

T.C.

GEBZE YÜKSEK TEKNOLOJİ ENSTİTÜSÜ
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YAPAY ZEKÂ UYGULAMALI ASKERİ
PROJE DEĞERLENDİRME SİSTEM
TASARIMI

109952

Yahya Kemal KIRAN
YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

TEZ DANIŞMANI
Yrd.Doç.Dr. İbrahim SOĞUKPINAR

GEBZE

2001

Yahya Kemal KIRAN'ın tez çalışması, G.Y.T.E. Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 20/8/2001 tarih ve 2001/22 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından Bilgisayar Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.



JÜRİ

ÜYE : Yrd.Doç.Dr. İbrahim SOĞUKPINAR
(Tez Danışmanı)

ÜYE : Prof.Dr. Ercan ÖZTEMEL

ÜYE : Yrd.Doç.Dr. Hakan HOCAOĞLU

ONAY

G.Y.T.E. Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 11/10/2001 tarih ve 2001/30 sayılı kararı.



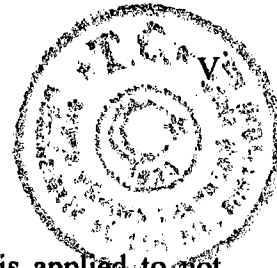
ÖZET



Günümüzde, yapay zeka teknolojisinin endüstriyel uygulamaları artık sivil hayatta olduğu kadar askeri alanlarda da uygulanmaktadır. Bu tez çalışmasında, yapay zeka teknolojisi ve onun bir kısmı olan uzman sistem teknolojisi ayrıca ele alınarak gözden geçirilmiştir. Ayrıca, PREDEX adı verilen ve askeri ve/veya alanda önerilen projeleri değerlendirmeye yarayacak bir uzman sistem tanıtılmıştır. Bu çerçevede, projelerin milli ve/veya kritik sistem ve teknoloji sınıfında olup olmamasına, Türk Silahlı Kuvvetleri (TSK) ihtiyaçlarına ve bütçe durumlarına göre değerlendirilmeleri için bir yöntem geliştirilmiştir. Sistemin gerçekleştirilmesinde, 40 civarında değerlendirme faktörü belirlenmiş ve her faktör 4 seviyeli olarak düşünülmüştür. Tez kapsamında, sistemin ana yapısı, bilgi tabanı ve çıkarım mekanizması değerlendirme yöntemi ayrıntılı olarak anlatılmıştır.

Önerilen yöntem, Batı Avrupa Silahlanma Grubu (WEAG) Panel II kapsamında yürütülmekte olan RTP 11.13 “Avrupa Potansiyel Benzetim Ağı” projesinin değerlendirilmesinde tatbik edilmiştir.

PREDEX’in başarılı bir sonuç üretmesine rağmen geliştirilmesine ve bilgi düzeyinin artırılması ihtiyaç vardır. PREDEX tek bir kullanıcı için geliştirilmiştir. Fakat projelerin kabulünde birden fazla kişi veya kuruluşun farklı açılardan değerlendirme yapması sözkonusudur. Bazı durumlarda karar vericiler farklı birimlerde farklı ortamlarda hata farklı ülkelerde olabilmektedir. PREDEX’in çok kullanıcıya açık bir versiyonunun geliştirmesi gerekmektedir.



SUMMARY

Today, industrial application of artificial intelligence (AI) is applied to not only commercial but also to military area. In this study, the application of AI especially "expert system technology" to military project evaluation has been studied. An expert system called PREDEX, was produced and evaluation procedure has been developed based on the characteristic of the project such as being national and/or critical technologies. TAF requirements and budget needs are also considered. About 40 evaluation have been identified each having 4 levels. Within the thesis, main architecture of the system, knowledge base and inference engine as well as evaluation procedure were explained in detail. Proposed system has been applied to the evaluation of a project called RTP 11.13 "Realization of the Potential of networked simulation in Europe" which was carried out and controlled by Western European Armament Group (WEAG) Research Cell.

The initial analysis of PREDEX shows successful results. However the system still needs to be improved as mentioned in the last chapter. PREDEX has been developed for a single user. However, evaluating a project requires more than one people to deal with the proposals from different aspects. In some cases decision makers may be located at different places or even in different countries. In the future, PREDEX must be improved for multi users allowing the use of internet or intranets. Other possibilities of improvements are listed in Chapter 5.

TEŞEKKÜR



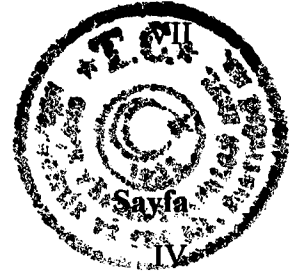
Tezi hazırlamamda ve ana fikrinin oluşturmamda çok değerli katkıları olanlardan öncelikle Sayın Prof. Dr. Ercan ÖZTEMEL'e, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Bilgisayar Bölüm Başkanı Sayın Y.Doç.Dr. İbrahim SOĞUKPINAR'a, Sakarya Üniversitesinin değerli öğretim görevlilerinden ve yapay zeka bilimine önemli katkılar sağlamış ve sağlamakta olan Sayın Prof.Dr.Ercan ÖZTEMEL'e, ARGE ve Teknoloji Dairesi Başkanlığından, milli ve/veya kritik olması zorunlu sistem ve teknolojiler konusundaki bilgi ve tecrübeleriyle beni aydınlatan Yüksek Mühendis Albay Necip BAYKAL'a ve Hava Yüksek Mühendis Ziya PALIGU'ya teşekkür ederim.

Bana hep cesaret veren eşim ve Oğlum Tacettin'e ve çalışmalarım esnasında zaman zaman yanıma gelerek şefkatli sözleriyle bana moral ve destek veren küçük kızım Süheda'ya da şükranlarımı sunmadan geçemeyeceğim.

Tezimden bilim dünyasına ve TSK'lerine olabilecek küçük katkılardan dolayı da; tezimi, bana karşılıksız olarak tüm hayatları boyunca "azim, cesaret, metanet" sözleriyle destek olan biricik Baba ve Anneme ithaf edip onlara sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Yahya Kemal KIRAN

İÇİNDEKİLER DİZİNİ



ÖZET

SUMMARY

TEŞEKKÜR

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ŞEKİLLER DİZİNİ

TABLolar DİZİNİ

1. GİRİŞ

1.1. Yapay Zeka Konusunda Daha Önce Yapılan Çalışma Örnekleri

1.2. Tezin İçeriği

2. YAPAY ZEKA VE UYGULAMALARINA GENEL BİR BAKIŞ

2.1. Yapay Zekâ (YZ) Teorisine Genel Bir Bakış

2.2. Yapay Zekâ Tanımı ve Tarihçesi

2.3. Yapay Zeka Teknolojileri

2.3.1. Yapay Sinir Ağları

2.3.1.1. Biyolojik Beynin İşlev ve Yapısı

2.3.1.2. Sinir Hücresi

2.3.1.3. Yapay Sinir Hücresi

2.3.1.4. Yapay Sinir Ağı (YSA)

2.3.1.5. Yapay Sinir Ağları Uygulamaları

2.3.2. Karatahta Modeli

2.3.3. Bulanık Mantık

2.3.4. Genetik Algoritmalar

2.3.5. Zeki Etmenler

2.3.6. Uzman Sistem (US)

2.3.6.1. Uzman Sistemlerin Temel Bileşenleri

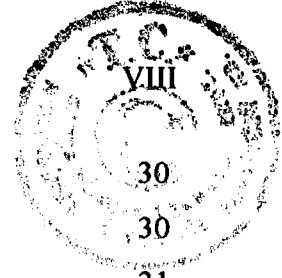
2.3.6.1.a. Bilgi Kazanma

2.3.6.1.b. Bilgi Tabanı

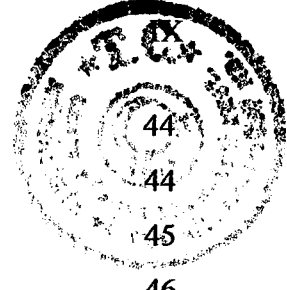
2.3.6.1.c. Çıkarım Mekanizması

2.3.6.1.ç. Çalışma Alanı

2.3.6.1.d. Kullanıcı Arabirimi



2.3.6.1.e. Açıklama	30
2.3.6.1.f. Düşünme Kapasitesini İyileştirme	30
2.3.6.2. Uzman Sistemlerin Faydaları	31
2.3.6.2.a. Maliyet Azalması	31
2.3.6.2.b. Verimlilik Artışı	31
2.3.6.2.c. Kalite İyileştirmesi	31
2.3.6.2.ç. İşleyiş Hatalarını Azaltma	31
2.3.6.2.d. Esneklik	31
2.3.6.2.e. Daha Ucuz Cihaz Kullanımı	31
2.3.6.2.f. Tehlikeli Çevrelerde İşlem	32
2.3.6.2.g. Güvenilirlik	32
2.3.6.2.h. Cevap verme süresi	32
2.3.6.2.ı. Eğitim	32
2.3.6.2.i. Problem Çözme Kabiliyeti	32
2.3.6.2.k. Sınırlı Bir Sahada Karışık Problemlerin Çözümü	32
2.3.6.2.l. Kullanım Alanları	33
2.3.6.3. Uzman Sistemlerin Uygulama Alanlarının Sınıflandırılması	33
2.3.7. Özel Uzman Sistemler	34
2.4. Uzman Sistemlerin Avantajları	34
2.5. Uzman Sistemin Kullanılması Gereken Zamanlar	35
2.6. Bilgisayar ve İnsan Uzmanlığının Karşılaştırılması	36
2.7. Uzman Sistemlerin Geliştirilmesi	36
2.7.1. Uzman Sistemleri Kurmak İçin Kullanılan Araçlar	36
2.7.2. Uzman Sistemleri Geliştirmek İçin Geliştirilmiş Kabuk Sistemler	37
2.7.3. Araçlar	39
2.7.4. Sistem Kurma Yardımcıları	39
2.7.5. Destek Özellikleri	39
2.7.6. Uzman Sistem Kurma İçin Genel Yapı	40
2.7.7. Donanım Desteği	40
2.8. Uzman Sistemlerin Geliştirilmesindeki Zorluklar	41
2.8.1. Kaynakların Eksikliği	41
2.8.2. Uzman Sistemlerin Doğal Sınırlamaları	42
2.8.3. Uzman Sistem Tasarım Süresi	43
2.9. Çıkarım Mekanizması	43



2.9.1. Kontrol Stratejileri	44
2.9.1.a. İleri Zincirleme	44
2.9.1.b. Geri Zincirleme	45
2.9.1.c. Karma Zincirleme	46
2.10. Örnek Çalışma	47
3. YAPAY ZEKÂ UYGULAMALI PROJE DEĞERLENDİRME SİSTEMİ (PREDEX)	48
3.1. Teknolojinin Sınıflandırılması	48
3.1.1. Milli Olması Zorunlu Sistem ve Teknolojiler	49
3.1.2. Kritik Sistem ve Teknolojiler	49
3.1.3. Diğer Sistem ve Teknolojiler	49
3.2. Proje Önerisinin Hazırlanması	50
3.2.1. Proje Tanımlama Özet Dokümanı	50
3.2.2. Projenin Teknik Detayları	50
3.2.3. Projenin Mali Detayları	50
3.2.4. Projenin Yönetimi	51
3.2.5. Proje Önerilerinin Değerlendirilmesi	51
3.3. PREDEX Değerlendirme Yöntemi	51
3.3.1. Proje Teknoloji Türü Açısından Değerlendirme	52
3.3.2. TSK İhtiyacının Belirlenmesi	52
3.3.3. Proje Yeterlilik Puanının Hazırlanması	52
3.3.4. Değerlendirme Kriterlerinin Belirlenmesi	52
3.3.5. Kriterlerin Puanlandırılması	54
3.3.6. Proje Toplam Değerlendirme Puanının Hesaplanması	56
3.3.7. Bütçenin Gözden Geçirilmesi	56
3.3.8. Proje Önerisi Hakkında Karar Verme	57
4. PREDEX : “ZEKİ-PROJE DEĞERLENDİRME SİSTEMİ” ve UYGULAMASI	60
4.1. Geliştirme Ortamı	60
4.2. Bilgi Tabanı	60
4.3. Çıkarım Mekanizması	63
4.4. PREDEX’in Çalışmasına Bir Örnek	63
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	86
KAYNAKLAR	88
ÖZGEÇMİŞ	90

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ



Simgeler :

GYTE

WEAG

WEAO

NATO

WRC

YZ

TSK

SOAR

AR-TE

SAGTEP

PREDEX

YSA

DENDRAL

DIS

MODSİM

MAM

LISP, PROLOG

XLMS

Pattern

EUCLID

CEPA

HEARSAY-II

TAI

US

PROLOG

Açıklamalar :

Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü

Western European Armament Group

Batı Avrupa Silahlanma Grubu

Batı Avrupa Silahlanma Organizasyonu

Kuzey Atlantik Antlaşma Organizasyonu

WEAG Araştırma Hücresi

Yapay Zekâ

Türk Silahlı Kuvvetleri

State, Operator And Result

Araştırma ve Teknoloji

Savunma Araştırma ve Teknoloji Planı

Yapay Zekâ Uygulamalı Proje Değerlendirme Sistemi

Yapay Sinir Ağları

DENDRitic ALgorithm

Distributed Interactive Simulation

Modelleme ve Simülasyon

Marmara Araştırma Merkezi

Sembol Hareketli Diller

Experimental Linguistic Memory System, Deneysel

Dilsel Hafıza Sistemi

Örüntü

Avrupa Uzun Vadeli Savunma İşbirliği

Avrupa Ortak Öncelikli Teknolojik Alanı

Fırsatçı Akıl Yürütmenin Uygulandığı Bir Kara That Modeli Olan Konuşma Anlama Sistemi.

Turkish Aerospace Industry, Türk Hava-Uzay Sanayii

Uzman Sistem

Mantığa Dayalı Sebeplendirmenin Avantajlarını da Sunan Kural Tabanlı Bir Programlama Dili.



LEONARDO

**Özel US Kurmak İçin Kullanılan ve Bir US Kabuğu
Olan Programlama Dili.**

EMYCIN

**En Çok Kullanılan US Kabuğu Sistemlerinden Bir
Programlama Dili.**

RAM

Random Access Memory, Tesadüfi Erişimli Hafıza

Knowledge Base

Bilgi Tabanı

MSB

Milli Savunma Bakanlığı

Milli Teknoloji Sınıfı

Milli Olması Zorunlu Sistem ve Teknolojiler

Kritik Teknoloji Sınıfı

Kritik Sistem ve Teknolojiler

HLA

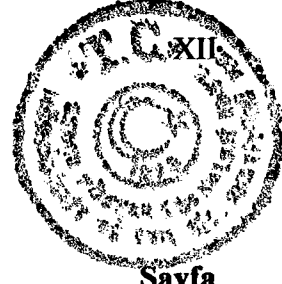
Yüksek Seviye Mimarisi

TSKNET

TSK İtraneti



ŞEKİLLER DİZİNİ



Şekil	Sayfa
2.1. Basitleştirilmiş Biyolojik Bir Sinir Hücresi	16
2.2. Yapay Sinir Hücresinin Basit Bir Modeli	17
2.3. Katmanlar Biçiminde Düzenlenen Yapay Sinir Ağı	19
2.4. Bir Karatahta Modeli	22
2.5. “Fuzzy” Aitlik Eğrisi	24
2.6. Bir Zeki Etmen Elemanlarının Şekilsel Gösterimi	27
2.7. Kaynakların Yetersizliğinin Açıklanması	41
2.8. Uzman Sistem Tasarım Araçlarının Sınırlamaları	42
4.1. Kritik İsimli Bilgi Çatısının Tasarımı	61
4.2 Kritik İsimli Bilgi Çatısının İşletilmesi	62
4.3. ile 4.46. arası; RTP 11.13 Projesi Hakkında PREDEX ile Yapılan Diğer Sorgulamalar	64-85

TABLÖLAR DİZİNİ



Tablo	Sayfa
3.1. Değerlendirme Kriterleri ve Puanları	54
3.2. Kriter Puanlarının Seviyelere Göre Belirlenmesi	56
3.3. Kriter Puanının Hesaplanması Örneği	56
3.4. PREDEX'te Yer Alan Bazı Değerlendirme Kriterleri ve Seviye Değerleri	58





1. GİRİŞ

Günlük hayatımızda iyice yer etmeye başlayan ve hayatımıza çeşitli kolaylıklar getiren Yapay Zekâ (YZ) teknolojisinin, TSK'lerinin orta ve uzun vadede harekât etkinliğini artıracak Araştırma ve Teknoloji (AR-TE) Projelerinin belirlenmesinde önemli bir rol oynayacağı değerlendirilmektedir. Bilişim ve bilgisayar teknolojilerindeki gelişmeler, artık insan davranışlarına yakın sistemlerin geliştirilebileceğini göstermektedir. Savaş şartlarına önceden sentetik ortamlarda hazırlanılmasından, zeki teçhizatların kullanılmasına kadar değişik sivil/askeri alanlarda karşımıza zeki sistemler çıkmaktadır.

1.1. Yapay Zekâ Konusunda Daha Önce Yapılan Çalışma Örnekleri

Belirli eğitim amaçlarına uygun senaryoların düzenlenmesi ve bu eğitim senaryolarının gerçekleştirilmesi için gereken benzetim sistemlerinin değişik bölgelerde olsalar bile aynı sanal ortamda bir arada kullanılmalarına yardımcı olacak sistemler geliştirilmiştir. WEAG Panel II CEPA 11 ortak teknoloji alanı bünyesinde geliştirilen RTP 11.14 “Esnek Eğitim Düzenegî” projesi kapsamındaki zeki etmen yardımıyla eleman seçimi buna çok güzel bir örnektir. Yapay zekânın kullanımı bununla sınırlı kalmamakta yine sanal ortamda bulunan sanal tehditlerin sanki gerçekmiş gibi davranışlar sergileyerek mümkün olduğu kadar gerçeğe yakın savaş şartlarının oluşturulması da yine aynı grup içinde yürütülen RTP 11.3 projesinde gerçekleştirilmiştir. Bu projede yapay zekâyâ dayalı bir F-16 uçağı tehdit olarak geliştirilmiş ve gerçek pilotlar ile savaştırılmıştır. Benzeri çalışmalar ABD’de devam etmektedir. Zeki sistemlerin oluşturulması için SOAR gibi yardımcı sistemler ve yöntemler geliştirilmiş ve bu sistemler kullanılarak hem tehdit güçleri hem de destek birimlerinde insan davranışları modellenerek askeri birimlerde eğitim/tatbikat ve tedarik amaçlı sistemler geliştirilmiştir. Çalışmaların başarılı sonuçlar vermesi NATO başta olmak üzere askeri kuruluşları cesaretlendirmiş ve insan davranışlarının modellenmesi konusunda çalışmalar başlatılmıştır. Bunlardan bir tanesi de 15



araştırmacının 9 ay çalışarak ortaya çıkarttıkları “Modelling Human and Organisational Behaviour : Applications to Military Simulation” konulu çalışmadır [Öztemel, 1998]. Burada Davranışların modellenmesi ve askeri uygulamaları tartışılmakta ve değişik örnekler verilmektedir.

Yapılan çalışmaların sayısı oldukça fazla olduğundan burada sadece okuyucuya bilgi vermek için birkaç tanesine değinilmiş ve olaya daha genel bir bakış yapılmıştır.

Günümüzde, özellikle gelişmiş ülkelerde, hayatın hemen her alanında yukarıda anlatılanlara benzer örneklerle, hem askerî hem de sivil hayatta rastlamak mümkündür. Bugün Amerika, Almanya ve İngiltere gibi ülkelerde günlük hayatta kullanılan ve kullananlara mali, verimlilik ve etkinlik bakımından büyük yararlar sağlayan uzman sistemlerin sayısı oldukça fazladır. Bugün bu toplumlarda genel amaçlı zeki sistemlerden bahsedilirken, günlük hayatta kullanılan ve yaygın olarak bilinen, özel amaçlı bir uzman sistemden bahsetmek güçtür. Ülkemizin de bu gelişmeleri yakından takip etmesi, üniversite ve araştırma kurumlarınca yapay zekânın askerî alanlarda değişik uygulamalarını geliştirmek için gerekli çalışmalara öncelik vermesi gerekmektedir. Bu konudaki ilgili kurum ve kuruluşlar üzerine düşen görevi yapmalı ve bu çalışmaları desteklemelidir. TSK bünyesinde başlatılan TSK Modelleme ve Simülasyon (MODSİM) projesi bu konuda atılmış önemli adımlardan birisi olmuştur. Bilgi çağının en önemli faktörlerinden birisinin zekî sistemler olacağı açık olarak görülmektedir. Ülkemizde gerekli potansiyel harekete geçirilmeli ve çalışmaların gerektiği kadar hızlanması sağlanmalıdır. Araştırma kuruluşlarımızdaki laboratuvarlarda yapılan yapay zeka çalışmalarının sanayimize de kazandırılarak, çağdaş seviyede yapay zekâ sistemlerinin geliştirilmesi hedeflenmelidir.

Yapay zekâ konusunda dünyada yapılan çalışmalar hızla gelişmekte ve her geçen gün yeni boyutlar kazanmaktadır. Zaman içerisinde genel amaçlı yapay zeka sistemlerinin oluşması ve birbirleriyle bilgi alışverişinde bulunan sistemlerin ortaya çıkması söz konusudur. Bu konudaki en önemli gelişme, özellikle sağduyu bilgisinin işlenmesinin mümkün kılınmasıyla olacaktır. İnsan davranışlarının, algılama-muhakeme/ çıkarım-aktivite süreçlerinde modellendirilmesi, sistemlerin



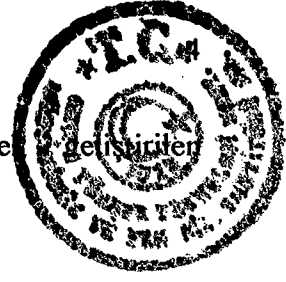
öğrenebilmeleri ve yeni durumlara anında adaptasyonuna, makine-insan etkileşimleri, büyük ve geniş zeki sistemlerin oluşturulması, zeki-paralel çalışabilen zeki sistemlerin geliştirilmesi, farklı yapay zeka ve diğer disiplinlerden tekniklerin birleştirilerek karma sistemlerin oluşturulması ve kaynak sağlayan, verimliliği artıran, etkin uygulamaların oluşturulması, yapay zeka araştırmacıların ilgi odağı olacaktır. Belki bu sayede yapay zekanın gelişmesinde büyük katkıları olan Newell'in tahminleri kısa bir süre içinde gerçekleşecektir. Newell'in tahmin ettiği gibi "ıslak kaldırımlarda frenlerin kendiliğinden durmayı bildiği, köprülerin üzerlerinden geçenlerin emniyet ve güven içerisinde olmalarını sağladığı, sokak lambalarının insanlara yol gösterdikleri" günlere erişmek mümkün olacaktır. Önemli olan ülkemizin bu gelişmelerden geri kalmaması ve teknoloji transferinin yerini teknoloji üretimine dönüştürmesidir.

1.2. Tezin Amacı ve İçeriği

Bu tez çalışmasının amacı, bu konuya ait projelerin seçilmesinde karar vererek projelerin belirlenmesinde "karar destek" unsuru olarak etkin rol oynayan TSK'leri personelinin olabilecek en kısa zamanda ve daha doğru bir karar vermesine, önemli ölçüde katkı sağlayabilecek bir sistemin kurulmasıdır. Tez, sadece askeri alandaki projelerin değerlendirilmesini kapsamaktadır. Bununla beraber, Konsorsiyumlara projeye katkı sağlamak amacıyla katılacak savunma sanayi, üniversite ve araştırma kuruluşları için de önemlidir. Kriterleri iyi belirlenmek şartıyla, PREDEX'in kullanımı, bu kuruluşlara gerçekten başarı sağlayacakları, uzun vadede iyi gelir elde edebilecekleri, gelecekte kuruluşun önünü açacak projelere katılmalarını sağlayacak; katılınan her projede kuruluşun başarısını artıracaktır.

Tez toplam 5 bölümden oluşmaktadır;

- Bölüm-1, tezin amacı hakkında genel bir giriş içermekte olup yapılan bu tezin önemi, tez konusuna olan ihtiyaç, içeriği ve tezin kapsamını verir.
- Bölüm-2'de öncelikle yapay zekâ teknolojisine bir göz atılmış ve bazı örnekler verilmiştir. YZ'nin tanımı ve tarihçesi, bölümleri, karakteristik özellikleri ve uygulama alanları örneklerle verilmiştir.



- Bölüm-3'te proje değerlendirme konusu irdelenerek geliştirilen değerlendirme yöntemi açıklanmıştır.
- Bölüm-4'te YZ teknolojilerinden Uzman Sistem (US) teknolojisi kullanılarak geliştirilen ve "Zeki-Proje Değerlendirme Sistemi (PREDEX)" adı verilen program tanıtılmış; programın çalışması bir örnekle gösterilmiştir. Uzman sistem yaklaşımı, yeni açılacak millî projelerin veya Batı Avrupa Silâhlanma Organizasyonu (WEAO) kapsamındaki Araştırma ve Teknoloji (AR-TE) projelerinin millî ve kritik teknolojilere göre değerlendirilerek, projelere katılım kararlarının daha doğru olarak alınmasında kullanılabilir. Katılımı sağlanacak AR-TE projelerinin, TSK'nin uzun vadeli stratejik planlarına uygun olarak ve Savunma Araştırma Geliştirme ve Teknoloji Plânı (SAGTEP)'nda yer alan millî/kritik teknoloji kriterleri doğrultusunda seçilmesi, belirlenmesi amacıyla tezin konusu olan ve kısa adıyla PREDEX uzman sistemi geliştirilmiştir.
- Bölüm 5'de sonuç ve gelecekte yapılması hedeflenen çalışmaları içeren önerilere yer verilmiştir.



2. YAPAY ZEKA VE UYGULAMALARINA GENEL BİR BAKIŞ

Günümüzde özellikle bilgisayar ve bilişim teknolojilerindeki gelişmeler, bilgisayarların da artık karar verme süreci içinde yer almalarına neden olmaktadır. Daha önce sadece verileri toplayarak derleyen ve kullanıcının bilgisine sunan bilgisayarlar, artık bundan daha fazla sorumluluklar alabilmekte ve sadece veriler ile uğraşmak yerine konu ile ilgili bilgileri de işleyerek karar vericilere destek vermektedir. Sadece verileri ve raporları sunmakla kalmayıp, karar verme işini de bir dereceye kadar üstlenebilmekte ve raporlar yerine öneriler verebilmektedir. Yapay zeka bilimi özellikle zeki sistemler geliştirmek ve bilgisayarların daha zeki olmalarını sağlayacak teknoloji ve tekniklerin geliştirilmesi ile uğraşmaktadır. Son zamanlarda tarımdan tıp ilmine kadar hemen hemen hayatın her alanında başarılı örnekleri görmek mümkün olabilmektedir. Artık çalışmalar laboratuvarlarla sınırlı kalmayıp endüstriyel uygulamalar geliştirilmekte ve ticari sistemler pazarlanmaktadır. Cep telefonlarının sesle çalışması buna en güzel örnektir. Orada kullanılan “ses tanıma yöntemi” yapay zeka bilimindeki bilimsel çalışmaların bir ürünüdür. Bu tezde zeki bir proje değerlendirme sistemi olan PREDEX’i geliştirmenin arkasında da yine bu başarılı uygulamaların verdiği güven vardır. PREDEX sistemini tanıtmadan önce yapay zeka teknolojisine bir göz atmak, tezin genelini anlamak bakımından önemli görüldüğünden burada bu teknolojinin bir değerlendirilmesi de yapılmıştır.

2.1. Yapay Zekâ (YZ) Teorisine Genel Bir Bakış

Sayısal bilgisayarların işlem hızlarındaki gelişmeler; muharebe sahasına ilişkin büyük hacimli hedef verilerinin değerlendirilmesi, uçak ve füzelerin güdüm, seyrüsefer ve denetimi, silâh sistemlerinin yönlendirilmesi gibi uygulamalarda karşılaşılan algoritma yoğun işlemlerin gerçek zamanda çözümüne olanak sağlamaktadır. Muharebe sahası görevleri günden güne daha karmaşık bir yapı oluşturmakta ve her seviyedeki komutanın ve karargâhının iş yükünü artırmaktadır. Özellikle havacılık görevleri olarak tehditten kaçma, yeniden plânlama, yoğun savunma sahalarında yayın yönetimi ve uçak üzerindeki sistemlere ilişkin işlevlerin



sürekli olarak denetimi ve sistem hatalarının belirlenerek ortadan kaldırılması faaliyetlerinde bilgisayarlar ihtiyaç duyulan en önemli araçlardır. Bu alanlarda insan davranışlarının modellenmesi ise günümüzde oldukça önemlidir.

Aslında yapay zekanın askeri uygulamaları konusu modern dünyada oldukça ciddiye alınan bir konudur. ABD ve İngiltere gibi gelişmiş ülkelerdeki askerî kolejlerde yapay zekanın askerî uygulamaları konusunda dersler verilmekte ve bu konu ayrıntılı bir şekilde irdelenmektedir. Bu tezin kapsamında, bu konulara ait bazı gelişmeler de ele alınacaktır.

