



UZMAN SİSTEM YAKLAŞIMI İLE VİDA AÇMA OPERASYONLARI İÇİN KLAVUZ SEÇİMİ

Hüdayim BAŞAK

Gazi Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Makine Eğitimi Bölümü, Teknikokullar/Ankara

ÖZET

Bu çalışmada Leonardo uzman sistem paket programı kullanılarak makine kılavuzu ile vida çekme operasyonları için DIN standart normlarına göre kılavuz tipi belirleyen bir uzman sistem geliştirilmiştir. Tasarlanan program, vida çekilecek malzemeye, talaş tipine, kesme hızına, çalışma şartlarına vb. göre kullanıcıyı da yönlendirerek oluşturulan ortam için en uygun kılavuz tipini belirlemektedir.

Anahtar Kelimeler : Uzman sistem, Leonardo uzman sistem paket programı, Vida açma operasyonu

SCREW SELECTION FOR SCREW OPERATION USING EXPERT SYSTEM APPROACH

ABSTRACT

In this study, a expert system has been developed using Leonardo expert system package programming for screw operation, According to DIN standard norm. The designed program decide the most suitable screw type considering to material, cutting speed, working condition etc. This program also directs to user.

Key Words : Expert system, leonardo expert system package program, Screw operation

1. GİRİŞ

Yapay zeka (YZ) son yıllarda dikkatleri üzerine çeken yeni bir teknolojidir. YZ alanındaki araştırmalar zeki davranışa sahip bilgisayar sistemlerini geliştirmeye ağırlık vermektedir. Asıl amaç olarak YZ, insanın zeki davranışlarını bilgisayar ortamında simule etmeye çalışır. YZ, insanın zeka gerektiren davranışlarının özelliklerini taklit eden bilgisayar sistemlerini tasarlamak ve geliştirmekle uğraşan bilgisayar bilimi branşdır ve ilk kez 1956 yılında ABD’de düzenlenen bir konferansta ortaya atılmıştır. Bu konferansta bazı bilim adamları zeka ile donatılmış bilgisayar programlarının gerçekleştirilme olasılığının araştırılmasını önermişlerdir. İlk YZ programları ve YZ kılavuz dili LISP bu dönemlerde ortaya çıkmıştır. Zeka kavramı, karmaşık ve izafi olduğu için bilimsel yönteminin tanımlanması zordur. YZ

birbirini bütünleyen iki bakış açısına göre ele alınabilir (Poul, 1991). Birincisi bilgisayarın bir model veya teoriyi test etmek için kullanıldığı, zekanın çalışma biçimlerinin incelenmesini kapsar. Bu bakış açısı tanımaya yönelik bir tür yöntem önermektedir. Daha pragmatik olan diğeri ise bilgisayarın genellikle insan zekasına özgü kapasitelerle donatılması için sarf edilen çabalarla ilgilidir. Bilgilerin edinilmesi, algılama, düşünme, karar verme ve benzeri avantajlar bu ikinci bakış açısına aittir.

YZ, özü bakımından çok disiplinlidir. Bir sistemin oluşturulmasında bilgi tekniklerine geniş ölçüde başvurur. Bununla beraber YZ köklerini başka disiplinlerden de alır. Bunlar mantık ve bilişsel psikoloji, ergonomi, felsefe, sinir bilim ve biyoloji gibi disiplinlerdir. YZ pek çok alanda kullanılmaktadır. Bunlardan bazıları;

- Makina görme yeteneği,
- Konuşmayı tanıma,
- Robotik,
- Ses tanıma,
- Tabi dil işleme,
- Desen tanıma,
- Makinanın öğrenmesi,
- Uzman sistemlerdir (Gülesin, 1995).

Yapay zekanın uygulandığı alanlardan biri olarak göze çarpan ve yeni bir araştırma alanı olan uzman sistemler, tasarımcılara pek çok avantajlar sağlamaktadır. Bu sistemler uzmanlık isteyen bütün alanlarda yaygın olarak kullanılabilirler. Uzman sistemlerle geliştirilen yazılımlarla, bir uzmana ihtiyaç duyulmaksızın veya uzmanın çok az bir desteği ile problemlerin çözümüne gidilmeye çalışılmaktadır. Uzmanlar kendi alanlarında yeterli tecrübe ve bilgi birikimine sahiptir. Eğer bilgisayar programları bu bilgi ve tecrübeyi kullanabilirlerse onlar da ilgili alanda yüksek performansta başarılı olabilirler. Bu varsayım uzman sistemin bu zamana kadar ki kısa sayılabilecek tarihinde ispatlanmıştır. Kısaca uzman performans, uzman bilgi ile doğru orantılıdır. Bir makine parçasının imalatının gerçekleşmesinde kullanılan modern yöntemlerden (Bilgisayar Destekli Üretim (CIM), Bilgisayar Destekli Tasarım (CAD), Bilgisayar Destekli İşlem Planlama (CAPP) vb.) imalat sonrası bu parçanın pazarlamasından, müşteri taleplerinin değerlendirilmesine kadar uzman sistem teknikleri kullanılarak üretimin daha verimli kılınması hedeflenir (Kayır ve Gülesin, 1996). Üretimin artırılması ve dolayısıyla üretim zamanının minimuma indirilmesi günümüz imalat endüstrisinin üzerinde yoğunlaştığı önemli unsurlardandır. Bundan dolayı imalat ve işleme maliyetlerini en aza indiren ve üretime esneklik kazandırabilen imalata yönelik yeni metodlara ihtiyaç duyulmaktadır (Demirci ve ark., 1997). Son yıllarda yapılan çalışmalar kullanılan uzman sistemlerin üretimi artırdığı, kaliteyi yükselttiği ve en önemlisi de maliyeti azalttığını ortaya çıkarmıştır (Özdemir ve ark., 1993). Makina ve imalat sektöründe uzman sistemler özellikle tecrübeye ve bilgiye dayalı kararların alınmasında çok fazla kullanım alanına sahiptir (Gopolakrishan 1989; Jang ve Bagchi, 1989; Pham, 1988; Alto ve ark., 1994). Tecrübeye ve bilgiye dayalı kararların alınması yapılacak operasyon türü, kesme şartlarının ne olacağı, delik tipi (kör delik, boydan boya delik) vb. sorulardan oluşmaktadır. Bu sorulara cevap bulabilmek için Bilgisayar Destekli İşlem Planlaması (BDİP) sistemleri geliştirilmeye çalışılmıştır. Fakat BDİP sistemleri insan tecrübesi ve bilgisinin gerektiği yerlerde yetersiz kalmıştır.

