

57074

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

11.08.1996
0021

**MALZEME SEÇİMİNDE BİLGİ TABANLI SİSTEMLER
VE ALÜMİNYUM DÖKÜM ALAŞIMLARINA UYGULANMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Met. Müh. Günsel KOCABIÇAK

57074

Enstitü Anabilim Dalı : METALURJİ MÜHENDİSLİĞİ

Bu tez 26 / 08 / 1996 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.

Yrd.Doç.Dr. Ahmet ÖZEL
Jüri Başkanı

Yrd.Doç.Dr. Emin GÜNDOĞAR
Jüri Üyesi

Yrd.Doç.Dr. Abdullah MİMAROĞLU
Jüri Üyesi

ÖNSÖZ

Bu çalışmada, malzeme seçiminde bilgi tabanlı sistem kullanımının alüminyum döküm alaşımlarına uygulanması amaçlanmış ve bu amaçla, bilgi tabanlı sistemler kullanılarak iki uzman sistem geliştirilmiştir. Burada BS 1490'da standartlaştırılan LM serisine ait kompozisyon, özellik ve karakteristikleri açısından geniş bir yelpazeyi kapsayan 21 alaşım ile çalışılmış olup, bu alaşımların Türk Standartlarındaki karşılıkları da verilerek seçilen alüminyum döküm alaşımlarının Türkiye'deki uygulamalar için de kullanımı amaçlanmıştır.

Bu çalışmayı titizlikle yöneten ve çalışma süresi boyunca bilgi ve tecrübelerinden istifade ettiğim hocalarım Sayın Yrd.Doç.Dr. Ahmet ÖZEL ve Sayın Yrd.Doç.Dr. Emin GÜNDOĞAR'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Tezin hazırlanması ve yazımı sırasında her türlü yardımı gösteren başta Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü Sayın Doç. Dr. Osman ÇEREZCİ'ye, Fen Bilimleri Enstitüsü Müdür Yardımcısı Sayın Yrd. Doç. Dr. Recep KAZAN'a ve Fen Bilimleri Enstitüsü Sekreteri Sayın Fatma AYDIN'a teşekkür ederim.

Alüminyum alaşımları ile bilgilerin elde edilmesinde büyük yardımlarını gördüğüm Metalürji Mühendisi Sayın Zafer ERSAN'a da teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca tezin hazırlanması ve yazımında büyük emeği geçen sevgili eşim Yrd. Doç.Dr. Ümit KOCABIÇAK'a teşekkür ederim.

Ağustos 1996

Arş. Gör. Günsel KOCABIÇAK

İÇİNDEKİLER

ŞEKİLLER LİSTESİ	v
TABLolar LİSTESİ	vi
ÖZET	vii
SUMMARY	viii
BÖLÜM 1. GİRİŞ	1
BÖLÜM 2. ALÜMİNYUM DÖKÜM ALAŞIMLARI	3
2.1. Alüminyum'un Tarihçesi	3
2.2. Saf Alüminyum'un Özellikleri	3
2.3. Alaşım Elementlerinin Etkisi	4
2.4. Alüminyum'un Kullanım Alanları	7
2.5. Alüminyum Döküm Alaşımları	11
2.5.1. BS 1490 Alüminyum Döküm Alaşımlarının Özellikleri	11
2.5.1.1. Döküm Özellikleri	14
2.5.1.2. Mekanik Özellikler	16
2.5.1.3. Diğer Özellikler	19
BÖLÜM 3. BİLGİ TABANLI SİSTEMLER	22
3.1. Bilgi Tabanlı Sistemlerin Tanımı	22
3.2. Bilgi Tabanlı Sistemlerin Karakteristikleri	23
3.3. Bilgilerin Bilgi Tabanlı Sistemde Gösterilmesi	24
3.4. Çıkarım Mekanizması	25
3.5. Bilgi Tabanlı Sistemlerin Geliştirilmesi	26
3.6. Bilgi Tabanlı Sistemlerde Geliştirme Aşamaları	29

3.6.1. Problem Seçimi ve Problemi Tanımlama Aşaması	29
3.6.2. Kavramsallaştırma ve Prototip İnşa Aşaması	32
3.6.3. Biçimlendirme Aşaması	33
3.6.4. Gerçekleştirme Aşaması	35
3.6.5. Test ve Değerlendirme Aşaması	37
BÖLÜM 4. MALZEME SEÇİMİ İÇİN BİLGİ TABANLI SİSTEMLER VE ALÜMİNYUM DÖKÜM ALAŞIMLARINA UYGULANMASI	39
4.1. Malzeme Seçimi	39
4.1.1. Malzeme Seçim Teknikleri	39
4.1.1.1. Klasik Prosedür	40
4.1.1.2. Benzetme yöntemi	40
4.1.1.3. Karşılaştırılmalı Prosedür	40
4.2. Malzeme Seçiminde Uzman Sistemler ve Bilgi Tabanları	42
4.3. Alüminyum Döküm Alaşımlarının Seçimi İçin Bilgi Tabanlı Sistemlerin Geliştirilmesi	46
4.3.1. Vp-Expert Paket Programıyla Geliştirilen Uzman Sistem	49
4.3.2. Alüminyum Döküm Alaşımlarının Seçimi İçin FoxPro for Windows Dili İle Geliştirilen Uzman Sistem	58
BÖLÜM 5. SONUÇLAR	71
BÖLÜM 6. TARTIŞMA VE ÖNERİLER	73
KAYNAKLAR	74
ÖZGEÇMİŞ	76

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1.	Bilgi Tabanlı Sistemlerin Yapay Zeka'daki Yeri	22
Şekil 3.2.	Bilgi Tabanlı Sistemin Bileşenleri	24
Şekil 3.3.	Bir Bilgi Tabanlı Sistemin Oluşturulmasında Bilgi Mühendisi ve Elemanların Rolü	27
Şekil 3.4.	Bilgi Tabanlı Sistem Geliştirme Aşamaları	30
Şekil 4.1.	Örnek Bir Malzeme Seçimi İçin Bilgi Tabanı	44
Şekil 4.2.	Alüminyum Döküm Alaşımları İçin Karar Durumu Diyagramı	48
Şekil 4.3.	Vp-Expert Paket Programı Ana Menüsü	49
Şekil 4.4.	Vp-Expert Editörü	50
Şekil 4.5.	Vp-Expert'de Uzman Sistemin Çalıştırılması Sırasındaki Ekran Görüntüsü	50
Şekil 4.6.	Bilgi Tabanı Soruları ve Kullanıcı Örneği	51
Şekil 4.7.	Alüminyum Döküm Alaşımlarının Seçimi İçin Geliştirilen Bilgi Tabanı	58
Şekil 4.8.	Geliştirilen Programın Ana Menüsü	59
Şekil 4.9.	Veri Tabanı Ekranı	61
Şekil 4.10.	Uzman Sorular Ekranı	62
Şekil 4.11.	Uygun Alüminyum Döküm Alaşım Ekranı	63
Şekil 4.12.	Geliştirilen Uzman Sistemin Ana Programı	65
Şekil 4.13.	Geliştirilen Uzman Sistemin Bilgi Tabanı Programı	70

TABLULAR LİSTESİ

Tablo 2.1. Saf Alüminyum Metalinin Özellikleri	4
Tablo 2.2. Alaşım Elementlerinin Alüminyum Özelliklerine Etkileri	5
Tablo 2.3. Türkiye Alüminyum Üretimi	8
Tablo 2.4. BS 1490 Alüminyum Döküm Alaşımının Kimyasal Bileşimi	12
Tablo 2.5. BS 1490 Alüminyum Döküm Alaşımının Temel Özelliklerinin Mukayesesi	13
Tablo 4.1. Seçilecek Malzemeler İçin Değerlendirme Tablosu	41
Tablo 4.2. Seçilecek Malzemeler ve Bazı Karakteristikleri	43
Tablo 4.3. Malzeme Seçimi İçin Puanlama Kartı Örneği	43
Tablo 4.4. Veri Tabanı Bilgileri	60

ÖZET

Anahtar Kelimeler : Malzeme Seçimi, Bilgi Tabanlı Sistemler, Alüminyum Döküm Alaşımları

Malzeme seçimi bir problem çözme ve karar verme prosesidir. Uygun bir malzemenin seçimiyle, bu malzemenin arzu edilen şekil ve özellikte faydalı bir ürüne dönüştürülmesi kompleks bir proses olup, problemin çözümü için farklı yöntemlerden yararlanmayı gerektirir. Bilgi tabanlı sistem kullanımı'nda bu çözüm yollarından biridir.

Yapılan çalışmayla; malzeme seçiminde bilgi tabanlı sistem kullanımının döküm alüminyum alaşımlarına uygulanması amaçlanmıştır. Alüminyum döküm alaşımlarının seçimi, hazır bir dizi çizelgeden alışılagelmiş yöntemlerle, uygun olduğu düşünülen bir alaşımı seçme işi değildir. Burada malzeme seçimi, bir yanda uygulama koşullarının ayrıntılarıyla belirlenmesi ve diğer yanda bu koşullara uyacak özellikleri en ekonomik düzeylerde taşıyan alüminyum alaşımının seçimidir. Bu nedenle, alüminyum döküm alaşımlarının seçiminde hem yeterli malzeme bilgisi hemde aralarında seçim yapılacak alaşımların özelliklerine ilişkin olabildiğince geniş kapsamlı bilgiler gereklidir.

Bu bilgiler yardımıyla bilgi tabanlı sistemlerin geliştirilmesi bir ekip işidir. Çoğunlukla, uzmanlar gerekli bilgiyi verirler ve bilgi mühendisleri bu bilgiyi alarak; sezgisel olarak organize eder ve sistemin bilgi tabanına yerleştirirler. Bilgi toplama işlemi bir bilgi tabanlı sistem geliştirilmesinde en kritik ve en önemli adımlardan biridir. Bu nedenle uzmanlar ve bilgi mühendisleri bilgi tabanlı sistemlerin geliştirilmesinde anahtar elemanlardır ve sistemin etkinliği açısından baştan sona bir ekip olarak ortaklaşa çalışmaları gerekir.

Bu çalışmada, alüminyum döküm alaşımlarının seçimi için bilgi tabanlı sistemler kullanılarak iki uzman sistem geliştirilmiştir. Birinci uzman sistem için hazır paket programı olan Vp-Expert kullanılarak IF, THEN ve ELSE'ye dayalı kurallar yazılarak uygun alüminyum döküm alaşımı seçimi gerçekleştirilmiştir. İkinci uzman sistem için ise iyi bir veritabanlı programlama dili olan FoxPro for Windows kullanılmış ve alüminyum döküm alaşımlarının tüm özelliklerini (kimyasal bileşim, mekanik özellikler, döküm ve işleme özellikleri, kullanım alanları) kapsayan bir veri tabanı oluşturulmuştur. Alaşım seçiminde karşılaştırmalı prosedür kullanılarak, alaşımların özellikleri puanlanmış ve istenilen özelliği sağlamayan alaşımlar, diğer özellik puanları yüksek olsa bile seçim dışı bırakılmıştır. Program istenilen özellikleri sağlayan alaşımları en yüksek puana sahip alaşımdan başlayarak kullanıcıya sunabilmektedir.

DEVELOPING KNOWLEDGE BASED SYSTEM FOR MATERIAL SELECTION AND APPLICATION OF CAST ALUMINUM ALLOYS

Keywords : Material Selection, Knowledge-based Systems, Cast Aluminum Alloy

SUMMARY

Like most engineering efforts, materials selection is a problem-solving and decision making process. In this process, designer analyses the required properties of materials for their using area. Then he list alternative candidate materials. Finally, he evalatuates the candidate materials and chooses the material that gives the best match or represents the best compromise possible in light of experience, judgment, common sense, processing ease and acceptable cost.

In this work, after the description of the development of acknowledge based system for material selection, the selection of cast aluminum alloys that gives the best solution to the designer or producer among the other used aluminum alloys in the manufacturing is carried out using a knowledge-based system. Knowledge base is prepared according to the basic characteristics of aluminum alloys and casting characteristics and other properties the connection of experienced expert questions.

In material selection, knowledge bases are collections of expertise or expert(material scientist or engineer) knowledge that may include anything from basic information(material property nad basic characteristics etc.) about a field of knowledge to guidelines for reasoning about information, in order to make decisions and do tasks.

The relation between knowledge-based systems and expert systems is easy to define. A KBS(knowledge-based system) is a system in which the knowledge base is largely distend from the inferencig mechanism or prosedure. Expert system is general term that may be applied to a wide range of more advanced computer systems described as interactive decision support systems. The components of a KBS for material selection: Knowledge base, inference engine and control mechanism, user interface and computer hardware.

Knowledge-based computer systems have several distinguishing characteristics:

- They contain a knowledge base about specific decision domain or situation that is largely distinct from the mechanism used to manipulate the knowledge to reach a decision(a process referred to as inferencing).
- They contain an inference engine or inferential reasoning capability, that is largely distinct from the knowledge base and in some respects mimics the way a human decision maker thinks.
- They have a facility that explains their advice or reasoning process, so that can see why and how a conclusion was reached.
- They contain symbolic programming and reasoning capabilities.
- They use IF-THEN rules extensively(but not necessarily exclusively), and so are more readily understandable to nontechnical users.
- They can handle certain, unknown, and conflicting data.
- They often require a high level of development of inducement by a human in expert in their development.

Knowledge-base systems were originally developed using programming languages such as LISP and PROLOG. Today, many other development tools and expert systems shells are available, ranging from development versions of programming languages(such as OPS5 and INTERLISP) to larger shells(such as ART, ESE and KEE) to microcomputer shells(such as M.1, VP-Expert and Level5-Object).

Expert system shells contain such components as inference engine programs, programmed control mechanisms, programmed external software interface routines and capabilities for storing and editing knowledge bases. A shell's user is most often expected to create only the knowledge base. Since shells require very little(if any) programming expertise, they can be used to develop smaller knowledge-based systems by nontechnical managers with minimal exposure to microcomputers. They are very useful to anyone just learning KBS development.

In material selection, two such programs are known : ICI(EPOS), for the selection of polymers; and a Sandvik program for selection of cutting tools. These are knowledge-based systems dealing with families of essentially similar materials.

Since knowledge-based systems are relatively new and costly to develop, it is usually prudent to develop them in stages, starting with a small prototype of the actual systems.

In developing a prototype, the designer tries to select only the most critical factors and to show only their most basic relationships, in order to test the underlain structure and concept of the system. For this reason, most prototype systems do not (and cannot be expected to) capture all the rich complexities involved in the actual situation. That is the function of later more advanced versions of the system.

Although they often represent a crude first effort-which is why they are frequently called approximations. Prototype systems development is often a useful tool for quickly eliciting knowledge from experts.



BÖLÜM 1. GİRİŞ

Hafif metal alaşımları içerisinde en çok uygulama sahası olan alüminyum alaşımlarıdır. Alüminyum alaşımlarının hafif olması, mekanik özelliklerinin alaşım cinsine göre çok geniş olması, korozyona dayanıklı ve dekoratif olmaları nedeniyle çok çeşitleri olup; şekillendirme prosesine bağlı olarak işlem(dövme) ve döküm alüminyum alaşımları olarak başlıca iki grupta sınıflandırılabilir. Alüminyum döküm alaşımları da kompozisyon, özellik ve karakteristikleri açısından geniş bir yelpazeyi kapsamaktadır. Bu yüzden döküm alaşımının seçimi, tablolardan bakmakla yapılacak kadar basit olmayıp seçilecek malzemenin mekanik veya diğer özellikleri, istenen servis ihtiyaçlarını karşılayabilmelidir.

Uygun bir malzemenin seçimiyle, bu malzemenin arzu edilen şekil ve özellikte faydalı bir ürüne dönüştürülmesi karmaşık bir işlemdir. Burada malzeme seçimi, uygulama alanının gerektirdiği özellikleri en iyi, en uygun biçimde karşılayacak uzun ömürlü ve olabildiğince ekonomik alüminyum döküm alaşımı seçimidir. Bir yanda uygulama koşullarının ayrıntılarıyla belirlenmesi ve diğer yanda bu koşullara uyacak özellikleri en ekonomik düzeylerde taşıyan döküm alaşımının seçimi bütüncü çaba oluşturmaktadır. Bu nedenle, alüminyum döküm alaşımının seçiminde hem yeterli malzeme bilgisi hemde aralarından seçim yapılacak alaşımların özelliklerine ilişkin olabildiğince geniş kapsamlı bilgiler gereklidir.

Ciddi olarak ele alındığında malzeme seçiminin zorluğu ve yanlış malzeme seçimi durumunda maliyetlerde meydana gelen önemli miktardaki artış, malzeme seçimi probleminin çözümü için değişik yöntemlerden yararlanmayı gerekli kılar. "Bilgi tabanlı sistem kullanımı" da bu çözüm yollarından biridir. Bu sistem kullanıcının uzman bir insana başvurmak yerine bilgisayardan yararlanmasını sağlar. Çünkü bir

bilgi tabanlı sistem, çözümleri için önemli derecede uzmanlık gerektiren zor problemlerin çözümünde bilgi ve çıkarım işlemlerini kullanan bir bilgisayar programıdır.

Üzerinde çalışılmaya 1960'larda başlanan bilgi tabanlı sistemler için bir standart tanımlamak mümkün değildir. Günümüze kadar geliştirilen bilgi tabanlı sistemler farklı yapılar kullanmışlardır. Çünkü bir yapı, bir uygulama için diğerinden daha uygun olabilir. Önemli farklara rağmen yapıların çoğu genelde bilgi tabanı, çıkarım ve kontrol mekanizması, kullanıcı arabirimi ve bilgisayar donanım kısmı gibi temel bileşenlere sahiptir.

Kullanımlarında tutarlılık ve süreklilik, ucuza çoğaltılabilirlik, kolay değiştirilebilirlik, kontrol edilebilirlik ve farklı yerlerde çalıştırılabilirlik gibi pek çok avantaj bulunduran bilgi tabanlı sistemler, ülkemizde de çeşitli alanlarda kullanım alanı bulmuştur.

Yapılan çalışmada malzeme seçiminde bilgi tabanlı sistem kullanımının alüminyum döküm alaşımlarına uygulanması amaçlanmış olup bu amaçla, bilgi tabanlı sistemler kullanılarak iki uzman sistem geliştirilmiştir. Burada BS 1490'da standartlaştırılan LM serisine ait kompozisyon, özellik ve karakteristikleri açısından geniş bir yelpazeyi kapsayan 21 alaşım ile çalışılmış olup, bu alaşımların Türk Standartlarındaki karşılıkları da verilerek seçilen alüminyum döküm alaşımlarının Türkiye'deki uygulamalar için de kullanımı amaçlanmıştır. Geliştirilen birinci uzman sistem için Vp-Expert paket programı kullanılarak IF, THEN ve ELSE'ye dayalı kurallar yazılarak uygun alüminyum döküm alaşımı seçimi gerçekleştirilmiştir. İkinci uzman sistem için iyi bir veri tabanı programlama dili olan FoxPro for Windows kullanılmış ve alüminyum'un tüm özelliklerini kapsayan bir veri tabanı oluşturulmuştur. Alaşım seçiminde karşılaştırmalı prosedür kullanılarak, alaşımların özellikleri puanlanmış ve program istenilen özellikleri sağlayan alaşımları en yüksek puana sahip alaşımdan başlayarak kullanıcıya sunabilmektedir.

BÖLÜM 2 ALÜMİNYUM DÖKÜM ALAŞIMLARI

2.1.Alüminyum'un Tarihçesi

Alüminyum, yeryüzünde oksijen ve silisyumdan sonra en çok bulunan üçüncü element olmasına rağmen, endüstriyel çapta üretimi 1886 yılında elektroliz yönteminin kullanılmaya başlaması ile gerçekleşmiştir[1,2].

Alüminyum, diğer çok kullanılan metaller olan demir, kurşun ve kalay gibi, doğada bileşikler halinde bulunur. Alüminyumu oksit halindeki bileşiğinden ilk ayıran ve elde eden kişi, 1807 yılında, Sir Humprey Davy olmuştur. Daha sonra, Hans Christian Oersted, Frederick Wöhler ve Henri Sainte-Clairre Deville, alüminyum eldesinde yenilikler getirmişlerdir[1,3].

Alüminyum'un endüstriyel çapta üretimi ise, 1886 yılında Charles Martin Hall ve Paul T.Heroult'un birbirinden habersiz olarak yaptıkları elektroliz yöntemi ile başlamıştır. Bu günümüzde kullanılan yöntem olduğundan,1886 yılı alüminyum endüstrisinin başlangıç yılı olarak kabul edilir.

1886 yılında Werner von Siemens'in dinomayı keşfi ve 1892 yılında K.J..Bayer'in, boksitten alümina eldesini sağlayan Bayer prosesini bulması ile alüminyum'un endüstriyel çapta üretimi çok kolaylaşmış ve alüminyum metali, demir-çelikten sonra dünyada en çok kullanılan ikinci metal olmuştur[1,4].

2.2.Saf Alüminyum'un Özellikleri

Alüminyum metalinin elektriksel uygulamalar haricinde saf olarak kullanımı oldukça sınırlı olup, daha çok saf alüminyum; elektrik iletiminin istenildiği yerlerde, ambalaj

sanayinde ve dekoratif amaçlı uygulamalarda kullanılmaktadır[4,5]. Alüminyum metali demir ve bakıra göre yaklaşık olarak 3 kez daha hafif, elektrik iletiminde yoğunluğuna göre oldukça yüksek olup saf alüminyum'un özellikleri Tablo 2.1'deki gibidir[2,4].

Tablo 2.1. Saf Alüminyum Metalinin Özellikleri

Kristal Yapısı	Yüzey Merkezi Kübik
Yoğunluk	2.7 gr/cm ³
Yeniden Kristalleşme Sıcaklığı	150-300 °C
Isı İletkenliği (25 °C)	645-660 Kcal/Sa/cm/°C
İşlem Sıcaklığı	300-500 °C
Ergime Sıcaklığı	660 °C
Çekme Dayanımı	4-9 kg/mm ²
Akma Dayanımı	1-3 kg/mm ²
Sertlik (BHN 2.5)	12-20 kg/mm ²
Elastik Modül	7.2 x 10 ⁵ kg/cm ²
Kayma Modülü	2.7 x 10 ⁵ kg/cm ²
Çentik Darbe Tokluğu	10 kg/cm ²
Kopma Uzaması	% 30-40

2.3.Alaşım Elementlerinin Etkisi

Saf alüminyum, Tablo 2.2'de görüldüğü gibi mekanik özelliklerini ve dökülebilirliğini geliştirmek için çeşitli elementlerle alaşımlandırılır. Alüminyum alaşımlarında kullanılan başlıca alaşım elementleri; bakır, silisyum, mangan, çinko, krom, kalay, magnezyum, demir, nikel, titanyum, zirkonyum, fosfor, sodyum ve lityum'dur[2,5].

Silisyum : Döküm alaşımlarında, silisyum, esas katkı metalini teşkil etmektedir. Silisyum; döküm alaşımına, kalıbın ince kanallarına kolaylıkla nüfuz etme özelliğini sağlamaktadır. Özellikle, kum ve gravite dökümlerinde birinci planda önem taşır. Pres dökümde fazla önemli olmamakla beraber yine de fayda sağlar[2,3,6].

%5 veya daha yukarı silisyumlu alüminyum alaşımlarının, kalıpta katılaşma esnasında meydana gelen çatlaklara karşı mukavemeti artmaktadır. Nitekim %10-13 silisyumlu

LM6 alaşımının katılaşma esnasında çatlaklar meydana getirmesi mümkün olmamaktadır.

Silisyum katkılı metalin sağladığı diğer bir avantaj da; artan silis yüzdesi oranında lineer termik çekmeyi azaltmasıdır. %10 veya daha fazla silisyum ihtiva eden alaşım(rneğin LM2) diğer döküm alaşımlarına nazaran daha az lineer termik çekme göstermekte olup silisyumlu almiyumu alaşımlarının korozyon direnci de oldukça yüksektir[3].