Askerî alanlara yapay zekâ ya da uzman sistemlerin uygulanması önemli bir yaklaşım oluşturmaktadır. Alışılmış problem çözme işlemlerinde, belirgin ortamlara yönelik sistem tepkileri önceden bilinen koşullar için üretilmektedir. Beklenmeyen koşullar için uygun çözümler bulunamamaktadır. Diğer yönden uzman sistem yaklaşımı, beceri sahibi bir problem çözümleyicinin olanaklarını kullanmakta ve böylece kendi bilgi tabanını oluşturma bilgisini yaratmaktadır. Bu nedenle bir uzman sistem; düşünen, öğrenen ve insan beyninin canlı sinir hücrelerinin karşılıklı bağlantılarından oluşan doğal sinir ağları işlevlerinin herhangi bir biçimde makineler tarafından taklit edilmesini ele almaktadır.

Yapay Sinir Ağlarına ilginin artması, teknolojik gelişmeler oluşturmak kadar beynin nasıl çalıştığının daha ayrıntılı bir şekilde anlaşılması ihtiyacından da kaynaklanmaktadır. Bu ihtiyaç, alışılmış sayısal bilgisayarlar için çok zor olduğu düşüncesine varılan çeşitli problemleri çözecek güçlü bir bilgisayar türünün oluşturulmasına zemin hazırlamaktadır. Yapay Sinir Ağlarına ilişkin uygulamalara, gerçek dünya koşullarında görüntü tanıma, tamamlama, kaynaştırma (füzyon) ve sınıflandırma gibi örnekler verilebilir. Ancak, bilinen bir kişiyi tanıma, konuşmayı öğrenme ve doğal dili anlama, bellekte kapsanan verilerden uygun bilgiyi beynin doğal biçimde yaptığı gibi elde etme gibi halihazırdaki istekler alışılmış programlanabilen bilgisayarlar kadar, kural tabanlı uzman sistemlerin ulaştığı noktanın da ötesindedir. Bilgisayarların zekiliği ise, bizim onları daha akıllı olmaları için nasıl programlayacağımız hakkındaki bilgilerimizle sınırlıdır.



Yapay zeka, bilgi organizasyonu, öğrenme, problem çözme, teorem ispatlama, bilimsel buluşların modellenmesi, ses ve şekil tanıma, oyunlar, bilgi gösterimi, yorum yapma, algılama, doğal dil anlama/konuşma ve zeki bilgisayar sistemlerinin tasarlanması vb. ile ilgilenen ve insanlığın geleceği için en önemli teknoloji alanlarından biridir. Yapay zekâ, çözüm algoritması kesin çizgileriyle gösterilmeden, problemleri çözmek amacıyla bir bilgisayardaki program tarafından kullanılan kuram ve tekniklerin tümüdür. Yapay zekâ çalışmaları, özellikle gelişmiş ülkelerde günlük hayatta insanlara bir çok fayda sağlamaya başlamıştır. Böylece, işlemlerin maliyetlerinde azalmalar, kârlılıklarında artışlar olmakta, işlem zamanları kısaltılabilmekte ve problemlere daha iyi çözümler üretilebilmektedir. Bu konuda özellikle endüstriyel uygulamalara bazı örnekler listelenmiştir [Öztemel, 1995]. Bu örnekleri sadece endüstriyel olaylarla sınırlamamak gerekmektedir. Benzeri örnekleri askeri alanlarda [Öztemel ve Kocabaş, 1995], ulaşımda [Sharma ve ark., 1994], iş dünyasında ve finansal alanlarda [Lin ve Lin, 1993] vb. gibi daha birçok alanda rastlamak mümkündür.

2.2 Yapay Zekâ Tanımı ve Tarihçesi

Yapay zekânın standart bir tanımının yapılması oldukça zordur. Çünkü yapay zekâ, psikolojiden bilgisayar mühendisliğine kadar birçok disiplin ile ilişki halindedir. Dolayısıyla yapay zekâyı farklı açıdan bakmak ve farklı tanımlar ortaya koymak mümkündür [farklı tanımlar için bkz. Barr ve Feingenbaum 1998, Rich 1981, Winston 1984]. Her ne kadar standart bir tanım yapmak mümkün değil ise de yapılan tanımların ortak bir noktası vardır. O da bir şekilde bilgisayarlar ile zeki davranışların özleştirilmesidir. O halde yapay zekâyı anlamak için zeki davranışın tanımlanması gerekmektedir. Acaba, yapay zekâ var olan bir şey midir? Sonradan kazanılabilir mi? Öğrenmenin veya tecrübe edinmenin yapay zekâ ile bir bağlantısı var mıdır? Bireysel kabiliyet, ilham, tecrübe gibi bir takım olguların zekâ ile ilişkileri nelerdir? Zekâ gözlemler sonucu değişebilir mi? Bilgi zekanın bir ürünü müdür? Bilgi insanın sinir yapısında nasıl şekillenmiştir? İnsanın kendi kendisini bilmesi, kendi kendisini tatmin etmesi, duygularını ve hislerini kontrol altında tutması gibi olguların zekâ ile bir bağlantısı var mıdır? Bu olgular zekânın şekillenmesinde bir rol almakta mıdır? İnsan zekâsı denilen olgunun bilgisayarlaştırılması söz konusu



olabilir mi? Bu soruları çoğaltmak mümkündür. Gerçek şudur ki; bu soruların çoğunluğu henüz bilimsel olarak kesin olarak cevaplanmış sayılmaz. Cevap bulınsa bile, bu cevap kişiden kişiye farklılık gösterecektir. İnsanların sahip oldukları zekâ düzeyinin de farklı olması nedeniyle geliştirilecek yapay zekâ sistemlerinde standart bir zekâ düzeyinin olması beklenemez. Zaten bugün için zekâ bir davranış olarak adlandırılan bir çok olay gelecekte zekâ bir davranış olarak görülmeyebilir. Fakat zekânın rakamlar ve veriler yerine bilgiye dayalı bir mantıksal süreçten ibaret olduğu açıkça görülmektedir. Zaten yapay zekâyı tanımlamaktaki güçlük burada yatmaktadır. Bir de bunlara yapay zekânın kendisinin çok yeni ve genç bir bilim dalı olması eklenirse, ortaya fizik ve kimya gibi olgunlaşmış yöntemlerin çıkmamış olması bu tanımlamayı daha da zor kılmaktadır. Bu nedenlerden dolayı araştırmacılar bir tanım yapmak yerine, tüm dikkatleri daha çok yapay zekânın ilgi alanına, hedeflediği amaçlara kullandığı tekniklere ve geliştirilmek istenen metotlara doğru çekmektedirler.

Yapay zekânın tarihi gelişmesinde kısaca bir göz gezdirilirse, çalışmaların başlangıçta zekâ kavramının genel bir tanımının oluşturulması esasına dayandığı görülür. O zamanlar, yapay zekâ çalışmalarının amacı genel amaçlı zekâ sistemleri oluşturmaktı. Yapay zekâ çalışmalarında önemli bir adım olan meşhur Turing testinin de böyle bir düşüncenin eseri olarak ortaya atıldığı görülmektedir [Turing, 1950]. Fakat ilk zamanlardaki çalışmalarda teorik yetersizlikler ve teknolojik imkansızlıklar nedeniyle bunun başarısız olduğu, bunun yerine daha özel amaçlı yapay zekâ programlarının geliştirildiği ve geniş uygulama alanları bulamadığı görülmektedir. O zamanlar yapay zekâ sistemlerinin, büyük çaplı gerçek dünya problemlerini çözme kapasiteleri de zayıftı. Özel amaçlı programların başarıları dikkatleri üzerlerine çekti ve sayısız yapay zekâ sistemi ortaya çıktı. Bu konudaki en belirgin örnekler uzman sistem uygulamalarında görülmektedir. İlk örneklerden birisi olarak DENDRAL verilebilir [Feigenbaum ve ark., 1971]. Amerika Yapay Zeka Topluluğu'nun her yıl gerçekleştirdiği "Yapay Zekanın Yeni Ortaya Çıkan Uygulamaları" (Innovative Applications of Artificial Intelligence) konulu konferansları bu başarının her yıl artan örneklerini göstermektedir. Bu çalışmalar esnasında çeşitli sayıda ve özellikte yine özel amaçlı ve bilgi kullanımını kolaylaştıran yapay zekâ araçları da geliştirilmiştir [Price, 1990]. Son zamanlarda ise

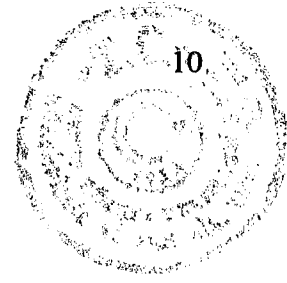


hem teknolojik hem de teorik gelişmeler ışığında bazı araştırmacılar, yeniden genel amaçlı zekî sistemlerin geliştirilmesini sağlamak amacı ile çalışmalar başlatmışlardır.

Artık gelişen bilgisayar teknolojisinden, yapay zekâ tekniklerinden istifade ederek daha genel amaçlı zekî sistemlerin oluşturulması imkanları araştırılmaktadır. Bu çalışmaların çoğu özel amaçlı sistemlerden genel amaçlı sistemlere geçiş noktasında her iki türün de özelliklerini göstermekte olup genel olarak şu anda laboratuvar çalışmaları halindedir [Iwasaki ve Low, 1993, Guha and Lanet, 1990]. Bu genel amaçlı zekî sistemlerde en önemli özellik, teknik yetenek ve bilgileri içeren özel amaçlı sistemlerin birer araç olarak kullanılmasıdır. Yani bu sistemlerin, bir problem ile karşılaşıldığında o problemi çözecek mevcut bilgi ve araçların neler olduğunu bilmeleri ve onları nasıl kullanacaklarını öğrenmeleri esastır. Bu genel amaçlı yaklaşımlara örnek olarak, sağduyusu bilgisinin işlendiği ve sağduyu çıkarımlarına sahip sistemlerin oluşturulması verilebilir. Günümüz yapay zekâ sistemleri, özellikle sağduyu bilgilerini işlemede zayıftır. Acil durumlara cevap verebilme, süreklilik ve öğrenme gibi diğer özellikler de günümüz yapay zekâ araştırmalarının temel öğeleri haline gelmiştir.

Bu konudaki uygulamaların laboratuvarlardan çıkıp gerçek hayata inmesinin ise genel olarak askeri alanlardan başlaması beklenmektedir. Meselâ, özellikle askerî eğitim ve geliştirmede, yapay zekâ tekniklerinin, “Dağıtık-Etkileşimli Benzetim (simülasyon)” (DIS-Distributed Interactive Simulation) ortamlarında hem maliyet yönünden hem de zaman bakımından büyük faydalar sağladığı görülmektedir. Yeni taktiklerin denenmesi, değişik senaryoların rahatlıkla uygulanabilmesi, emniyet probleminin ve riskin hemen hemen hiç olmaması, bu sistemlerdeki çalışmaları da hızlandırmaktadır [Kocabaş ve ark., 1995, Tambe ve ark. 1995]. Sosyal olaylardan mühendisliğe, sağlıktan askerî uygulamalara, eğitimden çevreye her türlü alanda uygulaması görülen yapay zekânın şu andaki çalışmalarının birkaç kategoride yoğunlaştığı görülür. Bunlar;

- Zekî etmenler,
- Zekî benzetim ortamları, eğitim ve tatbikat,
- Spesifik bilgi sistemleri,



- Robot teknolojisi ve bilgisayarla görme,
- Makine öğrenmesi,
- Doğal dil işlemedir.

Zeki etmenler kendi başlarına bağımsız olarak karar verebilen zeki sistemler geliştirmeyi sağlayan bir teknolojidir. Teknolojiler ile ilgili açıklamalarda bu konuda daha detaylı açıklamalar verilecektir.

Zekî benzetim ortamları ise her zaman ve her yerde uygulanabilen sistemler olup, gerek maliyetin yüksekliği veya uygun ortamların olmayışı, gerekse teknolojik ve politik kısıtlamalardan dolayı yerine getirilemeyen gerçek eğitim, öğretim ve tatbikatların benzetim yolu ile yerine getirilmesini sağlarlar. Askerî eğitimden iş eğitimine kadar her alanda bu uygulamalara rastlanmaktadır. Eğitim amacı ile gerçek ortamları ve insanları kullanmak hem pahalı hem de bazı durumlarda tehlikelidir. Alınan kararlar nedeni ile sonuçta olumsuz kararların tehlikeli sonuçlar doğurabileceği durumlarda gerçek olaylar üzerinde eğitim mümkün olmayabilir. Mesela, ameliyathanede bir hasta üzerinde doktor eğitiminin yapılması, savaş esnasında askerlerin eğitilmesi, firmaların çok önemli finansal kararlarını aldıkları durumlarda tecrübesiz insanlara karar verdirmek çok kötü sonuçlar doğurabilir. Bu gibi durumlarda zekî benzetim ortamlarında eğitimin faydaları açıkça ortadadır. Zekî benzetim ortamlarının öğretimde kullanılması da gelecekte önemli yapay zeka araştırma konularından birisi olacaktır. Acaba Ankara savaşında Yıldırım Beyazıt farklı kararlar alsaydı savaşın sonu nasıl olurdu. Bu sorunun cevabını bulmak neden mümkün olmasın. Tarih ve siyasal bilgiler fakültesi öğrencilerinin böylesine bir fikir jimnastiğinden geçirilmesi mutlaka çok faydalı olurdu. Aynı şekilde, ekonomik krizler, polisiye olaylar ve acil servis ihtiyaçlarına ilişkin olarak binlerce insana gerek duymaksızın benzetim yolu ile eğitim yapılabilir. Bugün gelişmiş toplumlarda yapay zekâ araştırmacılarının yöneldiği noktalar bunlardır. Bu örnekleri çoğaltmak mümkündür. Zeki benzetim ortamlarının karakteristik özellikleri ayrıntılı olarak anlatılmıştır [Öztemel ve Hocaoglu, 1995].

Bilgi çağında yaşadığımızdan hareketle bilgi toplumlarının birer parçası olarak geliştirilecek özel bilgi sistemleri ile evde, işte ve okulda birçok ihtiyacın giderilmesi söz konusudur. Mesela, bir konferansa gidecek olan profesör neden yapay zeka

11

programları kullanarak konuşacağı konuyu belirlemesin, yansılarını otomatik olarak hazırlatmasın; hatta, aynı konuda daha önce verilmiş konferanslar hakkında bilgi sahibi olmasın? Neden bir pazarlamacı uzun bir süre boyunca pazarın durumunu inceleyen ve kendisine yön veren ve yardımcı olan bir bilgi sistemi kullanmasın? Bu amaçla geliştirilmiş, özellikle İnterneti kullanarak birbirleri ile etkileşen ve bilgi alışverişinde bulunan, insanlara asistanlık yapan, yeni mesajları değerlendiren zekî nesnelerden bahsetmek mümkündür [Etzioni and Weld, 1994; Maes, 1994].

Yapay zekânın en çok gelişme gösterdiği alanlardan birisi de robot teknolojisidir. Su altında, nükleer santrallerde, tehlikeli ortamlarda robotlardan istifade etmek mümkündür. Bu robotların işlevleri, insana yakın davranışları gösterebilmeleri ile ölçülebilmektedir. Yani robotların çevrelerindeki olayları algılaması, onları bir muhakeme mekanizmasından geçirmesi ve neticede kendi faaliyetlerine kendilerinin karar vermesi gerekmektedir. Bunun için mümkün olduğu kadar esnek olmaları lazımdır. Bu konudaki gelişmeler oldukça güven vericidir. Günümüzde robot olimpiyatları yapılmakta ve sergilenen robotlar insanlara tanıtılmaktadır. 3 ncü robot yarışması 12 nci Amerikan Millî yapay Zeka Konferansı esnasında Washington'da yapılmıştır. Artık araştırmalara, birden fazla robotun birbirleri ile etkileşimli halde birbirlerine yardım edecek şekilde çalıştırılabilmesi yönünde devam edilmektedir. Robot teknolojisine bağlı olarak elde edilen bilgiler ile özellikle askerî alanda insansız araçların yapılması (hava/yer/deniz), son zamanlarda bahsedilen özel dinleme sistemleri (yapay böcekler), füze ve silâhların özel algılama ve hedef tanıma teknolojisine kavuşturulmaları mümkün olabilmektedir.

Makine öğrenmesinde ise çalışmalar daha çok yapay sinir ağları, genetik algoritmalar, açıklama tabanlı öğrenme, karar ağacı tabanlı öğrenme metotlarına göre sürdürülmektedir. Çeşitli öğrenme teknikleri hakkında ayrıntılı bilgi [Kocabaş, 1991]'de bulunabilir. Burada şu noktaya dikkat çekmek yerinde olacaktır; O da makine öğrenmesinde çalışmaların daha çok teorik esasta yürütüldüğü ve uygulamaya yönelik çalışmaların yeni yeni kendisini göstermeye başladığıdır. Daha çok tasarım ve konfigürasyon, plânlama, ses ve görme, kontrol, tahmin ve hataların ortaya çıkartılması gibi konularda uygulamalar görülmekle beraber, bu konuda araştırmacıların pratiğe dönük çalışmalar sergilemeleri, bu sistemlerin yaygın hale gelmesinde önemli rol oynayacaktır. Yapay sinir ağlarının askeri alanda



kullanılmasına yönelik çalışmalar ise özellikle hedeflerin tanınması, veri kaynaştırması (füzyonu), signal işleme, kod çözme (kriptoloji), yörünge (trajektory) plânlama vb. gibi alanlarda kullanılması mümkündür.

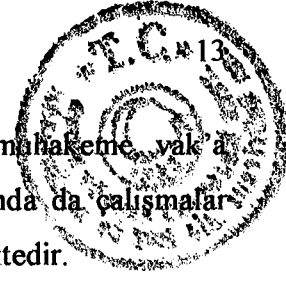
Doğal dil işleme aslında yukarıda anlatılan birçok olayda önemli bir faktör olarak gözükmektedir. Özellikle bilgi sistemlerinin insanlara kendi konuştukları dilde bilgi sunabilmesi çok önemlidir. Yazı dikte etme, ses tanıma ve işleme, farklı dillerden birbirine tercüme etme, elektronik mektupları ve telefonları filtreleme, optik karakter tanıma gibi konularda yapay zeka tekniklerinin başarılı sonuçlarını görmekteyiz. TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi (MAM) Bilişim Tekniği Enstitüsü Müdürlüğü bünyesinde gerçekleştirilen Kril (Cyrillic) Alfabetini tanıma projesi doğal dil çalışmasına güzel bir örnektir. Bu konudaki en önemli askerî çalışmaların kod çözme ve kodlama konusunda yapılacağı açık olarak görülmektedir.

2.3. Yapay Zeka Teknolojileri

Dünyanın herhangi bir yerinde üretilen bilginin sayısal hale getirilerek bilgisayar ortamında saklanması, o bilgiye dünyanın herhangi bir yerinden çok kısa sürede erişimi olanaklı kılmaktadır. “Bilgi Çağı” ve “Bilgi Toplumu” gibi terimlerin sıklıkla kullanıldığı günümüzde bilginin önemi daha açık bir şekilde ortaya çıkmaktadır. Bilginin önemi arttığı oranda o bilgiye ulaşabilmeyi sağlayan sistemlerin de önemi artmaktadır.

Yapay zeka biliminde oldukça yoğun çalışmalar yapılmakla beraber günlük hayatta aşağıdaki teknolojilerin örnekleri görülmektedir ;

- Yapay sinir ağları
- Karatahta modeli
- Bulanık mantık (fuzzy logic)
- Genetik algoritmalar
- Zeki etmenler
- Uzman sistemler



Bunların yanında kalitatif muhakeme, monoton olmayan muhakeme, vak'a tabanlı muhakeme, model tabanlı muhakeme vb. gibi birçok alanda da çalışmalar yapılmakta fakat bu çalışmalar daha çok laboratuvarlarda yürütülmektedir.

İnsanlar uzun zamanlardan beri kendileri yapmakta zorluk çektikleri işleri makinalara yaptırmışlardır. Bilgisayarlar bu makinalar arasında gelişmeye en açık olanlarıdır.

Yapay Zeka nedir? Aslında bazı çevrelerin anladığı gibi Yapay Zeka, sentetik sinir hücrelerinin birleştirilmiş bir şekli değildir. Bu olsa olsa Yapay Beyin olurdu. Yapay Zeka, çözüm algoritması kesin çizgileriyle açık olarak gösterilmeden, problemleri çözmek amacıyla bir bilgisayarda program tarafından kullanılan kuram ve tekniklerin tümüdür. Bu, insanların bir olay karşısında karar vermeye ve o olaya çözüm getirmeye çalışırken nasıl bir düşünce yolu izlediklerini taklit ederek yapılır. Düşünce işlemi basit adımlara bölünür ve bu adımları kullanarak problemi çözen bir bilgisayar programı tarafından düzenlenir. Yapay Zeka, bu sayede karar verme mekanizması karışık olan problemleri çözen programların basit ve yapısal bir şekilde tasarlanmasını sağlar. Yapay Zeka'nın birçok uygulama alanı vardır. Bunlardan bazıları; matematik, mantık, psikoloji, robotik, linguistik ve uzman sistemlerdir. Bu tezde uzman sistem teknolojisi kullanıldığından, bu bölümde yapay zeka teknolojilerine kısaca değinilecek ve uzman sistemler ayrıntılı olarak incelenecektir.

2.3.1. Yapay Sinir Ağları

Sayısal bilgisayarların günümüz sistemlerinde kullanımları iki yönden önem kazanmaktadır. Sayısal bilgisayarlar, çok karmaşık algoritmaları ve denetim mantığını kullanan büyük hacimli sistem uygulamalarına olanak sağlamaktadır. Diğer yönden ise, bu tür sistemlerin tasarımında ve irdelenmesinde önemli bir mühendislik aracı oluşturmaktadır.

Sayısal bilgisayarların işlem hızlarındaki gelişmeler; muharebe sahasına ilişkin büyük hacimli hedef verilerinin değerlendirilmesi, uçak ve füzelerin güdüm, seyirüsefer ve denetimi, silâh sistemlerinin yönlendirilmesi gibi uygulamalarda



karşılaşılan algoritma yoğun işlemlerin gerçek zamanda çözümüne olanak sağlamaktadır. Muharebe sahası görevleri günden güne daha karmaşık bir yapı oluşturmakta ve her seviyedeki komutanın ve karargâhının iş yükünü artırmaktadır. Özellikle havacılık görevleri olarak tehditten kaçma, yeniden plânlama, yoğun savunma sahalarında yayın yönetimi ve uçak üzerindeki sistemlere ilişkin işlevlerinin sürekli olarak denetimi ve sistem hatalarının belirlenerek ortadan kaldırılması faaliyetlerinde bilgisayarlar gereksinim duyulan en önemli araçlardır.

Bu yönden bakıldığında, askerî alanlara yapay zekâ ya da uzman sistemlerin uygulanması önemli bir yaklaşım oluşturmaktadır. Alışılmış problem çözme işlemlerinde, belirgin ortamlara yönelik sistem tepkileri önceden bilinen koşullar için üretilmektedir. Beklenmeyen koşullar için uygun çözümler bulunamamaktadır. Diğer yönden uzman sistem yaklaşımı, beceri sahibi bir problem çözümleyicinin olanaklarını kullanmakla, kendi bilgi tabanını oluşturma bilgisini yaratmaktadır. Böylece uzman sistem; düşünen, hisseden, öğrenen ve anımsayan insan beyninin canlı sinir hücrelerinin karşılıklı bağlantılarından oluşan doğal sinir ağları işlevlerinin herhangi bir biçimde makineler tarafından taklit edilmesini ele almaktadır.

Bilim adamları ve mühendisler insan beyninin işlevinin, biyolojik yönünden daha çok bu işlevin oluşumundaki modellerle ilgilenmektedir. Yapay Sinir Ağları (YSA) konusundaki araştırmaların amacı, insan beyninin hesapları nasıl oluşturduğunu ve yaptığını anlamak ve daha sonra bu hesaplama gücünü taklit eden ya da tekrarlayan sinir ağı modellerini kavramaktır.

Yapay Sinir Ağlarına ilginin artması, teknolojik gelişmeler oluşturmak kadar beynin nasıl çalıştığının daha ayrıntılı bir şekilde anlaşılması gereksinimden kaynaklanmaktadır. Bu istek, alışılmış sayısal bilgisayarlar için çok zor olduğu kanısına varılan çeşitli problemleri çözecek güçlü bir bilgisayar türünün oluşturulmasına ortam hazırlamaktadır. Yapay Sinir Ağlarına ilişkin uygulamalara, gerçek dünya koşullarında örüntü (pattern) tanıma, tamamlama, kaynaştırma ve sınıflandırma gibi örnekler verilebilir. Ancak, bilinen bir kişiyi tanıma, konuşmayı öğrenme ve doğal dili anlama, bellekte kapsanan verilerden uygun bilgiyi beynin

doğal biçimde yaptığı gibi elde etme istekleri alışılmış programlanabilen bilgisayarlar kadar kural tabanlı uzman sistemlerin ulaştığı noktanın ötesindedir.

2.3.1.1. Biyolojik Beynin İşlev ve Yapısı

İnsan beyninin değişik iki işlevinin olduğu bilinmektedir. Birincisi, bilinçli olarak tanımlanmış ardışık adımlardan oluşan bir işlemin mantıksal olarak sıralanması düşüncesidir. Program olarak listelenmiş istekleri ardışık olarak işleyen günümüzün sayısal bilgisayarları, beyin bu işlevinden esinlenerek, 1940'lı yıllarda bulunan "Ardışık Bilinçli Düşünme"nin bir sonucu olarak geliştirilmiştir.

Diğer yönden ise, bilinç dışı düşünmenin ya da bilinç dışı zekânın çok daha karmaşık yapıda olduğu bilinmektedir. Çevremize ait birçok veri, duyu organlarımız tarafından sağlanan algılama ve öznitelik çıkarma süreçlerinden bilinç dışı olarak geçmektedir. Örneğin; hareketlerimizin üç boyutta uyarı ve tepki sinirleri aracılığıyla denetimi büyük oranda bilinç dışı bir düşünmedir. Bilinç dışı düşünme yapısı, belleğimizin büyük bir yeteneğe sahip olmasında temel oluşturmaktadır. Bilinç dışı gerçekleştirilen işlevlerin tamamı, birbirine yakın karşılıklı bağlantılardaki etkileşimden ve elektrokimyasal süreçlerden dolayı sinir hücrelerinin oluşturduğu ağlarda paralel olarak çalışırlar.

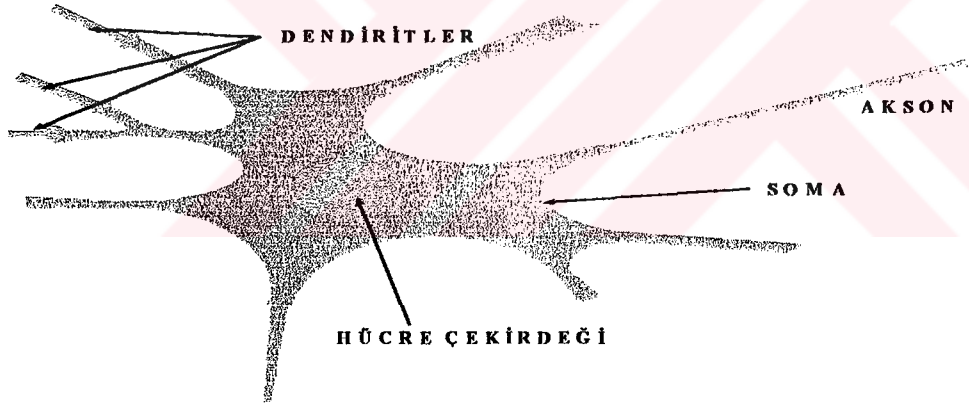
Beynimiz, herbiri yaklaşık binden yüz bine kadar sinir hücresinden oluşan işlevsel birimlerin üst düzeyde tümleştirilmiş bir sistemi olarak biçimlendirilmiştir. Her bir hücre ondan onbine kadar eşit olarak değişen bağlantılarla bir diğer hücreye bağlanır. Merkezi sinir sistemimiz kabaca yüz milyar ile bir trilyon hücreden oluşmaktadır. Yapay olarak, bu büyüklükte bir bilgi işlem sisteminin tamamıyla oluşturulamayacağı ve genetik bilgiler ele alınmadığında bile doğum öncesi bilgilerin programlanamayacağı açıktır.

Beynimiz kendini düzenleme, öğrenme ve ilişki kurma yeteneklerine sahiptir. Biyolojik bilgi işlem modellerinin taklit edilmesinde ise, farklı düzenleme ve düşünce seviyeleri oluşturulmaktadır. Sinir hücresinin uyarılma davranışının yanısıra, durağan ve durağan olmayan elektriksel özelliklerinin gösteriminde tek

hücre seviyesi ele alınmaktadır. Ağ seviyesinde, ağı oluşturan benzer sinir hücrelerinin karşılıklı bağlantıları uyarı-tepki işlevlerini tanımlamak için incelenmektedir. Algılama ve problem çözme gibi akılsal işlev seviyesinde, ağlar çok daha karmaşıktır. Bunlar biyolojik bilgi işlem sürecinin en üst seviye ağlarıdır.

2.3.1.2. Sinir Hücresi

Sinir hücresi (norön ya da neyron), hücre çekirdeğini saran bir hücre gövdesinden oluşur. Basitleştirilmiş biyolojik bir sinir hücresi Şekil.2.1.'de verilmektedir. Hücre gövdesinden çıkan ve akson olarak adlandırılan uzantılar, diğer hücrelere bağlanan çok sayıda dallara ayrılır. Bu uzantılar dallar üzerinden diğer hücrelerle eşleşen (sinaptik) en yakın ve işlevsel bağlar oluşturur ve bir hücreden diğerine bilgi aktarılır. Eşleşen bağ, diğer hücrenin bilgi alıcı uzantısı olan dallantı (dendirit) ile sonlanır.