Bundan dolayı, geliştirilen BDİP sistemlerine uzman sistem tekniklerinin adaptasyonu araştırılmaktadır (Pham, 1988; Kayır 1996). Üretim ile ilgili işlemlerdeki bazı muhakeme gerektiren işleri otomatikleştirmek içinde uzman sistem teknikleri başarılı bir şekilde kullanılabilir. Yapılan işlemlerin otomatikleştirilmesi ve etkisinin artırılabilmesi için çok fazla miktarda bilgiyi ve muhakeme kurallarını bilgi tabanında saklamaya müsaade ettiklerinden dolayı uzman sistem tekniklerini kullanmak daha avantajlıdır (Paszek ve Knosala, 1997).

Üç eksenli CNC (bilgisayarlı nümerik kontrol) freze tezgahlarında, karmaşık yüzeylerin üretilmesi için, kesici seçimi yaparak işlem planlaması problemlerini çözmek maksadıyla bir uzman sistem geliştirilmiştir (Smith, 1990).

Prizmatik parçalar için hazırlanmış bir işlem planlama sistemi olan ICAPP (bilgisayar yardımıyla işlem planlama), Yüzey frezeleme, çevresel frezeleme, delik delme, delik büyütme ve havşa açma gibi temel işlemler için hazırlanmıştır (Eskicioğlu ve Davies, 1983).

Muthsam ve Mayer (1990), Prizmatik parçaların işlem planlaması için bir uzman sistem çalışması yapmışlardır. Frezeleme ve delik büyütme işlemleri için kesici seçimi ve işlem planlaması gerçekleştirilmiştir.

Kesici takımların ve kesme şartlarının belirlenmesinde bilgi tabanlı bir sistem Prolog dili kullanılarak Arezoo ve Ridgway (1990) tarafından Hybrid bilgi tanımlama yöntemi (mantık ve kural tabanlı) kullanılarak geliştirilmiştir.

TIPPS, yapay zeka ve karar ağaç yaklaşımlarını kullanır. Sistem prosedür bilgisi tanımlamak için PKI (Process Knowledge Information) diye adlandırılan özel bir dil ve parça veri girdisi olarak CAD sınır temsili modelleri kullanır. Sistem, frezeleme ve delme operasyonları için kullanılır. Kullanıcı, imalat işlemleri, sırası, işleme parametreleri ve zaman hesabını yapmak için işlenecek yüzeyleri işaret eder (Chang ve Wysk, 1984).

2. UZMAN SİSTEMLER

Uzman sistem özel bir uzmanlık alanında uzman bir insanın davranışlarını simüle edebilen bir bilgisayar programıdır. Bu bilgisayar programı, alan ile ilgili bilgiyi saklamaya ve zeki kararlar almaya yeteneklidir (Burge, 1988; Koçhan ve ark., 1988; Stewart ve ark., 1989). Uzman sistemlerin

geliştirilmesinde klasik programlama dilleri (Pascal, C++ vb.) kullanılabilir. Ancak temelde karakter ve kelime eşleştirme tekniğine dayalı işlem yaptıkları için yapay zeka programlama dilleri olan PROLOG ve LISP programlama dilleri tercih edilmektedir (Liebowits, 1989).

Uzman sistemlerin genel özellikleri şunlardır:

- Özel bir uzmanlık alanı ile sınırlıdır.
- Muhakeme yöntemini açıklayabilir.
- Yeni bilgiler eklenerek gelişmeye uygundur, büyüdükçe uzmanlığı artar.
- Uzmanlığı temsil etmek için olgu ve kurallar kullanılır.
- Kurallarla açıklanamayan bilgi varsa diğer bilgi temsil yöntemleri kullanılabilir.
- İdeal bir uzman sistem;
- Bilgi tabanı,
- Muhakeme ünitesi,
- Kullanıcı arabirimi,
- Bilgiyi alma ünitesi,
- Açıklama ünitesinden meydana gelir (Gülesin, 1995; Paszek ve Knosala, 1997).

