

Vidaların Açılmasında Kesici Uç Seçimi Yapan Bir Uzman Sistem

Yunus KAYIR^{a,*}, Serkan GÜNEŞ^b, Ercan DEMİRER^a

^{a,*}Gazi Üniversitesi İmalat Mühendisliği Bölümü, 06500, Teknikokullar, Ankara, Türkiye

^bGazi Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü, 06570, Maltepe, Ankara, Türkiye

MAKALE BİLGİSİ

Alınma: 03.07.2018
Kabul: 22.10.2018

Anahtar Kelimeler:

Diş açma,
Kesici uç,
Uzman sistem,
Kappa-PC

***Sorumlu Yazar:**

e-posta:
vkayir@gazi.edu.tr

ÖZET

Makine parçalarının montajında genelde, vida açılmış bağlantı elemanları kullanılmaktadır. vida açma, talaşlı imalat operasyonlarından biridir. Açılan vidanın geometrisi, kritik bir öneme sahiptir. Kullanım yeri ve amacına göre farklı geometrilere sahip vidalar kullanılmaktadır. Bununla birlikte, vida profili, kullanılan kesici uç (insert) geometrisi ile doğrudan ilişkilidir. Piyasada, vida açma işlemlerinde kullanılan çok farklı tip ve özelliklere sahip kesici uçlar bulunmaktadır. Dolayısı ile en uygun kesici ucun belirlenmesi, uzman olmayanlar için zor ve zaman alıcı olabilmektedir. Bu çalışmada dış çapa ve delik içine vida açma operasyonları için en uygun kesici ucu seçen, ExpertTS adı verilen bir uzman sistem geliştirilmiştir. Sistemin bilgi ve kural tabanı, dünya üzerinde yaygın olan kesici katalog verileri kullanılarak tasarlanmıştır. ExpertTS, Kappa-PC uzman sistem paket programı ile geliştirilmiştir. Sonuç olarak, geliştirilen sistem, kesici ucu bir uzmana ihtiyaç olmadan kolayca seçilebilmektedir. Böylelikle de vida açma işlemlerinde doğru ve hızlı karar verme sağlanmıştır.

DOI: 10.30855/GJES.2018.04.03.004

An Expert System Selected Insert Cutting Tools in Machining Of the Screws

ARTICLE INFO

Received: 03.07.2018
Accepted: 22.10.2018

Keywords:

Machining screws,
Insert cutting tools,
Expert systems,
Kappa-PC,

***Corresponding**

Authors
e-mail:
vkayir@gazi.edu.tr

ABSTRACT

Generally, the screwed fasteners are used to assemble the machine parts. The screwed method is one of the basic machining operations. The screwed geometry is of critical importance. The screws are manufactured for different geometries to satisfy the aims in the using place. Moreover, There are directly relationship between geometry of the screws and geometry of the insert cutting tools. Also, a lot of cutting tools whose types and specifications are different from each other must be used to machine the screws in the market. So, it is a very important point to select the appropriate cutting tools before machining the screws. That can be a challenge and take a long time for none experts. In this study, an expert system which is called expertTS has been developed for selection the cutting tools (inserts) to manufacture internal and external screws. The knowledge base and rules base of the system were designed by using data of the cutting tools catalogue that is widely over the world. The expertTS is designed with Kappa_PC expert shell programs. As a results, the expertTS can identify the insert cutting tool easily without an expert. To make decision rightly and quickly were provided in the machining screws by the system.

DOI: 10.30855/GJES.2018. 04.03.004

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Diş açma, talaşlı imalatta kullanılan yöntemlerden (tornalama, frezeleme, delik delme, vb.) biridir. İmalatın gerçekleştirilmesinde yapılan hatalar, elde edilen ürünlerin (örneğin cıvata, somun, vb.) kullanıldığı yerlerde, problemler çıkarmasına sebep olabilmektedir. Bu problemler, parça bazında etkili olabileceği gibi tüm bir sistemi etkileyebilecek düzeyde de olabilmektedir. Piyasa da vidalar, açılan diş profili, kullanım yeri ve amacına göre değişiklikler göstermektedir. Diş açma işleminde kullanılan kesici uç, dişin profilini doğrudan etkilemektedir. Diş çekme operasyonu için en uygun kesici takımın belirlenmesi zaman almakta ve uzmanlık gerektirmektedir. Piyasada bulunan kesici katalogların taranması, en uygun kesici ucun bulunması, başlı başına bir sorun olabilmektedir. Bununla birlikte, verilen kararın doğru veya yanlış olması imalatın sonucunu etkileyebilmektedir. Uzman olanlar dahil olmak üzere alınacak kararlarda, kişinin içinde bulunduğu psikolojik durumların etkili olduğu bilinmektedir. Dolayısı ile kesici belirleme sürecinde karar verme inisiyatifi en aza indirmek ve hazırlık sürelerini azaltmak büyük öneme sahiptir. Dolayısı ile bu yönde yapay zeka tekniklerinde faydalanılarak birçok çalışma yapılmaktadır.