ŞEKİL-1. BASİTLEŞTİRİLMİŞ BİYOLOJİK SİNİR HÜCRESİ

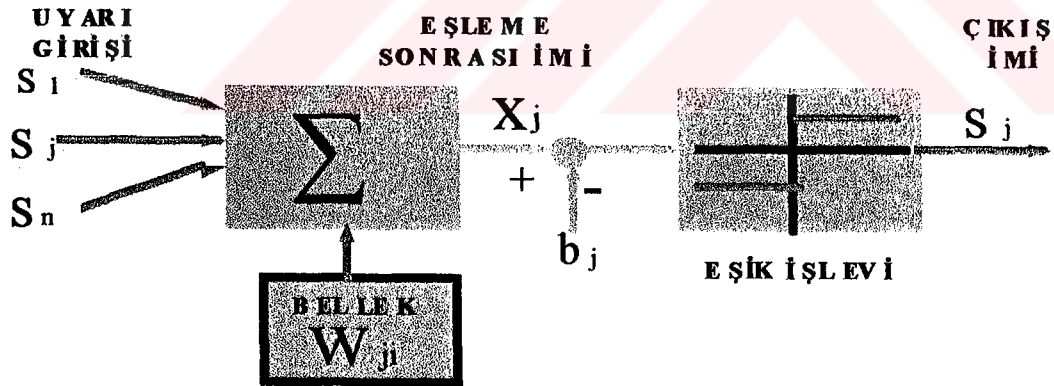
Şekil 2.1. Basitleştirilmiş Biyolojik Bir Sinir Hücresi

Bir hücre diğeri tarafından eşleşen bağlar ile uyarılır. Uyarı şiddetinin belirgin bir eşik değerini aşmasıyla eylem potansiyeli oluşur. Bu potansiyel yükseldikten sonra aniden düşer ve hücre sakin konumuna döner. Hücre uyarı şiddeti ya da bilgi yoğunluğu eylem potansiyellerinin sıklığı ile belirlenir. Daha büyük uyarılar, dürtülerin akson üzerindeki ardışıklığını artırır.

Biyolojik sinir ağlarının öğrenme ve uyarlama özelliğine sahip olması, sinapların sünüklük özelliğinden kaynaklanır. Sinir hücrelerinin dürtüye karşı oluşturdıkları tepkilerinin geçmişteki olaylara dayanan bellek yeteneği, sünüklük özelliği tarafından sağlanmaktadır.

2.3.1.3. Yapay Sinir Hücresi

Biyolojik sinir hücresi temel alınarak oluşturulan yapay sinir hücresinin basit bir modeli Şekil.2.2'de verilmektedir. Bu modelde, j nci bir hücre için, uyarı (önsinaptik) girişimleri $s_i; i = 1, 2, \dots, n$ ağırlıklandırılarak eylem (sinaptiksonu) imi x_j oluşturulur. Bu im, seçilen bir eşik değeri b_j 'ye göre doğrusal olmayan bir işlevden geçirilerek çıkış imi s_j elde edilir. Ağırlık değerleri w_{ji} sinir hücresinin kısa süreli davranışlarını belirleyen öğrenmeye ilişkin değerlerdir. Biyolojik sinir hücresinin öğrenme ve ezberleme yeteneği, yapay sinir hücresinde ağırlık değerleri uyarlaması ile oluşturulur. Bunun sonucunda, bir hücrenin kısa süreli davranışı (kısa süreli bellek) öz geçmişi (uzun süreli bellek) ile ilintili olarak elde edilebilir.



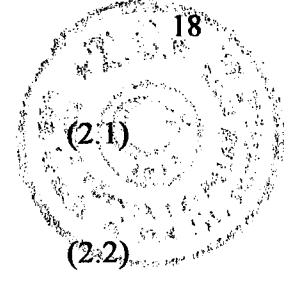
ŞEKİL-2. YAPAY SİNİR HÜCRE Sİ

Şekil 2.2. Yapay Sinir Hücresinin Basit Bir Modeli

Basitleştirilmiş yapay sinir hücresinin matematiksel tanımı aşağıdaki denklemler ile verilebilir.

$$s_j = f\left(\sum_i s_i \cdot w_{ji} - b_j\right) \quad (2.1)$$

$$x_j = \sum_i s_i w_{ji} \quad (2.2)$$



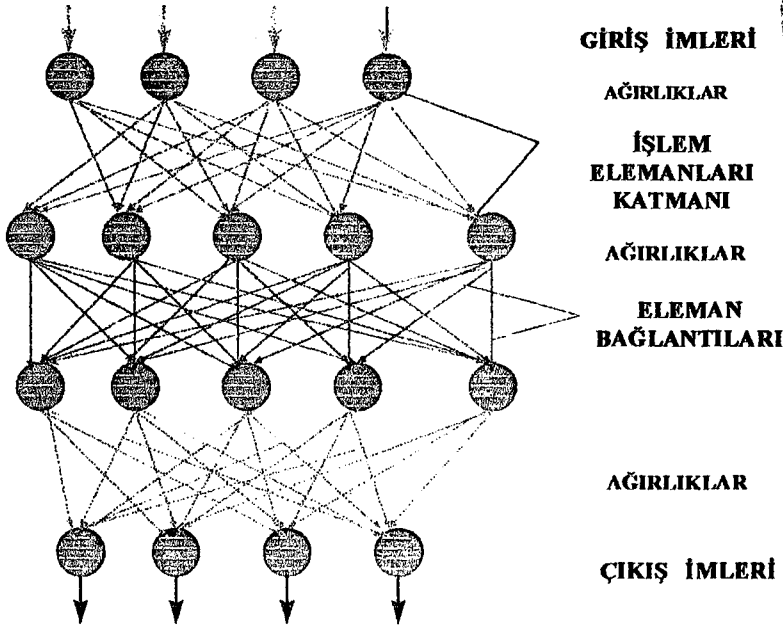
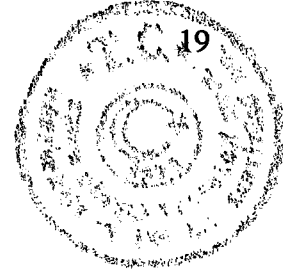
2.3.1.4. Yapay Sinir Ağı (YSA)

Yapay Sinir Ağı, gerçek nesnelerin biyolojik sistemlere benzer şekilde gösterimlerine olanak sağlayan, işlemsel elemanlar olarak tanımlanan basit sinir hücrelerinin paralel bağlı düzenlemeleri ile oluşturulur. Yapay sinir ağı, katmanlar biçiminde düzenlenen basit işlem elemanı gruplarından oluşur (Şekil.2.3). Her bir katman, farklı ağırlık değerlerine sahip olan bağlantılar aracılığıyla iletişimde bulunduğu belli sayıda işlem elemanını içermektedir.

Yapay Sinir Ağının oluşturulmasında, hücrelerin karşılıklı bağlantı biçimleri ya da işlem elemanlarının düzenlenmesi, bilgi (kodlama) öğrenme ve bilgiyi (çağırma) kullanma yöntemi olarak üç temel elemana gereksinim vardır.

Yapay sinir ağlarının temel özellikleri aşağıda özetlenmektedir:

- Problemlerin nasıl çözümleneceğini öğrenen bilgisayarlardır
- Problem çözme işlevi, örnek verilere ve öğrenme biçimine dayandırılır.
- Uzman bilgisine gereksinim göstermezler.
- Değişik örüntüleri (pattern) ayırtetmede önemli özellikleri vardır ve ilintileri kendi içlerinde tanımları için eğitilirler.
- Gerçek zamanda gerçek veriler ile ya da örnek veriler ile öğretilirler.
- Yeterli yetenekte uygun bir mimariye ve öğrenme yapısına gereksinim duyarlar.



ŞEKİL-3. YAPAY SİNİR AĞI ÖRNEĞİ

Şekil 2.3. Katmanlar Biçiminde Düzenlenen Yapay Sinir Ağı

Yapay Sinir Ağlarının güçlü ve zayıf yönleri aşağıda verilmektedir;

Güçlü Yönleri:

- Kullanıcı veri örneklerine dayanan tekil çözümler üretirler,
- Algoritmayı bilmeye gereksinim göstermezler,
- Çok az yazılım ya da hiç yazılım gereksinimi yoktur, daha çok donanım işlem gücüne gereksinim duyarlar,
- Değişik birçok probleme çözüm bulabilirler,
- Paralel yapısından dolayı işlem yoğunluklu çok sayıda probleme hızlı çözüm getirirler,
- Karmaşık karar alanlarını kendi içlerinde üretirler,
- Gürültü yok etmede iyi başarı sağlarlar,
- Hata dayanma yeteneğini kendiliğinden oluştururlar.

Zayıf Yönleri:

- Bütün işlemsel problemlere uygulanamazlar
- Eğitim ve test veri örneklerine gereksinim duyarlar.



2.3.1.5. Yapay Sinir Ağları Uygulamaları

Yapay sinir ağlarının uygulamaları, ilgilenilen nesne hakkında hemen hemen hiç bilgi olmaması ya da çok az bilgi olması, bu nesnenin parametrelerinin ve durumunun matematiksel olarak ya da kuralla dayalı olarak tanımlanamaması koşullarında ya da alışılmış işlemcilerle çözümlenemeyen problemlerin varlığında birçok probleme çözüm getirebilmektedir. Buna karşın algoritma ve yazılım geliştirme, doğrulama ve gerçekleştirme mali harcamaları ve süresi yüksektir.

Yapay Sinir Ağlarının başarı ile uygulandığı alanlar aşağıda verilmektedir:

- Örüntü (pattern) tanıma, işaret (im) sınıflandırma,
- İlişkisel bellekler,
- Kendiliğinden yapılanma, uyarlamalı uzman sistemler,
- Uyarlamalı işaret işleme,
- Denetim, kararlılık, güdüm,
- Karar oluşturma,
- İyileme süreçleri,
- Çoklu algılayıcı verilerinin kaynaştırılması.
- Robot denetimi.

2000'li yıllarda uzman sistem ve bulanık mantık (fuzzy logic) gibi teknolojilerin yanında Yapay Sinir Ağlarının (YSA) askerî uygulamalarına yönelik çalışmaların da yoğunluk kazanacağı değerlendirilmektedir. Yapay Sinir Ağlarının hedef tespit ve teşhisinde kullanımlarına, Batı Avrupa Silâhlanma Grubu (Weastern European Armament Group, WEAG) Avrupa Uzun Vadeli Savunma İşbirliği (European Cooperation for the Long Term in Defense, EUCLID) programı kapsamında tamamlanan RTP 6.2 Yüksek Hızda Örüntü Analizi ve Tanıma Sistemi (High Speed Pattern Analysis and Recognition System, HISPARS) projesi iyi bir örnek oluşturmuştur. MSB. ARGE ve Teknoloji D.Bşk.lığı ile katılımcı ülke Savunma Bakanlıkları tarafından yürütülen ve oluşturulan konsorsiyumda Türkiye'den TÜBİTAK-MAM'ın yer aldığı projenin sonuç raporlarında genellikle yapay sinir ağlarının alışılmış tekniklerden daha üstün olduğu belirlenmiştir [DÖNMEZ, 1997].



2.3.2. Karatahta Modeli

“Karatahta Modeli” (Blackboard Model) özellikle çok sayıda uzman gerektiren kompleks sahalardaki akıl yürütmeyi organize etmek için kullanılan bir sistem yapısıdır. Fırsatçı akıl yürütme (opportunistic reasoning)'nin oldukça uzmanlaşmış bir uygulaması olan karatahta modeli ilk olarak HEARSAY-II konuşma anlama sisteminin geliştirilmesi sırasında tanıtılmıştır. Önceki bölümlerde bahsedilen teknikler bir problemi çözmek için bilgi tabanı boyunca ya ileri ya da geri ilerleyerek akıl yürütüyorlardı. Fırsatçı (oportunist) akıl yürütme ise ikisinin bir melezidir. Bilgi parçaları en uygun zamanda ya ileriye ya da geriye uygulanırlar.

Şekil 2.4.'de bir karatahta modeli verilmiştir. Şekilden görüldüğü gibi karatahta modelinde bilgi, herbiri bir uzmanı temsil eden ayrı ve bağımsız bilgi tabanlarına (bilgi kaynaklarına) parçalanabilir ve her bilgi tabanı özel bir işlevi yerine getirir. Bilgi kaynakları birbirleriyle karatahta diye adlandırılan bir genel bilgi tabanını kullanarak iletişim kurarlar. Bir bilgi kaynağı tarafından üretilen her kısmî sonuç, karatahtada kaydedilir. Bu nedenle karatahta sistem tarafından erişilen ara sonuç ve kararları kapsar. Bağımsız bilgi tabanlarındaki bilgi, karatahta bilgisindeki değişiklikleri etkiler ve ayrıca bağımsız bilgi kaynakları karatahtanın içeriğini gözetleyebilir ve değiştirebilir; fakat kendi aralarında direkt olarak iletişim kuramazlar.

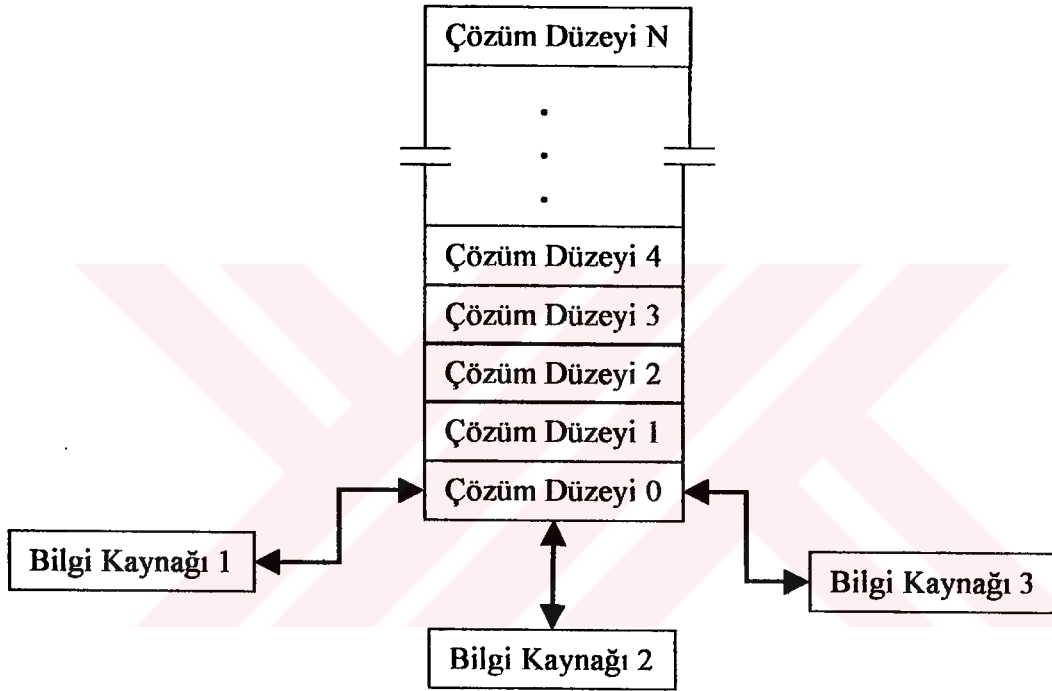
Modelin etkinliğini arttırmak için karatahta saha bilgisi, parçalarına (düzeylere) bölünebilir. Her kısmî sonuç bir düzeye yerleştirilir. Örneğin, HEARSAY-II'de kısmî çözüm düzeyleri, sesleri, bölümleri, heceleri, kelimeleri, kelime zincirlerini, cümleleri vs. kapsar. Böylece bağımsız bilgi tabanları eş zamanlı olarak karatahtanın farklı parçaları ile iletişim kurabilirler. Bu özellik, özellikle bilginin çok miktarda bağımsız görevleri bulunduğu durumlarda problemin daha çabuk çözülmesini sağlar.

Farklı ve son derece güçlü bir problem çözme tekniği olan “karatahta modeli” (blackboard model), uzman sistemlerde problem çözmek için de kullanılan diğer bir tekniktir.



Her bağımsız bilgi tabanı yarı aktiftir. Sadece, bilgisinin ne zaman katkıda bulunacağını bilir ve gerektiğinde harekete geçer; ayrıca karatahtanın mevcut içeriğini gözleyerek mevcut duruma kendi uzmanlığının uygulanmasına dayanan yeni bir çözüm geliştirmeye çalışır. Örneğin, HEARSAY sisteminde bir heceler kümesi karatahtada görüldüğü zaman, kelime düzeyindeki uzman, hecelerden kelimeler oluşturmaya başlayabilir.

KARATAHTA



Şekil 2.4. Karatahta Modeli

2.3.3. Bulanık Mantık

Bulanık mantık (Fuzzy Logic) kavramı ilk kez 1965 yılında California Berkeley Üniversitesinden Prof. Lotfi A.Zadeh'in bu konu üzerinde ilk makalelerini yayınlamasıyla duyuldu. O tarihten sonra önemi gittikçe artarak günümüze kadar gelen bulanık mantık, belirsizliklerin anlatımı ve belirsizliklerle çalışılması için kurulmuş katı bir matematik düzen olarak tanımlanabilir. Bilindiği gibi istatistikte ve olasılık kuramında, belirsizliklerle değil kesinliklerle çalışılır ama insanın yaşadığı

ortam daha çok belirsizliklerle doludur. Bu yüzden insanoğlunun sonuç çıkarabilme yeteneğini anlayabilmek için belirsizliklerle çalışmak gereklidir.

Bulanık mantık ile matematik arasındaki temel fark bilinen anlamda matematiğin sadece aşırı uç değerlerine izin vermesidir. Klasik matematiksel yöntemlerle karmaşık sistemleri modellemek ve kontrol etmek işte bu yüzden zordur, çünkü veriler tam olmalıdır. Bulanık mantık kişiyi bu zorunluluktan kurtarır ve daha niteliksel bir tanımlama olanağı sağlar. Bir kişi için 38,5 yaşında demektense sadece orta yaşlı demek bir çok uygulama için yeterli bir veridir. Böylece azımsanamayacak ölçüde bir bilgi indirgenmesi söz konusu olacak ve matematiksel bir tanımlama yerine daha kolay anlaşılabilen niteliksel bir tanımlama yapılabilecektir.

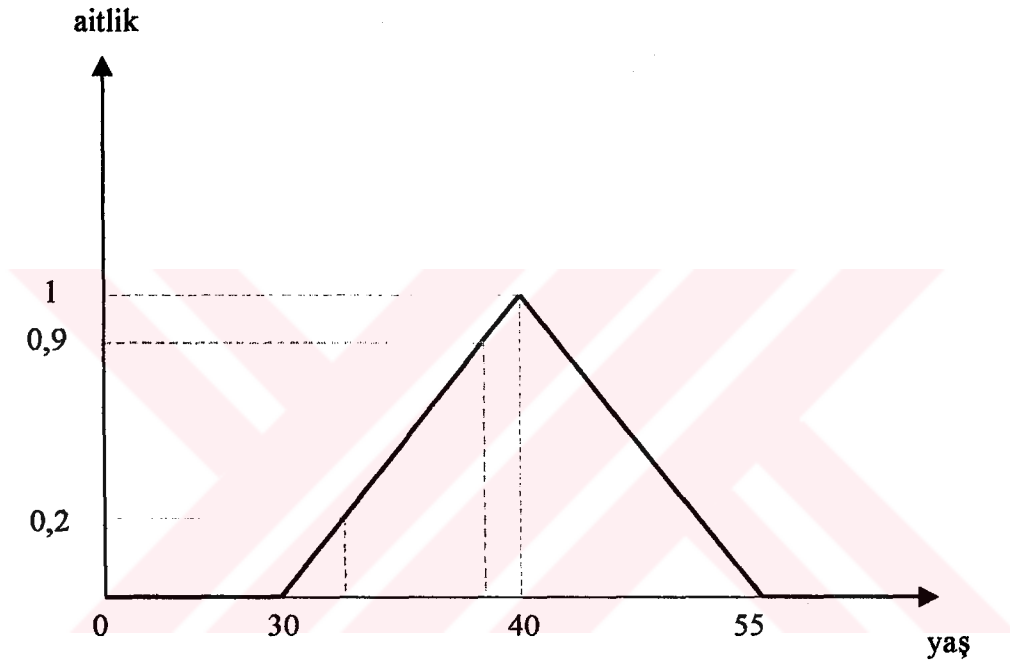
Bulanık mantıkta “fuzzy” kümeleri kadar önemli bir diğer kavram da “linguistik” değişken kavramıdır. Linguistik değişken “sıcak” veya “soğuk” gibi kelimeler ve ifadelerle tanımlanabilen değişkenlerdir. Bir linguistik değişkenin değerleri “fuzzy” kümeleri ile ifade edilir. Örneğin oda sıcaklığı linguistik değişken için “sıcak”, “soğuk” ve “çok sıcak” ifadelerini alabilir. Bu üç ifadenin her biri ayrı ayrı fuzzy kümeleri ile modellenir.

Bulanık mantığın uygulama alanları çok geniştir. Sağladığı en büyük fayda ise “insana özgü tecrübe ile öğrenme” olayının kolayca modellenenebilmesi ve belirsiz kavramların bile matematiksel olarak ifade edilebilmesine olanak tanımasıdır. Bu nedenle lineer olmayan sistemlere yaklaşım yapabilmek için özellikle uygundur.

Bulanık mantık konusunda yapılan araştırmalar Japonya’da oldukça fazladır. Özellikle fuzzy process controller olarak isimlendirilen özel amaçlı bulanık mantık mikroişlemci çipi’nin üretilmesine çalışılmaktadır. Bu teknoloji fotoğraf makineleri, çamaşır makineleri, klimalar ve otomatik iletim hatları gibi uygulamalarda kullanılmaktadır. Bundan başka uzay araştırmaları ve havacılık endüstrisinde de kullanılmaktadır. TAI’de araştırma gelişme kısmında bulanık mantık konusunda çalışmalar yapılmaktadır. Bulanık mantık yardımıyla civatalama kalitesi belirlenmekte, civatalama tekniği alanında bilgili olmayan kişiler açısından konu şeffaf hale getirilmektedir. Burada bir uzmanın değerlendirme sınırlarına erişilmekte ve hatta geçilmektedir.



Fuzzy kuramının merkez kavramı fuzzy kümeleridir. Küme kavramını kulağa biraz matematiksel gelebilir ama anlaşılması kolaydır. Örneğin “orta yaş” kavramını inceleyecek olursak, bu kavramın sınırlarının kişiden kişiye değişiklik gösterdiğini görürüz. Kesin sınırlar söz konusu olmadığı için kavramı matematiksel olarak da kolayca formüle edemeyiz. Ama genel olarak 35 ile 55 yaşları orta yaşlılık sınırları olarak düşünülebilir. Bu kavramı grafik olarak ifade etmek istediğimizde karşımıza Şekil 2.5’deki gibi bir eğri çıkacaktır. Bu eğriye “aitlik eğrisi” adı verilir ve kavram içinde hangi değerin hangi ağırlıkta olduğunu gösterir.



Şekil 2.5. : “Fuzzy” aitlik eğrisi

Bir fuzzy kümesi kendi aitlik fonksiyonu ile açık olarak temsil edilebilir. Şekil 2.5’de görüldüğü gibi aitlik fonksiyonu 0 ile 1 arasındaki her değeri alabilir. Böyle bir aitlik fonksiyonu ile “kesinlikle ait” veya “kesinlikle ait değil” arasında istenilen incelikte ayarlama yapmak mümkündür.

Bulanık mantık, adından anlaşılabilir olduğu gibi mantık kurallarının esnek ve bulanık bir şekilde uygulanmasıdır. Klasik (boolean) mantıkta bildiğiniz gibi, “doğru” ve “yanlış” yada “1” ve “0”lar vardır, oysa bulanık mantıkta, ikisinin arasında bir yerde olan önermeler ve ifadelere izin verilebilir ki, gerçek hayata baktığımızda hemen hemen hiçbir şey kesinlikle doğru veya kesinlikle yanlış değildir. Gerçek hayatta önermeler genelde kısmen doğru veya belli bir olasılıkla

doğru şeklinde değerlendirilir. Bulanık mantığa da zaten klasik mantığın gerçek dünya problemleri için yeterli olmadığı durumlar dolayısıyla ihtiyaç duyulmuştur.

Bulanık mantığın sistemi şu şekildedir. Bir ifade tamamen yanlış ise klasik mantıkta olduğu gibi 0 değerindedir, yok eğer tamamen doğru ise 1 değerindedir. (Ancak bulanık mantık uygulamalarının çoğu bir ifadenin 0 veya 1 değerini almasına izin vermezler, veya sadece çok özel durumlarda izin verirler.) Bunların dışında tüm ifadeler 0 dan büyük 1 den küçük reel değerler alırlar. Yani değeri 0.32 olan bir ifadenin anlamı %32 doğru %68 yanlış demektir.

Bulanık mantığın da klasik mantıkta olduğu gibi işlemleri (operator) vardır, örneğin and, or, not ...ancak bunlar kendine has işlemlerdir mesela -başka yaklaşımlarda olmasına rağmen and işlemi- genelde çarpma olarak ifade edilir veya not işlemi de birden çıkarma şeklinde ifade edilir. Bunlar;

AND: $A=0.2 \ B=0.8 \Rightarrow A \text{ and } B = (A) * (B) = 0.2 * 0.8 = 0.4$

NOT: $A=0.4 \Rightarrow \text{not } A = 1-(A) = 1 - 0.4 = 0.6$ şeklinde örneklenebilir. Ancak bunlar en basit yaklaşımlardır.

YSA ve bulanık mantık tekniklerinin beraber kullanımı ile daha etkili sistemler tasarlamak mümkündür, ancak bu işlem ortaya çıkan sistemi çok yavaşlatmaktadır ve henüz bu tekniklerin birleştirilmesi yöntemi geliştirme aşamalarında.

2.3.4. Genetik Algoritmalar

Genetik algoritma, doğadaki evrim mekanizmasını örnek alan bir arama metodudur ve bir veri grubundan özel bir veriyi bulmak için kullanılır. Genetik algoritmalar 1970'lerin başında John Holland tarafından ortaya atılmıştır. Genetik algoritmalar doğada geçerli olan en iyinin yaşaması kuralına dayanarak sürekli iyileşen çözümler üretir. Bunun için "iyi"nin ne olduğunu belirleyen bir uygunluk (fitness) fonksiyonu ve yeni çözümler üretmek için yeniden kopyalama

(recombination), değiştirme (mutation) gibi operatörleri kullanır. Genetik algoritmaların bir diğer önemli özelliği de bir grup çözümle uğraşmasıdır. Bu sayede çok sayıda çözümün içinden iyileri seçilip kötüleri elenebilir. Genetik algoritmaları diğer algoritmalarından ayıran en önemli özelliklerden biri de seçmedir. Genetik algoritmalarda çözümün uygunluğu onun sečilme şansını artırır ancak bunu garanti etmez. Seçim de ilk grubun oluşturulması gibi rasgeledir ancak bu rasgele seçimde sečilme olasılıklarını çözümlerin uygunluğu belirler.

Genetik algoritmanın çalışmasını aşağıdaki gibi özetleyebiliriz;

Adım 1	Olası çözümlerin kodlandığı bir çözüm grubu oluşturulur (çözüm grubu, biyolojideki benzerliği nedeniyle, toplum (population), çözümlerin kodları (string) da kromozom olarak adlandırılır).
Adım 2	Her kromozomun ne kadar iyi olduğu bulunur (fitness function).
Adım 3	Bu kromozomlar eşlenerek (mating), yeniden kopyalama (recombination) ve değiştirme (crossover) operatörleri uygulanır. Bu sayede yeni bir toplum oluşturulur.
Adım 4	Yeni kromozomlara yer açmak için eski kromozomlar ortadan kaldırılır.
Adım 5	Tüm kromozomların uygunlukları tekrar hesaplanır.
Adım 6	Eğer jenerasyon süresi dolmamışsa 3. adıma gidilir.
Adım 7	O ana kadar bulunmuş en iyi kromozom sonuçtur.

