çalışmıyor, motordan hiç ses gelmiyor")  
sikayet("s2","Motor vızıldıyor fakat çalışmıyor")  
sikayet("s3","Kompresör çalışıyor fakat aşırı akım çektiği için termik atıyor")  
sikayet("s4","Kompresör belli bir süre çalışıyor sonra duruyor")  
sikayet("s5","Kompresör çalışıyor fakat aşırı yükleniyor")  
sikayet("s6","Kompresör sürekli çalışıyor")  
sikayet("s7","Kompresör gürültülü çalışıyor")  
sikayet("s8","Kompresör yağ eksiltiyor")  
sikayet("s9","Yağlama basıncı düşük")  
sikayet("s10","Yağlama basıncı yüksek")  
sikayet("s11","Kompresör sarsıntı yapıyor")  
sikayet("s12","Karter ve silindir çok soğuk, terli veya karlı")  
sikayet("s13","Karter ve silindir, emme hattına göre sıcak")  
sikayet("s14","Kompresör silindir kapak contaları kaçak yapıyor")

### 7.1.2 DÖNEL (PALETLİ) KOMPRESÖRLER

```
rule(1,"s1","Basma hattı valfi kapalı olduğu için motor
kalkış yapamıyor",[1])
rule(2,"s2","Yüksek sıcaklık anahtarı motoru durduruyor",[2])
rule(3,"s2","Kompresör yağ soğutma ceketindeki termostat
devreyi kesiyor",[3])
rule(4,"s2","Kompresör sulu soğutma ceketindeki termostat
devreyi kesiyor",[4])
rule(5,"s2","Yağ soğutma ceketindeki düşük sıcaklık
termostatı devreyi kesiyor",[5])
tavsiye(1,"Basma ve emme hattı valflerini açın, sistemi
tekrar kontrol edin")
tavsiye(2,"Yağlamanın yeterli olup olmadığına bakın, sıcaklık
yükselmesinin nedenini bulun")
tavsiye(3,"Yağ pompası ve yağ soğutucunun çalışmasını kontrol
edin")
tavsiye(4,"Cekete su gelip gelmediğini ve suyun sıcaklığını
kontrol edin")
tavsiye(5,"Yağ soğutucusuna gelen suyun sıcaklığının çok
düşük olup olmadığını kontrol edin")
cond(1,"Kompresör kalkınamıyor")
cond(2,"Kompresör gövdesi aşırı sıcak")
cond(3,"Kompresör yağ soğutma ceketini aşırı sıcak")
cond(4,"Kompresör sulu soğutma ceketindeki su aşırı sıcak")
cond(5,"Yağ soğutma ceketindeki soğutma suyu çok soğuk")
data_file("paletli.gni")
sikayet("s1","Kompresör çalışmıyor")
sikayet("s2","Kompresör çalışıyor, fakat sonra hemen
duruyor")
```

### 7.1.3 VIDALI (DIŞLI) KOMPRESÖRLER

```
rule(1,"s1","Kapasite değiştirme valfi %10 kademesinde
değil",[1])
rule(2,"s1","Rotor, yağ pompası arızası nedeniyle yağ ile
dolmuştur",[2])
rule(3,"s2","Yağ sıcaklığı düşük, filtredaki basınç kaybı
fazladır",[3])
rule(4,"s2","Yağ filtresi kirli, yüksek basınç düşümü
mevcut",[4])
rule(5,"s2","Yağ basıncı, soğutma sistemindeki kaçaklar
nedeniyle yüksek",[5,7])
rule(6,"s3","Potansiyometre Basınç kontrol ayarı düşük",[8])
rule(7,"s3","Yük sınır rölesi arızalı",[9])
rule(8,"s3","Yağ selenoid valfi tıkalı veya arızalı",[10])
rule(9,"s3","Haznedeki yağ seviyesi düşük",[11])
rule(10,"s3","Yağ pompası arızalı",[12])
tavsiye(1,"Selenoid valfin uygun çalışıp çalışmadığını
kontrol edin")
```

```

tavsiye(2,"Yağ pompası kontaktörü üzerindeki zamanlayıcıyı
tekrar ayarlayın")
tavsiye(3,"Basınç kaybını düşürecek şekilde yağ sıcaklığını
düzenleyin")
tavsiye(4,"Kartuşlu yağ filtresini yenileyin")
tavsiye(5,"Yağ soğutucudaki su akışını, su sıcaklık farkını
kontrol edin ")
tavsiye(6,"Kontrol elemanını tekrar ayarlayın")
tavsiye(7,"Röleyi değiştirin")
tavsiye(8,"Valfi temizleyin veya değiştirin, valf bobinini
kontrol edin")
tavsiye(9,"Haznedeki yağ seviyesini kontrol edin, gerekiyorsa
yağ ilavesi yapın")
tavsiye(10,"Yağ pompasını tamir edin veya değiştirin")
cond(1,"Kapasite selenoidi çalışmıyor")
cond(2,"Yağ pompası devreyte girmiyor")
cond(3,"Yağlama yağı normalden soğuk")
cond(4,"Yağ pompası devreye girmiyor")
cond(5,"Yağ basıncı ve sıcaklığı normalden yüksek")
cond(6,"Yağ soğutucu giriş ve çıkışındaki sıcaklık farkı
yetersiz")
cond(7,"Yağın soğutucu giriş ve çıkışındaki sıcaklık farkı
düşük")
cond(8,"Potansiyometre devir sayısını düşürüyor")
cond(9,"Yük sınırlama rölesi devir sayısını düşürüyor")
cond(10,"Yağlama basıncı düşüyor")
cond(11,"Yağ basıncı değişken görünüyor")
cond(12,"Yağlama basıncı sürekli düşük")
data_file("helisel.gni")
sikayet("s1","Kompresör çalışmıyor")
sikayet("s2","Kompresöre çalışıyor, fakat daha sonra duruyor")
sikayet("s3","Kompresör avlanıyor")

```

#### 7.1.4 SANTRİFÜJ KOMPRESÖRLER

```

rule(1,"s1","Pnömatik-elektrik anahtarı uygunsuz
ayarlanmış",[39])
rule(2,"s1","Pnömatik basınç kullanışlı değil",[40])
rule(3,"s1","Motor yüksek sıcaklık rölesi kilitli",[41])
rule(4,"s1","Yağ haznesindeki yağ seviyesi çok düşük",[42])
rule(5,"s1","Yağ pompası gecikme rölesi arızalı",[43])
rule(6,"s1","Yağ pompası kontaktörü arızalı",[44])
rule(7,"s1","Kompresör gecikme rölesi arızalı",[45])
rule(8,"s1","Kumanda devresinde kesik devre mevcut",[46])
rule(9,"s2","Pnömatik basınç çok düşük veya dengesiz",[47])
rule(10,"s2","Yük sınırlama rölesi arızalı",[48])
rule(11,"s2","Kanat çalıştırıcı ayarsız",[49])
rule(12,"s2","Sıvı hatlarındaki akış anahtarının sarsıntı
yapması",[50])
rule(13,"s2","Selenoid hava valfi arızalı",[51])

```

rule(14,"s2","Sistemde yoğunlaşmayan gazlar mevcut",[52,53])  
rule(15,"s3","Soğutma yükü ünite için çok büyük",[54])  
rule(16,"s3","Talep sınırlayıcı ayarı çok düşük",[55])  
rule(17,"s4","Pnömatik basınç çok düşük veya kararsız",[56])  
rule(18,"s4","Yük sınırlama rölesi arızalı",[57])  
rule(19,"s4","Kanat çalıştırıcı ayarsız",[58])  
rule(20,"s4","Selenoidin hava valfi arızalı",[59])  
rule(21,"s4","Kondenser su sıcaklığı kararsız",[60])  
rule(22,"s5","Yağ filtresi kirli",[1])  
rule(23,"s5","Yağın içinde soğutucu akışkan var",[2,8,9])  
rule(24,"s5","Yağ basınç regülatörü arızalı veya ayarsız",[3,12,13])  
rule(25,"s5","Karterdeki yağ miktarı yetersiz",[4,11])  
rule(26,"s5","Yağ pompası arızalı",[5])  
rule(27,"s5","Uygun olmayan yağ kullanılmış",[6])  
rule(28,"s5","Gösterge arızalı",[7])  
rule(29,"s6","Yağ basınç regülatörü arızalı veya ayarsız",[14])  
rule(30,"s6","Uygun olmayan yağ kullanılmış",[15])  
rule(31,"s6","Gösterge arızalıdır",[16])  
rule(32,"s7","Sıcaklık kontrolü arızalı veya ayarsız",[17])  
rule(33,"s7","Yağ ısıtıcısı arızalı",[18])  
rule(34,"s7","Yağ içerisinde aşırı soğutucu akışkan var",[19])  
rule(35,"s7","Ünite durduğunda yağ pompası hala çalışıyor",[20])  
rule(36,"s7","Gösterge arızalıdır",[21])  
rule(37,"s8","Sıcaklık kontrolü arızalı veya ayarsız",[22])  
rule(38,"s8","Gösterge arızalıdır",[23])  
rule(39,"s9","Yağ soğutucu regülatör valfi ayarsız",[24])  
rule(40,"s9","Yağ ısıtıcı arızalı",[25])  
rule(41,"s9","Gösterge arızalı",[26])  
rule(42,"s10","Yağ soğutucu regülatör valfi arızalı",[27])  
rule(43,"s10","Ünite durduğunda yağ pompası hala çalışıyor",[28])  
rule(44,"s10","Yağ haznesi çok soğuk",[29])  
rule(45,"s10","Yağ içerisinde aşırı soğutucu akışkan var",[30,9,8])  
rule(46,"s11","Yağ hattı kaçaklı ve tıkalı",[31])  
rule(47,"s11","Ünite durduğunda yağ pompası hala çalışıyor",[32])  
rule(48,"s11","Yağ haznesi çok soğuk",[33])  
rule(49,"s12","Kondenser suyu çok soğuk",[34])  
rule(50,"s12","Motor soğutma hattı tıkalı",[35])  
rule(51,"s12","Ünite durduğunda yağ pompası hala çalışıyor",[36])  
rule(52,"s12","Yağ hattı kaçaklı veya tıkalı",[37])  
rule(53,"s12","Yağ haznesi çok soğuk",[38])  
tavsiye(1,"Anahtarın ayar noktasını ve diferansiyelini kontrol edin")  
tavsiye(2,"Pnömatik nasıncı yeniden 20 psi'ye getirin")  
tavsiye(3,"Sebebi belirleyin ve düzeltin")

tavsiye(4,"Yağ ısıtıcısını arıza için kontrol edin")  
tavsiye(5,"Gecikme rölesini değiştirin")  
tavsiye(6,"Pompa kontaktörünü tamir edin veya değiştirin")  
tavsiye(7,"Röleyi tamir edin veya değiştirin")  
tavsiye(8,"Bağlantı devresini açın ve herbir elemanın çalışmasını gözleyin")  
tavsiye(9,"Basıncı yükseltin veya basınç düşürücü valfi yenileyin")  
tavsiye(10,"Yük sınırlama rölesini değiştirin")  
tavsiye(11,"Reset ve çalıştırma noktasını tekrar ayarlayın")  
tavsiye(12,"Anahtarları sökün ve değiştirin")  
tavsiye(13,"Hava valfini sökün ve onu temizleyin")  
tavsiye(14,"Sistemi tahliye edin")  
tavsiye(15,"Yükü tekrar kontrol edin; gerekiyorsa sistemdeki yükü azaltın")  
tavsiye(16,"Talep sınırlayıcıyı tekrar ayarlayın")  
tavsiye(17,"Basıncı yükseltin veya basınç düşürme valfini yenileyin")  
tavsiye(18,"Yük sınırlama rölesini değiştirin")  
tavsiye(19,"Reset ve çalıştırma noktasını tekrar ayarlayın")  
tavsiye(20,"Hava valfini sökün ve değiştirin")  
tavsiye(21,"Kontrol valfini tamir edin veya değiştirin")  
tavsiye(22,"Filtre elemanını değiştir")  
tavsiye(23,"(Soğutulan yağ normalden soğuk) arızasına bakın")  
tavsiye(24,"Regülatörün çalışmasını ve ayarını kontrol edin")  
tavsiye(25,"(Yağ kaybı) şikayetine bakın")  
tavsiye(26,"Pompayı tamir edin veya değiştirin")  
tavsiye(27,"Yağı değiştirin ve sadece tavsiye edilen yağı kullanın")  
tavsiye(28,"Göstergelyi değiştirin")  
tavsiye(29,"Regülatörün çalışmasını ve ayarını kontrol edin")  
tavsiye(30,"Yağı değiştirin ve sadece tavsiye edilen yağı kullanın")  
tavsiye(31,"Göstergelyi değiştirin")  
tavsiye(32,"Sıcaklık kontrolunun çalışmasını ve ayarını kontrol edin")  
tavsiye(33,"Isıtıcının çalışmasını kontrol edin gerekiyorsa değiştirin")  
tavsiye(34,"(Yağda aşırı soğutucu akışkan var) şikayetine bakın")  
tavsiye(35,"Şayet pompa 7 dakikadan fazla çalışıyorsa röleyi değiştirin")  
tavsiye(36,"Göstergelyi değiştirin")  
tavsiye(37,"Kontrolün çalışmasını ve ayarını kontrol edin")  
tavsiye(38,"Göstergelyi değiştirin")  
tavsiye(39,"Regülatörün çalışmasını ve ayarını kontrol edin")  
tavsiye(40,"(Yağ içerisinde aşırı soğutucu akışkan var) şikayetine bakın")  
tavsiye(41,"Göstergelyi değiştirin")  
tavsiye(42,"Isıtıcının çalışmasını kontrol edin")  
tavsiye(43,"Çalışmasını kontrol edin ve ayarlayın")  
tavsiye(44,"Şayet pompa 7 dakikadan fazla çalışıyorsa röleyi

değiştirin")  
tavsiye(45,"(Yağ haznesi çok soğuk) şikayetine bak")  
tavsiye(46,"Dış hatları yağ kaçaqları için kontrol edin")  
tavsiye(47,"Pompa 7 dakikadan fazla çalışıyorsa röleyi değiştirin")  
tavsiye(48,"(Yağ haznesi çok soğuk) şikayetine bakın")  
tavsiye(49,"Kondenser su kaynağını kontrol edin")  
tavsiye(50,"Pislik tutucuyu temizleyin")  
tavsiye(51,"Pompa 7 dakikadan fazla çalışıyorsa röleyi değiştirin")  
tavsiye(52,"Dış hatlar kaçaqlar ve yağ için kontrol edin")  
tavsiye(53,"(Yağ haznesi çok soğuk) şikayetine bakın")  
cond(1,"Yağ basıncı göstergede düşük görünüyor")  
cond(2,"Yağ basıncı göstergede düşük görünüyor")  
cond(3,"Yağ basıncı göstergede düşük görünüyor")  
cond(4,"Yağ basıncı göstergede düşük görünüyor")  
cond(5,"Yağ basıncı göstergede düşük görünüyor")  
cond(6,"Yağ basıncı göstergede düşük görünüyor")  
cond(7,"Yağ basıncı göstergede düşük görünüyor")  
cond(8,"Karter sıcaklığı normalden düşük")  
cond(9,"Yağ gözetleme camında köpüklenme var")  
cond(10,"Karter sıcaklığı normal")  
cond(11,"Yağ gözetleme camındaki yağ seviyesi düşük")  
cond(12,"Yağ sıcaklığı normal")  
cond(13,"Yağ sıcaklığı ve seviyesi normal")  
cond(14,"Net yağ basıncı 15 psi'nin üstünde")  
cond(15,"Net yağ basıncı 15 psi'nin üstünde")  
cond(16,"Net yağ basıncı 15 psi'nin üstünde")  
cond(17,"Hazne sıcaklığı 52 C'nin altında")  
cond(18,"Hazne sıcaklığı 52 C'nin altında")  
cond(19,"Hazne sıcaklığı 52 C'nin altında")  
cond(20,"Hazne sıcaklığı 52 C'nin altında")  
cond(21,"Hazne sıcaklığı 52 C'nin altında")  
cond(22,"Karter sıcaklığı 57 C'nin üstünde")  
cond(23,"Karter sıcaklığı 57 C'nin üstünde")  
cond(24,"Soğutulan yağ sıcaklığı 46 C'nin üstünde")  
cond(25,"Soğutulan yağ sıcaklığı 46 C'nin üstünde")  
cond(26,"Soğutulan yağ sıcaklığı 46 C'nin üstünde")  
cond(27,"Soğutulmuş yağ sıcaklığı 43 C'nin altında")  
cond(28,"Soğutulmuş yağ sıcaklığı 43 C'nin altında")  
cond(29,"Soğutulmuş yağ sıcaklığı 43 C'nin altında")  
cond(30,"Soğutulmuş yağ sıcaklığı 43 C'nin altında")  
cond(31,"Gözetleme camında yağ seviyesi düşük")  
cond(32,"Gözetleme camında yağ seviyesi düşük")  
cond(33,"Gözetleme camında yağ seviyesi düşük")  
cond(34,"Yağ haznesi aşırı köpükleniyor")  
cond(35,"Yağ haznesi aşırı köpükleniyor")  
cond(36,"Yağ haznesi aşırı köpükleniyor")  
cond(37,"Yağ haznesi aşırı köpükleniyor")  
cond(38,"Yağ haznesi aşırı köpükleniyor")  
cond(39,"Pnömatik-elektrik anahtarı devreyi kesiyor")  
cond(40,"Pnömatik basınç yeterli değil")

```
cond(41,"Motor sıcaklık rölesi devreyi kesiyor")
cond(42,"Yağlama basıncı yetersiz")
cond(43,"Yağ pompasının gecikme rölesi devreyi kesiyor")
cond(44,"Yağ pompası kontaktörü devreye girmiyor")
cond(45,"Kompresör gecikme rölesi devreyi kesiyor")
cond(46,"Kumanda devresinde akım yolu tamamlanmıyor")
cond(47,"Pnömatik-elektrik valfi devreye girip çıkıyor")
cond(48,"Yük sınırlama rölesi devreye girip çıkıyor")
cond(49,"Kompresör emme hattı basıncı değişkenlik
gösteriyor")
cond(50,"Akış anahtarı devreye girip çıkıyor")
cond(51,"Selenoid hava valfi devreyi kumanda etmiyor")
cond(52,"Basma hattı basıncı normalden yüksek")
cond(53,"Kompresör aşırı yükleniyor")
cond(54,"Soğutulan ortam issssstenilen sıcaklığa
düşürülemiyor")
cond(55,"Ortam istenilen sıcaklığa geldiği halde kompresör
sürekli çalışıyor")
cond(56,"Pnömatik-elektrik valfi devir sayısını
değiştiriyor")
cond(57,"Yük sınırlama rölesi devir sayısını düşürüyor")
cond(58,"Emme hattı basıncı sürekli düşüyor")
cond(59,"Selenoid hava valfi devreyi tam kumanda etmiyor")
cond(60,"Basma hattı basıncı yükselip düşüyor")
data_file("santrifu.gni")
sikayet("s1","Kompresör çalışmıyor")
sikayet("s2","Kompresör çok kısa aralıklarla duruyor")
sikayet("s3","Kompresör aşırı çalışıyor")
sikayet("s4","Kompresör avlanıyor")
sikayet("s5","Yağ basıncı çok düşük")
sikayet("s6","Yağ basıncı normalden yüksek")
sikayet("s7","Yağ hazne sıcaklığı çok düşük")
sikayet("s8","Yağ hazne sıcaklığı çok yüksek")
sikayet("s9","Soğutulan yağ çok soğuk")
sikayet("s10","Soğutulan yağ çok sıcak")
sikayet("s11","Ünitede yağ kaybı var")
sikayet("s12","Yağın içinde aşırı soğutucu akışkan var")
```

## 7.2 KONDENSER ARIZALARI

### 7.2.1 HAVA SOĞUTMALI KONDENSERLER

```
rule(1,"s1","ortam havasının sıcaklığı tasarım şartlarının
üzerinde",[6,7,8,9])
rule(2,"s1","Kondenser serpantini kirli",[10,11,12,13])
rule(3,"s1","Havalandırma yetersiz, fan arızalı veya küçük
olabilir",[10,11,4,14])
rule(4,"s1","Kondenserde hava ve diğer yoğunlaşmayan gazlar
mevcut",[10,11,15,16])
rule(5,"s1","Sistemde aşırı soğutucu akışkan şarjı
```

```

mevcut",[17,18,19])
tavsiye(1,"Ortamı havalandırın, güneş ışınlarından koruyun")
tavsiye(2,"Kondenseri basınçlı hava veya su ile temizleyin")
tavsiye(3,"Fanı kontrol edin, yetersiz kalıyorsa değiştirin")
tavsiye(4,"Yoğunlaşmayan gazları tahliye edin")
tavsiye(5,"Fazla akışkanı tahliye edin")
cond(1,"Basma hattı basıncı normalden yüksek")
cond(2,"Sıvı hattı sıcaklığı normalden yüksek")
cond(3,"Gözetleme camında kabarcıklar var")
cond(4,"Soğutma kapasitesi düşük")
cond(5,"Kondenser yüzeyi kirli değil")
cond(6,"Basma hattı ve sıvı hattı sıcaklıkları normalden yüksek")
cond(7,"Basma hattı basıncı normalden yüksek")
cond(8,"Sıvı gözetleme camında kabarcıklar mevcut")
cond(9,"kondenser yüzeyi temiz, havalandırma normal")
cond(10,"Basma hattı sıcaklığı normalden yüksek")
cond(11,"Sıvı gözetleme camında kabarcıklar var")
cond(12,"Soğutma kapasitesi düşük")
cond(13,"Ortam havası aşırı sıcak değil")
cond(14,"Kondensere boyunca havadaki sıcaklık yükselmesi 7 C'den fazla")
cond(15,"Kondenser basıncı, doyma sıcaklığına karşılık gelen basınçtan yüksek")
cond(16,"Durma anında basınç göstergeleri arasında basınc farkı kalıyor")
cond(17,"Basma hattı ve emme hattı basınçları normalden yüksek")
cond(18,"Emme hattında terleme veya karlanma var")
cond(19,"Kızgınlık düşük, yükseltilemiyor")
data_file("havalıkn.gni")
sikayet("s1","Soğututucu akışkan yoğunlaşmıyor")

```

## 7.2.2 SU SOĞUTMALI KONDENSERLER

```

rule(1,"s1","Kondenser su boruları kireçlenmiş",[1,2,3])
rule(2,"s1","Kondenser soğutma suyu yetersiz",[4,2,5])
rule(3,"s1","Kondenser su giriş sıcaklığı normalden yüksek",[1,2,6])
rule(4,"s2","Su debisi çok fazla",[7,8,9])
rule(5,"s2","Kondensere giren su çok soğuk",[7,10,6])
tavsiye(1,"Kondenser su borularını kimyasal veya mekanik olarak temizleyin")
tavsiye(2,"Pompayı, regülasyon valfini ve pislik tutucuyu kontrol edin")
tavsiye(3,"Su soğutma kulesini kontrol edin")
tavsiye(4,"Su akışını azaltın")
tavsiye(5,"Su soğutma kulesini ve düşük çevre kontrollarını kontro edin")
cond(1,"Basma hattı basıncı normalden yüksek")

```

```

cond(2,"Sıvı hattı sıcaklığı normalden yüksek")
cond(3,"Suyun çıkış sıcaklığı ile yoğunlaşma sıcaklığı
arasındaki fark 6 C'den fazla")
cond(4,"Basma hattı basıncı normalden yüksek")
cond(5,"Su giriş ve çıkış sıcaklıkları arasındaki fark 12
C'den fazla")
cond(6,"Su giriş ve çıkış sıcaklıkları arasındaki fark 12
C'den düşük")
cond(7,"Basma hattı basıncı normalden düşük")
cond(8,"Sıvı hattı sıcaklığı normalden düşük")
cond(9,"Kondenser su çıkış sıcaklığı ile yoğunlaşma sıcaklığı
arasındaki fark 3 C'den düşük")
cond(10,"Sıvı hattı basıncı normalden düşük")
data_file("sulukond.gni")
sikayet("s1","Soğutucu akışkan yoğunlaşmıyor")
sikayet("s2","Aşırı yoğunlaşma mevcut")

```

### 7.2.3 EVAPORATİF KONDENSERLER

```

rule(1,"s1","Fan motoru arızalıdır",[1,2,3])
rule(2,"s1","Pompa motoru arızalı",[4,5,6])
rule(3,"s1","Fan hareket kayışı kopuktur",[1,7,8])
rule(4,"s1","Fan kayışı gevşek veya yıpranmış",[9,10,11])
rule(5,"s1","Hava pancurları kısmen tıkalı",[12,13,14])
rule(6,"s1","kapasite kontro damperleri kapalı
kalıyor",[15,16])
rule(7,"s1","İki hızlı motorun üst hızı yanık",[17,18,19])
rule(8,"s1","Hava besleme damperleri kapalı",[20,21])
rule(9,"s1","Damla tutucular tıkalı",[22,12,23])
rule(10,"s1","Püskürtücü ağızlar kısmen tıkalı",[24,25])
rule(11,"s1","Pompa pislik tutucu tıkanmış",[26,27,28])
rule(12,"s2","Kondenserde kapasite kontrolü mevcut
değil",[29,30])
tavsiye(1,"Fan motorunu tamir edin veya değiştirin")
tavsiye(2,"Motoru tamir edin veya değiştirin")
tavsiye(3,"Fana yeni bir kayış takın")
tavsiye(4,"Kayış gerginliğini ayarlayın veya kayışı
değiştirin")
tavsiye(5,"Pancurları temizleyin")
tavsiye(6,"Damper kumanda sistemini kontrol edip arızayı
giderin") tavsiye(7,"Motoru tamir edin")
tavsiye(8,"Damperleri açın")
tavsiye(9,"Damla tutucuları temizleyin veya değiştirin")
tavsiye(10,"Püskürtücü ağızları temizleyin")
tavsiye(11,"Pislik tutucuyu temizleyin")
tavsiye(12,"Kondensere kış uygulamaları için kapasite
kontrolü ilave edin") cond(1,"Hazne suyu normalden daha
sıcak")
cond(2,"Kondenserde hava akışı yok")
cond(3,"Fan motoru termiği atmıştır")

