

FANUC KONTROLLÜ CNC İŞLEME MERKEZİ ARIZALARININ TEŞHİSİNDE KULLANILMAK ÜZERE BİLGİ TABANLI UZMAN SİSTEM GELİŞTİRİLMESİ

Figan DALMIŞ*, Erdem UÇAR, İbrahim S. DALMIŞ

Özet

Bu çalışmada kalıpcılık sektöründe yaygın olarak kullanılan Fanuc 18imb kontrol ünitesi CNC işleme merkezleri için bilgi tabanlı bir uzman sistem geliştirilmiştir. Geliştirilen uzman sistem işletmelere hızlı ve ekonomik bir şekilde uzmanlık bilgisi sağlayarak kendi bünyelerinde arıza teşhisi ve makine onarımı yapmalarını sağlamaktadır. Bu sistemin fakülte ve meslek yüksek okulların çeşitli bölüm müfredatlarında yer alan Hata-Arıza Arama derslerinde öğretim materyali olarak kullanılabilmesi de öngörülmektedir. Geliştirilen CNCEXP adındaki uzman sistem Delphi programlama dili kullanılarak programlanmıştır. Programda bilgi tabanı olarak Excel çalışma sayfaları kullanılmıştır. Sistemin çıkarım mekanizması ve bilgi tabanı ayrı tasarlandığı için sadece bilgi tabanındaki bilgiler değiştirilerek aynı sistemden farklı alan bilgisine sahip yeni bir uzman sistem kolayca geliştirilebilir. Bilgi tabanı güncellenebilir niteliktedir.

Anahtar Kelimeler: Uzman sistem, Arıza teşhis, CNC işleme merkezi, Fanuc kontrol ünitesi

DEVELOPMENT OF A KNOWLEDGE-BASED EXPERT SYSTEM USED FOR ERROR DIAGNOSIS OF FANUC CONTROLLED CNC MILLING MACHINE

Abstract

In this study, a knowledge-based expert system has been developed for the diagnosis of computer numerically controlled(cnc) milling machine with fanuc 18ibm control unit. These machines are heavily used in mold making workshops. The developed system provides a very fast and cost-efficient fault diagnosis help to users by supplying rare expertise knowledge. By using this expertise knowledge, users will find the reason of a fault and repair the machine themselves like a domain expert. It is also predicted that this system will be used as a teaching material for the Error/Fault Diagnosis lessons at the faculties and vocational schools. The developed system called CNCEXP has been programmed in Delphi language, and Excel work sheets have been used as a knowledge base. Inference engine and knowledge base are separated from each other. Thus the main advantages of this separation is to simplify the development of an expert system in different domain by replacing knowledge stored in the knowledge base of the developed system. Knowledge base of the developed system can be update easily.

Key words: Expert system, Fault diagnose, CNC milling machine, Fanuc control unit

1. Giriş

Uzman sistemler yapay zekanın uygulama alanlarından birisi olup özel bir takım problemlerin çözümünde, uzmanların bilgisini ve çıkartım sürecini taklit etmeyi amaçlayan danışman programlardır (Turban, 1990; Allahverdi, 2002). Uzman sistemlerin arkasındaki temel fikir

* Namık Kemal Üniversitesi Teknik Bilimler M.Y.O., Tekirdağ. E-posta: fdalmis@nku.edu.tr

alana-özel geniş bilgi kitlesi olan uzmanlığın insandan bilgisayara aktarılmasıdır. Uzman sistemlerin geliştirilmesindeki en sıkıntılı aşama uzman kişiden uzmanlık bilgisinin elde edilmesi sürecidir (Chu ve Hwang, 2008). Bilgiler elde edildikten sonra bilgisayara depolanarak uzman sistemin bilgi tabanı oluşturulur. Bilgisayar, depolanan bu bilgiler üzerinde çıkarım yaparak bir sonuca ulaşır ve bir insan uzman gibi kullanıcıya talimatlar verir. Talimatlar mantıksal bir ilişki kurularak hazırlanır. (Turban ve Aronson, 2001). Uzman sistemler kritik karar destek ve problem çözme süreçlerinde sosyal ve teknolojik hayatın birçok alanında kullanılır hale gelmişlerdir.