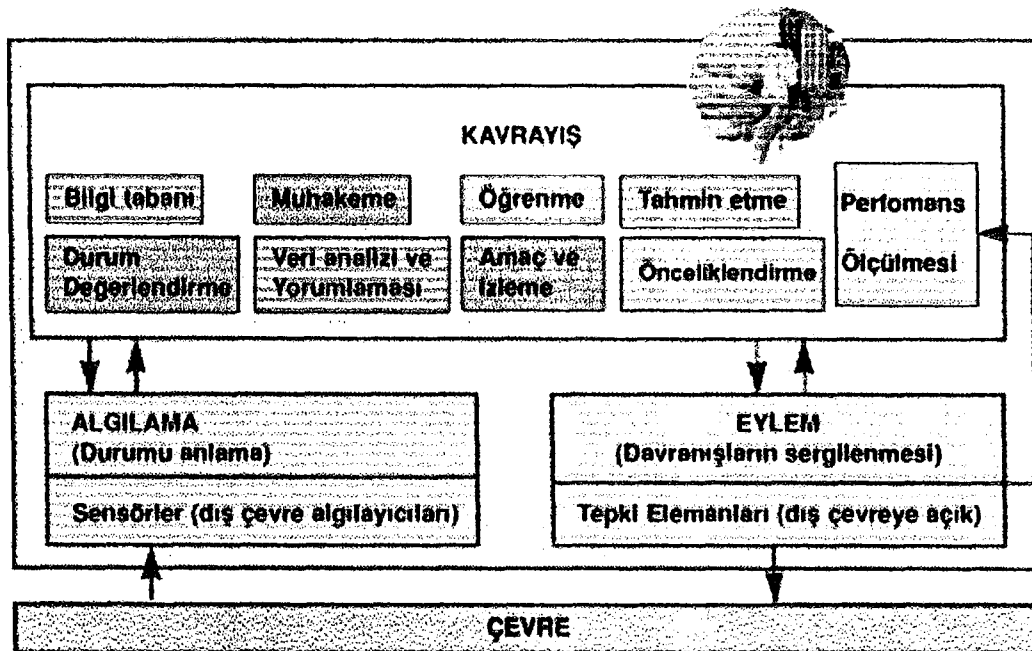
Günümüzde rasgele aramaların kullanımı artmaktadır. Bu tip aramalar en iyilemenin daha iyi yapma amacını sağlamakta daha başarılıdırlar. İnsanların bilgisayarlardan genel beklentisi mükemmellik olduğu için bu tip aramalar başarısız görünebilir. Genetik algoritmalar klasik yöntemlerin çok uzun zamanda yapacakları işlemleri kısa bir zamanda çok net olmasa da yeterli bir doğrulukla yapabilir.

Genetik algoritma çalışmaya başladıktan bir süre sonra en anlamlı basamaklarda bir değer baskın gelir. Bir basamakta bir değerin baskın gelmesi ilgili noktanın genetik algoritmanın araştırma işleminde yer almaması anlamına gelir. Örneğin, toplumun %95'i çözümün bir bit pozisyonunda 0 taşıyorsa bu pozisyonunda bulunan değer çözümler arasında farklılık yaratmaz; bu noktanın değeri hemen

hemen hepsinde aynıdır. Sonuç olarak, o noktadaki değerin araştırması bitmiş sayılabilir. Genetik algoritma bu aşamadan sonra o nokta hiç yokmuş gibi diğer noktalarla işleme devam eder. Tüm pozisyonlar için bir değer baskın hale geçtiğinde arama bitmiştir. Bu aşamadan sonra genetik algoritmanın daha başarılı bir değer bulması daha zordur. Benzerlikler fazla olduğu için arama uzayının değişik bölgelerine ulaşamaz. Toplum bu duruma ulaştığında en genel olan çözüm en iyi çözüm olmak zorunda değildir. Genetik algoritma, bu genel çözüme ulaşırken daha iyi çözümler bulmuş olabilir [Etaner Ş., 1994].

2.3.5. Zeki Etmenler

Zekî etmenler gelecekte sadece askerî sistemlerin değil hayatın her aşamasının vaz geçilmez bir parçası olacaktır. Bu teknolojilerin en önemli özelliği yukarıda belirtildiği gibi yapay zekâ teknolojisinin değişik türlerini birlikte kullanabilme yeteneğidir. Mayın tespit sistemlerinde, kimyasal silâhların doğrulanmasında, özellikle internet üzerindeki bilgi savaşlarında, savaş alanı durumunun izlenmesi ve bu durumun değerlendirilerek komuta katına bildirilmesinde vb. uzmanlık gerektiren bir çok konuda bu teknolojiiden faydalanmak mümkündür. Şekil 2.6'da bir zekî etmene ait elemanların şekilsel gösterimi verilmiştir.



Şekil 2.6. Bir Zekî Etmen (Intelligent Agent) Elemanlarının Şekilsel Gösterimi

2.3.6. Uzman Sistem (US)

Yapay Zeka, belirli bir konuya özgü geliştirilebilir. Bütün konuları kapsayan bir Yapay Zeka sisteminin tasarlanması birçok probleme neden olur. İlk olarak, böyle bir sistemdeki kurallar ve olasılıklar sayıca çok fazladır, hatta sonsuza yakındır. Bütün verileri depolayabilecek ve işleyebilecek bir bilgisayar olsa bile verilerin toplanması ve işlenerek bir çözüme varılması çok zaman alır. Bu yüzden konular, kurallarının ve olasılıklarının sayısı bilgisayarın sınırlarını aşmayacak şekilde seçilmelidir. Günümüzdeki gelişmeler aynı zamanda tek bir teknolojinin problemleri çözmede yeterli olmadığını ve yukarıda belirtilen birkaç teknolojinin birlikte kullanılmasının gerekliliğini göstermektedir. Belli bir alandaki problemlerin çözümü için geliştirilen Yapay Zeka sistemlerine Uzman Sistem (US) denir.

Bir uzman sistemdeki bilgi, o alanda uzmanlaşmış kişiler yardımı ile hazır hale getirilir. Örneğin, bir fabrikanın göle boşalttığı atık suların göldeki ekolojik denge üzerindeki etkisini inceleyen bir uzman sistem için gereken bilgi, çevre bilimcileri tarafından kullanıma hazır hale sunulmalıdır. Aynı bilgi tabanını bir sosyolog hazırlarsa bilgi tabanında büyük eksikler ve hatalar bulunacaktır. Uzman sistemler güncellenebilir bir bilgi tabanı üstüne kurulmalıdır.

Bulanık mantık üzerinde yapılan çalışmalarla, sistemin insanlar gibi sembollerle düşünebilmesi, aynı zamanda eksik verilerle çalışabilmesinin alt yapısı hazırlanmaktadır. Sinirsel ağlar, öğrenen sistemlerin temelini oluşturmaktadır. Robotik ile insan davranışlarının taklidi sağlanmaktadır.

Uzman sistemler, ancak bir uzman insanın çözebileceği karmaşık problemlerin bilgisayar ile çözümüne olanak sağlamaktadır. Belirli bir alanda sadece o alan ile ilgili bilgilerle donatılmış ve problemlere o alanda uzman bir kişinin getirdiği şekilde çözümler getirebilen ise, bilgisayar programlarıdır. İyi tasarlanmış sistemler belirli problemlerin çözümünde uzman insanların düşünme işlemlerini taklit ederler. Burada uzman sistem tabiri kullanılmasının sebebi, sistemin bir veya daha fazla uzmanın bilgilerine sahip olarak onun veya onların yerini almaya yönelmesinden dolayıdır.

Amaç bir insan uzman gibi veya ondan daha iyi bir uzman sistem geliştirebilmektir. Böyle bir sisteme sahip olmak kişiyi uzman yapmaz, fakat bir uzmanın yapacağı işin bir kısmını veya tamamını yapmasını sağlar.



Uzman sistem alanındaki öncü proje DENDRAL'dir. Bu proje 1965 te E.Feigenbaum ve meslektaşları tarafından Birleşik Devletler Standford Üniversitesinde, organik bir bileşiğin yapısının bulunması için, yardımcı olmak üzere başlatılmıştır. Bu projede Fizik-Kimya alanına özgü bilgiler "usa vurma" mekanizmalarına sıkı sıkıya bağlıydı. Dolayısıyla bu projeden, bir alanın özgül bilgilerini, yorumlama mekanizmalarında açık bir şekilde ayırmanın gerekli olduğu düşüncesi çıktı. Bilgi tabanlı sistemlerin ve uzman sistemlerin asıl temeli zamanla, verili bir problemi çözmek için bir bilgiler ve olgular bütününe kullanan çıkarım mekanizması kavramıyla birlikte oluşmuştur.

2.3.6.1. Uzman Sistemlerin Temel Bileşenleri

Bir uzman sistem iki ana parçanın birleşiminden oluşur. Geliştirme çevresi ve görüşme çevresi. Geliştirme çevresi sistemin bileşenlerini kurmak ve uzman insan bilgilerini bilgi tabanına girmek için uzman sistemi kuranlar tarafından kullanılır. Görüşme çevresi ise uzman bilgi ve nasihatlerine ulaşabilmek için uzman olmayanlar tarafından kullanılır. Bir uzman sistemde aşağıdaki bileşenler mevcuttur.

- Bilgi kazanma
- Bilgi tabanı
- Çıkarım mekanizması
- Çalışma alanı
- Kullanıcı arabirimi
- Açıklama
- Düşünme kapasitesini iyileştirme

2.3.6.1.a. Bilgi Kazanma

Bazı bilgi kaynaklarından bir bilgisayar programına problem çözümü için bilgi aktarma ve dönüştürme işlemleri yapılır. Potansiyel bilgi kaynakları uzman insanlar, kitaplar, veri tabanları, özel araştırma raporları ve kullanıcının kendi deneyimleri olabilir.



2.3.6.1.b. Bilgi Tabanı

Bilgi tabanı problemlerin anlaşılması, formülasyonu ve çözümü için gerekli olan tüm bilgileri içerir. Örneğin olaylar ve durumlar hakkında bilgi ve bunlar arasındaki mantıksal ilişki yapılarını ihtiva eder. Ayrıca standart çözüm ve karar alma modellerini de içerir.

2.3.6.1.c. Çıkarım mekanizması

Uzman sistemin beynidir. Bilgi tabanı ve çalışma alanında bulunan bilgiler üzerine düşünmek için bir metodoloji sunan ve sonuçları biçimlendiren bir bilgisayar programıdır. Bir başka deyişle problemlere çözümler üreten bir mekanizmadır. Burada sistem bilgisinin nasıl kullanılacağı hakkında karar alınır.

2.3.6.1.ç. Çalışma Alanı

Giriş verileri tarafından belirlenmiş problem tanımları için hafızanın bir köşesinde bulunan çalışma alanıdır. Bu alan işlemlerin ara seviyelerindeki sonuçları kaydetmek için de kullanılır.

2.3.6.1.d. Kullanıcı arabirimi

Uzman sistemler, kullanıcı ile bilgisayar arasında probleme yönelik iletişimin sağlanması için bir dil işleyici içerir. Bu iletişim, en sağlıklı doğal dil ile yapılır. Kısaca kullanıcı ara birimi kullanıcı ile bilgisayar arasında bir çevirmen rolünü üstlenmiştir.

2.3.6.1.e. Açıklama

Uzman sistemleri diğer sistemlerden farklı yapan bir özelliği de açıklama modülünün olmasıdır. Açıklama modülünden kasıt, kullanıcıya çeşitli yardımların verilmesi ve soruların açıklanması olduğu kadar, uzman sistemin çıkardığı sonucu nasıl ve neden çıkardığını açıklayabilmesidir. Burada uzman sistem karşılıklı soru cevap şeklinde davranışlarını açıklar.

2.3.6.1.f. Düşünme Kapasitesini İyileştirme

Bir uzman insan kendi performansını analiz edebilir, öğrenebilir ve gelecekteki kullanım için onu iyileştirebilir. Sistemlerin de bu tip davranışlar göstermeye ihtiyacı vardır. Sistemin kendini iyileştirmesi öğrenme ile ilgili bir



konudur. Sistemlerin bir uzman insan gibi öğrenebilmelerine yönelik çalışmalar sinirsel ağlar üzerinde sürdürülen araştırmalarla devam etmektedir. Ancak bir insan beyni gibi çalışan yapay zekayı geliştirebilmektir.

2.3.6.2. Uzman Sistemlerin Faydaları

2.3.6.2.a. Maliyet Azalması

Uzman sistem kullanımı ile karşılaştırıldığında insanların incelemeleri daha pahalı görülmektedir.

2.3.6.2.b. Verimlilik Artışı

Uzman sistemler insanlardan daha hızlı çalışır. Artan çıktının anlamı, daha az sayıda insan ve daha düşük maliyettir.

2.3.6.2.c. Kalite İyileştirmesi

Uzman sistemler tutarlı ve uygun tavsiyeler vererek ve hata oranını düşürerek kalitenin iyileştirilmesini temin ederler.

2.3.6.2.ç. İşleyiş Hatalarını Azaltma

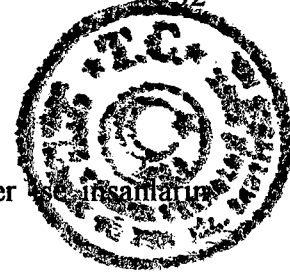
Bir çok uzman sistem hatalı işlemleri tespit etmek ve onarım için tavsiyelerde bulunması için kullanılır. Uzman sistem ile bozulma sürelerinde önemli bir azalmanın sağlanması mümkündür.

2.3.6.2.d. Esneklik

Uzman sistemlerin kullanımı üretim aşaması ve servis sunulması sırasında esneklik sağlar.

2.3.6.2.e. Daha Ucuz Cihaz Kullanımı

İzleme ve kontrol için insanların pahalı cihazlara bağlı kaldığı durumlar vardır. Fakat uzman sistemler ile aynı görevler daha ucuz cihazlarla yerine getirilebilir.



2.3.6.2.f. Tehlikeli Çevrelerde İşlem

Bazı insanlar tehlikeli çevrelerde çalışırlar. Uzman sistemler tehlikeli çevrelerin dışında kalmasına imkan sağlar.

2.3.6.2.g. Güvenilirlik

Uzman sistem güvenilirdir. Uzman sistem bilgilere ve potansiyel çözümlere üstün körü bakmaz, tüm detayları yorulmadan ve sıkılmadan dikkatlice gözden geçirir.

2.3.6.2.h. Cevap verme süresi

Uzman sistemler, özellikle verilerin büyük bir kısmının gözden geçirilmesi gerektiğinde bir insandan çok daha hızlı cevap verecektir.

Tam ve kesin olmayan bilgi ile çalışma: Basma kalıp bilgisayarlar ile karşılaştırıldığında, uzman sistemlerin insanlar gibi tam olmayan bilgi ile çalışabildiği görülmektedir. Bir görüşme sırasında sistemin bir sorusuna kullanıcı “bilmiyorum” veya “emin değilim” şeklinde bir cevap verdiğinde, uzman sistem kesin olmasa bile bir cevap üretebilecektir.

2.3.6.2.i. Eğitim

Uzman sistemin açıklayabilme özelliği bir öğretim cihazı gibi kullanılarak eğitim sağlanabilir.

2.3.6.2.j. Problem Çözme Kabiliyeti

Uzman sistemler, uzmanların yargılarını bütünlemeye imkan sağlayarak problem çözme kabiliyetlerini yükseltirler. Bu sistemler bilgileri nümerikten ziyade sembolik olarak işledikleri için bir çok yöneticinin karar alma stilleri ile uyumludur.

2.3.6.2.k. Sınırlı Bir Sahada Karışık Problemlerin Çözümü

Uzman sistemler insan yeteneklerini aşan karışık problemlerin çözümünde kullanılabilir.



2.3.6.2.1. Kullanım alanları

Günümüzde hemen her alanda US'ler kullanılmaktadır. Yabancı para değerlerinin takibi ve tahmini, yatırım danışmanlığı, kredi yönetimi ve müşteri değerlendirme, faiz karşılığında ödünç para alma işlemlerini onaylama, sigorta risklerini değerlendirme ve yatırım fırsatlarını değerlendirme gibi alanlarda US kullanımı yaygınlaşmaktadır.

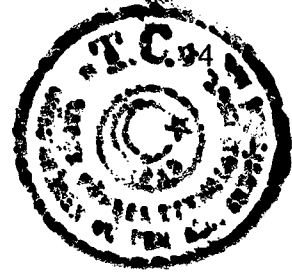
US'ler, modern bilgi sistemleri olmasına rağmen, ancak karar verme kurallarının çok açık ve bilginin güvenilir olduğu problemlerde başarı ile uygulanabilmektedir. Oysa gerçekte, bir çok alanda böyle değildir. Genelde aşağıdaki iki durum gözlenir;

- Karar verme kuralları ya çok açık değildir veya bir kural yoktur,
- Bilgi kısmen yanlıştır.

Son yıllarda bu iki durumdan birinin veya her ikisinin görüldüğü problemlerin çözümünde Bulanık kümeler (Fuzzy Sets) ve Yapay sinir ağları (Artificial Neural Network) gibi yapay zeka teknikleri kullanılmaktadır. Uzman sistemler ve doğal dil işleyiciler yapay zeka teknolojisinin temel parçalarıdır. Yapay zeka teknolojisinde gelişmeler sürerken buna paralel olarak nörolojik bilimlerde de beynin işleyişi ve fonksiyonlarının tam olarak anlaşılabilmesi için araştırmalar devam etmektedir. Çünkü beyin ne kadar iyi anlaşılabilirse yapay zeka teknolojileri de o oranda daha işlevsel olarak insan için istenilen faydayı sağlayabilecektir.

2.3.6.3. Uzman Sistemlerin Uygulama Alanlarının Sınıflandırılması

- Ölçümlerin yorumlanması, eldeki verilere göre varsayım değerlendirilmesi
- Teşhis koyma
- Analiz ve sentez, kısıtların belirlenmesi ve rehberlik
- Uzman yardım, karar vermede yardım
- Programlama işlerin hazırlanması
- Planlama, işlerin tasarımı
- İzleme, gözlemleri umulan sonuçlarla karşılaştırma



- Kontrol, iş kontrolü
- Bilgi özetlenmesi, durum değerlendirilmesi
- Öğretim
- Hata bulma, düzeltici işlemlerin yapılması
- Çıkarım, verilen durumlardan sonuç çıkartımı
- Hata bulma, düzeltici işlemlerin yapılması
- Çıkarım, verilen durumlardan sonuç çıkarma

Uzman sistemler insan düşünce sürecini taklit etmeye çalışır, bu paralelde; uzman sistem muhakeme edebilmekte, çıkarımda ve yargıda bulunabilmektedir. Günümüzde uzman sistemler değişik bilim dallarında karar vermeye yardımcı olarak kullanılmaktadır. Örneğin, tıbbi teşhis uygulamalarında, petrol araştırmasında, finansal planlamada, vergi hesaplamalarda, kimyasal analizde, cerrahide, lokomotif onarımında, hava tahmininde, bilgisayar tamir uydu onarımında, bilgisayar sistemlerinin tasarımında, nükleer santrallerin işletilmesi işlemlerinde, devlet yasalarını yorumlamada ve daha nice alanlarda etkin bir biçimde kullanılmaktadır.

2.3.7. Özel Uzman Sistemler

Özel uzman sistemler, özel bir konu için özel bir kullanıcı öneren final ürünleridir. Özel uzman sistem örnekleri, bir lokomotifteki yanlış fonksiyonu teşhis eden bir danışma sistemi ve yazılım satın almada veya vergi korumalarında tavsiyelerde bulunan sistemlerdir. Bazı özel uzman sistemler, özel bir problem ile herhangi bir kullanıcı tarafından kullanılabilir. Bu gibi sistemler, hazırlanmış veya uygulama sistemleri olarak adlandırılır. Diğerleri, bir şirkette veya bir şirketin departmanında veya bir teçhizatın bir parçasında, oldukça kısıtlı bir uygulama için kullanılabilir.

2.4. Uzman Sistemlerin Avantajları

Bir organizasyon içindeki uzman sistem yapıları organizasyonun kendi içinde değişiklik yapmasına yol açabilir. Uzman sistemlerin göze alınma sebepleri şunlardır;

1. İnsanların istifa etmeleri veya emekli olmaları halinde yeni kabiliyetleri hizmete almak.
2. Yeni personel elemanlarını eğitmek.
3. Başka yerlerde ve ilerki zamanlarda kullanmak amacıyla uzman yeteneklerini artırmak.
4. Hata teşhis ve tamir kalitesini artırmak.
5. Benzer kazaları azaltmak.
6. Artığı azaltma.
7. Uzman bilgisini tekrarlamak ve geliştirmek.
8. En iyi prosedürler için deneyler yapmak.
9. Hızlı ve kolay prototipler oluşturmak.
10. Operatörlerin görevlerini üstlenmek.
11. Üretim gelirini ve kalitesini artırmak.
12. Daha iyi yönetim sağlamak.

Uzmanın yetenekleri kısa ihtiyaç ve fazla talebin içindedir. Uzman tatilde veya başka bir yerde olduğu zaman organizasyonun performansı etkilenir. Bir uzman, sistemin uzman yeteneklerini kat kat artırabilir. Böylece bilir kişi raporu değişik uzmanlar da bulunabilir. Böylece hata teşhisinde olarak kullanılan bir uzman sistem, şirkette en sürekli çalışan mühendisin 365 gün gece ve gündüz çalışması gibi verimi ve üretimi artırır. Uzman sistemin diğer bir avantajı da her zaman tutarlı olmasıdır. Uzmanlarda hata yaparlar ve doğal olarak bunu inkar ederler. Uzman sistemin yapısı zıtlasma olan alanları inceleme şansı sağlar. Bir uzman sistemin aynı durumlarda aynı cevapları verecektir. Böylece hangi yolun daha iyi sonuç verdiğini deneyler sonucunda ortaya çıkarma şansı verir.

2.5. Uzman Sistemin Kullanılması Gereken Zamanlar

Uzman sistemler ancak gerekli olduğu zamanlarda kullanılmalıdır. Bazı işletmelerin bulunduğu koşullar, uzman sistemin kullanılmasını gerek maliyet gerekse sağlanan faydanın önemsiz olması yüzünden haklı kılmayabilir. Uzman sistemlerden ancak bu koşullar altında yararlanılması tavsiye edilmektedir:

- İşin tekdüzeliğine bağlı olarak uzman sistemin sık sık kullanılmasına gereksinim duyuluyorsa ve kullanıcı sayısı uzman sistemin kullanılmasını maliyet boyutunda ekonomik kılacak kadar fazla sayıda ise,
- Karar verme durumu karmaşıksa (Basit durumlar için basit bir bilgisayar programından da yararlanılabilir.)
- Karar verme mantığı bir kural hiyerarşisine dönüştürülebiliyorsa
- Uygulama öneri, sınıflama, teşhis, yorum, açıklama, çözüm yolu seçme, durumu değerlendirme ve tahmin etme üzerinde yoğunlaşıyorsa,

2.6. Bilgisayar ve İnsan Uzmanlığının Karşılaştırılması

Yapay zeka teknolojisi ile gerçekleştirilen uzmanlık ile insan uzmanlığı arasında değişik farklılıklar vardır. Bunları şu şekilde listelemek mümkündür.

- İnsan uzmanlığı bir konuda devamlı değildir. İnsan unuttur. Yapay uzmanlık ise devamlıdır.
- Bilginin aktarımı uzman sistemlerde daha kolaydır.
- Dökümantasyon insanda daha zordur.
- İnsan uzmanlığı pahalı, makine uzmanlığı ise ona göre daha ucuzdur.
- İnsan, yapay uzmanlığın bulucusudur.
- Bulunduğu ortama insan daha çabuk adapte olur. Yapay uzmanlığa ise genel olarak adapte olacağı durumun söylenmesi gerekmektedir.
- İnsanda duyarlı bir uzmanlık söz konusudur. Uzman sistemlerde ise uzmanlık daha yüzeyseldir.
- İnsan geniş bakış açısına sahiptir, uzman ise dar bakış açısına sahiptir.

2.7. Uzman Sistemlerin Geliştirilmesi

Uzman sistemlerin geliştirilmesi için kullanıcılara yardımcı olacak araçlar ve sistemler geliştirilmiştir. Aşağıda bu konuda detaylı açıklamalar verilecektir;

2.7.1. Uzman Sistemleri Kurmak İçin Kullanılan Araçlar

Uzman sistemlerin avantajı, kural tabanlı bilgi temsiline ve temsili kolaylaştırmak için düzenlenmiş dillere yüklenebilir. Kural tabanlı programlama ve

açık bilgi temsiliinde küçük uzman sistemler, sınırlı bilgi tabanları ile çok fazla çaba harcamadan kurulabilir. Bazı yapay zeka dilleri, kural tabanlı olma niteliklerini diğer avantajlarla birleştirir. Örneğin PROLOG, mantığa dayalı sebeplendirmenin avantajlarını da sunan kural tabanlı bir dildir. Kapsamlı programlama tipleri kadar uzman sistem kabuğunu yazmaya da başarılı olarak uygulanmıştır. Örneğin derleyici yazımı gibi, LISP'in yapay zeka araştırmalarının ana dili olacağı düşünülürken, özellikle Avrupa'da PROLOG'un popülerliği sürekli artmaktadır. PROLOG'un gelişimi ve kullanımı mantıksal programlama konusuna ilgiyi artırmıştır. PROLOG'ta programlama bazen "mantıksal programlama" olarak da adlandırılır.

Uzman sistemlerde bilgi temsili için kullanılan daha genel yapay zeka tekniklerinden en yaygın olarak incelenenleri mantık, semantik ağlar ve çerçevelerdir. PROLOG, LISP, OPS-5, SAIL ve RLL özel diller arasındadır. Bunlardan bir çoğu uzman sistem araştırmalarında kullanılmaktadır.

Uzman sistem yazılım sınıfları, üç ana gruba bölünmüşlerdir. Bunlar; Özel Uzman Sistemler, Kabuk Sistemler ve Araçlardır. Araçlar, kabuk sistemleri veya özel uzman sistemleri kurmak için kullanılabilirler. Uzman sistem kabukları, özel uzman sistemleri kurmak için kullanılır (Bkz. Blm. 5 PREDEX için kullanılan LEONARDO programı).

2.7.2. Uzman Sistemleri Geliştirmek İçin Geliştirilmiş Kabuk Sistemler

Son zamanlarda uzman sistemlerin geliştirilmesinde uzman sistem kabukları denilen sistemlerden de istifade edilmektedir. Bunlar hazır hale getirilmiş, çıkarım mekanizması ve bilgi saklama özellikleri ile donatılmış sistemler olup sadece alan bilgisi olmayan içi boş uzman sistemlerdir. Ayrıca kullanıcının kendisinin özel çıkarım mekanizması geliştirmesine imkan veren daha gelişmiş sistemler de vardır.

Bir uzman sistemi baştan itibaren kurmaktan çok, daha önce kurulmuş bir uzman sistemden yararlanmak çoğunlukla mümkündür. Bu strateji, kabuk sistemler olarak tanımlanan bazı yazılım araçlarını ortaya çıkarmıştır. Bir kabukta özel alana alt bütün bilgiler açık olarak, kurallar halinde temsil edilir. Bu yapı, özel uzman

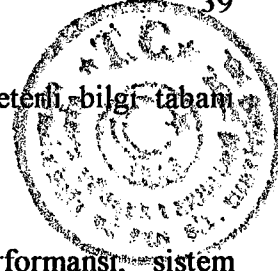
sistemlerin yapısı ile birleştirilerek, farklı bir görev için yeni bir bilgi tabanı ile orijinal bilgi tabanını değiştirmeyi mümkün kılar.

Kabuk sistemlerin kullanımında bazı zorluklar olmasına rağmen, bir çok durumda önemli başarılar elde edilmiştir. Kabuklar, özel uzman sistemleri çabuk, kolay ve düşük maliyetle kurma kapasitesinde bir seri yararlı özellikler sağlayan, entegre edilmiş önemli bir yazılım paketidir.

EMYCIN (1979) EXPERT (1979) KAS (1978) HEARSAY-NI (1980) ve SAGE (1982) uzman sistem kurma araçlarının önemli bir sınıfını oluşturan ve en çok kullanılan uzman sistem kabukları arasındadır. Özellikle İngiltere'de, dar kapsamlı uzman sistemleri geliştirmek için endüstride kullanılmış AL/X (1980) MICRPEXPERT (1980) ve APES (1984) gibi çok sayıda daha küçük uzman sistem kabukları da bulunmaktadır.

Kabukları kullanmayla ilgili asıl problemlerden biri, problem alanının ihtiyaç ve karakteristiklerinin, bazı durumlarda kabukta verilen dizayn ile yeterli düzeyde eşleşme sağlanamamasıdır. Genelde teşhis problemleri için uygun ve özellikle tıbbi danışman olabileceği düşünülen EMYCIN, tıbbi veya diğer teşhissel görevlerde uzman sistem geliştirmek için kullanıldığı zaman ortaya önemli problemler çıkabilmektedir. Bunun sebebi, bilgiyi sadece bilgi tabanına koymanın başarılı bir sonuca ulaşmak için yetersiz olmasıdır. Bilgiden en iyi yararlanma ve uygun kontrol mekanizması uygulamanın karakteristiklerine önemli derecede bağlıdır. Bir kabuk, uygulama üzerinde, yabancı bir bilgi temsil formülasyonunu zorla yükleyebilir. Bilgi alanının gerekli tüm bölümlerini ve bu formülasyonları birbirine uygun hale getirme yeteneği de oldukça kısıtlıdır. Bu durum, bilgiyi güncelleştirmeyi ve programın sonuç çıkarma prosesinin takibini kullanıcı ve programlayıcı için güçleştirir. KS 300 (Stanford Üniversitesinin EMYCIN için geliştirmiş versiyonu) gibi daha kompleks uzman sistem geliştirme araçları programlayıcıya, program yapısı için daha gerekli özellikleri sunabilir. Bilgi tabanını değerlendirme aşamasını hızlandırmak oldukça zordur. Buna örnek olarak, sondaj yöneticisine asistanlık etmek için dizayn edilmiş bir sistem olan SECOFOR'un kuruluşunda "Elf Aquitaine"ın deneyimi verilmektedir. Temel prototip, tasarım araçlarının yardımı ile

hızlı olarak yapılmıştır. Fakat, tamamıyla çalışan bir sistem, yeterli bilgi tabanı yapma zorluklarından dolayı bir müddet işletilememiştir.