```

```

cond(4,"Hazne suyu normalden daha soğuktur")
cond(5,"Kondenserde su akışı olmamaktadır")
cond(6,"Pompadan çalışma sesi gelmiyor")
cond(7,"Kondenserde hava akışı hiç omuyor")
cond(8,"Kumanda panosunda fan motoru çalışıyor durumdadır")
cond(9,"Basma hattı sıcaklığı normalden yüksek")
cond(10,"Kondenserdeki su akışı normal")
cond(11,"Hava giriş-çıkış sıcaklıkları arasındaki fark normalden fazla")
cond(12,"Su akış debisi normal")
cond(13,"Hava akışı yetersiz")
cond(14,"Hava giriş pancurları kirli görünüyor")
cond(15,"Su debisi normal ")
cond(16,"fan çalıştığı halde hava akışı olmuyor")
cond(17,"Fan motoru çift hızlı")
cond(18,"Havanın giriş çıkış sıcaklıkları arasındaki fark normalden fazla")
cond(19,"Fan kumanda anahtarı yüksek hıza getirildiğinde termik atıyor")
cond(20,"Fan çalıştığı halde hava akışı olmuyor ")
cond(21,"Basma hattı basıncı normalden fazla")
cond(22,"Basma hattı sıcaklığı normalden fazla ")
cond(23,"Havalandırma yetersiz")
cond(24,"Hava giriş-çıkış sıcaklıkları arasındaki fark normalden düşük")
cond(25,"Su akış debisi yetersiz")
cond(26,"Hava akışı yeterli")
cond(27,"Su akış debisi yeterli değil")
cond(28,"kondenser haznesinin alt kısmında balçık tabakası oluşmuş")
cond(29,"Hazne sıcaklığı normalden düşük")
cond(30,"Sıvı hattı sıcaklığı normalden düşük")
data_file("evaporak.gni")
sikayet("s1","Soğutucu akışkan yoğunlaşmıyor")
sikayet("s2","Basma hattı ve sıvı hattı sıcaklığı çok düşük")

```

### 7.3 EVAPORATÖR ARIZALARI

#### 7.3.1 HAVA SOĞUTUCU EVAPORATÖRLER

```

rule(1,"s1","Tıkalı filtre",[1,11])
rule(2,"s1","Ortam havasının içinde aşırı nem var",[2])
rule(3,"s1","Genleşme valfi kızgınlık ayarı yanlış",[4,5,6])
rule(4,"s1","Evaporatör serpantini küçük seçilmiş",[7,5])
rule(5,"s1","Defrost sistemi çalışmıyor",[8])
rule(6,"s1","Lameller eğrilmiş olduğundan havalandırma yetersiz",[9,10])
rule(7,"s2","Genleşme valfi kızgınlık ayarı yüksek değere ayarlanmış",[4,5])
rule(8,"s2","Sistemdeki soğutucu akışkan eksik",[12,13])

```

```

rule(9,"s2","Sistemde aşırı soğutucu akışkan mevcut",[14,15])
tavsiye(1,"Filtreyi temizleyin")
tavsiye(2,"Nem kaynaklarını bulup gerekli önlemleri alın")
tavsiye(3,"Genleşme valfini uygun kızgınlık değerine ayarlayın")
tavsiye(4,"Evaporatörü daha büyük kapasiteli olanı ile değiştirin")
tavsiye(5,"Defrost sistemini kontrol edip arızayı bulun")
tavsiye(6,"Lamelleri fan tarağı ile düzeltin")
tavsiye(7,"Genleşme valfinin kızgınlık değerini yükseltin")
tavsiye(8,"Sisteme gaz ilavesi yapın")
tavsiye(9,"Sistemdeki fazla akışkanı tahliye edin")
cond(1,"Hava akışı yetersiz")
cond(2,"Evaporatör çok çabuk karlanıyor")
cond(3,"Ortam havasının içinde aşırı nem var")
cond(4,"Evaporatörün sadece bir kısmı karlanıyor")
cond(5,"Evaporatör yüzeyi ile ortam sıcaklığı arasındaki fark 10 C'den fazla")
cond(6,"Kızgınlık değeri normalden fazla")
cond(7,"Kızgınlık değeri uygun")
cond(8,"Defrost yapıldığı halde karlanma giderilemiyor")
cond(9,"Hava hızı 2,5 m/sn'den düşük")
cond(10,"Lameller eğik görünüyor")
cond(11,"Evaporatör hava filtresine sahip")
cond(12,"Kızgınlık değeri yükseltilemiyor")
cond(13,"Emme ve basma hattı basınçları normalden düşük")
cond(14,"Emme ve basma hattı basınçları normalden yüksek")
cond(15,"Evaporatör buharlaşma sıcaklığı istenilen değere düşürülemiyor")
data_file("havaliev.gni")
sikayet("s1","Serpantin üzerinde aşırı karlanma var")
sikayet("s2","Soğutma kapasitesi yetersiz")

```

### 7.3.2 SU SOĞUTUCU (CHILLER) EVAPORATÖRLER

```

rule(1,"s1","Genleşme valfi ayarsız",[1,2,3])
rule(2,"s1","Genleşme valfi ayarsız",[1,4,5])
rule(3,"s1","Evaporatörde yağ birikmesi mevcut",[1,2,6,7])
rule(4,"s1","Su sirkülasyon borularında kirlenme mevcut",[8,9])
rule(5,"s1","Su debisi çok fazla",[10,11,12])
rule(6,"s2","Kovan başlıklarında su sızması oluyor",[13])
rule(7,"s3","Soğutma sistemine su sızması olmuş",[14,15])
tavsiye(1,"Valfi ayarlayın ")
tavsiye(2,"Valfi ayarlayın")
tavsiye(3,"Yağın kompresöre rahat dönebilmesi için gerekli önlemleri alın")
tavsiye(4,"Başlıkları sökün, su borularını temizleyin")
tavsiye(5,"Su debisini azaltın")
tavsiye(6,"Başlıkları sökün, gerekiyorsa contaları

```

```

değiştirin")
tavsiye(7,"Sistemi durdurun, evaporatörü tamir edin, veya
değiştirin")
cond(1,"Su giriş-çıkış sıcaklıkları arasındaki fark normalden
düşük")
cond(2,"Emme hattı basıncı normalden düşük")
cond(3,"Kızgınlık yüksek")
cond(4,"Emme hattı basıncı normalden fazla")
cond(5,"Kompresöre sıvı yürümesi oluyor")
cond(6,"Emme hattı karlı veya nemli")
cond(7,"Kompresördeki yağ seviyesi düşük")
cond(8,"Su debisi yetersiz, evaporatörde fazla basınç kaybı
oluyor")
cond(9,"Su giriş-çıkış sıcaklıkları arasındaki fark normalden
fazla")
cond(10,"Evaporatör boyunca basınç kaybı çok fazla")
cond(11,"Su giriş-çıkış sıcaklıkları arasındaki fark çok
düşük ")
cond(12,"Emme hattı basıncı normalden yüksek ")
cond(13,"Kovan başlıklarında kaçak meydana geliyor")
cond(14,"Kompresör vuruntulu çalışıyor")
cond(15,"Genleşme valfinde tıkanma oluyor")
data_file("chillere.gni")
sikayet("s1","Evaporatör sıvıyı soğutmuyor")
sikayet("s2","Evaporatörden dışarıya su sızması oluyor")
sikayet("s3","Kompresör vuruntulu çalışıyor ve sistem
soğutmayı kesiyor")

```

### 7.3.3 TAŞMALI (SIVI TANKLI) EVAPORATÖRLER

```

rule(1,"s1","Evaporatördeki soğutma yükü çok artıyor",[1,2])
rule(2,"s1","Damla tutucular tahrip olmuş",[3,4])
rule(3,"s1","Soğutma yükünde ani değişimler oluyor",[5,6])
rule(4,"s1","Şamandıralı valf yanlış ayarlanmış",[7,8])
rule(5,"s2","Yağ dönüş hattı arızalı",[9,10])
rule(6,"s3","Su sirkülasyon boruları tıkanmış",[11,12,13])
rule(7,"s3","Sistemdeki soğutucu akışkan şarjı
yetersiz",[14,15])
rule(8,"s3","Şamandıralı valf açık konumda kalmış",[14,15,16])
rule(9,"s3","Şamandıralı valf kapalı konumda kalmış",[13,15])
rule(10,"s4","Kovan başlıklarında kaçak meydana
geliyor",[17])
tavsiye(1,"Soğutma yükünü azaltın")
tavsiye(2,"Damla tutucuları değiştirin")
tavsiye(3,"Soğutma yükünü kararlı hale getirin")
tavsiye(4,"Valf ayarını yeniden gözden geçirin")
tavsiye(5,"Yağ dönüş hattını kontrol edin")
tavsiye(6,"Gerekliyse su borularını temizleyin")
tavsiye(7,"Sisteme gerekliyse gaz ilave edin")
tavsiye(8,"Valfi söküp arızayı giderin")

```

```

tavsiye(9,"Valfi söküp tamir edin")
tavsiye(10,"Başlıkları sökün gerekiyorsa contaları
değiştirin")
cond(1,"Emme hattı basıncı normalden yüksek mi?")
cond(2,"Suyun giriş-çıkış sıcaklıkları arasındaki fark yüksek
veya debi fazla")
cond(3,"Emme hattı basıncı normal")
cond(4,"Su giriş-çıkış sıcaklık farkı normal")
cond(5,"Emme hattı basıncında ani değişmeler oluyor")
cond(6,"Su akış debisi kararlı değil")
cond(7,"Emme hattı basıncı normalden yüksek")
cond(8,"Soğutma yetersiz ")
cond(9,"Soğutucu akışkan yağ ile iyi karışım yapmıyor")
cond(10,"Yağ dönüş hattı kapalı veya tıkanmış")
cond(11,"Evaporatördeki su basınç düşümü normalden yüksek")
cond(12,"Su giriş-çıkış sıcaklıkları arasındaki fark
normalden fazla")
cond(13,"Emme hattı basıncı normalden düşük")
cond(14,"Emme hattı basıncı normalden yüksek ")
cond(15,"Su giriş-çıkış sıcaklıkları arasındaki fark
normalden düşük")
cond(16,"Kompresöre sıvı yürümesi oluyor")
cond(17,"Evaporatörden ortama sular damlıyor")
data_file("tasmalie.gni")
sikayet("s1","Kompresöre soğutucu akışkan yürümesi oluyor")
sikayet("s2","Aşırı yağ kaybı var")
sikayet("s3","Evaporatördeki soğutma kapasitesi yetersiz")
sikayet("s4","Evaporatörden dışarıya su sızması oluyor")

```

#### 7.4 GENLEŞME CİHAZI ARIZALARI

##### 7.4.1 OTOMATİK GENLEŞME VALFLERİ

```

rule(1,"s1","Valf kapasitesi küçük seçilmiştir",[1,2,3])
rule(2,"s1","Otomatik valf kısmen tıkalıdır",[1,2,3])
rule(3,"s2","Valf kapasitesi büyük seçilmiştir",[4,5,6,7])
rule(4,"s2","Valfin iğnesi açık konumda sıkışmıştır",[4,5,3])
rule(5,"s3","Valf iğnesi buzlanıyor, soğutucu akışkanda nem
var",[8,9,10])
rule(6,"s3","Valf seti pisliklerle tamamen
tıkanmış",[8,11,12])
tavsiye(1,"Valfi uygun olanı ile değiştirin")
tavsiye(2,"Valfi söküp temizleyin")
tavsiye(3,"Valfi uygun olanı ile değiştirin")
tavsiye(4,"Valfi tamir edin veya değiştirin")
tavsiye(5,"Filtre kurutucuyu ve soğutucu akışkanı
değiştirin")
tavsiye(6,"Valfi söküp temizleyin")
cond(1,"Emme hattı basıncı normalden düşük")
cond(2,"Basma hattı basıncı normalden yüksek")

```

```

cond(3,"Emme hattı basıncı valfi ayarlamak suretiyle
değiştirilemiyor")
cond(4,"Emme hattı basıncı normalden yüksek")
cond(5,"Basma hattı basıncı normalden düşük")
cond(6,"Kızgınlık yok veya çok düşük")
cond(7,"Valfi ayarlamak suretiyle emme hattı basıncı
değiştirilebiliyor")
cond(8,"Emme hattı basıncı sürekli düşüyor")
cond(9,"Valften akış sesi gelmiyor")
cond(10,"Evaporatörde soğutma olmuyor")
cond(11,"Valften sıvı akış sesi gelmiyor")
cond(12,"Evaporatörde soğuma olmuyor")
data_file("otomatik.gni")
sikayet("s1","Kızgınlık çok yüksek, düşürülemiyor")
sikayet("s2","Emme hattına ve kompresöre sıvı yürümesi
oluyor")
sikayet("s3","Evaporatörde sıvı akışı olmuyor")

```

#### 7.4.2 TERMOSTATİK GENLEŞME VALFLERİ

```

rule(1,"s1","Termostatik valf iğnesi küçük
seçilmiştir",[1,2,3])
rule(2,"s1","Termostatik valf süzgeci veya iğnesi pisliklerle
kısmen tıkalıdır",[1,2,4])
rule(3,"s2","Valf iğnesi gereğinden büyük
seçilmiştir",[5,6,7,8])
rule(4,"s2","Valf iğnesi açık konumda sıkışmıştır",[5,6,4])
rule(5,"s3","Soğutucu akışkanın içinde nem var, valf
iğnesinde donuyor",[9,10,11,12])
rule(6,"s3","Valf iğnesi pisliklerle tamamen
tıkanmış",[9,14,11,15])
tavsiye(1,"Valf iğnesini soğutma kapasitesine uygun olanı ile
değiştirin")
tavsiye(2,"Valfi söküp temizleyin")
tavsiye(3,"Valfi iğnesini soğutma kapasitesine uygun olanı
ile değiştirin")
tavsiye(4,"Valfi söküp iğneyi tamir edin, veya iğneyi
değiştirin")
tavsiye(5,"Filtre kurutucuyu ve veya soğutucu akışkanı
değiştirin")
tavsiye(6,"Valfi söküp temizleyin, sıvı hattındaki filtreyi
değiştirin")
cond(1,"Emme hattı basıncı normalden düşük")
cond(2,"Basma hattı basıncı normalden yüksek")
cond(3,"Valf kuyruğuna el ile dokunulduğunda emme hattı
basıncı artıyor")
cond(4,"Valf kuyruğuna el ile dokunulduğunda emme hattı
basıncı değişmiyor")
cond(5,"Emme hattı basıncı normalden yüksek")
cond(6,"Basma hattı basıncı normalden düşük")

```

```

cond(7,"Emme hattı çok soğuk, karlı veya terli")
cond(8,"Valf kuyruğuna el ile dokunulduğunda emme hattı
basıncı biraz artıyor")
cond(9,"Emme hattı basıncı sürekli düşer")
cond(10,"Genleşme valfinde akış sesi duyulmaz")
cond(11,"Evaporatörde soğuma olmaz")
cond(12,"Valf gövdesi sıcak bez ile sarıldığında akış normale
döner")
cond(13,"Valfte akış sesi duyulmaz")
cond(14,"Valfte gaz akış sesi duyulmaz")
cond(15,"Valf gövdesi sıcak bez ile sarılsa bile akış normale
dönmez")
data_file("termosta.gni")
sikayet("s1","Kızgınlık değeri çok yüksek, düşürülemiyor")
sikayet("s2","Kızgınlık çok düşük, yükseltilemiyor")
sikayet("s3","Evaporatöre soğutucu akışkan geçişi olmuyor")

```

#### 7.4.3 ŞAMANDRALI GENLEŞME VALFLERİ

```

rule(1,"s1","Valf kapalı konumda sıkışmış",[1,2])
rule(2,"s2","Valf açık konumda sıkışmıştır",[3,4,5])
rule(3,"s2","Topu delinmiş olduğundan, valf açık konumda
kalmış olabilir",[6,7,8])
rule(4,"s3","Valf iğnesi soğutucu akışkandaki nemden dolayı
tıkıyor",[9,10])
tavsiye(1,"Valfi sökün ve sıkışmayı giderin")
tavsiye(2,"Valfi söküp sıkışmayı giderin")
tavsiye(3,"Valfi sökün, topu değiştirin")
tavsiye(4,"Sisteme yeni bir filtre-kurutucu tesis edin")
cond(1,"Emme hattı basıncı, kompresör çalıştıkça düşmeye
devam eder")
cond(2,"Valf çıkışında hiç soğuma olmuyor")
cond(3,"Emme hattı basıncı normalden yüksek")
cond(4,"Basma hattı basıncı normalden düşük")
cond(5,"Kompresöre sıvı yürümesi oluyor mu?")
cond(6,"Emme hattı basıncı normalden çok yüksek mi?")
cond(7,"Basma hattı basıncı normalden çok düşük mü?")
cond(8,"Kompresöre aşırı sıvı yürümesi oluyor mu? ")
cond(9,"Emme hattı basıncı sürekli düşüyor mu? ")
cond(10,"Valf gövdesi ısıtıldığında akış ve basınçlar normale
dönüyor mu?")
data_file("samandra.gni")
sikayet("s1","Şamandralı valf soğutucu akışkan geçişine izin
vermiyor")
sikayet("s2","Şamandralı valf soğutucu akışkan geçişini hiç
kısıtlamıyor")
sikayet("s3","Valf, sistem çalışırken tıkanıyor bir süre
sonra tekrar açılıyor")

```

#### 7.4.4 KILCAL BORULAR

```
rule(1,"s1","Kılcal boru buzlanmaktadır, soğutucu akışkanın içinde nem var",[1,2,3])
rule(2,"s1","Kılcal boru filtresi tamamen tıkanmış",[4,5,6])
rule(3,"s2","Kılcal boru boyu uzun veya çapı küçük seçilmiş",[7,8])
rule(4,"s2","Kılcal boru filtresi kısmen tıkalı",[7,8,9])
rule(5,"s3","Kılcal boru boyu küçük veya çapı büyük seçilmiş",[10,11,12])
tavsiye(1,"Kılcal boruyu, filtre kurutucuyu ve soğutucu akışkanı değiştirin")
tavsiye(2,"Kılcal boruyu ve filtre kurutucuyu değiştirin")
tavsiye(3,"Kılcal boruyu uygun olanı ile değiştirin")
tavsiye(4,"Filtreyi ve kılcal boruyu değiştirin")
tavsiye(5,"Kılcal boruyu uygun olanı ile değiştirin")
cond(1,"Emme hattı basıncı sürekli düşüyor")
cond(2,"Evaporator yüzeyi soğumuyor")
cond(3,"Kılcal boru çıkışı sıcak bezle ısıtıldığında akış normale dönüyor")
cond(4,"Emme hattı basıncı sürekli düşer")
cond(5,"Evaporatorde akış sesi duyulmaz")
cond(6,"Kılcal boru çıkışı sıcak bezle ısıtılsa bile akış normale dönmez")
cond(7,"Emme hattı basıncı normalden düşük")
cond(8,"Kızgınlık değeri normalden yüksek")
cond(9,"Evaporatör yüzeyi kısmen karlı")
cond(10,"Emme hattı basıncı normalden yüksek")
cond(11,"Basma hattı basıncı normalden düşük")
cond(12,"Gözetleme camında kabarcıklanma var")
data_file("kilcalbo.gni")
sikayet("s1","Evaporatöre soğutucu akışkan geçmiyor")
sikayet("s2","Evaporatördeki soğutma kapasitesi yetersiz")
sikayet("s3","Emme hattına ve kompresöre sıvı halde soğutucu akışkan yürüyor")
```

#### 7.5 BORU VE AKSESUAR ARIZALARI

##### 7.5.1 SIVI HATLARI

```
rule(1,"s1","Filtre kurutucu tıkalı olabilir, sıvı hattındaki valfler kısmen kapalı olabilir, boru bükümleri keskin yapılmış olabilir",[1,2])
rule(2,"s2","Kondenserde hava ve yoğuşmayan gazlar mevcut veya kondenser kirli veya fanı arızalı olabilir",[3,4])
rule(3,"s2","Sistemde aşırı soğutucu akışkan mevcut",[5,6])
rule(4,"s2","Sistemdeki soğutucu akışkan yetersiz",[7,3])
tavsiye(1,"Sıcaklık farkından yola çıkarak akışın kısıtlandığı yer bulun ve arızayı giderin.")
```

```

tavsiye(2,"Kondenser kirli ise onu temizleyin, fan arızalı
ise onu tamir edin, şayet bunlar mevcut değilse sistemde hava
mevcuttur. Bunu gidermek için kompresörü uzun süre çalıştırın
sonra durdurun ve basma hattı servis valfi tapasını az açmak
sureti yle havayı tahliye edebilirsiniz.")
tavsiye(3,"Akışkanın bir kısmını tahliye edip göstergeler
yardımıyla sistemin normale döndüğünü görünceye kadar tahliye
işlemine devam edin ")
tavsiye(4,"Sisteme gaz ilavesi yapın")
cond(1,"Sıvı hattında terleme var")
cond(2,"Sıvı hattında karlanma var")
cond(3,"Gözetleme camında kabarcıklar mevcut")
cond(4,"Sıvı hattına el dokunulduğunda hissedilir şekilde
sıcaklık mevcuttur")
cond(5,"Gözetleme camında kabarcık yok")
cond(6,"Basma ve emme hattı basıncı normalden yüksek")
cond(7,"Basma ve emme hattı basıncı normalden düşük")
data_file("sivihatt.gni")
sikayet("s1","Sıvı hattında akış kısıtlaması var")
sikayet("s2","Sıvı hattı sıcaklığı normalden sıcak")

```

#### 7.5.2 EMME HATLARI

```

rule(1,"s1","Emme hattı buharlaşma sıcaklığı çok düşük olduğu
için karlanıyor",[1])
rule(2,"s2","Soğutucu akışkan emme hattına doğru
akmaktadır",[2]) rule(3,"s3","Sistemdeki soğutucu akışkan
miktarı fazladır",[3,4])
rule(4,"s2","Soğutucu akışkan emme hattına doğru
akmaktadır",[5])
rule(5,"s4","Yağ cebi olmadığından evaporatörde yağ birikmesi
oluyor",[6,7])
tavsiye(1,"Emme hattına ısı değiştirici ilave edilmelidir")
tavsiye(2,"Valfin kızgınlık ayarını artırın veya ısı
değiştirici ilave edin")
tavsiye(3,"Soğutucu akışkanın bir kısmını tahliye edin")
tavsiye(4,"Evaporatördeki karlanmayı giderin (Defrost işlemi
yapın)")
tavsiye(5,"Emme hattına yağ cebi tesis edin")
cond(1,"Emme hattında sıvı yürümesi var gibi görünüyor")
cond(2,"Karlanma kompresöre kadar geliyor")
cond(3,"Emme hattı aşırı karlanmış")
cond(4,"Basma hattı sıcaklığı normalden fazla")
cond(5,"Evaporatör kangalı aşırı karlanmış")
cond(6,"Karterdeki yağ seviyesi düşük")
cond(7,"Emme hattında yağ cebi yok")
data_file("emmehatt.gni")
sikayet("s1","Emme hattında aşırı karlanma var (derin
soğutma)")
sikayet("s2","Emme hattında karlanma mevcut (normal

```

```
soğutma")
sikayet("s3","Emme hattında karlanma mevcut (Kılcal borulu
sistemler)")
sikayet("s4","Emme hattında yağ birikmesi var")
```

#### 7.5.3 SUSTURUCULAR

```
rule(1,"s1","Susturucu gözenekleri tıkalı",[1])
rule(2,"s2","Susuturucudaki gözenekli saptırma levhaları
tahrip olmuş",[2])
tavsiye(1,"Susturucuyu temizleyin veya gerekiyorsa
değiştirin")
tavsiye(2,"Susturucuyu değiştirin")
cond(1,"Basma hattı ile sıvı hattı basınçları arasında aşırı
fark mevcut")
cond(2,"Kompresörden aşırı gaz gürültüsü geliyor")
data_file("susturuc.gni")
sikayet("s1","Susturucuda aşırı basınç kaybı mevcut")
sikayet("s2","Susturucu görevini yapmıyor")
```

#### 7.5.4 YAĞ AYIRICILAR

```
rule(1,"s1","Şamandralı valf açık kalmıştır",[1])
rule(2,"s1","Yağ akışı çok az veya hiç olmuyor",[2])
rule(3,"s1","Sıvı soğutucu akışkan yağ ayırıcıda toplanmıştır
ve buharlaşan gaz dönüş hattını soğutmaktadır",[3])
tavsiye(1,"Yağ ayırıcıyı çıkarıp temizleyin")
tavsiye(2,"Dönüş hattını yağ ayırıcıdan söküp çözücü bir sıvı
ile temizleyin")
tavsiye(3,"Yağ ayırıcıyı izole edin veya elektrikli ısıtıcı
yerleştirin")
cond(1,"Yağ dönüş hattı, basma hattı sıcaklığı ile aynı
sıcaklıkta")
cond(2,"Yağ dönüş hattı oda sıcaklığında ")
cond(3,"Yağ dönüş hattı oda sıcaklığından daha düşük")
data_file("yagayiri.gni")
sikayet("s1","Yağ ayırıcı görevini yapmıyor")
```

#### 7.5.5 ÇEKVALFLER

```
rule(1,"s1","Piston sıkışmıştır",[1,2,3])
rule(2,"s2","Piston kirlerden dolayı açık konumda kalmış
olabilir",[4])
rule(3,"s3","Çekvalfin yuvasında çentik olabilir",[5])
rule(4,"s4","Valf gövdesi döküm ise iç duvar kaçak
oluşturabilir",[6])
```

```

tavsiye(1,"Valfi sökün, pistonu çıkarın ve piston yuvasını
iyice temizleyin")
tavsiye(2,"Valfi sökün ve temizleyin")
tavsiye(3,"Valfi değiştirin")
tavsiye(4,"Valfi değiştirin")
cond(1,"Sistemde tıkanma var")
cond(2,"Çekvalf girişi ve çıkışı arasında sıcaklık farkı
mevcut")
cond(3,"Gözetleme camında akış görülüyor")
cond(4,"Çekvalf ters yönde akışkanı geçiriyor")
cond(5,"Kapalı kalması gereken durumda valfte hislama sesi
duyulur")
cond(6,"Sızmanın olduğu tarafta terleme veya karlanma var")
data_file("cekvalfa.gni")
sikayet("s1","Çek valf açılmıyor")
sikayet("s2","Çekvalf kapanmıyor, açık konumda kalıyor")
sikayet("s3","Çekvalf sızdırıyor")
sikayet("s4","Çekvalf sızdırıyor fakat valf seti iyi
durumda")

```

#### 7.5.6 SELENOİD VALFLER

```

rule(1,"s1","Valf setinde çentik mevcut",[1,2])
rule(2,"s1","Valf setinde pislik mevcut",[1,3])
rule(3,"s2","Valf bobini yanmış",[4,5,6])
rule(4,"s2","Valf pistonu açık konumda sıkışmış",[4,5,7])
rule(5,"s3","Valf bobini yanmış",[4,8,6])
rule(6,"s3","Valf pistonu setinde sıkışmış",[4,8,9])
tavsiye(1,"Valfi değiştirin")
tavsiye(2,"Valfi söküp temizleyin")
tavsiye(3,"Bobini yenileyin")
tavsiye(4,"Diğer arıza ihtimali")
tavsiye(5,"Bobini değiştirin")
tavsiye(6,"Valfi sökün, sıkışmaya neden olan çapak veya
pislikleri temizleyin")
cond(1,"Kapalı konumda iken valften hislama sesi geliyor")
cond(2,"Valf sıvı hattında ise valfin çıkış kısmı karlanır
veya aşırı soğur")
cond(3,"Valf sıvı hattında ise valfin çıkış kısmı karlanır
veya aşırı soğur")
cond(4,"Valften klik sesi gelmiyor")
cond(5,"Valften akışkan geçmeye devam ediyor")
cond(6,"Valf bobininde titreşim ve ısınma yok")
cond(7,"Valfin bobin kısmında titreşim ve ısınma hissedilir")
cond(8,"Valf bobini enerjilendiğinde akış görülmez")
cond(9,"Valf bobin kısmında ısınma ve titreşim mevcut")
data_file("selenoid.gni")
sikayet("s1","Selenoid valf sızdırıyor")
sikayet("s2","Normalde açık konumlu valf kapatmıyor")
sikayet("s3","Normalde kapalı konumlu valf açmıyor")