Yapay zekâ, birçok alanda kendisine yer bulan bir tekniktir. Yapay zeka birbirini bütünleyen iki bakış açısına göre ele alınabilir [1]. 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.

Son yıllarda makine-imalat sanayisinde birçok problemin çözümünde Yapay Zeka tekniklerinin kullanıldığı görülmektedir. Yapay Zeka tekniklerinden biri olan uzman sistemler, uzmanlık gerektiren talaşlı imalat yöntemlerinde de kullanımı günden güne artmaktadır. Uzman sistemler, genel olarak konunun uzmanı/uzmanları tarafından yapılan görevleri yerine getiren programlardır. Uzman sistem programları uzmanlık bilgisini ve problemleri çözmek için gerekli bilgiyi kullanma yeteneğini bir araya getirerek görev yaparlar [2]. Uzman sistem, bilgi tabanlı bir karar destek sistemi olarak çalışır [3]. Genel olarak uzman sistemler, bilgiyi işler ve

herhangi bir algoritmaya bağlı olunmaksızın program bilgi tabanındaki kuralları, olguları etkin bir şekilde kullanır [4]. Uzman sistemler, yapay zeka yöntemlerinden biri olup, problem çözmek için insan bilgisini ve tecrübesini yoğun olarak kullanan programlardır [5]. Bir uzman sistem, bir uzmanlık alanına dair problemleri çözmek üzere çalışan bilgi tabanlı bir sistem olarak çalışmaktadır. En genel olarak uzman sistemler; ele alınan bir uygulama alanındaki karışık problemleri çözmek amacı ile bir uzmanın düşünme işlemlerine ve aşamalarına benzer tarzda çalışıp hareket eden yazılım ve donanımlardan oluşan bilgisayar sistemleridir [6]. Günümüze kadar uzman sistemler ile ilgili birçok akademik çalışma gerçekleştirilmiştir.

Muthsam ve ark., gerçekleştirdikleri çalışmada [7] prizmatik parçaların işlem planlaması için bir uzman sistem geliştirmişlerdir. Frezeleme ve delik büyütme işlemleri için kesici seçimi ve işlem planlaması yapmışlardır. Eskicioğlu ve ark., ise çalışmalarında [8], prizmatik parçalar için hazırlanmış bir işlem planlama sistemi olan CAPP (Computer Aided Process Planning / Bilgisayar Destekli İşlem Planlama) sistemini yüzey frezeleme, çevresel frezeleme, delik delme, delik büyütme ve havşa açma gibi temel işlemler için hazırlamışlardır. Arezoo ve ark., kesici takımların ve kesme şartlarının belirlenmesi için, bilgi tabanlı bir uzman sistem geliştirme programı olan Prolog'u kullanmışlardır [9]. Usta, yaptığı çalışmada, Kappa-PC yazılımını kullanarak en fazla on ayrı işin aynı anda üretilmesi durumunda, imalat hücrelerini oluşturma işlemlerini gerçekleştiren, aynı zamanda tezgah işlem sıralamalarını ve hücredeki robotun bu işleri tezgahlara hangi zamanlarda ve hangi sıra ile yerleştirip-alması gerektiğini belirleyen bir uzman sistem geliştirilmiştir [10]. Uğras ve ark., yaptıkları çalışmada takım tezgahları için bara seçimine yönelik bir uzman sistem geliştirmişlerdir [11]. Başak, Leonardo uzman sistem paket programı kullanarak yapmış olduğu çalışmasında makine kılavuzu ile vida çekme operasyonları için DIN standart normlarına göre kılavuz tipi belirleyen bir uzman sistem geliştirmiştir. Yazılan program; vida çekilecek malzemeye, talaş tipine, kesme hızına, çalışma şartlarına vb. göre kullanıcıyı yönlendirerek oluşturulan ortam için en uygun kılavuz tipini önermektedir [12]. Telek ve ark., gerçekleştirmiş oldukları çalışmalarında Kappa-PC uzman sistem yazılımını kullanarak kullanıcının girdiği veriler doğrultusunda en uygun alışı öneren bir destek sistemi geliştirdiler [13]. Chougule ve ark. Tornalama operasyonları için en uygun karbür kesici takımı seçen