Genel olarak, uzman sistem araçlarının çoğunun performansı, sistem kurucusunun ihtiyaç ve amaçlarına karşılık verebilecek düzeyde değildir. Bilgi temsil yöntemi ve kontrol stratejisi yoğunlukla, gerçek problemlerin çoğu için fazla rijit kalmaktadır. Kullanıcı sistem özelliklerine göre bir gösterim kullanmak zorundadır. Bu da esnekliği ortadan kaldırmaktadır.

2.7.3. Araçlar

Uzman sistem araçları, kabukları veya özel uzman sistemleri kurabilecek bir hızlı prototip kurma ortamı ve usta programlayıcı sağlar. Örneğin ART, inference Corporation tarafından kurulmuş bir pakettir. Sonuç çıkarma mekanizmasının monte edilebileceği modüller içerir. Bir modül, Bayes'in olasılıklarla ilgili algoritmasını kullanırken, diğer bir modül belirsizlik ölçülerinin hesaplarını yapar.

Kabuklar ve araçlar yoğunlaşma dereceleri bakımından farklılıklar gösterirler. Araçlar daha esnektir fakat bu konuda yoğunlaşması daha azdır. Bilgi mühendisine daha çok sorumluluk yüklerler. Kabuklar daha dar bir uygulama alanı sunarlar fakat, konuya daha yoğun olarak yaklaşırlar.

2.7.4. Sistem Kurma Yardımcıları

Sistem kurma yardımcıları, uzman kişinin bilgisini elde etmek ve temsil etmeye yardım eden programları ve özel uzman sistem tasarım ve kuruluşuna yardım eden programları kapsar. Bu mevcut Araçların iki sınıfı şöyle sıralanabilir. Tasarım yardımcıları ve bilgi elde etme yardımcıları.

- Tasarım yardımcıları: AGE, TIMM, EXPERT, EASE.
- Bilgi elde etme yardımcıları: TEIRESIAS, ROGET, SEEK.

2.7.5. Destek Özellikleri

Destek özellikleri, programlayıcıları tarafından, üretkenliği artırmak için kullanılan araçlardır. Waterman tarafından destek özellikleri için dört farklı sınıf

tanımlanmıştır. Hata giderme yardımcıları, bilgi tabanı yöneticileri, girdi çıktı özellikleri ve açıklama özellikleri.



Açıklama özelliği; kullanıcı sistemin, problemi nasıl çözümlediği konusunda informasyon sağlamak için soru sorabilmelidir. Örneğin sorulan bir WHY (neden) sorusu, sistemin kullanıcıdan bazı bilgileri neden istediğini açıklamasına sebep olacaktır. HOW (nasıl) sorusu da, sistemin özel sonuçlarını nasıl elde ettiğini açıklamasına sebep olacaktır. Cevap, sonuca ulaşmak için kullanılan kuralları belirlemeyi de içerecektir. WHY ve HOW sorularının kombinasyonu, kullanıcıya sistemin sonuçlara nasıl ulaştığı hakkında detaylı bilgi sağlayacaktır. Bu ise sistemin sonuçlarını kabul veya red için gerekli sebepler konusunda kullanıcıya yardımcı olacaktır.

2.7.6. Uzman Sistem Kurma İçin Genel Yapı

Bir uzman sistem kurmak için, bu teknolojiyi kullanan kişinin temel olarak üç seçeneği vardır. Birinci seçenek, tüm bilgi mühendisliğini içeren ve sadece uzmanlık alanı sağlayan son ürünleri dağıtmak için üniversitelerle veya yapay zeka ile ilgili şirketlerden biriyle anlaşmaktır. Diğer bir seçenek, toplanılan verilerden tüm bir uzman sistem geliştirmektir. Bu oldukça zaman isteyen bir girişimdir. Son zamanlarda, kişinin uzman sistem kabuğunu bir üniversiteden veya yapay zeka ile ilgili şirketlerden elde edebilmesi gibi bir seçenek de mevcut olmaya başlamıştır. Elde edilen uzman sistem kabuğuna, problem alanı ile ilgili bilgilerin ilave edilmesi yoluyla bir uzman sistem geliştirilebilir.

2.7.7. Donanım Desteği

Yazılım paketi seçimi bazen, kullanılan donanım ve bir çok uzman sistem gelişiminde önemli bir kısıtlayıcı olabilen, donanımın hafıza ve işlem gücü tarafından belirlenir. Etkin LISP, sadece LISP makinaları olarak tanınan oldukça özel donanım yapılarını ihtiyaç duyar. LISP makinalarında bulunan temel özellikler şunlardır ;

1. Tek kullanıcı veya az sayıda kullanıcı ile çalıştırılabilir.
2. Sembolik işlemin etkinliğini minimize etmek için düzenlenmiştir.



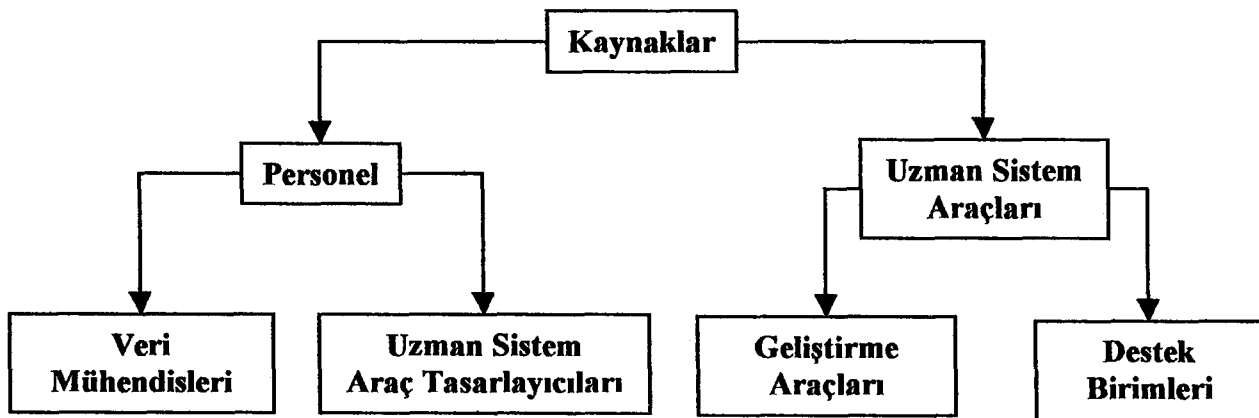
3. İşlem hızı oldukça yüksektir. (LISP programları kısıtlı sürede daha çok işlem yapmaya izin verir.)
4. Hafızası oldukça geniştir. Yapay zeka programları genellikle diğer programlardan daha çok RAM (Tesadüfi Erişimli Hafıza)'ya ve disk sürücü üzerinde daha çok depolama alanına ihtiyaç duyarlar.
5. Bir kerede daha çok metni görüntülemeye izin verirler.
6. Özel klavye kullanmak mümkündür. Kullanım hızını ve programlayıcının üretkenliğini arttırmak için yaklaşık iki düzine özel tuş bulunmaktadır.
7. Daha hızlı iletişim için bilgisayar faresinin (mouse) kullanımı mümkündür.

2.8. Uzman Sistemlerin Geliştirilmesindeki Zorluklar

Bir problemin, uzman sistem yaklaşımı ile çözümünün bulunabilmesi için uzman sistem teknolojisi uygulanmaya çalışıldığında çeşitli güçlüklerle karşılaşılır. Bu bölümde, bu güçlükler ayrıntıları ile incelenmiştir.

2.8.1. Kaynakların Eksikliği

Şekil 2.7'de, uzman sistemlerin alanına giren şirketlerin, yapılacak iş için ihtiyaç duydukları kaynaklar topluluğunda karşılaşılabildikleri güçlükler anlatılmaktadır. Sistemleri tasarlayıp geliştirmek için gerekli olan personel az bulunmaktadır. Yüksek seviyeli diller ile destek araçlarının pek, azı tamamen geliştirilmiş ve güvenilirdir. Gerçekten de pek çoğu yeni ve denenmemiştir.



Şekil 2.7. Kaynakların Yetersizliğinin Açıklanması

2.8.2. Uzman Sistemlerin Doğal Sınırlamaları

Yapay zekânın bu gelişme adımımda bazı güçlükler kaçınılmazdır. Tutulan uzman sistemler ve uzman sistem araçları, yapay zeka araştırmacıları, konularında ilerledikçe yavaş yavaş yok olacak olan sınırlamalara sahiptir. Uzman sistemlerin, zamanla değişen verilerin gösteriminde, uzaysal verilerin gösteriminde, genel kültür muhakemesi yapmada ve yeteneklerinin sınırlarını tanımada sınırlamaları vardır.

Uzman sistemler, çözümleri genel kültür gerektiren problemleri çözemezler. Eğer ilgi alanındaki problem, çözümü için genel kültür gerektiriyorsa uzman sistemler yaklaşımı büyük olasılıkla başarısız olacaktır.

Uzman sistem tasarım araçlarının da sistem tasarımı ve geliştirilmesini etkileyen bazı sınırlamaları vardır. Şekil 2.8 bunlardan bazı önemli olanaklarını göstermektedir.



Şekil 2.8. Uzman Sistem Tasarım Araçlarının Sınırlamaları

Uzman sistem tasarım araçlarının en ciddi sınırlamalarından birisi, veri kazanma işlemini gerçekleştirme yeteneğinden yoksun olmalarıdır. Veri kazanma, uzman sistemlerin geliştirilmesinde son derece önemli bir noktayı oluşturur. Veriyi uzmandan alıp geniş bir bilgi tabanı (knowledge base) (Bkz. Blm. 5 PREDEX) içersine yerleştirmek son derece zaman alıcı ve emek gerektiren işlemdir.

Uzman sistemlerin tasarımı için kullanılan diller veri mühendislerinin arzuladığı kadar esnek ve genel değildirler. Çoğunlukla aynı dil içinde özel veri tipleri kolayca temsil edilemeyebilirler ya da değişik gösterilim kalıpları doğal ve etkin bir şekilde uyarlanamayabilirler.

2.8.3. Uzman Sistem Tasarım Süresi

Sistemin tasarlanması için gerekli olan süre, problemin karmaşıklığına ve tam gün çalışan profesyonellerin sayısına bağlıdır.

2.9. Çıkarım Mekanizması

Bir kimsenin bir sahada geniş bilgi sahibi olması, o kişinin uzman olması için yeterli değildir. Bir uzman aynı zamanda uygun bilgiyi nasıl seçeceğini ve onu ne zaman uygulayacağını da bilmesi gerekir. Benzer biçimde, bir bilgi tabanı tek başına bir programın uzman sistem olması için yeterli değildir. Programın bilgi tabanı haricinde, bilgi tabanındaki bilginin nasıl ve ne zaman uygulanacağını kontrol eden başka bir bileşene de sahip olması gerekir. Programın bu işlevleri gören bileşenine “çıkarım mekanizması” denir.

Yukarıdaki paragraftan da anlaşılabacağı üzere uzman sistemlerde iki tür bilgi depolanır; saha - özel bilgi ve saha - bağımsız bilgi. Saha - özel bilgi, uzmanın olgusal ve sezgisel bilgisinden oluşur ve sistemin bilgi tabanında depolanır. Saha bağımsız bilgi ise sistemde inşa edilen saha - özel bilgiye uygulanabilen genel problem çözme stratejilerini temsil eder. Problemlerin nasıl çözüleceğini ilişkin bu saha - bağımsız genel problem çözme bilgisi, sistemin çıkarım mekanizmasında yer alır. Uzman sistemlerde bilgi, saha özel bilgi ve saha - bağımsız bilgi birbirlerinden ayrılacak şekilde organize edildiğinden, bir uzman sistemdeki çıkarım mekanizması farklı bilgi tabanlarıyla çalışabilir. Geliştirme aracı (development tool) kavramı bu özelliğin bir sonucudur; çıkarım mekanizması, bilgi tabanı boş uzman sistemler. Yüksek düzeyli uzman sistem inşa dilleri olan uzman sistem geliştirme araçları günümüzde uzman sistemlerin inşasını oldukça kolaylaştırır.

Çıkarım mekanizması, mantıksal olarak sonuçlar çıkarmak, çıkarımlar yapmak veya bir problemin niçin gerçekleştiğini kanıtlamak için problem çözme teknikleri yardımıyla bilgi tabanı boyunca tarama, arama, çözme ve akıl yürütme işlemlerini gerçekleştirir. Bu işlemler sonucunda elde edilen sonuçlar (yeni bilgi) müteakip işlemlerde kullanılmak üzere bilgi tabanına eklenir. Ayrıca çıkarım mekanizmasının, problemi çözmeye nereden başlayacağını bilmesi ve problem çözme işlemi esnasında karşılaşılabilecek çatışmaların giderilmesi gerekir.

Çıkarım mekanizmasının ana elemanları, arama teknikleri ve kontrol stratejileridir. Arama teknikleri, problem çözme tekniklerinin esasını oluşturur. Kır arama ve hristik arama olarak iki kategoride toplayabileceğimiz arama tekniklerinin en iyi bilinen örnekleri; ayrıntılı arama, genişlik-ilk, derinlik-ilk, ve en iyi ilk arama teknikleridir. Kontrol stratejileri ise aramanın, yani akıl yürütmenin uygulanmasına ve yönüne rehberlik ederler. En yaygın iki kontrol stratejisi; ileri zincirleme ve geri zincirlemedir. Çıkarım mekanizması bilgi tabanının yapısına bağılı olarak basit veya karmaşık kalabilir. Bir başka deyişle, uzman sistemin bir çözüme erişmek için kullandığı problem çözme tekniğı, benimsenen bilgi temsil modeline ve uygulamanın türüne bağılıdır.

2.9.1. Kontrol Stratejileri

Arama işlemlerinin önemli niteliklerinden biri, akıl yürütmenin ilerlediğı yöndür. Bir arama tekniğı seçildiğı zaman, farklı durumlar bundan sonra ne yapılacağına (yani, hangi operasyonun uygulanacağına ve nerede uygulanacağına) karar vermek için farklı akıl yürütme stratejileri (kontrol stratejileri) gerektirir. Yapay zekâda kullanılan geleneksel üç kontrol stratejisi vardır: İleri zincirleme, geri zincirleme ve karma zincirleme.

2.9.1.a. İleri Zincirleme

“İleri akıl yürütme” veya “ileri arama” olarak da adlandırılan ileri zincirleme. (forward chaining) verilen başlangıç koşullarıyla başlar ve bir çözüme (yani, arzulanan hedefe) doğru bilgi tabanı boyunca ileri doğru arama işlemini gerçekleştirir. Çıkarım işlemini yürütmek için elde bazı veriler olmadıkça bu metod

çalışmayacağından, ileri zincirleme stratejisi veri yürütmeli (data-driven) çıkarım olarak da bilinir. Hiçbir veri kalmadığında çıkarım mekanizması durur.

Bir kural tabanlı sistemi gözönüne alırsak; sistem, bir olgudan (veya durumdan) hareket ederek öncüleri bu olguyla eşlenen (öncüllerinin doğruluğu olgu tarafından kanıtlanan) bir kural bulununcaya kadar kural listesi boyunca ilerler. Daha sonra, “ateşlenen” (kullanılan) bu kural yeni bir olguyu iddia etmek için kullanılacaktır. Kural aynı arama işleminde bir daha kullanılmayacak; bununla birlikte, bu kuralın ateşlenmesinin bir neticesi olarak ulaşılan olgu (sonuç cümlecği) çalışma belleğinde depolanacaktır. Bu eşlenen bir kuralı bulma, kuralı ateşleme ve sonucu çalışma belleğine ekleme işlemi eşlenen (doğrulan) daha fazla kural kalmayıncaya kadar devam eder.

2.9.1.b. Geri Zincirleme

İleri zincirleme stratejisinin tam karşıtı geri zincirleme (backward chaining)'dir. Geri zincirleme (geri akıl yürütme olarak da bilinir), son çözümle (hedef durumla) başlayıp başlangıç koşullara doğru geriye ilerleyen bir hedef yönlendirmeli (goal directed) arama işlemidir.

Kullanıcı, bir olgunun doğru olup olmadığına ilişkin bir soru sorduğu ve bilgi tabanındaki bilgiden veya kullanıcının verdiği cevaplardan soruyu belirleyebilen bir kural olduğu zaman geri zincirleme akıl yürütmesi kullanılır. Bir başka bir deyişle geri zincirleme, olgulardan hipotezi (sonuç cümlecğini) kanıtlamaya çalışır. Mevcut amaç sonuç cümlecğindeki olguyu kanıtlamaksa, daha sonra öncülerin durumla eşlenip eşlenmediğini saptamak gerekir. Geri zincirlemenin mantığını bir örnek üzerinde gösterelim ;

Kural :

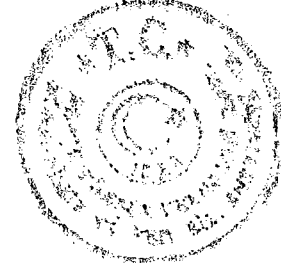
IF

hava yağmurlu AND

şemsiyeniz yoksa

THEN

ıslanacaksınız



Kural2

IF

ıslandınız AND

havada soğuksa

THEN

üşüteceksin

Olgu 1: Hava yağmurludur.

Olgu 2: şemsiyeniz yoktur.

Şimdi, “üşüteceksiniz” sonuç cümleciğini (hipotezini) kanıtlamak istersek bilgi tabanında verilen kural ve olgulara göre öncüllerin durumla eşlenip eşlenmediğini belirlemek için geri zincirleme uygulanabilir. İlk olarak, “üşüteceksiniz” sonuç cümleciğini içeren Kural 2, öncüllerinin olgularla doğrulanıp doğrulanmadığını saptamak üzere ateşlenir. Bilgi tabanı, Kural 2’nin öncülleri “ıslandınız” ve “hava soğuktur” olgularını içermediğinden “ıslandınız” öncülü doğrulanması gereken ilk alt amaç olur. Daha sonra “hava yağmurludur” ve “şemsiyeniz yoktur” öncüllerinin olgularla eşlenip elenmediğini belirlemek için Kural1 ateşlenir. Bilgi tabanındaki olgular (Olgu 1 ve Olgu 2) Kural 1’in öncüleriyle eşlendiğinden “ıslandınız” alt hedefi kanıtlanır. Sistem şimdi de “hava soğuktur” öncülünü kanıtlamak zorundadır. Bununla birlikte bu öncül bilgi tabanında bir olgu olarak yer almadığı gibi, bilgi tabanında onunla ilgili hiçbir kural da yoktur. Bu nedenle daha sonra sistem, kullanıcıya “Hava Soğuk : Bu doğru mu?” diye soracaktır. Cevap “Evet” ise ikinci alt hedef de tatmin edilir. Böylece asıl hipotez “üşüteceksiniz” sonuç cümleciği kanıtlanmış olur [Benzer R, 1998].

2.9.1.c. Karma Zincirleme

Bu yöntemde sistem, kullanıcıdan aldığı bilgiler ile önce ileri zincirleme yapmakta eğer bir sonuca varamaz ise geriye zincirleme yaparak kullanıcıya sorular sormakta ve ileri zincirleme yapacak bilgileri elde etmektedir. Yapılan araştırmalar neticesinde karma zincirleme denilen bu metodun proje değerlendirme konusunda daha uygun olacağı görülmüştür. Bu nedenle, PREDEX’te ileriye zincirleme ile geriye zincirleme birlikte kullanılmaktadır.

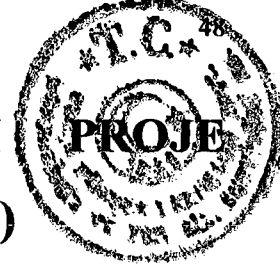


2.10. Örnek Çalışma

Tez kapsamında, askeri alanda araştırma geliştirme projelerinin uygun olup olmadıklarını tespit eden bir karar destek sistemi oluşturulmuştur. Bu çalışmadan şimdilik uzman sistem geliştirilmesi düşünülmektedir. Ticari olarak bulunabilen Leonardo isimli uzman sistem kabuğu (shell) kullanılarak geliştirilmiş ve bir bilgi tabanı (knowledge base) meydana getirilmiştir. Gerekli bilgiler uzmanlardan tespit edilmiştir. Projeleri seçme kriterleri ortaya çıkartılmış ve bir bilgi tabanı oluşturulmuştur. Yapılan bilgi tabanı, “çerçeve tabanlı” bir sistem olmuştur. Bu konuda bir sonraki bölümde ayrıntılı bilgi verilecektir.



3. YAPAY ZEKÂ UYGULAMALI DEĞERLENDİRME SİSTEMİ (PREDEX)



Proje değerlendirme özellikle askerî alanlarda diğer alanlardan daha önemlidir. Çünkü yapılan yatırımların maliyetleri oldukça yüksek ve başarısız olmanın götürüsü yapılan araştırmanın getirisinden çok daha fazla olmaktadır.

Piyasa, projelerin hazırlanması ve yönetilmesine yönelik bazı bilgisayar programları geliştirilmiştir. Fakat bu programlarda önerilen projenin gerçekten proje şartnamesine uygunluğu ve başarılı bir durumda bitecek şekilde hazırlanıp önerildiğini kontrol etmek için mekanizmalar geliştirilmemiştir. Bunun nedeni aslında daha önce denildiği gibi projelerin değerlendirilmesinin optimum yapacak bir yöntemin olmaması ve bu işin daha çok subjektif bir çalışma gerektirmesidir. Zaten bu tezde yapay zeka teknolojisi ve özellikle uzman sistemlerin kullanılmasının önerilmesi de bu yüzdendir. Bu teknolojilerin uzman bilgi ve tecrübesine dayanan ve belirli bir formülasyonu olmayan problemler için geliştirildiği 2. Bölümde anlatılmıştı.

Eldeki kaynakların etkin ve verimli kullanılmasının gerekli olduğu dikkate alındığında, MSB.lığına hemen her teknolojik alanına ait önerilen her projenin desteklenmemesi ve seçici olunması gerekmektedir. O nedenle, öncelikle projenin kapsamında bulunduğu teknolojiden mevcut bütçeye kadar bir çok konunun sorgulanması ihtiyacı bulunmaktadır.

Bu bölümde MSB ARGE ve Teknoloji Dairesi Başkanlığına gelen proje önerilerini değerlendirebilmek için geliştirilmiş metot anlatılmaktadır.

Proje değerlendirme yöntemine geçmeden önce bazı kavramların açıklanmasında fayda vardır.

3.1. Teknolojinin Sınıflandırılması

Silahlı Kuvvetlerimizin yurt savunmasını yerine getirebilmesi için eğitime, disipline, modern silah/araç ve gerece ihtiyacı vardır. Silahlı Kuvvetlerin savunma konusundaki silah, araç, gereç ve mühimmat ihtiyacının yurt içindeki milli savunma



sanayiinden karşılanması büyük önem arz etmektedir. Savunma Sanayi Stratejisinin belirlenmesinde Türkiye'nin milli askeri stratejisinin tatbikatında koordinatör makamı Milli Savunma Bakanlığıdır. Bu kapsamda, mevcut kaynakların uygun şekilde kullanımı açısından savunma sanayii sistem ve teknoloji ihtiyaçları ve bunlara bağlı teknolojiler üç ana grupta ele alınmaktadır;

3.1.1. Milli Olması Zorunlu Sistem ve Teknolojiler

Para karşılığında dahi temin edilemeyen bu teknolojilerin kesinlikle milli olanaklar ile yurt içinde üretilmesi gerekmektedir. Bunların muhakkak yurt içinde geliştirilmesi ve ihtiyaçların yurt içinden karşılanması lazımdır. Mesela, "Harekat Bilgi Sistemleri" nin yazılımı gibi.

3.1.2. Kritik Sistem ve Teknolojiler

Ancak yüksek maliyetle yurt dışından karşılanabilen sistem ve teknolojilerdir. Bunların da yurt içinde geliştirilmesi amaçlanır. Ancak, mümkün olmayanlar için teknoloji transferi ve/veya ortak üretim öngörülür. Yabancı teknolojiden yararlanma durumunda bu teknolojiyi millileştirmek asıl amaçtır. Bu kapsamda WEAG'ta yürütülen ARGE projelerine girilmektedir. Mesela, "Sinyal Analiz Sistemleri" gibi.

3.1.3. Diğer Sistem ve Teknolojiler

Çok kaynaktan tedarik politikasına uygun olarak en ekonomik ömür devir maliyetini sağlayan kaynaktan tedarik edilmesi planlanmıştır. Bu gruptaki sistem ve teknolojiler için bir ARGE faaliyeti öncelikli yapılmayıp satın alma yolu ile temin edilebilecek olan teknolojilerdir. Mesela, bilgisayar donanımı gibi.

Burada önemli bir konuya değinmek gerekmektedir. Bir teknoloji dışarıdan satın alma yolu ile temin ediliyorsa milli olamaz diye bir şey yoktur. Milli teknolojiler dışarıdan satın alma yolu ile temin edilse bile yine yurt içindeki milli olanaklar ile geliştirilmelidirler.

Bir proje hem milli olmayan hem de kritik olmayan bir teknolojinin konusunu içeriyor ise, AR-GE'ye ayrılan kaynakların etkin kullanımı bakımından o proje önerisini kabul etmek ve projeyi açmak gereksizdir.



3.2. Proje Önerisinin Hazırlanması

Proje önerileri hazırlanırken araştırmacıların dikkat etmesi gereken konular vardır. Bir proje önerisi sadece teknik konular düşünülerek hazırlırsa ileride bir çok sorun çıkabilmektedir. Mesela muhtemel riskler önceden hesap edilemediğinden, ileride projenin yürütülmesinde beklenmedik risklerin ortaya çıkması bir sorun olabilmektedir. MSB ARGE ve Teknoloji Dairesi Başkanlığının tecrübeleri göz önüne alındığında, genel olarak başarılı sonuçlanan projelerin şu konular ve dokümanlar dikkate alınarak hazırlandığını göstermektedir:

3.2.1. Proje Tanımlama Özet Dokümanı

Burada projenin genel olarak amacının ve ulaşılması istenen noktaların bir özeti yapılır. Proje önerisinin içeriği hakkında özet bilgiler verilir. Projeyi yürütecek konsorsiyum hakkında çok özet bilgiler verilir.

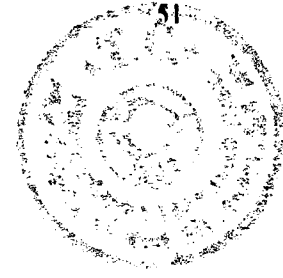
3.2.2. Projenin Teknik Detayları

Burada projede kullanılacak metot ve yöntemler, iş paketleri her iş paketinin detaylı açıklaması ve amaçları, projenin girdi ve çıktıları, iş paketlerinin birbirleri ile olan ilişkileri, girdi ve çıktıları, girdilerin nereden geleceği ve çıktıların nereye gönderileceği vb. gibi bir çok teknik konuda detaylı bilgiler verilecektir.

3.2.3. Projenin Mali Detayları

Projenin genel maliyeti, bu maliyetin iş paketleri bazında ve konsorsiyum üyeleri arasındaki dağılımı gösterilir. Her iş paketi bazında harcamaların :

- Personel giderleri,



- Seyahat giderleri,
- Makine/Malzeme (donanım) giderleri,
- Yazılım giderleri,
- Danışmanlık ve hizmet alımları,
- Kırtasiye, sarf malzemeleri, posta vb. giderleri olarak belirlenmesi

projenin başarısı için önemlidir. Böylece mümkün olabilecek bütün maliyetler başlangıçta çok iyi analiz edilmektedir. Tahminlerde sapmalar ise daha az olmaktadır.

3.2.4. Projenin Yönetimi

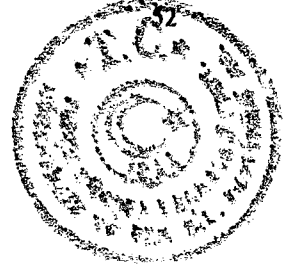
Bir projenin kim tarafından ne şekilde yönetileceği açıklanır. Proje içinde kurulacak olan teknik komiteler, iş paketi sorumluları ve ekipleri belirlenir. Nerede ne zaman toplantılar yapılacağı periyotlar belirlenir. Projenin kalite standartları, konfigürasyon yönetimi, dokümantasyon ve rapor oluşturma standartları vb. gibi konularda projenin yürütülmesi esnasında yapılacak çalışmalar anlatılır. Bu özellikle konsorsiyum halinde çalışan gruplar için önemlidir. Herkesin belirli kurallara uyarak çalışması ortak anlayışı sağlar.

3.2.5. Proje Önerilerinin Değerlendirilmesi

Proje önerilerinin değerlendirilmesi de hazırlanması kadar önemlidir. Değerlendirme esnasında önerideki bazı eksikliklerin ortaya konulması ve gereken düzenlemelerin istenmesi projenin başarısına olumlu katkı sağlamaktadır. Bu tezde geliştirilen proje değerlendirme yöntemi aşağıda açıklanmıştır. Geliştirilen yöntem proje değerlendirme konusunda uzman olan kişilerin görüşleri dikkate alınarak önerilmiştir. Bu yöntem bir uzman sistem haline getirilmiş ve Proje Değerlendirme Uzman Sistemi (PREDEX) adı altında geliştirilmiştir.

3.3. PREDEX Değerlendirme Yöntemi

Bu tezde anlatılan “proje değerlendirme yöntemi”, proje önerisinin değişik açılardan incelenmesi üzerine kurulmuştur. Bunlar:



- Projenin teknoloji türü açısından değerlendirilmesi,
- TSK ihtiyacının belirlenmesi,
- Proje yeterlilik puanının hesaplanması,
- Bütçe uygunluğunun gözden geçirilmesi.