```

### 7.5.7 FİLTRE KURUTUCULAR

```
rule(1,"s1","Filtre-kurutucu yapancı maddelerle dolmuş",[1])
rule(2,"s1","Filtre-kurutucu akış yönüne ters yönde monte edilmiş",[2,3])
rule(3,"s2","Filtrenin kurutucu elemanı nem ile dolmuş",[4,5])
tavsiye(1,"Filtre-kurutucuyu değiştirin")
tavsiye(2,"Bağlantıları söküp yönünü değiştirin")
tavsiye(3,"Eleman kartuşlu ise kartuşu, değilse filtre-kurutucuyu yenileyin")
cond(1,"Filtrenin giriş ve çıkışı arasında sıcaklık farkı mevcut")
cond(2,"Filtre-kurutucu giriş ve çıkışı arasında belli bir sıcaklık farkı var")
cond(3,"Filtre-kurutucunun üzerindeki ok işareti sıvı hattı akışına ters")
cond(4,"Soğutucu akışkan nem göstergesinde nemli görünüyor")
cond(5,"Genleşme valfinde buzlanmadan dolayı tıkanmalar oluyor")
data_file("filtreku.gni")
sikayet("s1","Filtre-kurutucu akışkanın geçişini kısıtlıyor")
sikayet("s2","Filtre-kurutucu nemi süzemiyor")
```

### 7.5.8 NEM GÖSTERGELERİ

```
rule(1,"s1","Aşırı nemden dolayı bütün renkler yıkanmıştır",[1])
rule(2,"s1","Sistemde aşırı yağ mevcuttur",[2])
rule(3,"s1","Gösterge, motor yanığından oluşan asitlerden etkilenmiş olabilir",[3])
tavsiye(1,"Nem gösterge elemanını ve filtreyi değiştirin")
tavsiye(2,"Kompresör yağ segmanları arızalı olabilir")
tavsiye(3,"Filtre ve nem göstergesini değiştirin")
cond(1,"Nem göstergesi renksiz hale gelmiş")
cond(2,"Nem göstergesi şeffaf veya yağ renginde")
cond(3,"Nem göstergesindeki bütün renkler kaybolmuş")
data_file("nemgoste.gni")
sikayet("s1","Gösterge elemanı özelliğini kaybetmiş")
```

## 7.6 DEFROST SİSTEMİ ARIZALARI

### 7.6.1 NORMAL HAVALI DEFROST

```
rule(1,"s1","Oda sıcaklığı +2 C'nin altında",[1,2])
rule(2,"s1","Evaporatör ısı yüküne göre küçük veya genleşme
```

```

valfi ayarsız",[3,4])
rule(3,"s1","Fan arızalıdır",[5,6])
rule(4,"s1","Fan gecikme rölesi ayarsız",[7,8])
rule(5,"s1","Ortamdaki aşırı ısı yükü mevcut",[9])
rule(6,"s2","Fan havalandırma hızı çok yüksek",[10])
rule(7,"s3","Termostat veya diğer kontrollerin diferansiyel
ayarı çok fazla",[11,12])
tavsiye(1,"Karlari eriyebilmesi için ortam sıcaklığı 0 C'den
yüksek olmalı")
tavsiye(2,"Genleşme valfi ayarını ve evaporatör kapasitesini
kontrol edin")
tavsiye(3,"Fanı ve kumanda devresini kontrol edin")
tavsiye(4,"Fan gecikme rölesini -3 C civarında çalışacak
şekilde ayarlayın")
tavsiye(5,"Isı yükünü azaltacak önlemler alın")
tavsiye(6,"Fan hızlarını reosta ile düşürün")
tavsiye(7,"Kontrol elemanının diferansiyel ayarını azaltın")
cond(1,"Evaporatör yüzeylerinde aşırı kar oluşuyor")
cond(2,"Soğutma kapasitesi azalıyor")
cond(3,"Evaporatörde aşırı karlanma mevcut ")
cond(4,"Evap. yüzey sıcaklığı ile ortamın sıcaklık fark 10
C'den fazla")
cond(5,"Evaporatör ve emme hattı aşırı karlanıyor")
cond(6,"Evaporatörde havalandırma hissedilmiyor")
cond(7,"Evaporatör, fan gecikme rölesine sahip")
cond(8,"Evaporatör fanı yüzeyler aşırı karlandıktan sonra
çalışmaya başlıyor")
cond(9,"Kompresör uzun süre çalışıp çok az duruyor")
cond(10,"Kompresör durma aralığında evaporatörden su
damlaları düşüyor")
cond(11,"Kompresör durma anın ortam çok ısınıyor")
cond(12,"Kompresörün durma ve çalışma aralıkları çok uzun
sürelili")
data_file("normalha.gni")
sikayet("s1","Kompresör durma aralığında karlanma
giderilemiyor")
sikayet("s2","Defrost esnasında basınlerin üzerine su
sıçrıyor")
sikayet("s3","Defrost aralıklarında ortam sıcaklığı aşırı
artıyor")

```

#### 7.6.2 SICAK HAVALI DEFROST

```

rule(1,"s1","Sıcak hava damperi açılmıyor",[1,2])
rule(2,"s1","Hava ısıtıcısı arızalı",[3,4])
rule(3,"s2","Otomatik defrost süresi çok uzun
seçilmiş",[5,6])
rule(4,"s3","Otomatik defrost süresi çok kısa seçilmiş",[7])
rule(5,"s4","Tahliye hortumundaki su donuyor",[8])
tavsiye(1,"Damper kumanda devresini ve damperi kontrol edin")

```

```
tavsiye(2,"Isıtıcıyı ve kumanda devresini kontrol edin")
tavsiye(3,"Zamanlayıcıdaki defrost süresini kısaltın")
tavsiye(4,"Zamanlayıcı defrost süresini artırın")
tavsiye(5,"Tahliye hortumuna ısıtıcı yerleştirin")
cond(1,"Hava ısıtıcısı çalışıyor")
cond(2,"Evaporatör kangalına sıcak hava gelmiyor")
cond(3,"Evaporatör yüzeylerine sıcak hava gelmiyor")
cond(4,"Hava damperi açılıyor")
cond(5,"Sistem defrost için çok uzun süre bekliyor")
cond(6,"Ortam sıcaklığı aşırı artıyor")
cond(7,"Defrost esnasında karlanma tam giderilmiyor")
cond(8,"Defrost esnasında evaporatörün alt kısmından su damlıyor")
data_file("sicakhav.gni")
sikayet("s1","Defrost ile karlanma giderilemiyor")
sikayet("s2","Defrost işlemi karlar eridikten sonra dahi devam ediyor")
sikayet("s3","Evaporatör karları tamamen erimeden otomatik defrost sona eriyor")
sikayet("s4","Defrost esnasında evaporatör tavası su ile dolup taşıyor")
```

### 7.6.3 SULU DEFROST

```
rule(1,"s1","Su hattı selenoid valfi arızalı",[1,2])
rule(2,"s1","Su hattı donma yapıyor",[3,4])
rule(3,"s2","Tahliye hortumundaki su donuyor",[5])
rule(4,"s3","Zamanlayıcının defrost zaman aralığı çok kısa",[6])
rule(5,"s4","Otomatik defrost süresi uzun seçilmiş",[7])
tavsiye(1,"Valfi tamir edin veya bobin yanmış ise değiştirin")
tavsiye(2,"Su hattına devamlı devrede kalacak şekilde ısıtıcı takın")
tavsiye(3,"Hortuma, devamlı devrede kalacak şekilde ısıtıcı eleman yerleştirin")
tavsiye(4,"Zamanlayıcıyı, daha seyrek defrost yaptırması için ayarlayın")
tavsiye(5,"Zamanlayıcı defrost süresini kısaltın")
cond(1,"Defrost esnasında evaporatör üzerine su verilmiyor")
cond(2,"Selenoid bobini su hattını açmıyor")
cond(3,"Defrost esnasında evaporatör üzerine su verilmiyor ")
cond(4,"Selenoid bobini enerjileniyor fakat su hattını açamıyor")
cond(5,"Defrost esnasında evaporatörün altından su damlıyor")
cond(6,"Karlanma olmadan defrost işlemi başlıyor")
cond(7,"Defrost için gereğinden fazla su kullanılıyor")
data_file("suludefr.gni")
sikayet("s1","Defrost yapıldığı halde karlar eritilemiyor")
sikayet("s2","Defrost esnasında evaporatör tavası devamlı su
```

ile dolup taşıyor")  
sikayet("s3","Evaporatör henüz karlanmadan otomatik defrost yapılıyor")  
sikayet("s4","Defrost esnasında aşırı su sarfiyatı oluyor")

#### 7.6.4 SICAK GAZLI DEFROST

rule(1,"s1","Defrost selenoidi arızalı",[1,2])  
rule(2,"s2","Zamanlayıcıdaki defrost süresi kısa seçilmiş",[3])  
rule(3,"s2","Defrostu sona erdirme rölesi yanlış ayarlanmış",[4])  
rule(4,"s3","Defrost esnasında kompresöre sıvı yürümesi oluyor",[6,7])  
rule(5,"s4","Otomatik defrost süresi uzun seçilmiş",[8,9])  
rule(6,"s5","Sıcak gazlı defrost çok soğuk ortamlar için yeterli olamıyor",[10,11])  
tavsiye(1,"Valfi tamir edin, arıza bobinde ise bobin kısmını değiştirin")  
tavsiye(2,"Zamanlayıcıyı, daha uzun süre defrost yapması için ayarlayın")  
tavsiye(3,"Defrost rölesini +4 C'de çalışacak şekilde ayarlayın")  
tavsiye(4,"Emme hattına akümülatör yerleştirin, varsa dışına ısıtıcı takın")  
tavsiye(5,"Zamanlayıcıyı, defrost süresini kısaltması için ayarlayın")  
tavsiye(6,"Bu ortamlar için elektrikli ısıtıcı yöntemini kullanın")  
cond(1,"Evaporatör yüzeylerindeki hiç kar erimiyor")  
cond(2,"Defrost başlangıcında selenoid valften klik sesi gelmiyor")  
cond(3,"Karlar tamamen erimiyor")  
cond(4,"Karlar tamamen erimiyor ")  
cond(5,"Defrost sona erdirme rölesi yanlış ayarlanmış")  
cond(6,"Kompresörde mekanik sesler geliyor")  
cond(7,"Kompresör emme hattı karlanıyor")  
cond(8,"Karlanma giderildikten sonra uzun süre evaporatör sıcak kalıyor")  
cond(9,"Ortam sıcaklığı aşırı artıyor")  
cond(10,"Ortam sıcaklığı -20 C veya daha soğuk")  
cond(11,"Defrost esnasında ortam sıcaklığı çok artıyor")  
data\_file("sicakgaz.gni")  
sikayet("s1","Defrost yapıldığı halde karlanma giderilemiyor")  
sikayet("s2","Karlanma giderilmeden tekrar soğutma periyodu başlıyor")  
sikayet("s3","Defrost sona erdikten sonra kompresör bir süre vurutulu çalışıyor")  
sikayet("s4","Karlanma giderildikten sonra dahi otomatik

```
defrost devam ediyor")
sikayet("s5","Karlanma giderilemiyor veya çok uzun süre
beklemek gerekiyor")
```

#### 7.6.5 ELEKTRİK ISITICILI DEFROST

```
rule(1,"s1","Defrost ısıtıcılarının bir kısmı arızalı",[1])
rule(2,"s1","Otomatik defrost süresi yetersiz",[2,3])
rule(3,"s2","Tahliye hortumundaki su donmuş",[4])
rule(4,"s3","Zamanlayıcıdaki defrost süresi uzun
seçilmiş",[5])
rule(5,"s4","Isıtıcı dirençleri veya kumanda devresi
arızalı",[6,7])
tavsiye(1,"Arızalı olan ısıtıcıları değiştirin")
tavsiye(2,"Zamanlayıcıyı, daha uzun süre defrost yaptırması
için ayarlayın")
tavsiye(3,"Hortumun içine buzlanmasını önleyecek ısıtıcı
direnç yerleştirin")
tavsiye(4,"Zamanlayıcıyı, daha kısa süre defrost yaptırarak
şekilde ayarlayın")
tavsiye(5,"Isıtıcı dirençleri değiştirin,veya kumanda
devresini tamir edin")
cond(1,"Evaporatör yüzeyindeki bölgesel karlanma kalıyor")
cond(2,"Isıtıcı dirençler sağlam")
cond(3,"Karlar tamamen erimedenden otomatik defrost sona
eriyor")
cond(4,"Defrost esnasında evaporatörün alt kısmından sular
damlıyor")
cond(5,"Ortam sıcaklığı aşırı yükseliyor")
cond(6,"Karlanma hiç giderilemiyor")
cond(7,"Evaporatör yüzeyi hiç ısınmıyor")
data_file("elekisit.gni")
sikayet("s1","Defrost yapıldığı halde evaporatördeki karların
bir kısmı erimiyor")
sikayet("s2","Defrost esnasında evaporatör tavası su ile
dolup taşıyor")
sikayet("s3","Karlar eridikten sonra dahi otomatik defrost
işlemi devam ediyor")
sikayet("s4","Defrost yapıldığı halde karlar hiç erimiyor")
```

#### 7.6.6 TERS DEVRE İŞLEMLİ DEFROST

```
rule(1,"s1","Zamanlayıcıdaki defrost süresi yetersiz",[1])
rule(2,"s2","Defrost selenoidi arızalı",[2])
rule(3,"s2","Dört yollu valf arızalı",[3])
rule(4,"s3","Zamanlayıcıdaki defrost süresi uzun
seçilmiş",[5,6])
rule(5,"s4","Tahliye hortumundaki su donuyor",[7])
```

```
tavsiye(1,"Zamanlayıcıyı daha uzun süre defrost yaptıracak
şekilde ayarlayın")
tavsiye(2,"Solenoid valf bobinini değiştirin")
tavsiye(3,"Valfi kontrol edin gerekiyorsa değiştirin")
tavsiye(4,"Zamanlayıcıyı, daha kısa süre defrost yapması için
ayarlayın")
tavsiye(5,"Hortuma ısıtıcı rezistans yerleştirin")
cond(1,"Karlanma tamamen giderilmeden tekrar soğutma periyodu
başlıyor")
cond(2,"Defrost başlangıcında solenoid valften klik sesi
gelmiyor")
cond(3,"Evaporatör dönüş hattı hiç ısınmıyor")
cond(4,"Karlar eridikten sonra evaporatör hala sıcak
kalıyor")
cond(5,"Karlar eridikten sonra uzun süre evaporatör yüzeyi
sıcak kalıyor")
cond(6,"Ortam sıcaklığı aşırı yükseliyor")
cond(7,"Defrost esnasında evaporatörün alt kısmından su
akıyor")
data_file("tersdevr.gni")
sikayet("s1","Defrost yapıldığı halde evaporatördeki karların
bir kısmı erimiyor")
sikayet("s2","Defrost yapıldığı halde karlar hiç
eritilemiyor")
sikayet("s3","Karlar tamamen eritildikten sonra dahi defrost
devam ediyor")
sikayet("s4","Defrost esnasında evaporatör tavası su ile
dolup taşıyor")
```

## 7.7 KUMANDA SİSTEMİ ARIZALARI

### 7.7.1 NORMAL KUMANDALI (KOMPRESÖRÜN DOĞRUDAN KONTROLU)

```
rule(1,"s1","Kompresör güç devresindeki sigortalar
atmış",[1,2,3])
rule(2,"s1","Kumanda devresindeki sigorta atmış",[4,5])
rule(3,"s1","Termostat arızalı",[6,7])
rule(4,"s1","Kumanda devresi alçak basınç otomatiği
tarafından kesilmiş",[8,9])
rule(5,"s1","Devre yüksek basınç otomatiği tarafından
kesilmiş",[10,11]) rule(6,"s1","Devre diferansiyel yağ basınç
anahtarı tarafından kesilmiş",[12])
rule(7,"s1","Kompresör termiği devreyi kesmiş",[13])
rule(8,"s1","Kompresör motorunun iç sargı termiği
atmış",[14,15,16])
rule(9,"s1","Kontaktör bobini arızalı",[17,18])
rule(10,"s1","Kumanda devresinde kablo gevşekliği veya
oksitlenme var",[34])
rule(11,"s1","Kontaktör kontakları oksitlenmiş veya
yıpranmış",[19])
rule(12,"s2","Termostat diferansiyeli çok kapalı",[35])
rule(13,"s2","Sıvı hattı selenoid valfi açılmıyor,
arızalı",[36,37])
rule(14,"s3","Kondenser güç devresindeki sigortalar
atmış",[1,2,3])
rule(15,"s3","Kondenser fan motoru arızalı",[20])
rule(16,"s3","Devreyi yüksek basınç otomatiği
kesiyor",[21,22])
rule(17,"s3","Kondenser fan motorunun iç sargı termiği
atmış",[14,15,16])
rule(18,"s3","Kontaktör bobini arızalı",[17,18])
rule(19,"s3","Kumanda devresinde kablo gevşekliği veya
oksitlenme var",[34])
rule(20,"s3","Kontaktör kontakları oksitlenmiş veya
yıpranmış",[19])
rule(21,"s4","Evaporatör güç devresindeki sigortalar
atmış",[1,2,3])
rule(22,"s4","Fan gecikme rölesi arızalı",[23,24,25])
rule(23,"s4","Kumanda devresindeki voltaj düşüktür",[26])
rule(24,"s4","Evaporatör fan motorunun iç sargı termiği
atmış",[14,15,16])
rule(25,"s4","Kontaktör bobini arızalı",[17,18])
rule(26,"s4","Kumanda devresinde kablo gevşekliği veya
oksitlenme var",[34])
rule(27,"s4","Kontaktör kontakları oksitlenmiş veya
yıpranmış",[19])
rule(28,"s5","Defrost güç devresindeki sigortalar
atmış",[1,2,3])
rule(29,"s5","Kontaktör bobini arızalı",[17,18])
rule(30,"s5","Kontaktör kontakları oksitlenmiş veya
yıpranmış",[19])
```

rule(31,"s5","Kumanda devresinde kablo gevşekliği veya oksitlenme var",[34])  
rule(32,"s5","Defrost zamanlayıcı arızalı",[30])  
rule(33,"s5","Defrost zamanlayıcı kontakları oksitlenmiş veya yıpranmış",[31])  
rule(34,"s5","Defrost rölesinin bobini arızalı",[32])  
rule(35,"s5","Defrost rölesinin kontakları oksitlenmiş veya yıpranmış",[33])  
rule(36,"s5","Isıtıcı direnç elemanları yanmış",[28,29])  
tavsiye(1,"Sigortaları değiştirin ve sigortaların neden attığını araştırın")  
tavsiye(2,"Sigortayı değiştirin")  
tavsiye(3,"Termostatı değiştirin")  
tavsiye(4,"Emme hattındaki basınç düşmesini araştırın veya otomatiği ayarlayın")  
tavsiye(5,"Sistemdeki basınç yükselmesini araştırın veya otomatiği ayarlayın")  
tavsiye(6,"Kompresörün yağlama sistemini, bir arıza durumu için kontrol edin")  
tavsiye(7,"Termiğin hangi nedenle atmış olduğunu araştırın")  
tavsiye(8,"Motorun soğumasını bekleyip aşırı ısınmanın nedenini araştırın")  
tavsiye(9,"Bobin direncini Ohmmetre ile ölçün, yanık ise değiştirin")  
tavsiye(10,"Kumanda devresindeki bütün anahtar ve klemensleri kontrol edin")  
tavsiye(11,"Kontaktörün kontaklarını veya kendisini değiştirin")  
tavsiye(12,"Termostatın diferansiyelini artırın")  
tavsiye(13,"Selenoid valfi veya bobinini değiştirin")  
tavsiye(14,"Sigortaları değiştirin ve sigortaların neden attığını araştırın")  
tavsiye(15,"Fan motorunun sargılarını tamir edin veya değiştirin")  
tavsiye(16,"Sistemdeki basınç yükselmesini araştırın, veya anahtarı ayarlayın")  
tavsiye(17,"Motorun soğumasını bekleyip aşırı ısınmanı nedenini araştırın")  
tavsiye(18,"Bobin direncini ohmmetre ile ölçün, yanık ise bobini değiştirin")  
tavsiye(19,"Kumanda devresindeki bütün anahtar ve klemensleri kontrol edin")  
tavsiye(20,"Kontaktörün kontaklarını veya kendisini değiştirin")  
tavsiye(21,"Sigortaları değiştirin ve sigortaların neden attığını araştırın")  
tavsiye(22,"Röleyi ayarlayın veya değiştirin")  
tavsiye(23,"Voltağ düşmesinin nedenini araştırın")  
tavsiye(24,"Motorun soğumasını bekleyip aşırı ısınmanın nedenini araştırın")  
tavsiye(25,"Bobin direncini ohmmetre ile ölçün, yanık ise değiştirin")

tavsiye(26,"Kumanda devresindeki bütün anahtar ve klemensleri kontrol edin")  
tavsiye(27,"Kontaktörün kontaklarını veya kendisini değiştirin")  
tavsiye(28,"Sigortaları değiştirin ve sigortaların neden attığını araştırın")  
tavsiye(29,"Bobin direncini ohmmetre ile ölçün, yanık ise değiştirin")  
tavsiye(30,"Kontaktörün kontaklarını veya kendisini değiştirin")  
tavsiye(31,"Kumanda devresindeki bütün anahtar ve klemensleri kontrol edin")  
tavsiye(32,"Defrost zamanlayıcısını değiştirin")  
tavsiye(33,"Defrost zamanlayıcısını değiştirin")  
tavsiye(34,"Defrost rölesini değiştirin")  
tavsiye(35,"Defrost rölesini değiştirin")  
tavsiye(36,"Dirençleri ohmmetre ile ölçün, yanık olanlarını değiştirin")  
cond(1,"Güç devresinde gerilim yok")  
cond(2,"Pano girişinde gerilim mevcut")  
cond(3,"Kumanda devresi çalışıyor")  
cond(4,"Güç ve kumanda devresinde gerilim yok")  
cond(5,"Kontaktör girişinde gerilim yok")  
cond(6,"Gerilim termostata kadar geliyor")  
cond(7,"Termostat ayarı düşürüldüğü halde kontakları kapanmıyor")  
cond(8,"Gerilim alçak basınç otomatiğine kadar geliyor")  
cond(9,"Emme hattı basıncı normalden düşük")  
cond(10,"Gerilim yüksek basınç otomatiğine kadar geliyor")  
cond(11,"Yüksek taraf basıncı normalden yüksek ")  
cond(12,"Gerilim diferansiyel yağ basınç anahtarına kadar geliyor")  
cond(13,"Gerilim termik anahtarına kadar geliyor")  
cond(14,"Gerilim motora kadar geliyor fakat motor çalışmıyor")  
cond(15,"Motor iç sargı termiğine sahip ve motor gövdesi sıcak")  
cond(16,"Sargılar ohmmetre ile ölçüldüğünde kesik devre gibi davranır")  
cond(17,"Gerilim kontaktör bobinine kadar geliyor")  
cond(18,"Kontaktör kontakları kapanmıyor")  
cond(19,"Kontaktör kontakları kapanıyor fakat çıkış tarafındaki gerilim düşük")  
cond(20,"Fan motorunda gerilim var, fakat motor çalışmıyor")  
cond(21,"Kondenser fanı basınç otomatiği tarafından kumanda ediliyor")  
cond(22,"Gerilim yüksek basınç otomatiğine kadar geliyor")  
cond(23,"Evaporatörde fan gecikme termostatu mevcut")  
cond(24,"Evaporatör yüzeyindeki soğuma yeterli")  
cond(25,"Devre, fan gecikme termostatu tarafından kesiliyor")  
cond(26,"Kontaktör bobini vızıldıyor fakat armatürü çekemiyor")

```
cond(27,"Gerilim kontaktör bobin girişinde mevcut, çıkışında yok")
cond(28,"Isıtıcılara gerilim geliyor, fakat ısıtıcılar ısınmıyor")
cond(29,"Direnç elemanları ohmmetre ile ölçüldüğünde kesik devre görünür")
cond(30,"Defrost zamanlayıcı çalışmıyor")
cond(31,"Defrost zamanlayıcı çalışıyor fakat devreyi kumanda etmiyor") cond(32,"Defrost rölesi bobini enerjilenmiyor")
cond(33,"Defrost rölesi enerjileniyor fakat devreyi kumanda etmiyor")
cond(34,"Kontaktör armatürü vızıldıyor veya tutukluk yapıyor")
cond(35,"Devre termostat tarafından kesiliyor")
cond(36,"Devre alçak basınç otomatiği tarafından kesiliyor")
cond(37,"Evaporatörde hiç soğutma olmuyor")
data_file("normalku.gni")
sikayet("s1","Kompresör çalışmıyor, ortam sıcak")
sikayet("s2","Kompresör çalışıyor, belli bir süre sonra duruyor")
sikayet("s3","Kondenser fan motoru çalışmıyor")
sikayet("s4","Evaporatör fan motoru çalışmıyor")
sikayet("s5","Defrost ısıtıcıları çalışmıyor")
```