2. 1. Bilgi Tabanı

Özel tecrübeye dayalı bilginin saklandığı veri tabanına denir. Kural ve olgulardan meydana gelir. Olgular, nesnelere arasındaki ilişkilerden, sınıflandırmalardan ve açıklamalardan ibarettir ve basit İngilizce gramer yapısına sahiptir. Örneğin;

The operation is turning
Türkçe'de aynı cümle;
Operasyon tornalama'dır

Kurallar ise problem alanı ile ilgili kavramlar arasındaki mantıksal ilişkileri tanımlar. Kullanılan uzman sistem paket programında kurallar IF (eğer) ve THEN (öyleyse) cümleleri olarak iki ana kısma ayrılır. Şart cümleleri birbirleriyle "AND" kelimesi ile bağlanır. Sonuç cümlesi ise THEN kelimesinden sonra gelir. Kullanılan Leonardo uzman sistem paket programı İngilizce cümle yapısına uygun olduğu için IF, AND, THEN, IS, ARE, HAVE, HAS vb. anahtar kelimeler dışındaki kelimeler Türkçe yazılarak kurallar Türkçeleştirilmiş olur. Aşağıda Türkçeleştirilmiş bir kural görülmektedir.

RULE: 3

İF

"Kullanım alanı is alan1 and
"Talas türü" is "Uzun talas" and
"Y. İşlemi" is işlem1 and
"Çalışma şartı" is şart1 and

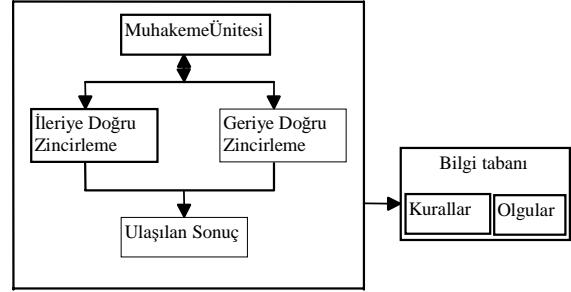
"Delik tipi" is "Kor delik" and
"Kesme hızı" >= 10 and
"Kesme hızı" <= 20 and
"Kılavuz dis üstü çapı" >= 4 and
"Kılavuz dis üstü çapı" <= 9

THEN

"Kılavuz tipi" is "DIN 371- N10303"

2. 2. Muhakeme Ünitesi

Bilgi tabanına bağlı problem çözümünde çözüme ulaşmanın genellikle tek ve açık bir yöntemi yoktur. Böylece her safhada muhtemel çözümü bulmak için birkaç yolun araştırılması gerekir. Genellikle bilgi tabanındaki tüm kuralların muhakemesi Şekil 1'de görüldüğü gibi iki ana teknikle gerçekleştirilir (Edmund ve Rober, 1990; Pham, 1988)



Şekil 1. Muhakeme sisteminin yapısı

İleriye Doğru Zincirleme (Forward Chaining): Muhakeme ünitesi; problemin en başından başlayarak (IF) sonuç kısmına (THEN...) ulaşmasıdır. Bu yöntem tümevarım mantığı ile çalışır. Bütün kuralların şartı sağlayıp sağlamadığı gözönünde tutularak sonuca ulaşılır. Eğer şartlar sağlanıyor ise "THEN" kısmında varılan yargı doğrudur. Bu cümle şartlara göre elde edilen sonuçtur (Kumara ve ark., 1988).

2. 3. Geriye Doğru Zincirleme (Backward Chaining)

Muhakeme Ünitesi problemi çözerken kuralın sonu olan (THEN) cümlesi ile başlar ve şart cümlesi (IF) tatbik edilerek çözüm bulunur. Yani bu tür zincirleme tümdengelim ilkesini temel olarak alır ve sonuç kısmını sağlayacak bütün kuralları tek tek inceler (Kayır, 1996). Geriye doğru zincirlemenin genişlik ölçekli ve derinlik ölçekli olmak üzere iki şekli vardır. Genişlik ölçekli geriye doğru zincirleme; o anda eldeki amaca çözüm bulmak için tüm kuralların sonuç kısmını kontrol eder ve çözüm bulamazsa kuralların şart kısımlarına bakar. Derinlik ölçekli geriye doğru zincirleme ise; eldeki amaca çözüm bulmak için ilgili bir kural bulur ve bu kuralın önce şart kısmına bakar. Bu kuralın şart

kısmı sonuca götürmezse başka bir kural arar (Gülesin, 1995).

2. 4. Kullanıcı Arabirimi

Kullanıcı ile sistem arasındaki iletişimi sağlar. Genellikle, neden ve nasıl sorularına cevap veren bir açıklama ünitesini içerir.