3.3.1. Proje Teknoloji Türü Açısından Değerlendirme

Projenin konusu olan teknolojinin yukarıda belirtildiği gibi teknoloji sınıflandırmasındaki durumu gözden geçirilmektedir. Mesela önerilen teknoloji hem milli hem de kritik değil ise o zaman bu önerinin desteklenmesinin bir anlamı kalmamaktadır. Onun için öncelikle teknolojinin sınıfı sorulmakta ve ona göre bir sonraki adıma geçilmekte veya öneri reddedilmektedir.

3.3.2. TSK İhtiyacının Belirlenmesi

Önerilen projenin hem milli hem de kritik teknolojilerden olması durumunda kesinlikle desteklenmesi gerektiğinden TSK ihtiyacının otomatikmen var olduğu kabul edilmiştir. Fakat önerilen teknolojinin milli olması fakat kritik teknolojilerden olmaması durumunda veya milli olmadığı halde kritik olması durumunda TSK'nın görüşleri alınarak ihtiyacın olup olmadığına göre proje önerisi desteklenmek üzere bir sonraki adıma geçilmektedir. Aksi halde öneri reddedilmektedir.

3.3.3. Proje Yeterlilik Puanının Hazırlanması

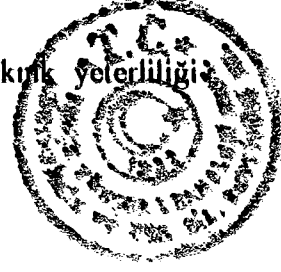
Her öneri için bir yeterlilik puanı hesaplanmaktadır. Bunun için şu işlemler yapılmaktadır.

- Değerlendirme kriterlerinin belirlenmesi
- Kriterlerin puanlandırılması
- Proje toplam değerlendirme puanının hesaplanması

3.3.4. Değerlendirme Kriterlerinin Belirlenmesi

Önerilen ve teknoloji türü milli veya kritik teknolojileri içeren proje önerisinin değerlendirilmesi değişik açılardan yapılmaktadır. Bunun için aşağıda

listelenen değişik kriterler belirlenmiştir. Bazı kriterler (mesela teknik yeterliliği ölçen kriter) alt kriterlere ayrılmıştır.



A) Projenin genel değerlendirmesi,

B) Projenin genel seçilebilirliği,

C) Projenin teknik yeterliliği,

c1) Proje şartnamesinin anlaşılması,

c2) Konsorsiyumun teknik yeterliliği,

c3) Projenin TSK ihtiyaçlarına uygunluğu,

c4) Projenin sunduğu yenilikler ve mevcut teknolojiye getirdiği katkılar,

c5) Önemli noktaların işlenmesi,

c6) Sunulan teori ve amaçların doğrulanması,

c7) Öneri içinde ARGE çalışmalarının tanımlanması,

c8) İş paketi bazında amaçların tanımlanması,

D) Projede önerilen yöntemlerin yeterliliği,

d1) Görev ve terimlerin açık olarak tanımlanması,

d2) Proje gelişimini takip etme metodu,

d3) Projede olabilecek risklerin belirlenmesi ve çözüm önerileri,

d4) Kullanılacak yaklaşım ve yöntemlerin açık olarak tanımlanması,

d5) Proje önerisindeki tutarlılık,

d6) Mevcut teknolojiyi geliştirme ve yeniliklerin tanımlanması,

d7) Gelecekteki ihtiyaçların analiz edilmesi,

d8) hiç denenmemiş yöntem ve tekniklerin açıklanması,

E) Proje yönetimi ve kalite standartlarının yeterliliği,

e1) Konsorsiyum üyeleri arasında kaynaklar, yetenekler ve paylaşımın tanımlanması,

e2) Konsorsiyumun bilimsel ve askeri liyakatı,

e3) Tesis Güvenlik Belgesi,

e4) Projeyi yürütecek eleman sayısı ve kalitesi,

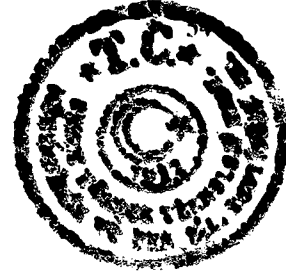
e5) Konsorsiyumun veya üyelerinin başarı kayıtları,

e6) Proje ofisinin mümkün olması,

e7) Proje planının uygunluğu ve yeterliliği,

e8) İş dağıtımının düzenli yapılması ve geçerliliği,

e9) İş planının proje amaçlarını sağlamadaki tutarlılığı,



- e10) Proje gelişimini kontrol yöntemi,
- e11) Proje yönetim yapısının kabul edilebilirliği,
- e12) AQAP Kalite standartlarına uyum,
- e13) Proje yönetimi konusunda konsorsiyumun tecrübesi,
- f) Projenin endüstriyel potansiyeli,
- g) Maliyet/fayda analizi;
 - g1) Projenin genel maliyeti,
 - g2) İş paketlerinin maliyeti,
 - g3) Endüstrilerin mali katkıları,
 - g4) Endüstrilerin teknik katkısının maliyeti dengelenmesi,
- H) Konsorsiyumun projenin maliyetine katkısı;
- i) İş planının kredibilitesi;
 - i1) İş planı maliyetinin gerçekçi olması,
 - i2) Proje amaçlarına ulaşmak için iş dağıtımı,
 - i3) Genel olarak teknik özellikler ve maliyetin kredibilitesi,

3.3.5. Kriterlerin Puanlandırılması

Proje yeterlilik puanı 1000 üzerinden hesaplanmaktadır. Yukarıda listelenen her faktörün 4 seviyesinin olduğu kabul edilmiştir. Kriterlerin Tablo puanları (yani alabilecekleri maksimum puanlar) Tablo 3.1'de belirtilmiştir.

Tablo 3.1. Değerlendirme Kriterleri ve Puanları

Kriter adı	Puanı
Genel değerlendirme	100
Seçilebilirlik	100
Proje şartnamesinin anlaşılması	30
Konsorsiyumun teknik yeterliliği	30
Projenin TSK ihtiyaçlarına uyumu	25
Projenin sunduğu yenilikler ve mevcut teknolojiye getirdiği katkılar	25
Önemli noktaların işlenmesi	25
Sunulan teori ve amaçların doğrulanması	25
Öneri içinde ARGE çalışmalarının tanımlanması	25

Tablo 3.1. Değerlendirme Kriterleri ve Puanları (Devamı)

İş paketi bazında amaçların tanımlanması	25
Görev ve terimlerin açık olarak tanımlanması	20
Proje gelişimini takip etme metodu	20
Projede olabilecek risklerin belirlenmesi ve çözüm önerileri	20
Kullanılacak yaklaşım ve yöntemlerin açık olarak tanımlanması	20
Proje önerisindeki tutarlılık	20
Mevcut teknolojiyi geliştirme ve yeniliklerin tanımlanması	20
Gelecekteki ihtiyaçların analiz edilmesi	20
Hiç denenmemiş tekniklerin açıklanması	20
Konsorsiyum üyeleri arasında kaynaklar, yetenekler ve paylaşımın tanımlanması	10
Konsorsiyumun bilimsel ve askeri liyakatı	15
Tesis güvenlik belgesi	10
Projeyi yürütecek eleman sayısı ve kalitesi	10
Konsorsiyumun veya üyelerinin başarı kayıtları	10
Proje ofisinin mümkün olması	10
Proje planının uygunluğu ve yeterliliği	10
İş dağıtımının düzenli yapılması ve geçerliliği	10
İş planının proje amaçlarını sağlamadaki tutarlılığı	10
Proje kontrol yöntemi	10
Proje yönetim yapısının kabul edilebilirliği	10
AQAP kalite standartlarına uyum	10
Proje yönetimi konusunda konsorsiyumun tecrübesi	10
Projenin endüstriyel potansiyeli	75
Projenin genel maliyeti	25
İş paketlerinin maliyeti	25
Endüstrilerin mali katkıları	25
Endüstrilerin teknik katkısının maliyeti dengelemesi	25
Konsorsiyumun proje maliyetine katkısı	75
İş planı maliyetinin gerçekçi olması	15
Proje amaçlarına ulaşmak için iş dağıtımı	15
Genel olarak teknik özellikler ve maliyetin karşılanabilirliği	15
Toplam	1000

Proje önerisinin kriter puanı ise belirlenen kriterlerin tablo puanlarına bağlı olarak hesaplanan seviye puanıdır. Kriter puanlarının hesaplanması ise Tablo 3.2’de gösterilmiştir.

Tablo 3.2. Kriter Puanlarının Seviyelere Göre Belirlenmesi

Kriterin adı	Kriter puanı	Kriter Tablo Puanı	4.seviye	3.seviye	2.seviye	1.seviye
		T	T	3T/4	2T/4	T/4
“Örnek kriter”		100	100	75	50	25

Örnek olarak ele alınan bir projenin “seçilebilirlik” kriteri için yapılan hesaplama değerlendirme sonucu kriter puanı Tablo 3.3’te verilmiştir.

Tablo 3.3. Kriter Puanının Hesaplanması Örneği

Kriterin adı	Kriter tablo puanı	4. Seviye Çok uygun	3. seviye Önerilebilir	2. seviye Şüpheli	1. seviye Zayıf
Seçilebilirlik	100		X		
Kriter puanı = $3 \times (100/4) = 75$					

Benzer şekilde PREDEX’te kullanılmış tüm kriterler ve seviyeleri tablo 3.4’te verilmiştir (“Bkz.” Tablo 3.4).

3.3.6. Proje Toplam Değerlendirme Puanının Hesaplanması

Projenin toplam yeterlilik puanı her kriterden alınan kriter puanlarının toplamı olarak hesaplanmaktadır.

3.3.7. Bütçenin Gözden Geçirilmesi

Projenin milli ve kritik olması durumunda bütçe yeterliliği aranmamaktadır. Gerekli bütçenin ayrılması gerektiği kabul edilmiştir. Projenin sadece milli veya kritik olması durumunda projenin gerekli bütçesinin olup olmadığı sorgulanmakta ve alınan puana göre desteklenmesi, beklemeye alınması veya revizyonu istenmektedir.



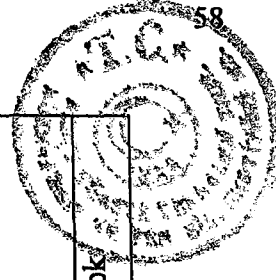
3.3.8. Proje Önerisi Hakkında Karar Verme

Proje önerisinin teknoloji, yeterlilik ve bütçe incelemeleri neticesinde kabul edilip edilmemesi için aşağıdaki yöntemler izlenmektedir;

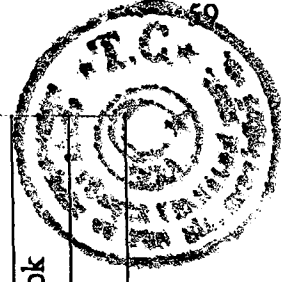
- Proje yeterlilik puanı 300 ve altına ise o proje önerisi kabul edilmemektedir.
- Proje yeterlilik puanı 300-500 arasında ise o zaman milli, kritik veya TSK ihtiyacı olan teknolojilerde ise proje önerisinin revizyonu ve yeniden sunulması (eksikliklerin tamamlanması) istenmektedir.
- Proje milli ve kritik teknolojilerden ise;
 - Proje yeterlilik puanı 700 ve üzerinde ise kesinlikle kabul edilmesi istenmektedir.
 - Proje yeterlilik puanı 500- 700 arasında ise proje şartlı kabul edilmektedir.
- Proje millî ve kritik değil fakat TSK ihtiyacı var ise;
 - Proje yeterlilik puanı 700 ve üzerinde ise bütçenin ayrılmış ise desteklenmekte yoksa beklemeye alınmaktadır.
 - Proje yeterlilik puanı 500-700 arasında ise projenin bütçesi var ise beklemeye alıp düzeltmeler istenmektedir. Yoksa daha sonra değerlendirileceğine karar verilmektedir.
- Proje milli değil kritik teknolojilerden ve TSK ihtiyacı olan bir teknoloji ise;
 - Proje yeterlilik puanı 700 ve üzerinde olup bütçesi de var ise destekle, bütçesi yok ise beklemeye al.
 - Proje yeterlilik puanı 500-700 arasında olup projenin de bütçesi var ise beklemeye alıp düzeltmeler istenmektedir. Yoksa daha sonra değerlendirileceğine karar verilmektedir.

Tablo 3.4 : PREDEX'te Yer Alan Bazı Değerlendirme Kriterleri ve Seviye Değerleri

Kriterin adı	Kriter tablo puanı	4. Seviye	3. Seviye	2. Seviye	1. Seviye
Genel Değerlendirme	100	Oldukça iyi	Tatmin edici	Karar veremiyorum	Kötü
Seçilebilirlik	30	Çok uygun	Önerilebilir	Şüpheli	Zayıf
Konsorsiyumun ve üyelerinin başarı kayıtları	10	Çok iyi	İyi	Kayıt yok	Zayıf
Proje şartnamesinin anlaşılması	30	Çok iyi	İyi	Şüpheli	kötü
Konsorsiyumun teknik yeterliliği	30	Çok iyi	Yeterli	Belli değil	Yetersiz
Projenin TSK hedeflerine uygunluğu	30	Çok iyi	İyi	Şüpheli	Kötü
Projenin sunduğu yenilikler ve mevcut teknolojiye getirdiği katkılar	25	Çok iyi	İyi	Belli değil	Yok
Önemli noktaların işlenmesi	25	Çok iyi	Kapsamaklı adır	Açık değil	Kapsamı dar
Teori ve amaçların öneri içinde doğrulanması	25	Çok iyi	İyi	Şüpheli	Kötü
Yapılacak ARGE çalışmalarının net olarak tanımlanması	25	Çok iyi	Kabul edilebilir	Net değil	Tanımsız
Proje ofisinin mümkün olması	10	Çok iyi	Belli küçük	Belli değil	Yok



Tesis güvenlik belgesi	10	Var yeterli	Müracaat aşamasında	Yetersiz	Yok
Görev ve terimlerin açık olarak tanımlanması	20	Çok açık	İyi	Açık değil	Yetersiz
Proje gelişimini takip etme metodu	20	Çok iyi	Tatmin edici	Belirsiz	Kötü
Projede olabilecek risklerin belirlenmesi ve çözüm önerileri	20	Bütün riskler	Kabul edilebilir	Açık değil	Belirlenmemiş
Kullanılacak yaklaşım ve yöntemlerin açık olarak tanımlanması	20	Çok iyi	İyi	Net değil	Belirlenmemiş
Proje önerisindeki tutarlılık	20	Çok iyi	İyi	Şüpheli	Kötü
Mevcut teknolojiyi geliştirme ve yeniliklerin tanımlanması	20	Çok iyi	İyi	Katkı açık değil	Katkı yok
Gelecekteki ihtiyaçların analiz edilmesi	20	Çok iyi	İyi	Şüpheli	Kötü
Hiç denenmemiş tekniklerin açıklanması	20	Çok iyi	İyi	Şüpheli	Kötü
Konsorsiyum üyeleri arasında kaynaklar, yetenekler ve paylaşımın tanımlanması	10	Çok iyi	İyi	Açık değil	Kötü
Konsorsiyumun bilimsel ve askeri liyakatı	15	Çok iyi	İyi	Şüpheli	Kötü
Proje planının uygunluğu ve yeterliliği	10	Çok iyi	İyi	Belirsiz	Kötü
İş dağıtımının düzenli yapılması ve geçerliliği	10	Çok iyi	İyi	Şüpheli	Kötü
Proje yönetimi ve kontrol yönteminin uygunluğu	10	Çok iyi	Uygun	Belirsiz	Yok
.....					





4. PREDEX : “ZEKİ-PROJE DEĞERLENDİRME SİSTEMİ” ve UYGULAMASI

Bölüm 3’te önerilen değerlendirme sistemine göre çalışan ve PREDEX ismi verilen bir uzman sistem geliştirilmiştir. PREDEX bir kullanıcıya projeyi değerlendirirken nelere bakması ve hangi kriterleri göz önüne alarak karar vermesi gerektiği konusunda yardımlar sunmaktadır. Kullanıcının cevaplarına göre proje yeterlilik puanını hesaplamakta ve projenin desteklenip desteklenmeyeceği konusunda karar vermektedir. Projenin desteklenebilir hale gelmesi için bazı öneriler sunmaktadır.

PREDEX bir zeki proje değerlendirme sistemi olup şu elemanlardan oluşmaktadır.

- Geliştirme ortamı
- Bilgi Tabanı
- Çıkarım mekanizması

4.1. Geliştirme Ortamı

PREDEX Uzman sistem geliştirme ortamlarından LEONARDO programı geliştirilerek yazılmıştır. Leonardo bilgi çerçeveleri, sınıflar olan kural tabanlı bir bilgi gösterim metoduna sağlayan sistemdir. Kendine özgü bir kullanıcı arabirimi ve açıklama yöntemi vardır.

4.2. Bilgi Tabanı

PREDEX bilgi tabanı, genel olarak kurallar, kural setleri, bilgi çerçevelerinden ve prosedürlerden oluşmaktadır. Toplam olarak 25 kural, 2 kural seti, 64 bilgi çerçevesi ve 4 prosedürden oluşmaktadır.

Kural ve kural setleri: PREDEX içinde projenin içerdiği teknolojinin türünün sorgulanması, TSK ihtiyaçlarının ve bütçenin uygunluğunun sorgulanması ve proje

yeterlilik puanını hesaplamak için kullanıcı ile etkileşimli sorgulama kurallarını içermektedir. Örnek bir kural şu şekilde verilebilir.

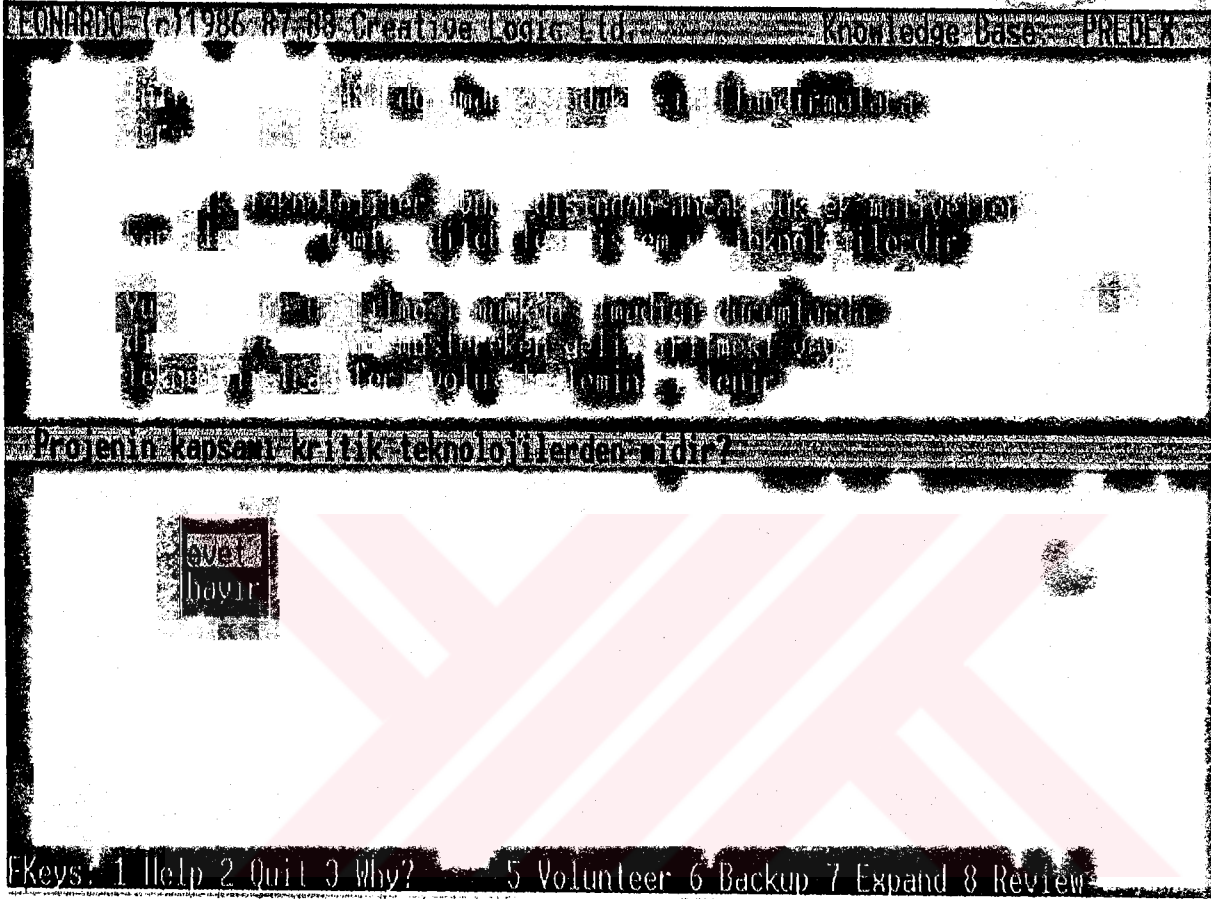
EĞER Teknoloji Milli değil
VE Teknoloji Kritik değil ise
O ZAMAN Proje önerisini red et.

Bilgi Çerçeveleri: PREDEX kurallarda bulunan bilgilerin çerçeveler halinde gösterilmesini desteklemektedir. Bilgi çerçeveleri bir olay hakkında bütün bilgilerin bir çerçeve içerisine konularak gösterimini sağlamaktadır. Örnek olarak bir proje önerisinin kritik teknolojiyi içerip içermediğinin sorgulanması için geliştirilen bilgi çatısı şekil 4.1’de verilmiştir.

Name: Kritik
Type: Text
Value:
Derived from:
Forbiunk:
Allowed Value: Evet, Hayır
Compute Value:
Query prompt: Projenin kapsamı kritik teknolojilerden midir?
Query preface: Lütfen ilgili MSB dokümanlarındaki sınıflandırmalara göre cevaplayınız. “Kritik teknolojiler yurt dışından ancak yüksek maliyetler karşılığında temin edilebilen sistem ve teknolojilerdir.” Yurt içinde üretilmesi mümkün olmadığı durumlarda diğer ülkeler ile Müştereken geliştirilmesi veya teknoloji transferi yolu ile temini istenir.
Commentary:
Introduction:
Conclusion:

Şekil 4.1. Kritik İsimli Bilgi Çatısının Tasarımı

Şekil 4.1 de gösterilen bilgi çatısının PREDEX tarafından çalıştırılması sonucu Şekil 4.2'de gösterilmiştir.



Şekil 4.2. Kritik İsimli Bilgi Çatısının İşletilmesi

Değişik bilgi çatılarında değişik bilgileri içerecek bölümler (slot) bulunabilir. Leonardo Şekil 4.1'de gösterildiği gibi standart bölümler geliştirmiştir. Kullanıcının kendisi de yeni bölümler oluşturabilmektedir.

Yöntemler (Prosedürler) : PREDEX'te belirlenen proje yeterlilik puanlarının hesaplanması gibi, standart işlemlerin yapıldığı yöntemler vardır. Toplam puanın hesaplanması ve sonuçların diğer kurallara aktarılması bu prosedürler tarafından gerçekleştirilir. Prosedürlerin yazılmasında Leonardo'nun prosedür lisansı kullanılmıştır.

4.3. Çıkarım Mekanizması

Leonardo, 3 tip çıkarıma müsaade etmektedir. Bunlar;

- Geriye zincirleme
- İleriye zincirleme
- Karma zincirleme

Bu çıkarım mekanizmaları ile ilgili bilgiler Bölüm 2’de verilmiştir.

4.4. PREDEX’in Çalışmasına Bir Örnek

MSB ARGE ve Teknoloji Dairesi Başkanlığı tarafından, Batı Avrupa Silahlanma Grubu (WEAG) kapsamında yürütülmekte olan EUCLID RTP 11.13 “Avrupa’da Benzetim Ağı Potansiyeli” projesi için 13 ülkeden 23 firma tarafından kurulan konsorsiyumun hazırlayıp sunduğu proje önerisi, geliştirilen program PREDEX kullanılarak değerlendirilmiştir. Projenin amacı Avrupa’da mevcut tüm benzetim sistemlerin HLA tabanlı bir sistem dahilinde tek bir ağ içerisinde çalıştırılması, bu sayede eğitim ile ortak tatbikatların Avrupa bünyesinde ülke sınırı tanımsızın sağlanması için gerekli donanım ve yazılım geliştirmelerini içermektedir.

PREDEX ile RTP 11.13 projesinin sorgulanması Şekil 4.3’ten Şekil 4.46’ya kadar verilmiştir.

LEONARDO (c)1986, 87, 88 Creative Logic Ltd. Knowledge Base: PREDEX

Milli olması zorunlu olan teknolojileri göstermektedir. Bu teknolojilerin yurt içinde üretilmesi zorunludur.

Proje konusu olan teknoloji hakkında düşünceniz...

Keys: 1 Help 2 Quit 3 Why? 5 Volunteer 6 Backup 7 Expand 8 Review

Şekil 4.3. Milli Teknoloji Sorgulaması

LEONARDO (c)1986, 87, 88 Creative Logic Ltd. Knowledge Base: PREDEX

Enfren ilgili NSE dokümanlarındaki sınıflandırmalar göre cevaplayınız.

Kritik teknolojiler yurt dışından ancak yüksek maliyetler karşılığında temin edilebilen sistem ve teknolojilerdir.

Yurt içinde üretilmesi mümkün olmadığı durumlarda diğer ülkeler ile müştereken geliştirilmesi veya teknoloji transferi yolu ile temini istenir.

Projenin kapsamı kritik teknolojilerden midir?

evet
hayır

Keys: 1 Help 2 Quit 3 Why? 5 Volunteer 6 Backup 7 Expand 8 Review

Şekil 4.4. Kritik Teknoloji Sorgulaması

LEONARDO (c)1986,87,88 Creative Logic Ltd. Knowledge Base: PREDEX

Asağıdaki soruya cevap verirken proje önerisi ile ilgili genel değerlendirmenizi dikkate alınız

Proje ile ilgili genel değerlendirmeniz...

Kötü
Karar veremiyorum
Tatmin edici
Oldukça iyi

Proje önerisi açık olarak sunulmuştur
Fakat detaylı analiz gerekmektedir.