#### 7.7.2 SÜPÜRME Lİ KUMANDA SİSTEMİ (PUMP-DOWN)

```
rule(1,"s1","Kompresör güç devresindeki sigortalar atmış",[1,2,3])
rule(2,"s1","Kumanda devresindeki sigorta atmış",[4,5])
rule(3,"s1","Termostat arızalı",[6,7])
rule(4,"s1","Kumanda devresi alçak basınç otomatiği tarafından kesilmiş",[8,9])
rule(5,"s1","Sıvı hattı selenoid valfinin bobini arızalı",[35,36])
rule(6,"s1","Devre yüksek basınç otomatiği tarafından kesilmiş",[10,11])
rule(7,"s1","Devre diferansiyel yağ basınç anahtarı tarafından kesilmiş",[12])
rule(8,"s1","Kompresör termiği devreyi kesmiş",[13])
rule(9,"s1","Kompresör motorunun iç sargı termiği atmış",[14,15,16])
rule(10,"s1","Kontaktör bobini arızalı",[17,18])
rule(11,"s1","Kumanda devresinde kablo gevşekliği veya oksitlenme var",[34])
rule(12,"s1","Kontaktör kontakları oksitlenmiş veya yıpranmış",[19])
rule(13,"s2","Termostat diferansiyeli çok kapalı",[37])
rule(14,"s2","Selenoid valf sızdırıyor",[38,39,40])
rule(15,"s2","Kompresör süapları sızdırıyor",[38,41])
rule(16,"s3","Kondenser güç devresindeki sigortalar
```

atmış",[1,2,3])  
rule(17,"s3","Kondenser fan motoru arızalı",[20])  
rule(18,"s3","Devreyi yüksek basınç otomatiği kesiyor",[21,22])  
rule(19,"s3","Kondenser fan motorunun iç sargı termiği atmış",[14,15,16])  
rule(20,"s3","Kontaktör bobini arızalı",[17,18])  
rule(21,"s3","Kumanda devresinde kablo gevşekliği veya oksitlenme var",[34])  
rule(22,"s3","Kontaktör kontakları oksitlenmiş veya yıpranmış",[19])  
rule(23,"s4","Evaporatör güç devresindeki sigortalar atmış",[1,2,3])  
rule(24,"s4","Fan gecikme rölesi arızalı",[23,24,25])  
rule(25,"s4","Kumanda devresindeki volтаж düşüktür",[26])  
rule(26,"s4","Evaporatör fan motorunun iç sargı termiği atmış",[14,15,16])  
rule(27,"s4","Kontaktör bobini arızalı",[17,18])  
rule(28,"s4","Kumanda devresinde kablo gevşekliği veya oksitlenme var",[34])  
rule(29,"s4","Kontaktör kontakları oksitlenmiş veya yıpranmış",[19])  
rule(30,"s5","Defrost güç devresindeki sigortalar atmış",[1,2,3])  
rule(31,"s5","Kontaktör bobini arızalı",[17,18])  
rule(32,"s5","Kontaktör kontakları oksitlenmiş veya yıpranmış",[19])  
rule(33,"s5","Kumanda devresinde kablo gevşekliği veya oksitlenme var",[34])  
rule(34,"s5","Defrost zamanlayıcı arızalı",[30])  
rule(35,"s5","Defrost zamanlayıcı kontakları oksitlenmiş veya yıpranmış",[31])  
rule(36,"s5","Defrost rölesinin bobini arızalı",[32])  
rule(37,"s5","Defrost rölesinin kontakları oksitlenmiş veya yıpranmış",[33])  
rule(38,"s5","Isıtıcı direnç elemanları yanmış",[28,29])  
tavsiye(1,"Sigortaları değiştirin ve sigortaların neden attığını araştırın")  
tavsiye(2,"Sigortayı değiştirin")  
tavsiye(3,"Termostatı değiştirin")  
tavsiye(4,"Emme hattındaki basınç düşmesini araştırın veya otomatiği ayarlayın")  
tavsiye(5,"Selenoid valf bobinini değiştirin")  
tavsiye(6,"Sistemdeki basınç yükselmesini araştırın veya otomatiği ayarlayın")  
tavsiye(7,"Kompresörün yağlama sistemini, bir arıza durumu için kontrol edin")  
tavsiye(8,"Termiğin hangi nedenle atmış olduğunu araştırın")  
tavsiye(9,"Motorun soğumasını bekleyip aşırı ısınmanın nedenini araştırın")  
tavsiye(10,"Bobin direncini Ohmmetre ile ölçün, yanık ise değiştirin")

tavsiye(11,"Kumanda devresindeki bütün anahtar ve klemensleri kontrol edin")  
tavsiye(12,"Kontaktörün kontaklarını veya kendisini değiştirin")  
tavsiye(13,"Termostat diferansiyelini artırın")  
tavsiye(14,"Selenoid valfi temizleyip tamir edin veya değiştirin")  
tavsiye(15,"Devreye kontrol rölesi ilave edin")  
tavsiye(16,"Sigortaları değiştirin ve sigortaların neden attığını araştırın")  
tavsiye(17,"Fan motorunun sargılarını tamir edin veya değiştirin")  
tavsiye(18,"Sistemdeki basınç yükselmesini araştırın, veya anahtarı ayarlayın")  
tavsiye(19,"Motorun soğumasını bekleyip aşırı ısınmanı nedenini araştırın")  
tavsiye(20,"Bobin direncini ohmmetre ile ölçün, yanık ise bobini değiştirin")  
tavsiye(21,"Kumanda devresindeki bütün anahtar ve klemensleri kontrol edin")  
tavsiye(22,"Kontaktörün kontaklarını veya kendisini değiştirin")  
tavsiye(23,"Sigortaları değiştirin ve sigortaların neden attığını araştırın")  
tavsiye(24,"Röleyi ayarlayın veya değiştirin")  
tavsiye(25,"Voltaaj düşmesinin nedenini araştırın")  
tavsiye(26,"Motorun soğumasını bekleyip aşırı ısınmanın nedenini araştırın")  
tavsiye(27,"Bobin direncini ohmmetre ile ölçün, yanık ise değiştirin")  
tavsiye(28,"Kumanda devresindeki bütün anahtar ve klemensleri kontrol edin")  
tavsiye(29,"Kontaktörün kontaklarını veya kendisini değiştirin")  
tavsiye(30,"Sigortaları değiştirin ve sigortaların neden attığını araştırın")  
tavsiye(31,"Bobin direncini ohmmetre ile ölçün, yanık ise değiştirin")  
tavsiye(32,"Kontaktörün kontaklarını veya kendisini değiştirin")  
tavsiye(33,"Kumanda devresindeki bütün anahtar ve klemensleri kontrol edin")  
tavsiye(34,"Defrost zamanlayıcısını değiştirin")  
tavsiye(35,"Defrost zamanlayıcısını değiştirin")  
tavsiye(36,"Defrost rölesini değiştirin")  
tavsiye(37,"Defrost rölesini değiştirin")  
tavsiye(38,"Dirençleri ohmmetre ile ölçün, yanık olanlarını değiştirin")  
cond(1,"Güç devresinde gerilim yok")  
cond(2,"Pano girişinde gerilim mevcut")  
cond(3,"Kumanda devresi çalışıyor")  
cond(4,"Güç ve kumanda devresinde gerilim yok")  
cond(5,"Kontaktör girişinde gerilim yok")

cond(6,"Gerilim termostata kadar geliyor")  
cond(7,"Termostat ayarı düşürüldüğü halde kontakları kapanmıyor")  
cond(8,"Gerilim alçak basınç otomatiğine kadar geliyor")  
cond(9,"Emme hattı basıncı normalden düşük")  
cond(10,"Gerilim yüksek basınç otomatiğine kadar geliyor")  
cond(11,"Yüksek taraf basıncı normalden yüksek ")  
cond(12,"Gerilim diferansiyel yağ basınç anahtarına kadar geliyor")  
cond(13,"Gerilim termik anahtarına kadar geliyor")  
cond(14,"Gerilim motora kadar geliyor fakat motor çalışmıyor")  
cond(15,"Motor iç sargı termiğine sahip ve motor gövdesi sıcak")  
cond(16,"Sargılar ohmmetre ile ölçüldüğünde kesik devre gibi davranır")  
cond(17,"Gerilim kontaktör bobinine kadar geliyor")  
cond(18,"Kontaktör kontakları kapanmıyor")  
cond(19,"Kontaktör kontakları kapanıyor fakat çıkış tarafındaki gerilim düşük")  
cond(20,"Fan motorunda gerilim var, fakat motor çalışmıyor")  
cond(21,"Kondenser fanı basınç otomatiği tarafından kumanda ediliyor")  
cond(22,"Gerilim yüksek basınç otomatiğine kadar geliyor")  
cond(23,"Evaporatörde fan gecikme termostati mevcut")  
cond(24,"Evaporatör yüzeyindeki soğuma yeterli")  
cond(25,"Devre, fan gecikme termostati tarafından kesiliyor")  
cond(26,"Kontaktör bobini vızıldıyor fakat armatürü çekemiyor")  
cond(27,"Gerilim kontaktör bobin girişinde mevcut, çıkışında yok")  
cond(28,"Isıtıcılara gerilim geliyor, fakat ısıtıcılar ısınmıyor")  
cond(29,"Direnç elemanları ohmmetre ile ölçüldüğünde kesik devre görünür")  
cond(30,"Defrost zamanlayıcı çalışmıyor")  
cond(31,"Defrost zamanlayıcı çalışıyor fakat devreyi kumanda etmiyor")  
cond(32,"Defrost rölesi bobini enerjilenmiyor")  
cond(33,"Defrost rölesi enerjileniyor fakat devreyi kumanda etmiyor")  
cond(34,"Kontaktör armatürü vızıldıyor veya tutukluk yapıyor")  
cond(35,"Devre alçak basınç otomatiği tarafından kesiliyor")  
cond(36,"Termostat kontakları kapandığı halde selenoid valf açılmıyor")  
cond(37,"Devre termostat tarafından durduruluyor")  
cond(38,"Termostat devreyi kestiği halde alçak basınç otomatiği kompresörü çalıştırıyor")  
cond(39,"Selenoid valf kapalı durumda iken çıkışında karlanma veya terleme oluşuyor")  
cond(40,"Selenoid valf kapalı durumda iken valften hıslama

```
sesi geliyor")
cond(41,"Selenoid valf kapalı durumda iken valften hıslama
sesi gelmiyor")
data_file("asagipom.gni")
sikayet("s1","Kompresör çalışmıyor, ortam sıcak")
sikayet("s2","Kompresör belli süre çalışıyor, sonra duruyor")
sikayet("s3","Kondenser fan motoru çalışmıyor")
sikayet("s4","Evaporatör fan motoru çalışmıyor")
sikayet("s5","Defrost ısıtıcıları çalışmıyor")
```

## 7.8 SOĞUTMA KULESİ ARIZALARI

### 7.8.1 CEBRİ ÇEKİŞLİ (MEKANİK) SOĞUTMA KULELERİ

```
rule(1,"s1","Kule dolguları yıprandığı için temas yüzeyi
yetersiz",[1,2,3])
rule(2,"s1","Kule su debisi kapasitesinin üzerinde",[4,1,5])
rule(3,"s1","Kule fan kayışı gevşek veya
yıpranmış",[1,6,7,8])
rule(4,"s1","Fan motoru arızalı",[1,6,9,10])
rule(5,"s1","Kule giriş pancurları veya damla tutucular
kirli",[1,11])
rule(6,"s1","Kule kapasitesi sisteme göre düşük
seçilmiştir",[1,12,6])
rule(7,"s1","Fan motoru arızalı",[1,13,14])
rule(8,"s1","Hareket kayışı kopuk",[13,15])
rule(9,"s1","Kapasite kontrol damperleri kapalı",[16,17])
rule(10,"s1","Fan hız modülasyonunun fan hızı
ayarsız",[6,18])
rule(11,"s1","Fan motoru düşük kademe hızda
çalışıyor",[6,19,20])
rule(12,"s1","Fan motorunun yüksek hız sargısı
yanmış",[6,21,22])
rule(13,"s1","Kule haznesi kirlenmiş, su akışı
engelleniyor",[23,24,25])
rule(14,"s1","Pompa filtresi kirli",[26,27,28])
rule(15,"s1","Püskürtme memeleri kısmen tıkalı",[29,30,31])
rule(16,"s1","Su debisi etiket değerinden fazla",[32,33])
rule(17,"s2","Kule fanı hava ile birlikte dışarı su
atıyor",[34])
tavsiye(1,"Dolgu malzemelerini değiştirin")
tavsiye(2,"Su debisini valfler yardımıyla azaltın")
tavsiye(3,"Kayış gerginliğini ayarlayın veya değiştirin")
tavsiye(4,"Fan motorunu tamir edin veya değiştirin")
tavsiye(5,"Giriş pancurlarını veya damla tutucuları
temizleyin")
tavsiye(6,"Mümkünse sisteme yeni bir kule ilave edin")
tavsiye(7,"Motoru kontrol edin, gerekiyorsa değiştirin")
tavsiye(8,"Kayışı değiştirin")
tavsiye(9,"Kumanda devresini kontrol edip arızayı teşhis
```

```
edin")
tavsiye(10,"Fan hızını ayarlayın")
tavsiye(11,"Fan motorunun kumanda anahtarını yüksek kademeye
getirin")
tavsiye(12,"Motor sargılarını veya motoru yenileyin")
tavsiye(13,"Kule haznesini temizleyin")
tavsiye(14,"Filtreyi değiştirin")
tavsiye(15,"Püskürtme memelerini temizleyin")
tavsiye(16,"Su debisini etiketteki yazılı değere indiriniz")
tavsiye(17,"Damla tutucularını kontrol edin, yıpranmışsa
değiştirin")
cond(1,"Su giriş-çıkış sıcaklık farkı normalden düşük")
cond(2,"Havalandırma ve su debisi normal")
cond(3,"Kule dolguları çürümüş")
cond(4,"Kule su debisi normalden yüksek")
cond(5,"Pompa motoru normalden fazla akım çekiyor")
cond(6,"Hava giriş-çıkış sıcaklık farkı normalden fazla")
cond(7,"Fan motorunun çektiği akım normalden az")
cond(8,"Fan kayışı gevşek görünüyor")
cond(9,"Fan motorundan sesler geliyor")
cond(10,"Fan motoru normalden fazla akım çekiyor")
cond(11,"Hava giriş-çıkış sıcaklık farkı normalden fazla")
cond(12,"Havalandırma debisi normal")
cond(13,"Havalandırma hiç yok")
cond(14,"Fan motorunun termiği atmış")
cond(15,"Fan motoru çalışıyor fakat az akım çekiyor")
cond(16,"Hava akışı yetersiz")
cond(17,"Hava giriş-çıkış sıcaklık farkı normalden çok
fazla")
cond(18,"Kule kapasite kontrolü olarak fan hız modülasyonuna
sahip")
cond(19,"Havalandırma yetersiz")
cond(20,"Fan motoru çift hızlı")
cond(21,"Fan çift kademeli hıza sahip")
cond(22,"Kumanda anahtarı yüksek hız kademesine
getirildiğinde termik atıyor")
cond(23,"Su giriş-çıkış sıcaklıkları arasındaki fark 10 C'nin
üzerinde")
cond(24,"Havalandırma sıcaklıkları normal")
cond(25,"Kule haznesinde balçık veya yosunlar görülüyor")
cond(26,"Havalandırma sıcaklık farkları normal")
cond(27,"Kule su giriş-çıkış sıcaklıkları arasındaki fark 10
C'den fazla")
cond(28,"Kule haznesi kirli değil")
cond(29,"Havalandırma sıcaklık farkları normal")
cond(30,"Su sıcaklık farkları 10 C'den fazla")
cond(31,"Kule haznesindeki ve pompa girişindeki pislik
tutucular temiz")
cond(32,"Havalandırma hızı normal")
cond(33,"Su giriş-çıkış sıcaklık farkı düşük")
cond(34,"Kule etrafına iri su damlaları sıçrıyor")
data_file("mekakule.gni")
```

sikayet("s1","Su çıkış sıcaklığı yüksek")  
sikayet("s2","Kulede normalden fazla su sarfiyatı oluyor")

### 7.8.2 TABİİ ÇEKİŞLİ SOĞUTMA KULELERİ

rule(1,"s1","Kule doguları yıprandığı için temas yüzeyi yetersiz kalıyor",[1,2,3,4])  
rule(2,"s1","Kule su debisi kapasitesinin üzerinde",[4,5,6])  
rule(3,"s1","Kule kapasitesi sisteme göre düşük seçilmiştir",[7,8,9])  
rule(4,"s1","Kapasite kontrol damperleri kapalı",[10,11])  
rule(5,"s1","Fan motoru düşük kademede çalışıyor",[12,13,14])  
rule(6,"s1","Kule haznesinde balçık yosun oluşmuş su akışını engelliyor",[15,16,17])  
rule(7,"s1","Pompa pislik tutucusu kirli ",[18,19,20])  
rule(8,"s1","Püskürtme ağızları kısmen tıkalı",[21,22,23])  
tavsiye(1,"Dolgu malzemelerini değiştirin")  
tavsiye(2,"Su debisini valfler yardımıyla azaltın")  
tavsiye(3,"Kuleyi mümkünse uygun kapasiteli olanıyla değiştirin")  
tavsiye(4,"Kumanda devresini kontrol ediniz")  
tavsiye(5,"Fan motorunun kumanda anahtarını yüksek kademeye getirin")  
tavsiye(6,"Kule haznesini temizleyin")  
tavsiye(7,"Pislik tutucuyu temizleyin")  
tavsiye(8,"Püskürtme ağızlarını temizleyin")  
cond(1,"Su giriş-çıkış sıcaklık farkı normalden düşük")  
cond(2,"Havalandırma normal")  
cond(3,"Su debisi normal")  
cond(4,"Kule su debisi normalden yüksek")  
cond(5,"Su giriş-çıkış sıcaklık farkı normalden düşük")  
cond(6,"Pompa motoru normalden fazla akım çekiyor")  
cond(7,"Hava giriş-çıkış sıcaklık farkı normalden fazla")  
cond(8,"Su giriş-çıkış sıcaklık farkı normalden düşük")  
cond(9,"Havalandırma debisi normal")  
cond(10,"Hava akışı yetersiz")  
cond(11,"Hava giriş-çıkış sıcaklık farkı normalden çok fazla")  
cond(12,"Hava giriş çıkış sıcaklık farkı normalden fazla")  
cond(13,"Havalandırma yetersiz")  
cond(14,"Fan motoru çift hızlı")  
cond(15,"Su giriş-çıkış sıcaklıkları arasındaki fark 10 C'nin üzerinde")  
cond(16,"Havalandırma sıcaklık farkları normal")  
cond(17,"Kule haznesinde balçık veya yosunlar görülüyor")  
cond(18,"Havalandırma sıcaklık farkları normal ")  
cond(19,"Kule su giriş- çıkış sıcaklıkları arasındaki fark 10 C'den fazla")  
cond(20,"Kule haznesi kirli değil ")  
cond(21,"Havalandırma sıcaklık farkları normal ")

```
cond(22,"Su sıcaklık farkları 10 C'den fazla")
cond(23,"Kule haznesindeki ve pompa girişindeki pislik
tutucular temiz")
data_file("tabikule.gni")
sikayet("s1","Kule su çıkış sıcaklığı yüksek")
```

[25-56]



## BÖLÜM 8

### UZMAN SİSTEM PROGRAMININ TANITIMI

#### 8.1 PROGRAMIN KULLANIMI

- ana menü
- \* ARIZA TEŞHİSİ
  - \* BİLGİ YÜKLEME
  - \* EKRANI SİLME
  - \* ÇIKIŞ
  - \* LİSTELEME/DÖKÜMANTASYON
  - \* BİLGİ İŞLEMLERİ
  - \* BİLGİ TABANI DOSYA İŞLEMLERİ
  - \* BAKIM KARTI DOSYA İŞLEMLERİ
  - \* NORMAL KART DEĞERLERİ

##### 8.1.1 BİLGİ YÜKLEME

Bu seçenek önce soğutma sistemi elemanlarını, daha sonra da alt elemanları ekrana getirmek suretiyle "bilgi tabanı dosyası" seçimine imkan verir. Dosya seçimi yapılmışsa ekrana "BİLGİ TABANI HAFIZAYA YÜKLENDİ, ARIZA TEŞHİSİNE GEÇEBİLİRSİNİZ !" uyarısı gelecektir.

##### 8.1.2 ARIZA TEŞHİSİ

Hafızaya bilgi yüklendikten sonra arıza teşhisine geçilirse, ekrana yüklenen dosyadaki şikayet tipleri ekrana gelir. Ok tuşları ile bu şikayetlerin herhangi biri seçilirse, bu defa ekrana sırasıyla arıza belirtileri yazılır ve kullanıcıdan "evet-hayır-niçin" cevapları vermesi istenir. Buna göre program yönlendir ve arızanın muhtemel sebebini,

tavsiye edilecek işlemi ekrana yazar. Eğer arızanın sebebi bulunamamışsa ekrana "ÇÖZÜM BULUNMADI BİLGİ TABANINA BİLGİ İLAVESİ YAPINIZ!" uyarısı gelir. Bu bilgi tabanındaki bilgilerin belirtilere göre yetersiz olduğunu ifade eder.

### 8.1.3 EKRANI SİLME

Bu seçenek ekranı temizlemek için kullanılır, fakat hafızaya yüklenmiş bilgileri silmez. "bilgi yükleme", "dosya işlemleri" ve "bakım kartı analizi" seçeneklerine girildiğinde veya programdan çıkıldığında hafızaya yüklenen dosya otomatik olarak silinir.

### 8.1.4 LİSTELEME/DÖKÜMANTASYON

—Listeleme/Dökümantasyon—

<ul style="list-style-type: none"><li>* YÜKLENEN DOSYADAKİ BİLGİ LİSTESİ</li><li>* YÜKLENEN DOSYADAKİ BİLGİ LİSTESİNİN YAZIMI</li></ul>
---

#### 8.1.4.1 YÜKLENEN DOSYADAKİ BİLGİ LİSTESİ

Hafızaya yüklenen bilgi tabanı dosyasındaki bilgiler, ayrı ayrı numaralandırılmış arızalar şeklinde ekrana gelir. Bu sayede, dosyadaki bilgilerin kontrolü yapılmış olur.

#### 8.1.4.2 YÜKLENEN DOSYADAKİ BİLGİ LİSTESİNİN YAZIMI

Hafızaya yüklenen dosyadaki bilgilerin yazıcıdan, döküman olarak alınmasını sağlar. Fakat bu seçeneğe girilmeden önce, yazıcının bilgisayara bağlı olması ve açık durumda olması gerekir. Aksi halde program kilitlenir.

### 8.1.5 BİLGİ İŞLEMLERİ

—Bilgi İşlemleri—

<ul style="list-style-type: none"><li>* BİLGİ İLAVESİ</li><li>* BİLGİ DEĞİŞTİRME</li></ul>
--

#### 8.1.5.1 BİLGİ İLAVESİ

Bu seçenek yüklenen dosyaya yeni arıza bilgilerinin ilave edilmesini sağlar. Şayet önceki şikayetlerden birine bağlı olarak arıza ilavesi yapılacak ise, önceki şikayetlerin şikayet kodunu girmek gerekir. Bu kodları "bilgi listeleme" seçeneğinden öğrenebilmesidir. Yeni şikayet tipi girilecekse, buna da yeni bir kod vermek gerekir.

#### 8.1.5.2 BİLGİ DEĞİŞTİRME

Bilgi tabanı dosyalarındaki bilgilerin değiştirilmesine, iptal edilmesine veya ilaveler yapılmasına imkan verir.

#### 8.1.6 BİLGİ TABANI DOSYA İŞLEMLERİ

—Bilgi Tabanı Dosya İşlemleri—

- \* BİLGİ TABANI DOSYA İLAVESİ
- \* BİLGİ TABANI DOSYA SİLME

#### 8.1.6.1 BİLGİ TABANI DOSYA İLAVESİ

Bilgi tabanına yeni dosyaların ilave edilmesini sağlar. Ancak bu yeni dosyaların hafızaya yüklenebilmesi için, program seçim menülerine de ilave edilmesi gerekir.

#### 8.1.6.2 BİLGİ TABANI DOSYA SİLME

Daha önce açılan bilgi tabanı dosyalarının tamamen iptal edilmesini sağlar. Mevcut bilgi tabanı dosyaları, "BİLGİ DEĞİŞTİRME" opsiyonundan girilmek suretiyle öğrenilebilir.

#### 8.1.7 BAKIM KARTI DOSYA İŞLEMLERİ

—Bakım Kartı Dosya İşlemleri—

- \* BAKIM KARTI DOSYA YÜKLEME
- \* BAKIM KARTI DOSYA SİLME
- \* BAKIM KARTI DOSYA YAZIMI

#### 8.1.7.1 BAKIM KARTI DOSYA YÜKLEME

Bu seçeneğe girildiğinde kullanıcıya, "ÖNCEKİ BAKIM KARTI DOSYA TARİHİ:" sorulur. Bu surette daha önce arşivlenen dosyalar ekrana gelir. Şayet dosya tarihi boş girilirse, "Bakım Kartı Formu" ekrana gelir. Bu forma o günkü bakım değerleri girilebilir. Daha sonra bu dosya tarihlenerek arşivlenebilir.

#### 8.1.7.2 BAKIM KARTI DOSYA SİLME

Daha önce arşivlenen bakım kartı dosyaları iptal edilebilir. Mevcut bakım kartı dosya tarihleri "BAKIM KARTI DOSYA YAZIMI" seçeneğine girilmek suretiyle öğrenilebilir.

#### 8.1.7.3 BAKIM KARTI DOSYA YAZIMI

Hafızaya yüklenen veya yeni girilen dosyaların karakteristikleri ve sayısal değerleri yazıcıdan alınabilir.

#### 8.1.8 NORMAL KART DEĞERLERİ

##### Normal Kart Değerleri

- \* BAKIM KARTI DEĞERLERİNİ ANALİZİ
- \* NORMAL KART DEĞERLERİNİN DEĞİŞTİRİLMESİ
- \* NORMAL KART DEĞERLERİNİN YAZIMI

#### 8.1.8.1 BAKIM KARTI ANALİZİ

Bu seçenek ile günlük bakım kartı değerlerinin, programa daha önce girilen normal çalışma sınırları ile karşılaştırılması yapılmaktadır. Özellikle sistem karakteristiklerini (basınç, sıcaklık, debi, akım, v.b. gibi) iyi analiz edemeyen kimseler, bakım kartı değerlerini iyi yorumlayamazlar. Bu değerlerin, daha önceden bilinen normal değer sınırları içinde olup olmadığını, kontrol etmek mümkündür. Örnek olarak kompresörün çektiği akım 12 Amper olarak ölçülmüş ise, önceden normal çalışma değerleri olarak 9-11 Amper olarak girilmişse, bu durumda program "Değeriniz normalden fazla!" uyarısı yapacaktır. Bu uyarı kompresörün normal çalışma sınırlarını aşacak şekilde aşırı yüklendiğini gösterir. Buradan arıza teşhisine geçilerek arızanın sebebi araştırılabilir.

#### 8.1.8.2 NORMAL KART DEĞERLERİNİN DEĞİŞTİRİLMESİ

Bakım kartında listelenen karakteristik değerleri ve onların normal değerlerinin yeniden düzenlenmesine imkan verir.

#### 8.1.8.3 NORMAL KART DEĞERLERİNİN YAZIMI

Bakım kartındaki karakteristikleri ve onların maksimum ve minimum değerlerini yazıcıdan alınmasını sağlar.



## 8.2 UZMAN SİSTEM PROGRAMINDAKİ YARDIMCI BİLGİLER

Programı kullanan kimselere bilgi desteği sağlamak için F2, F3 ve F4 tuşlarına bağlanan yardımcı bilgiler ilave edilmiştir. F2 tuşuna basıldığında "ARIZA GİDERME YÖNTEMLERİ", F3 tuşunda "KOMPRESYONLU SOĞUTMA SİSTEMLERİNİN TANITIMI" ve F4 tuşunda ise "KORUYUCU BAKIM PROSEDÜRLERİ" karşımıza çıkmaktadır.

