

ORDU BAKIM KADEMELERİNDE ARIZA TEŞHİS UZMAN SİSTEMİ UYGULAMASI

Erdoğan ÖZYÜREK

Genel Kurmay Özel Kuvvetler Destek Kıtaları Komutanlığı, Ankara, TÜRKİYE

Hadi GÖKÇEN*

*Gazi Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, 06570
Maltepe, Ankara, TÜRKİYE, hgokcen@gazi.edu.tr*

ÖZET

Günümüzde muharebe sahasında taktik tekerlekli araçlar oldukça etkindir. Araç, gereç ve personelin istenilen yer ve zamanda muharebe sahasına ulaştırılması gerekmektedir. Bunun için araçlar her an bakımlı ve hizmete hazır bulundurulmalıdır. Bu amaçla Türk Silahlı Kuvvetleri bakım kademelerinde teknisyenleri ve bakım ekiplerini destekleyecek arıza teşhis uzman sistemi geliştirme çabaları başlamıştır. Bu çalışmalar, yapay zeka teknolojileri ile bakım doktrini birleştirilerek yapılmıştır. Özellikle genç ve tecrübesiz teknisyenlerin arızacılık yetenekleri geliştirilerek araçlardaki arızaları verimli ve etkili bir şekilde teşhis etmeleri ve onarmaları hedeflenmiştir. Bu makalede, ordu bakım kademelerinde arıza teşhisi için bir uzman sistem (ATUS: Arıza Teşhis Uzman Sistemi) geliştirilmiş, sistem geliştirilmesinde izlenen adımlar ve uygulama sonuçları değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Uzman sistemler, arızacılık, bakım

DIAGNOSTIC EXPERT SYSTEM APPLICATION IN MILITARY MAINTENANCE LEVELS

ABSTRACT

Tactical vehicles are very effective in modern battlefield. Vehicles, tools and personnel must be transported immediately to the battlefield where or when needed. To do this the vehicles have to be completely maintained and always be ready for service. Development effort of a diagnostic expert system that will support technicians and maintenance personnel in military maintenance levels has started. This is done by combining maintenance doctrine with artificial intelligence technologies. The goal of this effort is to improve the troubleshooting capabilities of young and unexpert technicians and make them diagnose and maintain the failures of a vehicle effectively and efficiently. In this paper, a diagnostic expert system (ATUS : Expert Diagnostic System) for military maintenance level is developed. Development steps of ATUS, and application results are evaluated.

Key Words: Expert systems, troubleshooting, maintenance

1. GİRİŞ

Uzman sistemler ticari alandaki en başarılı yapay zeka uygulamalarından bir tanesidir. Uzman sistem uygulamaları, arızacılık ve teşhis, planlama ve çizelgeleme, finansal karar verme, bilgi yayımlama, süreç gözlem ve kontrolü, imalat ve proje, ticari nesnelere konfigürasyonu gibi yedi alanda yoğunlaşmıştır (1).

Bu uygulama alanlarından bir tanesi de arızacılık ve teşhistir. Arızacılık ve bakım-onarım alanındaki üst seviye uzmanların azlığı ve özellikle gelişmiş bir teşhizatın çalışmama maliyetinin yüksek oluşu, bu alanda uzman sistem geliştirilmesinin önemini arttırmıştır.

Arıza teşhis uzman sistemleri, gerekli belirtilerin verilmesi ile probleme mümkün sebep ve çözümleri önerebilirler. Bu tür sistemler, sahip oldukları yetenekler ile bir teknisyenin veya bakım personelinin problemi teşhisini kolaylaştırır, onarımı hızlandırır ve böylece kusurlu parçaların mümkün en kısa zamanda eski durumuna getirilmesini sağlarlar. Sonuçta önemli bir para ve zaman tasarrufu sağlanır ve verimlilik artışı gerçekleşir.

Türk Silahlı Kuvvetlerinde araçların bakımı 4 ayrı seviyede yapılmaktadır. Bunlar, II, III, IV ve V'nci bakım kademeleridir. II. Kademe bakımı birlik bakımı, III. ve IV. Kademeler sahra bakımı, V. Kademe (Fabrika) bakımı ise depo bakımı olarak adlandırılmaktadır. Herhangi bir bakım kademesinde onarılamayan araç, bir üst kademeye sevk edilmektedir (2). Hatalı yapılan her arıza teşhisi, işgücü kaybı, hizmetin aksaması ve maddi kayıplardan oluşan bir maliyeti beraberinde getirmektedir. Bu maliyetleri en aza indirmek için arıza teşhis uzman sistemi uygulaması geliştirilmiştir.