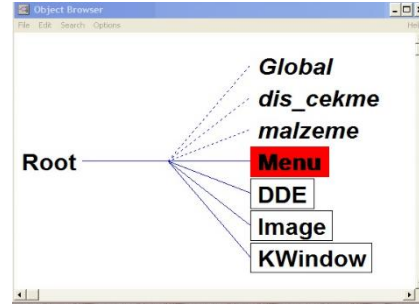
bir uzman sistem geliştirmiştir [14]. Uzman sistemi, Visual Basic 6.0 programı kullanarak tasarlamışlardır. Program algoritmasında If-Then yapıları ile kesicilerin ortak özelliklerini (ISO) tanımlamışlardır. Sistemin geliştirilmesinde yaygın kullanıma sahip kesici takım katalogları kullanılmıştır. Geliştirdikleri sistemde, kesicinin boyutları, tutucusu, kesme parametrelerini, kullanıcının yapacağı alın boyuna, kanal, delik delme gibi tornalama operasyonları için otomatik olarak belirlemektedir. Kayır ve ark. [15], Delik delme operasyonlarında yaygın kullanıma sahip takma uçlu (U-Drill) matkaplar için bir uzman sistem geliştirmişlerdir. Geliştirilen sistem, delinecek delik ölçüleri, tolerans bilgileri, delik konumu gibi bilgileri kullanıcı etkileşimli ve desteklenen görseller üzerinden alarak en uygun matkap tipine karar verebilmektedir. Sistemin geliştirilmesinde Kappa-PC paket programını kullanmışlardır. Şahin ve ark. [16], su içerisinde bitki yetiştirilmesine (hydroponics systems) yönelik bir uzman sistem geliştirmişlerdir. Geliştirilen sistem, başta bitki için dışarıdan girilen parametreleri, çevresel kontrolleri yaparak, bitkinin büyümesi için en uygun şartlar için düzenlemektedir. Girilen parametreleri, bitkini yetiştirilmesinde gerekli olan maliyetlerin düşürülmesinde iyileştirmektedir.

Uzman olanın zamanını aldığı, uzman olmayanların ise karar vermede zorlandığı dış açma operasyonlarına yönelik kesici belirlenebilmesi imalat için çok önemli bir süreçtir. Kesici takımın hatalı seçimi, dış açma operasyonun baştan başarısız olarak sonuçlanmasına sebep olmaktadır. Hem operasyonun gerçekleştirilmesindeki zorluklar ve hem de elde edilecek olan vidanın kalitesi bu durumu ortaya çıkaracaktır. Dolayısı ile Kappa-PC uzman sistem yazılımı ile dış açma operasyonları için kesici uç (insert) seçimini yapan bir uzman sistem geliştirilmiştir. Geliştirilen yazılımda görsel nesnelere ile basit ve anlaşılır kullanıcı ara yüzleri tasarlanmıştır. Kullanıcıların, program ara yüzleri üzerinden basit tercih ve veri girişleri yaparak kesici uç ve kesme parametrelerin belirlenmesi sağlanmıştır.

2. GELİŞTİRİLEN SİSTEM (THE DEVELOPED SYSTEM)

ExpertTS (Expert Threading System) adı verilen programın geliştirilmesinde Kappa-PC uzman sistem paket programı kullanılmıştır. Kappa-PC, kullanıcıya sunduğu birçok avantajından dolayı bu çalışmada tercih edilmiştir [15]. Kullanıcılarına, görsel nesnelere (edit, image, button, text, vb.), veri tabanı (DDE), MS Windows ve C++ programla ara yüzü gibi imkânları sunmaktadır. En önemli özelliği olan ağaç dalları

şeklindeki görsel bağlantılar (Şekil 1), nesne kullanımını kolaylaştırmakta ve daha anlaşılır kılmaktadır.