Arıza giderme yöntemlerinde kullanıcıya bir arızanın nasıl teşhis edileceği, bunun için takip edilmesi gereken adımların neler olacağı, sonrasında ise tamir işlemlerinin nasıl yapılacağı geniş olarak anlatılmıştır.

Soğutma sistemlerinin tanıtımında; temel mekanik soğutma çevrimi, ana elemanların tipleri, genleşme cihazlarının çalışma prensipleri, soğutma sistemi aksesuarları, soğutucu akışkanlar, servis işlemleri hakkında bilgiler verilmiştir. Bu bilgilerin seviyesi, mesleğe yeni başlayan kimseleri hedeflediğinden temel seviyededir.

Koruyucu bakım prosedürlerinde temel soğutma elemanları ile ilgili haftalık, aylık ve yıllık bakımlar maddeler halinde sıralanmıştır.

Yardımcı bilgilerin hazırlanmasında referanslardaki değerli kaynaklardan yararlanılmış ve bu bilgiler maddeler halinde özetlenmiş, böylece kullanıcının kolayca okuyabilmesi sağlanmıştır.

### 8.3 PROGRAMIN ARIZA TEŞHİS ÖRNEKLERİ

Aşağıda, soğutma sistemi elemanları ile ilgili çeşitli arıza teşhis örnekleri verilmiştir:

Örnek-1 Pistonlu kompresörlerde "kompresör sürekli çalışıyor" şikayeti için arıza teşhis denemesi:

#### BELİRTİLER:

Emme ve basma hattı basınçları normalden düşük: hayır  
Soğutulan ortam sıcaklığı ayar sıcaklığının altında: hayır  
Basma hattı basıncı ve sıcaklığı normalden yüksek: hayır  
Emme hattı basıncı normalden düşük: evet  
Basma hattı basıncı normalden yüksek: evet  
Evaporatörde kısmi karlanma mevcut: evet

MUHTEMEL SEBEP: Genleşme valfi veya filtre tıkalı

TAVSİYE: Valf veya filtreyi temizleyin veya değiştirin

Örnek-2 Pistonlu kompresörlerde "kompresör yağ eksiltiyor" şikayeti için arıza teşhis denemesi:

#### BELİRTİLER:

Yağ seviye göstergesinde yağ seviyesi düşük görünüyor: hayır  
Kompresör ve emme hattı servis valfi çok soğuk: evet  
Seviye göstergesindeki yağ köpüklenmiş görünüyor : evet  
Kompresör vurunutulu çalışıyor: evet

MUHTEMEL SEBEP: Kompresöre sıvı halde soğutucu akışkan geliyor

TAVSİYE: Genleşme valfinin kızgınlık ayarını kontrol edin

Örnek-3 Santrifuj kompresörlerde "kompresör avlanıyor" şikayeti için arıza teşhis denemesi:

#### BELİRTİLER:

Pnömatik-elektrik valfi devir sayısını değiştiriyor: hayır  
Yük sınırlama rölesi devir sayısını düşürüyor: evet

MUHTEMEL SEBEP: Yük sınırlama rölesi arızalı

TAVSİYE: Yük sınırlama rölesini değiştirin

Örnek-4 Hava soğutmalı kondenserlerde "soğutucu akışkan yoğunlaşmıyor" şikayeti için arıza teşhis denemesi:

**BELİRTİLER:**

Basma hattı ve sıvı hattı sıcaklıkları normalden yüksek: hayır  
Basma hattı sıcaklığı normalden yüksek: hayır  
Basma hattı ve emme hattı basınçları normalden yüksek: evet  
Emme hattında terleme veya karlanma var: evet  
Kızgınlık düşük, yükseltilemiyor: evet

**MUHTEMEL SEBEP:** Sistemde aşırı soğutucu akışkan şarjı mevcut

**TAVSİYE:** Fazla akışkanı tahliye edin

Örnek-5 Yağ ayırıcılarda "yağ ayırıcı görevini yapmıyor" şikayeti için arıza teşhis denemesi:

**BELİRTİLER:**

Yağ dönüş hattı, basma hattı sıcaklığı ile aynı sıcaklıkta: evet

**MUHTEMEL SEBEP:** Şamandralı valf açık kalmıştır

**TAVSİYE:** Yağ ayırıcıyı çıkarıp temizleyin

Örnek-6 Süpürmeli kumanda devresinde "defrost ısıtıcıları çalışmıyor" şikayeti için arıza teşhis denemesi:

**BELİRTİLER:**

Güç devresinde gerilim yok: hayır  
Gerilim kontaktör bobinine kadar geliyor: evet  
Kontaktör kontakları kapanmıyor: evet

**MUHTEMEL SEBEP:** Kontaktör bobini arızalı

**TAVSİYE:** Bobin direncini Ohmmetre ile ölçün, yanık ise değiştirin

## BÖLÜM 9 .

### SONUÇ VE TARTIŞMA

Geliştirilen uzman sistem programı, Kompresyonlu Soğutma Sistemleri konusuna ilgi duyan ve bu konuda bir ön malumata sahip elemanların, arıza teşhisi konusunda eğitimi hedeflenerek hazırlanmıştır. Ayrıca kullanıcıya temel konularda bilgi desteği sağlamak için yardımcı bilgiler ilave edilmiştir.

Program, Kompresyonlu Soğutma Sistemleri gibi çok geniş bir sahayı hedeflediğinden, sadece genel şikayet ve arızaların teşhisi üzerinde durulmuştur. Dolayısıyla programdaki bilgi tabanlarının, mevcut herhangi bir soğutma sistemine, bilgi ilavesi ve değişikliği yapılmadan doğrudan uyarlanması verimli olmayabilir.

Bakım kartı ve normal kart bilgileri ve değerleri kurulu bir soğutma sistemine uyarlanabilir. Özellikle normal kart değerlerinin belirlenmesinde, şunlara dikkat etmek gereklidir: Sistemin bir yıl boyunca; basınç, sıcaklık, akım, vb. karakteristiklerin alt ve üst sapma değerleri belirlenmeli, bu değerlere belirli bir tolerans da ilave etmek suretiyle, normal değer sınırları belirlenmelidir.

Programın bilgi tabanlarında bilgi girişi için herhangi bir sınırlama yoktur. Bilgisayar hafızası mücade ettiği ölçüde bilgiler yüklenebilir. Çok fazla kural sınırına ulaşıldığında, dosya sayısını arttırmak suretiyle daha dar alanlar kullanarak hafıza sınırlılığını önlenebilir. Bu durum uzman sistem programının önemli bir avantajıdır.

Sonuç olarak, hazırlanan uzman sistem programı, bilgi tabanlarındaki bilgiler değiştirilmek suretiyle bir çok cihaza ve sisteme uygun hale getirilebilir. Ancak bu durumda programın dosya seçim opsiyonlarında da gerekli düzenlemeler yapılması gerekecektir.

## KAYNAKLAR

- [1] KOCABAŞ, Ş., Artificial Intelligence Ders Notları (basılmamış)
- [2] NEBENDAHL, D. Expert Systems, John Wiley and Sons Limited, 1988.
- [3] HARMON, P. and D. KING, Expert Systems, pp. 4, New York 1985.
- [4] AYAĞ, Zeki., Murat DİNÇMEN, M. Bülent DURMUŞOĞLU ve Tijen ERTAY, Üretim Sistemlerinde Benzetim Amaçlı Uzman Sistemler, İ.T.Ü.-KOSGEB Sanayide Bilgisayar Kullanımı ve Otomasyon Sempozyumu, Aralık 1991, sayfa 76-94.
- [5] WATERMAN, D. A Guide To Expert Systems. Addison-Wesley Publishing Company, Massachusetts, 1986.
- [6] YONG, L.F., and R.M. NELSON, An Expert System To Select Heat Exchangers For Waste Heat Recovery Applications, ASHRAE Transactions, Part 1, sayfa 1540, 1990.
- [7] GEVARTER, W.B., An Overview Of Expert Systems, National Bureau Of Standards Report No: NBSIR 83-2505, May 1982.
- [8] HART, A. Knowledge Acquisition For Expert Systems, Kogan Page Ltd., London 1986.
- [9] MISHKOFF, Henry C. Understanding Artificial Intelligence, Texas Instruments Inc., 1985.

- [10] HAYES-ROTH, Frederick., Donald A. WATERMAN, and Douglas B. LENAT, Buildings Expert Systems, Addison-Wesley Publishing Co., Reading, Mass., 1983, 444 pp.
- [11] BLACK, W.J., Intelligent Knowledge Based Systems, Van Nostrand Reinhold Co. Ltd., U.K., 1986.
- [12] MYERS, W., Introuduction To Expert Systems, IEEE Expert, Spring 1986.
- [13] Turbo Prolog User's Guide, Version 2.0, Borland International 1800 Green Hills Road P.O. Box 660001 Scotts Valley, CA 95066-0001, 1988.
- [14] BOWKER, R.R., The Software Encyclopedia, 1993.
- [15] GEVARTER, W.B., The Nature And Evalution Of Commarcial Expert System Building Tools, Computer, May 1987.
- [16] CULP, C.H., Expert Systems In Preventive Maintenance And Diagnostics, ASHRAE JOURNAL, August 1989.
- [17] ÖZŞİMŞİR, Hakan., Yapay Zeka, PC Günlüğü Dergisi, Sayı 9, sayfa 67-69, Ocak 1994.
- [18] GILMORE, J.F. and K. GINGHER, Diagnostic Expert Systems, Georgia Institute of Technology, U.S.A., Third Intertional Expert Systems Conference, London, 2-4 June 1987.
- [19] Anonimous, Troubleshooting Refrigeration Systems, TPC Training Systems, No: 139 1301 S. Grove Ave., Barrington, Chicago 60010 312/381-1840, 1981.
- [20] ÖZKOL, Nuri., Uygulamalı Soğutma Tekniği, Makina Mühendisleri Odası Yayını, No=115, Ankara, 1988.
- [21] CORAZZIARI, F., S. FALCIANO, L. LUMINARI, M. SAVARESE and E. TRASSATI, An expert system for fault diagnosis in FASTBUS network initialization, IEEE Transaction on Nucleer Science, April 1992, Vol. 39, No. 2, Part 1.
- [22] KOMAI, K., Keinosuke MATSUMOTO and Toshiaki SAKAGUCHI, Industrial Systems Laboratory, Mitsubishi Electric Corporation, MELDASH: a diagnostic application-specific expert systems shell for network fault diagnosis, Electric Power & Energy Systems, Vol 14, No 2/3 April/June 1992.

- [23] PIETY, K. and J.E. CORLEY, Development of an Expert System to diagnose Machinery Vibration Problems, Proceedings of the 1st International Machinery Monitoring and Diagnostics Conference, Las Vegas, Nevada, Sept. 11-14 1989, pp. 523-527.
- [24] WANG, S.S., AI and expert systems for diagnostics, Proceedings of the 1st International Machinery Monitoring and Diagnostics Conference, Las Vegas, Nevada, Sept. 11-14 1989, pp. 516-522.
- [25] WHITE, R., Ben ADAMSON and Chris HAPPE, Troubleshooting Industrial Refrigeration Equipment, ASHRAE Journal 1991, p.39
- [26] HABERL, Jeffrey S., Leslie K. NORFORD and Joseph V. SPADORA, Intelligent Systems For Diagnosing Operational Problems in HVAC Systems, ASHRAE JOURNAL, June 1989. pp.20-30.
- [27] CULP, Charles H., Expert Systems in Preventive Maintenance and Diagnostics, ASHRAE JOURNAL, August 1989, pp. 24-27.
- [28] BROTHERS, Peter., and Kevin COONEY, A Knowledge-Based System For Comfort Diagnostics, ASHRAE JOURNAL, September 1989, pp. 60-67.
- [29] KAHN, P., and David WARREN, Application Deveolpment in Prolog, Proc. Artificial Intelligence & Advanced Computer Technology Conference, 1985, Tower Conference Management Co., Wheaton, III., pp.207-212.
- [30] WANTIEZ, G.W., Air Conditioning and Refrigeration Fundamentals, Stilwater, Oklahama, 1984.
- [31] Anonimous, Condensers and Cooling Towers, Maintenance and Repair of Heat Rejection Components, TPC Training Systems, 1301 S. Grove Ave., Barrington, Chicago 60010 312/381-1840, 1981.
- [32] SAVORY, Stuart, Expert Systems for The Professional, Ellis Harwood Limited, Market Cross House, Cooper Stret, Chichester, West Sussex, Eglanđ, 1990.
- [33] SEZAL, İhsan., Altıncı Türkiye Bilgisayar Kongresi Açılış Konuşması, İstanbul, 1989.

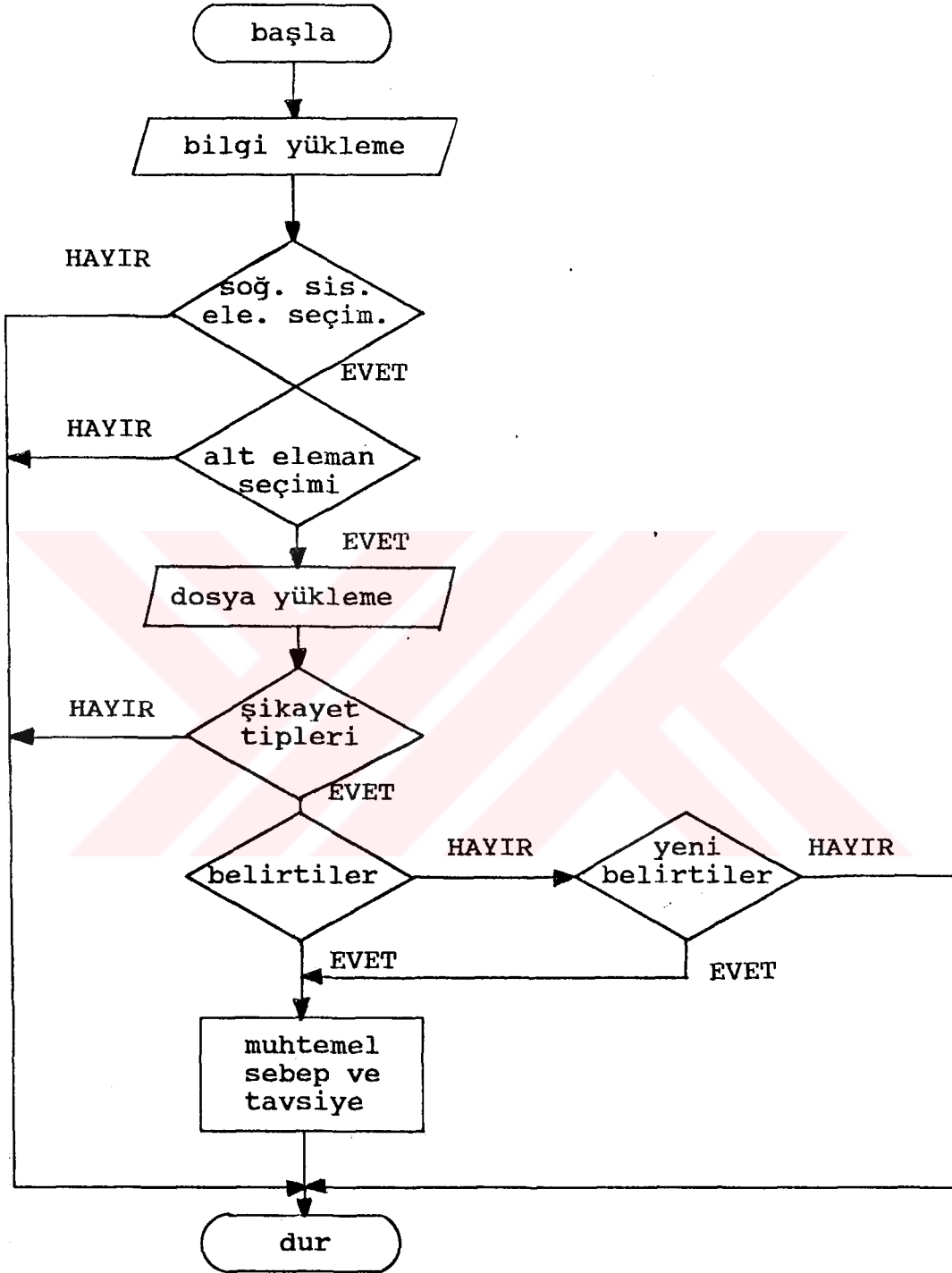
- [34] PATTON, J.D., Maintainability and Maintenance Management, 2nd Edition, Revised and Enlarged, Instrument Society of America 1988.
- [35] MARDACAL, Merdacal, Dictionary of Artificial Intelligence, Van Nostrand Reinhold, New York, 1990.
- [36] GÜDER, Gazi, Bilgi İşlem Terimleri Sözlüğü, Birsen Yayınevi, 1986.
- [37] Doolin's Trouble Shooters Bible, Air Conditioning Refrigeration Heat Pumps Heating, Dallas Doolco, Inc. Technical Publications 11252 Goodnight Lane Suite 600 Dallas, Texas 75229
- [38] ELONKA, S. Michael., Standart Refrigeration and Air Conditioning Questions-Answers, Third Edition, Tata Mc Graw-Hill Publishing Company Ltd. New Delhi, 1984.
- [39] Kompresör-Soğutma Semineri Eğitim Notları, Et ve Balık Kurumu Genel Müdürlüğü, Manisa Et Kombinasyonu, 2-11 Eylül 1991.
- [40] Soğutma Grubu İşletme Talimatnamesi, Aldağ Soğutma Sanayii Anonim Şirketi
- [41] Su Soğutma Jeneratörü Referans Kataloğu, Aldağ Soğutma Sanayii Anonim Şirketi
- [42] Su Soğutma Kulesi Montaj İşletmeye Alma ve Bakım Talimatı, Alarko Sanayi ve Ticaret A.Ş.
- [43] Paket Tipi Soğuk Depo Cihazları İşletmeye Alma ve Bakım Talimatı, (Zanotti MBOXER 360 T, CXBOXER 360, PBOXER 360) Ankara Belediyesi Fen İşleri Müdürlüğü, Ankara 1987.
- [44] ERTAŞ, Erol., Soğuk Tekniği Kompresyonlu, Soğuk Buharlı Soğutma sistemleri, KOSGEB, Ankara Küçük ve Orta Ölçekli Sanayi Eğitim Merkezi, Ankara 25 Şubat 1992.
- [45] A'GRAMKOW Arıza Simülatörü Tip.10110, KOSGEB, Ankara Küçük ve Orta Ölçekli Sanayi Eğitim Merkezi, Ankara, Şubat 1992.
- [46] Water-Cooled R-22 Rotary Screw Water Chillers, Dunham-Bush Commercial Products Division, 101 Burgess Road, Harrisonburg, VA 22801, (703) 434-0711

- [47] Hermetic Centravac, Engineered For 50-Cycle Power, The Trane Company, La Crosse, Wisconsin, U.S.A. Oct. 1963.
- [48] EY2400 Maintenance System, Sauter SA, Automation Division CH-4016 Basle Phone 061 6955555, Switzerland.
- [49] İklimlendirme Soğutma Sistemlerinin İşletilmesi ve Bakımı, Seminer Notları, Makina Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi, İstanbul, 29 Nisan-2 Mayıs 1992.
- [50] Alaska Soğutma Sistemleri Standart İşletme Talimatnamesi.
- [51] KOCABAŞ, Şakir, (TÜBİTAK M.A.M. Yapay Zeka Bölüm Başkanı), 26-01-1994 tarihli görüşme.
- [52] GÜNEY, Turgut, (ESKO Elektrik, Soğutma, Otomatik Kontrol Sanayi ve Tic. Ltd. Şti.), 18-10-93, 12-12-93, 26-01-94 ve 18-03-1994 tarihli görüşmeler.
- [53] ÖZKOL, Nuri, (EPKON Elektrik-Pnömatik Kontrol-Soğutma Malzemeleri Tic. ve San. A.Ş.) 18-03-1994 tarihli görüşme.
- [54] EROL, Timur, (TİTAN Tesisat ve Ticaret), 05-02-1994 tarihli görüşme
- [55] SUNER, Ersural, (Et Balık Kurumu Genel Müdürlüğü) 2-05-1994 tarihli görüşme.
- [56] AKDOĞAN, Hasan, (ÇANSAŞ Çankırı Top ve Uçaksavar Sanayi A.Ş.) 15-12-1994, 4-01-1994 tarihli görüşmeler.