Keys: 1 Help 2 Quit 3 Why? 5 Volunteer 6 Backup 7 Expand 8 Review

Şekil 4.5. Genel Değerlendirme Sorgulaması

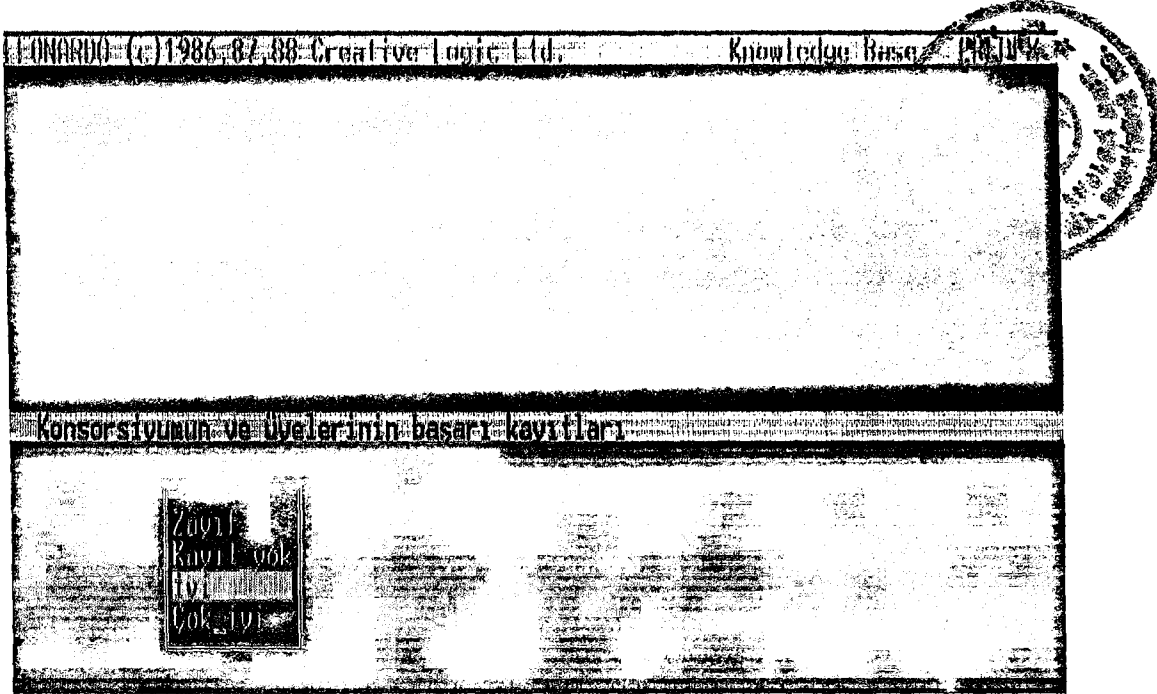
LEONARDO (c)1986,87,88 Creative Logic Ltd. Knowledge Base: PREDEX

Projenin genel seçilebilirliği

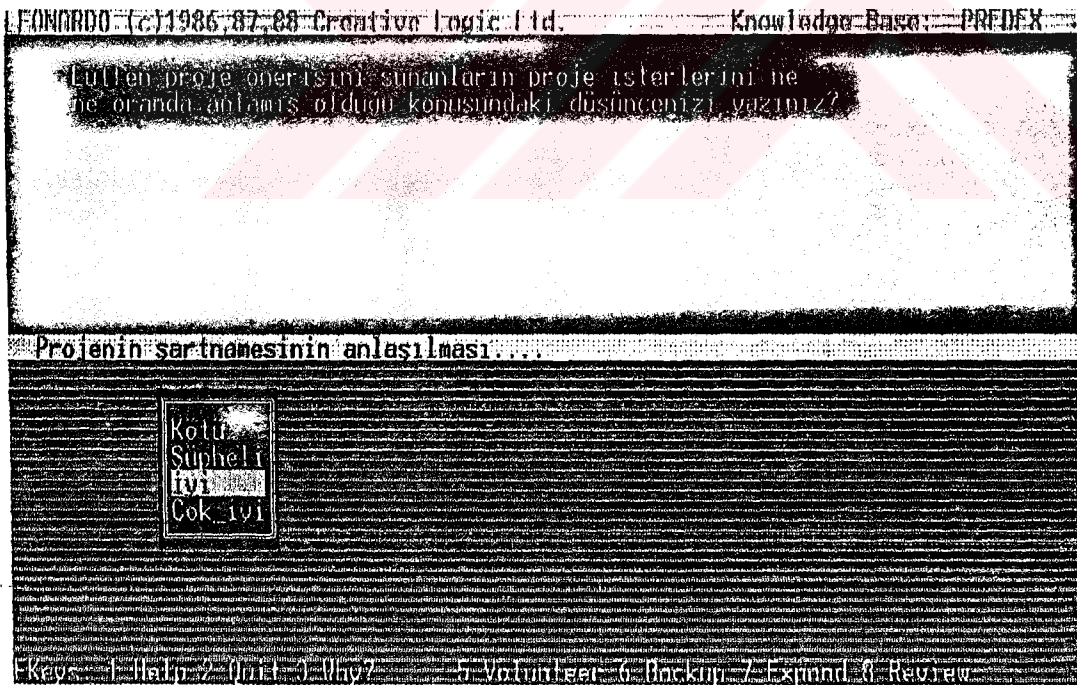
Zayıf
Şüpheli
Önerilebilir
Çok uygun

Keys: 1 Help 2 Quit 3 Why? 5 Volunteer 6 Backup 7 Expand 8 Review

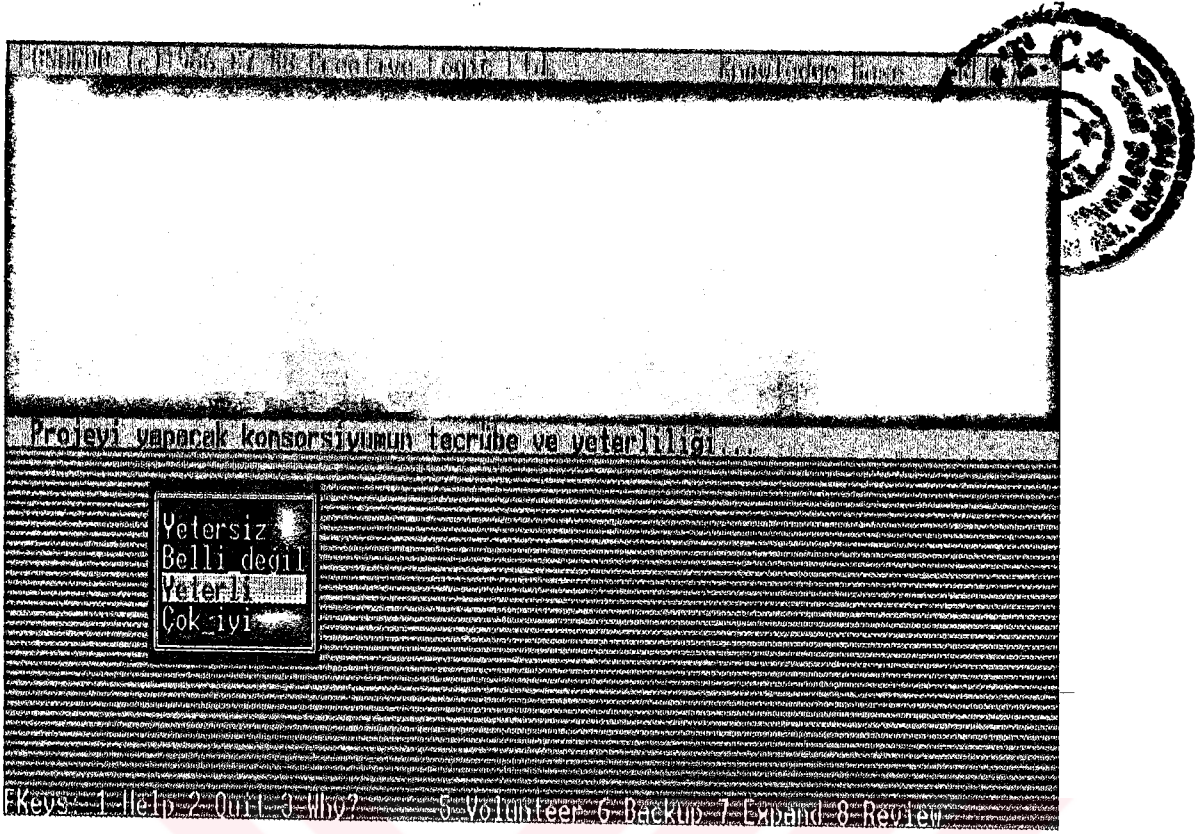
Şekil 4.6. Genel Seçilebilirlik Sorgulaması



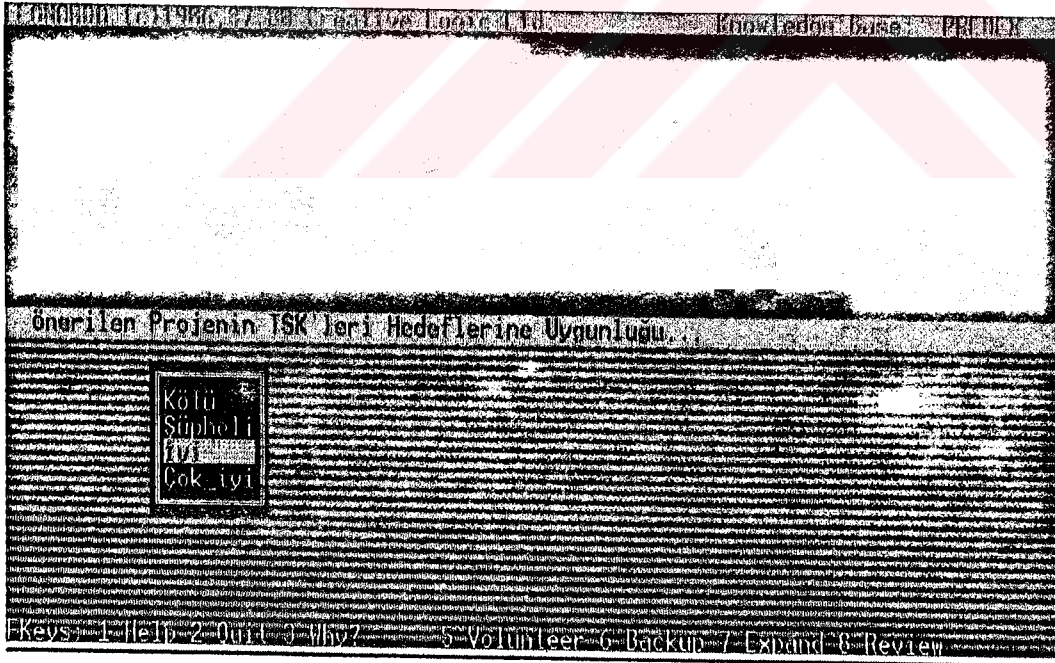
Şekil 4.7. Önceki Başarı Kayıtları Sorgulaması



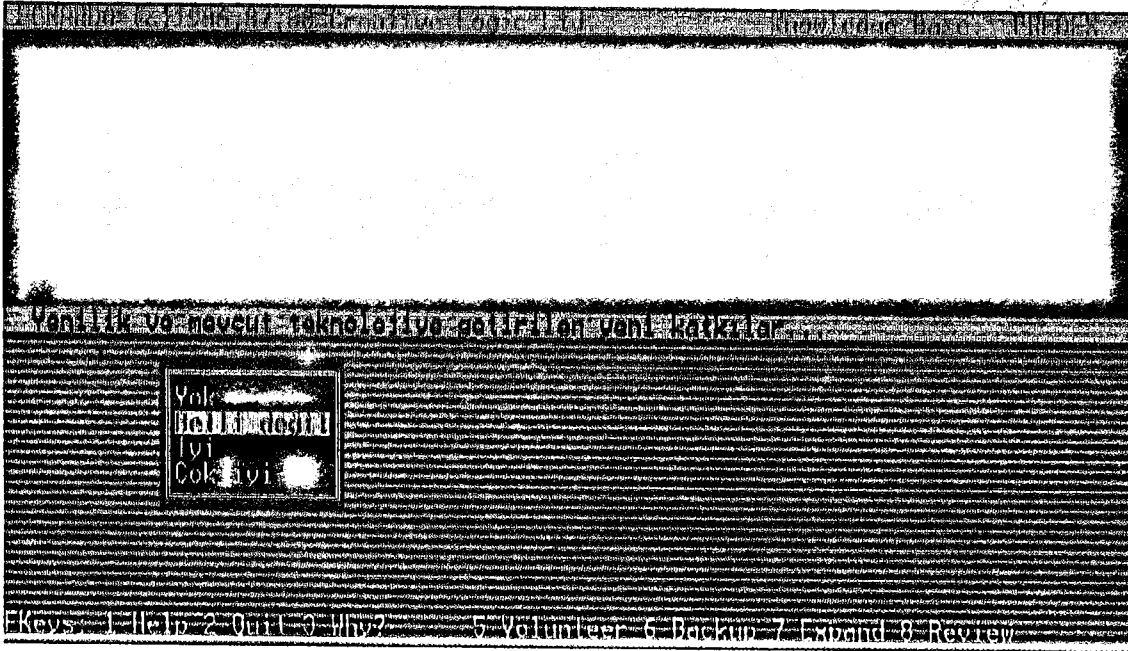
Şekil 4.8. Proje Şartnamesi Hakkında Sorgulama



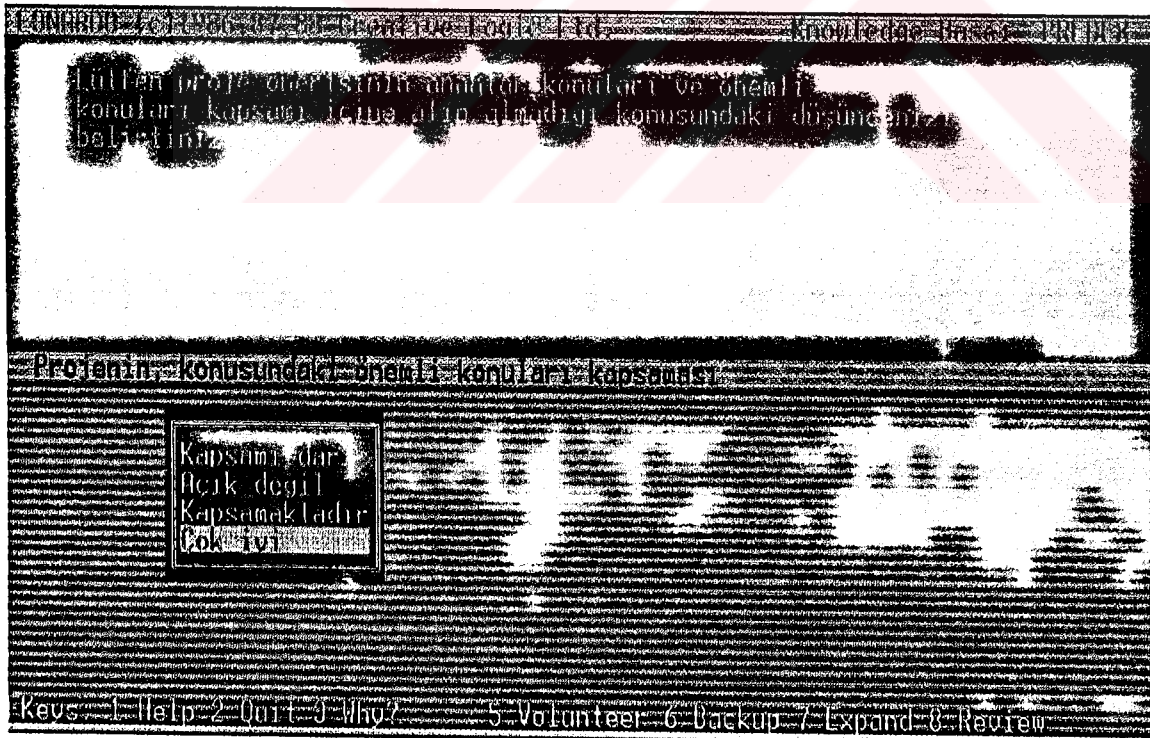
Şekil 4.9. Tecrübe ve Yeterlilik Sorgulaması



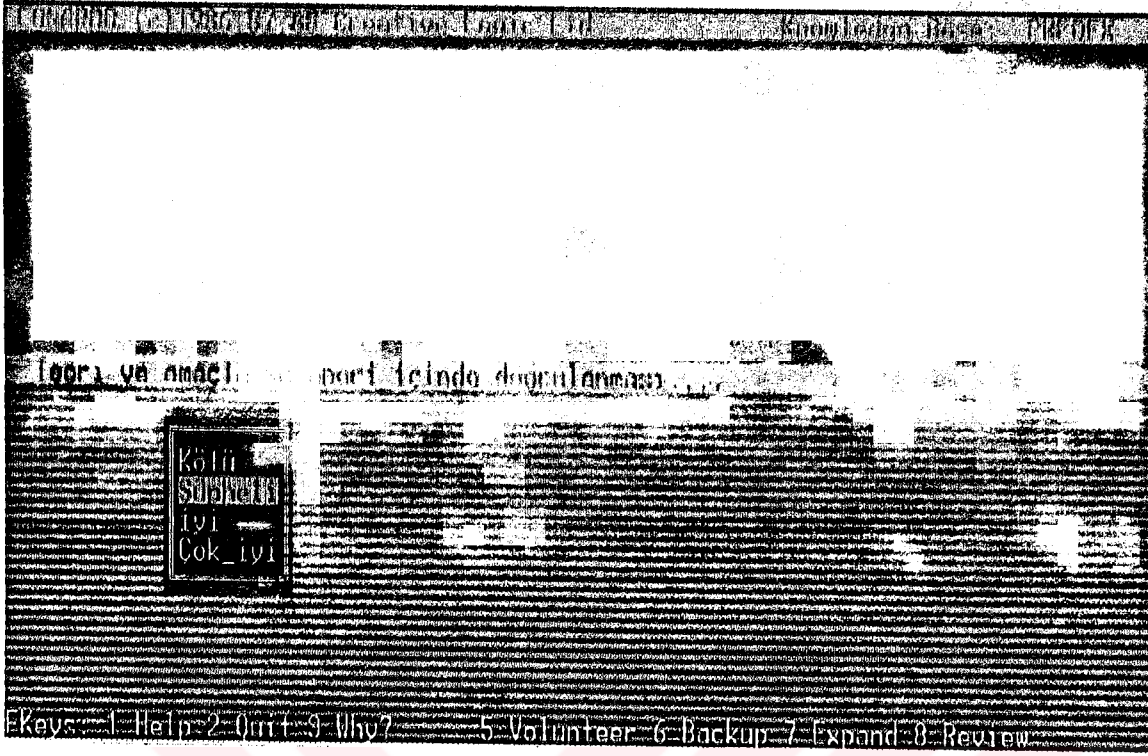
Şekil 4.10. Projenin TSK'leri Stratejik Hedeflerine Uygunluğu
Hakkındaki Sorgulama



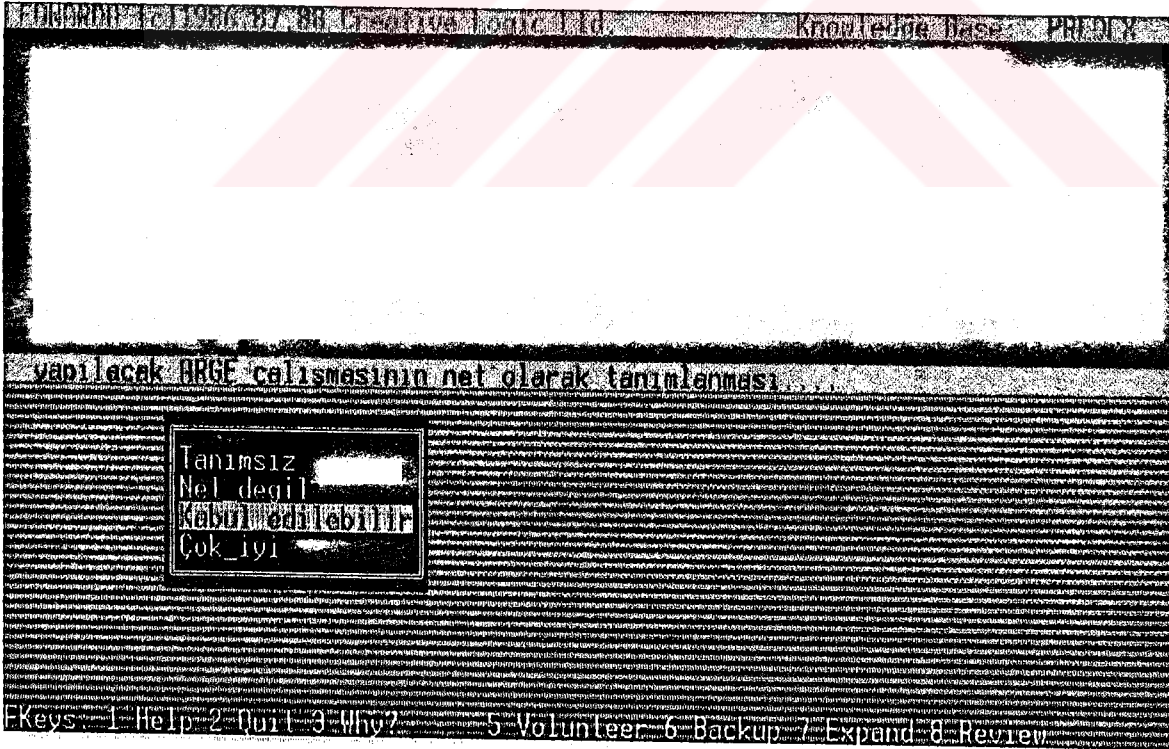
Şekil 4.11. Yenilik ve Mevcut Teknolojiye Getirilen Yeni Katkıların Sorgulanması



Şekil 4.12. Projenin, konusundaki Önemli Konuları Kapsamasının Sorgulanması



Şekil 4.13. Teori ve Amaçların Öneri İçinde Doğrulanması
Hakkındaki Sorgulama.



Şekil 4.14. Yapılacak ARGE Çalışmasının Net Olarak
Tanımlanmasına Ait Sorgulama.



Şekil 4.15. Proje İçin Gerekli Bir Ofisin Ayrılıp Ayrılmadığı
Hakkındaki Sorgulama.



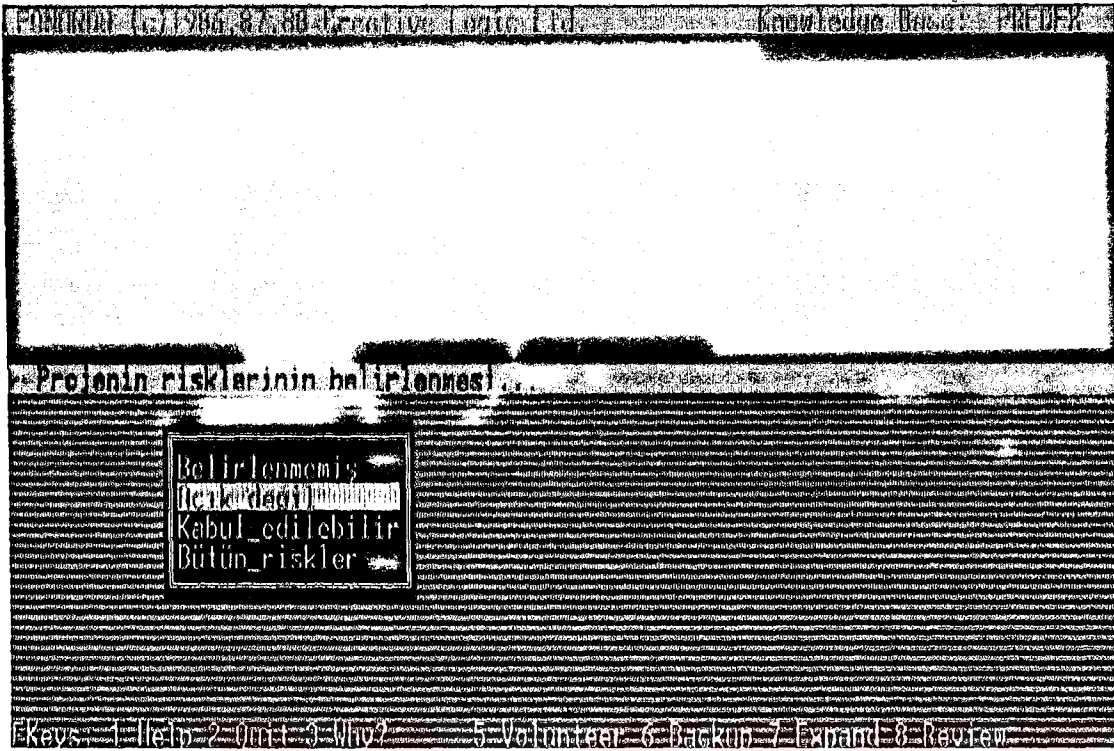
Şekil 4.16. Konsorsiyum Üyelerinin Tesis Güvenlik
Belgesi Hakkındaki Sorgulama.



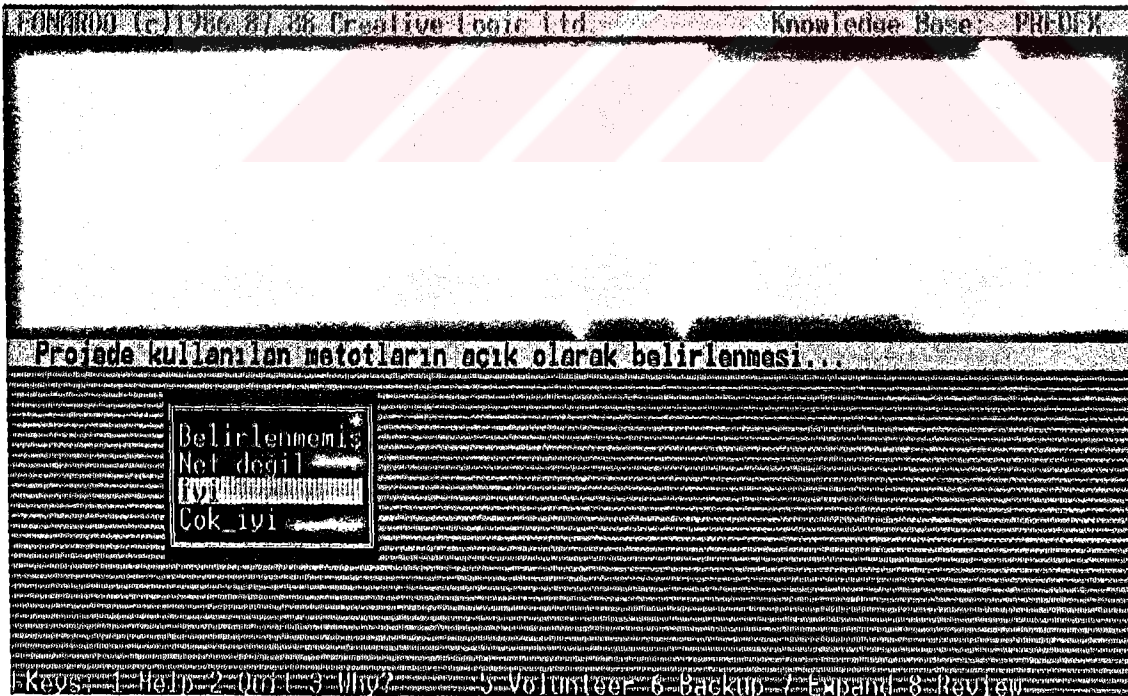
Şekil 4.17. Görev ve Terimlerin Açık Olarak Tanımlanması
Hakkındaki Sorgulama.



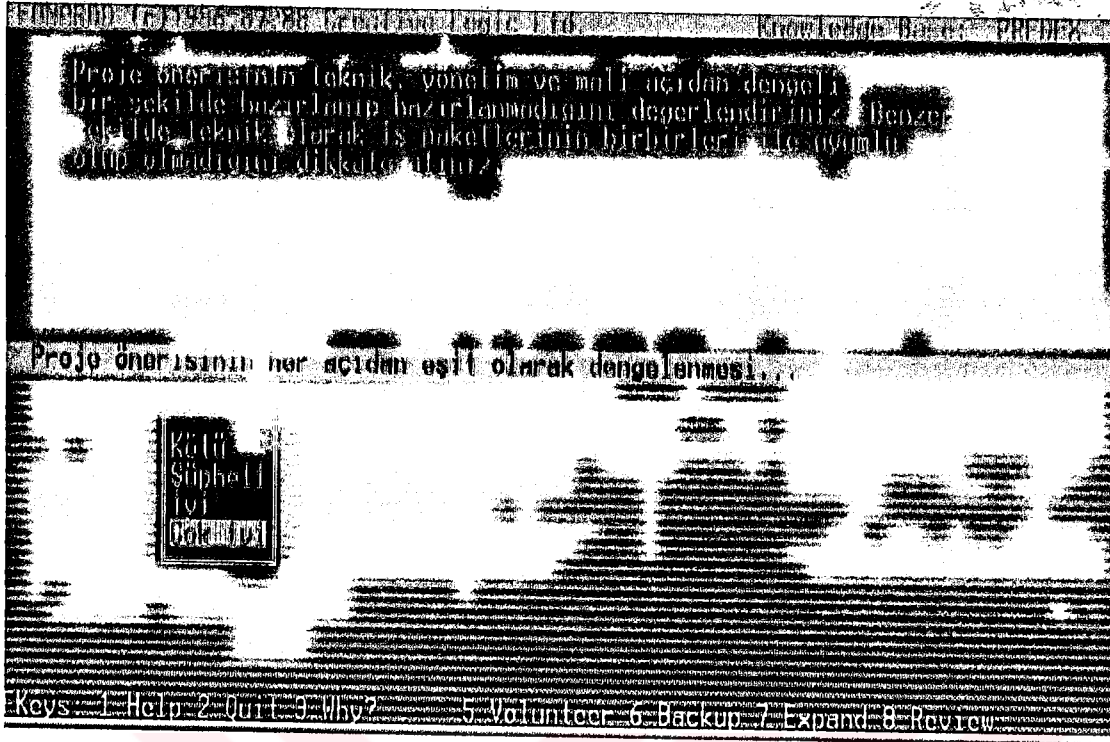
Şekil 4.18. Proje Gelişiminin İzlenme Yönteminin Sorgulanması.



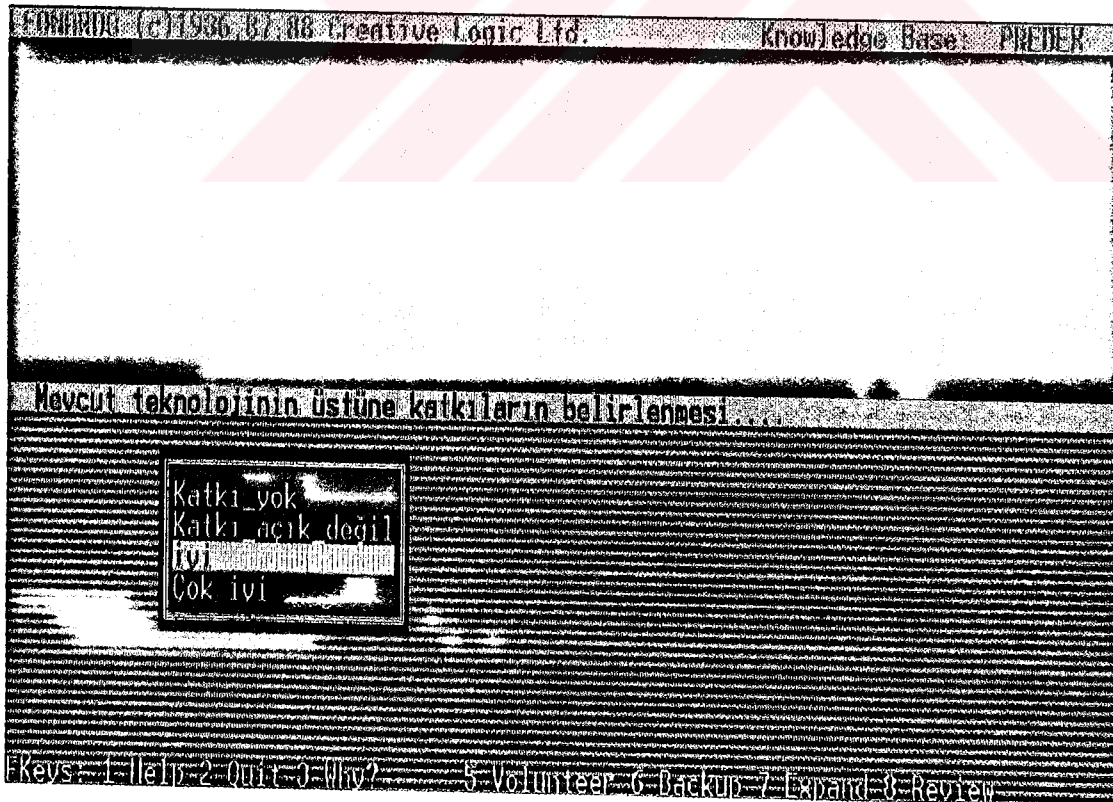
Şekil 4.19. Projedeki Risklerin Belirlenmesine Ait Sorgulama.