Şekil 1. Tasarlanan uzman sistemin yapısı
(Structure of the designed expert system)

Kappa-PC ağaç yapısı üzerinde nesne takibi, nesne silme ve ekleme gibi uygulamalar doğrudan fare tıklamaları ile yapılabilmektedir. Tüm bu işlemler için programın Şekil 1'de verilen *Object Browser* sayfası üzerinden kolaylıkla yapılabilmektedir. *Object Browser* sayfasında, soldan sağa doğru bir akış takip edilmektedir. Bir önceki nesneden alınan veriler bir sonraki nesneye aktarılmaktadır ve en son nesne kendinden önce gelen tüm nesnelerin özelliklerini barındırmaktadır. Koşulların gerektirmesi durumunda ek niteliklerin de yapıya eklenmesi mümkündür.

ExpertTS sisteminin geliştirilmesinde Kappa-PC içinde iki nesne oluşturulmuştur. İlk nesne: *dis_cekme* ve ikincisi ise *malzeme* adı ile tanımlanmıştır. Oluşturulan nesnelere, Şekil 1'de görüldüğü gibidir. Geliştirilen sistemin bilgi tabanında, *dis_cekme* nesnesi ile açılacak olan vida bilgileri, *malzeme* nesnesi ile de malzeme bilgileri tanımlanmıştır. Kullanıcının gireceği vida ve malzeme bilgilerine göre en uygun kesici ucun belirlenebilmesi için ExpertTS programı kural tabanında çok sayıda kural tanımlanmıştır. Kurallar tanımlanırken Malzeme ve vida bilgileri için piyasada yaygın kullanıma sahip bir kesici firma katalogu kullanılmıştır [17]. Katalogdaki standart (ISO) metrik vidalara yönelik bilgiler tek tek ele alınmıştır. Oluşturulan kuralları, üç grup altında toplamak mümkündür:

1. Kater tipi, kurallar ile kullanılacak olan kesici ucun bağlanmasında kullanılacak olan katerin yönü tayin edilmektedir. Bilindiği gibi kesici uçların bağlanmasında kullanılan katerler, açılacak olan vidanın yerine (delik içi ve dış çap) ve yönüne (sağ ve sol) göre tayin edilmektedir. Dolayısı ile kater belirleme kuralları bu bilgilere göre oluşturulmuştur. Aşağıda örnek bir kural verilmiştir.

```

IF
(dis_cekme: dis_yeri != Delik) AND
(dis_cekme: dis_yonu != SAG);
THEN
SetValue(dis_cekme: kater_yonu, IR);

```

2. Kesici uç geometrisi, krallar ile kullanılacak olan kesici ucun geometrik bilgisi çıkarılmaktadır. Kural, vida adımına ve kater yönüne göre kullanılacak olan kesici uç boyutunu belirlenmektedir. Elde edilen boyut, kesici kataloglarında her bir vida adımı için sınıflandırılan kesici uçları ifade etmektedir. Oluşturulan kuralın bir örneği aşağıda verilmiştir.

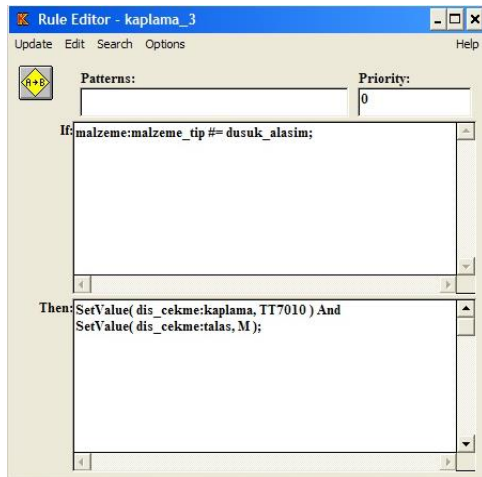
```

IF
(dis_cekme: dis_adim != 5.00) OR
(dis_cekme: dis_adim != 6.00) AND
(dis_cekme: kater_yonu != IR);
THEN
SetValue(dis_cekme:plaket_olcu, 27);

```

3. Malzeme grubundaki kurallar ile Vidanın açılmasında kullanılacak olan kesici ucun kaplama tipi, talaş kırıncısı belirlenmektedir. Kullanıcının seçeceği her bir malzeme için kurallar ayrı ayrı oluşturulmuştur (Şekil 2).