Aşağıda uzman sistemlerin genel özellikleri verilmiştir (Rychener, 1988):

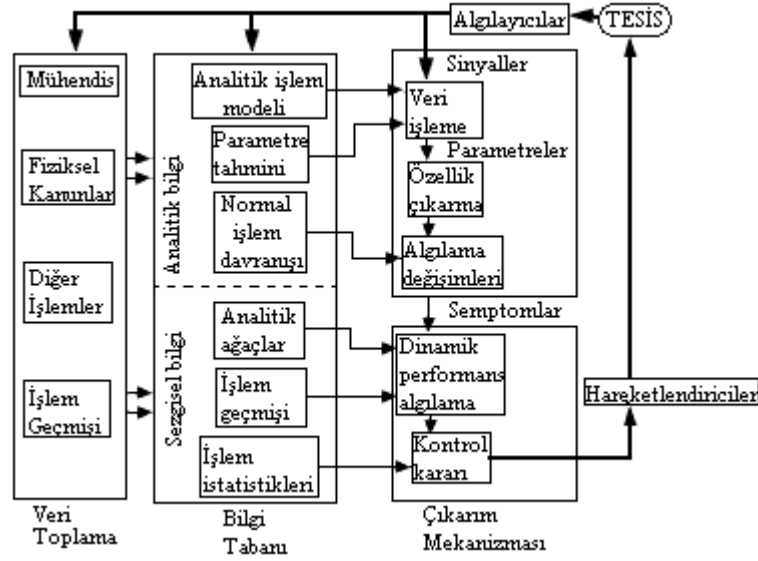
- Cevapları açıklayabilmesi ve doğrulaması
- Çıkarım işlemlerinin insan uzmanlarınıninkine yakın olması
- Çözüme ulaşılmasında önemli olan problem durumlarının özelliklerini özetleyebilmesi ve belirtebilmesi
- Yeni bilgi parçaları eklenerek kademeli olarak büyüyebilmesi

Uzman sistemler kural tabanlı sistemlerdir. Kural tabanlı sistemler bilgisayar sistemlerinde insan bilgisini anlama ve öğretme çabası içindedir (Wiig,1994). Bilgi tabanı, çıkarım mekanizması, bilgi mühendisliği aracı ve özel kullanıcı ara yüzü bu sistemlerin dört ana bileşenidir (Dhaliwal ve Benbasat, 1996). Kural-tabanlı sistem terimi, uzman sistemler, kural-tabanlı sistemler, aynı bilgiler üzerinde çalışanlar için geliştirilen programlar ve veritabanı yönetim sistemleri(DBMS) gibi organizasyonlara ait önemli bilgileri yönetmede yardımcı olacak bütün bilgi teknolojisi uygulamalarını içerir (Laudon ve Laudon, 2002).

Kural-tabanlı bir uzman sistem, uzman kişiden elde edilen bilgiyi IF-THEN gibi kurallar olarak sunan bir sistemdir. Kurallar çıkarım yapmak için kullanılmaktadır. Çıkarımlar ise kural veya bilgi tabanındaki bilgiler hakkında muhakeme yapılmasını sağlayan ve sonuçları biçimlendiren bilgisayar programlarıdır. Kural-tabanlı sistemlerin bazı uygulamaları şu şekilde sayılabilir: durum geçiş analizleri, üretim planlama, psikiyatrik tedavi, danışman sistem, öğretim, elektronik güç planlama, otomobil süreç planlama, sistem geliştirme, bilgi doğrulama/onaylama, DNA histogram yorumlama, bilgi tabanı bakımı, zamanlama stratejisi, bilgi edinme, bilgi gösterimi, haberleşme sistemlerinin hata teşhisleri, malzeme işleme tasarımları, olasılıklı hata teşhisleri, tarımsal planlama ve dizel motorların koruyucu bakım ve teşhisi, eğitici sistemler, yer bilimleri, ve algılayıcı kontrol sistemleri (Liao, 2005).