2. 5. Bilgi Alma Ünitesi

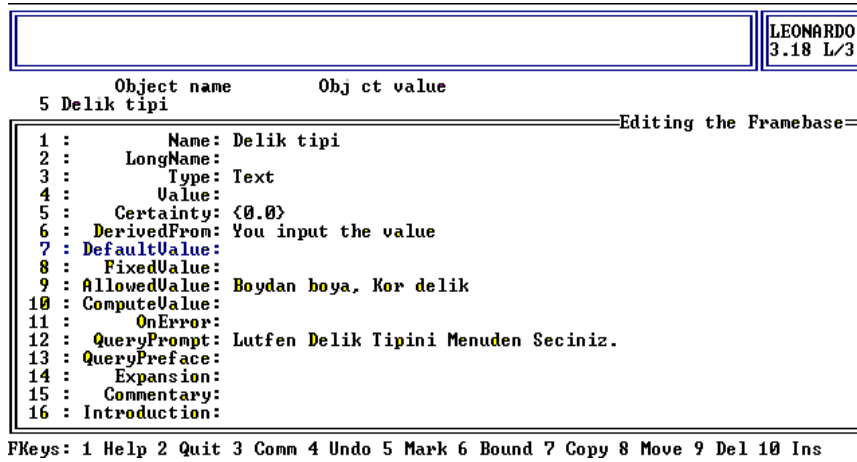
Kullanıcıya, bilgi tabanındaki kurallar ve olguları düzeltme, ekleme ve çıkartma yapma imkanı sağlar.

2. 6. Açıklama Ünitesi

Muhakemenin nasıl yapıldığını açıklar. Ayrıca kullanıcı ile iletişim anında bazı sorular sorar ve kullanıcı da neden bu soruyu sorduğunu bilmek isterse Açıklama Ünitesi gerekli açıklamayı yapar (Gülesin, 1995; Alto ve ark., 1994).

2. 7. Çerçeveseler

Nesneleri tanımlamak için hiyerarşik veri yapılarıdır. Uzman sistem içinde kullanılan veriler çerçeveler tarafından organize edilirler (Milaric, 1986). Çerçeveler karşılıklı boş olan ve herbir nesneye ait bir özelliği gösteren özniteliklerden oluşmaktadır. Bu öznitelikler, nesnenin özellikleri, diğerleri ile ilişkileri, sınırlama açıklamalarından meydana gelen öznitelik değerleri tarafından doldurulabilir. Öznitelik değerleri sayısal, sembolik ve alfasayısal gibi tipik verilerdir. Çerçeveler miras alma (bilgiyi başka çerçevelere taşıyabilme) özelliğine sahiptirler. Bu sayede hiyerarşide daha aşağıda olan bir çerçevenin hiyerarşide daha yukarıda olan çerçevelerden bazı özellikleri alabilmesine imkan sağlanır (Winstanley, 1991). Şekil 2’de leonardo uzman sistem paket programında hazırlanmış ve ismi yüzey islemi olan bir çerçeve örneği verilmiştir.



Şekil 2. Leonardo uzman sistem paket programına ait çerçeve örneği

3. LEONARDO UZMAN SİSTEM PAKET PROGRAMI

Leonardo, uzman sistem uygulamalarını gerçekleştirmek için hazırlanmış bir uzman sistem paket programıdır. Leonardo, uzman sistemlerin geliştirilmesi ve tasarlanması için gerekli tüm imkanları içermektedir. Bilgi tabanı, uzmanlık bilgisinin temsil edilmesi için kullanılan kurallar ve nesnelere meydana gelir. Bilgi tabanında basit nesnelere yanısıra, ekran düzeni ve prosedürler gibi ilave bilgileri içeren nesnelere de bulunur. Uzman sistem paket programları sayesinde uzman bir kişinin bilgileri bilgisayara aktarılıp diğerlerinin kullanımına sunulabilir ve uzman olmadığında bu sisteme danışılabilir. Uzman sistem paket

programları klasik bilgisayar programlarından farklıdır.

Klasik programlama dilleri ile uzun süre alacak bir uzman sistem geliştirme, bu tür paket programlar sayesinde daha kısa sürede hazırlanabilir. Klasik programlama dillerinde (Pascal, Fortran, C++ vb.) geliştirilen programlar problemleri programcının düşündüğü tek tip yöntemle çözerler ve bu programlama dillerinin kendi kendilerine karar verme yöntemleri yoktur (Pham, 1988; Winstanley, 1991).

Leonardo uzman sisteminin bilgi tabanında "seek" komutuyla bir nesne adı tanımlanır. Program bu nesneyi sonuçlanması gereken ana amaç olarak algılar. Leonardo paket programı çalışma anında bilgi tabanındaki kuralların içerdiği şartları sağlamak için ilgili nesneye ait soruların yer aldığı

çeşitli özellikteki ve tipteki ekran menülerini kullanmaktadır. İngilizce olan bu menüler çerçeve fonksiyonu ile Türkçeleştirilir.