ExpertTS sisteminin geliştirilmesinde kullanılan Kappa-PC paket programında kuralların oluşturulmasında bir ara yüz kullanıma sunulmaktadır. Kullanıcı Şekil 2’de verilen *Rule Editor* sayfasında kurallara yönelik tüm işlemlerini (kural ekleme, silme, değiştirme, vb.) rahatlıkla yapabileceği imkânına sahiptir.



Şekil 2. İş parçası malzeme seçimi kuralı (A sample rule for the workpiece material)

ExpertTS programının tasarımında birbiri üzerinden geçişli 4 adet kullanıcı sayfası oluşturulmuştur:

1. Vida özellikleri belirleme (Şekil 3),
2. Malzeme belirleme (Şekil 4)
3. Sonuç görme (Şekil 5)
4. Açıklama (Şekil 6)

Program çalıştırıldıktan sonra açılan ekranda ilk olarak; ilk olarak *Vida özellikleri belirleme* (Şekil 3) sayfası ekranda görülür. Açılan sayfa üzerinde birde fazla tercih bölümü oluşturulmuştur:

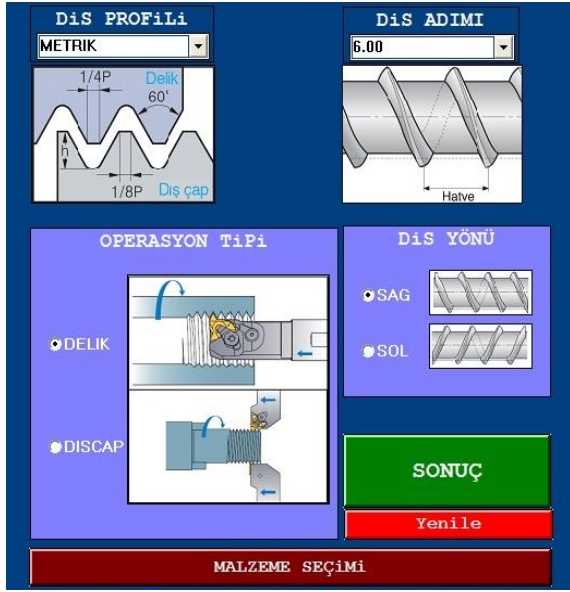
- Dış profili,
- Dış adımı,
- Operasyon tipi,
- Dış yönü.

Kullanıcı bu sayfa üzerinden sırası ile (solda-sağa) *Dış Profili* bölümünde, vidanın tipi (Metrik, Whitworth) seçer. Sayfa üzerinde kullanılan görsel nesne üzerinden dünya üzerinde yaygın kullanılan tüm vida tiplerini seçmek mümkündür. Fakat ExpertTS sistemi tasarlanırken ilk aşamada, ISO Metrik vida bilgileri kullanılmıştır. Dolayısı ile diğer vidalar için program kural tabanına yeni kurallar girildiğinde sistem daha geniş kapsamda çözüm üretebilecektir.

İkinci sırada ise, *Dis Adımı* ile açılacak olan vida adımını seçer. Burada, standart Metrik vidalara ait tüm adım değerleri girilmiştir.

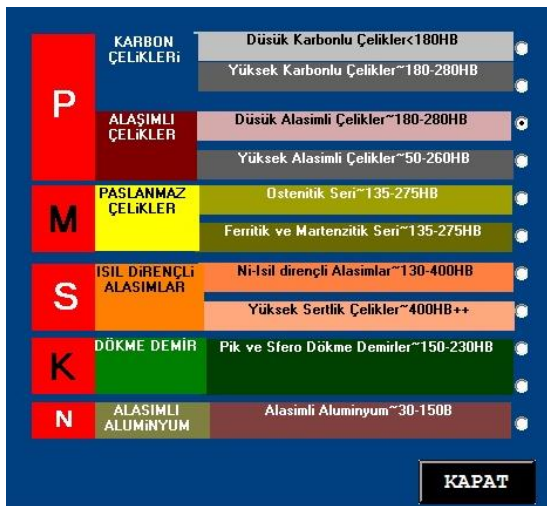
Üçüncü sırada ise *Operasyon Tipi* bölümünden vidanın açılacak olan yeri (delik, dış çap) seçilir. Bilindiği gibi dünyada en yaygın vida açma işlemleri, silindirik parçalar üzerine (Dış çap) ve delik içerisine yapılmaktadır.

Son olarak, *Dis Yönü* ile açılacak olan yönü belirlenir. Dünya üzerinde vidalar sağ helis (sağ yön) sol helis (sol yön) olmak üzere iki yönlüdür.