Tablo 2.2. Alaşım Elementlerinin Almiyumu zelliklerine Etkileri

	Fe	Si	Mg	Mn	Cu	Zn	Ti	Cr	Ni	Li	Zr	V	Sn	B	Bi	Pb
Yoğunluk	↑	↓	↓	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↓	↑	↑	↑	↓	↑	↑
Alaşkanlık	↓	↑	↑	↓	↓	≈	↓	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sertleşme	↑	↑	↑	↑↑	↑↑↑	↑↑↑	↑	↑	-	-	-	-	↓	-	-	↓
Mukavemet Srt.Muk.*	↑	↑	↑	↑*	↑↑*	↑↑↑	↑↑	-	↑*	-	-	-	↑*	↑	-	-
Elektrik İlet.	↓	↓↓	↓↓	↓↓↓	↓↓	↓	↓↓↓	↓↓↓	↓	↓↓↓	↓↓	↓↓	≈	↑↑↑	≈	-
Koroz. Muk.	-	↑	↑↑↑	↑↑	↓	↓	-	-	↓	-	-	-	↓	-	↓	↓
Isı. Gen. Kat.	-	↓	↓	↓	↓	↑	↓	↓	↓	-	↓	↓	-	-	-	-

Açıklamalar : ↑Yükselme

↓Azalma

≈Değişmez

- Karakteristik değil veya bilinmiyor

Birçok ok : Daha kuvvetli etki

Bakır : Alaşım alaşımlarında en çok kullanılan alaşım elementlerinden biridir[2].

Bakır ilavesi, almiyumu alaşımına, sağamlık, sertlik ve daha iyi işlenebilme özelliği kazandırır[7,8].

Magnezyum : Magnezyum elementi alüminyum'a yüksek mukavemet, iyi süneklik, iyi korozyon direnci ve kaynak kabiliyeti sağlar. Bu tür alaşımların, mekanik özellikleri çok üstün olmasına rağmen, genellikle kullanılmakta olan döküm özelliklerine sahiptirler.

Alüminyum-Silisyum-Bakır alaşımlarına belirli bir miktarda magnezyum ilavesiyle alaşımın sertlik ve sağlamlığı artırılabilir[2,3,9].

Demir : Alüminyum alaşımına demir ilavesiyle, alaşımın metalik kalıba yapışma eğilimi azaltılmış olur. LM2 ve LM24 gibi pres döküm alaşımlarının demir limiti %1.0-1.3 arasındadır. Buna karşılık kuma dökümde kullanılan LM4 ve LM6 alaşımlarında demir oranı daha düşük tutulmaktadır.

Bu husus göz önünde tutularak, LM6 kuma döküm alaşımında pres döküm maksadı için kullanıldığında demir oranını %1'e çıkarmakla demirin belirgin avantajından faydalanmak mümkün olabilmektedir.

Demirli, sıvı alüminyum-silisyum ve magnezyum alaşımı yavaş yavaş soğutulduğu zaman geri kalan kısmı sıvı alaşımın halini korurken demirin bu alaşım metalleri ile bağlı olan bileşimi katılaşıp fırının veya potanın dibine çöker. Şayet sıcaklık tekrar arttırılsa dahi, bu katı kısım sıvılaşmaz. İyi bir karışma sağlanmadıkça tabanda kalır. Bu katı bileşimler, sıvı metal ile birlikte döküm kalıbına gittiği zaman, ileride işleme esnasında sert noktaların meydana çıkmasına sebebiyet vermiş olurlar. Bunu önlemek için sıvı metal sıcaklığının 700 °C'nin altına düşürülmemesi, metalin iyi karışması, ve herbir katı alaşım maddesi ilavesinden sonra iyi bir karıştırma işleminin yapılması gerekmektedir[3,10].

Mangan : Alüminyum-silisyum-demirden meydana gelen iğne şekilli yapı, manganez ilavesiyle daha az zararlı duruma getirilmektedir.

Mangan, genellikle kum ve metal döküm uygulamalarında arzu edilen bir alaşım maddesi olarak tanımlanmaktadır. Manganezin bulunması, belirli miktarda demir ilavesine de imkan sağlamaktadır.

Kum ve metal kalıba dökümde, pres dökümdeki kadar hızlı bir soğuma olmadığı için manganze ihtiyaç duyulmaktadır. Fakat pres dökümde, manganze ilavesi gerekmemektedir[3].

Nikel : Pres döküm alaşımlarına istenerek nikel ilave edilmemektedir. Fakat hurdaların kullanılması sonucu, yapılan alaşıma nikel karışabilmektedir. Bakır gibi, o da alaşımın sağlamlık ve sertliğini artırır. Fakat meydana gelen fark pek önemli ölçüde olmamaktadır[3,8].

Çinko : Çinko ilavesinin, alaşımın sıcak şekil almada gevreklik meydana getirmesi ve korozyona dayanıklı olmayışı görüşü uzun yıllar yoğunluk kazanmıştır. Fakat, yakın zamanlarda yapılan çalışmalar, %2.5'a kadar çinko ilavesiyle mekanik özelliklerin hiç değişmediği veya çok az değiştiği ve korozyona karşı dayanıklılığında da bir fark olmadığını ortaya koymuştur.Çinko ilavesi, işleme özelliğini daha da iyileştirmektedir.

LM2 ve LM24 alaşımları %1.2 ve %1.0 çinkolu olarak, daha düşük çinkolulara nazaran daha kolaylıkla üretilip kullanılabilirler.

Kurşun-Kalay : Hurda malzeme kullanılmasından ötürü LM2 ve LM24 alaşımları kompozisyonu girmektedir. Pres dökümde, %0.2'nin daha çok üstünde kurşun kullanılabilir.Fakat LM2 ve LM24 için kabul edilen maximum limit %0.3'dür[3].

2.4.Alüminyum'un Kullanım Alanları

Alüminyumun imalinin kolay olmasının, üretim maliyetlerini rekabet edilebilir yapması; saf metal özellikleri ve performansı, birçok alaşımının diğer metallerle mukayese

edildiğinde çok üstün özelliklere sahip olması Tablo 2.3'de de görüldüğü gibi alüminyum kullanımını arttırmaktadır[1,2].

Tablo 2.3. Türkiye Alüminyum Üretimi (ton) [1]

Yıllar	Birincil Alüminyum	Ekstrüzyon	Yassı-Ürün	Döküm	İletken
1988	56.500	22.775	40.794	10.789	9.243
1989	58.564	24.701	43.112	10.852	21.205
1990	60.902	29.791	45.906	12.634	31.000
1991	55.802	33.490	39.677	9.650	10.150
1992	58.561	39.335	40.795	16.838	9.500

Günümüzde alüminyum alaşımları; mutfak gereçlerinde, mimari amaçlı yapı endüstrisinde, boya sanayinde, motor parçalarında, ambalaj sanayinde, süslemecilikte ve otomotiv sektörü gibi bir çok alanda kullanım potansiyeline sahip olup kullanım yerlerine göre alüminyum dağılım yüzdeleri şöyledir : %25 İnşaat, %24 Ulaşım, %15Ambalaj, %10 Elektrik, %9 Genel Mühendislik, %7 Diğer, %6 Mobilya Ofis Eşyaları, %3 Demir-Çelik-Metalurji, %1 Kimya ve Tarım Ürünleri Sanayi Tesisleri.

Alüminyum ve Taşıt Araçları

Alüminyum, ulaşım sektöründe taşıt araçlarının üretiminde kullanılan en önemli malzemelerden birisidir. Alüminyum kullanımının yaklaşık %25'i taşıt araçlarının üretimine bağlıdır.

Taşıt araçları ne kadar hafif olursa, hareket etmeleri için daha az enerjiye gerek duyulur. Günümüzde bir otomobilde 50 kg alüminyum kullanılmaktadır. Bu sayede, yaklaşık 100 kg demir, çelik ve bakır malzeme tasarrufu yapılmaktadır. Yapılan hesaplar ve deneyimler sonucunda, alüminyum kullanılan bir otomobilin alüminyum kullanılmamış bir otomobile kıyasla, ekonomik ömrü boyunca 1500 litre daha az yakıt harcadığı anlaşılmıştır. Otobüs ve tren gibi sık sık hareket eden ve duran araçlarda, aracın hafif olması daha fazla önem kazanmaktadır. Günümüzde otobüs, tren, kamyon gibi büyük kara araçlarında alüminyum kullanımı ile önemli yakıt tasarrufu sağlanmaktadır.

Ayrıca karayolları trafik ve yön işaret sistemlerinde, otoyol parafet ve köprülerinde alüminyum kullanımı artmaktadır. Deniz araçlarında, özellikle teknelerde alüminyum süper yapı ile ağırlık merkezi daha aşağıya çekilmekte ve böylece teknenin dengesi artırılmakta ve daha çok kullanım hacmi sağlanmaktadır. Küçük teknelerin ve yatların yelken direkleri alüminyumdan yapılmaktadır. Bir uçağın ağırlıkça %70'i alüminyumdan oluşmaktadır. Alüminyum alaşımlarının hafifliğinin yanısıra sağlamlığı, uçakların ve dolayısı ile havacılık sektörünün gelişmesine en büyük katkıyı sağlamıştır. Duralüminyum(alüminyum-bakır) alaşımlarından sonra gelecekte en önemli uçak malzemesi alüminyum-lityum alaşımları olacaktır ve böylece uçakların %15 hafiflemesi mümkün hale gelecektir[1].

Alüminyum ve İnşaat

Alüminyum, binaların çatı ve cephe kaplamalarında, kapı ve pencerelerinde, merdivenlerde, çatı iskeletinde, inşaat iskelelerinde, sera yapımında büyük miktarda kullanılır.

Alüminyumun sağlamlığı yanında sahip olduğu dekoratif görünüm, eloksal(anodik oksidasyon) kaplama ile bir bakıma ölümsüzleşir. Gerek natürel veya renkli eloksal kaplama, gerek ise lake boyama ile alüminyum; mimar ve mühendislere inşaat sektöründe zengin seçenekler sunar.

İnşaat sektöründe, alüminyum ekstrüzyon, yassı-ürünler ve döküm ürünleri; kapı/pencere doğramaları, cephe/çatı kaplamaları ve aksesuarların yapımında kullanılırlar[1].

Alüminyum ve Ambalaj

Alüminyum, en kullanışlı ambalaj malzemelerinden birisidir. Alüminyum, konteyner imalatından ilaç kutularına kadar çok çeşitli ambalaj uygulamalarına mükemmel cevap verir. Banyoda diş macunu tüpünden, mutfakta folyaya sarılı fırın yemekleri ve buzdolabındaki soğuk meşrubatlara kadar, alüminyum pek çok ürünü sarar ve korur.

Alüminyumun homojen yapısı, ince folyo(alüminyum kağıt) şeklinde üretilebilmesi, hava geçirmezliği ve kolay şekillenebilmesi onu ideal bir ambalaj malzemesi yapar.

Alüminyum folyo, hava ve mor-ötesi ışınları geçirmediğinden, gıdaları doğal renk ve tadları ile birlikte korur. Alüminyum, folyo olarak vakumlu ambalajlarda, metalize film(alüminyum kaplı plastik) olarak da ısı ile kapanan ambalajlarda(yoğurt,ilaçlar vb) en tercih edilen malzemedir[1].

Alüminyum ve İçecekler

Alüminyumun en yaygın kullanıldığı alanlardan birisi de, meşrubat ve bira kutularıdır. Dünyada kullanılan tüm içecek kutularının %80'ı alüminyum kutulardır. Bunun nedeni; hafif, açılması kolay, darbeye dayanıklı, sağlam, çabuk soğutma özelliği ve geri kazanılabilir olmalarıdır.

Kullanılmış alüminyum içecek kutularının yüksek hurda değeri, geri kazanma için kutuların toplanmasını kolaylaştırır. Kullanılmış alüminyum kutuların tüketiciden satın alınması ile başlayan geri kazanma işlemi sonucunda, yeni kutular üretilmektedir.1989 yılında kullanılan alüminyum meşrubat kutularının geri kazanma oranı ABD'de % 61, Avustralya'da % 60, Kanada'da % 45, Japonya'da % 42, Avrupa'da % 16 olmuştur. Bu oranlar, her yıl artmaktadır[1].

Alüminyum ve Elektrik/Elektronik

Alüminyum son derece iletken bir metaldir. Bu nedenle, tüm alüminyum kullanımının Avrupa'da % 10'u, ABD'de % 9'u, Japonya'da % 7'si elektrik ve elektronik sektöründe kullanılmaktadır.Alüminyumun bu alanda en çok kullanıldığı yer, elektrik nakil hatlarıdır. Çelik özlü alüminyum iletkenler, yüksek voltajlı elektrik nakil hatlarında tercih edilen tek malzeme olmuştur. Alüminyum, yeraltı kablolarında, elektrik borularında ve motor bobin sarımında yaygın şekilde kullanılmaktadır.

Elektronikte, alüminyum kullanım yerleri arasında, şaseler, yongalar, transistör soğutucuları, data kayıt diskleri ve elektronik cihazların kasaları bulunmaktadır[1].

Alüminyum ve Diğer Mühendislik Uygulamaları

Makina uygulamalarında; yüksek dayanım/ağırlık oranı, korozyona dayanımı ve işleme kolaylığı, alüminyumun üstün özellikleridir. Hafifliği nedeniyle, büyük ve tek parçaların manüplasyonu ve hassas toleranslarda işleme kolaylığı sayesinde, standart birimlerden büyük parçaların yapılması mümkün olur.

Karmaşık kesitli parçaların üretiminde, alüminyum ekstrüzyonu büyük avantajlar sağlar. Vites kutuları, motor blokları ve silindir kafaları kolaylıkla alüminyum döküm ile yapılır. Son uygulamalarda krankmili yataklarında alüminyum kullanılması, bu parçaların uzun ömürlü olmasını sağlamıştır[1].

2.5. Alüminyum Döküm Alaşımları

Hafif metal alaşımları içerisinde en çok tatbikat sahası olan alüminyum alaşımlarıdır. Alüminyum alaşımlarının hafif olması, mekanik özelliklerinin alaşım cinsine göre çok geniş olması, korozyona dayanıklı ve dekoratif olmaları nedeniyle çok çeşitleri vardır[7,8,9]. Alüminyum alaşımları; şekillendirme prosesine bağlı olarak dövme ve döküm alüminyum alaşımları olarak başlıca iki grupta sınıflandırılabilir. Bu iki ana gruba bağlı kalmak kaydıyla, ülkeler kendi sınıflandırmalarını yapmıştır.

2.5.1. BS 1490 Alüminyum Döküm Alaşımlarının Özellikleri

BS 1490'da genel mühendislik alaşımı olarak standartlaştırılan 21 alaşım; kompozisyon, özellik ve karakteristikleri açısından alüminyum döküm alaşımlarıyla yeni ilgilenen birini hayrete düşürecek derecede geniş bir yelpazeyi kapsamaktadır. BS 1490 alüminyum döküm alaşımlarının kimyasal bileşimleri Tablo 2.4.'de, alüminyum döküm alaşımlarının temel özelliklerinin mukayesesi ise Tablo 2.5'te verilmiştir [10,11].

Tablo 2.4. BS 1490 Alüminyum Döküm Alaşımlarının Kimyasal Bileşimi (%)

Alaşım Adı	Cu	Mg	Si	Fe	Mn	Ni	Zn	Pb	Sn	Ti	Diğerleri
LM 0	0.03	0.03	0.30	0.40	0.03	0.03	0.07	0.03	0.03		Al 99.50 min.
LM 2	0.7 2.5	0.30	9.0 11.5	1.0	0.5	0.5	2.0	0.3	0.2	0.2	
LM 4	2.0 4.0	0.15	4.0 6.0	0.8	0.2 0.6	0.3	0.5	0.1	0.1	0.2	
LM 5	0.1	3.0 6.0	0.3	0.6	0.3 0.7	0.1	0.1	0.05	0.05	0.2	
LM 6	0.1	0.10	10 13	0.6	0.5	0.1	0.1	0.1	0.05	0.2	
LM 9	0.1	0.2 0.6	10 13	0.6	0.3 0.7	0.1	0.1	0.1	0.05	0.2	
LM 10	0.1	9.5 11.0	0.25	0.35	0.10	0.10	0.10	0.05	0.05	0.2	
LM 12	9.0 11.0	0.2 0.4	2.5	1.0	0.6	0.5	0.8	0.1	0.1	0.2	
LM 13	0.7 1.5	0.8 1.5	10 12	1.0	0.5	1.5	0.5	0.1	0.1	0.2	
LM 16	1.0 1.5	0.4 0.6	4.5 5.5	0.6	0.5	0.25	0.1	0.1	0.05	0.2	
LM 18	0.1	0.10	4.5 6.0	0.6	0.5	0.1	0.1	0.1	0.05	0.2	
LM 20	0.4	0.2	10 13	1.0	0.5	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	
LM 21	3.0 5.0	0.1 0.3	5.0 7.0	1.0	0.2 0.6	0.3	2.0	0.2	0.1	0.2	
LM 22	2.8 3.8	0.05	4.0 6.0	0.6	0.2 0.6	0.15	0.15	0.1	0.05	0.2	
LM 24	3.0 4.0	0.1	7.5 9.5	1.3	0.5	0.5	3.0	0.3	0.2	0.2	
LM 25	0.1	0.2 0.45	6.5 7.5	0.5	0.3	0.1	0.1	0.1	0.05	0.2	
LM 26	2.0 4.0	0.5 1.5	8.5 10.5	1.2	0.5	1.0	1.0	0.2	0.1	0.2	
LM 27	1.5 2.5	0.3	6.0 8.0	0.8	0.2 0.6	0.3	1.0	0.2	0.1	0.2	
LM 28	1.3 1.8	0.8 1.5	17 20	0.7	0.6	0.8 1.5	0.2	0.1	0.1	0.2	Cr 0.6 : Co 0.5
LM 29	0.8 1.3	0.8 1.3	22 25	0.7	0.6	0.8 1.3	0.2	0.1	0.1	0.2	Cr 0.6 : Co 0.5
LM 30	4.0 5.0	0.4 0.7	16 18	1.1	0.3	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	

Tablo 2.5. BS 1490 Alüminyum Döküm Temel Özelliklerinin Mukayesesi

Alayım Adı	Kum Döküm	Metal Döküm	Pres Döküm	Akıcılık	Gerilme Muk.	Basınç Geçirmez	İşleme Kabiliyeti	Atmosfer Direnci	Denizsuyu Direnci	Kaynak Kabiliyeti	Sıcak Çatlama	Isl İşleme Yatkınlığı
LM 0	İyi	İyi	İyi	İyi	Orta	İyi	İyi	Mükemmel	Mükemmel	Orta	Orta	Orta
LM 2	Zayıf	Zayıf	Mükemmel	Çok İyi	Orta	Çok İyi	İyi	Çok İyi	Mükemmel	Çok İyi	Mükemmel	Zayıf
LM 4	Çok İyi	Çok İyi	Çok İyi	Çok İyi	İyi	Çok İyi	Çok İyi	Çok İyi	Mükemmel	İyi	Çok İyi	İyi
LM 5	İyi	İyi	Zayıf	İyi	İyi	Orta	Çok İyi	Mükemmel	Mükemmel	İyi	İyi	Zayıf
LM 6	Mükemmel	Mükemmel	Çok İyi	Mükemmel	İyi	Mükemmel	İyi	Mükemmel	Mükemmel	Çok İyi	Mükemmel	İyi
LM 9	Çok İyi	Mükemmel	Zayıf	Çok İyi	Mükemmel	Çok İyi	İyi	Mükemmel	Mükemmel	Mükemmel	Mükemmel	Çok İyi
LM 10	İyi	İyi	Zayıf	İyi	Mükemmel	Orta	Çok İyi	Mükemmel	Mükemmel	İyi	İyi	İyi
LM 12	Çok İyi	İyi	Zayıf	İyi	İyi	Çok İyi	Mükemmel	Orta	Orta	İyi	Çok İyi	Zayıf
LM 13	Çok İyi	Çok İyi	Zayıf	Çok İyi	Mükemmel	İyi	İyi	Çok İyi	İyi	Çok İyi	Mükemmel	Çok İyi
LM 16	Çok İyi	Çok İyi	Zayıf	Çok İyi	İyi	Çok İyi	Çok İyi	Çok İyi	İyi	İyi	Çok İyi	İyi
LM 18	Çok İyi	Çok İyi	Zayıf	Çok İyi	İyi	Mükemmel	İyi	Mükemmel	Mükemmel	İyi	Mükemmel	İyi
LM 20	Zayıf	Mükemmel	Çok İyi	Mükemmel	İyi	Mükemmel	İyi	Çok İyi	Çok İyi	Çok İyi	Mükemmel	Zayıf
LM 21	Çok İyi	Çok İyi	Zayıf	Çok İyi	İyi	Çok İyi	Çok İyi	Çok İyi	İyi	İyi	Çok İyi	İyi
LM 22	Zayıf	Çok İyi	Zayıf	Çok İyi	Çok İyi	Çok İyi	Çok İyi	Çok İyi	İyi	İyi	Çok İyi	İyi
LM 24	Zayıf	Zayıf	İyi	Çok İyi	İyi	Çok İyi	İyi	Çok İyi	İyi	İyi	Çok İyi	Zayıf
LM 25	Çok İyi	Mükemmel	Zayıf	Çok İyi	Çok İyi	Çok İyi	İyi	Mükemmel	Mükemmel	Çok İyi	Çok İyi	İyi
LM 26	Çok İyi	Çok İyi	Zayıf	Çok İyi	Çok İyi	İyi	İyi	Çok İyi	İyi	İyi	Çok İyi	İyi
LM 27	Çok İyi	Mükemmel	Zayıf	Çok İyi	İyi	Çok İyi	Çok İyi	Çok İyi	İyi	İyi	Çok İyi	İyi
LM 28	Orta	İyi	Zayıf	İyi	Çok İyi	İyi	Orta	Çok İyi	İyi	İyi	Çok İyi	İyi
LM 29	Orta	İyi	Zayıf	İyi	İyi	İyi	Orta	Çok İyi	İyi	Çok İyi	Çok İyi	İyi
LM 30	Zayıf	İyi	Çok İyi	Çok İyi	Çok İyi	İyi	İyi	Çok İyi	İyi	İyi	Çok İyi	İyi

2.5.1.1.Döküm Özellikleri

Kum Kalıba Döküm

Kum kalıplar Al alaşımlarının dökümünde en basit ortamı gösterirler ve pek çok alaşım metal kalıba dökümden daha çok kum kalıba döküm şeklindedir. LM4, 6, 25 ve 27 en çok kum kalıba dökülen alaşımlardır. LM 6 birçok yönden iyi olmakla birlikte dökümle elde edilen borularda ki büzülme eğiliminden dolayı, işlem modifikasyonları gerektiği için avantajları azalır.

Al-Mg alaşımı olan LM10'nun kum kalıba dökümünde; kum içindeki nem ve metal arasında oluşacak reaksiyonun giderilmesi için bir inhibitör kullanmak gerekir. Benzer tedbirler LM5'in dökümünde kalın bölgeler içinde gereklidir [5,7].

Metal Kalıba Döküm

Alaşımların birçoğu için metal kalıba döküm sınıflandırması Tablo 2.5'de verildiği gibidir [11,12].

LM6 metal kalıba döküm için uygun olup, metal kalıplarda modifikasyon işlemlerine daha az ihtiyaç duyulduğundan; LM6'nın kum kalıpta dökümü yerine metal kalıpta dökümü daha avantajlıdır. İnce et kalınlıklarında modifikasyon gerekli olmayıp LM4 ve benzer alaşım LM27, çok iyi metal kalıba döküm karakteristiklerine sahiptirler ve İngiltere'de en fazla kullanılan alaşım grubunu oluştururlar. Işıl işlem gerekebilen LM25 alaşımı ise yüksek dayanım gösterir ve metal kalıba döküm özelliği mükemmeldir [5,10].