2. UZMAN SİSTEMLER ve GELİŞTİRME ARAÇLARI

Uzman sistemler, başarılı yapay zeka uygulamalarının ilkidir. Son 50 yıldan beri bilim adamları, bilgisayar bilimi alanındaki çalışmalarını iki nokta üzerinde yoğunlaştırmışlardır. Bir grup bilim adamı süper bilgisayarların işlem yapma hızını ışık hızına yaklaştırmaya çalışırken, bir diğer grup ise kısıtlı bir çerçevede tanımlanan hedeflerin çözümlenmesinde, insana benzer akıl yürütme ve yapay zeka yöntemlerini kullanan programlar üzerine çalışmaktadırlar.

İnsanda var olan karar verme gücünü taklit edebilecek sistemler hakkında son 40 yılda yapılan çalışmalar, bilgisayar alanında yeni bir bilgisayar devrimi aşamasına geldiğini göstermektedir. Bilgi devriminde birinci dalga olarak nitelendirilebilecek gelişmelerin ilki, otomatik veri işleme, ikincisi de otomatik karar verme alanında olmuştur. Bu aşamalara daha akıllı ve güçlü bilgisayar sistemlerinin kullanımı ile varılmıştır. Uzman sistemler ya da bilgi tabanlı sistemler olarak da adlandırılan bu yeni sistemler, hızla artarak ticari alanda karşımıza çıkan ve bilinen programlama teknikleri ile çözülmesi oldukça pahalı ve sıkıntılı olan problemleri ele almada kullanılmaya başlanmıştır.

Büyük ve orta çapta üretim yapan firmaların en büyük hedefi, insana fazla ihtiyaç duyulmadan, insanla özdeş kapasitede, yani insan gibi düşünen sistemlerin kurulması ile üretim ve kalitelerini geliştirmektir. Uzman sistemler de, bu hedefi gerçekleştirmek için kullanılmaktadır (3).

Uzman sistemler günümüzde, tıp, hava tahmini, finansal analiz, arıza teşhis vb alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır.

Uzman sistemlerle ilgili ortak kabul gören bir tanım olmamakla birlikte, yapılan bazı tanımlar şöyledir:

* Uzman sistemler, bir veya daha fazla uzmanın bir alandaki bilgisini alan ve bunları bilgisayar ortamında kullanıma hazır bulunduran bilgisayar programlarıdır.

* Uzman sistemler, çözümleri için önemli bir uzmanlık gerektirecek kadar zor olan problemleri çözmek için uzmanın bilgi ve çıkarım prosedürlerini kullanan bilgisayar programlarıdır

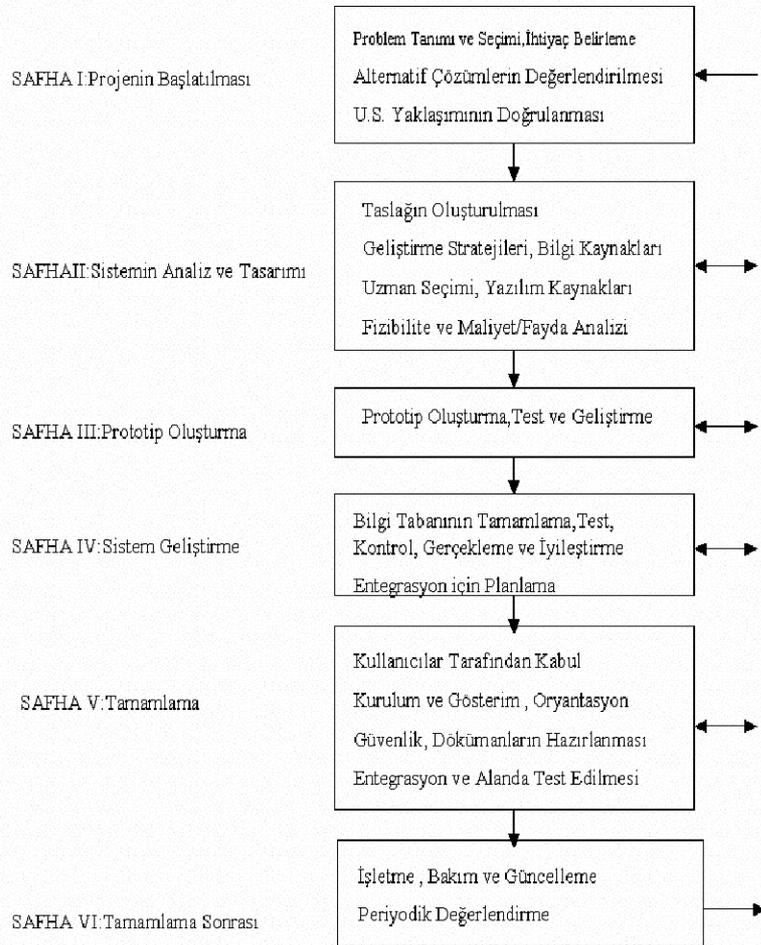
* Uzman sistemler, uzman tavsiyeleri (kararlar, çözümler, öneriler) sağlayan bilgisayar programıdır.