Şekil 3. Açılacak olan vida özellikleri
(The specifications of the screwed)

Bu seçimlerin ardından açık olan ekranda “Malzeme Seçimi” sekmesi tıklandığı işlenecek parça malzemesinin seçimini yapılacağı ikinci kullanıcı sayfası ekrana gelmektedir (Şekil 4). ExpertTS programı geliştirilmesinde ilk aşamada, ISO Metrik vida bilgileri kullanılmıştır [14]. İncelenen kesici kataloglarında, kesici uçların işlenecek olan malzemeler için sınıflandırıldığı görülmüştür. Dolayısı ile uzman sistemin geliştirilmesinde, dikkate alınan kesici katalogundaki malzeme kodları (P, M, S, K, N) program sayfası üzerinde verilmiştir.



Şekil 4. Vida açılacak malzemeler (The materials for machining screws)

Malzeme seçimi yapıldıktan sonra bu sayfa ile işlem biter. Kullanıcı sayfayı kapatmak için “Kapat” sekmesi tıklar. Sayfanın kapatılması ile ekrana ilk program sayfası (Şekil 5) tekrar gelir. Böylelikle de açılacak olan vida için gerekli tüm seçimler yapılmış olur. Açılacak olan vida için kesici ucun belirlenmesi işlemi sayfa üzerindeki “Sonuç” sekmesi ile başlatılabilir. Sonuç sekmesinin tıklanmasının ardından ExpertTS programı, seçilen koşullara en uygun kesici ucu, yeni bir sayfa ile ekranda kullanıcıya sunar (Şekil 6). Ekrana gelen sayfa üzerinde kesici uça ilgili bazı önemli bilgiler de verilmektedir. Talaş kırıcı tipi (M, U), kesme yönü (IR, IL ve ER, EL), adımı, kaplama tipi, şekli gibi bilgiler, kesici ucun sipariş edilmesi veya kesici katalogundan bulunmasında büyük kolaylıklar sağlamaktadır. Kesici kataloglarında, kesici uçların kesme yönü için bazı kodlar oluşturulmuştur. ExpertTS programı da kesici uç için bu kodları kullanmaktadır:

- IR (Internal Right): Delik içi sağ vida,
- IL (Internal Left): Delik içi sol vida,
- ER (External Right): Dış çap sağ vida,
- EL (External Left): Dış çap sol vida,

3. ÖRNEK UYGULAMA (SAMPLE AN APPLICATION)

ExpertTS programı, örnek olarak Çizelge 1.’de verilen kriterlere göre çalıştırılmıştır.

Çizelge 1. Örnek uygulama kriterleri (The conditions for a sample application)

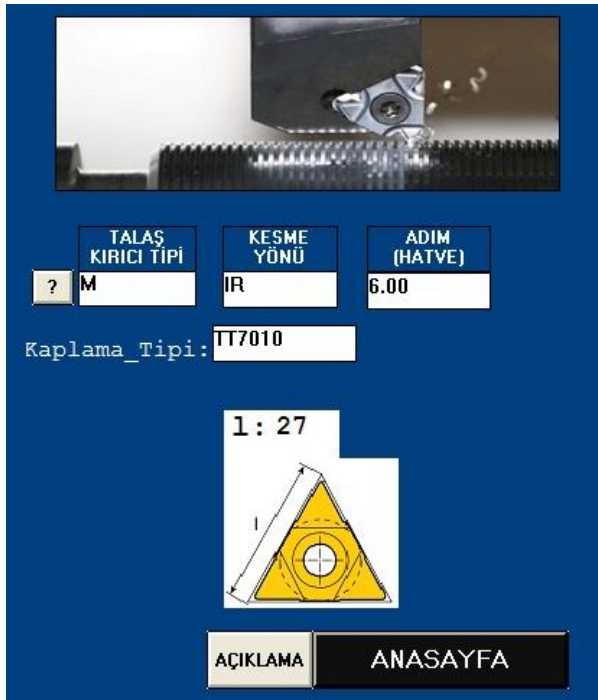
Özellik	Değer
Diş profili	Metrik Diş
Diş adımı (Hatve)	6 mm
Operasyon tipi	Delik
Diş yönü	Sağ
Malzeme	Düşük Alaşımli Çelikler

Programın Şekil 3’te verilen sayfasından vida özellikleri ve Şekil 4’te verilen sayfasından ise malzeme özellikleri, Çizelge 1.’de verilen bilgilere göre seçilir. Yapılan seçimlerin ardından “Sonuç” düğmesi (Şekil 3) tıklanıldığında verilen kriterler için en uygun kesici uç sistem tarafından bulunarak kullanıcıya sunulur (Şekil 5) ExpertTS uzman sistemi kesici ucu, kullanıcıya öneri olarak sunmaktadır. Kullanıcı isterse öneriyi doğrudan kullanabilir isterse yeni kriterlere göre yeni bir kesici uç önerisi için sistemi tekrar çalıştırılabilir.