Pres Döküm

Tablo 2.5'de gösterilen ve pres dökümde kullanılan alaşımların pratikte 4-5 tanesi kullanılır. Bunlardan en sık kullanılanları LM2 ve LM24 alaşımları olup bu iki alaşım

özellikler açısından birbirlerine çok benzerler. Dolayısıyla pek çok uygulamada birbirlerinin yerine kullanılmakla birlikte LM24, LM2'ye oranla daha çok kullanılan alaşımdır.

LM6 basınçla dökülebilirlik kabiliyetine göre LM2 ve LM24'e göre ikinci sırada yer alır fakat, iyi korozyon direnci istenen durumda LM6 tercih edilir. LM20, LM6'ya benzemekle beraber daha iyi döküm kabiliyetine sahipken, korozyon dayanımı daha düşüktür [7,10].

Akıcılık

Yüksek silisyumlu alaşımların akıcılığı veya kalıp doldurma kapasitesi oldukça yüksektir. Bu yüzden çok ince ve zor şekillerin dökümünde LM6 tavsiye edilir. Yaklaşık %5 silisyum içeren LM4, 25, ve 27 gibi alaşımlar da çoğunlukla ince döküm yapımında kullanılabilir.

Modern basınçlı döküm makinaları yüksek basınca sahiptir. Bu yüzden alaşımların rölatif akışkanlığı her zaman göz önüne alınmamakla birlikte basınçlı döküm alaşımları olan LM2, 6, 20, ve 24'ün akışkanlıkları iyidir.

İyi akıcılığın gerektiği belirli amaca yönelik alaşımların seçiminde yüksek veya orta seviyede silisyum bileşeni olması gerekir [6,7].

Sıcak Yırtılma Direnci

Döküm için sıcak yırtılmaya eğilimli olmayan alaşımlar seçilerek katılaşma esnasındaki çekilme kalıp tarafından sınırlandırılmalıdır. LM6 alaşımında sıcak yırtılma özelliği olmayıp LM6 ve Tablo 2.5'de iyi olarak sınıflandırılan alaşımlar olan LM4, 25 ve 27 dahil olmak üzere yüksek silisyumlu alaşımlar dökümhanede problem çıkartmazlar.

Sıcak yırtılma olasılığını azaltmak için döküm bazı yönlerden sınırlandırılır(büzülme yönünün kontrol edilmesi gibi). Metal kalıpta sıcak yırtılma kuma döküme göre daha önemlidir [12,13].

Basınç Geçirmezliği

LM2, 4, 6, 20, 24, 25 ve 27 alaşımları sızdırmazlığın gerekli olduğu dökümler için uygundur. Tablo 2.5 sadece uygun olmayan birkaç alaşımı gösterir. Bundan dolayı geri kalan alaşımların herhangi biriyle basınç geçirmez döküm yapmak mümkündür.

Döküm yapabilmek için uygun beslenmenin sağlandığından, gazın serbestliğinden ve besleyici sisteminin kalıp içinde turbulans oluşturmayacak şekilde olduğundan emin olmak gerekir. Metal kalıpta basınç geçirmez döküm üretmek kuma dökümden daha kolaydır [13].

2.5.1.2.Mekanik Özellikler

Elastisite Modülü

Bütün pratik amaçlar için Young modülü kullanılan kalıbın tipine bakmaksızın çoğu döküm alaşımları için aynıdır.

%2 Akma Gerilmesi

Bir dökümün tasarımında gözönüne alınması gerekli en önemli karakteristik, elastik sınırdır. Çünkü bu değer dökümün sürekli deformesine sebep olmaksızın uygulanabilecek maksimum gerilmeyi belirtir ve statik yükleme altında ki alaşımlar için pratik çalışma gerilme aralığını tanımlar. Ancak elastik sınırı tam doğru olarak belirlemek güçtür.

Yüksek yükleme gerilmeleri için, tam ısıl işlem koşullu bir alaşım kullanmak gereklidir. Çoğu döküm alaşımının akma gerilmeleri, dökümlerde yüksek gerilme gerekmeyen yerler için uygundur. Alaşım LM6 kaba döküm şartlarında en küçük akma gerilmesi değerine sahipken, LM21 alaşımı en büyük değere sahiptir [11,13].

Çekme Mukavemeti

Çekme mukavemeti bir malzemenin kırılması için gerekli gerilmeyi tanımlar ve döküm tasarımında etkisi çok küçüktür. Pratik açıdan önemi ise, tasarlanan gerilme aşılsa bir dökümün kırılacağı noktadaki yükün belirlenebilmesidir.

En yaygın kullanılan alaşımlar orta düzeyde bir çekme mukavemetine sahipken LM4 ısıl işlemle bu seviyenin 2 katından daha fazlaya ulaşırken, LM25’de kullanılan ısıl işleme bağlı olarak bir çekme mukavemeti aralığı sunar. LM2 ve LM24, LM20 ve LM6’ dan daha yüksek çekme ve akma mukavemetine sahip olmakla birlikte LM24 bu dört alaşım içinde en yüksek çekme mukavemeti değerine sahiptir [10,11,13].

% Uzama

Toplam deformasyon veya uzama, deney parçasının kırılması için gerekli enerji miktarını belirler. Yüksek uzama(deformasyon), dökümden sonra şekil vermek için bir alaşımda istenilen bir özelliktir, bu yüzden kalıp maliyetlerinde ekonomik etkisi vardır. Ayrıca ısıl işlem ve döküm hatalarını yok etmek için düzeltilmesi gerekli parçalar için de önemlidir. Normal servis ihtiyaçlarında yüksek süneklik isteyen birkaç uygulama vardır. Yüksek deformasyonun ana avantajı, eğer tasarım yükünün ötesinde bir gerilme oluşursa bir dökümde kırılmadan, eğilmeyi sağlayabilen emniyet payı olmasıdır.

LM6 alaşımı, yukarıda bahsedilen özel amaçların çoğu için yeterli sünekliğe sahiptir. BS 1490’nun tüm alaşımları, imalat esnasında ortaya çıkabilecek durumlar için yeterli sünekliğe sahiptir. Bazı alaşımlar süneklik kaybı neticesi ile dökümden sonra

yaşlandırılırlar, yani eğer çarpılmayı düzeltmek için bir dökümü eğmek gerekli ise, bu dökümden sonra pratikte mümkün olabilen en kısa zamanda yapılmalıdır [9,13].

Sertlik

Çentiğe karşı direnci belirten ve normal olarak ölçülen özellik, dökümlerde nadiren önemli bir ihtiyaçtır. Fakat sık sık kolaylıkla uygulanan bir muayene kontrolü gibi belirlenir. Yaygın olarak kullanılan alaşımların çoğu orta sertlikte olup LM6 ise en yumuşağıdır. Maksimum sertlik gerekli ise, tam ısıtılmış bir alaşım kullanılmalıdır.

Genelde dirence dayanmak için yüksek sertlik değerine sahip alaşımlar gerekli olsada, küçük değerler muhakkak zayıf bir direnci göstermez. Örneğin alüminyum-silikon alaşımları, yapıda silikon sert partiküllerini içermesi sebebiyle, aşınmaya karşı önemli bir direnç sergiler [6,9].

Yorulma Mukavemeti

Döküm alaşımlarının dayanma sınırı için mümkün olabilen değerlerin tümü aynı test koşulları altında elde edilemediğinden dolayı mukayese etmek güç olur. Ancak çok fazla sayıda olmayan alaşımlar arasında yorulma özelliklerinin farkları kolay anlaşılabilir. Örneğin çok yaygın kullanılan test koşulları altında alaşımların çoğunun 10^8 periyotta yorulma mukavemeti 70-100N/mm² arasındadır. Alaşımlar mukayese edildiğinde, çekme mukavemetleri ile yorulma özellikleri arasında bir ilişki yoktur. Çoğunlukla ısıtılmış işlem yapılmamış alaşımların dayanma sınırı ile, tam ısıtılmış alaşımlar arasında çok küçük fark vardır.

Pratikte değişken gerilmelere tekrarlı olarak zorlanan bir dökümün davranışı, çok geniş olarak değişen kesitler, sabit delikler, keskin köşeler, yüzey kusurları vs'den dolayı artan bölgesel gerilmelere bağlıdır. Ve tasarımcı bu etkileri mümkün olduğunca azaltmak için her çabayı sarfetmelidir [13].

Yüksek Sıcaklıklarda Mukavemet

Belirli alaşımlar, örneğin LM13, 26, 28 ve 29 özellikle içten yanmalı motorlarda, yüksek sıcaklık şartlarında çalışan pistonlar için geliştirilmiştir. Bu tür uygulamalar için alaşımlar sadece iyi termal iletkenliğe ve düşük genleşme katsayısına sahip olmamalı, aynı zamanda artan sıcaklık ile çekme özelliklerinde hızlı bir düşüşde göstermemelidir.

Pistonlar alüminyum alaşımlarının özel bir kullanımı olup, yüksek sıcaklıklarda maksimum gerilme ve sertlik gerektiren bir uygulama için bir alaşım ihtiyacı ortaya çıkarsa, seçim pistonlar için kullanımı tamamen kısıtlanmış, çok özel alaşımlar olan LM13 ve 26 alaşımlarından yapılmalıdır.

200 veya 250 °C sıcaklığa kadar karşılaşılan uygulamalar için, genel amaçlı LM2, 4, 24 ve 27 alaşımları seçilebilir. Bu alaşımlar, bu sıcaklıklara kadar nispeten mukavemet özelliklerini koruyabilmektedirler. Özel amaçlı alaşımlar olan LM12, 16 ve 21 ve LM23'de uygun olabilir. Hiçbir alaşımda, suyun kaynama sıcaklığına kadar olan sıcaklıklarda mukavemetinde önemli bir azalma meydana gelmez.

Yüksek mekanik özellikler elde etmek için ısı işlem yapılmış dökümler, eğer uzun periyotlar için yüksek sıcaklıklarda muhavaza edilecekse, mukavemetinde önemli bir azalmaya katlanılabılır. Böyle dökümler, oda sıcaklığına döndüğünde, orjinal mukavemetini yeniden kazanamayacaklardır. Yüksek sıcaklıklarda kullanılan tüm dökümler için, özel servis sıcaklık ve yüklerinde sünme oranına dikkat edilmesi gerekli olabilir. LM10 alaşımı yüksek sıcaklıklarda kullanılmamalıdır [13].

2.5.1.3.Diğer Özellikler

Korozyon Direnci

Alaşımların korozyon direnci korozif ortama göre değiştiğinden, bu özellik ile ilgili ancak çok genel bir bilgi vermek mümkündür.

Alaşımların çoğu iyi korozyon direncine sahip olarak sınıflandırılmakla birlikte, eğer çeşitli amaçlarla açık havada kalırsa korozyon neticesinde belirgin bir mukavemet kaybı görülür. LM2, 4, 5, 6, 21 ve 24 alaşımlarının atmosferik şartlardaki dirençlerinde çok küçük farklılık vardır.

Denizcilik uygulamalarıyla yemek veya kimyasal imalatta; LM6, 9 , 25 ve LM5 genellikle bütün diğer alaşımlardan daha iyidir. Bu alaşımlardan LM5 özellikle parlak yüzey olması istenen yerlerde tavsiye edilir. Alternatif olarak LM0, daha çok korozyon direncine sahip olup yumuşak ve düşük mukavemet istenen yerlerde kullanılabilir.

Dökümün korozyon direnci yalnız bileşimle ilgili olmayıp gaz, boşluk, porozite ve inklüzyon gibi korozyon'un oluşabileceği döküm hataları olmamalı ve saldırılara dayanabilmelidir [5,13].

Makinada İşlenebilme

Alüminyum alaşımları diğer bazı mühendislik malzemelerine kıyasla daha kolay ve hızlı işlenebilir. LM12 alaşımı düşük mukavemetli alaşımların içinde en iyi işlenebilirlik özelliği gösterip; LM4, 21, 22 ve 27 gibi bakır içeren alaşımlarda iyi işlenebilir. LM2 gibi yüksek silisyumlu alaşımlar daha düşük hızlarda işlenebilir. Yumuşak, ancak LM6 gibi yüksek silisyum içeren alaşımları işlemede dikkat gerekir. Isıl işleme uğradığında LM10, 16 ve 25 alaşımları da LM5 alaşımını gibi iyi işlenebilme özelliğine sahiptir [12,13].

Kaynak Kabiliyeti

LM4, 6 veya 27 ilk göz önüne alınması gereken alaşımlardır. LM6 için gaz veya argon ortamında %10 silisyumlu kaynak elektrodu, diğer ikisi için ise %5'lik silisyumlu kaynak elektrodu kullanılmalıdır [3,5].

Diğer bütün alaşımlara da kaynak yapılabilir. Ancak, sıcak yırtılma direncinin düşük olması çatlama tehlikesini beraberinde getirir. LM12 gibi bakır içeren alaşımlarda %5'lik bakır kaplı elektrod LM5 için %5 magnezyumlu elektrod argon altında tavsiye edilir. Diğer bütün alaşımlar iki alüminyum-silisyum elektrodundan biri ile kaynak yapılabilir.

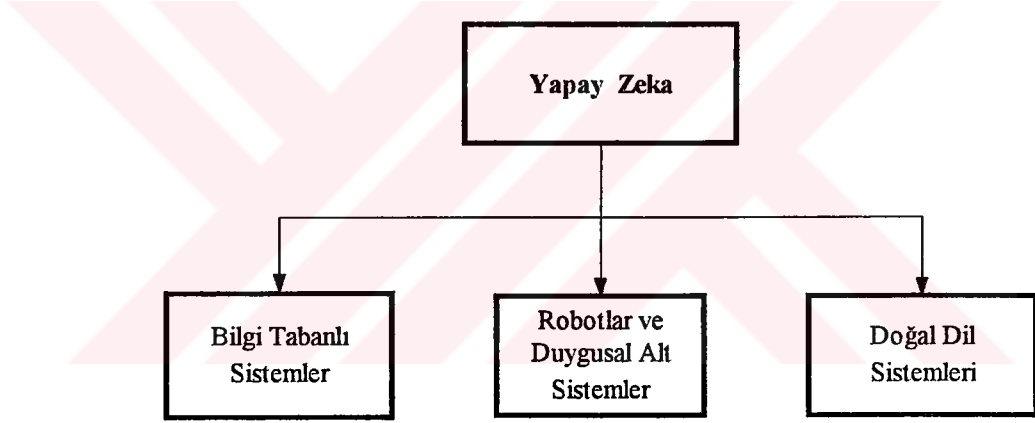
Isıl işlem gören alaşımlar genellikle kaynak yapılabilir. Ancak gerekirse, kaynak elektrodu dökümün bileşiminde olmalı ve döküm kaynaktan sonra ısıl işlem görmelidir. Sert lehimleme düşük ergime sıcaklıklarından dolayı hemen hemen bütün alüminyum alaşımlarına yapılamaz [6,13].



BÖLÜM 3. BİLGİ TABANLI SİSTEMLER

3.1. Bilgi Tabanlı Sistemlerin Tanımı

Yapay zeka, bir bakıma insan zekasıyla yapılan iş veya görevlerin, bilgisayarla yerine getirilmesini kapsar. Bir başka deyişle, insan zekasının sınırlı ölçüde bilgisayara aktarımıdır[14].



Şekil 3.1 Bilgi Tabanlı Sistemlerin Yapay Zekadaki Yeri

Bilgi tabanlı sistem ise Şekil 3.1’de de gösterildiği gibi yapay zeka dalının bir bölümü olup spesifik insan becerileri doğrultusundaki zeka aktivitelerinin yapılmasına yönelik bir bilgisayar sistemidir. İnsan becerileri karar verme ve tavsiye etme işlemleridir. Bir bilgi tabanlı sistem de bu aktiviteleri yapabilir. Ayrıca bilgi tabanlı sistem kullanıcının uzman bir insana başvuruyormuşçasına bilgisayardan yararlanmasına imkan verir[14,15].

Bir uzmanın yaptığı gibi, bilgisayar sistemi kullanıcıya bir takım sorular sorarak konsültasyon boyunca, gerekli bilgileri elde eder. Ayrıca bilgisayar, kullanıcının kesin

bilgilerin niçin gerekli olduğu konusundaki sorularını da cevaplayabilir. Probleme ait tavsiyelerde bulunabilir ve sonunda karar vererek karara ulaşırken kullandığı sonuç çıkarma adımlarını açıklayabilir. Bazı durumlarda ise problemi analiz ederek direkt doğru işlemi alır.

Bilgi tabanları, uzmanlık bilgilerinden veya tecrübelerinden sonuç çıkarıp karar vermeye rehberlik edecek uzman bilgi birimleridir.

3.2. Bilgi Tabanlı Sistemlerin Karakteristikleri

Bilgi tabanlı sistemlerin bileşenleri, bilgi tabanı, çıkarım ve kontrol mekanizması, kullanıcı arabirimi ve bilgisayar donanım kısmıdır(Şekil 3.2) [16]

Bilgi tabanlı sistemlerin özellikleri :

1- Karara ulaşırken; özel bir alan için kullanılan bir bilgi tabanı içerirler. Burada iki önemli nokta varolur.

- Normalde bir bilgi tabanlı sistemi değiştirmek kolaydır ve bu programcıya veya teknik olmayan bir kullanıcıya programların ilişkili bölümlerini değiştirme fırsatı verir.

- Bilgi-tabanlı bir sistem, kullanıcıya fazla programlama tecrübesi olmaksızın kurula dayalı bilgi tabanlı sistem kodu okuyup yazma imkanı verir.

2- Bilgi tabanlı sistemin bileşenlerinden biri olan çıkarım mekanizması, insan gibi düşünmeyi esas alan ve karar veren bir mekanizmadır.

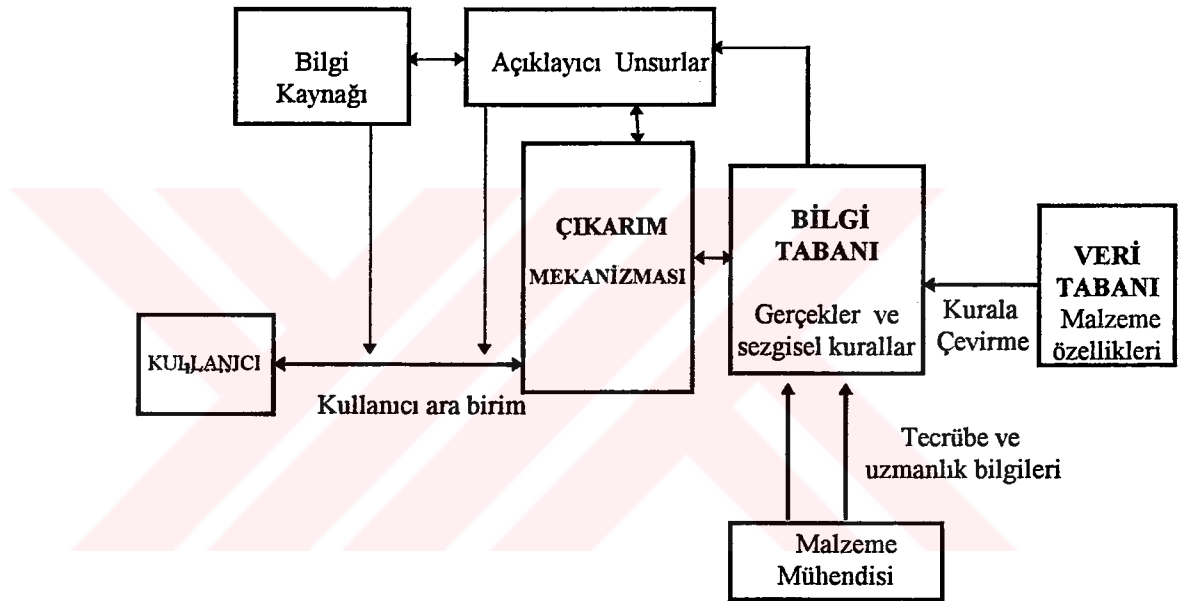
3- Kullanıcının sonuca nasıl ve neden ulaştığını görmesi için bir tavsiye veya sonuç açıklama mekanizmasına sahiptirler.

4- Sembolik programlama ve sonuç çıkarma yeteneklerine sahiptirler.

5- Geniş bir IF-THEN mekanizması kullanırlar. Böylece teknik olmayan kullanıcılar bile kolaylıkla anlayabilirler.

6- Kesin olmayan, bilinmeyen ve çelişkili bilgileri kullanabilirler.

7- Geliştirilmeleri için uzman biri gereklidir.



Şekil 3.2. Bilgi Tabanlı Sistem Bileşenleri

3.3. Bilgilerin Bilgi Tabanlı Sistemde Gösterilmesi

Bilgi tabanlı sistemlerin bir bölümü olan bilgi tabanı, gerçek durumları ve kuralları içerir ve uzmanın bilgisiyle şekillendirilir. Bilgi mühendisi de; uzman'ın bilgisini analiz ederek, bilgi tabanlı sistemde sunar. Bilgi tabanında gerçeklerin ve kuralların gösterilmesi ise başlıca, IF-THEN (eğer-ise) kuralları veya yapılar şeklinde olmaktadır.

IF-THEN (Eğer-İse) Kuralları

IF-THEN kuralları bilgi tabanlı sistem akışında bilgiyi yerleştirmenin en yaygın yoludur. IF-THEN kuralları IF şartlarında önerme veya durum, THEN şartlarında da sonuç içerirler.

Bilgi tabanlı sistemlerdeki IF-THEN kuralları yapılacak değişiklikleri kolaylaştırmak için konversiyonel bilgisayar sistemlerdeki kurallardan farklıdır.

Ayrıca kural-tabanlı sistemler(ve diğer bilgi-tabanlı sistemler) konsültasyon süresince spesifik problemleri çözmek için gerekli bilgi hakkında kullanıcıya sorular sorarak avantaj sağlarlar[14,15].

Hedefler veya Yapılar

Hedefler ve yapılar; ilgili bilgi, işlem, kural hipotez gruplarını sağlamakta kullanılırlar.

Yapı-tabanlı sistemler kural ve soru içeren sistemlere göre daha komplike karar durumlarının çözümünü yaparlar.Yapılar bazen insanlar gibi sonuç çıkarma ve hatırlama mekanizmasına yakın özellikler gösterirler.

Yapılar, bir yapı hiyerarşisi oluşturmak için diğer yapılarla birleştirilebilirler. Örneğin göstergeler ve prosedürler, ilgili bilgi için diğer yapıları araştırmakta kullanılan sistemi oluşturabilirler. Yapı tabanlı sistemler, kural tabanlı sistemlere oranla daha karmaşık olup henüz kişisel bilgisayarlarda kullanılmaları IF-THEN kuralları kadar yaygın değildir.

3.4.Çıkarım Mekanizması

Çıkarım mekanizması, bilgi tabanında bilginin kullanımına kılavuzluk eden bilgisayar programı olup bilgi tabanından farklıdır [17,18]. Çıkarım kurallarını çalıştırarak sonuç çıkarımı farklı kontrol prosedürlerine göre değişik şekillerde gerçekleştirilebilir. Yani

bir cevabın aranmasına nereden başlanacağına karar vermede, çıkarım mekanizması geriye doğru zincirleme veya ileriye doğru zincirleme şeklinde gerçekleşebilir.

Geriye doğru zincirleme bir veya daha fazla mümkün olabilir hedeflerle başlamayı içerir. Bir kural tabanlı sistemde, örneğin çıkarım mekanizması her bir olası hedefi içeren kuraldaki IF koşullarının tümünün doğru olup olmadığını görmek için her bir hedefi test eder. Yani çıkarım mekanizması tüm IF koşullarının gerçekleştiği bir kural bulununcaya kadar veya mümkün olabilir tüm kurallar inceleninceye kadar test eder.