* Uzman sistemler, belli bir alandaki uzman bilgileri ışığında, belirli bir alanda tavsiyelerde bulunabilen bilgisayar sistemleridir.

Uzman sistemler, özel bir proje veya görevi yerine getirmek için uzmanların fiziksel varlıklarına ihtiyaç duymazlar. Uzman sistemler çok dar ve belirli bir görev ya da konuda uzman olmak için tasarlanmışlardır. Bu sistemler, elde dilmiş uzman bilgilerini içerir ve bir sonuç sunmak için uzmanın değerlendirme işlemlerini taklit ederler. Geleneksel bilgi işleme yaklaşımları ile temsili zor olan bilgileri elde eder ve dağıtabilirler. Bir organizasyondaki herhangi bir uzmanın bilgi ve tecrübesini muhafaza edebilir, üretkenliği artırabilir ve bireyin daha az bir eğitimle üst seviye fonksiyonları yerine getirmelerine imkan sağlayabilir (4).

Uzman sistem geliştirmenin temel prensibi ender ve pahalı olan uzmanlığı yaymak ve uzmanı etkili ve verimli kullanmaktır (5). Uzman sistem geliştirme safhaları Şekil 1'de verilmiştir.

Uzman sistemlerin başarısı için uygun problem alanının seçilmesi kritik bir konudur. Bakım kademelerinde araç arızalarının teşhisini uygun problem alanı yapan birçok faktör vardır. Bunlardan biri araçların işletim maliyetlerinin büyük bir kısmını bakım maliyetlerinin oluşturması, diğer bir faktör ise arızalı olduğu gerekçesi ile fabrikalara sevk edilen araçların %20'sinin aslında çalışır durumda olmasına rağmen yapılan hatalı teşhis nedeniyle ortaya çıkan maliyetlerdir. Fabrikaların genelde belirli merkezlerde konuşlanması nedeniyle araçların bu merkezlere nakliye bedelleri, görevlerin aksama bedelleri, işgücü bedelleri hatalı arıza teşhisinden kaynaklanan bu maliyetleri oluşturmaktadır.



Şekil 1. Uzman sistem geliştirme safhaları (6)

3. UZMAN SİSTEMLER ve BAKIM UYGULAMALARI

Uzman sistemlerin en başarılı oldukları sahalardan birisi de karmaşık sistemlerde arıza teşhisi ve bakım onarım alanıdır. Arıza teşhisi ve bakım onarım alanlarındaki uzmanların azlığı ve özellikle gelişmiş bir teçhizatın arıza nedeni ile çalışmama maliyetininin yüksek oluşu, bu alanda uzman sistem geliştirmenin önemini artırmıştır.

Bakım onarım uzman sistemleri, gerekli semptom ve gözlemlerin verilmesi ile, problem boyunca mantıksal biçimde akıl yürütebilir ve probleme mümkün neden ve çözümler önerebilirler. Bu tür sistemler, sahip oldukları bu yeteneklerle bir teknisyenin veya bakım mühendisinin problemi teşhisini kolaylaştırır, onarımını hızlandırır ve böylece kusurlu parçaların mümkün en kısa zamanda eski durumuna getirilmesini sağlar. Sonuçta önemli bir para ve zaman tasarrufu sağlanır ve verimlilik artışı gerçekleşir. Ayrıca bakım amaçlı uzman sistemler, koruyucu bakımın düzeyini belirleyerek, bakımdan sorumlu yöneticilerin bakım yönetimi görevlerini kolaylaştırır.

Bakım alanındaki ilk bilgi tabanlı sistemlerden biri DELTA (Diesel Electric Locomotive Troubleshooting Aid) dır. DELTA (CATS olarak da bilinir). General electric tarafından dizel elektrikli lokomotiflerin bakımını geliştirmek için tasarlanmıştır. Bu uzman sistem geliştirilmeden önce, böyle büyük ve karmaşık makinaların arızaları ile ilgili olarak şirketten sadece birkaç kişi gerekli tecrübeye sahiptir. General electric, dizel elektrikli lokomotiflerin onarımında 40 yıllık tecrübeye sahip bir uzmanın tecrübelerini uzman sisteme kodlatmıştır. Sistem kusurlu fonksiyonların teşhis ve onarımında bakım teknisyenlerini desteklemek için kullanıcıya semptomlarla ilgili olarak sorular sorar ve sonra bu semptomları kullanarak lokomotif onarımı için uygun stratejiler belirler. Sistemin bir fonksiyonu da, teknisyenlere eğitim vermektir. Bu açıdan bakıldığında DELTA mükemmel bir eğitim aracıdır.