Çizelge 2. Bulunan kesici uç bilgileri (The identified insert cutting tool)

Kesici Uç	Değer
Talaş kırıcı tipi	M
Kesme yönü	IR
Vida adımı	6 mm
Kaplama tipi	TT7010
Boyut	27 mm

İstenirse, önerilen kesici ucun talaş kırıcı tipi için sayfa üzerindeki ? düğmesi kullanılabilir. Düğmeye tıklanması ile seçilen kesici ucun kendisi ekranda gösterilir (Şekil 6).



Şekil 5. ExpertTS sisteminin sonuç sayfası (The report page of the ExpertTS)



Şekil 6. Bulunan kesici uç (The identified insert cutting tool)

4. SONUÇLAR (CONCLUSIONS)

Uzman sistemin bir talaşlı imalat yöntemine uygulanmasını konu alan bu çalışmada diş çekme operasyonlarında kullanılan kesici uçların belirlenmesine yönelik bir uzman sistem geliştirilmiştir. ExpertTS uzman sistemi çalıştırılıp gerekli seçimler ve girişler yapıldıktan sonra en uygun kesici uç program tarafından önerilmektedir. Geliştirilen sistem sayesinde, vidalar ve kesici uçlar konusunda uzman olmayan kişilerin bile rahatlıkla kesici uç belirleyebilmesi sağlanmıştır. Tasarımda kullanılan görsel nesnelere, yönlendirici sorular, vb. özellikler programı kolaylaştırmıştır. Kullanıcının basit bilgiler ile kendisine sunulan görsellerden tercihte bulunması sonuca ulaşmak için yeterli olmaktadır.

Çalışmada, makine imalat sanayisinde sıklıkla kullanılan Metrik vidalar için bir program yazılmış ve başarı ile çalıştırılmıştır. Sistemin geliştirilmesinde öncelik metrik vidalara verilmiştir. İstenirse, tasarlanan ExpertTS sistemi bilgi ve kural tabanına diğer vidalara ait bilgilerin girilmesi de mümkündür. Böylelikle de geliştirilen sistemin uzmanlığı artırılabilir. Böylelikle de, tüm vida profillerinin bir arada bulunduğu komple bir seçim sistemi geliştirilebilmesi mümkündür.

ExpertTS, makine imalat sanayisinde kritik öneme sahip diş açma operasyonlarında takımların seçilmesinde insan etkisini en aza indirmiş olup hızlı karar verme sürecinde hata yapma olasılığını azaltmıştır.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] Poul, C. *Yapay Zeka*, İletişim Yayınları, İstanbul, 1991.
- [2] Hart, A. *Knowledge Acquisition for expertSystem*, Kogan Page, London, England, 1986.
- [3] İ. Şahin, "Uzman Sistem Kullanarak 2B'lu İzdüşümlerden katı model oluşturma", Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2008, Ankara.
- [4] Haque, M. S. "2000. Application of Artificial Intelligence In Construction Management", <https://www.ndsu.edu/pubweb/~latimer/370/lecture-notes/AI.ppt>, 20.10.2018.

[5] Y. S. Aydın, *Visual Prolog İle Programlama (Yapay Zekâ Ve Uzman Sistemler)*, Sistem Yayıncılık, İstanbul, 2000.

[6] S. Fidan, “*Endüstri Mühendisliğinde Uzman Sistemler ve Proje Yönetim Yazılımı Seçimine Bir Uzman Sistem Yaklaşımı*”, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 1994, İstanbul.

[7] Muthsam, H., Mayer, C. “An Expert system for process planning of prismatic workpieces”, *Proceedings of the 1st. International Conference on AI and Expert System Manufacturing*, 1990, 211-220.

[8] Eskicioğlu, H. And Davies, B. J. “An Interactive process planning system for prismatic parts-ICAP”, *Aenals of the CIRP*, 1983, 32:1.