4. GELİŞTİRİLEN BİLGİ TABANI, YAPISI VE KULLANIMI

Leonardo uzman sistem paket programında geliştirilen bilgi tabanı 53 kural ve bu kuralların içerdiği 42 çerçeveden meydana gelmiştir. Geliştirilen sistem 22 farklı malzemeye makina normları ile vida çekmek için DIN standart normlarında klavuz tipi önermektedir. Program bilgi tabanında, “seek” komutuyla “klavuz tipi” adında ana amaç nesnesi tanımlanmıştır. Klavuz çekilecek malzemeye karar verildikten sonra kullanıcıya sırasıyla talaş türü, delik tipi, kesme hızı ve çalışma şartı sorulmaktadır. Tüm bu sorulara verilecek cevaplar için kullanıcı, önceden seçmiş olduğu klavuz çekilecek malzemeye göre program tarafından yönlendirilmektedir. Böylece kullanıcı klavuz çekilecek malzemeye en uygun standart klavuz tipine ulaştırılmaktadır. Paket programda kullanılan bütün değerler mevcut firma katalogları, takım tezgahları ile ilgili kitaplar ve yapılmış olan deneysel bulgulardan alınarak program bilgi tabanına girilmiştir.

4. 1. Klavuz Tipi Seçilmesi

```

LEONARDO
3.18 L/3

Paslanmaz celik
Editing the Framebase

1 : Name: Malzeme
2 : LongName:
3 : Type: Text
4 : Value: Paslanmaz celik
5 : Certainty: <1.0>
6 : DerivedFrom: You input the value
7 : DefaultValue:
8 : FixedValue:
9 : AllowedValue: Celik, Aluninyum, Pirinc, Imalat celigi,
10 : Sementasyon celigi, Paslanmaz celik, Kuresel grafitli dokum,
11 : Otomat celigi, Aluninyum alasilari, TIN kaplamali al.alas.,
12 : MS58 Pirinclar, Fiberglas plastikler,
13 : Celik dokumler, Yumusak malzemeler, Dokme demirler,
14 : Al-Mg-Cu alasilari, Paslanmaz celik, Alasilimli celik dokum, Bronz,
15 : Takim celikleri, HSS
16 : ComputeValue:

FKeys: 1 Help 2 Quit 3 Comm 4 Undo 5 Mark 6 Bound 7 Copy 8 Move 9 Del 10 Ins

```

Şekil 3. Malzemelerin çerçeveler kısmında tanıtılması

RULE: 49

IF

Malzeme is “Aliminyum alaşımları” OR
Malzeme is “Otomat Çeliği”

THEN

Hazırlanan program, önce “seek” komutuyla belirlenen “klavuz_tipi” ana amaç nesnesinin geçtiği ve buna ilk uyan kuralla işe başlar. Örneğin aşağıdaki kural seçilmiş olsun

RULE: 10

IF

“Kullanım alanı is alan3 and
“Talaş türü” is “kısa talaş” and
“Çalışma şartı” is sart2 and
“Delik tipi” is “boydan boya” and
“Kesme hızı” >= 6 and
“Kesme hızı” <= 10 and
“Klavuz dis üstü çapı” >= 4 and
“Klavuz dis üstü çapı” <= 9

THEN

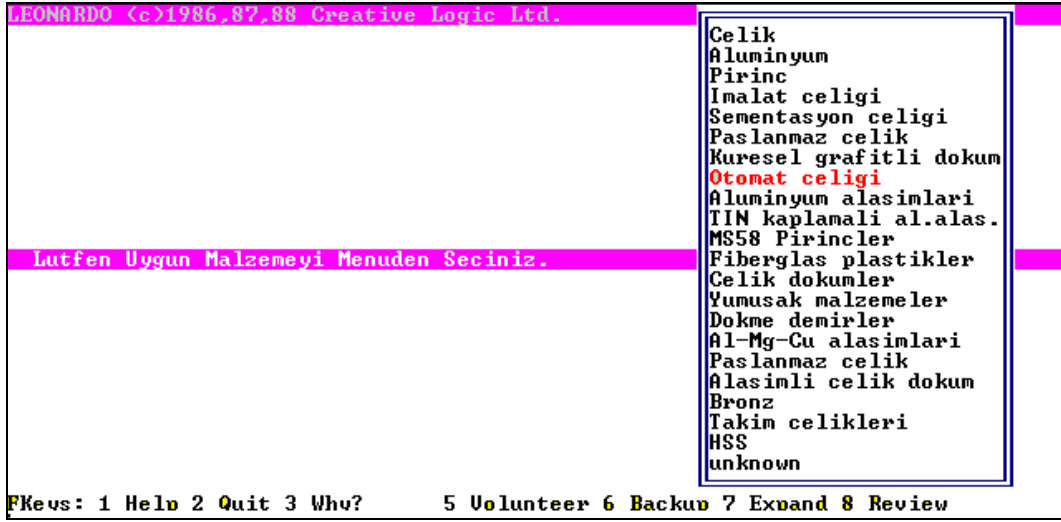
“Klavuz tipi” is “DIN 376- N 10336 ve N 10311”

Bu kuralın sonuç kısmının doğruluğunun ispatlanabilmesi için öncelikle kural içerisinde geçen şartların ispatlanabilmesi gerekir. IF kural cümlesinden hemen sonra gelen ilk şart “Kullanım alanı is alan 3” cümlesi ele alınır. Bu cümleye uyan alt kurallar araştırılır. Alan1 ve alan 9 arasında 9 ayrı alt kuralda klavuz çekilecek 22 çeşit malzeme gruplandırılmıştır. Muhakemenin bundan sonraki aşamasında alan 3 ile ilgili kurala gidilecektir.