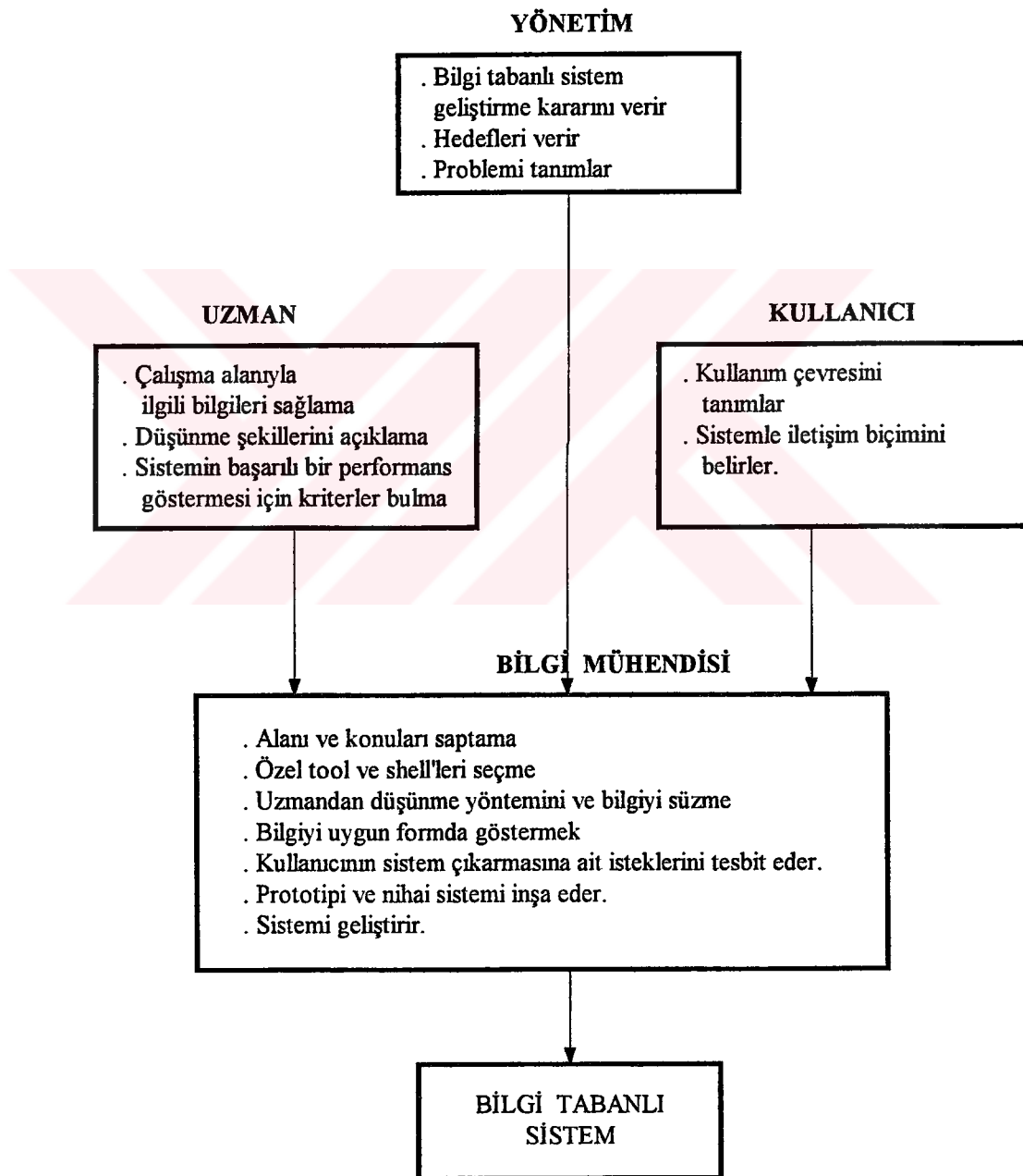
İleriye doğru zincirleme diğer yönlerden muhakemeyi içerir. O data ile başlayarak, IF cümleciklerini inceler ve bir hedefe veya çözüme giden datadan bir çözüm araştırılır. THEN cümlecigi içinde bir hedef kelimesi içeren kuralda IF cümleciklerine bir cevap bulunduğu zaman, program kullanıcıya onu tavsiye edilen bir çözüm olarak verir. Eğer ayrıntılı bir aramadan sonra hiçbir cevap bulunamazsa, program hiçbir çözümün mümkün olmadığını rapor eder.

Geriye doğru zincirleme araştırmaları çok hızlı genişleyebilir, çünkü hemen hemen sınırsız sayıda kural incelenebilir. Bu yüzden, araştırma işlemlerinde sınırları kurmak için kontroller gereklidir. Bundan dolayı bugünkü sistemlerde, incelenen hedeflerin sayısına sınırlar koymak, işlem için gerekli zamanı ve bilgisayar kapasitesini azaltmak için, genellikle ileriye doğru zincirleme geriye doğru zincirlemeyle birleştirilir.

3.5.Bilgi Tabanlı Sistemlerin Geliştirilmesi

Bilgi tabanlı sistem inşası bir ekip işidir. Çoğunlukla, uzmanlar gerekli bilgiyi verirler ve bilgi mühendisleri bu bilgiyi alır; sezgisel olarak organize eder ve sistemin bilgi tabanına yerleştirirler. Bilgi toplama işlemi bir bilgi tabanlı sistem geliştirilmesinde en kritik ve en önemli adımlardan biridir. Bu nedenle uzmanlar ve bilgi mühendisleri bilgi tabanlı sistemlerin geliştirilmesinde anahtar elemanlardır ve sistemin etkinliği açısından baştan sona bir ekip olarak ortaklaşa çalışmalarını gerekir. Şüphesiz, bilgi tabanlı sistemlerin geliştirilmesinde uzman ve bilgi mühendisi dışında yönetim ve kullanıcılar gibi diğer bazı kişilerin de etkisi olabilir. Burada yönetim bir müşteri rolünü üstlenir.

Yönetim öncelikle böyle bir sisteme ihtiyaç duyulduğunu, organizasyonun bir bilgi tabanlı sistemden beklentilerini ve çözümlenecek problemin tüm yönlerini açık bir biçimde ortaya koymalıdır. Kullanıcı ise sistemin nasıl kullanılacağına, hangi tip problemlerin çözüleceğine ve sistemin operatörlerle hangi şekilde iletişim kurması gerektiğine dair girdileri sağlamalıdır. Bir bilgi tabanlı sistemin oluşturulmasında bilgi mühendisi ve diğer elemanların rolü Şekil 3.3'de özetlenmektedir[18].



Şekil 3.3. Bir Bilgi Tabanlı Sistemin Oluşturulmasında Bilgi Mühendisi ve Diğer Elemanların Rolü

Etkin ve kullanılabilir bir bilgi tabanlı sistem geliştirmek için, bilgi tabanlı sistem geliştiricisinin(veya ekibin) ne yaptığını ve niçin yaptığını değerlendirmede dikkatli olması gerekir. Bilgi tabanlı sistem geliştirildikten sonra da, sistemi geliştirenler sistemin sınırlarını, kuvvetli ve zayıf yönlerini ve mümkünse kullandığı metodları kullanıcıya açıklamalıdır.

Ele aldığımız problem sahasının özelliklerine ve izleyeceğimiz geliştirme politikasına bağlı olarak bilgi tabanlı sistemin geliştirilmesi için gerekli kişiler ve harcanacak zaman oldukça değişir. Örneğin, problem sahasının özelliklerini karşılayan hiçbir bilgi tabanlı sistem geliştirme aracı yoksa herşeye sıfırdan başlamak gerekir. Yapılacak şey, yapay zeka dillerinden(ör.LISP) veya geleneksel programlama dillerinden birini(ör.C) seçerek sistemi baştan inşa etmektir[14,15,19]. Uzun bir çalışma süresinde yoğun bir çabayı gerektiren bu işlemde, bilgi mühendisi ve uzman mutlak bulunması gereken kişilerdir. Fakat bunun tam tersi bir olayda yani problem sahasına uygun hazır bir geliştirme aracı, örneğin bir bilgi tabanlı sistem shell'i (paket program), piyasada bulunuyorsa bu durumda yapılacak şey, özel bilgiyi gerekli formatta bilgi tabanına girmektir. Gerekli bilginin kitaplardan ve yazılı kaynaklardan temin edildiğini kabul edersek, yazılı metinleri okuyarak bilgi tabanını otomatik olarak oluşturan bir geliştirme aracının da kullanımıyla, herhangi bir uzman veya bilgi mühendisi kullanmadan bilgi tabanlı sistemi oluşturabiliriz. Bu iki durum arasında bir çok ara durumlar mevcuttur. Bazı bilgi tabanlı sistem geliştirme araçları bilgi mühendisiyle uzmanın rollerini birleştirme olanağı vermektedir. Böyle bir durumda, uzman ya bilgi mühendisliği konusunda eğitim görerek gerekli vasıfları edinir; yada böyle bir eğitimi minimumlayan bir yazılım geliştirme aracı kullanır.

Son zamanlarda bilgi tabanlı sistem geliştirme araçlarının kullanımını kolaylaştıran bazı bilgi tabanlı sistem araçlarının geliştirilmesiyle hiçbir bilgisayar eğitimi görmemiş bir uzmanın bile sadece geliştirme aracı ile etkileşerek bir bilgi tabanının önemli bir kısmını oluşturmasına imkan tanınmaktadır. Fakat bununla birlikte, bu geliştirme araçlarının da etkin bir biçimde kullanımı iyi bir bilgi tabanlı sistem bilgisi gerektirmektedir.

3.6.Bilgi Tabanlı Sistemlerde Geliştirme Aşamaları

Bilgi tabanlı sistemlerin inşasında izlenen aşamalar herhangi bir bilgisayar programının geliştirilmesindeki aşamalara benzer. İkisi arasındaki benzerlikler farklılıklarından çok daha fazladır. Bu sebeple uzman sistem geliştirme işlemini de bir tür yazılım geliştirme işlemi olarak; başka bir deyişle, yazılım geliştirme işleminin bir yorumu olarak kabul edebiliriz. Bununla birlikte geleneksel yazılım geliştirme işlemiyle bilgi tabanlı sistem geliştirme işlemleri arasında önemli farklar vardır. Bu önemli farkları şöyle sıralayabiliriz:

- Yönetim(müşteri) ve uzman tüm geliştirme işlemi boyunca bu işlemin içindedir. Buna karşılık geleneksel sistemde, kullanıcı başlangıçta beklentilerini açıklar ve daha sonra nihai ürün elde edilinceye kadar herhangi bir müdahalede bulunmaz.

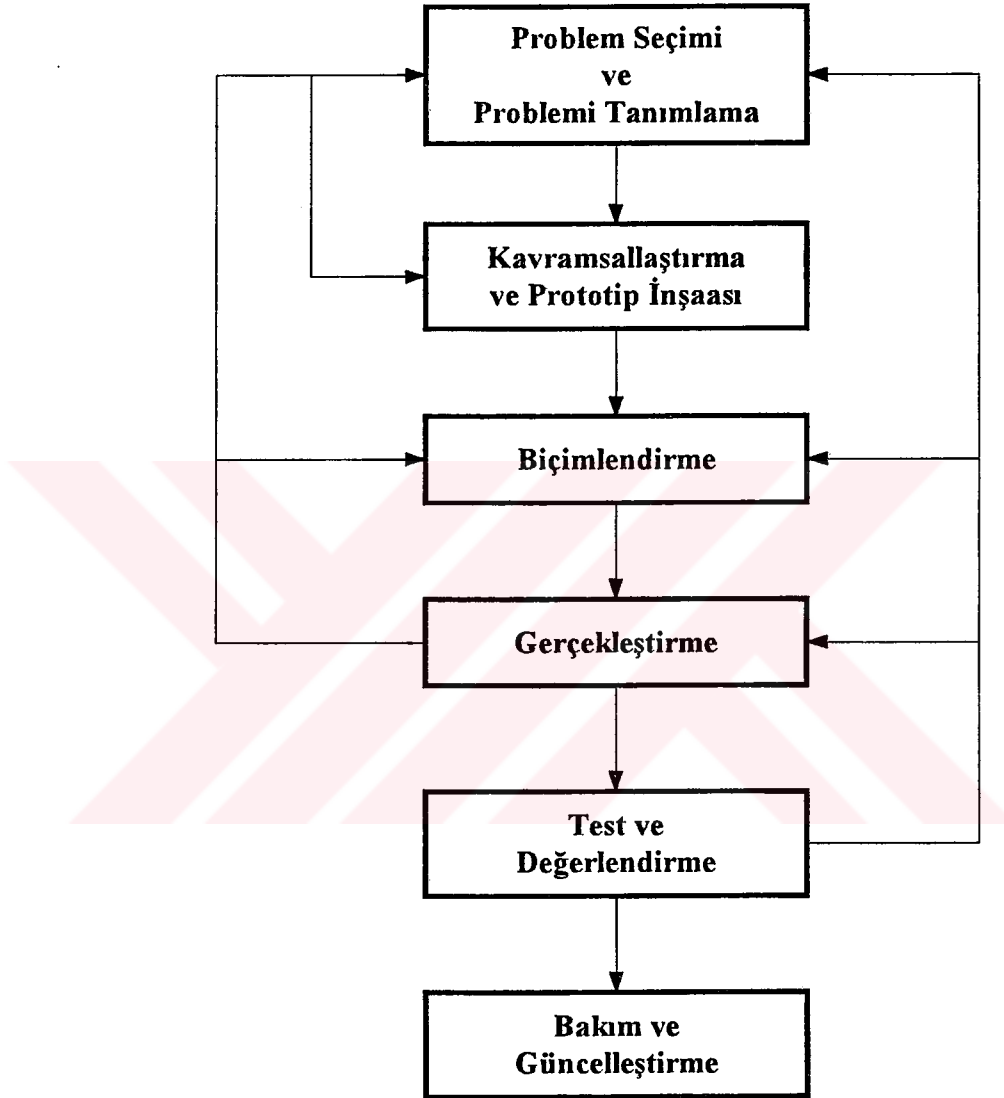
- Geliştirme işlemi boyunca o ana kadar gerçekleştirilenler sık sık yönetim ve uzmana gösterilir ve yapılanlar doğrulanmaya çalışılır. Böylece yönetim veya uzman, sistemin tamamlanmış halini zihinlerinde canlandırıp değişiklikler önerebilirler.

Özellikle prototip inşası aşamasında değişiklik yapılması için teşvik edilir. Bunda amaç, prototip aşamasında değişikliklerin gerçekleştirilmesi ve sonuçların görülmesi kolay olduğundan, bu aşamada değişiklikleri teşhis etmektir.

Bilgi tabanlı sistem geliştirme işleminde işlemin her aşamasında sonuçlar değerlendirilir ve beklentiler mukayese edilir. Sonuçlar beklentileri karşılamıyorsa, bu aşamada gerekli düzeltmeler yapılarak elde edilen yeni sonuçlar değerlendirilir ve yapılan bu işlem tatmin edici sonuçlara erişilinceye kadar devam eder.

Bilgi tabanlı sistem geliştirme işlemini; problem seçimi ve problemi tanımlama, kavramsallaştırma ve prototip inşa, biçimlendirme, gerçekleştirme, test ve değerlendirme, bakım ve güçlendirme aşaması olarak birbirini izleyen altı farklı aşamada inceleyebiliriz(Şekil 3.4).

Uygulamada, bilgi tabanlı sistem inşasını bölümlere ayırmak mümkün olmayabilir. Bununla birlikte teoride geliştirme işlemini parçalara ayırarak her bir parçayı ayrı ayrı sınamamız, bu işlemin özelliklerini daha iyi anlamamıza yardımcı olur.



Şekil 3.4. Bilgi tabanlı sistem geliştirme aşamaları

3.6.1. Problem Seçimi Ve Problemi Tanımlama Aşaması

Bu aşama, bir bilgi tabanlı sistem geliştirme projesinin en kritik aşamalarından biridir. Problem seçimi (problem sahasının belirlenmesi) ve seçilen problemin tanımlanması bu aşamada gerçekleştirilir.

Bilgi tabanlı sistem geliştirmesine yönelik ilk çalışma, organizasyonun sahip olduğu problemlerden hangisinin bilgi tabanlı sistem geliştirmek için daha uygun olduğunun belirlenmesidir. Bu nedenle öncelikle aday problemler tespit edilerek listelenir. Daha sonra bu problemler çeşitli kriterlere göre değerlendirilir. Temel değerlendirme kriterleri şunlardır: Problem konusu bilgi tabanlı sistem geliştirme için uygun mu? Problem için belli bir problem sahası tanımlanabilir mi? Ve bu saha, bilgi tabanlı sistem geliştirme uygulaması için elverişli mi? Yeterli bir uzmanlığa sahip uzman(veya uzmanlar)temin edinilebilir mi? Bu problem için bilgi tabanlı sistem geliştirmek ekonomik mi? Sonra her bir kriteri de alt kriterlere ayırarak aday problemlerin analizi gerçekleştirilir.

Problemin bir bilgi tabanlı sistem tarafından gerçekten çözümlenip çözümlenemeyeceğinin belirlenmesi oldukça önemlidir. Bazı problemler çok basit ve bilgi tabanlı sistem teknolojisi için çok farklı olduklarından, bu problemlere yönelik bilgi tabanlı sistemler geliştirilemeyebilir. Ayrıca, problemi modellemek için tanımlanabilir bir saha veya uzman bulunmayabilir. Kaldığı bu bilgi tabanlı sistemin başarıya ulaşması büyük oranda uygun bir uzmanın bulunmasına bağlıdır.

Maliyet/fayda analizleri bu sahada yapılmalıdır. Çoğu iş kararlarında olduğu gibi bir bilgi tabanlı sistem geliştirme kararı da, sistemden beklenen faydalarla sistemin inşaa maliyet analizinin mukayesesine bağlıdır. Bu maliyetler; uzman, bilgi mühendisi ve gerekli yazılım-donanım faaliyetlerini içerir. Sistemden beklenenler ise şunlar olabilir: Daha fazla müşteriye hizmet vererek gelir artışı, kullanım etkinliğinin artmasından doğan maliyet azalması veya sistemin kritik uzmanlığı koruması sonucu sağlanan emniyet.

Aday problemler yukarıdaki kriterlere göre değerlendirildikten sonra bilgi tabanlı sistem geliştirmek için en uygun problem belirlenir ve bundan sonraki çalışmalar seçilen problem üzerinde yoğunlaştırılır.

Problem seçiminden sonraki ilk adım, problemin özelliklerinin belirlenmesidir. Bilgi mühendisi bu amaçla uzmanla yeterli miktarda görüşmeler yaparak sahaya ilişkin diğer

bilgi kaynaklarından yararlanmaya çalışır ve sahanın tipik birkaç durumunu gözden geçirir. Bilgi mühendisinin sahayı önceden tanıma derecesine göre bu işlem uzun veya kısa sürebilir. Sistemden beklentilerin ve hedeflerin de bu aşamada açık bir biçimde ortaya konması gerekir.

Her bilgi tabanlı sistem geliştirme aşamasında olduğu gibi, bu aşamada bir değerlendirme ile sona erer. Bilgi mühendisi problem için geliştirdiği tanımı uzmana sunar. Uzman bu tanımı yeterli bulur ve bilgi mühendisinin sahayı yeterli bir biçimde tanımladığını onaylarsa bir sonraki aşamaya geçilir. Aksi takdirde, tatmin edici bir sonuç elde edilinceye kadar devam eden bir iterasyon işlemi başlar.

3.6.2.Kavramsallaştırma Ve Prototip İnşa Aşaması

Bir problem seçilerek seçilen probleme ilişkin ilk analizler yapıldıktan sonra ki aşama o ana kadar ortaya çıkan kavramların daha açık bir biçimde tanımlanması ve nihai sistemlerin küçük bir kısmını temsil eden bir prototipin inşasıdır[15,17].

Bu aşamada, problemin hem özgün hem de genel yönlerini daha iyi anlayabilmek için problemin daha ileri bir düzeyde analizi yapılır. Genellikle bilgi mühendisi bu amaçla, problem sahasındaki işlemler ve nesnel arasındaki ilişkileri grafik olarak göstermek üzere problemin bir diyağramını çizer. Ayrıca, problemi bir seri alt probleme bölmek ve hem her alt problem bölümleri arasındaki ilişkilerin hem de çeşitli alt problemler arasındaki ilişkilerin diyağramını çizmek yararlı olacaktır.

Bu aşamada yapılacak son işlem, problem için kilit niteliğinde bir alt problemin prototipinin inşasıdır. Bilindiği gibi prototip, bir sistemin yapılmış ilk örneğidir. Nihai sistemin küçük bir kısmının prototipinin oluşturulmasında başlıca üç amaç vardır:.

- Problem çözme teknikleriyle, problemin konusu ve doğası hakkında daha derin fikir sahibi olmak.

- Tüm sistemlerin fonksiyonelliğini göstermek. Bu sayede müşteri sistemin faydasını değerlendirebilir ve bütün sistemi geliştirmek üzere çalışmalara devam edilip edilmemesi konusunda karar verebilir.

- İlk tasarımın kararlarını sınamak.

Bilgi mühendisinin prototip inşasından önce, bu inşa işleminde ve daha sonraki aşamalardan yararlanmak üzere aşağıdaki hususlarda bilgili olması, sistemin etkinliği açısından önemlidir.

- Bilgi tabanlı sistemlerde kullanılan bilgi temsil ve arama teknikleri;
- Geliştirme işlemini kolaylaştıran bilgi tabanlı sistem geliştirme araçları;
- Benzer problemleri çözebilen diğer bilgi tabanlı sistemler.

Prototip inşası için bilgi mühendisi önce çıkarım mekanizması ve bilgi tabanı gibi bileşenleriyle belirlenen alt problemin bir prototipini gerçekleştirir. Bu işlemden sonra prototip test edilerek prototipin geçerliliği kanıtlanmaya çalışılır. Beklentileri karşılamayan, hatalı olarak bulunan; başka bir deyişle nihai sistemden beklenilenlere benzer kalite düzeyinde olmayan prototip kısımları değiştirilir. Daha sonra, prototip tekrar analiz edilerek doğrulanmaya çalışılır. Bu işlem tatmin edici bir prototip geliştirilinceye kadar devam eder. İstenilen düzeyde prototip inşası tüm çabalara rağmen başarısız olursa; bu takdirde bu probleme yönelik bilgi tabanlı sistem geliştirme faaliyetleri durdurularak projenin başlangıç durumuna dönülür.

3.6.3. Biçimlendirme Aşaması

Prototip geçerliliğinin kanıtlanmasından sonra, nihai sistem üzerine çalışmalar “biçimlendirme” aşamasıyla devam eder. Bu ana kadar yapılan çalışmalar aslında problemi anlamaya yöneliktir. Diğer kompleks büyük yazılım sistemlerinin geliştirilmesinde olduğu gibi, bir bilgi tabanlı sistemin geliştirilmesinde de biçimlendirme oldukça önemlidir. Çünkü, başlangıçta tam olarak anlaşılmayan problemin bu aşamada daha iyi bir biçimde tanınması sağlanır. Bilgi tabanlı sistem

geliştirmedeki parola; biçimcilikten kaçınmak değil, zamansız biçimcilikten kaçınmak olmalıdır.