Bazı otomobil imalatçıları, otomobillerin imalat ve bakımını kolaylaştırmak için uzman sistemlerden yararlanmaktadır. Örneğin Ford otomobil şirketi, takım tezgahı problemlerinin ve robot gibi aygıtların imalatındaki problemlerin teşhisine yardım için bir uzman sistem kullanmaktadır. Bu sistem, bir makina veya takımda kusurlu bir fonksiyonla karşılaştığı zaman üretimi durdurabilmektedir. (7).

Birçok bilgisayar imalatçısı da imalat ve bakım uygulamaları için uzman sistemlerden yararlanmaktadır. IBM, disk sürücülerindeki hataların yerlerini nihai imalat evrelerinde saptayan bir uzman sistem kullanmaktadır. DART adındaki bu sistem, Stanford üniversitesinde geliştirilmiştir. Teknisyenler DART yardımıyla bu kusurlu birimleri kısa zamanda ve en az maliyetle onarabilmektedirler (8).

4. SİSTEMİN GÖZDEN GEÇİRİLMESİ

Geliştirilen uzman sistemden ilk beklenti, arıza belirti sebeplerinin doğru sağlanması ve mükemmel olması beklenmemekle birlikte arızaları yerini alacağı sistemden daha doğru teşhis etmesiydi. Aksi takdirde bakım personelinin sisteme olan güveni sarsılabilirdi. Geliştirilen sistemin bakım personeli tarafından kolaylıkla kullanılabilmesi gerekiyordu. Aksi takdirde bakım kılavuzları gibi bir kenarda atıl bırakılabilirdi. Bu sebeplerden dolayı ATUS programının kolay kullanılabilmesi ve arıza belirtilerinden arıza sebeplerine ulaşmada, özellikle tecrübesiz personele destek sağlanması hedeflenmiştir.

ATUS'ta sonuç çıkarma kuralları yapılmıştır. Bilgi, bilgi tabanında kuralların bir demeti olarak temsil edilmiştir. Kural demetleri değişik durumlarda ne yapılacağını veya ne sonuca varılacağını söylerler. Bir kuralın işlenmesi, doğru veya yanlış kuralın tüm IF taraflarının gerçekleşmesi ile olur. Daha sonra diğer kuralların IF taraflarını gerçekleşmesi için sonuçlar bilgi tabanında saklanır. Bilgi tabanındaki her kuralın IF ve THEN taraflarının gerçekleşip gerçekleşmediği önceden yapılmış savlarla kontrol edilebilir. Bu süreç ileri ve geri yönde yapılabilir (9).

Kural tabanlı sistemlerde çıkarımı kontrol etmek için ileri zincirleme ve geri zincirleme olmak üzere iki yaklaşım vardır.

Geriye zincirleme; Aracınızın çalışmadığını farzedin. Çalışmama nedeni ya yakıtın bitmesi ya marş motorunda arıza ya da başka bir neden olabilir. Görev, aracın neden çalışmadığını belirlemektir. Sonucu biliniyor : "Motor çalışmıyor". Buradan geriye doğru hareket ederek , motorun çalışmamasına neden olan koşullar bulunmaya çalışılır.

Geriye zincirleme sistemleri hedefe yönelik bir yaklaşımdır. Bu yaklaşımda ne olacağına dair bir beklentiden başlanır ve bu beklentiyi destekleyen kanıtlar aranır. Şekil 2'de bir geriye zincirleme örneği verilmiştir (6). Geriye zincirleme sistemlerinin yapısı şöyledir;

Sonuç, IF koşul

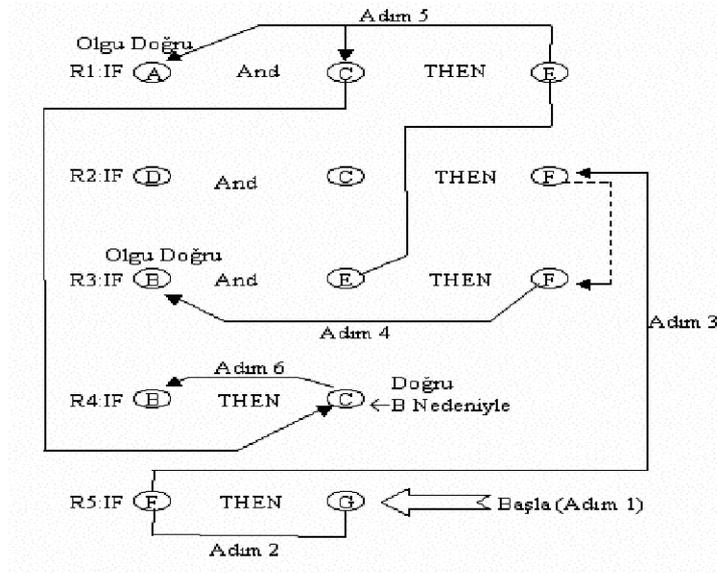
Akü arızalıdır, IF farlar donuk yanıyor.