Kullanım alanı is alan3”

Programda bulunan bütün ana kuralların ilk şartı olan malzeme nesnesi kendisi ile ilgili çerçeveler kısmında Şekil 4’ te gösterildiği gibi tanımlanmıştır. Bu sayede RULE 49’da alt kurallarda geçen ve malzeme olarak tanımlanan ilk

şart menüden seçilerek giderilir. Şekil 5 malzeme menüsünü göstermektedir.



Şekil 4. Malzemelerin verildiği ekran menüsü



Şekil 5. Malzemelere göre talaş türleri ekran menüsü

Bu menüden otomat çeliği seçildiğinde RULE 49 alt kuralı doğrulanmış olacak ve program kullanım alanını alan 3 olarak ana kuralda 2. şart cümlesine geçilecektir. Burada işlenen malzemenin oluşturduğu talaş türü kullanıcıya sorulmaktadır. Programda, kullanıcının girmiş olduğu vida çekilecek malzemenin oluşturacağı talaş türü ek menü ile verilmiştir. Bunu Şekil 6 da görmek mümkündür. Ekranın sol tarafında bulunan talaş türlerinin hangisinin üstünde durulursa ekranın sağ

köşesinde bu talaş türünün hangi malzemelerde olduğu görülmektedir. Dolayısıyla kullanıcı klavuz çekeceği malzemeye ait talaş türünü bu menüde bularak giriş tuşuna basacaktır.

Bu işlemden sonra kullanıcıya klavuz çekilecek deliğin tipi sorulmaktadır. Kullanıcı delik tipine yine hazırlanmış olan bir menü vasıtasıyla karar verecektir (Şekil 6).



Şekil 6. Delik tipi ekran menüsü

Delik tipi seçildikten sonra sıra çalışma şartlarının seçimine gelmektedir. Klavuz çekilecek malzemeye göre çalışma şartları alt kurallar olarak programda verilmiştir. Örneğin kural 13'te "Çalışması is sart1" şart cümlesi bizi sart1 cümlesinin geçtiği alt kurallara götürecektir.

RULE: 38
IF

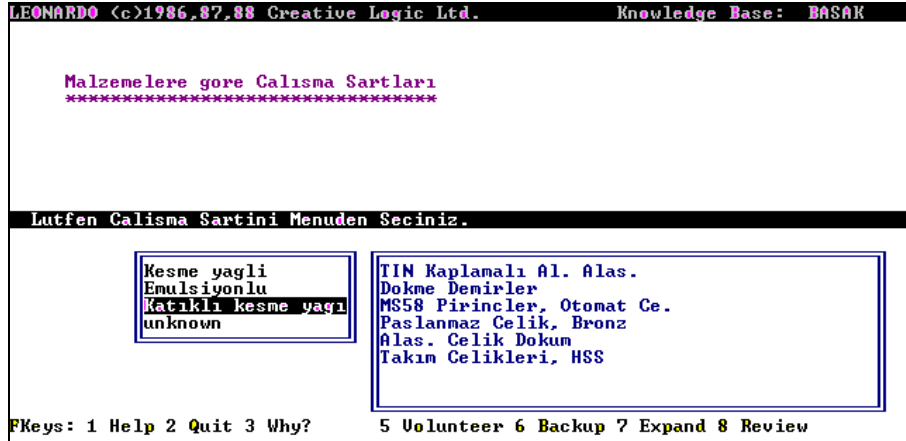
"çalışma sartı is "Katırlı kesme yağlı" OR

"çalışma sartı is "Emulsiyonlu"

THEN

çalışması is sart1

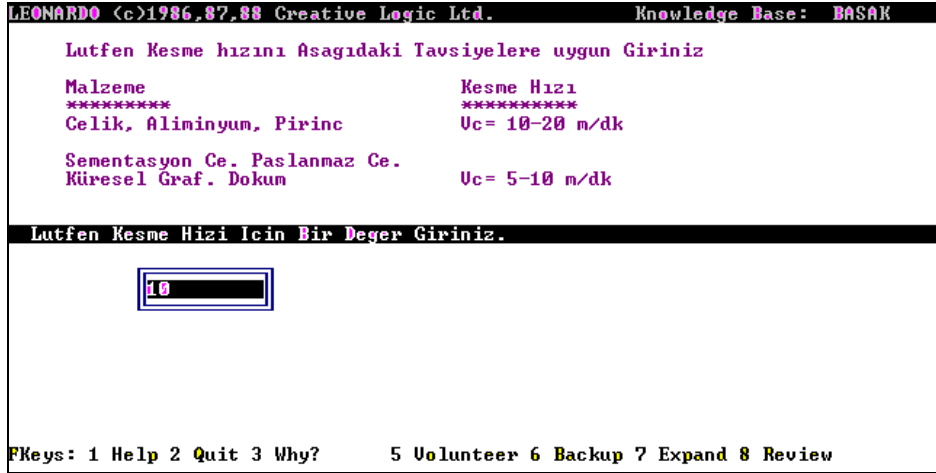
Kural 38 "çalışması is sart2" cümlesini ispatlamaya çalışacaktır. Bu kuralın gerçekleştirilebilmesi için kullanıcı aynı talaş türü seçimi için hazırlanmış olan menüye benzer bir menü vasıtasıyla yönlendirilmektedir. Çalışma şartları için yapılmış olan menü Şekil 7'de gösterilmiştir.