Biçimlendirme aşamasında amaçlar şunlardır:

- Önceki evrelerde geliştirilen anlayışları korumak ve kaydetmek;
- Sistemi tam olarak gerçekleştirmeden önce bir plan yapmak;
- Sistem gerçekleştirme stratejilerine ilişkin kararları kaydetmek;
- Gerçekleştireceğimiz sistem için uygun geliştirme teknikleri seçmek;
- Daha fazla insanın projeye katkısını sağlamak için mevcut bütün anlayışlara, diğer ilgili kimselerin de anlayabileceği bir görünürlük sağlamak;
- Kullanıcının projeye katılımını sağlamak ve projenin yönetimini kolaylaştırmak için kontrol noktaları oluşturmak ve gerekli açıklığı sağlamak.

Biçimlendirme işlemindeki ilk adım, ayrıntılı problem analizidir. Bu analizin amacı; çözülecek problemi, karşılanacak hedefleri ve en önemlisi, projenin ve yönetimin beklentilerini kısıtlayan kısımları mümkün olduğu kadar açık bir biçimde tanımlayan fonksiyonel tanımlar geliştirmektir.

Bu evrede gerçekleştirilen ikinci adım proje planlama faaliyetidir. Bu faaliyetlerin çıktısı; proje için gerekli olan kaynakların tahminini ve kaynakların nasıl dağıtılacağını gösteren bir bütçeyi kapsayan proje planıdır. Proje planında ayrıca, proje ekibinde yer alanların görevleri ve bu görevlerin birbirine bağılıklarını gösteren bir programında olması gerekir.

Proje planlama faaliyetinden sonraki aşama, test planlama faaliyetidir. Bu faaliyetin amacı, sistem geliştirildikten sonra sistemin geçerliliğini kanıtlamak için gerekli elemanları tanımlamaktır. Bu amaçla öncelikle sistemi sınırlı koşullarla çalışmaya zorlayan örnek test çalışmaları ve bu çalışmalarda izlenen prosedürler listelenir.

Bir sonraki adım olan ürün planlama; bilgi tabanlı sistemin ilk uygulamasından, istenilen bir düzeyde nihai sonuç elde edebilmek için gerekli faaliyetleri düzenler.

Ürün planlamayı, destek planlama izler. Destek planlama aşamasının çıktısı bir destek planıdır. Bilgi tabanlı sistemin gelişimi, sistemin inşasından sonra da sistemin ömrü boyunca devam eder. Bu gelişim sisteminin belli bir plan dahilinde gerçekleşmesi, sistemin mevcut kalitesini korumasını, hatta daha yüksek bir kalite düzeyine yükselmesini sağlayacaktır.

Biçimsellik aşamasının son adımı sistem gerçekleştirme işleminin planlamasıdır. Bu adımda, bundan sonraki sistem geliştirme işlemlerinin nasıl yönetileceğinin planı yapılır. Örneğin, geliştirme işleminde izlenecek yol, iterasyonları kontrol işlemi, geliştirme işlemi, altkümelere ayrılacaksa bunun nasıl gerçekleştirileceği gibi[15,19].

3.6.4. Gerçekleştirme Aşaması

Bilgi tabanlı sistemin işleme hazır duruma getirildiği bu evrede izlenen adımlar şunlardır.

- Prototipin yeniden gözden geçirilmesi;
- Sistem çatısının inşası;
- Esas bilginin eldesi;
- Yardımcı yazılımın geliştirilmesi;
- Bütünleştirme.

Bu evrede ilk adım olarak, önceden inşaa edilen prototip, biçimleme aşamasında elde geliştirilen planlara uygun olarak yeniden gözden geçirilir. Bu amaçla aşağıdaki adımlar gerçekleştirilir:

- Temsil ve çıkarım kararlarının gözden geçirilmesi;
- Sistem bileşenlerinin temsil düzeyinin gözden geçirilmesi;
- Bilgi tabanını kısımlara ayırmak;
- Prototipin onaylanması.

Prototipin revizyonu için önce bilgi temsil düzeni ve çıkarım düzeni tasarım evresinde verilen kararlara uygun bir biçimde geliştirilir. Daha sonra sistem bileşenlerinin temsil düzeyi değerlendirilir. Örneğin, bu düzey çok yüksek veya çok düşük olabilir.

Bundan sonraki adım, bilgi tabanının kısımlara ayrılmasıdır. Karmaşık bir sistemi, yönetebilir daha küçük kısımlara ayırmak oldukça etkin ve teknik bir yoldur. Bilgi tabanı mantıksal olarak bağımsız parçalara ayrıldığı zaman tabanı değiştirmek kolaylaşır. Böylece prototipe, biçimleme evresinde geliştirilen yeni anlayışa uygun bir fonksiyonellik kazandırılmaya çalışılır. Prototip revizyonunun son adımında prototip son durumuyla değerlendirilerek revizyonun başarısı kontrol edilir. Prototip doğrulanmazsa ilk adıma dönülür ve bu işleme geçerliliği kanıtlanacak bir prototip geliştirilinceye kadar devam edilir[14,15].

Prototip gözden geçirilip geçerliliğine karar verildikten sonra geniş çaplı nihai sistem geliştirme adımları başlar. Bu evrede sistemin temel çatısı(ör.çıkartım mekanizması, kullanıcı ara birimi vs.), esas bilgi tabanı ve gerekli yardımcı yazılımlar birbirlerine paralel olarak gerçekleştirilir.

Bilgi mühendisi bilgi tabanını oluşturmak için, saha uzmanından ve diğer bilgi kaynaklarından topladığı bilgiyi organize ederek bilgi tabanına yerleştirir. Bilgi mühendisinin bu işlemde bilgi tabanlı sistem geliştirme araçlarından yararlanması bilgi tabanının inşası için gerekli zamandan önemli bir tasarruf sağlar. Bilgi, bilgi tabanına yerleştirilirken eski bilgi ile yeni bilgi bütünleştirilmelidir. Başka bir deyişle, bilgiler arasında bir çatışma olmamalıdır. Bilgi tabanında geriye gidişler de olabilir. Bu nedenle yeni bilgi eklendiği zaman sistem fonksiyonelliği geri gidişlere karşı kontrol edilmelidir. Yardımcı yazılımlar(ör. destek programlar, veri tabanı bağlantıları vb.) sistem çatısına paralel olarak geleneksel yazılım teknikleriyle geliştirilir. Bu adımlar tamamlandıktan sonra sistemin tüm bileşenleri bütünleştirilerek kapsamlı bir sistem gerçekleştirilir.

Diğer taraftan bütünleştirme işlemi, dolayısıyla bilgi tabanlı sistemin gerçekleştirilmesi başarısız olabilir. Örneğin; seçilen geliştirme tekniklerinin uygulanması oldukça zordur; farklı alt problemler için seçilen bilgi temsil tekniklerini bütünleştirmek mümkün olmamaktadır. Bu ve benzeri başarısızlık durumlarında, ya biçimleme aşamasına tekrar dönülerek yapılan tanımlar ve geliştirme planı gözden geçirilir; ya da biçimleme aşamasında da bir sonuç alınamayacağına inanılıyorsa bu durumda projenin başına dönülür ve herşeye sıfırdan başlanır.

Bütün bileşenleriyle başarılı bir sistem gerçekleştirildiğine inanılıyorsa, gerçekleştirilen bu sistemin kendini doğrulaması gerekir. Bu amaçla sistem test edilir.

3.6.5. Test ve Değerlendirme Aşaması

Önceki aşamada gerçekleştirilen sistem, ilk olarak bilgi mühendisi ve uzman gibi dahili elemanlar tarafından test edilerek değerlendirilir. Değerlendirmeden olumlu sonuç alınırsa, sistem konuyla ilgili organizasyon dışından kimselerinde görüşlerine sunulabilir. Bu işlemler esnasında, sistem birçok örnek durum için defalarca çalıştırılarak problem sonuçlarının doğruluğundan kullanıcı arabirim yapısına kadar herşey kontrol edilir.

Sistem, fonksiyonel ve yapısal olmak üzere iki açıdan test edilir. Fonksiyonel testte, sistemin ele aldığı problem hakkında ürettiği cevapların doğruluğu kontrol edilir. Bu işlemde en büyük güçlük, bilgi tabanlı sistemlerin hitap ettiği sahalardaki problemlerin mutlak doğru cevaplarının bulunmayışıdır. Bu sebepten, aynı soruya uzmanın verdiği cevap doğru olarak kabul edilir.

Sistemi değerlendirirken sistem cevaplarının önce uzmanın verdiği cevapla, sonra da bir uzman grubun verdiği cevapla karşılaştırılması daha verimli olur. Bilgi tabanlı sistemde, ele alınan örneklerin en az %90'ında uzmanla uyushulması iyi bir sonuç olarak kabul edilir.

Bilgi tabanlı sistemi yapısal olarak test ederken sistem bileşenlerinin birbirine uygunluğu ve yapısal açıdan sistemin yeterliliğini de kanıtlamaya çalışılır.

Test işlemi sonunda sistem doğrulandığı takdirde, bilgi tabanlı sistem kullanım için hazırdır. Aksi takdirde görülen ihtiyaçlara göre ya gerçekleştirme evresine ya da biçimlendirme evresine dönülerek gerekli değişiklikler yapılır. Test aşamasına gelindiğinde sistem tekrar test edilir. Testten umut kesilip başa dönülmediği takdirde, test aşamasından tatmin edici bir sonuç alınıncaya kadar bu döngü aynen devam eder.



BÖLÜM 4 MALZEME SEÇİMİ İÇİN BİLGİ TABANLI SİSTEMLER VE ALÜMİNYUM DÖKÜM ALAŞIMLARINA UYGULANMASI

4.1. Malzeme Seçimi

Pekçok mühendislik uygulamaları gibi, malzeme seçimi de bir problem çözme ve karar verme prosesidir. Uygun bir malzemenin seçimiyle, bu malzemenin arzu edilen şekil ve özellikte faydalı bir ürüne dönüştürülmesi kompleks bir prosestir. Bu proseste, öncelikle kullanım alanı için malzemelerin gerekli özellikleri analiz edilerek alternatif aday malzemeleri listelenip değerlendirilerek; istenilen fonksiyonları yerine getirecek malzeme seçilir [20].

4.1.1. Malzeme Seçim Teknikleri

Optimum malzeme seçimi için en az üç değişik teknik vardır[10]. Bunlar :

- 1- Fonksiyon analizi ve özellik belirlemesini esas alan klasik prosedür,
- 2- Benzer bir bileşen için kullanılan malzemeyi bulan taklitçi prosedür,
- 3- Parçanın ucuz ve iyi bilinen bir mühendislik malzemesinden yapıldığını varsayarak, bu malzemenin performansının hangi yönlerden yetersiz olabileceğini değerlendirip, doğru malzemeye ulaşan karşılaştırmalı prosedür.

Uluslararası alanda uygulanan ve temel olarak kullanılan tek prosedür klasik prosedür olmakla birlikte; bu teknik pahalı olup, zaman alır ve hiçbir kritik gereksinim ve esas özelliğin gözden kaçmaması için önemli miktarda prototip testine ihtiyaç duyar.

Taklitçi ve karşılaştırmalı prosedürler ise fonksiyon analizinin ve özellik belirlemesinin sonuçlarını kontrol etmek için kullanılır. Benzetme ve karşılaştırmalı prosedürler uygulandıklarında geniş ölçüde zaman kazanımı sağlarlar. Ayrıca bu iki teknik ucuz olup hiçbir özelliğin gözden kaçmamasına yardımcı olur. Malzeme mühendisleri, her üç tekniğide pratikte birbirine paralel olarak kullanmaktadırlar.

4.1.1.1.Klasik Prosedür

Klasik prosedür tam olarak izlendiğinde; yani dizayn, imalat ve malzeme özellikleri doğru olarak belirlendiğinde başarıyı garanti etmekle birlikte, bu pratikte nadir bir durumdur. Çünkü dizaynlar her zaman doğru değerlendirilemediği gibi, malzeme özellikleri de, nadiren tamamen belirlenebilir.

Pek çok durumda klasik metodla tatminkar performans garanti edilmeden önce, önemli miktarda mekanik özellik değerlendirmesi, uygun malzemeler, proses geliştirmesi ve iyi bir prototip test değerlendirmesine gereksinim duyulur. Bunların gerçekleşmesi için zaman yeterli olmayabilir, bu nedenle zaman kazanmak için malzeme seçiminde benzetme yöntemi kullanılabilir.

4.1.1.2.Benzetme Yöntemi

Benzetme yöntemi, aynı veya mümkün olan en yakın bileşen için hangi malzemenin kullanıldığını içerir ve bunu kullanarak geliştirilmiş veya durum değişiklikleri için belirlenmiş bir malzemeyi bulur. Bu metodun başarısı sadece doğru bir dizayn ve zaman kazancıyla kalmaz, aynı zamanda hataların nedenleri daha önceden bulunduğu için prototip testi ihtiyacını azaltır.

4.1.1.3.Karşılaştırmalı prosedür

Malzeme seçimi için karşılaştırmalı prosedür; ucuz, toleranslı ve malzemenin performansının hangi yönlerden yetersiz olabileceğini değerlendirerek doğru malzemeye ulaşan bir yöntemdir. Bir karşılaştırmalı değerlendirme puan kartı Tablo

4.1'de gösterilmiş olup bu kart malzeme seçiminde faydalı bir alettir. Bu kart yardımıyla çeşitli istenilen özellikler önemine göre dizilir ve aday malzemeleri herbir özelliğe göre 1 ile 5 arasında puanlar verilerek değerlendirilir [5].

Tablo 4.1. Seçilecek Malzemeler İçin Değerlendirme Tablosu

Malzeme	Temel Özellikler**		Değerlendirme Numaraları (Değerlendirme Numarası* * Faktör Ağırlığı)					Malz.Değ. Numarası
	Kaynak Kabilyeti	Lehim Kabilyeti	Darbeye Dayanım (5)*	Stabilite (4)	Sertlik (5)	Yorulma (4)	Maliyet (1)	Top.Değ.No. Top.Değ.Fak.

*Ağırlık Faktörü (1 : En az, 5: En Önemli)
 **Kod : (S=Yeterli, U=Yetersiz)
 + Aralık=(1:En Zayıf, 5:En İyi)

Malzeme özelliklerinin bilgi tabanlarını üretmek için günümüzde pek çok çalışmalar yapılmaktadır. Klasik ve karşılaştırılmalı prosedürün kompüterize edilmesinde herhangi bir zorluk olmamakla birlikte benzetme yönteminin kompüterize edilmesi mümkün değildir.

Geleneksel veri tabanları, pek çok durumlarda verinin kullanımı ve etkin saklanması için kolaylık sağlar. Veri tabanları çeşitli kaynaklardaki verileri birleştirir, güncel hale getirir, ilgilerin ve amaçların geniş bir sahasına hizmet eder. Bununla birlikte veri tabanları, kullanıcının problemini çözmezler, yalnızca bilgiyi oluştururlar. Bunun aksine uzman sistemler, yapıları daha kompleks olan küçük bilgi tabanlarını kullanırlar.

Uygun malzeme seçimi için, mühendislikte bilgisayar uygulamaları gün geçtikçe artmaktadır. 1987'den itibaren 100'ün üzerinde belli başlı malzemelerle ilgili bilgi tabanları dünyada yaygın hale gelmiştir ve malzeme seçiminde bilgi tabanlı sistemlerin gelişimi için epeyce bir gayret gösterilmiştir [21,22].

4.2.Malzeme Seçiminde Uzman Sistemler ve Bilgi Tabanları

Problem çözümüne spesifik yaklaşım, ilgili bilimsel prensiplerin ilişkisini anlamayı, uzmanların tecrübesinden faydalanmayı ve konu ile ilgili data'yı gözden geçirmeyi gerektirir. Bu şekilde elde edilen bilgi, kurallar içinde formüle edilerek uzman sistemlerin temeli olabildiği gibi geleneksel bilgi tabanının bilgi verici formatına yorumlayıcı veya tavsiye edici ara faz olarak da ilave edilebilir. Kollektif bilgi, sayısal veya sayısal olmayan malzeme özelliklerinden derlenen bilgilerden çıkarılan kurallar tümevarımlı sebepler için ve algoritmaların oluşumu için bir kaynak olabilir. Çıkarılan bilgi, prosedürel(how to=nasıl) veya tavsiye edici(if-then=eğer-ise) olabilir. Bu tip kurallar, algoritmadan oldukça farklıdır, bu algoritmalar verilen datalardan çıkarılan değerlerin hesaplanması için bilgi tabanlarına konulabilir.

Tecrübeli bir malzeme bilimci veya mühendis, bir probleme yaklaştığı zaman, hem problemin özel şartlarını hem de ilgili teknolojilerin bilgilerini kullanır. Bütün verilerden bilginin oluşturulması çok önemlidir. Malzeme seçiminde, bilgi tabanlarının oluşturulması için bilgi mühendisi ve uzman mutlak bulunması gereken kişilerdir. Çoğunlukla, uzmanlar gerekli bilgiyi verirler ve bilgi mühendisleri bu bilgiyi alarak sistemin bilgi tabanına yerleştirirler.

Malzeme seçimi için bir bilgi tabanlı sistemin bileşenleri: Bilgi tabanı, sonuç çıkarma mekanizması ve kontrol mekanizması, kullanıcı arayüzeyi ve bilgisayarın donanım kısmıdır.

Tablo 4.1'de verilen puanlama kartının bir bilgi tabanına adapte edilmesi aşağıda bir örnek üzerinde incelenmektedir [18]. Belli bir kullanım için X,Y ve Z olan farklı üç malzemenin kullanıma uygun olduğu görülmüştür. Seçilen herbir malzeme iyi kaynak edilebilmelidir. Çekme mukavemeti, rijitlik, stabilite ve yorulma mukavemeti istenen özelliklerdir. Yorulma mukavemeti burada en önemli ve rijitlik en az önemli faktördür. Bu etkenler için üç malzemenin değerlendirilmesi Tablo 4.2'deki gibidir.

Tablo 4.2. Seçilebilecek Malzemeler ve Bazı Karakteristikleri

Malzeme	Kaynak Kabiliyeti	Çekme Mukavemeti	Rijitlik	Stabilite	Yorulma Direnci
X	Mükemmel	İyi	İyi	İyi	Orta
Y	Zayıf	Mükemmel	İyi	Mükemmel	İyi
Z	İyi	Orta	İyi	İyi	Mükemmel

Eğer bu karakteristikler sayısal değerlere çevrilirse (mesela 5 = Mükemmel, 4 = Çok iyi, ...) ve Tablo 4.1'deki puanlama kartı kullanılırsa, Tablo 4.3 elde edilir.

Tablo 4.3. Malzeme Seçimi İçin Puanlama Kartı Örneği

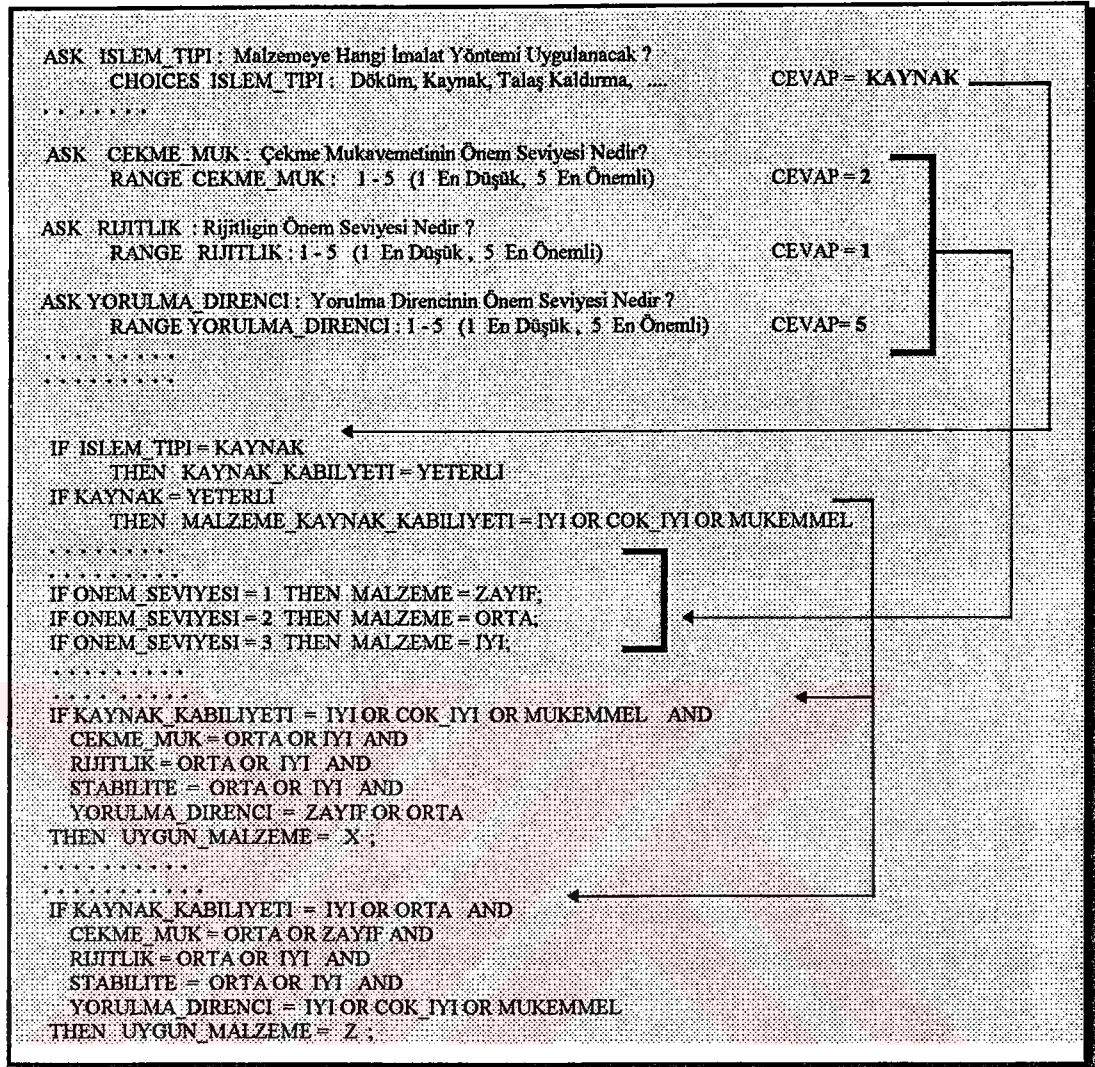
Malzeme	Temel Özellikler**	Değerlendirme Numaraları (Değerlendirme Numarası ⁺ * Faktör Ağırlığı)				Malz.Değ. Numarası
		Kaynak Kabiliyeti	Çekme Muk. (2)*	Rijitlik (1)	Stabilite (2)	Yorulma (5)
X	S	İyi(3 ^{**}) 6=3*2	3	6	10	25/11=2.27
Y	U	-	-	-	-	-
Z	S	4	3	6	25	38/13=2.92

*Ağırlık Faktörü (1 : En az, 5: En Önemli)

**Kod : (S=Yeterli, U=Yetersiz)

⁺ Aralık=(1:En Zayıf, 5:En İyi)

Bu puanlama kartından görüldüğü gibi, kaynak edilebilme özelliğinin "tatminkar" olması arzu edilir. Hangi özelliğin tatminkar olduğuna sadece uzman karar verebilir. Bu örneğe göre geliştirilen bir bilgi tabanı Şekil 4.1'de verilmiştir. Bu şekilden görüldüğü gibi, bilgi tabanı "soru araştırması" ile "IF-THEN" kurallarından oluşur.



Şekil 4.1. Örnek Bir Malzeme Seçimi İçin Bilgi Tabanı

Bugün, bilgi tabanlı sistemlerin oluşturulması için pekçok geliştirme aletleri ve hazır paket programları kullanılabilir. Bilgi tabanlı sistemler; konvansiyonel programlama dilleri olan Pascal, C, Basic, FoxPro gibi dillerin kullanılmasıyla geliştirilerek; sınırsız bilgi kullanımı sağlanabilir. Aynı zamanda sistemin geliştirilmesi için önemli olan programcıların çok sayıda olması, dillerin mükemmel standardize edilmiş olmaları ve etkin çalışmaları geleneksel dillerle program oluşturulmasının avantajlarıdır. Sistemin baştan inşası zaman tüketme meselesi gibi gözükmesine rağmen, yeniden program yazılmasına ihtiyaç kalmamasını temin için yeterli analiz ve tasarım yapıldığı varsayımını klasik diller temel aldığı için bu yolla sistemin oluşturulması avantajlıdır.