İleri zincirleme sistemleri verilere yönelik bir yaklaşımdır. Kuralların sonuçlarından ziyade koşul kısmına yoğunlaşır. Uygun olan bilgidен başlanır daha sonra sonuçlar çıkartılmaya çalışılır. Uzman sistem problemi, IF-THEN kurallarının IF kısmı ile eşleşen olgular arayarak analiz eder. Her kural test edildikçe program bir veya daha fazla sonuca doğru ilerler. Şekil 3'de bir ileri zincirleme örneği verilmiştir(10).

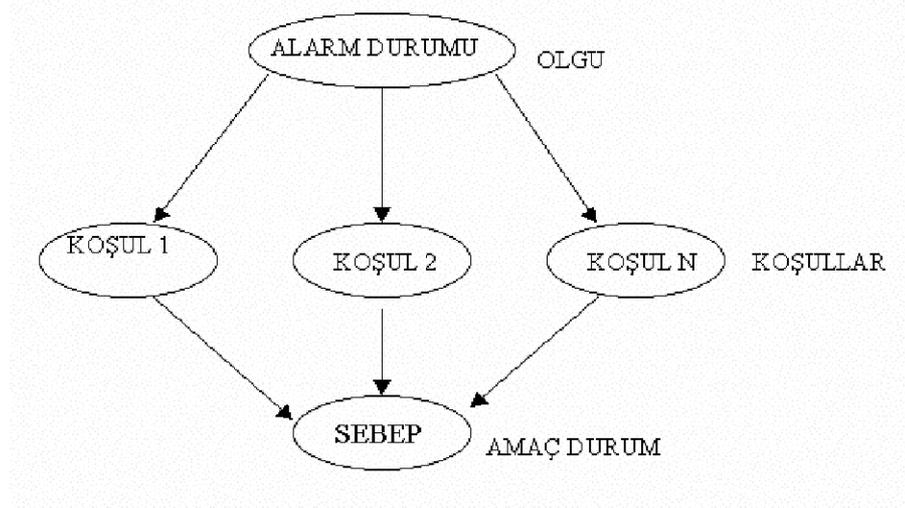
İleriye zincirleme sistemlerinin yapısı şöyledir.

IF koşul, THEN sonuç.

IF piston segmanları aşınmış, THEN motoru tamir et.



Şekil 2. Geriye zincirleme



Şekil 3. İleriye zincirleme

ATUS programında kullanılan örnek bir kural şöyle oluşturulmuştur.

- Muhtemel sebepler; 1. Hava filtresi kirli veya tıkalı olabilir.
 2. Hava boşluğu veya sızıntı olabilir.
 3. Yakıt deposunda sızıntı olabilir.
 4. Yakıt rekorlarında sızıntı olabilir.
 5. Karbüratör arızası olabilir.
 6. Enjektörler arızalı veya aşınmış olabilir.

IF

Aracın yakıt sarfiyatı fazla

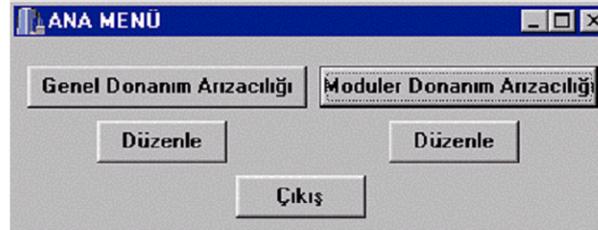
5. ATUS UYGULAMASI

Geliştirilen uzman sistem programıyla (ATUS), bakım kademelerinde görevli ve bu kademelerden sorumlu personelin, arızaların belirtileri verildiğinde, arızanın muhtemel sebeplerine ulaşmaları sağlanmaktadır. ATUS, C++ Builder kullanılarak oluşturulmuştur. Program için bir donanım kısıtı bulunmamakta ve mevcut sistemlerde rahatlıkla kullanılabilir.

Programın uygulaması, arızalı aracın bakım kademesine gelmesiyle başlar. Teknik personel tarafından sürücüye arıza teşhisiyle ilgili sorular sorulur. Arızanın belirtisinin tespitinden sonra, bu belirti araç test edilerek doğrulanır. Uygulama programında belirti bulunur ve muhtemel arıza sebepleri tespit edilir. Tespit edilen bu sebepler kontrol edilerek arızanın tanımı verilir, tamir ve ayarları yapılır. Böylece, teknik personelin arıza sebeplerine daha kolay ve çabuk ulaşması sağlanmış olur.