Şekil 7. Çalışma şartları ekran menüsü

Bu işlemden sonra kesme hızı seçimi yapılacaktır. Bu makalede ele alınmış olan bütün malzemelere uygun kesme hızı değer aralıkları programa yüklenmiştir. Kesme hızı girileceği zaman program kullanıcıya o zamana kadar oluşmuş olan şartlara göre en uygun kesme hızı değer aralıkları önermektedir. Kullanıcı malzemelere göre kesme hızı değer aralıklarını F7 tuşu ile görülebilmektedir. Kullanıcı bu sayede hangi kesme hızı değer aralığını kullanması gerektiğini öğrenmekte ve seçimini yapmaktadır (Şekil 8). Yapılan program bundan sonraki aşamada ise klavuz diş üstü çapının ne olduğunu kullanıcıya sormaktadır. Programda

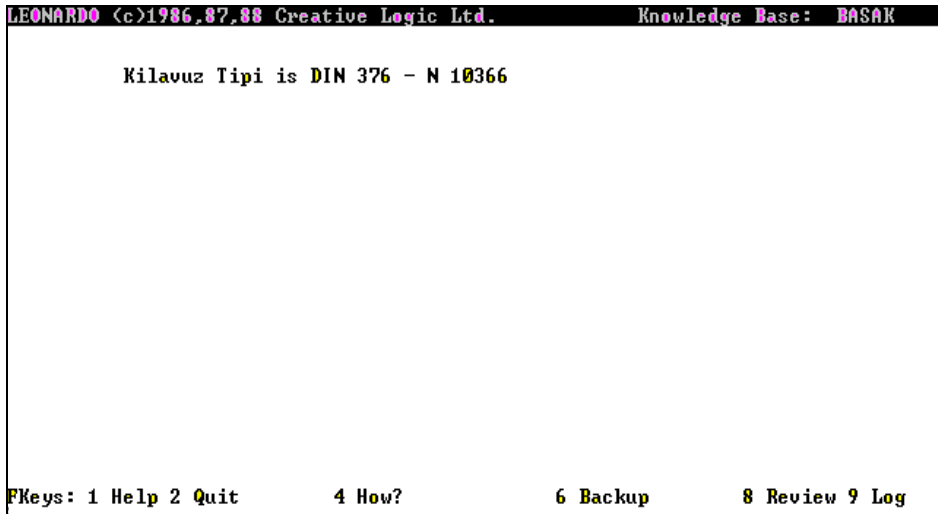
klavuz diş üstü çapının M4 - M9 arası için farklı M10 - M16 değeri için farklı klavuzlar önerilmektedir. Yani bu çalışma M4 ile M16 arasındaki klavuz çekilecek malzemeleri kapsamaktadır. Bu da Şekil 8'de kesme hızı girilmesi gibi ekrandan girilebilmektedir (Şekil 9). Bütün bu aşamalardan sonra şartların hepsi yerine getirilerek DIN normuna göre standard klavuz tipi belirlenecektir (Şekil 10). Şekil 11 Leonardo uzman sistem paket programının bu sonuca nasıl ulaştığını, "HOW" (nasıl) sorusuna cevap vererek göstermiştir.



Şekil 8. Kesme hızı seçimi için ekran menüsü



Şekil 9. Diş üstü çapı seçimi için ekran menüsü



Şekil 10. Klavuz tipinin DIN standartlarına göre seçilmesi


```

Select MS-DOS Prompt

To find if Kilavuz Tipi was DIN 376 - N 10366 I used MainRuleSet, rule:

rule: 10
if 'Kullanım alanı' is alan3 and
'Talas turu' is 'Kısa talas' and
'Y.islemi' is islem1 and
'Delik tipi' is 'Boydan boya' and
'Calismasi' is sart2 and
'Kesme hizi' >= 6 and
'Kesme hizi' <= 15 and
'Kilavuz dis ustü capi' > 9 and
'Kilavuz dis ustü capi' <= 16
then 'Kilavuz tipi' is 'DIN 376 - N 10366'

Kullanım alanı      alan3
Talas turu          Kısa talas
Y.islemi            islem1
Delik tipi          Boydan boya
Calismasi            sart2
Kesme hizi          10.00
Kilavuz dis ustü capi 10.00

FKeys: 1 He n to previous screen

```

Şekil 11. Sonuca nasıl ulaşıldığını gösteren ekran

5. SONUÇ

Yapılan bu çalışmada vida çekme işlemleri için klavuz tipi uzman bir sistem yardımıyla bilgi tabanındaki ilgili kurallar ve nesnelere işleme tabi tutularak ve muhakeme yöntemleri kullanılarak belirlenebilmektedir. Verilen malzemeye, bu malzemenin oluşturacağı talas türüne, kesme hızına, çalışma şartlarına ve açılacak vidanın metrik ölçüsüne bağlı olarak en uygun klavuz tipi seçilmektedir. Böylece bir uzmana ihtiyaç duyulmadan bir üretim işlemi için seçim verimli bir şekilde sonuçlandırılmaktadır.