2. MODERN ÜRETİM SİSTEMLERİ VE UZMAN SİSTEMLER

Endüstriyel süreç kontrol sistemlerinde, tepki zamanının önemli olduğu çözümlerde, gerçek-zamanlı uzman sistemlerin avantajı çok büyüktür. Gerçek-zamanlı uzman sistemlerin kullanılmasında ana sebep operatörlere olan bilişsel yüklenmeyi azaltmaktır. Operatörlerin üzerindeki yük azalınca operatörler de zamanın kritik olduğu acil durumlarda özgürce karar verebilecektir. Kararlar daha güvenilir ve tutarlı olarak alınacaktır. Özellikle geleneksel tekniklerin kullanıldığı yaklaşımlarda başarısız olduğunda veya bu yaklaşımların pratik olmaması durumunda gerçek-zamanlı uzman sistemlerin kullanılması daha uygundur. İnsanların bütün bilgiyi verimli bir şekilde izleyemediği, nadir olan görevlerin gerçekleştirilmesi ve yeni uzmanların eğitilmesinin pahalı olduğu veya insanların yeterince hızlı kontrol stratejisi geliştiremediği durumlarda gerçek-zamanlı uzman sistemlerin kullanılması çok büyük avantaj sağlar. Şekil 1' de gerçek zamanlı bir uzman sistemin bileşenleri görülmektedir (Liu, 2002).



Şekil 1. Gerçek zamanlı US bileşenleri

Guimaraes, Yoon, ve Clevenson (1996) kullanımda olan 130 uzman sistem üzerinde testler yaparak Uzman sistemin başarılı olabilmesinde çözülecek problemin önemi, geliştiricinin karakteristikleri, kullanılan kabuğun özellikleri ve daha az güvenilirlik ile son-kullanıcının karakteristikleri, son-kullanıcının işindeki istenilen etkiler ve kullanıcının ilgisi gibi etkenlerin çok önemli olduğu sonucuna ulaşmışlardır (Nurminen, Karonen ve Hätönen, 2003).

Modern üretim sistemlerinde amaç etkin bir kontrol sağlayarak düşük maliyetlerle yüksek kalitede ürün ortaya çıkarmaktır. Bunu başarmak için metal kesme işlemlerinde kullanılan takımın işe uygun seçilmesi, yüksek hassasiyetli tezgahların kullanılması (Coromat, 1994), takım aşınmasının takibi, kesme hızı ve derinliği, eğim açısı, kesme ilerlemesi, oluşacak arızalara anında müdahale edilmesi gibi faktörlere önem verilmelidir (Cakir ve Cavdar, 2006). Mookherjee ve Bhattacharyya (2001) kullanıcının gereksinimlerine göre tornalama takımını veya takma uçlarını, malzemeyi ve geometriyi otomatik olarak seçen bir uzman sistem geliştirmişlerdir. Geliştirilen bu sistemde gerektiğinde işlemeye göre farklı kesme parametreleri arasında geçiş de yapılabilmektedir.

Modern üretim sistemlerinin önemli bir bileşeni olan CNC tezgahlar son derece karmaşık girintili-çıkıntılı ve sert iş parçalarının mükemmel bir yüzey kalitesiyle, yüksek hızla ve hassas bir şekilde işlenmesine olanak tanır (Dinçel, 1999). Bu seri ve hassas imalatı yapan CNC' li sistemlerde kısa süreli bir arıza meydana gelse bile ilgili uzman kişiye ulaşamamak işletmeleri zor duruma sokmaktadır (Dalmış ve Uçar, 2007). CNC tezgahların daha güvenilir olması ve farklı bölgelerden ilgili bakım personelini beklemeksizin operatörlerin problemleri kendilerinin çözmesi üretim kayıplarını azaltmaktadır. Operatörler bilgi-tabanlı karar-destek sistemlerini kullanarak arıza bulma işlemlerini kendileri de kolayca yapabilmektedir (Marzi ve John, 2002).