ATUS, menülerden oluşan bir kullanıcı arayüzü kullanmaktadır. Burada arayüz ve anlamları özetlenecektir. Programın tamamıyla ilgili bilgi yazarlardan temin edilebilir.

ATUS ana menüsü Şekil 4'de verilmiştir. Ana menü yardımıyla Şekil 5'de görülen Genel Donanım Arızacılığı (GDA) başlangıcı ve Şekil 6'da görülen Modüler Donanım Arızacılığı (MDA) başlangıcına ulaşılabilir.



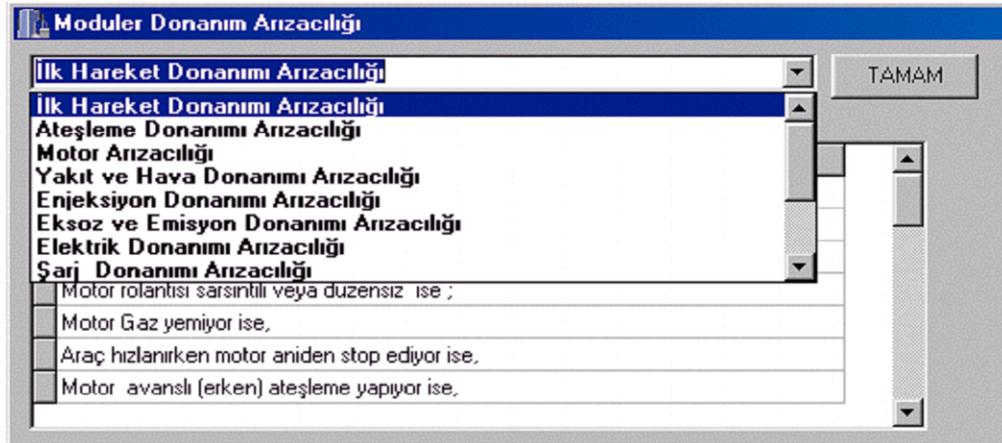
Şekil 4. ATUS Ana menüsü

Şekil 4'deki ana menüden GDA seçildiğinde, Şekil 5'de görülen ilk GDA sorusu ekrana gelecektir. Ardışık sekiz soru ile araçta genel arıza belirtileri vasıtasıyla modüler donanıma geçiş yapılarak arızacılık yapılabilir. Örnek olarak, ilk soruya "Hayır" cevabı verilmişse, ilk hareket donanımında sorun vardır demektir ve bu donanıma gidilir.



Şekil 5. Genel donanım arızacılığı başlangıcı

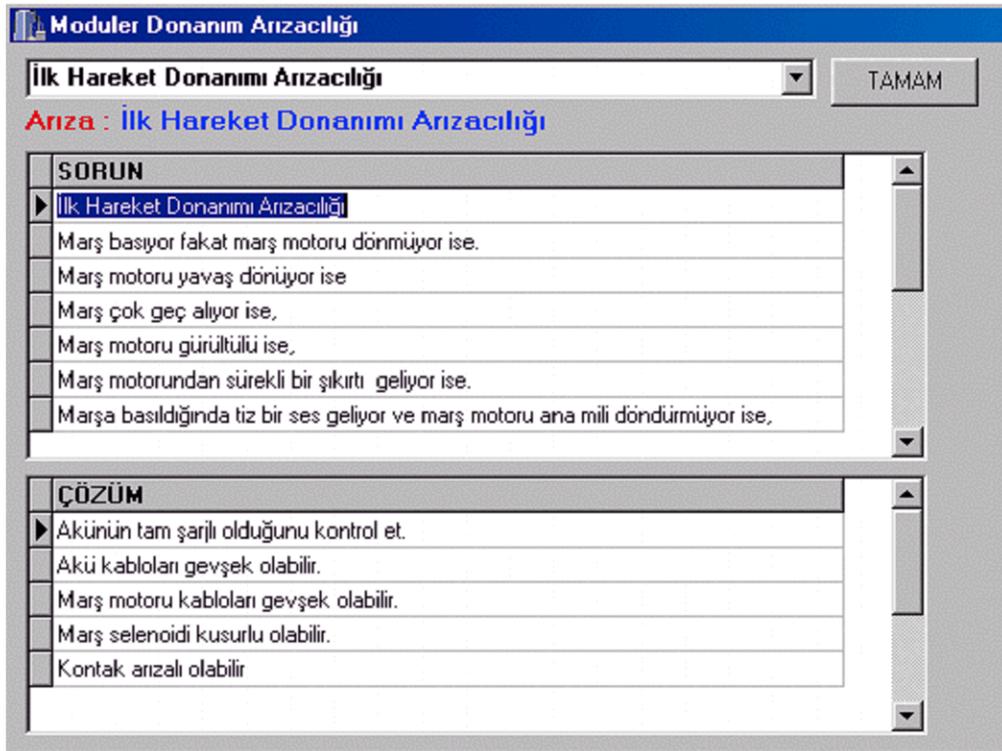
Şekil 6'de görülen modüler donanım arızacılığı ekranı ile on üç donanımda arızacılık yapılması sağlanmıştır.