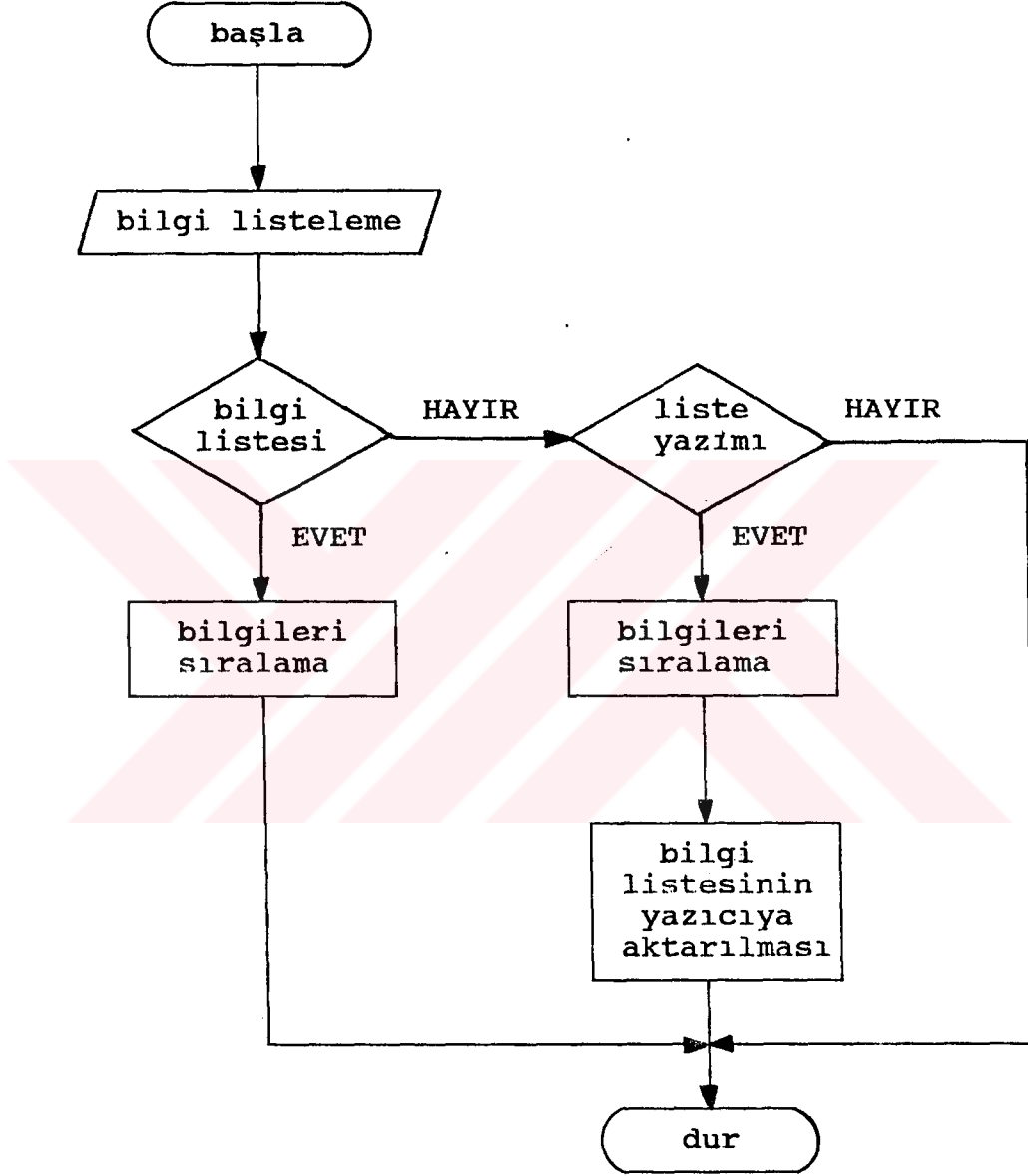
E K L E R



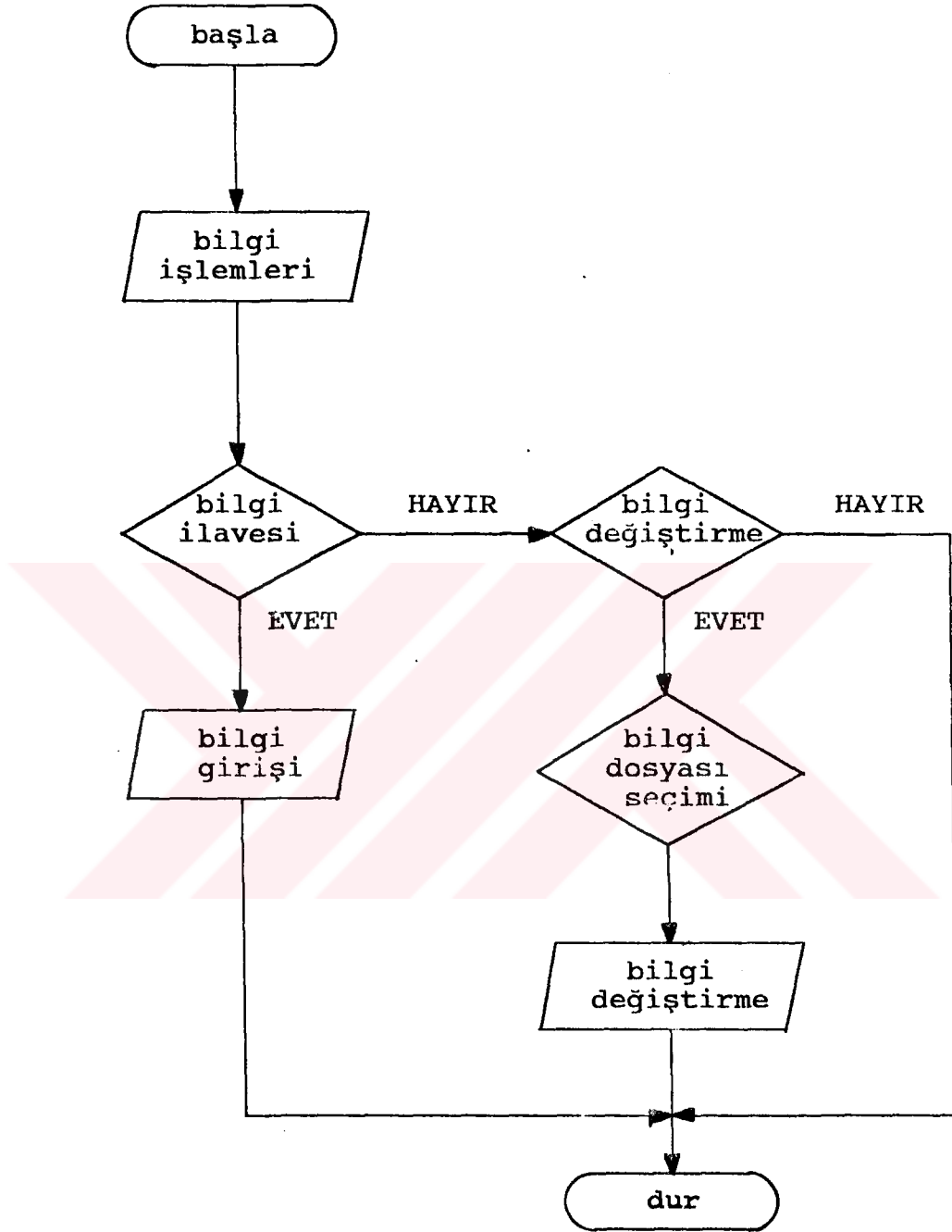
EK-1 PROGRAM AKIŞ KARTLARI



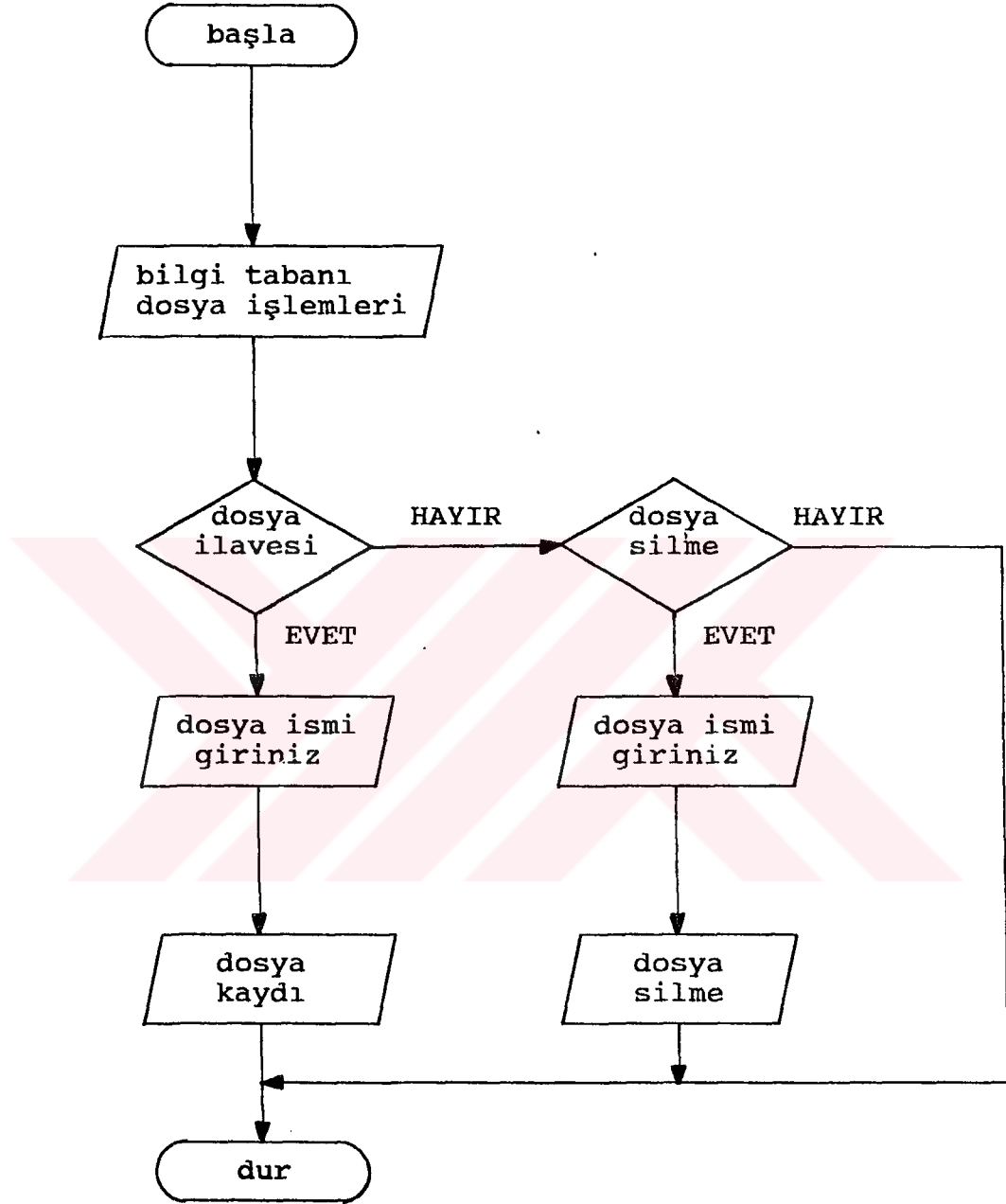
Ek-1.1 Arıza teşhisi için akış diyagramı



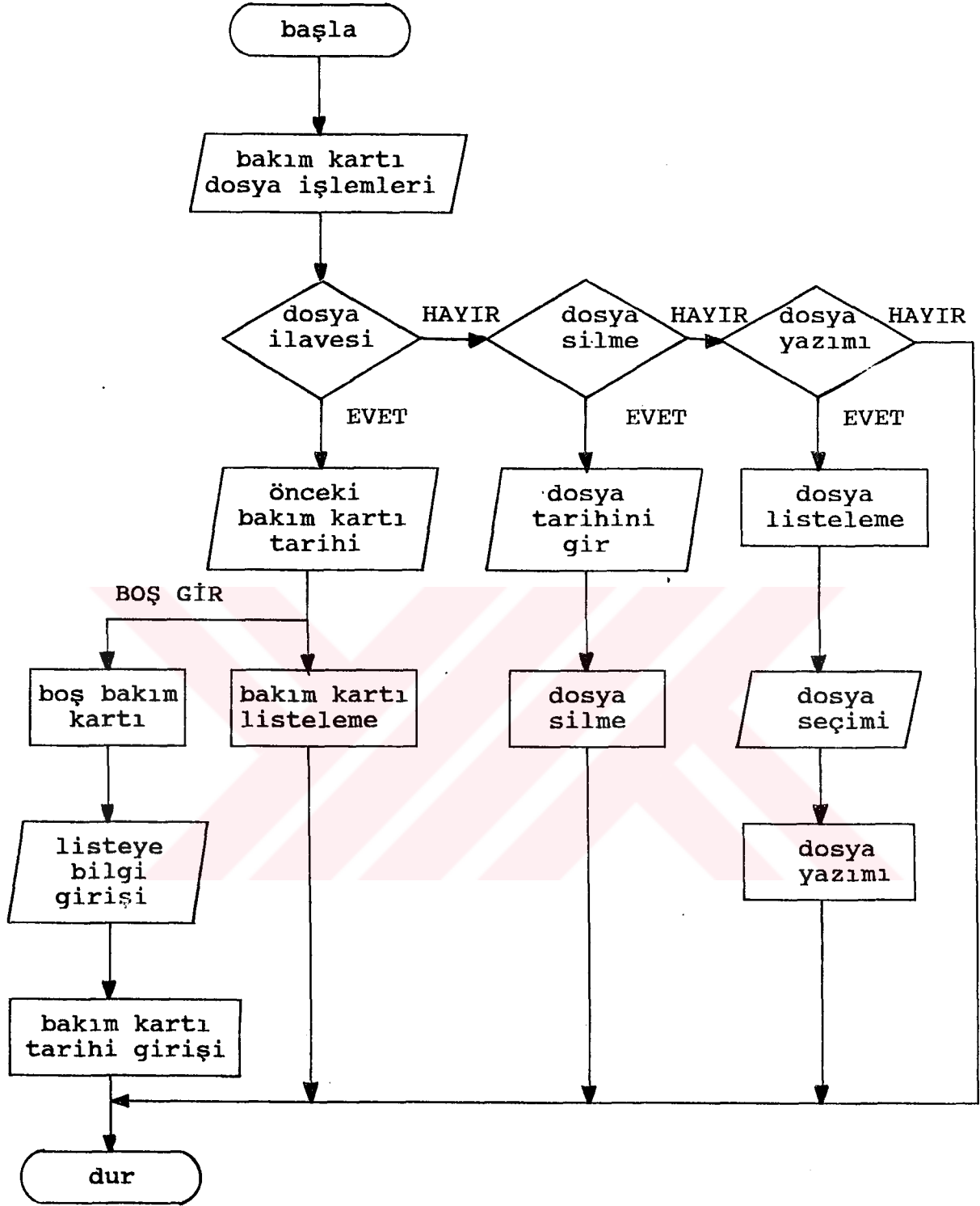
Ek-1.2 Bilgi listeleme/dökümantasyon akış diyagramı



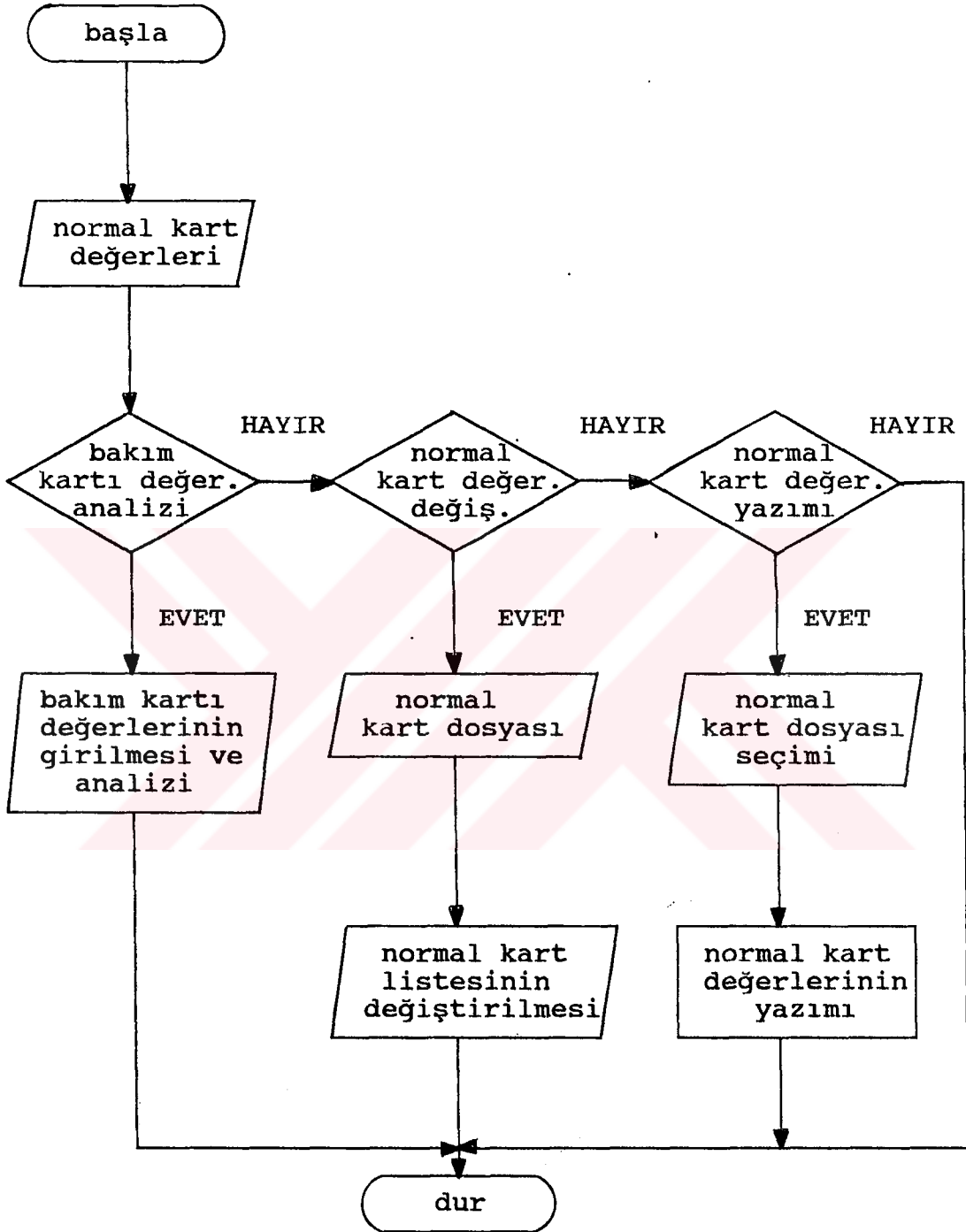
Ek-1.3 Bilgi İşlemleri Akış Diyagramı



Ek-1.4 Bilgi tabanı dosya işlemleri akış diyagramı



Ek-1.5 Bakım kartı dosya işlemleri akış diyagramı



Ek-1.6 Normal kart değerleri akış diyagramı

## EK-2 UZMAN SİSTEM PROGRAMI LİSTESİ

```
/*tez.pro dosyası*/
code =2500 /*hafıza ayarı (heap büyüklüğü)*/
DOMAINS /*programda kullanılan veri tiplerinin tanımlanması*/
  CONDITIONS = BNO*
  HISTORY = RNO*
  RNO, BNO, FNO = INTEGER
  CATEGORY,tavsiye = STRING
  data_file = string
  file = save_file
  slist = string*

DATABASE - A /*veri tabanlarında bulunan veri tipleri*/
  rule(RNO,CATEGORY,CATEGORY,CONDITIONS)
  tavsiye(RNO,tavsiye)
  cond(BNO,STRING)
  data_file(data_file)
  copy_file
  open_file
  yes(BNO)
  no(BNO)
  fact(FNO,CATEGORY,CATEGORY)
  topic(string)
  Sikayet(string,string)
  v(string,real)
  d(string,real,real)
  str(string)

PREDICATES /*programda kullanılan yüklemelerin tanımlanması*/
/*komutlar*/
  check1(real,real,real)
  title_go
  update
  edit_kb1
  edit_kb2
  list(string)
  myretract(string)
  load_know1
  load_know2
  save_know1
  del_file1
  del_file2
  clear
  proces(integer)
  endd(integer)
  goes(CATEGORY)
  run
  sec(integer)
  secim(integer)
  secme(integer)
  secm(integer)
```

```

sece(integer)
reverse(CONDITIONS,CONDITIONS)
reverse1(CONDITIONS,CONDITIONS,CONDITIONS)
prlist1
prlist2
prlist3
liste
bilgi
veri
bakim
vscr
lis
myconsult(string)

/*SONUÇ ÇIKARMA MEKANİZMASI YÜKLEMLERİ*/
go(HISTORY,CATEGORY)
check(RNO,HISTORY,CONDITIONS)
notest(BNO)
inpq(HISTORY,RNO,BNO,STRING)
do_answer(HISTORY,RNO,STRING,BNO,INTEGER)

/*AÇIKLAMA YÜKLEMLERİ*/
sub_cat(CATEGORY,CATEGORY,CATEGORY)
show_conditions(CONDITIONS,string)
show_rule(RNO,string)
show_cond(BNO,string)

/*BİLGİ İŞLEME YÜKLEMLERİ*/
getnr(RNO,RNO)
getbnr(BNO,BNO)
readcond1( CONDITIONS )
getcond(BNO,STRING)
save_y(char,string,data_file)
member(INTEGER,integer,stringLIST,category)
dosya_sec(integer,string)
komp_sec(integer,string)
kond_sec(integer,string)
evap_sec(integer,string)
genl_sec(integer,string)
akse_sec(integer,string)
defr_sec(integer,string)
kont_sec(integer,string)
kule_sec(integer,string)
check_kod(string)

GOAL /*program akışının başlangıcı*/
include "menu.pro" /*menu.pro yardımcı programını çağır*/
retractall(_,a), /*hafızadaki bilgileri sil*/
makewindow(1,63,110,"",0,0,24,80), /*pencereleri oluştur*/
makewindow(2,3,7,"",14,0,10,80),
makewindow(5,7,0,"",0,0,4,80),
makewindow(8,91,0,"",24,0,1,80),run. /*ana döngüye git*/

```

```

CLAUSES /*kural cümleleri*/
run :-repeat, /*ana döngü*/
retractall(yes(_),A),retractall(no(_),A),/*bir önceki adımdan
kalma evet-hayır cevapları varsa sil*/
shiftwindow(8),clearwindow,
write("F1:YARDIM F2,F3,F4:BİLGİ
(SEÇİMİ OK TUŞLARI İLE YAPIN) Enter:İLERİ Esc:GERİ"),
shiftwindow(1), /*ana menüyü göster*/
longmenu(7,25,13,15,9,
[" * ARIZA TEŞHİSİ",
" * BİLGİ YÜKLEME",
" * EKRANI SİLME",
" * ÇIKIŞ",
" * BİLGİ LİSTELEME/DÖKÜMANTASYON",
" * BİLGİ İŞLEMLERİ",
" * BİLGİ TABANI DOSYA İŞLEMLERİ",
" * BAKIM KARTI DOSYA İŞLEMLERİ",
" * NORMAL KART DEĞERLERİ"],"Ana Menü",2,CHOICE),
proces(CHOICE),end(CHOICE),!.

/*ana menü seçimlerini uygulama kuralları*/
proces(0). /*çıkış*/
proces(1):-title_go.
proces(2):-retractall(_,A),clearwindow,load_knowl.
proces(3):-clearwindow.
proces(4).
proces(5):-liste.
proces(6):-bilgi.
proces(7):-retractall(_,A),clearwindow,veri.
proces(8):-retractall(_,A),clearwindow,bakım.
proces(9):-retractall(_,A),clearwindow,lis.
end(4):-clearwindow,nl,nl, /*program çıkış kontrolü*/
write("ÇIKMAK İSTEDİĞİNİZDEN EMİN MİSİNİZ ?
(e) veya (h) "),
readchar(C),write(C),C='e',removewindow,exit.

/*ARIZA TEŞHİS MEKANİZMASI*/
title_go:-
goes(Mygoal),nl,nl,nl,nl,go([],Mygoal),!.
title_go:- nl,
write("\n\n\n\n\n\n\n          ÇÖZÜM BULUNAMADI,
BİLGİ TABANI DOSYASINA İLAVE YAPINIZ !"),
write(" <ENTER>"),readchar(C),write(C),nl.
goes(K):-
clear,clearwindow,findall(Tip,Sikayet(_,Tip),TipListesi),
longmenu(2,2,19,11,106,TipListesi,"ŞİKAYET TIPLERİ",1,
Secim),
member(Secim,1,TipListesi,Sikayet),Sikayet(K,Sikayet).

member(N,N,[X|_],X).
member(N,P,[_|L],X):-Next=P+1,member(N,Next,L,X).

```

```

go( _, Sebep):- /*şikayetin sebebini bulan ve sebebe uygun
tavsiye veren kurallar*/
not(rule( _, Sebep, _, _)),!,nl,rule(RNO, _, Sebep, _),
tavsiye(RNO,Tavsiye),
write("MUHTEMEL SEBEP: ",Sebep),nl,nl,
write("TAVSİYE: ",Tavsiye),
write("\n\n",<ENTER>"),
readchar(C),
write(C),
run.

```

```

go( HISTORY, Mygoal ):-
rule(RNO,Mygoal,NY,COND),check(RNO,HISTORY, COND),
go([RNO|HISTORY],NY).
check(RNO,HISTORY,[BNO|REST]):-yes(BNO),!,
check(RNO,HISTORY,REST).
check( _,_,[BNO|_]):-no(BNO),!,fail.
check(RNO,HISTORY,[BNO|REST]):-cond(BNO,NCOND),
fronttoken(NCOND,"evet",_COND),frontchar(_COND,_,COND),
cond(BNO1,COND),
notest(BNO1),!,check(RNO,HISTORY,REST).
check( _,_,[BNO|_]):-cond(BNO,NCOND),fronttoken(NCOND,
"hayır",_COND),
frontchar(_COND,_,COND),cond(BNO1,COND),yes(BNO1),!,fail.
check( RNO,HISTORY,[BNO|REST]):-cond(BNO,TEXT),
inpq(HISTORY,RNO,BNO,TEXT),
check(RNO,HISTORY,REST).
check( _,_,[]).

notest(BNO):-no(BNO),!.
notest(BNO):-not(yes(BNO)),!.

inpq(HISTORY,RNO,BNO,TEXT):- write(TEXT,": "),ROW = 0,
COL = 35,
longmenu(ROW,COL,12,10,10,[evet,hayır,neden],"",1,
CHOICE),
do_answer(HISTORY,RNO,TEXT,BNO,CHOICE).

do_answer( _,_,_,_,0):-exit.
do_answer( _,_,_,BNO,1):-assert(yes(BNO)),shiftwindow(1),
write(evet),
nl.
do_answer( _,_,_,BNO,2):-assert(no(BNO)),shiftwindow(1),
write(hayır),
nl,fail.
do_answer(HISTORY,RNO,TEXT,BNO,3):- !,rule( RNO, _,
Sebep, _),
writef("\nÇÜNKÜ: %",Sebep),ROW = 0,COL = 35,
longmenu(ROW,COL,12,10,10,[evet,hayır,neden],"",1,
CHOICE),
do_answer(HISTORY,RNO,TEXT,BNO,CHOICE).

```

```

/*NORMAL KART DEĞERLERİ*/
lis:-clearwindow,longmenu(8,20,5,11,11,
    ["* BAKIM KARTI DEĞERLERİNİN ANALİZİ",
     "* NORMAL KART DEĞERLERİNİN DEĞİŞTİRİLMESİ",
     "* NORMAL KART DEĞERLERİNİN YAZIMI"],
    "Normal Kart Değerleri",1,CHOICE),
    sece(Choice),lis.

sece(1):-retractall(_),load_know2.
sece(2):-edit_kb2.
sece(3):-prlist3.

/*veri tabanlarının yazıcıya gönderilmesi*/
prlist3:-dir("", "normal.dba",Filename),file_str(Filename,
Str),
file_str(prn,Str).

/*veri tabanlarında değişiklik yapılması*/
edit_kb2:-clearwindow,makewindow(4,15,15,"",0,0,24,80),
dir("", "normal.dba",Filename),file_str(Filename,Data),
edit(Data,NewData),clearwindow,nl,nl,nl,nl,nl,nl,nl,nl,
write("          DEĞİŞİKLİKLER KAYDEDİLSİN Mİ ?
(e) veya (h)"),
readchar(Ans),save_y(Ans,NewData,Filename).

/*normal değer dosyası ile mukayese yapılması*/
load_know2:-retractall(_),clearwindow,makewindow(11,11,9,"",
0,0,25,80),
consult("normal.dba",a),
d(Str,Min,Max),write(Str),readreal(A),
check1(A,Min,Max),nl,
assert(v(Str,A)),fail.
check1(A,Min,_):-A<Min,beep,write("
NORMAL DEĞERDEN AZ ! "),!.
check1(A,_,Max):-A>Max,beep,write("
NORMAL DEĞERDEN FAZLA ! "),!.
check1(_,_,_):-write("          DEĞERİNİZ NORMAL !"),!.

/*LİSTELEME/DÖKÜMANTASYON*/
liste:-clearwindow,longmenu(8,18,14,113,113,
    ["* YÜKLENEN DOSYADAKİ BİLGİ LİSTESİ",
     "* YÜKLENEN DOSYADAKİ BİLGİ LİSTESİNİN YAZIMI"],
    "Bilgi listeleme/dökümantasyon",1,CHOICE),
    sec(Choice),liste.
sec(1):-list(_).
sec(2):-prlist1.

prlist1:-list(Str),file_str(prn,Str).

list("):-
    clearwindow,

```

```

        assert(str("")),
        rule(RNO,_,_,_),
        write(RNO," "),
        show_rule(RNO,RNO_Str),
        myretract(Oldstr),
        concat(Oldstr,RNO_Str,Str),
        assert(str(Str)),
        fail.
list(Str):-
    retract(str(Str)),!,
    display(Str),!.

myretract(Oldstr):-retract(str(Oldstr)),!.

show_rule(RNO,RetStr):- /*bilgi tabanındaki kuralları
    göster*/
    rule(RNO,SikayetKod,Sebep,CONDINGELSER),
    tavsiye(RNO,Tavsiye),
    sikayet(SikayetKod,Sikayet),
    reverse(CONDINGELSER,CONILS),
    show_conditions(CONILS,LStr),
    format(RetStr,
        "\n\nNARIZA NO:%\nŞİKAYET:(%)\n %\nBELİRTİLER:\n  -%
\nMUHTEMEL SEBEP:\n %\nTAVSİYE:\n %",
        RNO,SikayetKod,Sikayet,LStr,Sebep,Tavsiye).

show_conditions([], "").
show_conditions([COND],Ans):-
    show_cond(COND,Ans),!.
show_conditions([COND|REST],Ans):-
    show_cond(COND,Text),
    concat("\n  -",Text,Nstr),show_conditions(REST,Next_ans),
    concat(Next_ans,Nstr,Ans).

show_cond(COND,TEXT):-cond(COND,TEXT).

sub_cat(Mygoal1,Mygoal2,Lstr):-concat(Mygoal1,"",Str),
    concat(Str,Mygoal2,Lstr).

/* BİLGİ İŞLEMLERİ */
bilgi:-clearwindow,longmenu(9,29,18,27,27,
    ["* BİLGİ İLAVESİ",
    "* BİLGİ DEĞİŞTİRME"],"Bilgi İşlemleri",1,CHOICE),
    secim(Choice),bilgi.
secim(1):-update.
secim(2):-edit_kb1.

edit_kb1:-makewindow(4,15,15,"",0,0,24,80),
    dir("", "*.gni",Filename),file_str(Filename,Data),
    edit(Data,NewData),clearwindow,nl,nl,nl,nl,nl,nl,nl,nl,
    write("          DEĞİŞİKLİKLER KAYDEDİLSİN Mİ ?

```

```

(e) veya (h)",
readchar(Ans),save_y(Ans,NewData,Filename).

update:-clearwindow,
write("\n
***** BİLGİ İLAVE ETME ***** \n"),
write("ŞİKAYET KODU: "), readln(Kod),
Kod><"",check_kod(Kod),
readconcl(CONDL),write("MUHTEMEL SEBEP: "),
readln(SUB),SUB><"",
write("TAVSİYE: "),readln(Tav),Tav><"", getrr(1,RNO),
assert( rule(RNO,Kod,SUB,CONDL) ),
assert( tavsiye(RNO,Tav) ),
data_file(Data),!,bound(Data),Save(Data,A),
writef("\n          BİLGİLER % DOSYASINA KAYDEDİLDİ!
",Data),
write("<ENTER>"),readchar(C),write(C),update.

/*bilgi tabanındaki değişiklik*/
getrr(N,N):-not(rule(N,_,_,_)),!.
getrr(N,N1):-H=N+1,getrr(H,N1).
getbnr(N,N):-not(cond(N,_)),!.
getbnr(N,N1):-H=N+1,getbnr(H,N1).
readconcl( [BNO|R] ):-nl,write("BELİRTİ: "),
readln(COND),COND><"",!,
getcond(BNO,COND),readconcl( R ).
readconcl( [ ] ).
getcond(BNO,COND):-cond(BNO,COND),!.
getcond(BNO,COND):-getbnr(1,BNO), assert( cond(BNO,
COND) ).

save_y('e',D,Filename):-openwrite(save_file,Filename),
writedevice(save_file),write(D),closefile(save_file).
save_y('h',_,_).

/* KULLANICI KOMUTLARI */
load_knowl:-longmenu(10,22,9,75,75,
["* KOMPRESÖRLERDE ARIZA TEŞHİSİ",
"* KONDENSERLERDE ARIZA TEŞHİSİ",
"* EVAPORATÖRLERDE ARIZA TEŞHİSİ",
"* GENLEŞME CİHAZLARINDA ARIZA TEŞHİSİ",
"* BORU VE AKSESUARLARDA ARIZA TEŞHİSİ",
"* DEFROST SİSTEMLERİNDE ARIZA TEŞHİSİ",
"* KUMANDA DEVRESİNDE ARIZA TEŞHİSİ",
"* SOĞUTMA KULELERİNDE ARIZA TEŞHİSİ"],
"Soğutma Sistem Elemanları",1,Secim),
dosya_sec(Secim,DosyaIsmi),
consult(DosyaIsmi,a),
write("\n\n          BİLGİ TABANI HAFIZAYA YÜKLENDİ,
ARIZA TEŞHİSİNE GEÇEBİLİRSİNİZ !").