Yüksek hızlı ve tutarlı bir arıza teşhisi CNC tezgahlar gibi karmaşık sistemler için çok gereklidir. CNC tezgahlardaki arıza teşhisi, kendi teşhis fonksiyonlarını kullanan en basit seviyeden tasarım açıklamalarını kullanan en yüksek uçlu seviyeye doğru farklı seviyelere ayrılabilir. Teşhis seviyesi yükseldikçe daha fazla bilgi ve uzmanlık gerekmektedir. Ayrıca CNC tezgahı oluşturan her bir alt sistem farklı teşhis stratejisi gerektirir. Üretim sistemlerinde

kullanılan ekipmanların çeşitliliği de arıza teşhisini zorlaştırır. Bu faktörler insan gücünü zorlar. Gereksiz parça değişimleri ve tezgahın durması da ekstra maliyetlere sebep olur (Bohez ve Thieravarut, 1997).

3. Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada Argo A850 Fanuc 18 imb kontrol üniteli CNC dikey işleme merkezi, tezgahın kullanım ve bakım kitapları, yetkili teknik servis personelinin geçmişteki arızalarda tuttuğu arşiv belgeleri, Delphi 2007 derleyicisi, Microsoft Excel ve bir kişisel bilgisayar kullanılmıştır.

Çalışmanın disiplin alanı olarak Argo A850 Fanuc 18 imb kontrol üniteli CNC dikey işleme merkezi tezgah arızaları seçilmiştir. Sistemi geliştirmeye bilgi tabanı oluşturularak başlanmıştır. Bilgi tabanındaki bilgiler aşağıda belirtilen yöntemler kullanılarak elde edilmiştir:

Belge İnceleme (Arşiv Kayıtları): Tezgahın kullanım ve bakım kitapları ile yetkili teknik servis personelinin daha önceki arızalarda tutmuş oldukları servis raporları incelenmiş ve gerekli notlar alınmıştır.

Görüşme: Tezgahı kullanan operatörlerle ve yetkili teknik servis personeli ile bireysel ve grup olarak yüz yüze konuşulmuş ve sorular sorulmuştur. Görüşmelerin sonucunda ortaya çıkan tutarlı bilgiler kaydedilmiştir.

Gözlem: Yetkili teknik servis personeli çalışırken gözlemlenmiştir. Çalışma esnasında uzmanın sesli düşüncelerinden arıza arama ve çözümü ile ilgili gerekli notlar alınmıştır.

Tezgahın kullanım ve bakım kitaplarından temel arıza bilgileri yani tezgahın kendi alarm sisteminde bulunan arızalar, yetkili teknik servis raporları ile görüşme ve gözlemlerden ise alarm sisteminde bulunmayan derin arıza bilgileri elde edilerek bilgi tabanı oluşturulmuştur.

Elde edilen bilgiler tezgahın nasıl işleme yaptığı, tezgahı oluşturan fiziki bileşenler, tezgahta meydana gelen ve gelebilecek arıza çeşitleri, bu arızaların çözülmesi ve önlenmesi için nasıl bir yol izlendiği, hangi arıza çeşitlerinin daha sıklıkla meydana geldiği şeklinde sıralanabilir. Hata ve arızalar tezgahı meydana getiren alt sistemlerin teknik özelliklerine göre beş ana sınıf altında toplanmıştır:

- Otomatik Takım Değiştirme (Otd) ve Magazin Hataları,
- Hidrolik-Pnömatik Sistemler ve Soğutma Üniteleri Hataları,
- Eksen Hataları,
- Otomatik Palet Değiştirme (Opd) Sistemi Hataları,
- Genel Hatalar

Fanuc 18 imb kontrol üniteli CNC dikey işleme merkezinin ana arıza sınıfları, arızalar, arıza sebepleri ve ilgili arıza oluştuğunda çözüm için yapılması gerekenler dört ayrı Excel çalışma sayfasına girilmiştir. Programın işlem adımları tablo 1’de verilmiştir (Dalmış ve Uçar, 2007).