Yapay zeka dilleri olan LISP ve PROLOG ile sistemin oluşturulmasında sistem tasarımında maksimum esneklik elde edilebildiği gibi; ayrıca bu dillerin yapısı yapay zeka ve uzman sistemlere çok uygun olup projelerin geliştirme zamanını azaltır. Fakat yapay zeka programlama dillerinin kullanımında özel ve pahalı donanım gerektiği gibi kaliteli programcıya da ihtiyaç olması dillerin kullanımını sınırlayıcı nedenlerdendir.

Bilgi tabanlı sistemlerin geliştirilmesi için kullanılan diğer bir yöntem de shell'lerin(paket program) kullanımudur. Shell'ler veri tabanları olmayan etkin uzman sistemlerdir. Bunlar sadece bilgi gösterim şeklinde ve çıkarsama stratejilerinde inşa ediciye kabul edilebilir kontrol kısıtları içinde kısıtlamaya sebep olur. Shell'ler çabuk ve ucuz uzman sistem inşa edilmesi için tasarlanmıştır.

Shell'ler oldukça sık olarak inşa edicilerin çıkarsamalarını içerir, bu ise kuralların yarı ingilizce anahtar kelimelerle interaktif girişine izin verir. Mesela kurallar üzerinde doğru mantıksal yapıyı kuracak kelime diziciler tarafından ele alınacak "IF" ve "THEN" gibi kelimelerdir. Ayrıca shell'ler sınırlı sistemlerin hızlı gelişimine izin verir. Bazı shell'ler formal bir çalışma veya geniş bir bilgisayar tecrübesi olmayan personel tarafından kullanılması için özel tasarlanmıştır. Buna verebileceğimiz en çarpıcı örnek CRYSTAL ve Vp-Expert'dir[17].

Malzeme seçiminde, bilgi tabanlı sistemlerin kullanımıyla ilgili iki program bilinir : Polimerlerin seçimi için ICI(EPOS) ve kesme aletlerinin seçimi için ise SANDWIK programı [10].

Bilgi tabanlı sistemlerin relatif olarak yeni ve geliştirilmeleri pahalı oldukları için gerçek sistemlerin küçük bir prototipi yapılarak ihtiyatlı davranılır. Bir prototipi geliştirmede sistemin kavramını ve yapısını test etmek ve temel ilişkilerini göstermek için tasarımcı; sadece çok kritik faktörleri seçmeye çalışır. Bundan dolayı, prototip gerçek durumdaki kompleksliği ihtiva etmeyip sadece sistemin küçük bir kısmını ihtiva eder.

4.3. Alüminyum Döküm Alaşımlarının Seçimi İçin Bilgi Tabanlı Sistemlerin Geliştirilmesi

Bu çalışmada, alüminyum döküm alaşımlarının seçimi için bilgi tabanlı sistemler kullanılarak iki uzman sistem geliştirilmiştir. Geliştirilen uzman sistemler, İngiltere Standartlar Enstitüsü tarafından BS 1490'da genel mühendislik alaşımı olarak standartlaştırılan, özellik ve karakteristikleriyle geniş bir uygulama alanına sahip 21 alüminyum döküm alaşımını kapsamaktadır. Ayrıca bu alaşımların Türk standartlarındaki karşılıkları da verilerek seçilen alüminyum döküm alaşımının Türkiye'deki uygulamalar için de kullanımı amaçlanmıştır.

Uzman sistemleri oluşturan veri ve bilgi tabanları, alüminyum döküm alaşımlarının karakteristikleriyle, döküm ve işleme özelliklerine bağlıdır. Geliştirilen uzman sistemlerde alüminyum döküm alaşımlarının genel özellikleri aşağıdaki şekilde dikkate alınmıştır :

- a) Yapılacak döküm şekli,
- b) Dökülebilme akıcılığı,
- c) Sıcak çatlama direnci,
- d) Gerilmeye karşı mukavemet,
- e) Mekanik işleme kabiliyeti,
- f) Atmosfere karşı direnc,
- g) Deniz suyuna karşı direnc,
- h) Kaynağa elverişlilik,
- i) Isıl işleme yatkınlık,
- j) Basınç geçirmezliği.

Bu özelliklerden yararlanılarak, istenilen özellikleri sağlayan alüminyum döküm alaşımının seçimi için uzman soruları oluşturulur. Alüminyum döküm alaşımı üreticilerin tecrübelerinden yararlanılarak kullanım yeri ve parçanın fonksiyonuna göre alüminyum malzeme seçiminde aşağıdaki noktaların çok önemli olduğu tespit

edilmiştir. Bu önemli noktalar geliştirilen her iki uzman sisteminde uzman sorularını oluşturmaktadır.

1- Parçanın üretiminde kullanılacak döküm şekli : Döküm şekli kum, metal ve pres döküm şekillerinden biri olabilir. Kum döküm az sayıda döküm için uygunken metal ve pres döküm çok sayıda ve mukavemetli döküm için tercih edilir. Fakat döküm şeklini genellikle parça sayısı ve mukavemet özellikleri belirleyememektedir. Çünkü imalat şeklini belirlemede dökümü yapacak işletmenin döküm teknolojisi etkili olmaktadır.

2- Mukavemet Özellikleri : Parçanın kullanım yerine göre parçanın mukavemet değerlerinin yüksek olması istenebilir. Bunun için alaşımın gerilme mukavemetinin yüksek ve dökümden sonra ısıtılabilir olması gerekir ve malzeme seçiminde bu özellik dikkate alınmalıdır.

3- Parçanın Şekli : Dökümü yapılacak parça karmaşık, basit veya ince cidarlı olabilir. Parçanın karmaşık ve/veya ince cidarlı olması alaşımın dökülebilme akıcılığının iyi olmasıyla mümkün olup basit parçalar için bu özellik aranmaz.

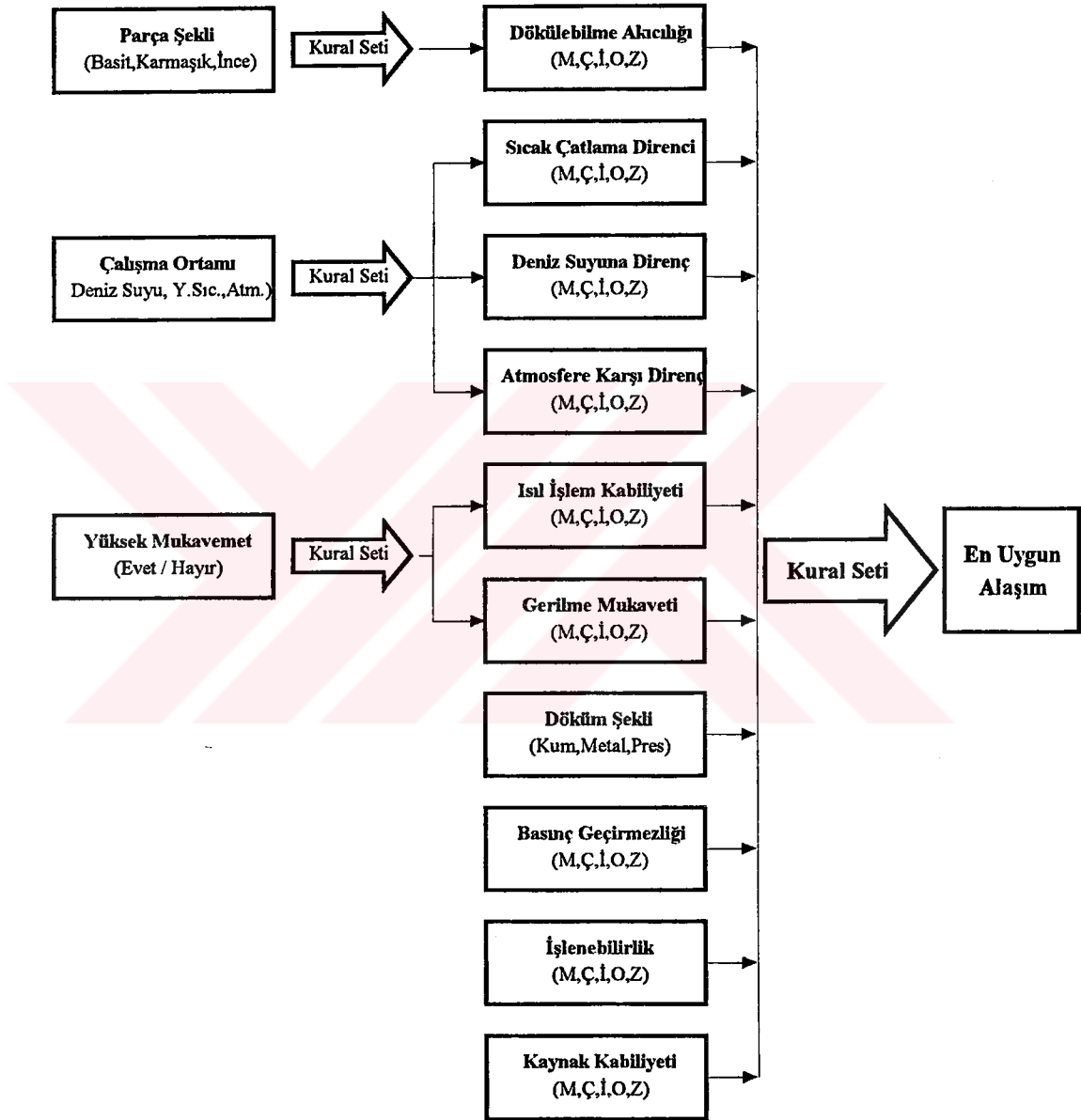
4- Çalışma Ortamı : Parçanın çalışacağı ortamlar alaşım seçimini etkileyen önemli faktörlerden birisi olup bu çalışma ortamları yüksek sıcaklık, deniz suyu veya atmosfer olabilir.

5- Basınç Geçirmezliği : Parçanın kullanıldığı ortamda basınca maruz kalıp kalmaması alaşım seçiminde dikkat edilmesi gereken özelliklerden biridir.

6- İşlenebilirlik : Döküm işleminden sonra döküm parçasına herhangi bir mekanik işlem(delik delme, torna, freze vs.) yapılması gerekebilir ve alaşım seçiminde bu özelliğin olup olmadığına dikkat edilir.

7- Kaynak Kabiliyeti : Dökümden sonra kaynak yapılacaksa alaşımında bu özelliğin olması istenir.

Şekil 4.2’de tüm bu karakteristikler ve unsurlar göz önüne alınarak oluşturulan karar durumu diyagramı gösterilmiştir.



Şekil 4.2. Alüminyum Döküm Alaşımları İçin Karar Durumu Diyagramı

(M : Mükemmel, Ç : Çok İyi, İ : İyi, O : Orta, Z : Zayıf)

4.3.1. VP-Expert Paket Programıyla Geliştirilen Uzman Sistem

VP-Expert PC tabanlı bilgisayarlar için geliştirilmiş bir uzman paket programdır. Diğer uzman paket programları gibi Vp-Expert'de bilgi tabanı, çıkarım mekanizması ve kullanıcı ara birimi olmak üzere üç temel bileşene sahiptir. 2 adet 720 Kb'lık disketten oluşan ve MS-DOS altında çalışabilen bir paket programdır [17].

Vp-Expert'in, 3' ana pencereden oluşan bir ortamı vardır (Şekil 4.3). Bunlar CONSULT (Araştırma) Penceresi, RULES (Kurallar) Penceresi ve FACTS (Gerçekler) Penceresidir. CONSULT penceresi, kullanıcı ile çıkarım mekanizması arasındaki iletişimi sağlamaktadır. RULES ve FACTS pencereleri, araştırma işlemi sırasında faydalı bilgileri sağlarlar.



Şekil 4.3. Vp-Expert Paket Programı Ana Ekranı

Vp-Expert, ekranın altında bulunan menu satırlarına sahiptir. Bu menü seçenekleri bilgi tabanı dosyasının seçilmesi, araştırılması, çıkarım mekanizmasının çalıştırılması gibi fonksiyonları yerine getirir. Ayrıca iyi bir yardım ekranı vardır. Vp-Expert'de, bilgi tabanı dosyasının oluşturulmasını ve düzeltilmesini sağlayan iyi bir editör de vardır. Ayrıca bir editör kullanmaya gerek yoktur. Şekil 4.4'de Vp-Expert editörü gösterilmiştir.

```

Editing: Old File a2.kbs
ELSE ATMOS_DIRENC=ORTA:
RULE 5
IF CALORT=Deniz_Suyu
THEN DENIZ_DIRENC=IYI
ELSE DENIZ_DIRENC=ORTA:
RULE 6
IF CALORT=YukseK_Sicaklik
THEN SICAK_CATLAMA=IYI
ELSE SICAK_CATLAMA=ORTA:
RULE 7
IF DOKSEK = Kum OR DOKSEK = Metal OR DOKSEK = Pres AND
ISIL_ISLEM = ORTA AND
GER_MUK = ORTA AND
AKICILIK = IYI OR AKICILIK = ORTA AND
ATMOS_DIRENC = IYI OR ATMOS_DIRENC = ORTA AND
Insert On Document Off Boldface Off Underline Off
1 2 3Srch 4 5Brlc 6 7GbRpl 8 9Rept 10

```

Şekil 4.4. Vp-Expert Editörü

Şekil 4.5'de, Vp_expert'de geliştirilen uzman sistemin işletilmesi sırasında ekrandaki görüntü gösterilmiştir. Ekranın üst yarısında kullanıcıya uzman sorular sorulmakta ve cevaplar alınmakta, sol alt köşedeki RULES ekranında ise bu cevaplara göre kurallar araştırılmakta, sağ alt köşedeki FACTS ekranında da bu araştırmaya göre uygun alarım bulunmaktadır.

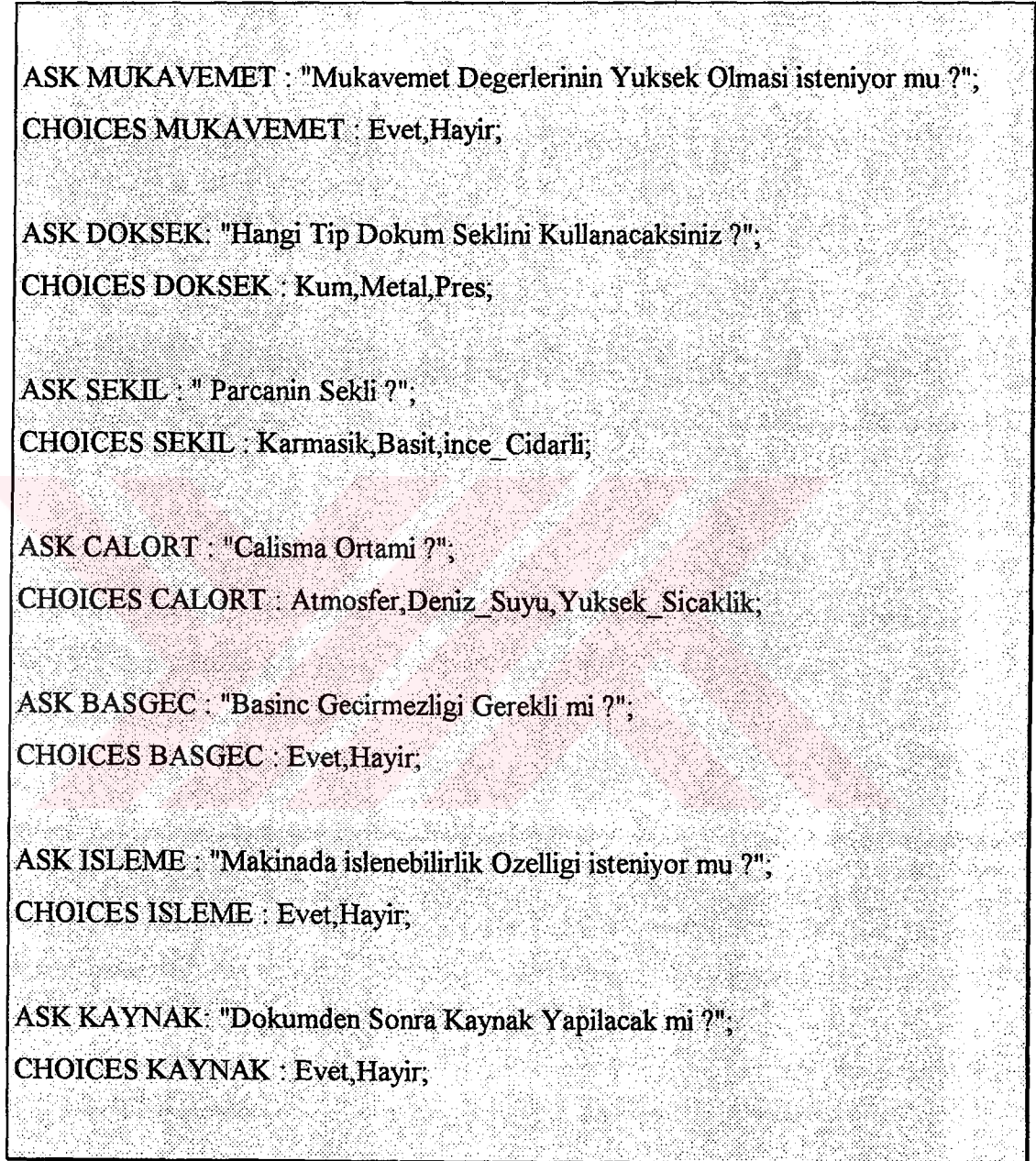
```

[ KES: A2 ]
Makinada istenebilirlik özelliği isteniyor mu ?
Evet Hayir
Belirli Senra Kaynak Yapılacak mı ?
Evet Hayir
SİZİN İHTİYACINIZ İÇİN EN UYGUN ALAŞIM LM4.
Herneye dönmek için ENTER tuşuna basın
[ RULES ]
CALORT = Yuksek_Sicaklik
THEN
SICAK_CATLAMA = IYI CNF 100
ELSE SICAK_CATLAMA = ORTA CNF 100
Finding BASGEC
Finding ISLENE
Finding KAYNAK
Finding SONUC
[ FACTS ]
CALORT = Atmosfer CNF 100
ATMOS_DIRENC = IYI CNF 100
DENIZ_DIRENC = ORTA CNF 100
SICAK_CATLAMA = ORTA CNF 100
BASGEC = Evet CNF 100
ISLENE = Hayir CNF 100
KAYNAK = Evet CNF 100
ALASIM = LM4 CNF 100
Enter to select Enter for Backspace 0 to quit

```

Şekil 4.5. Vp-Expert'de Uzman Sistemin Çalıştırılması Sırasındaki Ekran Görüntüsü

Şekil 4.6'da Vp-Expert'de alüminyum döküm alaşımlarının seçimi için hazırlanan bilgi tabanı soruları ve kullanıcı örneği gösterilmiştir.



Şekil 4.6. Bilgi Tabanı Soruları ve Kullanıcı Örneği

Şekil 4.7'de alüminyum döküm alaşımlarının seçimi için Vp-Expert paket programıyla geliştirilen bilgi tabanı gösterilmiştir.

ACTIONS

DISPLAY " BU UZMAN SİSTEM, EN UYGUN ALUMİNYUM DOKUM ALASIMININ SEÇİMİNE YARDIMCI OLACAKTIR.

BASLAMAK İÇİN HERHANGİ BİR TUSA BASINIZ.~"

FIND ALASIM

DISPLAY " SİZİN İHTİYACINIZ İÇİN EN UYGUN ALASIM {ALASIM}."

RULE 1

**IF MUKAVEMET=Evet
THEN ISIL_ISLEM=IYI
ELSE ISIL_ISLEM=ORTA;**

RULE 2

**IF MUKAVEMET=Evet
THEN GER_MUK=IYI
ELSE GER_MUK=ORTA;**

RULE 3

**IF SEKIL=Karmasik OR SEKIL=ince_Cidarli
THEN AKICILIK=IYI
ELSE AKICILIK=ORTA;**

RULE 4

**IF CALORT=Atmosfer
THEN ATMOS_DIRENC=IYI
ELSE ATMOS_DIRENC=ORTA;**

RULE 5

**IF CALORT=Deniz Suyu
THEN DENIZ_DIRENC=IYI
ELSE DENIZ_DIRENC=ORTA;**

RULE 6

**IF CALORT=Yuksek Sicaklik
THEN SICAK_CATLAMA=IYI
ELSE SICAK_CATLAMA=ORTA;**

RULE 7

IF DOKSEK = Kum OR DOKSEK = Metal OR DOKSEK = Pres AND

ISIL_ISLEM = ORTA AND
 GER_MUK = ORTA AND
 AKICILIK = IYI OR AKICILIK = ORTA AND
 ATMOS_DIRENC = IYI OR ATMOS_DIRENC = ORTA AND
 DENIZ_DIRENC = IYI OR DENIZ_DIRENC = ORTA AND
 SICAK_CATLAMA = ORTA AND
 BASGEC = EVET OR BASGEC = HAYIR AND
 ISLEME = EVET OR ISLEME = HAYIR AND
 KAYNAK = HAYIR
 THEN ALASIM = LM0;

RULE 8

IF DOKSEK = Pres AND
 ISIL_ISLEM = ORTA AND
 GER_MUK = ORTA AND
 AKICILIK = IYI OR AKICILIK = ORTA AND
 ATMOS_DIRENC = IYI OR ATMOS_DIRENC = ORTA AND
 DENIZ_DIRENC = IYI OR DENIZ_DIRENC = ORTA AND
 SICAK_CATLAMA = IYI OR SICAK_CATLAMA = ORTA AND
 BASGEC = EVET OR BASGEC = HAYIR AND
 ISLEME = EVET OR ISLEME = HAYIR AND
 KAYNAK = EVET OR KAYNAK = HAYIR
 THEN ALASIM = LM2;

RULE 9

IF DOKSEK = Kum OR DOKSEK = Metal OR DOKSEK = Pres AND
 ISIL_ISLEM = IYI OR ISIL_ISLEM = ORTA AND
 GER_MUK = IYI OR GER_MUK = ORTA AND
 AKICILIK = IYI OR AKICILIK = ORTA AND
 ATMOS_DIRENC = IYI OR ATMOS_DIRENC = ORTA AND
 DENIZ_DIRENC = ORTA AND
 SICAK_CATLAMA = IYI OR SICAK_CATLAMA = ORTA AND
 BASGEC = EVET OR BASGEC = HAYIR AND
 ISLEME = EVET OR ISLEME = HAYIR AND
 KAYNAK = EVET OR KAYNAK = HAYIR
 THEN ALASIM = LM4;

RULE 10

IF DOKSEK = Kum OR DOKSEK = Metal AND
 ISIL_ISLEM = ORTA AND
 GER_MUK = IYI OR GER_MUK = ORTA AND
 AKICILIK = IYI OR AKICILIK = ORTA AND
 ATMOS_DIRENC = IYI OR ATMOS_DIRENC = ORTA AND
 DENIZ_DIRENC = IYI OR DENIZ_DIRENC = ORTA AND
 SICAK_CATLAMA = IYI OR SICAK_CATLAMA = ORTA AND
 BASGEC = HAYIR AND
 ISLEME = EVET OR ISLEME = HAYIR AND
 KAYNAK = EVET OR KAYNAK = HAYIR

THEN ALASIM = LM5;