```

```

/*cihaz tip seçimi*/
dosya_sec(1,DosyaIsmi):-longmenu(10,25,5,95,95,
  ["* PİSTONLU",
   "* PALETLİ (Dönel)",
   "* HELİSEL (Vidalı)",
   "* SANTRİFUJ"],"Kompresör Tipleri",1,Secim),
  komp_sec(Secim,DosyaIsmi).

dosya_sec(2,DosyaIsmi):-longmenu(10,25,7,111,111,
  ["* HAVA SOĞUTMALI",
   "* SU SOĞUTMALI",
   "* EVAPORATİF"],"Kondenser Tipleri",1,Secim),
  kond_sec(Secim,DosyaIsmi).

dosya_sec(3,DosyaIsmi):-longmenu(10,25,11,112,112,
  ["* CEBRİ HAVALI (Ünit Soğutucu)",
   "* CHİLLER (Su Soğutucu)",
   "* TAŞMALI (Sıvı Depolu)"],"Evaporatör Tipleri",1,
  Secim),
  evap_sec(Secim,DosyaIsmi).

dosya_sec(4,DosyaIsmi):-longmenu(10,25,11,48,48,
  ["* OTOMATİK GENLEŞME VALFİ",
   "* TERMOSTATİK GENLEŞME VALFİ",
   "* ŞAMANDRALI GENLEŞME VALFİ",
   "* KILCAL BORU"],"Genleşme Cihazı Tipleri",1,Secim),
  genl_sec(Secim,DosyaIsmi).

dosya_sec(5,DosyaIsmi):-longmenu(10,25,11,32,32,
  ["* SIVI HATTI",
   "* EMME HATTI",
   "* SUSTURUCU",
   "* YAĞ AYIRICI",
   "* ÇEKVALF",
   "* SELENOİD VALF",
   "* FİLTRE KURUTUCU",
   "* NEM GÖSTERGESİ"],"Boru ve Aksesuarlar",1,Secim),
  akse_sec(Secim,DosyaIsmi).

dosya_sec(6,DosyaIsmi):-longmenu(10,25,11,43,43,
  ["* NORMAL HAVALI",
   "* SICAK HAVALI",
   "* SULU",
   "* SICAK GAZLI",
   "* ELEKTRİK İSİTİCİLİ",
   "* TERS DEVRE İŞLEMİ"],"Defrost Sistemi Tipleri",1,
  Secim),
  defr_sec(Secim,DosyaIsmi).

dosya_sec(7,DosyaIsmi):-longmenu(10,15,11,31,31,
  ["* NORMAL KUMANDALI (Kompresörün Direkt Kontrolü)",
   "* SÜPÜRMELİ KUMANDA (Pump Down)"],

```

```

"Kontrol Sistemi Tipleri",1,Secim),
kont_sec(Secim,DosyaIsmi).

dosya_sec(8,DosyaIsmi):-longmenu(10,25,11,106,106,
["* MEKANİK ÇEKİŞLİ",
"* TABİİ ÇEKİŞLİ"],"Soğutma Kulesi Tipleri",1,Secim),
kule_sec(Secim,DosyaIsmi).

/*cihaz tipine göre bilgi tabanı dosya seçimi*/
komp_sec(1,"pistonlu.gni").
komp_sec(2,"paletli.gni").
komp_sec(3,"helisel.gni").
komp_sec(4,"santrifu.gni").

kond_sec(1,"havalikn.gni").
kond_sec(2,"sulukond.gni").
kond_sec(3,"evaporak.gni").

evap_sec(1,"havaliev.gni").
evap_sec(2,"chillere.gni").
evap_sec(3,"tasmalie.gni").

genl_sec(1,"otomatik.gni").
genl_sec(2,"termosta.gni").
genl_sec(3,"samandra.gni").
genl_sec(4,"kilcalbo.gni").

akse_sec(1,"sivihatt.gni").
akse_sec(2,"emmehatt.gni").
akse_sec(3,"susturuc.gni").
akse_sec(4,"yagayiri.gni").
akse_sec(5,"cekvalfa.gni").
akse_sec(6,"selenoid.gni").
akse_sec(7,"filtreku.gni").
akse_sec(8,"nemgoste.gni").

defr_sec(1,"normalha.gni").
defr_sec(2,"sicakhav.gni").
defr_sec(3,"suludefr.gni").
defr_sec(4,"sicakgaz.gni").
defr_sec(5,"elekisit.gni").
defr_sec(6,"tersdevr.gni").

kont_sec(1,"normalku.gni").
kont_sec(2,"asagipom.gni").

kule_sec(1,"mekakule.gni").
kule_sec(2,"tabikule.gni").

/* DOSYA İŞLEMLERİ */
veri:-clearwindow,longmenu(8,25,5,11,11,
["* BİLGİ TABANI DOSYA İLAVESİ",

```

```

        "* BİLGİ TABANI DOSYA SİLME"],
        "Bilgi Tabanı Dosya İşlemleri",1,CHOICE),
        secme(Choice),veri.
secme(1):-save_know1.
secme(2):-del_file1.

save_know1:- clearwindow, makewindow(11,10,9,
    "Bilgi Tabanı Dosya İlavesi",10,15,4,50),
    write("(Örnek: xxxxxxxx.gni)
    \nBİLGİ TABANI DOSYA İSMİNİ GİRİNİZ: "),
    readln(Data),
    assert(data_file(Data)), removewindow,
    save(Data),clearwindow,nl,nl,nl,nl,nl,nl,nl,
    writef("
    BİLGİ TABANI % DİSKE KAYDEDİLDİ !",Data),
    write("<ENTER>"),readchar(C),write(C).

del_file1:- clearwindow,
    makewindow(11,12,12,"DİKKAT: DOSYAYI SİLİYORSUNUZ!",
    10,15,4,50),
    write("(Örnek: xxxxxxxx.gni)
    \nBİLGİ TABANI DOSYA İSMİNİ GİRİNİZ: "),
    readln(Data),
    deletefile(Data),removewindow,clearwindow,
    nl,nl,nl,nl,nl,nl,nl,
    writef("
    BİLGİ TABANI % DİSKTEN SİLİNDİ !",Data),
    write("<ENTER>"),readchar(C),write(C).

bakım:-clearwindow,retractall(_,A),longmenu(8,25,5,15,15,
    ["* BAKIM KARTI DOSYA İLAVESİ",
    "* BAKIM KARTI DOSYA SİLME",
    "* BAKIM KARTI DOSYA YAZIMI"],
    "Bakım Kartı Dosya İşlemleri",1,CHOICE),
    secm(Choice),bakım.
secm(1):-vscr.
secm(2):-del_file2.
secm(3):-prlist2.

prlist2:-makewindow(4,15,15,"",0,0,24,80),
    dir("",*.*,Filename),file_str(Filename,Str),
    file_str(prn,Str).

del_file2:- clearwindow,
    makewindow(11,12,12,"DİKKAT: DOSYAYI SİLİYORSUNUZ!",
    10,15,3,50),
    write("BAKIM KARTI DOSYA TARİHİNİ GİRİNİZ: "),
    readln(Data),
    deletefile(Data),removewindow,clearwindow,
    nl,nl,nl,nl,nl,nl,nl,
    writef("
    BİLGİ TABANI % DİSKTEN SİLİNDİ !",Data),

```

```

write("<ENTER>"),readchar(C),write(C).

clear:-retract(yes(_)),retract(no(_)),fail,!.
clear.

check_kod(K):-Sikayet(K,S),!,write("ŞİKAYET: ",S).
check_kod(K):-write("ŞİKAYET: "),readln(S),
assert(sikayet(K,S)).

/*listenin sıralamasını ters çevirir*/
reverse(X,Y):-reversel([],X,Y).
reversel(Y,[],Y).
reversel(X1,[U|X2],Y):-reversel([U|X1],X2,Y).

DOMAINS /*ekran düzenleme modülünde kullanılan veri tipleri*/
FNAME=SYMBOL
TYPE = int(); str(); real()

DATABASE - B
/*ekran düzenleme modülün veri tabanında kullanılan veri
tipleri*/
insmode
actfield(FNAME)
screen(SYMBOL,DBASEDOM) /*farklı ekranların korunması*/
field(FNAME,TYPE,ROW,COL,LEN) /*ekran tanımlama*/
txtfield(ROW,COL,LEN,STRING)
windowsize(ROW,COL).
notopline

windowstart(ROW,COL)
mycursord(ROW,COL)

/* satır bilgi giriş modülünde kullanılan veri tipleri */
lineinstate(STRING,COL)
lineinpflag

DATABASE - C /*ekran düzenleme modülündeki bilgi
değerlerinin tutulduğu veri tabanı*/
value(FNAME,STRING)

include "status.pro"
include "lineinp.pro"
include "vscrhnd.pro"

CLAUSES
/* ekran modülündeki yüklem için eksik tanımların
kullanımı*/
field_action(_):-fail.
field_value(FNAME,VAL):-value(FNAME,VAL),!.
noinput(_):-fail.

```

vscr:-

```
retractall(_,C),
consult("bakkarti.dba",B),
/* ekran tanımlamalarının yüklenmesi*/
makestatus(27,"Esc:GERİ Enter:
Boş girildiğinde bakım kartı formu
(BAKKARTI.DBA) ekrana gelir!"),
lineinput(12,19,43,15,20,"ÖNCEKİ BAKIM KARTI DOSYA
TARİHİ:", "",BK),
myconsult(BK),
createwindow(on), /* Make the window */
makestatus(112," Esc: DOSYA KAYDI Enter: BİLGİ GİRİŞİ
* Bakım kartı değerlerini girin! "),
scrhnd(on,_),
removewindow,
makestatus(112," (Örnek Dosya Tarihi:28-01-94)
Esc:ANA MENÜ Enter:DOSYA KAYDI"),
lineinput(10,12,54,15,20,"KAYDEDİLECEK BAKIM KARTI
DOSYASININ TARİHİ:", "",Dosya),
save(Dosya,C).
```

```
myconsult(BK):-
existfile(BK),!,
retractall(_,C),
consult(BK,C).
```

```
myconsult(_).
```

```

/*menu.pro programı*/
GLOBAL DOMAINS
  ROW, COL, LEN, ATTR = INTEGER
  STRINGLIST = string*
  INTEGERLIST = INTEGER*
  KEY = cr; esc; break; tab; btab; del; bdel; ctrlbdel; ins;
  end ; home ; fkey(INTEGER) ; up ; down ; left ; right ;
  ctrlleft; ctrlright; ctrlend; ctrlhome; pgup; pgdn;
  ctrlpgup; ctrlpgdn; char(CHAR) ; otherspec

```

```

/*****
/*bu dosya ekran düzenlemeleri ile ilgili prosedürleri kapsar*/
/*TURBOPROLOG Toolbox'dan faydalanılarak hazırlanmıştır */
*****/

```

```

PREDICATES
  nondeterm repeat

```

```

CLAUSES
  repeat.
  repeat:-repeat.

```

```

/*****
/* değişik faydalı kurallar */
*****/

```

```

PREDICATES
  maxlen(STRINGLIST,COL,COL) /*en büyük dizinin uzunluğu*/
  listlen(STRINGLIST,ROW) /* bir listenin uzunluğu*/
  writelist(ROW,COL,STRINGLIST) /* menü yüklemelerinde
  kullanımı*/
  reverseattr(ATTR,ATTR) /* ters özelliklere dönülmesi*/
  min(ROW,ROW,ROW) min(COL,COL,COL) min(LEN,LEN,LEN)
  min(INTEGER,INTEGER,INTEGER) max(ROW,ROW,ROW) max(COL,COL,
  COL)
  max(LEN,LEN,LEN) max(INTEGER,INTEGER,INTEGER)

```

```

CLAUSES
  maxlen([H|T],MAX,MAX1) :-
    str_len(H,LENGTH),
    LENGTH>MAX,!,
    maxlen(T,LENGTH,MAX1).
  maxlen([_|T],MAX,MAX1) :- maxlen(T,MAX,MAX1).
  maxlen([],LENGTH,LENGTH).

  listlen([],0).
  listlen([_|T],N):-
    listlen(T,X),
    N=X+1.

```

```
writelist(_,_,[]).
writelist(LI,ANTKOL,[H|T]):-
    field_str(LI,0,ANTKOL,H),
    LI1=LI+1,
    writelist(LI1,ANTKOL,T).
```

```
min(X,Y,X):-X<=Y,! .
min(_,X,X).
```

```
max(X,Y,X):-X>=Y,! .
max(_,X,X).
```

```
reverseattr(A1,A2):-
    bitand(A1,$07,H11),
    bitleft(H11,4,H12),
    bitand(A1,$70,H21),
    bitright(H21,4,H22),
    bitand(A1,$08,H31),
    A2=H12+H22+H31.
```

```

/*****
/* bir kelime listesinden harf seçimi */
/* önce büyük karakterlere bakar */
/* sonra her kelimenin ilk karakterine bakar */
*****/

```

#### PREDICATES

```
upc(CHAR,CHAR) lowc(CHAR,CHAR)
try_upper(CHAR,STRING)
tryfirstupper(CHAR,STRINGLIST,ROW,ROW)
tryfirstletter(CHAR,STRINGLIST,ROW,ROW)
tryletter(CHAR,STRINGLIST,ROW)
```

#### CLAUSES

```
upc(CHAR,CH):-
    CHAR>='a',CHAR<='z',!,
    char_int(CHAR,CI), CI1=CI-32, char_int(CH,CI1).
upc(CH,CH).
```

```
lowc(CHAR,CH):-
    CHAR>='A',CHAR<='Z',!,
    char_int(CHAR,CI), CI1=CI+32, char_int(CH,CI1).
lowc(CH,CH).
```

```
try_upper(CHAR,STRING):-
    frontchar(STRING,CH,_),
    CH>='A',CH<='Z',!,
    CH=CHAR.
```

```
try_upper(CHAR,STRING):-
    frontchar(STRING,_,REST),
```

```

    try_upper(CHAR,REST).

tryfirstupper(CHAR,[W|_],N,N) :-
    try_upper(CHAR,W),!.
tryfirstupper(CHAR,[_|T],N1,N2) :-
    N3 = N1+1,
    tryfirstupper(CHAR,T,N3,N2).

tryfirstletter(CHAR,[W|_],N,N) :-
    frontchar(W,CHAR,_),!.
tryfirstletter(CHAR,[_|T],N1,N2) :-
    N3 = N1+1,
    tryfirstletter(CHAR,T,N3,N2).

tryletter(CHAR,LIST,SELECTION):-
    upc(CHAR,CH),tryfirstupper(CH,LIST,0,SELECTION),!.
tryletter(CHAR,LIST,SELECTION):-
    lowc(CHAR,CH),tryfirstletter(CH,LIST,0,SELECTION).

/*****
/* verilen pencere koordinat ve büyüklüğüne göre pencerenin*/
/*ekran sınırları içinde gözükmesini sağlar */
*****/

PREDICATES
    adjustwindow(ROW,COL,ROW,COL,ROW,COL)
    adjframe(ATTR,ROW,COL,ROW,COL)

CLAUSES
    adjustwindow(LI,KOL,DLI,DKOL,ALI,AKOL):-
        LI<25-DLI,KOL<80-DKOL,! ,ALI=LI,AKOL=KOL.
    adjustwindow(LI,_,DLI,DKOL,ALI,AKOL):-
        LI<25-DLI,! ,ALI=LI,AKOL=80-DKOL.
    adjustwindow(,KOL,DLI,DKOL,ALI,AKOL):-
        KOL<80-DKOL,! ,ALI=25-DLI, AKOL=KOL.
    adjustwindow(,_,DLI,DKOL,ALI,AKOL):-
        ALI=25-DLI, AKOL=80-DKOL.

    adjframe(0,R,C,R,C):-!.
    adjframe(,R1,C1,R2,C2):-R2=R1+2, C2=C1+2.

/*****
/* girilen klavye değerini KEY tiplerinden birine eşler */
*****/

PREDICATES
    readkey(KEY)
    readkey1(KEY,CHAR,INTEGER)
    readkey2(KEY,INTEGER)

```

## CLAUSES

```
readkey(KEY):-readchar(T),char_int(T,VAL),readkey1(KEY,
T,VAL).
```

```
readkey1(KEY,_,0):-
!,readchar(T),char_int(T,VAL),readkey2(KEY,VAL).
readkey1(cr,_,13):-!.
readkey1(esc,_,27):-!.
readkey1(break,_,3):-!.
readkey1(tab,_,9):-!.
readkey1(bdel,_,8):-!.
readkey1(ctrlbdel,_,127):-!.
readkey1(char(T),T,_) .
```

```
readkey2(btab,15):-!.
readkey2(del,83):-!.
readkey2(ins,82):-!.
readkey2(up,72):-!.
readkey2(down,80):-!.
readkey2(left,75):-!.
readkey2(right,77):-!.
readkey2(pgup,73):-!.
readkey2(pgdn,81):-!.
readkey2(end,79):-!.
readkey2(home,71):-!.
readkey2(ctrlleft,115):-!.
readkey2(ctrlright,116):-!.
readkey2(ctrlend,117):-!.
readkey2(ctrlpgdn,118):-!.
readkey2(ctrlhome,119):-!.
readkey2(ctrlpgup,132):-!.
readkey2(fkey(1),59):-!,
file_str("kullanim.hlp",STR),
shiftwindow(OLD),
makewindow(78,78,78,"Yardım",0,0,24,80),
edit(STR,_, "", "atp", "", 1, "Prolog.hlp", 0, 0, 0, 0, _, _),
removewindow(34,1),
shiftwindow(OLD).
```

```
/*uzman sistem yardım ve bilgi dosyalarını çağırır*/
```

```
readkey2(fkey(2),60):-!,
file_str("a.hlp",STR),
shiftwindow(OLD),
makewindow(63,63,63,"Bilgi-1",1,1,22,78),
edit(STR,_, "", "atp", "", 1, "Prolog.hlp", 0, 0, 0, 0, _, _),
removewindow(34,1),
shiftwindow(OLD).
```

```
readkey2(fkey(2),61):-!,
file_str("b.hlp",STR),
shiftwindow(OLD),
```

```
makewindow(91,91,91,"Bilgi-2",2,2,20,76),
edit(STR,_,_"", "atp", "", 1, "Prolog.hlp", 0, 0, 0, 0, _, _),
removewindow(34,1),
shiftwindow(OLD).
```

```
readkey2(fkey(2),62):-!,
file_str("c.hlp",STR),
shiftwindow(OLD),
makewindow(47,47,47,"Bilgi-3",3,3,18,74),
edit(STR,_,_"", "atp", "", 1, "Prolog.hlp", 0, 0, 0, 0, _, _),
removewindow(34,1),
shiftwindow(OLD).
```

```
readkey2(fkey(N),VAL):- VAL>58, VAL<70, N=VAL-58, !.
readkey2(fkey(N),VAL):- VAL>=84, VAL<104, N=11+VAL-84, !.
readkey2(otherspec, _).
```

```
/******
```

```
Turbo Prolog Toolbox
(C) Copyright 1987 Borland International.
```

#### longmenu

23'den fazla elemanı olabilen popup menü  
yukarı ve aşağı ok tuşları, pgup, pgdn, home, ve end  
selektörü hareket ettirmek için kullanılır  
RETURN veya F10 tuşu işaretlenen elemanı seçer  
Esc tuşu menüden vazgeçerek çıkmak için kullanılır

longmenu argümanları:

```
menu(ROW,COL,MAXROWS,WINDOWATTR,FRAMEATTR,STRINGLIST,
HEADER,STARTCHOICE,SELECTION)
```

ROW ve COL pencere pozisyonunu belirler  
WATTR ve FATTR pencere ve çerçevenin renk değerleri.  
şayet FATTR sıfır ise çerçevesiz pencere açar  
MAXROWS ekranda en fazla kaç satır olacağını gösterir  
STRINGLIST menü üzerindeki konu listelerini gösterir  
HEADER pencere menüsü üzerinde görünecek başlık listesi  
STARTCHOICE selektörün bulunduğu satırı belirler

Örnek:

```
longmenu(5,5,7,7,5,[a,b,c,d,e,f,g,h,i,j,k,l,m,n],letters,
0,CH OICE)
```

```
*****/
```

PREDICATES

```
longmenu(ROW,COL,ROW,ATTR,ATTR,STRINGLIST,STRING,INTEGER,IN
TEGER)
```

```
longmenuinit(ROW,COL,ROW,ATTR,ATTR,STRINGLIST,STRING,ROW,CO
```



```

longmenu2(selection,_,_,B,O,B,O,cr)      :-!.
longmenu2(cont,_,_,_,_,0,0,home)        :-!.
longmenu2(cont,H,LEN,_,_,B1,O1,end)      :-!, O1=H-1,
B1 = LEN-H.
longmenu2(cont,H,LEN,B,O,B1,O1,up)      :-!, OO=O-
1,longmenu3(LEN,H,B,OO,B1,O1).
longmenu2(cont,H,LEN,B,O,B1,O1,down)    :-!,
OO=O+1,longmenu3(LEN,H,B,OO,B1,O1).
longmenu2(cont,H,LEN,B,O,B1,O1,pgup)    :-!, OO=O-
H+1,longmenu3(LEN,H,B,OO,B1,O1).
longmenu2(cont,H,LEN,B,O,B1,O1,pgdn)    :-!, OO=O+H-
1,longmenu3(LEN,H,B,OO,B1,O1). longmenu2(cont,_,_,B,O,B,
O,_).

longmenu3( _,H,B,O,B,O)                  :-O>=0, O<H, !.
longmenu3(LEN,H,B1,O1,B2,O2)             :-O1+B1>=LEN,!, O2=H-1,
B2=LEN-H.
longmenu3( _,_,B1,O1,0,0)                 :-O1+B1<0,!.
longmenu3( _,_,B1,O1,B2,0)                :-O1<0, !, B2=B1+O1.
longmenu3( _,H,B1,O1,B2,O2)              :-O1>=H, O2=H-1, B2=B1+O1-O2.

wr_part_if_changed(B,B,_,_,_) :- !.
wr_part_if_changed(OLDB,B,H,W,CL) :-
    SCROLL=B-OLDB, scroll(SCROLL,0),
    write_part_list(0,B,0,H,W,CL).

write_part_list( _,_,H,H,_,_) :- !.
write_part_list(I,B,R,H,W,[_|T]) :- I<B,!, I1=I+1,
    write_part_list(I1,B,R,H,W,T).
write_part_list(I,B,R,H,W,[STR|T]) :-
    field_str(R,0,W,STR),
    R1=R+1,
    write_part_list(I,B,R1,H,W,T).

```

```

/*****
                durum satırı
            83 no'lu pencereyi durum satırı olarak kullanır
*****/

```

#### PREDICATES

```

makestatus(ATTR,STRING)
nondeterm tempstatus(ATTR,STRING)
removestatus
refreshstatus
changestatus(STRING)

```

#### CLAUSES

```

makestatus(ATTR,TXT):-
    shiftwindow(OLD),
    makewindow(83,ATTR,0,"",24,0,1,80),
    field_str(0,0,80,TXT),

```

```

        shiftwindow(OLD).

tempstatus(ATTR,TXT):-makestatus(ATTR,TXT).
tempstatus(,_):-removestatus,fail.

removestatus:-
    shiftwindow(OLD),
    shiftwindow(83), removewindow,
    shiftwindow(OLD).

refreshstatus:-
    shiftwindow(OLD),
    shiftwindow(83),
    shiftwindow(OLD).

changestatus(TXT):-
    shiftwindow(OLD),
    shiftwindow(83),
    field_str(0,0,80,TXT),
    shiftwindow(OLD).

/*****
/*          satır giriş kolaylıkları          */
*****/

PREDICATES
    lineinput(ROW,COL,LEN,ATTR,ATTR,STRING,STRING,STRING)
    lineinput_leave(ROW,COL,LEN,ATTR,ATTR,STRING,STRING,STRING)
    nondeterm
    lineinput_repeat(ROW,COL,LEN,ATTR,ATTR,STRING,STRING,
    STRING )
    nondeterm
    lineinput_repeat1(ROW,COL,LEN,ATTR,ATTR,STRING,STRING,
    STRING,STRING)
    lineinput1(ROW,COL,LEN,ATTR,ATTR,STRING,STRING,STRING,KEY)
    inpkeyact(KEY,COL,LEN,COL,COL,STRING,STRING)
    inpendkey(KEY)
    changemode
    inpstate(b)
    setlineinpflag(KEY)
    disp_str(COL,COL,LEN,STRING)
    lineinpcur(ROW,COL,LEN,COL,COL,STRING)
    lin(KEY,COL,STRING,STRING)
    myfrontstr(COL,STRING,STRING,STRING)
    dropchar(STRING,STRING)

CLAUSES
/* verilen ROW ve COL koordinatlarında LENGTH uzunluğunda
bir giriş penceresini verilen hatırlatma ile açar
CONSTTXT ve OLDTXT başlangıç değeri NEWTXT girilen değer
olarak geri gönderir */

```



```

inpendkey(fkey(10)):-!.
inpendkey(cr):-!.
inpendkey(esc).

```

```

/* assert lineinpflag when control character is entered */
setlineinpflag(char(_)):-!.
setlineinpflag(_):-lineinpflag,!.
setlineinpflag(_):-assert(lineinpflag).

```

```

disp_str(,,,_):-keypressed,!.
disp_str(0,MINCOL,LEN,TEXT):-!,
    field_str(0,MINCOL,LEN,TEXT).
disp_str(OFFSET,MINCOL,LEN,TEXT):-
    frontstr(OFFSET,TEXT,_,TXT2),!,
    field_str(0,MINCOL,LEN,TXT2).
disp_str(,MINCOL,LEN,):-
    field_str(0,MINCOL,LEN,"").

```

```

inpstate(_):-retract(lineinpstate(,_)),fail.
inpstate(T):-assert(T).