Tablo 1. Geliştirilen programın işlem adımları

Adım	İşlem	Program Dosyası	Nesne/Method/Fonksiyon
1.	Başla	CNCEXP.exe	
2.	Uygulamanın Windows tarafından yüklenmesi	CNCEXP.dpr	Application. Initialize

3.	Uygulama pencerelerinin hafızada oluşturulması	CNCEXP.dpr	Application.CreateForm
4.	Ana formun hafızada oluşturulması	Main.pas	TMainForm.FormCreate
5.	Uygulamanın ana formunun görüntülenmesi	Main.pas	TMainForm.FormActivate
5.1.	MS Excel'in halihazırda çalışıp çalışmadığını kontrol et	Main.pas	TMainForm.FormActivate
5.2.	CNCEXP.xls dosyasını yükle	Main.pas	TMainForm.FormActivate
5.3.	CNCEXP.xls dosyasını oku	Main.pas	TMainForm.FormActivate
5.3.1.	CNCEXP.xls dosyasından okunan verileri görüntüle	Main.pas	TMainForm.UpdateFailures MainForm.UpdateCauses, TMainForm.UpdateRecs

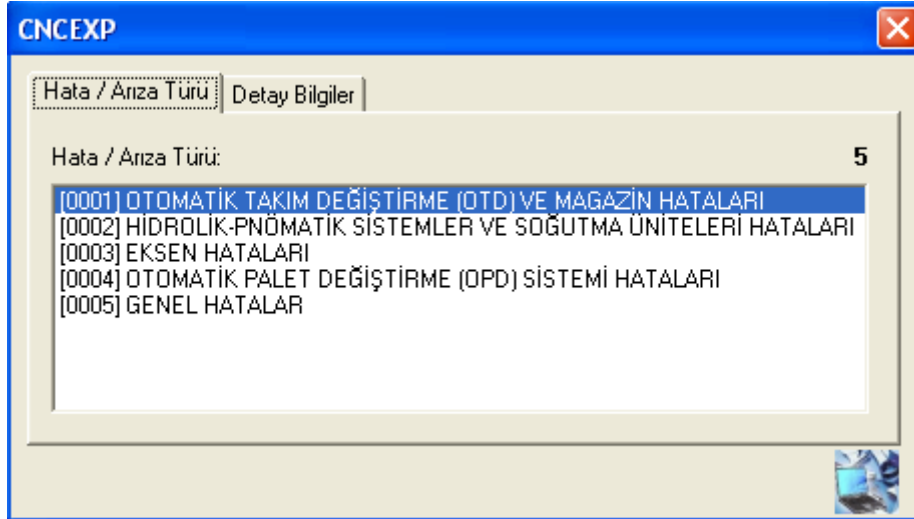
Geliştirilen uzman sistemde bilgi tabanı olarak şekil 2' de gösterilen Excel çalışma sayfaları kullanılmıştır.

No	Arıza/Hata Türü
1	OTOMATİK TAKIM DEĞİŞTİRME (O VE MAGAZİN HATALARI)
2	HİDROLİK-PNÖMATİK SİSTEMLER SOĞUTMA ÜNİTELERİ HATALARI
3	EKSEN HATALARI
4	OTOMATİK PALET DEĞİŞTİRME (O SİSTEMİ HATALARI)
5	GENEL HATALAR