RULE 11

IF DOKSEK = Kum OR DOKSEK = Metal OR DOKSEK = Pres AND
 ISIL_ISLEM = IYI OR ISIL_ISLEM = ORTA AND
 GER_MUK = IYI OR GER_MUK = ORTA AND
 AKICILIK = IYI OR AKICILIK = ORTA AND
 ATMOS_DIRENC = IYI OR ATMOS_DIRENC = ORTA AND
 DENIZ_DIRENC = IYI OR DENIZ_DIRENC = ORTA AND
 SICAK_CATLAMA = IYI OR SICAK_CATLAMA = ORTA AND
 BASGEC = EVET OR BASGEC = HAYIR AND
 ISLEME = EVET OR ISLEME = HAYIR AND
 KAYNAK = EVET OR KAYNAK = HAYIR
 THEN ALASIM = LM6;

RULE 12

IF DOKSEK = Kum OR DOKSEK = Metal AND
 ISIL_ISLEM = IYI OR ISIL_ISLEM = ORTA AND
 GER_MUK = IYI OR GER_MUK = ORTA AND
 AKICILIK = IYI OR AKICILIK = ORTA AND
 ATMOS_DIRENC = IYI OR ATMOS_DIRENC = ORTA AND
 DENIZ_DIRENC = IYI OR DENIZ_DIRENC = ORTA AND
 SICAK_CATLAMA = IYI OR SICAK_CATLAMA = ORTA AND
 BASGEC = EVET OR BASGEC = HAYIR AND
 ISLEME = EVET OR ISLEME = HAYIR AND
 KAYNAK = EVET OR KAYNAK = HAYIR
 THEN ALASIM = LM9;

RULE 13

IF DOKSEK = Kum OR DOKSEK = Metal AND
 ISIL_ISLEM = IYI OR ISIL_ISLEM = ORTA AND
 GER_MUK = IYI OR GER_MUK = ORTA AND
 AKICILIK = IYI OR AKICILIK = ORTA AND
 ATMOS_DIRENC = IYI OR ATMOS_DIRENC = ORTA AND
 DENIZ_DIRENC = IYI OR DENIZ_DIRENC = ORTA AND
 SICAK_CATLAMA = IYI OR SICAK_CATLAMA = ORTA AND
 BASGEC = HAYIR AND
 ISLEME = EVET OR ISLEME = HAYIR AND
 KAYNAK = EVET OR KAYNAK = HAYIR
 THEN ALASIM = LM10;

RULE 14

IF DOKSEK = Kum OR DOKSEK = Metal AND
 ISIL_ISLEM = ORTA AND
 GER_MUK = IYI OR GER_MUK = ORTA AND
 AKICILIK = IYI OR AKICILIK = ORTA AND
 ATMOS_DIRENC = ORTA AND
 DENIZ_DIRENC = ORTA AND

SICAK_CATLAMA = IYI OR SICAK_CATLAMA = ORTA AND
 BASGEC = EVET OR BASGEC = HAYIR AND
 ISLEME = EVET OR ISLEME = HAYIR AND
 KAYNAK = EVET OR KAYNAK = HAYIR
 THEN ALASIM = LM12;

RULE 15

IF DOKSEK = Kum OR DOKSEK = Metal AND
 ISIL_ISLEM = IYI OR ISIL_ISLEM = ORTA AND
 GER_MUK = IYI OR GER_MUK = ORTA AND
 AKICILIK = IYI OR AKICILIK = ORTA AND
 ATMOS_DIRENC = IYI OR ATMOS_DIRENC = ORTA AND
 DENIZ_DIRENC = IYI OR DENIZ_DIRENC = ORTA AND
 SICAK_CATLAMA = IYI OR SICAK_CATLAMA = ORTA AND
 BASGEC = EVET OR BASGEC = HAYIR AND
 ISLEME = EVET OR ISLEME = HAYIR AND
 KAYNAK = EVET OR KAYNAK = HAYIR
 THEN ALASIM = LM13;

RULE 16

IF DOKSEK = Kum OR DOKSEK = Metal AND
 ISIL_ISLEM = IYI OR ISIL_ISLEM = ORTA AND
 GER_MUK = IYI OR GER_MUK = ORTA AND
 AKICILIK = IYI OR AKICILIK = ORTA AND
 ATMOS_DIRENC = IYI OR ATMOS_DIRENC = ORTA AND
 DENIZ_DIRENC = IYI OR DENIZ_DIRENC = ORTA AND
 SICAK_CATLAMA = IYI OR SICAK_CATLAMA = ORTA AND
 BASGEC = EVET OR BASGEC = HAYIR AND
 ISLEME = EVET OR ISLEME = HAYIR AND
 KAYNAK = EVET OR KAYNAK = HAYIR
 THEN ALASIM = LM16;

RULE 17

IF DOKSEK = Kum OR DOKSEK = Metal AND
 ISIL_ISLEM = IYI OR ISIL_ISLEM = ORTA AND
 GER_MUK = IYI OR GER_MUK = ORTA AND
 AKICILIK = IYI OR AKICILIK = ORTA AND
 ATMOS_DIRENC = IYI OR ATMOS_DIRENC = ORTA AND
 DENIZ_DIRENC = IYI OR DENIZ_DIRENC = ORTA AND
 SICAK_CATLAMA = IYI OR SICAK_CATLAMA = ORTA AND
 BASGEC = EVET OR BASGEC = HAYIR AND
 ISLEME = EVET OR ISLEME = HAYIR AND
 KAYNAK = EVET OR KAYNAK = HAYIR
 THEN ALASIM = LM18;

RULE 18

IF DOKSEK = Pres OR DOKSEK = Metal AND

ISIL_ISLEM = ORTA AND
 GER_MUK = IYI OR GER_MUK = ORTA AND
 AKICILIK = IYI OR AKICILIK = ORTA AND
 ATMOS_DIRENC = IYI OR ATMOS_DIRENC = ORTA AND
 DENIZ_DIRENC = IYI OR DENIZ_DIRENC = ORTA AND
 SICAK_CATLAMA = IYI OR SICAK_CATLAMA = ORTA AND
 BASGEC = EVET OR BASGEC = HAYIR AND
 ISLEME = EVET OR ISLEME = HAYIR AND
 KAYNAK = EVET OR KAYNAK = HAYIR
 THEN ALASIM = LM20;

RULE 19

IF DOKSEK = Kum OR DOKSEK = Metal AND
 ISIL_ISLEM = IYI OR ISIL_ISLEM = ORTA AND
 GER_MUK = IYI OR GER_MUK = ORTA AND
 AKICILIK = IYI OR AKICILIK = ORTA AND
 ATMOS_DIRENC = IYI OR ATMOS_DIRENC = ORTA AND
 DENIZ_DIRENC = IYI OR DENIZ_DIRENC = ORTA AND
 SICAK_CATLAMA = IYI OR SICAK_CATLAMA = ORTA AND
 BASGEC = EVET OR BASGEC = HAYIR AND
 ISLEME = EVET OR ISLEME = HAYIR AND
 KAYNAK = EVET OR KAYNAK = HAYIR
 THEN ALASIM = LM21;

RULE 20

IF DOKSEK = Metal AND
 ISIL_ISLEM = IYI OR ISIL_ISLEM = ORTA AND
 GER_MUK = IYI OR GER_MUK = ORTA AND
 AKICILIK = IYI OR AKICILIK = ORTA AND
 ATMOS_DIRENC = IYI OR ATMOS_DIRENC = ORTA AND
 DENIZ_DIRENC = IYI OR DENIZ_DIRENC = ORTA AND
 SICAK_CATLAMA = IYI OR SICAK_CATLAMA = ORTA AND
 BASGEC = EVET OR BASGEC = HAYIR AND
 ISLEME = EVET OR ISLEME = HAYIR AND
 KAYNAK = EVET OR KAYNAK = HAYIR
 THEN ALASIM = LM22;

RULE 21

IF DOKSEK = Pres AND
 ISIL_ISLEM = ORTA AND
 GER_MUK = IYI OR GER_MUK = ORTA AND
 AKICILIK = IYI OR AKICILIK = ORTA AND
 ATMOS_DIRENC = IYI OR ATMOS_DIRENC = ORTA AND
 DENIZ_DIRENC = IYI OR DENIZ_DIRENC = ORTA AND
 SICAK_CATLAMA = IYI OR SICAK_CATLAMA = ORTA AND
 BASGEC = EVET OR BASGEC = HAYIR AND
 ISLEME = EVET OR ISLEME = HAYIR AND
 KAYNAK = EVET OR KAYNAK = HAYIR

THEN ALASIM = LM24;

RULE 22

IF DOKSEK = Kum OR DOKSEK = Metal AND
 ISIL_ISLEM = IYI OR ISIL_ISLEM = ORTA AND
 GER_MUK = IYI OR GER_MUK = ORTA AND
 AKICILIK = IYI OR AKICILIK = ORTA AND
 ATMOS_DIRENC = IYI OR ATMOS_DIRENC = ORTA AND
 DENIZ_DIRENC = IYI OR DENIZ_DIRENC = ORTA AND
 SICAK_CATLAMA = IYI OR SICAK_CATLAMA = ORTA AND
 BASGEC = EVET OR BASGEC = HAYIR AND
 ISLEME = EVET OR ISLEME = HAYIR AND
 KAYNAK = EVET OR KAYNAK = HAYIR
 THEN ALASIM = LM25;

RULE 23

IF DOKSEK = Kum OR DOKSEK = Metal AND
 ISIL_ISLEM = IYI OR ISIL_ISLEM = ORTA AND
 GER_MUK = IYI OR GER_MUK = ORTA AND
 AKICILIK = IYI OR AKICILIK = ORTA AND
 ATMOS_DIRENC = IYI OR ATMOS_DIRENC = ORTA AND
 DENIZ_DIRENC = IYI OR DENIZ_DIRENC = ORTA AND
 SICAK_CATLAMA = IYI OR SICAK_CATLAMA = ORTA AND
 BASGEC = EVET OR BASGEC = HAYIR AND
 ISLEME = EVET OR ISLEME = HAYIR AND
 KAYNAK = EVET OR KAYNAK = HAYIR
 THEN ALASIM = LM26;

RULE 24

IF DOKSEK = Kum OR DOKSEK = Metal AND
 ISIL_ISLEM = IYI OR ISIL_ISLEM = ORTA AND
 GER_MUK = IYI OR GER_MUK = ORTA AND
 AKICILIK = IYI OR AKICILIK = ORTA AND
 ATMOS_DIRENC = IYI OR ATMOS_DIRENC = ORTA AND
 DENIZ_DIRENC = IYI OR DENIZ_DIRENC = ORTA AND
 SICAK_CATLAMA = IYI OR SICAK_CATLAMA = ORTA AND
 BASGEC = HAYIR AND
 ISLEME = EVET OR ISLEME = HAYIR AND
 KAYNAK = EVET OR KAYNAK = HAYIR
 THEN ALASIM = LM27;

RULE 25

IF OKSEK = Metal AND
 ISIL_ISLEM = IYI OR ISIL_ISLEM = ORTA AND
 GER_MUK = IYI OR GER_MUK = ORTA AND
 AKICILIK = IYI OR AKICILIK = ORTA AND
 ATMOS_DIRENC = IYI OR ATMOS_DIRENC = ORTA AND
 DENIZ_DIRENC = IYI OR DENIZ_DIRENC = ORTA AND

SICAK_CATLAMA = IYI OR SICAK_CATLAMA = ORTA AND
 BASGEC = EVET OR BASGEC = HAYIR AND
 ISLEME = HAYIR AND
 KAYNAK = EVET OR KAYNAK = HAYIR
 THEN ALASIM = LM28;

RULE 26

IF DOKSEK = Metal AND
 ISIL_ISLEM = IYI OR ISIL_ISLEM = ORTA AND
 GER_MUK = IYI OR GER_MUK = ORTA AND
 AKICILIK = IYI OR AKICILIK = ORTA AND
 ATMOS_DIRENC = IYI OR ATMOS_DIRENC = ORTA AND
 DENIZ_DIRENC = IYI OR DENIZ_DIRENC = ORTA AND
 SICAK_CATLAMA = IYI OR SICAK_CATLAMA = ORTA AND
 BASGEC = EVET OR BASGEC = HAYIR AND
 ISLEME = HAYIR AND
 KAYNAK = EVET OR KAYNAK = HAYIR
 THEN ALASIM = LM29;

RULE 27

IF DOKSEK = Metal OR DOKSEK = Pres AND
 ISIL_ISLEM = IYI OR ISIL_ISLEM = ORTA AND
 GER_MUK = IYI OR GER_MUK = ORTA AND
 AKICILIK = IYI OR AKICILIK = ORTA AND
 ATMOS_DIRENC = IYI OR ATMOS_DIRENC = ORTA AND
 DENIZ_DIRENC = IYI OR DENIZ_DIRENC = ORTA AND
 SICAK_CATLAMA = IYI OR SICAK_CATLAMA = ORTA AND
 BASGEC = EVET OR BASGEC = HAYIR AND
 ISLEME = EVET OR ISLEME = HAYIR AND
 KAYNAK = EVET OR KAYNAK = HAYIR
 THEN ALASIM = LM30;

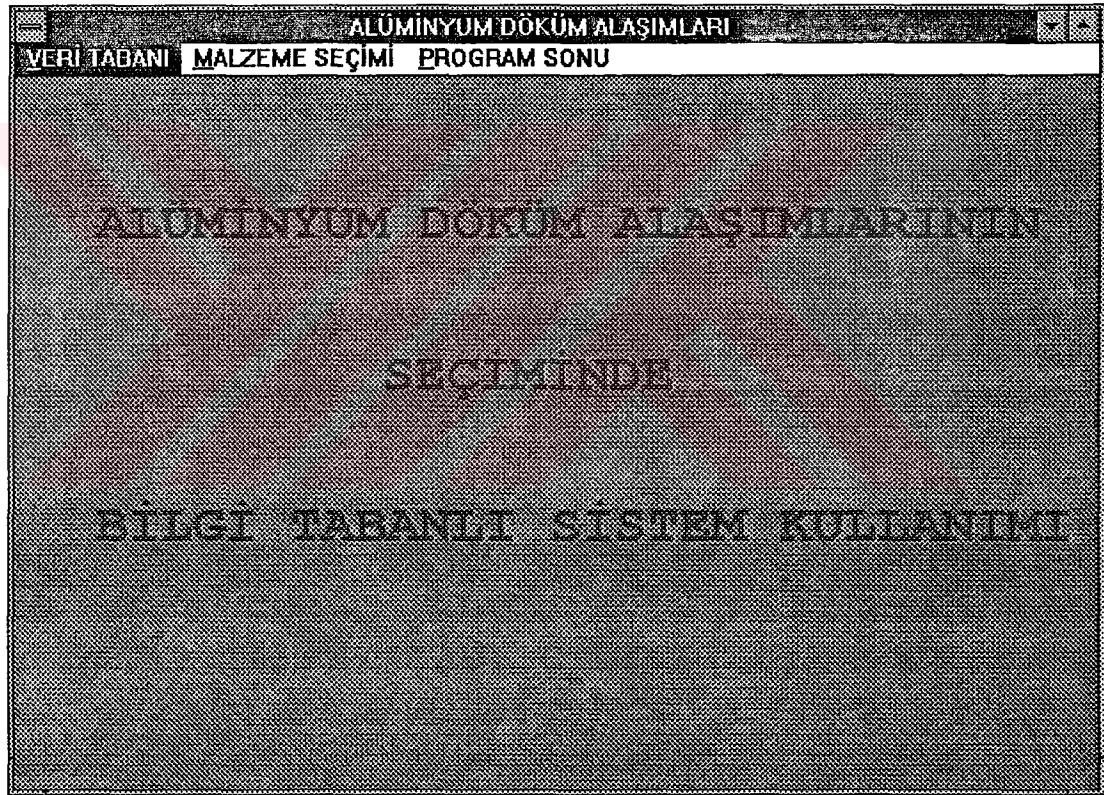
Şekil 4.7. Alüminyum Döküm Alaşımlarının Seçimi İçin Geliştirilen Bilgi Tabanı

4.3.2. Alüminyum Döküm Alaşımlarının Seçimi İçin FoxPro for Windows Dili İle Geliştirilen Uzman Sistem

Bilgi tabanlı uzman sistem paket programları (shell), veri tabanı olmayan sistemlerdir. Ayrıca uzman sistem shell'lerin kısıtlamalarına bağlı olarak en uygun malzemeyi seçmede bazı sorunlarla karşılaşmaktadır. Birbirine yakın özellikteki alaşımların içerisinde en mükemmelini seçmek bazen mümkün olamamaktadır. Bu göz önüne

alınarak, alüminyum döküm alaşımlarının seçiminde bilgi tabanlı uzman sistem geliştirmek için konvansiyonel programlama dilleri üzerinde araştırma yapıldı. İyi bir veri tabanı özelliği olan ve Windows altında çalışabilen FoxPro veri tabanı programlama dilinin bu sistem geliştirme için en uygun programlama dili olacağı tesbit edildi [23,24,25].

Geliştirilen programın ana menüsü 3 seçenekten oluşmaktadır. Veri Tabanı, Malzeme Seçimi ve Program Sonu (Şekil 4.8).



Şekil 4.8. Geliştirilen programın ana menüsü

Programda, alüminyum döküm alaşımları için bir veri tabanı oluşturuldu. Bu veri tabanına alüminyum döküm alaşımlarının tüm özellikleri (Kimyasal bileşimi, mukavemet özellikleri, diğer standartlardaki karşılıkları, döküm ve işleme özellikleri, kullanım yerleri) kaydedildi. Veri tabanının bir kaydı Tablo 4.4'deki bilgilerden oluşmaktadır.

Tablo 4.4. Veri Tabanı Bilgileri

Sıra	Değişken	Tipi	Uzunluğu	Açıklama
1	ALASIM LM	Character	5	Alaşım Kodu
2	RENK	Character	15	Alasim Renk Kodu
3	ALASIM 3A	Character	10	3A Kodu
4	ALASIM ETI	Character	10	Etibank Alüminyum Kodu
5	ALASIM DIN	Character	10	Dın Kodu
6	ALASIM AA	Character	10	AA Kodu
7	ALASIM ISO	Character	10	ISO Kodu
8	CU	Character	8	Bakır Yüzdesi
9	MG	Character	8	Magnezyum Yüzdesi
10	SI	Character	8	Silisyum Yüzdesi
11	FE	Character	8	Demir Yüzdesi
12	MN	Character	8	Mangan Yüzdesi
13	NI	Character	8	Nikel Yüzdesi
14	ZN	Character	8	Çinko Yüzdesi
15	PB	Character	8	Kurşun Yüzdesi
16	SN	Character	8	Kalay Yüzdesi
17	TI	Character	8	Titanyum Yüzdesi
18	D1	Numeric	1	Kum Döküm Kabiliyeti
19	D2	Numeric	1	Metal Döküm Kabiliyeti
20	D3	Numeric	1	Pres Döküm Kabiliyeti
21	UZAMA1	Numeric	3	0.2 Uzama Sınırı (Kum D.)
22	UZAMA2	Numeric	3	0.2 Uzama Sınırı (Metal D.)
23	UZAMA3	Numeric	3	0.2 Uzama Sınırı (Pres D.)
24	CEKME1	Numeric	3	Çekme Muk. (Kum D.)
25	CEKME2	Numeric	3	Çekme Muk. (Metal D.)
26	CEKME3	Numeric	3	Çekme Muk. (Pres D.)
27	KOPMA1	Numeric	3	Kopma Uzaması (Kum D.)
28	KOPMA2	Numeric	3	Kopma Uzaması (Metal D.)
29	KOPMA3	Numeric	3	Kopma Uzaması (Pres D.)
30	BRINELL1	Numeric	3	Brinell Sertliği (Kum D.)
31	BRINELL2	Numeric	3	Brinell Sertliği (Metal D.)
32	BRINELL3	Numeric	3	Brinell Sertliği (Pres D.)
33	AKICILIK	Numeric	1	Dökülebilme Akıcılığı
34	CATLAMA	Numeric	1	Sıcak Çatlama Direnci
35	GERILMUK	Numeric	1	Gerilmeye Karşı Mukavemeti
36	BASINC	Numeric	1	Basınç Geçirmezliği
37	ISLEME	Numeric	1	Mekanik İşleme Kabiliyeti
38	ATMOSFER	Numeric	1	Atmosfere Karşı Direnci
39	DENIZSUYU	Numeric	1	Deniz Suyuna Karşı Direnci
40	KAYNAK	Numeric	1	Kaynak Kabiliyeti
41	ISISLEM	Numeric	1	Isıl İşlem Kabiliyeti
42	UYG1	Character	35	Uygulama Alanları - 1
43	UYG2	Character	35	Uygulama Alanları - 2

Programda ana menüden **Veri Tabanı** seçildiğinde, Şekil 4.9'daki görüntü ekranda oluşur. Bu ekranda, alüminyum döküm alaşımlarının tüm özellikleri görüntülenebilmekte, düzeltilebilmekte ve yeni alüminyum döküm alaşımları eklenebilmektedir.

ALÜMİNYUM DÖKÜM ALAŞIMLARI									
Alaşım Adı <input type="text" value="LM6"/>			Renk Kodu <input type="text" value="SARI"/>						
ALAŞIMIN DİĞER STANDARTLARDAKİ KARŞILIKLARI									
3A	ETİBANK	DIN	AA	ISO					
<input type="text" value="3A-30"/>	<input type="text" value="ETIAL-140"/>	<input type="text" value="G-ALSi12"/>	<input type="text" value="A413"/>	<input type="text" value="Al-Si12"/>					
KİMYASAL BİLEŞİM									
Cu	Mg	Si	Fe	Mn	Ni	Zn	Pb	Sn	Ti
<input type="text" value="0.1"/>	<input type="text" value="0.10"/>	<input type="text" value="10-13"/>	<input type="text" value="0.6"/>	<input type="text" value="0.5"/>	<input type="text" value="0.1"/>	<input type="text" value="0.1"/>	<input type="text" value="0.1"/>	<input type="text" value="0.05"/>	<input type="text" value="0.2"/>
Kum Döküm	Metal Döküm	Pres Döküm	DÖKÜM ve İŞLEME ÖZELLİKLERİ						
<input type="text" value="Mükemmel"/>	<input type="text" value="Mükemmel"/>	<input type="text" value="Çok İyi"/>	Dökülebilme Akıcılığı	<input type="text" value="Mükemmel"/>					
			Sıcak Çatlama Direnci	<input type="text" value="Mükemmel"/>					
			Gerilmeye Karşı Muk.	<input type="text" value="İyi"/>					
			Basınç Geçirmezliği	<input type="text" value="-"/>					
			İşleme Kabiliyeti	<input type="text" value="İyi"/>					
			Atmosfere Karşı Direnci	<input type="text" value="Mükemmel"/>					
			Deniz Suyuna Karşı Direnci	<input type="text" value="Mükemmel"/>					
			Kaynağa Elverişliliği	<input type="text" value="Çok İyi"/>					
			Isıl İşleme Elverişliliği	<input type="text" value="İyi"/>					
MUKAVEMET ÖZELLİKLERİ									
	Kum	Metal	Pres						
%2 Uzama	<input type="text" value="65"/>	<input type="text" value="75"/>	<input type="text" value="120"/>						
Çekme Muk.	<input type="text" value="175"/>	<input type="text" value="210"/>	<input type="text" value="280"/>						
Kopma Uz.	<input type="text" value="7"/>	<input type="text" value="11"/>	<input type="text" value="4"/>						
Brinell Sertlik	<input type="text" value="33"/>	<input type="text" value="57"/>	<input type="text" value="57"/>						
UYGULAMA ALANLARI									
<input type="text" value="SİLİNDİR BAŞLIĞI, KRANKMİLİ KUTU"/>									
<input type="text" value="SU, OLUKLU VE İNCE CİDARLI GÖVD."/>									

Şekil 4.9. Veri Tabanı Ekranı

Ana menüden **Malzeme Seçimi** seçeneği seçildiğinde, ilk olarak malzeme seçiminin esasını teşkil eden uzman sorular ekrana gelmektedir (Şekil 4.10). Uzman sorular, Vp-Expert paket programında kullanılan sorularla aynıdır. Uzman sorulara cevaplar verildikten sonra, **Uygun Alüminyum Döküm Alaşımı** tuşu mouse ile tıklanırsa, program en uygun alüminyum döküm alaşımlarını seçecektir. Bu seçim yapılırken karşılaştırmalı prosedür kullanılmıştır. Programda, alaşımların özellikleri puanlanmış (5 : Mükemmel, 4 : Çok İyi, 3 : İyi, 2 : Orta, 1 : Zayıf) ve istenilen özelliği sağlamayan alaşımlar diğer puanları yüksek olsa bile seçim dışı bırakılmıştır.