Program aşağıdaki eklemelerle genişletilebilir;

- Programın bilgi tabanına eklenecek ek kurallar ve çerçeveler ile sistemin seçiciliğinin artırılması
- Klavuz tip sayısı artırılarak daha zengin kullanımın sağlanması
- Paket programın ek özelliklerinden faydalanılarak (prosedür, grafik çıktıları gibi) daha etkili kullanımın hedeflenmesi

6. KAYNAKLAR

Alto, A., Dassisti, M. and Galantucci, D. 1994. "An expert System For Reliable Tool-Replacement Policies In Metal Cutting", Journal Of Engineering For Industry, Vol 116, pp. 405-407

Arezo, B., Ridgway, K., 1990. "The Application of Expert Systems to the Selection of Cutting Tools and Conditions for Machining Operations", Proceedings of the 1st. International Conference on

AI and Expert System Manufacturing pp.113-126, March

Biegel, J. E. 1988. The Future Role of Expert System in Manufacturing, Computer Industrial Engineering, v 15, n 14, p. 473-475.

Burge, J. D. 1988. Decision Support Systemi Artificial Intelligence and Expert Knowledge System in Manufacturing Management, CAPP ASME, p. 201-212, USA.

Chang, T.C. and Wysk, R. A. 1984. "Integrating CAD and Cam Through Automated Process Planning", International Journal of Production Research, 22 (5), 877-894 .

Demirci, John, P. Coulter, S. I. Güçeri, 1997. "A Numerical and Experimental Investigation of Neural Network- Based Intelligent Control of Molding Processes", Journal of Manufacturing Science and Engineering, Vol. 119

Edmund, C., Rober, C. 1990. Developing Expert Systems, John Willey Inc.

Enclclopedia of Sscience of Tecnology, 1992 cilt 6, Mc Graw Hill.

Eskicioğlu, H. and Davies, B. J. 1983. "An Interactive Process Planning System for Prismatic Parts-ICAP", Anenals of the CIRP, Vol. 32/1

Eversheim, W., Fuchs, H. and Zons, K. H. 1980. "Automatic Process Planning with Regard to Production by Application of the Systems", 12th CIRP International Seminar in Manufacturing Systems, pp. 85-87.

Gopalakrishan, B. 1989. "Computer Integrated Machining parameter selection In a Job Shop Using Expert System", Journal Of Mechanical Working Technology, Vol 20, pp. 163-170 .

Gülesin, M. 1995. Sanayide Uzman Sistem Uygulamaları, Ders Notları, Ekim.

Jang, H. S., Bagchi, A. 1989. "Tool Selection in Machining By Integration Of A Data Base and Rule Based System", Journal Of Mechanical Working Technology, Vol 20, pp. 25-34.

Kayır, Y., Gülesin, M. 1996. "Makina ve İmalat Mühendisliğinde Uzman Sistemler", Makina Market, (3), 100-104, Eylül.

Kayır, Y. 1996. Prolog Dili Kullanarak CNC Freze Tezgahları İçin Otomatik Parça Programı Türetme Sistemi, Yüksek Lisans Tezi, G. Ü. F. B. E.

Koçhan, D., Fichtner, D. Oelschlegel, J. 1988. Aspects of Knowledge Based System in Manufacturing Engineering, Intelligent Manufacturing SystemII, Elsevier Science Publisher B. V.

Kumara, S. T. R., Joshi, S., Kashyap, R. L., Modie C. L., Chang T. C., 1988 Expert System in Industrial Engineering, CAPP, SME, p. 157-173, USA.

Liebowitz, J. 1989. Danial A., Structuring Expert systems, Prentice - Hall, Inc.

Milaric, M. R. 1986. How to Built Expert Systems, Annals of CIRP, 35 (2), 445-450.

Muthsam, H., Mayer, C. 1990. "An Expert System for Process Planning of Prismatic Workpieces", Proceedings of the 1st. International Conference on

AI and Expert System Manufacturing pp. 211-220, March.

Özdemir, A., Aslan, E., Şeker, U. ve Söylemez, E. 1993. "İmalatta Uzman Sistemler", Mekatronik Tasarım Modelleme ve Çalışma Toplantısı, TÜBİTAK-MODISA.

Paszek, R. Knosala, 1997. "The Method of the Knowledge Representation İn an Expert System for Metal Cutting Engineering", Journal of Materials Processing Technology, Vol 64, 319-326.

Pham, D. P. 1988. "Expert System in Mechanical and Manufacturing Engineering", The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 3, 3-21.

Postlethwaite, P. A. Atack, I. S. Robinson, 1990 "The Improved Control for an Aluminium Hot Reversing Mill Using the Artificial İntelligence and Expert System in Manufacturing, Proceeding of the 1st International Conference, 20-21 March .

Poul, C. 1991. Yapay Zeka, İletişim Yayınları, İstanbul.

Smith, G. 1990. "An Expert Planning System for Complex Surface Manufacture", Proceedings of the 1st. International Conference on AI and Expert System Manufacturing pp. 201-210, March.

Stewart C. D., Wallece W. Boswell C. 1989. The Development of a Knowledge Based Process Planning System, Advances in Manufacturing Technology Conference, Huddersfield Poltechnic, p. 265-268.

Winstanley, G. 1991. Artificial İntelligence in Engineering Newyork.