Şekil 6. Modüler donanım arızacılığı başlangıcı

Bu çalışmada, onüç donanım arızacılığından sadece ilk hareket donanım arızacılığı için ekran görüntüleri verilmiştir. Diğer donanım arızacılıklarıyla ilgili detaylar ATUS programının tamamında yer almaktadır.

İlk hareket donanım arızacılığı ekranı Şekil 7 de verilmiştir. Bu ekranla 10 adet ilk hareket donanım arıza belirtisinden bir tanesi seçilerek ilgili arızanın muhtemel sebeplerine ulaşılabilmektedir. Ekranın üzerindeki "Tamam" tuşu ile, MDA'nda bir modül seçilebilmektedir.



Şekil 7. İlk hareket donanımı arızacılığı

Ana menüdeki GDA ve MDA altındaki "düzenle" butonuyla her iki arızacılık modülünde düzenleme yapılmasına imkan verilmektedir. Şekil 8 de verilen GDA düzenleme ekranı yardımıyla, ilave soru ve çözümlerin eklenmesi mümkün olmaktadır.

MDA düzenleme ekranı Şekil 9 da verilmekte olup, bu ekranla yeni arızacılık modüllerinin eklenmesi mümkün olmaktadır (14 xxxxxx gibi). Eğer belirti yetersizse ve ilave bilgi gerektiriyorsa, gerekli bilgiler ekrana sağlanır ve değişiklikler yapılabilir.

ATUS tarafından üretilen sorulara interaktif cevaplar verildiğinde, arızanın teşhisiyle ilgili bilgilerin sunulmasıyla, teknik elemanlara bilgi sağlayabilecektir.

Soruno	Evet	Hayır	Eariza	Hariza	Esoru	Hsoru
1	S	A	0	1	2	0
2	S	S	0	0	3	9
3	S	S	0	0	4	9
4	S	A	0	9	5	0
5	S	A	0	10	6	0
6	S	A	0	11	7	0
7	S	A	0	7	8	0
8	X	A	0	6	0	0
9	A	A	2	4	0	0

Şekil 8. Genel donanım arızacılığı düzenleme ekranı

Kod2	Arıza
1	İlk Hareket Donanımı Arızacılığı
2	Ateşleme Donanımı Arızacılığı
3	Motor Arızacılığı
4	Yakıt ve Hava Donanımı Arızacılığı
5	Enjeksiyon Donanımı Arızacılığı
6	Eksoz ve Emisyon Donanımı Arızacılığı
7	Elektrik Donanımı Arızacılığı
8	Şarj Donanımı Arızacılığı
9	Şanzıman Donanımı Arızacılığı
10	Direksiyon ve Süspansiyon Donanımı Arızacılığı
11	Fren Donanımı Arızacılığı
12	Lastik ve Tekerlek Donanımı Arızacılığı
13	Soğutma Donanımı Arızacılığı
14	aaaaaa

Kod1	Kod2	Sorun
4	401	Ana mil dönüyor fakat motor çalışmıyor ise,
4	402	Motor zor çalışıyor ise,
4	403	Marş basıyor fakat ana mil dönüyor ise;
4	404	Motor rölanlisi sarsıntılı veya düzensiz ise ;
4	405	Motor Gaz yemiyor ise,
4	406	Araç hızlanırken motor aniden stop ediyor ise,
4	407	Motor avanslı (erken) ateşleme yapıyor ise,
4	408	Motor ters çalışıyor ise,
4	409	Sürüş hızında motor rölatlı (geç) ateşleme yapıyor ise;
4	410	Araç yavaşlarken motor aniden stop ediyor ise.

Kod	Alt	Kod2	Cozum
401		40101	Motor sadece sıcak iken çalışmıyor?
		010101	Motor sadece sıcak iken çalışmıyor ise,
		010102	Ana mil dönüyor fakat motor çalışmıyor ise,

Kod	Alt	Cozum
010101		Buhar sıkışması olabilir.
010101		Jikle takılmış/kusurlu olabilir.
010101		Elektrikli yakıt pompası arızalı olabilir.