MALZEME SEÇİMİ	
ALÜMİNYUM DÖKÜM ALAŞIMLARI	
Döküm şekli	<input type="text" value="Metal"/>
Mukavemet Değerlerinin Yüksek Olması İsteniyor mu ?	<input type="text" value="Hayır"/>
Parçanın şekli	<input type="text" value="Karmaşık"/>
Çalışma Ortamı	<input type="text" value="Yüksek Sıcaklık"/>
Basınç Geçirmezliği Gerekli mi ?	<input type="text" value="Hayır"/>
Makinada İşlenebilirlik Özelliği İsteniyor mu ?	<input type="text" value="Evet"/>
Dökümden Sonra Kaynak Yapılacak mı ?	<input type="text" value="Evet"/>
<input type="button" value="Uygun Alüminyum Döküm Alaşımı"/>	

Şekil 4.10. Uzman Sorular Ekranı

Program istenilen özellikleri sağlayan alaşımları en yüksek puanlıdan başlayarak kullanıcıya sunabilmektedir (Şekil 4.11).

Program ayrıca kullanıcıya alaşımın kaçınıcı uygunluk sırasında olduğunu ve istenilen özelliklerin % kaçını gerçekleştirebildiğini de göstermektedir. Ekran üzerindeki **Önceki** ve **Sonraki** tuşları ile uygun alüminyum alaşımları arasında dolaşabilmektedir.

Geliştirilen program yaklaşık 3500 satırdan oluşan bir programdır. O yüzden bu çalışmada programın ana menüsünü oluşturan programın ana kısmı (Şekil 4.12) ve bilgi tabanı kısmı (Şekil 4.13) verilmiştir. Bilgi giriş ve çıkışını sağlayan ekran kodları verilmemiştir.

UYGUN ALÜMİNYUM DÖKÜM ALAŞIMI										Uygunluk Yüzdesi	
Alaşım Adı		LM4		Renk Kodu		KIRMIZI				Uygunluk Yüzdesi	
										% 76,0	
ALAŞIMIN DİĞER STANDARTLARDAKİ KARŞILIKLARI										Uygunluk Sırası	
3A	ETIBANK	DIN	AA	ISO						Uygunluk Sırası	
	ETIAL-110		319	Al-Si5Cu3						9	
KİMYASAL BİLEŞİM											
Cu	Mg	Si	Fe	Mn	Ni	Zn	Pb	Sn	Ti		
20-40	0-15	40-60	0-2	0-2-0-6	0-3	0-5	0-1	0-1	0-2	Önceki	
Kum Döküm			Metal Döküm		Pres Döküm		DÖKÜM İŞLEMİ ÖZELLİKLERİ				
Çok İyi			Çok İyi		Çok İyi		Dökülebilirlik	Çok İyi			
							Sıcak Çatlama Direnci	Çok İyi			
MUKAVEMET ÖZELLİKLERİ											
	Kum	Metal	Pres								
%2 Uzama	90	95	0								İzlenmeye Karşı Muk.
Çekme Muk.	135	190	0								İyi
Kopma Uz.	2	3	0								Esiye Geçirmezliği
Bimall Sertlik	70	20	0								-
											İşleme Kabiliyeti
											Çok İyi
											Atmosfere Karşı Direnci
											Çok İyi
											Deniz Suyuna Karşı Direnci
											Orta
											Kaynağa Elverişliliği
											İyi
											Isıl İşleme Elverişliliği
											İyi
UYGULAMA ALANLARI										Kapat	

Şekil 4.11. Uygun Alüminyum Döküm Alaşım Ekranı

```

DEFINE WINDOW MENU_EKR FROM 0,0 TO SROW(),SCOL(),
IN DESKTOP ZOOM FLOAT GROW MINIMIZE CLOSE,
FONT "TIMES NEW ROMAN",14,
TITLE "ALÜMİNYUM DÖKÜM ALAŞIMLARI",
COLOR B/G

SET CURSOR ON
SET STATUS BAR OFF
SET TALK OFF
SET ESCAPE OFF
SET SYSMENU OFF
SET BELL OFF
SET DELIMITERS OFF
SET DATE TO DMY
SET CONFIRM ON

DO WHILE .T.
DEFINE MENU ANA BAR IN WINDOW MENU_EKR COLOR G/R
DEFINE PAD UZMAN OF ANA PROMPT "\<VERİ TABANI" COLOR G/R
DEFINE PAD VERI OF ANA PROMPT "\<MALZEME SEÇİMİ" COLOR G/R

```

```

DEFINE PAD CIKIS OF ANA PROMPT "\<PROGRAM SONU" COLOR G/R
ON SELECTION PAD UZMAN OF ANA DO VERI_TABANI
ON SELECTION PAD VERI OF ANA DO SECIM
ON SELECTION PAD CIKIS OF ANA DO PROGRAM_SONU

```

```

ACTIVATE WINDOW MENU_EKR

```

```

@4,6 SAY "ALÜMİNYUM DÖKÜM ALAŞIMLARININ " FONT "COURIER
NEW",23 STYLE "B" COLOR R/G

```

```

@8,27 SAY "SEÇİMİNDE" FONT "COURIER NEW",23 STYLE "B";
COLOR R/G

```

```

@12,6 SAY "BİLGİ TABANLI SİSTEM KULLANIMI" FONT "COURIER
NEW",23 STYLE "B" COLOR R/G

```

```

ACTIVATE MENU ANA

```

```

DEACTIVATE MENU ANA

```

```

IF LASTKEY()=27

```

```

    EXIT

```

```

ENDIF

```

```

ENDDO

```

```

*****

```

```

PROCEDURE VERI_TABANI

```

```

*****

```

```

DEACTIVATE WINDOW MENU_EKR

```

```

* VERI TABANI EKRANI *

```

```

DO A15.SPR

```

```

RETURN

```

```

*****

```

```

PROCEDURE SECIM

```

```

*****

```

```

DEACTIVATE WINDOW MENU_EKR

```

```

* UZMAN SORULARI EKRANI *

```

```

DO S8.SPR

```

```

* BİLGİ TABANI PROGRAMI *

```

```

DO 0A.PRG

```

```

RETURN

```

```

*****

```

```
PROCEDURE PROGRAM SONU
*****
RESTO MACRO
ON KEY
DEACTIVATE WINDOW ALL
DEACTIVATE MENUS ALL
RELEASE WINDOW ALL
CLOSE DATABASES
QUIT
```

Sekil 4.12. Geliştirilen Uzman Sistemin Ana Programı

```
USE SORU
SAY=1

DOKUM=SPACE(5)
IF DOKSEK=1
  DOKUM="KUM"
ENDIF
IF DOKSEK=2
  DOKUM="METAL"
ENDIF
IF DOKSEK=3
  DOKUM="PRES"
ENDIF

IISLEM=SPACE(1)
GERMUK=SPACE(1)
IF MUKDEG=1
  SAY=SAY+2
  IISLEM="E"
  GERMUK="E"
ELSE
  IISLEM="H"
  GERMUK="H"
ENDIF

AKICI=SPACE(1)
IF PARSEKLI=1 OR PARSEKLI=3
  SAY=SAY+1
  AKICI="E"
ELSE
  AKICI="H"
ENDIF
```

```
BASSIZ1=SPACE(1)
IF BASSIZ=1
    SAY=SAY+1
    BASISIZ1="E"
ELSE
    BASSIZ1="H"
ENDIF
```

```
ISLEK=SPACE(1)
IF ISLEME=1
    SAY=SAY+1
    ISLEK="E"
ELSE
    ISLEK="H"
ENDIF
```

```
KAYNA=SPACE(1)
IF KAYNAK=1
    SAY=SAY+1
    KAYNA="E"
ELSE
    KAYNA="H"
ENDIF
```

```
ATMKOR=SPACE(1)
IF CALORT=1
    SAY=SAY+1
    ATMKOR="E"
ELSE
    ATMKOR="H"
ENDIF
```

```
DENKOR=SPACE(1)
IF CALORT=2
    SAY=SAY+1
    DENKOR="E"
ELSE
    DENKOR="H"
ENDIF
```

```
SICAK=SPACE(1)
IF CALORT=3
    SAY=SAY+1
    SICAK="E"
ELSE
    SICAK="H"
```

```

ENDIF

SELECT 1
USE ALASIM

SELECT ALASIM
P1=0
TOPLAM=0
AD1=SPACE(5)
ACIK1=SPACE(40)
DO WHILE .NOT. EOF()
P1=0
**** KUM DÖKÜM ÖZELLİĞİ ****
IF DOKUM = "KUM" AND D1 > 2
    P1=P1+D1
ENDIF
IF DOKUM="KUM" AND D1 < 3
    P1=0
    ACIK1="BU ALAŞIMIN KUM DÖKÜM ÖZELLİĞİ YOK"
    DO KAYIT
    LOOP
ENDIF

**** METAL DÖKÜM ÖZELLİĞİ ****

IF DOKUM = "METAL" AND D2 > 2
    P1=P1+D2
ENDIF
IF DOKUM="METAL" AND D2 < 3
    P1=0
    ACIK1="BU ALAŞIMIN METAL DÖKÜM ÖZELLİĞİ YOK"
    DO KAYIT
    LOOP
ENDIF

**** PRES DÖKÜM ÖZELLİĞİ ****

IF DOKUM = "PRES" AND D3 > 2
    P1=P1+D3
ENDIF
IF DOKUM="PRES" AND D3 < 3
    P1=0
    ACIK1="BU ALAŞIMIN PRES DÖKÜM ÖZELLİĞİ YOK"
    DO KAYIT
    LOOP
ENDIF

```

```

**** AKICILIK ÖZELLİĞİ ****

IF AKICI = "E" AND AKICILIK > 2
    P1=P1+AKICILIK
ENDIF
IF AKICI="E" AND AKICILIK < 3
    P1=0
    ACIK1="BU ALAŞIMIN AKICILIK ÖZELLİĞİ YOK"
    DO KAYIT
    LOOP
ENDIF

**** ISIL İŞLEM ÖZELLİĞİ ****
IF IISLEM = "E" AND ISISLEM > 2
    P1=P1+ISISLEM
ENDIF
IF IISLEM="E" AND ISISLEM < 3
    P1=0
    ACIK1="BU ALAŞIMIN ISIL İŞLEM ÖZELLİĞİ YOK"
    DO KAYIT
    LOOP
ENDIF

**** GERİLME MUKAVEMETİ ÖZELLİĞİ ****
IF GERMUK = "E" AND GERILMUK > 2
    P1=P1+GERILMUK
ENDIF
IF GERMUK="E" AND GERILMUK < 3
    P1=0
    ACIK1="BU ALAŞIMIN GERİLME MUKAVEMETİ ÇOK DÜŞÜK"
    DO KAYIT
    LOOP
ENDIF

**** BASINÇ SIZDIRMAZLIĞI ÖZELLİĞİ ****
IF BASSIZ1 = "E" AND BASINC > 2
    P1=P1+BASINC
ENDIF
IF BASSIZ1="E" AND BASINC < 3
    P1=0
    ACIK1="BU ALAŞIMIN BASINÇ SIZDIRMAZLIĞI ÖZELLİĞİ YOK"
    DO KAYIT
    LOOP
ENDIF

**** İŞLENEBİLİRLİK ÖZELLİĞİ ****
IF ISLEK = "E" AND ISLEME > 2

```

```

        P1=P1+ISLEME
ENDIF

IF ISLEK="E" AND ISLEME < 3
    P1=0
    ACIK1="BU ALAŞIMIN MAKİNADA İŞLENEBİLİRLİK ÖZELLİĞİ YOK"
    DO KAYIT
    LOOP
ENDIF

**** KAYNAK ÖZELLİĞİ ****
IF KAYNA = "E" AND KAYNAK > 2
    P1=P1+KAYNAK
ENDIF
IF KAYNA="E" AND KAYNAK < 3
    P1=0
    ACIK1="BU ALAŞIMIN KAYNAK YAPILABİLİRLİK ÖZELLİĞİ YOK"
    DO KAYIT
    LOOP
ENDIF

**** ATMOSFERE KARŞI DİRENCİ ****
IF ATMKOR = "E" AND ATMOSFER > 2
    P1=P1+ ATMOSFER
ENDIF
IF ATMKOR="E" AND ATMOSFER < 3
    P1=0
    ACIK1="BU ALAŞIMIN ATMOSFERE KARŞI DİRENCİ YOK"
    DO KAYIT
    LOOP
ENDIF

**** DENİZ SUYUNA KARŞI DİRENCİ ****
IF DENKOR = "E" AND DENİZSUYU > 2
    P1=P1+ DENİZSUYU
ENDIF
IF DENKOR="E" AND DENİZSUYU < 3
    P1=0
    ACIK1="BU ALAŞIMIN DENİZ SUYUNA KARŞI DİRENCİ YOK"
    DO KAYIT
    LOOP
ENDIF

**** SICAK ÇATLAMA DİRENCİ ****
IF SICAK = "E" AND CATLAMA > 2
    P1=P1+ CATLAMA
ENDIF

```

```

IF SICAK="E" AND CATLAMA < 3
    P1=0
    ACIK1="ALAŞIMIN YÜKSEK SICAKLIKLARDA ÇALIŞMA ÖZELLİĞİ YOK"
    DO KAYIT
    LOOP
ENDIF

ACIK1=SPACE(40)
TOPLAM=SAY*5

DO KAYIT

ENDDO

USE ALASIM
SET ORDER TO 2
GO TOP
SIRA1=0
DO WHILE NOT EOF()
    IF PUAN < 0
        SIRA1=SIRA1+1
        REPLACE SIRA WITH SIRA1
    ENDIF
SKIP
ENDDO

* UYGUN ALAŞIM EKRANI *
DO A1.SPR

RETURN

*****
PROCEDURE KAYIT
*****
YZD1=0
IF TOPLAM < 0
    YZD1=(P1*100)/TOPLAM
ENDIF
REPLACE PUAN WITH P1
REPLACE ACIKLAMA WITH ACIK1
REPLACE YZD WITH YZD1
SKIP
RETURN

```

Şekil 4.13. Geliştirilen Uzman Sistemin Bilgi Tabanı Programı

BÖLÜM 5 SONUÇLAR

Hafif metal alaşımları içerisinde en çok uygulama sahası olan alüminyum alaşımlarıdır. Alüminyum alaşımlarının hafif olması, mekanik özelliklerinin alaşım cinsine göre çok geniş olması, korozyona dayanıklı ve dekoratif olmaları nedeniyle çok çeşitleri vardır. Bu yüzden alüminyum döküm alaşımlarının seçimi tablodan bakmakla yapılacak kadar basit olmayıp seçilecek alüminyum alaşımının mekanik ve diğer özellikleri istenen ihtiyaçları karşılayabilmelidir.

Uygun bir alüminyum döküm alaşımının seçimiyle, bu malzemenin arzu edilen şekil ve özellikte faydalı bir ürüne dönüştürülmesi kompleks bir işlem olup, problemin çözümü için farklı yöntemlerden yararlanmayı gerekli kılar. “Bilgi tabanlı sistem” kullanımında bu çözüm yollarından biridir. Bu sistem kullanıcının uzman bir insana başvurmak yerine bilgisayardan yararlanmasını sağlar.

Bu çalışmada, alüminyum döküm alaşımlarının seçimi için bilgi tabanlı sistem kullanılarak iki uzman sistem geliştirilmiştir. Her iki uzman sistem için de kullanılan uzman soruları alüminyum döküm alaşımları konusunda uzman olan bir kişinin bilgisinden yararlanılarak hazırlanmıştır.

Birinci uzman sistem için hazır paket program olan Vp-Expert kullanılarak alüminyum döküm alaşımının seçimi için bilgi tabanı hazırlanmış ve uygun alüminyum döküm alaşımının seçimi gerçekleştirilmiştir. Fakat bu paket programda veri tabanı olmadığından uygun alüminyum döküm alaşımının seçimi, her bir alaşım için ayrı kurallar yazılarak gerçekleştirilmektedir.

Geliştirilen ikinci uzman sistemde veri tabanı ve bilgi tabanı birlikte kullanılmıştır. Bu uzman sistem iyi bir veri tabanı programlama dili olan FoxPro for Windows ile yazılmıştır. Veri tabanı alüminyum döküm alaşımlarının tüm özelliklerini (kimyasal bileşim, mekanik özellikler, döküm ve işleme özellikleri, kullanım alanları) içerir. Alaşım seçiminde karşılaştırmalı prosedür kullanılarak, alaşımların özellikleri puanlanmış ve istenilen özelliği sağlamayan alaşımlar diğer puanları yüksek olsa bile seçim dışı bırakılmıştır. Program istenilen özellikleri sağlayan alaşımları en yüksek puana sahip alaşımdan başlayarak kullanıcıya sunabilmektedir. Program ayrıca kullanıcıya alaşımın kaçınıcı uygunluk sırasında olduğunu ve istenilen özelliklerin % kaçınıcı gerçekleştirebildiğini de göstermektedir.

Her iki uzman sistemle de uygun alaşım seçimi gerçekleştirilebilmektedir. Fakat paket programlarda bilginin kullanımı sınırlı olduğu için, FoxPro ile geliştirilen uzman sistem kadar etkin çalışmamaktadır.

BÖLÜM 6 TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Ciddi olarak ele alındığında malzeme seçiminin zorluğu ve yanlış malzeme seçimi durumunda maliyetlerde meydana gelen önemli miktardaki artış, malzeme seçimi probleminin çözümü için değişik yöntemlerden yararlanmayı gerektirmektedir. Malzeme seçiminde uzman bir insana başvurmak yerine bilgisayardan yararlanmayı sağlayan “Bilgi Tabanlı Sistem Kullanımı” günümüzde en geçerli yöntemlerden biridir. Bunun önemli nedenlerinden biri, son yıllarda bilgisayar teknolojisindeki hızlı gelişmeler ile fiyatlardaki düşüştür.

Bugün bilgi tabanlı sistemlerin geliştirilmesi için pekçok geliştirme aleti kullanılabilir. Bu çalışmada bunlardan iki tanesi kullanılarak aralarındaki farklar tesbit edilmiştir. Paket program kullanılarak geliştirilen bilgi tabanlı sistem, bilginin kullanımında bir çok kısıtlamayla karşı karşıya kalmaktadır. Bunun yanında çok az bir bilgisayar bilgisi olan bir insanın kullanabileceği kadar basit sistemlerdir. Konvansiyonel programlama dillerinden FoxPro ile geliştirilen bilgi tabanlı sistemde sınırsız bilgi kullanımı sağlanabilmektedir. Fakat bu sistemi geliştirmek için iyi bir bilgisayar bilgisiyle birlikte programlama dilini bilmek gerekir.

FoxPro ile geliştirilen uzman sistemde, malzeme seçimine bir uygulama olması amacıyla seçilen BS 1490 Alüminyum Döküm Alaşımını yerine istenirse diğer standartlardaki alüminyum döküm alaşımını veri tabanına girilip o standartdaki alaşımın için de en uygun alaşımın seçimi yapılabilir. Alaşım sayısı bakımından herhangi bir kısıtlama yoktur. Bu uygulamanın Vp-Expert paket programı yapılabilmesi için bilgi tabanını oluşturan kuralların o alaşımın için tekrar yazılması gerekir.

KAYNAKLAR

- [1] “Dünyada ve Türkiye’de Alüminyum”, TALSAD, 1971
- [2] YILMAZ, F., ŞEN, U., “Alaşımın Yapı ve Özellikleri”, SA.Ü. Adapazarı, 1996
- [3] CANKUT, S., “Alüminyum”, Alüminyum-Eleksol ve Etiket Tekniği, Galvonokimya Koll. Şti Yayınları, Sayı 2
- [4] Source Book on Selection And Fabrication of Alüminium Alloys, 1978
- [5] DeGarmo, E.Paul, Materials and Processes in Manufacturing, Sixth Edition, Collier Macmillan Publishers, London, 1984
- [6] “Properties and Selection of Metals”, Metals Handbook, V.1, Sixth Edition, American Society Metals ,Ohio, USA, 1961
- [7] “Recommended Practices for sand casting alüminium and Magnesium Alloys”, American Foundrymen’s society des Plainev, İll, Second Edition, 1965
- [8] Van Horn Kent R., “Alüminum”, Physical Metallurgy and Phase Diagrams, Properties, Pittsburg, 1967
- [9] Brick, Robert M., Garden Robert B., Phillips, A., “Structure and Properties of Alloys”, The Application of Phase Diyagrams to the Interpretation and Control of Industrial Alloy Sturctures, Materials Science and Engineering Series, 1965
- [10] D. Koshal, Manufacturing Engineer’s Reference Book, Butterworth-Heinemann Publ. Com., Oxford, 1993.
- [11] Colin, J. Smithells, Metal Reference Book, V. II, 1962
- [12] “The Right Alloy”, American Foundrymen’s Society, USA, 1969
- [13] Smith, F.H., The Properties and Characteristics of Alüminium Casting Alloys, U.K.
- [14] Mockler J.R., Developing Knowledge-Based Systems Using an Expert Systems Shell, Macmillan Publishing Company, Newyork, 1992
- [15] Olson David L., Courtney, James F., “Decision Support Models and Expert Systems”, Macmillan Publishers, Newyork

- [16] Freundlich, Y., "Knowledge Bases and Databases", IEEE Computer, Vol.234, No.11, 1990
- [17] Luce, T., "Using Vp-Expert, Mc. Grow Kill, 1992
- [18] Gündoğar, E., Fındık, F., "Developing Knowledge Based Systems for Material Selection and Application to Die Steels", DKSM'1996, 5th International Conference on Data and Knowledge Systems for Manufacturing and Engineering, Arizona, USA, 1996
- [19] Çakar, T., "Uzman Sistem Teknoloji ve Çizelgeleme Uygulaması", Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü., 1991
- [20] DeGarmo, E.Paul, Materials and Processes in Manufacturing, Sixth Edition, Collier Macmillan Publishers, London, 1994
- [21] McMahon C. A. and Pitt D.J. Hybrid Computer Databases Systems for Materials Engineering, Material and Design, Volume 16, Number 1, 1995
- [22] Uhlman, E., Ryden, L., Development of National Materials Database in Sweden, Materials and Design, 1987
- [23] Yanık, M., "Fox Pro ile Windows Programı Yazmak", Fox Pro for Windows, Beta Yayınevi, İstanbul, 1994
- [24] Microsoft Fox Pro User's Guide, Microsoft Corporation, U.S.A, 1993
- [25] Hawkins J.L., FoxPro 2.5 Programmer's Reference, Que Corporation, U.S.A, 1993

ÖZGEÇMİŞ

1974 yılında Adapazarı'nda doğdu. İlk ve orta öğrenimini aynı ilde tamamladı. 1990 yılında girdiği İ.T.Ü. Sakarya Mühendislik Fakültesi Metalurji Mühendisliği Bölümünden 1994 yaz döneminde mezun oldu. Aynı yıl Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Metalurji Mühendisliği Anabilim dalına girmeye hak kazandı.

Nisan 1995 yılında Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'ne Araştırma Görevlisi olarak atanan Günsel KOCABIÇAK halen bu göreve devam etmekte olup, evlidir.