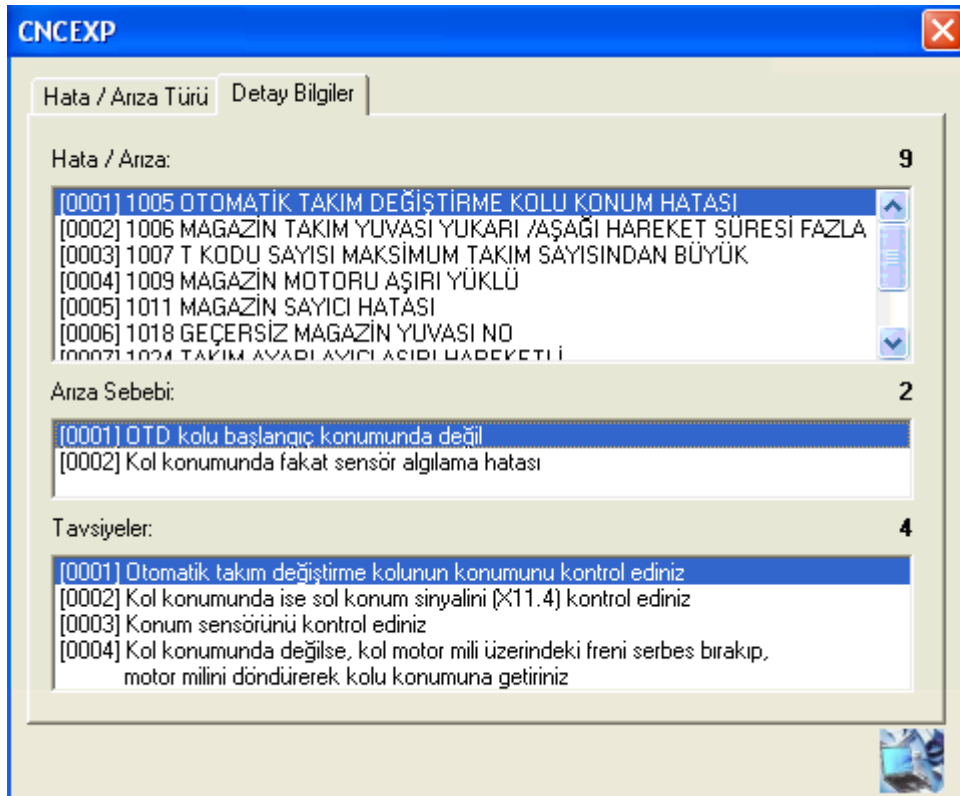
No	Tür Ref.	Arıza Tanımı
1	1	1005 OTOMATİK TAKIM
2	1	1006 MAGAZİN TAKIM
3	1	1007 T KODU SAYISI M
4	1	1009 MAGAZİN MOTOI
5	1	1011 MAGAZİN SAYIC
6	1	1018 GEÇERSİZ MAG/
7	1	1024 TAKIM AYARLAY
8	1	2024 TAKIM ÖMRÜ SC
9	1	2111 OTOMATİK TAKIM
10	2	1002 HİDROLİK POMP
11	2	1010 MİL SOĞUTMA H

Şekil 2. CNCEXP' de Sebepler ve Tavsiyeler Excel çalışma sayfasından birer görüntü

Şekil 3 ve şekil 4' te CNCEXP programı çalışırken alınan görüntüler verilmiştir. CNCEXP ara yüz programı ve bilgi tabanı tezgah operatörünün bilgisayarına kurulacak ve operatör bir sorunla karşılaştığında bilgisayarındaki bu programa çevrimdışı olarak başvurarak arıza sebebini bulacak ve tavsiyeler kısmındaki bilgileri sırayla kontrol ederek sorunu çözebilecektir. Böylece işletmeler yetkili teknik servis personelinin gelmesini beklemeden arızayı kendi bünyelerinde teşhis edip tezgahı çalışır hale getirebileceklerdir.



Şekil 3. CNC EXP ana hata menüsü



Şekil 4. CNC EXP detay bilgi ekranı

4. Sonuç

Bu bildiriye, imalat ve kalıpcılık sektöründe yaygın olarak kullanılmakta olan Fanuc 18 imb kontrol üniteli CNC dikey işleme merkezinde oluşan arızaların çözümünde kullanılmak üzere tasarlanan bilgi-tabanlı bir uzman sistem sunulmuştur. Geliştirilen sistemin amacı kalıp imalatı yapan işletmelerdeki hata/arıza arama konusunda bilgi sahibi olmayan ve uzmanlara ulaşmada sıkıntı yaşayan tezgah operatörlerine hızlı ve güvenilir bir şekilde uzmanlık bilgisi vererek en kısa zamanda tezgahın tekrar çalışır duruma getirilmesini sağlamaktır. Sorunu kendi bünyelerinde çözen işletmeler hem tezgâhın işleme yapamamasından kaynaklanan mali zarardan hem de yüksek maliyetteki teknik servis bedellerinden kurtulmuş olacaklardır.

Bu çalışmada da her uzman sistem tasarlama sürecinin karşılaştığı ortak sorun olan uzmanlık bilgisinin toplanması aşamasında bazı sıkıntılar yaşanmıştır. Teknolojik gelişmelere ayak uyduramayan bazı uzmanlar bireysel bilgi paylaşımında gönülsüz olsalar da toplu görüşmelere katılmışlardır. Görüşme, gözlem ve belgelerin incelenmesi ile elde edilen bilgiler derlenerek bilgi tabanı oluşturulmuştur. Kullanıcılar tarafından sistemin test edilmesiyle de bilgi tabanının etkin olduğu kanıtlanmıştır.