```

```

lineinpcursor(COL,MAXCOL,MINCOL,_,_):-
    COL<MAXCOL,COL>=MINCOL,!,cursor(0,COL).
lineinpcursor(COL,MAXCOL,_,OFFSET,TXT):-
    COL>=MAXCOL,!,
    OFFSET1=1+OFFSET+COL-MAXCOL,
    inpstate(lineinpstate(TXT,OFFSET1)),
    COL1=MAXCOL-1,
    cursor(0,COL1).
lineinpcursor(COL,_,MINCOL,OFFSET,TXT):-
    COL<MINCOL,
    OFFSET1=OFFSET-(1+MINCOL-COL),
    max(0,OFFSET1,OFFSET2),
    inpstate(lineinpstate(TXT,OFFSET2)),
    cursor(0,MINCOL).

```

```

myfrontstr(N,STR,S1,S2):-frontstr(N,STR,S1,S2),!.
myfrontstr(N,STR,S1,""):-
    str_len(STR,NN),
    LEN=N-NN,
    str_len(SS,LEN),
    concat(STR,SS,S1).

```

```

changemode:-retract(insmode),!.
changemode:-assert(insmode).

```

```

lin(char(T),POS,STR,STR1):-
    insmode,!,
    myfrontstr(POS,STR,S1,S2),
    frontchar(S22,T,S2),
    concat(S1,S22,STR1).

```

```

lin(char(T),POS,STR,STR1):-
    myfrontstr(POS,STR,S1,S2),
    dropchar(S2,S21),
    frontchar(S22,T,S21),
    concat(S1,S22,STR1).

lin(del,POS,STR,STR1):-
    frontstr(POS,STR,S1,S2),
    frontchar(S2,_,S22),!,
    concat(S1,S22,STR1).
lin(del,_,S,S).

dropchar(S,S1):-frontchar(S,_,S1),!.
dropchar(S,S).

```

```

/*****
kullanıcının girdiği tuşlar gereklerini yapar
insert, delete gibi ok tuşları standart girdileri işler
*****/

```

```

inpkeyact(char(T),COL,MAXCOL,MINCOL,OFFSET,TXT,OLDTXT):-
    lineinpflag,!,
    POS=OFFSET+COL-MINCOL,
    lin(char(T),POS,TXT,TXT1),
    inpstate(lineinpstate(TXT1,OFFSET)),
    inpkeyact(right,COL,MAXCOL,MINCOL,OFFSET,TXT1,
    OLDTXT) .

inpkeyact(char(T),_,MAXCOL,MINCOL,_,_,OLDTXT):-
    assert(lineinpflag),
    str_char(TXT1,T),
    inpstate(lineinpstate(TXT1,0)),
    inpkeyact(right,MINCOL,MAXCOL,MINCOL,0,TXT1,OLDTXT) .

inpkeyact(del,COL,_,MINCOL,OFFSET,TXT,_) :-
    POS=OFFSET+COL-MINCOL,
    lin(del,POS,TXT,TXT1),
    inpstate(lineinpstate(TXT1,OFFSET)).

inpkeyact(bdel,COL,MAXCOL,MINCOL,OFFSET,TXT,OLDTXT):-
    COL>MINCOL,
    POS=OFFSET+COL-1-MINCOL,
    lin(del,POS,TXT,TXT1),
    inpstate(lineinpstate(TXT1,OFFSET)),
    inpkeyact(left,COL,MAXCOL,MINCOL,OFFSET,TXT1,OLDTXT) .

inpkeyact(cr,_,_,_,_,_,_).

inpkeyact(fkey(10),_,_,_,_,_,_).

```

```

inpkeyact(esc,_,_,_,_,_,_).

inpkeyact(ins,_,_,_,_,_,_):-changemode.

inpkeyact(home,_,_,MINCOL,_,TXT,_) :-
    inpstate(lineinpstate(TXT,0)),
    cursor(0,MINCOL).

inpkeyact(end,_,MAXCOL,MINCOL,_,TXT,_) :-
    str_len(TXT,STRLEN),
    COL=MINCOL+STRLEN,
    COL<MAXCOL,!,
    inpstate(lineinpstate(TXT,0)),
    cursor(0,COL).

inpkeyact(end,_,MAXCOL,MINCOL,_,TXT,_) :-
    str_len(TXT,STRLEN),
    OFFSET=(MINCOL+STRLEN+1)-MAXCOL,
    inpstate(lineinpstate(TXT,OFFSET)),
    COL=MAXCOL-1,
    cursor(0,COL).

inpkeyact(right,COL,MAXCOL,MINCOL,OFFSET,TXT,_) :-
    COL1=COL+1,
    lineincursor(COL1,MAXCOL,MINCOL,OFFSET,TXT).

inpkeyact(ctrlright,COL,MAXCOL,MINCOL,OFFSET,TXT,_) :-
    COL1=COL+5,
    lineincursor(COL1,MAXCOL,MINCOL,OFFSET,TXT).

inpkeyact(left,COL,MAXCOL,MINCOL,OFFSET,TXT,_) :-
    COL1=COL-1,
    lineincursor(COL1,MAXCOL,MINCOL,OFFSET,TXT).

inpkeyact(ctrlleft,COL,MAXCOL,MINCOL,OFFSET,TXT,_) :-
    COL1=COL-5,
    lineincursor(COL1,MAXCOL,MINCOL,OFFSET,TXT).

inpkeyact(ctrlbdel,_,_,MINCOL,_,_,_) :-
    inpstate(lineinpstate("",0)),
    cursor(0,MINCOL).

inpkeyact(fkey(8),_,_,MINCOL,_,_,OLDTXT) :-
    OLDTXT><"",
    inpstate(lineinpstate(OLDTXT,0)),
    cursor(0,MINCOL).

```

```

/*****
                                VSCRHND
                                =====
ekran düzenleme modülü, şu şekilde çağrılır:
                                scrhnd(TOPLINE,ENDKEY)

TOPLINE = on/off - üst durum satırının olup olmadığına
karar verir
ENDKEY      - Esc veya F10 seçim için kullanılır
*****/

```

PREDICATES

```

/* SCREEN DRIVER */
scrhnd(SYMBOL,KEY)
endkey(KEY)
scr(KEY)
writescr
showcursor
mkheader
showoverwrite

ass_val(FNAME,STRING)
types(INTEGER,TYPE,STRING)

valid(FNAME,TYPE,STRING)
typeerror
chg_actfield(FNAME)
field_action(FNAME)
field_value(FNAME,STRING)
noinput(FNAME)

```

```

/*****
                                myfield_str
                                ekran içindeki alanlara renk değerlerinin uygulanması
*****/

```

PREDICATES

```

myfield_attr(ROW,COL,LEN,INTEGER)

```

CLAUSES

```

myfield_attr(R,C,LEN,ATTR):-
    windowstart(RS,CS),windowsize(RR,CC),
    R>=RS, R<=RS+RR,
    C<=CS+CC, C+LEN>CS,!,
    R1=R-RS,
    max(C,CS,C1),
    HH1=C+LEN, HH2=1+CS+CC,
    min(HH1,HH2,HH),
    L1=HH-C1,
    C2=C1-CS,
    field_attr(R1,C2,L1,ATTR).
myfield_attr(,,,_).

```

```

/*****
                                myfield_str
                                ekrandaki alanlara yazıların yazılması
*****/

```

PREDICATES

```

myfield_str(ROW,COL,LEN,STRING)
check_drop(INTEGER,STRING,STRING)

```

CLAUSES

```

check_drop(N,STR,STR):-N<=0,!.
check_drop(N,STR,STR1):-frontstr(N,STR,_,STR1).

```

```

myfield_str(R,C,LEN,STR):-
    windowstart(RS,CS),windowsize(RR,CC),
    R>=RS, R<=RS+RR,
    C+LEN>CS, C<=CS+CC,!,
    R1=R-RS,
    max(C,CS,C1),
    HH1=C+LEN, HH2=1+CS+CC,
    min(HH1,HH2,HH),
    L1=HH-C1,
    C2=C1-CS, MINUSLEN=CS-C,
    check_drop(MINUSLEN,STR,STR1),
    field_str(R1,C2,L1,STR1).
myfield_str(,_,_,_).

```

```

/*****
                                MYCURSOR
*****/

```

PREDICATES

```

mycursor(ROW,COL)
juststart(ROW,COL,ROW,COL,ROW,COL)
newstart(ROW,COL)

```

CLAUSES

```

mycursor(R,C):-free(R),free(C),mycursord(R,C),!.

mycursor(R,C):-bound(R),bound(C),
    windowstart(RR,CC),
    R>=RR, C>=CC,
    windowsize(RS,CS),
    R<=RR+RS, C<=CC+CS,!,
    retract(mycursord(,)),!,
    assert(mycursord(R,C)),

```

```

R1=R-RR, C1=C-CC,
cursor(R1,C1).

mycursor(R,C):-bound(R),bound(C),
windowstart(RR,CC),
windowsize(RS,CS),!,
juststart(R,C,RR,CC,RS,CS),
mycursor(R,C).

PREDICATES
wrscr(ROW,ROW)
check_update(ROW,ROW)

CLAUSES
wrscr(,_):-keypressed,!.
wrscr(SR,RS):-
txtfield(ROW,COL,LEN,STR),
ROW>SR,ROW<=RS,
myfield_str(ROW,COL,LEN,STR),
keypressed,!.
wrscr(SR,RS):-
field(FNAME,_,ROW,COL,LEN),
ROW>SR,ROW<=RS,
myfield_attr(ROW,COL,LEN,112),
field_value(FNAME,VAL),
myfield_str(ROW,COL,LEN,VAL),
keypressed,!.
wrscr(,_).

newstart(R,C):-retract(windowstart(OLDR,OLDC)),!,
assert(windowstart(R,C)),
SCROLLROW=R-OLDR,SCROLLCOL=C-OLDC,
scroll(SCROLLROW,SCROLLCOL),
check_update(R,SCROLLROW).

check_update(R,ROWS):-
ROWS>0,!,
windowsize(NOOFROWS,_),!,
ENDROW=R+NOOFROWS,
STARTROW=ENDROW-ROWS,
wrscr(STARTROW,ENDROW).
check_update(R,ROWS):-
ROWS<0,!,
R1=R-1,
ENDROW=R1-ROWS,
wrscr(R1,ENDROW).
check_update(,_).

/* juststart( ACTCURSOR, WINDSTART, WINDSIZE ) */
juststart(R,_,RR,CC,_,_):-R<RR,!,newstart(R,CC).

```

```

juststart(_,C,RR,CC,_,_):-C<CC,!,newstart(RR,C).
juststart(R,_,RR,CC,RS,_)ate:-R>RR+RS,!,R1=R-RS,newstart(R1,CC).
juststart(_,C,RR,CC,_,CS):-C>CC+CS,!,C1=C-CS,newstart(RR,C1).

```

```

/*****
    ekran düzenleme modülü için otomatik olarak pencerelerin
    açılması
*****/

```

PREDICATES

```

    createwindow(SYMBOL)

```

CLAUSES

```

    createwindow(off):-
        windowsize(R,C),!,
        R1=R+3, C1=C+3,
        makewindow(81,66,23,"",0,0,R1,C1).
    createwindow(on):-
        windowsize(R,C),!,
        R1=R+3, C1=C+3,
        makewindow(85,112,0,"",0,0,1,C1),
        makewindow(81,66,23,"",1,0,R1,C1)..

```

```

/*****
    ara kurallar
*****/

```

PREDICATES

```

    trunk(LEN,STRING,STRING)
    oldstr(FNAME,STRING)
    settopline(SYMBOL)

```

CLAUSES

```

    endkey(fkey(10)):-!.
    endkey(esc).

    trunk(LEN,STR1,STR2):-
        str_len(STR1,L1),L1>LEN,!,frontstr(LEN,STR1,STR2,_).
    trunk(_,STR,STR).

    settopline(_):-retract(notopline),fail.
    settopline(off):-!,assert(notopline).
    settopline(_).

    oldstr(FNAME,S):-      value(FNAME,S),!.
    oldstr(_, "").

    ass_val(FNAME,_):- retract(value(FNAME,_)),fail.

```

```
ass_val(FNAME,VAL):-VAL><"",assert(value(FNAME,VAL)),fail.
ass_val(_,_).
```

```
chnng_actfield(_):-
    retract(actfield(_)),fail.
```

```
chnng_actfield(FNAME):-
    assert(actfield(FNAME)).
```

```
typeerror:-
    actfield(FNAME),
    field(FNAME,TYPE,_,_,_),
    value(FNAME,VAL),
    not(valid(FNAME,TYPE,VAL)),
    beep,!.
```

```
valid(_ ,str,_).
valid(_ ,int,STR):-str_int(STR,_).
valid(_ ,real,STR):-str_real(STR,_).
```

```
/* bilgi tipleri */
types(1,int,"integer").
types(2,real,"real").
types(3,str,"string").
```

```
/******
```

```
ekran sürücü
```

```
F10 tuşuna basılıncaya kadar ekran tanımlama/giriş
tekrarlanır
```

```
*****/
```

```
scrhnd(_ ,_):-retract(windowstart(_ ,_)),fail. scrhnd(_ ,_):-
retract(mycursord(_ ,_)),fail.
```

```
scrhnd(STATUSON,KEY):-
    assert(windowstart(0,0)),
    assert(mycursord(0,0)),
    settopline(STATUSON),
    mkheader,
    field(FNAME,_ ,R,C,_),!,mycursor(R,C),
    chng_actfield(FNAME),
    showcursor,
    repeat,
    writescr,
    keypressed,
    /* Continuation until keypress means that time
    dependent user functions can be updated */
    readkey(KEY),
    scr(KEY),
    showcursor,
    endkey(KEY),!.
```

```

/*****
                bir sonraki alanı bul
*****/

```

PREDICATES

```

/* The predicates should be called with:
   ACTROW, ACTCOL, MAXROW, MAXCOL, NEWROW, NEWCOL */
best_right(ROW,COL,ROW,COL,ROW,COL)
best_left(ROW,COL,ROW,COL,ROW,COL)
best_down(ROW,COL,ROW,COL,LEN,ROW,COL)
best_up(ROW,COL,ROW,COL,LEN,ROW,COL)
better_right(ROW,COL,ROW,COL,ROW,COL)
better_left(ROW,COL,ROW,COL,ROW,COL)
better_field(ROW,COL,ROW,COL,LEN,ROW,COL,LEN)
calcdist(ROW,COL,ROW,COL,LEN,LEN)
move_left
move_right
nextfield(ROW,COL)
gtfield(ROW,ROW,COL,COL)
prevfield(ROW,COL)
chk_found(FNAME,ROW,COL,ROW,COL)
setlastfield
best_pgdown(ROW)
best_pgup(ROW)

```

CLAUSES

```

best_right(R0,C0,R1,C1,ROW,COL):-
    field(,,R2,C2,), C2>C0,
    better_right(R0,C0,R1,C1,R2,C2),!,
    best_right(R0,C0,R2,C2,ROW,COL).
best_right(,,R,C,R,C).

better_right(R0,,R1,,R2,):-abs(R2-R0)<abs(R1-R0),!.
better_right(R0,,R1,C1,R2,C2):-abs(R2-R0)=abs(R1-R0),C2<C1.

best_left(R0,C0,R1,C1,ROW,COL):-
    field(,,R2,C2,), C2<C0,
    better_left(R0,C0,R1,C1,R2,C2),!,
    best_left(R0,C0,R2,C2,ROW,COL).
best_left(,,R,C,R,C).

better_left(R0,,R1,,R2,):-abs(R2-R0)<abs(R1-R0),!.
better_left(R0,,R1,C1,R2,C2):-abs(R2-R0)=abs(R1-R0),C2>C1.

best_down(R0,C0,R1,C1,L1,ROW,COL):-
    field(,,R2,C2,L2), R2>R0,
    better_field(R0,C0,R1,C1,L1,R2,C2,L2),!,
    best_down(R0,C0,R2,C2,L2,ROW,COL).
best_down(,,R,C,,R,C).

```

PREDICATES

```
setfirstfield  
check_better_up(ROW,COL,ROW,COL,LEN)
```

CLAUSES

```
setfirstfield:-field(FIRST,_,_,_,_),!,chg_actfield(FIRST).
```

```
check_better_up(R0,C0,R2,C2,L2):-  
  actfield(FNAME),  
  field(FNAME,_,R1,C1,L1),!,  
  better_field(R0,C0,R1,C1,L1,R2,C2,L2).
```

```
best_up(R0,C0,_,_,_,_):-  
  setfirstfield,  
  field(F1,_,R2,C2,L2), R2<R0,  
  check_better_up(R0,C0,R2,C2,L2),  
  chng_actfield(F1),  
  fail.
```

```
best_up(,_,_,_,_,R,C):-  
  actfield(FNAME),  
  field(FNAME,_,R,C,_,_),  
  mycursor(R,C),!.
```

```
better_field(R0,C0,R1,C1,L1,R2,C2,L2):-  
  calcdist(R0,C0,R1,C1,L1,DIST1),  
  calcdist(R0,C0,R2,C2,L2,DIST2),  
  DIST2<DIST1.
```

```
calcdist(R0,C0,R1,C1,L1,DIST):-  
  C11=C1+L1,  
  max(C0,C1,H1),  
  min(H1,C11,H2),  
  DIST=3*abs(R1-R0)+abs(H2-C0).
```

```
move_left:-  
  actfield(FNAME),  
  field(FNAME,_,R,C,_,_),!,  
  best_left(R,C,-100,-100,ROW,COL),  
  field(F1,_,ROW,COL,_,_),  
  chng_actfield(F1),!,  
  mycursor(ROW,COL).
```

```
move_right:-  
  actfield(FNAME),  
  field(FNAME,_,R,C,_,_),!,  
  best_right(R,C,-100,-100,ROW,COL),  
  field(F1,_,ROW,COL,_,_),  
  chng_actfield(F1),!,  
  mycursor(ROW,COL).
```

```
prevfield(R,C):-  
  field(FNAME,_,ROW,COL,_,_).
```

```

        chk_found(FNAME,R,C,ROW,COL),!,
        actfield(F1),
        field(F1,_,RR,CC,_),!,
        mycursor(RR,CC).

chk_found(,R,C,R,C):-!.
chk_found(FNAME,_,_,_,_):-chg_actfield(FNAME),fail.

nextfield(R,C):-
    field(FNAME,_,ROW,COL,_),gtfield(ROW,R,COL,C),
    chg_actfield(FNAME),!,
    mycursor(ROW,COL).
nextfield(,).

gtfield(R1,R2,_,_):-R1>R2,!.
gtfield(R,R,C1,C2):-C1>C2.

setlastfield:-
    field(FNAME,_,_,_,_),
    chg_actfield(FNAME),
    fail.
setlastfield.

best_pgdown(R):-
    windowsize(RR,_),
    field(FNAME,_,ROW,_,_),
    chg_actfield(FNAME),
    ROW>=R+RR,!.
best_pgdown(_).

best_pgup(R):-
    windowsize(RR,_),
    field(FNAME,_,ROW,_,_),
    chg_actfield(FNAME),
    ROW>=R-RR,!.
best_pgup(_).

/*****
                                scr
*****/

/* Insert a new character in a field */
scr(char(T)):-actfield(FNAME),
    not(noinput(FNAME)),
    mycursor(,C),
    field(FNAME,_,ROW,COL,LEN),!,
    POS=C-COL,
    oldstr(FNAME,STR),
    lin(char(T),POS,STR,STR1),

```

```

        trunk(LEN,STR1,STR2),
        ass_val(FNAME,STR2),
        myfield_str(ROW,COL,LEN,STR2),
        scr(right).

/* Delete character under cursor */
scr(del):-    actfield(FNAME),
              not(noinput(FNAME)),
              mycursor(_,C),
              field(FNAME,_,ROW,COL,LEN),!,
              POS=C-COL,
              oldstr(FNAME,STR),
              lin(del,POS,STR,STR1),
              ass_val(FNAME,STR1),
              myfield_str(ROW,COL,LEN,STR1).

/* kursorden sonraki karakteri yokeder ve onu sol tarafa
kaydırır */
scr(bdel):-  actfield(FNAME),
              not(noinput(FNAME)),
              mycursor(_,C),
              field(FNAME,_,ROW,COL,LEN),!,
              POS=C-COL-1,
              oldstr(FNAME,STR),
              lin(del,POS,STR,STR1),
              ass_val(FNAME,STR1),
              myfield_str(ROW,COL,LEN,STR1),
              scr(left).

/*If there is an action - do it.
Otherwise, go to next field*/
scr(cr):-    actfield(FNAME),
              field_action(FNAME),
              cursor(RR,CC),cursor(RR,CC),!.
scr(cr):-    scr(tab).

/* insert modu ile owerwrite modu arasındaki değişikliği
yapar */
scr(ins):-changemode,showoverwrite.

/* escape */
scr( esc ).

/* F10: tanımlama sonu */
scr( fkey(10) ):-not(typeerror).

scr(right):- not(typeerror),
             actfield(FNAME),

```

```

    not(noinput(FNAME)),
    field(FNAME,_,_,C,L),
    mycursor(ROW,COL), COL<C+L-1,!,
    COL1=COL+1,
    mycursor(ROW,COL1).

scr(right):-
    not(typeerror),
    move_right.

scr(ctrlright):-
    not(typeerror),
    actfield(FNAME),
    not(noinput(FNAME)),
    field(FNAME,_,_,C,L),
    mycursor(ROW,COL),
    COL1=COL+5, COL1<C+L-1,!,
    mycursor(ROW,COL1).

scr(ctrlright):-
    not(typeerror),
    move_right.

scr(left):-
    not(typeerror),
    actfield(FNAME), field(FNAME,_,_,C,_),
    mycursor(ROW,COL),
    COL>C,!,
    COL1=COL-1,
    mycursor(ROW,COL1).

scr(left):-
    not(typeerror),
    move_left.

scr(ctrlleft):-
    not(typeerror),
    actfield(FNAME), field(FNAME,_,_,C,_),
    mycursor(ROW,COL),
    COL1=COL-5, COL1>C,!,
    mycursor(ROW,COL1).

scr(ctrlleft):-
    not(typeerror),
    move_left.

scr(tab):-
    not(typeerror),
    mycursor(R,C),
    nextfield(R,C).

scr(btab):-

```

```

    not(typeerror),
    mycursor(R,C),
    prevfield(R,C).

scr(up):-
    not(typeerror),
    mycursor(R,C),
    trace(on),
    best_up(R,C,-100,-100,1,ROW,COL),
    mycursor(ROW,COL).

scr(down):-
    not(typeerror),
    mycursor(R,C),
    best_down(R,C,100,100,1,ROW,COL),
    field(F1,_,ROW,COL,_),
    chng_actfield(F1),!,
    mycursor(ROW,COL).

scr(pgdn):-
    not(typeerror),
    actfield(FNAME),
    field(FNAME,_,R,_,_),
    best_pgdown(R),
    actfield(F1),
    field(F1,_,ROW,COL,_),
    chng_actfield(F1),!,
    mycursor(ROW,COL).

scr(pgup):-
    not(typeerror),
    actfield(FNAME),
    field(FNAME,_,R,_,_),
    best_pgup(R),
    actfield(F1),
    field(F1,_,ROW,COL,_),
    chng_actfield(F1),!,
    mycursor(ROW,COL).

scr(home):-
    not(typeerror),
    field(F1,_,ROW,COL,_),
    chng_actfield(F1),!,
    mycursor(0,0),
    mycursor(ROW,COL).

scr(end):-
    not(typeerror),
    setlastfield,
    actfield(FNAME),
    field(FNAME,_,ROW,COL,_),!,
    mycursor(ROW,COL).

```

```

/* scr(fkey(1)):-help. If a help system is used. */

/*****
      üst durum satırını için kurallar
*****/

mkheader:-notopline,!.
mkheader:-!,
      shiftwindow(OLD),
      gotowindow(85),
      field_str(0,0,16,"ROW:      COL:"),
      showoverwrite,
      gotowindow(OLD).

PREDICATES
  get_overwritestatus(String)
  show_str(COL,LEN,String)
  showfield

CLAUSES
  get_overwritestatus(insert):-insmode,!.
  get_overwritestatus(overwrite).

  show_str(C,L,STR):-
    window_size(_,COLS),
    C<COLS,!,
    MAXL=COLS-C,
    min(L,MAXL,LL),
    field_str(0,C,LL,STR).
  show_str(_,_,_).

  showoverwrite:-notopline,!.
  showoverwrite:-
    shiftwindow(OLD),
    gotowindow(85),
    get_overwritestatus(OV),
    show_str(20,9,OV),
    gotowindow(OLD).

  showfield:-keypressed,!.
  showfield:-
    mycursor(R,C),
    field(FNAME,TYP,ROW,COL,LEN),
    ROW=R, COL<=C, C<COL+LEN,
    types(_,TYP,TYPE),!,
    show_str(30,8,TYPE),
    STR=FNAME, show_str(38,42,STR).
  showfield:-keypressed,!.
  showfield:-
    mycursor(R,C),

```

```
txtfield(ROW, COL, LEN, TXT),
ROW=R, COL<=C, C<=COL+LEN,!,
show_str(30,1,"\""),
show_str(31,49,TXT).
showfield:-show_str(30,50,"").
```

```
showcursor:-keypressed,!.
showcursor:-notoline,!.
showcursor:-
```

```
  shiftwindow(OLD),
  gotowindow(85),
  mycursor(R,C),!,
  str_int(RSTR,R), str_int(CSTR,C),
  show_str(4,4,RSTR), show_str(14,4,CSTR),
  showfield,
  gotowindow(OLD),
  cursor(RR,CC),
  cursor(RR,CC).
```

```
/******
      ekrandaki bütün alanları değiştir
******/
```

```
writescr:-
  windowstart(SR,_), windowsize(RR,_),!,
  RS=SR+RR,
  wrscr(SR,RS).
```

## ÖZGEÇMİŞ

1962 yılında, İzmir iline bağlı Kınık ilçesinin Poyracık kasabasında doğdu. İlk ve ortaokulu aynı yerde, liseyi 1980 yılında İzmir'de bitirdi. Aynı yıl Kocaeli D.M.M.A Makina Bölümünü kazandı. 1984'de Makina Mühendisliği Bölümünün Enerji Dalından mezun oldu. Bir yıl özel bir kurumda çalıştıktan sonra 1986 yılında Kartal Endüstri Meslek ve Teknik Lisesi'ne Teknik Öğretmen olarak atandı. Aynı yıl M.Ü. Fen Bilimleri Makina Eğitimi Bölümünde Yüksek Lisans Eğitimine başladı. Önce bir yıl İngilizce hazırlık eğitimini aldı. 1989 yılında "Enerji Makinaları" adlı tezi ile Yüksek Lisans Eğitimini tamamladı. Aynı yıl, aynı enstitüde açılan imtihanı kazanarak doktora eğitimine başladı. 1989 yılının Aralık ayında, A.Ü. Çankırı Meslek Yüksek Okulu İklimlendirme-Soğutma Programında Öğretim Görevlisi olarak çalışmaya başladı. Halen aynı okulda çalışmalarına devam etmektedir.