[9] Arezoo, B., Ridgway, K., “The Application of Expert Systemsto the Selection of cutting Tools and Conditions for Machining Operations”, *Proceedings of the 1st. International Conference on AI and Expert System Manufacturing*, 1990, 113-126.

[10] Usta, Y., “Robotlu bir İmalat Hücresindeki Taşıma İşemleri için Modele Dayalı Bir Uzman Sistem Geliştirilmesi”, *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi.*, Cilt 20, No 2, say. 275-288, 2004.

[11] Ugraş, A., Kayır, Y., “An Expert System for Boring Tools used for Machining Holes”, *International Conference on Advanced Techonolgy and Science*, September 01-03, Konya, 2016.

[12] Başak, H., Uzman Sistem Yaklaşımı ile Vida Açma Operasyonları için Kılavuz Seçimi, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 1999, 5:1, 901-910.

[13] Tekeli, K., Kayır, Y. To Select Aluminium Alloys for Many Applications With an Expert System, *ICAT 16*, September 01-03, Konya, 2016.

[14] P. Chougule1 D., Kumar S., Raval H. K. “An expert system for selection of carbide cutting tools for Turning Operations”, *5 th International & 26th All India Manufacturing Technology, Design and Research Conference (AIMTDR 2014)*, December 12th–14th, IIT Guwahati, Assam, India ,2014.

[15] Kayır Y., Demirer E., Güneş S., “Takma Uçlu Matkap Ve Kesme Parametrelerinin Seçimi İçin Bir Uzman Sistem” *El-Cezerî Fen ve Mühendislik Dergisi*, 2018, 5: 3, 797-806.

[16] Şahin İ., Calp M.H, Özkan A., “An Expert System Design and Application for Hydroponics Greenhouse Systems”, *Gazi University Journal of Science*, 2014, 27:2, 809-822.

[17] Taegutec, *Threading making (Thread Turning) Catalogue*, Europe, 2017.

ÖZGEÇMİŞ

Yunus KAYIR

1970 Yalova doğumlu olan Yunus Kayır, 1992 yılında Gazi Ünivesitesi, Teknik Eğitim Fakültesi Makine Eğitimi Bölümünden mezun oldu. 1993 Yılında mezun olduğu bölüme araştırma görevlisi oldu. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde, 1992 yılında Yüksek Lisans ve 2001 yılında ise Doktora çalışmalarında bulundu. Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, Makine Eğitimi Bölümü, Talalı Üretim Anabil Dalında, 2002 Yılında Öğr. Grv, 2008 Yılında Dr. Öğr. Üyesi, olarak çalıştı. 2018 yılında Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi İmalat Mühendisliği Bölümüne Doç.Dr. olarak göreve başladı. Uzman Sistemler, İşlenebilirlik, kesme kuvvetleri, Optimizasyon konularında makaleleri bulunan Doç.Dr. Yunus Kayır, evli olup 3 çocuk sahibidir.

Serkan GÜNEŞ

Serkan Güneş 1983 yılında Karadeniz Ereğli’de doğmuştur. Lise eğitimini Ereğli’de tamamladıktan sonra Selçuk Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümünü bitirmiş, ardından Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makina Mühendisliği bölümünden Yüksek Lisans derecesini almıştır. Sanayide farklı işletmelerde Ar-Ge Mühendisi olarak görevler yapmıştır. Mesleki çalışmalarına Ankara’da MMA Hidrolik&Makina San. Ltd. Şti. ‘de Tasarım Sorumlusu olarak devam etmekte olup aynı zamanda Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İmalat Mühendisliği bölümünde ikinci Yüksek Lisans eğitimine de devam etmektedir.

Ercan DEMİRER

1988 yılında doğan Ercan DEMİRER, ilköğretim eğitimini Şehit Kubilay İlköğretim okulunda tamamladı. Ortaöğretimine 2010 yılında Açık Öğretim Lisesinde başladı, orta eğitimi 2012 yılında tamamladıktan sonra Cumhuriyet Üniversitesi İmalat Mühendisliği bölümünü kazandı ve 2016 yılında mezun oldu. 2017 yılında Ankara’da Billur Makine Dış Tic. ve San. Ltd. Şti. ‘de imalat sorumlusu olarak göreve başladı ve eş zamanlı olarak Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi İmalat Anabilim dalında Yüksek Lisans eğitimine devam etmektedir.