Geliştirilen program işe yeni girmiş olan ve henüz bu sektörde deneyimi olmayan teknik servis personelinin yetiştirilmesinde de kullanılabilir. Deneyimli bir teknik servis elemanının yetişmesi yıllar sürmektedir. Böyle bir elemanın teknik servis veren işletmeden ayrılması ile bütün deneyimler de kaybedilmektedir. İşletmeler kendi uzman sistemlerini tasarlayarak ve bilgi tabanlarını sürekli güncelleyerek bu bilgi kaybını engelleyebilirler.

Araştırmanın materyalini oluşturan tezgâh Namık Kemal Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu makine atölyesinde bulunmakta olup geliştirilen bu sistemin yüksek okul bünyesinde verilen hata-arıza arama derslerinde öğretim materyali olarak kullanılabilmesi öngörülmektedir.

KAYNAKLAR

Allahverdi, N. (2002). Uzman Sistemler Bir Yapay Zeka Uygulaması, Atlas Yayın Dağıtım, İstanbul.

Bohez , E. L. J., Thieravarut, M. (1997). Expert System for Diagnosing Computer Numerically Controlled Machines: a case-study, Computers in Industry, Vol 32 (3), 233-248.

Cakir, M.C., Cavdar, K. (2006). Development of a Knowledge-based Expert System for Solving Metal Cutting Problems, Materials & Design, Vol 27 (10), 1027-1034.

Dalmış, F., Uçar, E. (2007). Ch Robofil 290 Cnc Tel Erozyon Tezgahlarındaki Arızaların Tesbiti Amacıyla Bir Uzman Sistem Geliştirilmesi, Ulusal Meslek Yüksekokulları Sempozyumu, Bergama.

Dhaliwal, J. S., Benbasat, I. (1996). The use and effects of knowledgebased system explanations: theoretical foundations and a framework for empirical evaluation. Information Systems Research, 7, 342–362.

Diñel, M. (1999). CNC Takım Tezgahları, Trakya Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarım Makineleri Bölümü, Lisans Bitirme Tezi, p3-15.

Guimaraes, T., Yoon, Y., Clevenson, A. (1996). Factors important to expert systems success—A field test. Information and Management, 30(3), 119–130.

Laudon, K. C., Laudon, J. P. (2002). Essential of management information systems (5th ed). Englewood cliffs, NJ: Prentice Hall.

- Liao, S-H. (2005). Expert System Methodologies and Applications- a decade review from 1995 to 2004, *Expert Systems with Applications*, Vol 28 (1), 93-103
- Liu., W. (2002). Real-time Fault-tolerant Control Systems, *Expert Systems*, 267-304
- Marzi, R., John, P. (2002). Supporting Fault Diagnosis Through a Multi-agent-architecture, *Mathematics and Computers in Simulation*, Vol 60 (3-5), 217-224.
- Mookherjee, R., Bhattacharyya, B. (2001). Development of an Expert System for Turning and Rotating Tool Selection in a Dynamic Environment, *Journal of Materials Processing Technology*, Vol 113 (1-3), 306-311.
- Nurminen, J.K., Karonen, O., Hätönen, K. (2003). What Makes Expert Systems Survive Over 10 Years-empirical evaluation of several engineering applications, *Expert Systems with Applications*, Vol 24 (2), 199-211.
- Rychener, M. D., Ed. (1988). *Expert Systems for Engineering Design*. Academic Press, San Diego.
- Sandvik Coromant. (1994). *Modern metal cutting*.
- Turban, E. (1990). *Decision Support and expert Systems*, Macmillan Pub. Comp., USA.
- Turban, E., Aronson, J. E. (2001). *Decision support systems and intelligent systems*, sixth Edition (6th ed). Hong Kong: Prentice International Hall.
- Wiig, K. M. (1994). *Knowledge management, the central management focus for intelligent-acting organization*. Arlington: Schema Press.