Şekil 9. Modüler Donanım arıza giriş ekranı

Prototipin ilk uygulamasında arıza teşhisinde doğruluğu ölçmek üzere üçer kişilik üç grup oluşturulmuştur. Birinci grup genç teknisyenlerden, ikinci grup on yıllık teknisyenlerden, üçüncü grup tecrübeli teknisyenlerden kurulmuştur. Bu üç gruba önce bakım kılavuzları ile daha sonra ATUS ile arıza belirtilerinden arıza sebepleri teşhis ettirilmiştir. Sonuçlar Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. ATUS Uygulama sonuçları

Grup	Bakım kılavuzu ile tespit edilen arıza yüzdesi	ATUS ile tespit edilen arıza yüzdesi
1. Grup	%20	%70
2. Grup	%30	%60
3. Grup	%50	%80

Çizelge 1'de görüldüğü gibi uygulamada ATUS ile, bakım kılavuzları kullanılarak tespit edilen arıza yüzdesinin en az iki katına ulaşılmıştır. ATUS genç teknisyenleri desteklemek amacıyla tasarlanmış olmasına rağmen, tecrübeli teknisyenlerin de arızacılık yeteneklerini arttırmıştır.

ATUS, ilk prototipi geliştirilmeye açık olarak tasarlanmıştır. Arızanın muhtemel sebeplerini tespit etme bir modül olarak kabul edilip bu modüle arızanın onarımı, bakım periyotlarının takibi, bakım formlarının düzenlenmesi ve yedek parça modülleri eklenebilir.

6. SONUÇ

Türk Silahlı Kuvvetlerinde araç, gereç ve teçhizatı her an kullanıma hazır bulundurmak ve kullanımda olanları da daha verimli, etkin ve kesintisiz hizmette tutmak temel bakım görevlerinden birisidir. Bunu sağlamak için araçlara ait genel arıza belirtileri uzman teknik personel ve bakım kılavuzlarından toplanarak bir Arıza teşhis uzman sistemi geliştirilmiştir. Bakım, onarım ve arızacılık alanındaki uzman veya uzmanların bilgi ve tecrübelerinin kazanılarak bilgi tabanına aktarılması ile hem arıza oranları daha iyi kontrol edilecek hem de tecrübesiz bakım personelinin eğitimleri sağlanarak bakım seviyesi yükseltilecektir. Arızaların zamanında ve doğru olarak tespit edilmesi bakım ve onarım hizmetlerinin vazgeçilmez bir unsurudur. Çünkü arıza tespit edildikten sonra çözümünü bulmak oldukça kolaydır. Uzman sistem yaklaşımı ile geliştirilen (ATUS), bakım kademelerinde teknik personeli arıza belirtilerinden arızanın sebeplerini daha hızlı ve doğru bulmaları yönünde desteklemektedir. Böylece arızaların yol açtığı hizmet kayıpları ve boş zamanlar en alt seviyeye düşürülmektedir. Farklı denek grupları üzerinde yapılan denemelerde, ATUS ile, bakım kılavuzları kullanılarak tespit edilen arıza yüzdesinin en az iki katına ulaşılmıştır. ATUS genç teknisyenleri desteklemek amacıyla tasarlanmış olmasına rağmen, tecrübeli teknisyenlerin de arızacılık yeteneklerini arttırdığı açık bir şekilde görülmektedir.

KAYNAKLAR

1. Feigenbaum, E. and Cohan, P., "The Fifth Generation, Reading", *Addison-Wesley*, MA(1983).
2. Talimname, "KKTT 9-2810 Ordudonatım Malzemeleri Birlik Bakımı", *KKK Basımevi*, Ankara (1997).
3. Durkin, J, "Expert Systems : A View of the Field", *IEEE Expert* (1996).
4. Kaetzel, L.J. and Clifton, J.R., "Expert/Knowledge Based systems for Material index the Construction Industry", *Materials and Structures*, 28, 160 (1995)
5. Weiss, S.M. and Kulikowski, C.A., "A practical Guide to Designing Expert Systems", *Rowman and Allanheld, Tatowa*, NJ (1984)
6. Turban, E. and Aranson, J.E., "Decision Support Systems and Intelligent Systems" 5th Edition, *Simson & Schuster Company* (1998).
7. Frenzel, Z.E., "Understanding Expert System", *Howard W. Sams & Company* (1987).

8. Waterman, D.A, "A Guide to Expert Systems", *Addison Wesley*, MA(1986).
9. Siddal, J.N, "Expert Systems For Engineers", *Marcel Dekkar Inc.*, New York (1990)
10. Parsaye, K., and Chignell, M, "Expert Systems For Experts", *John Wiley Sons*, New York (1988).

Geliş Tarihi:02.04.2002

Kabul Tarihi:11.04.2003