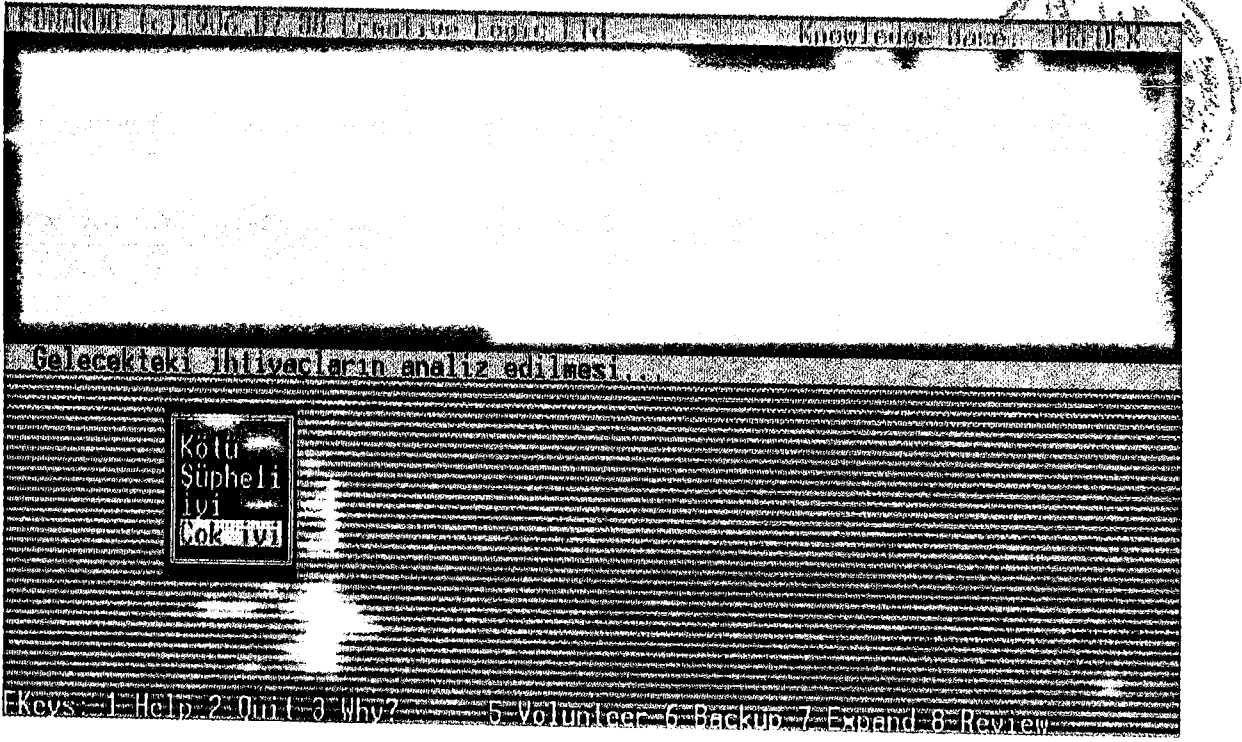
Şekil 4.20. Projede Kullanılan Metodların Belirtilmesi Hakkındaki Sorgulama.



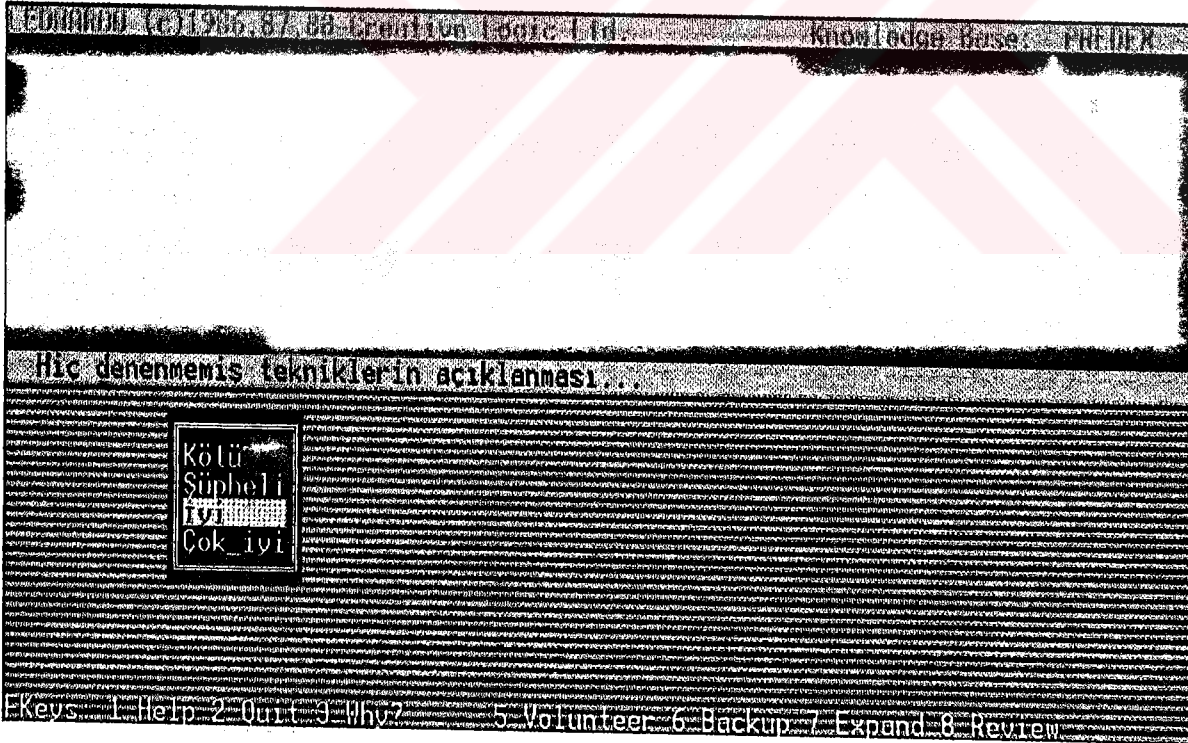
Şekil 4.21. Proje Önerisinin Her Açıdan Dengelenmesine Dair Sorgulama.



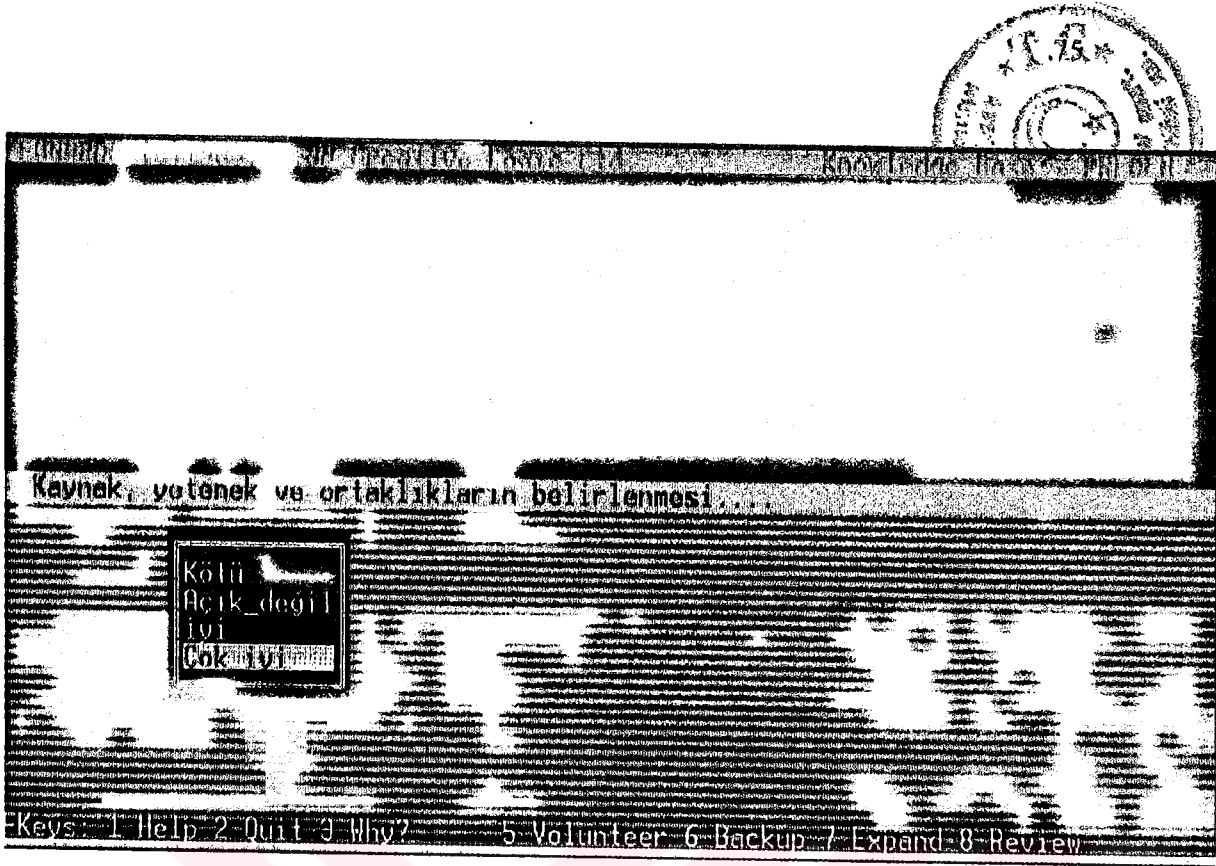
Şekil 4.22. Mevcut Teknolojinin Üstüne Katkıların Belirlenmesinin Sorgulanması



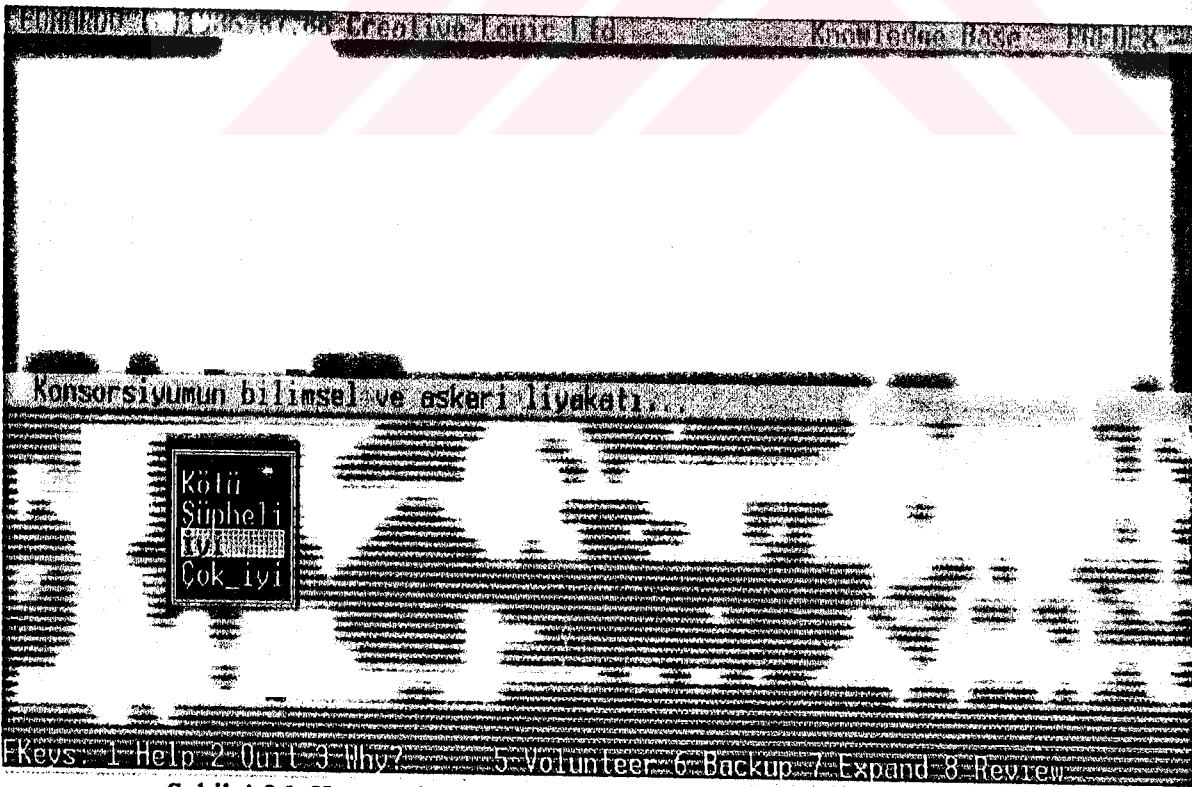
Şekil 4.23. Gelecekteki İhtiyaç Analizlerinin Sorgulanması.



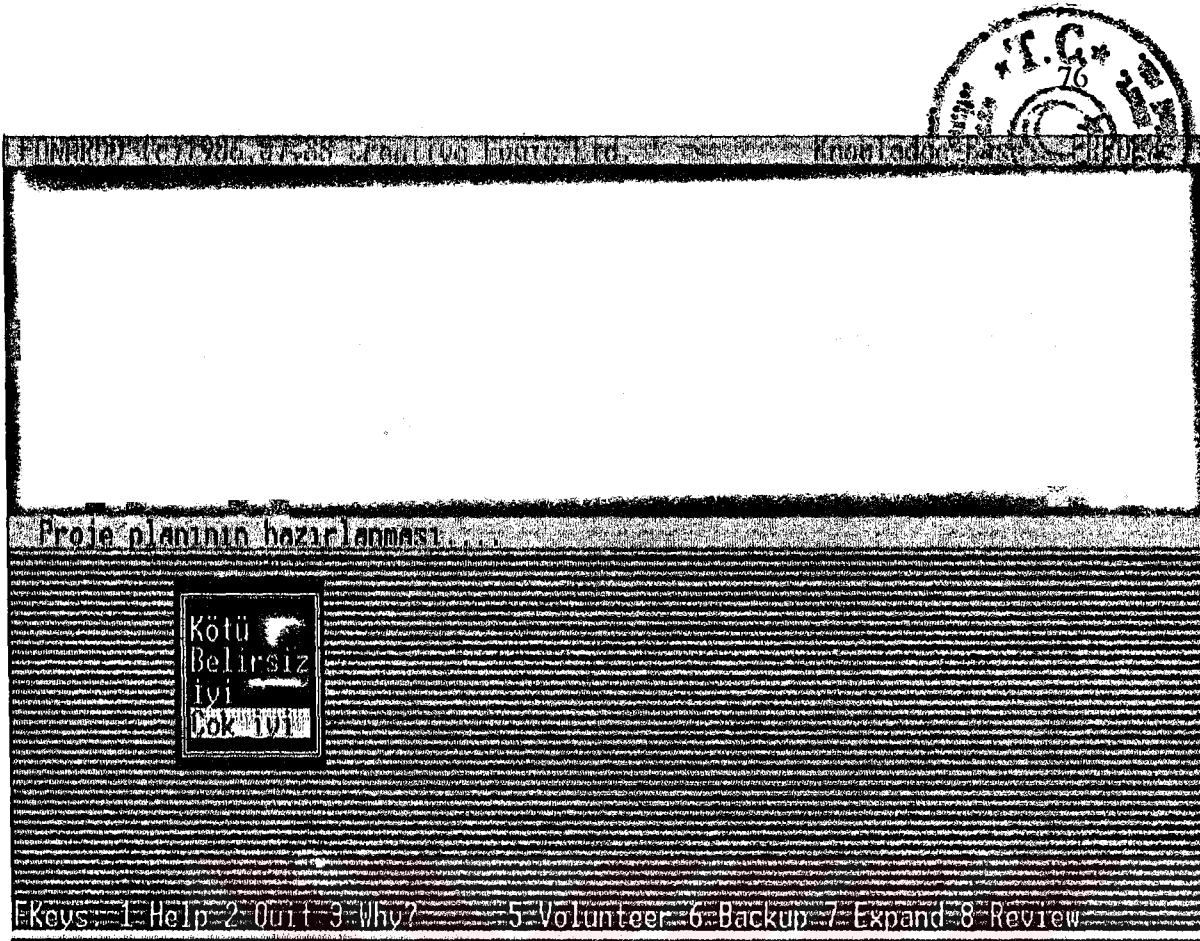
Şekil 4.24. Hiç Denenmemiş Tekniklerin Açıklanmasına Dair
Sorgulama.



Şekil 4.25. Kaynak, Yetenek ve Ortaklıkların Belirlenmişliği
Hakkındaki Sorgulama.



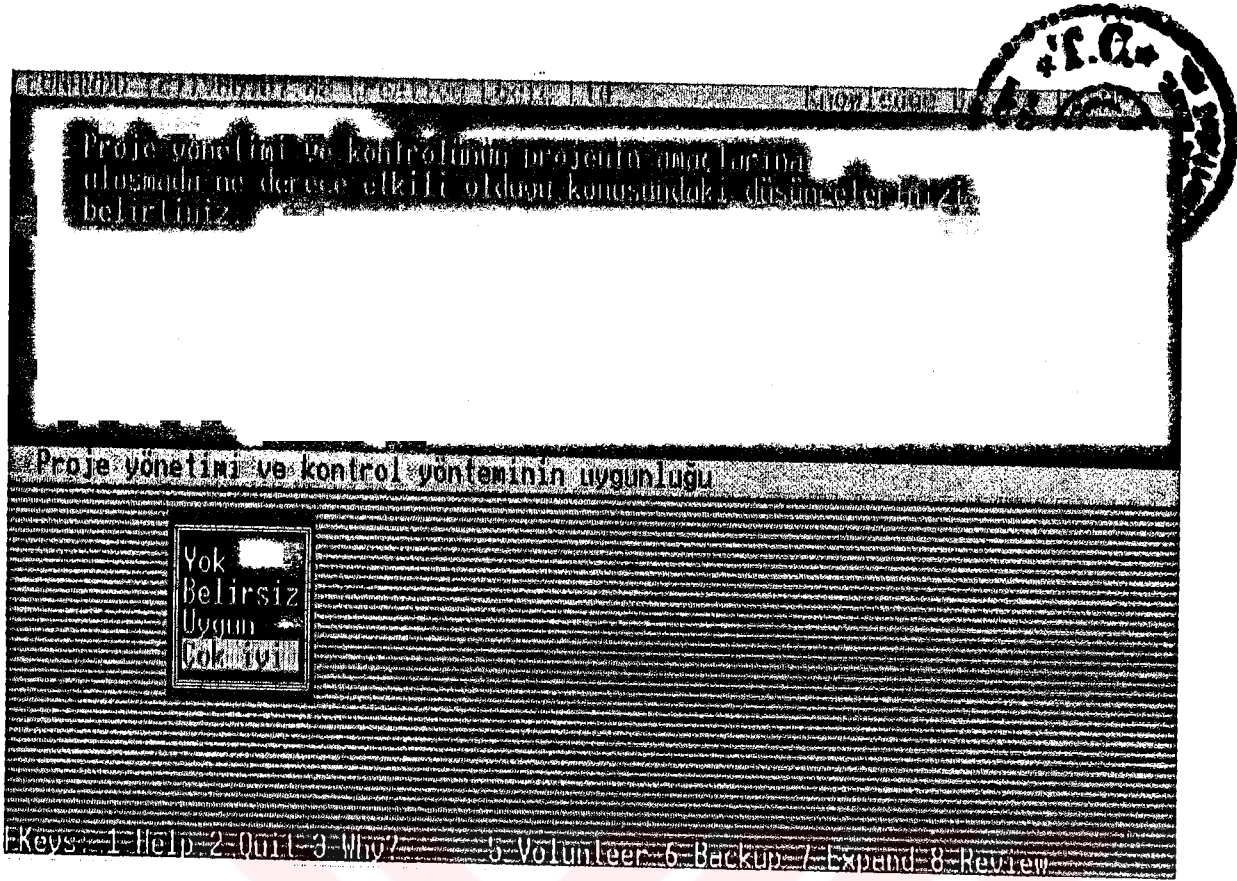
Şekil 4.26. Konsorsiyumun Bilimsel ve Askeri Liyakatına Dair
Sorgulama.



Şekil 4.27. Proje Planının Hazırlanması Hakkındaki Sorgulama.



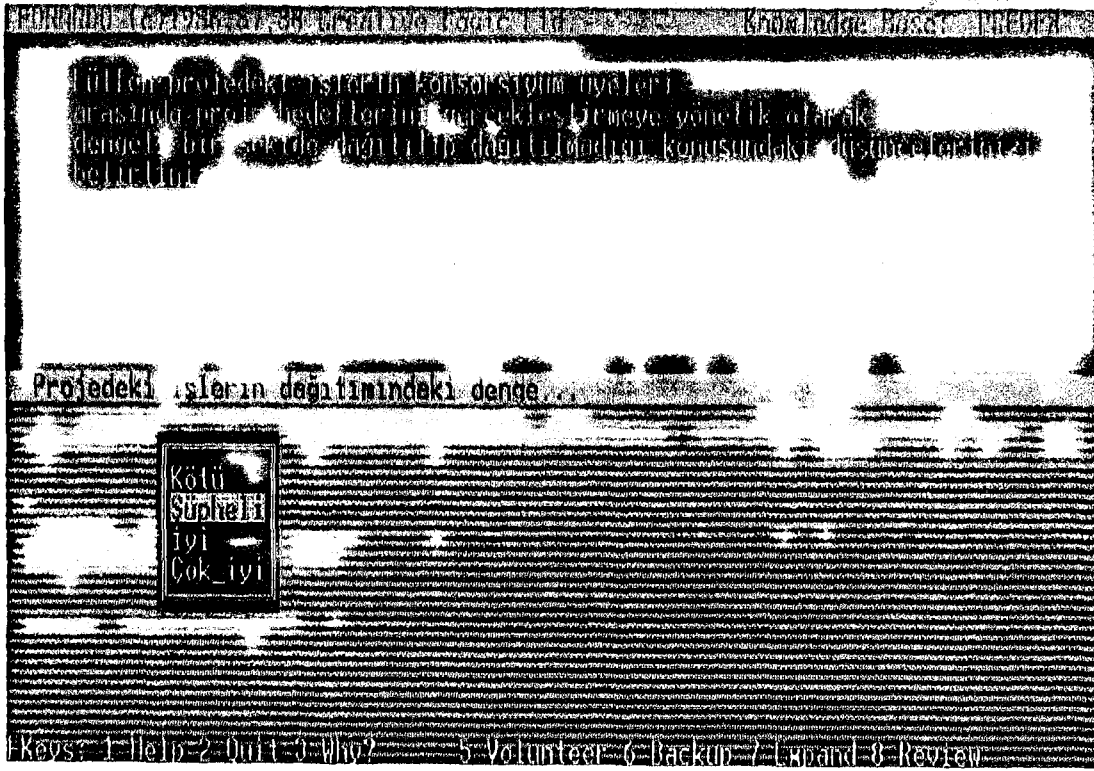
Şekil 4.28. İşlerin Dağıtımındaki Gerçekliğin Sorgulanması.



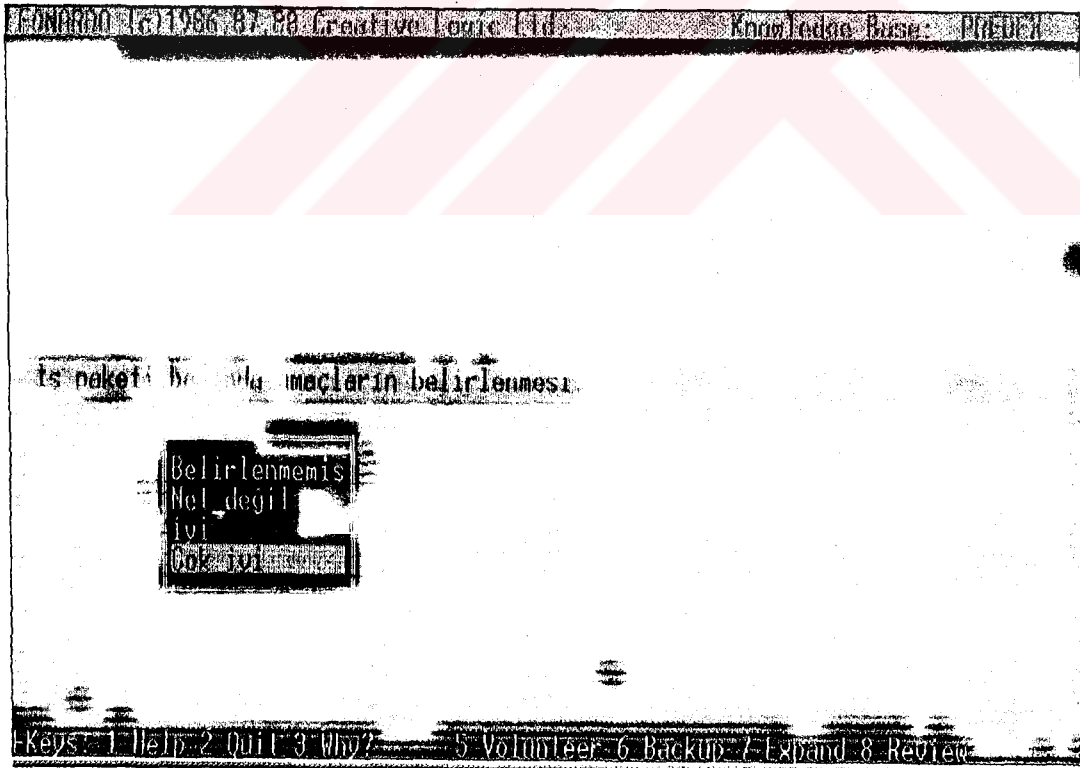
Şekil 4.29. Proje Yönetimi ve Kontrol Yönteminin Uygunluğu
Hakkındaki Sorgulama.



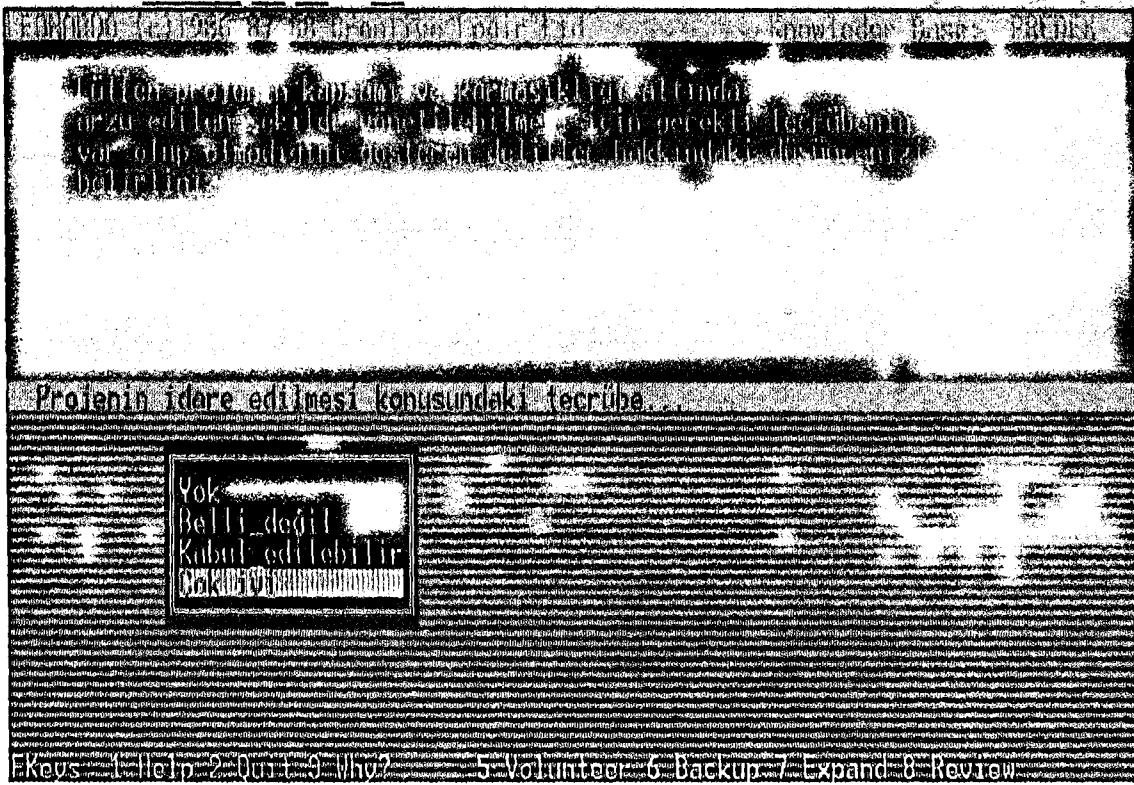
Şekil 4.30. Proje Yönetimine Verilen Önemin Sorgulanması.



Şekil 4.31. Projedeki İşlerin Dağıtımındaki Dengenin Sorgulanması.



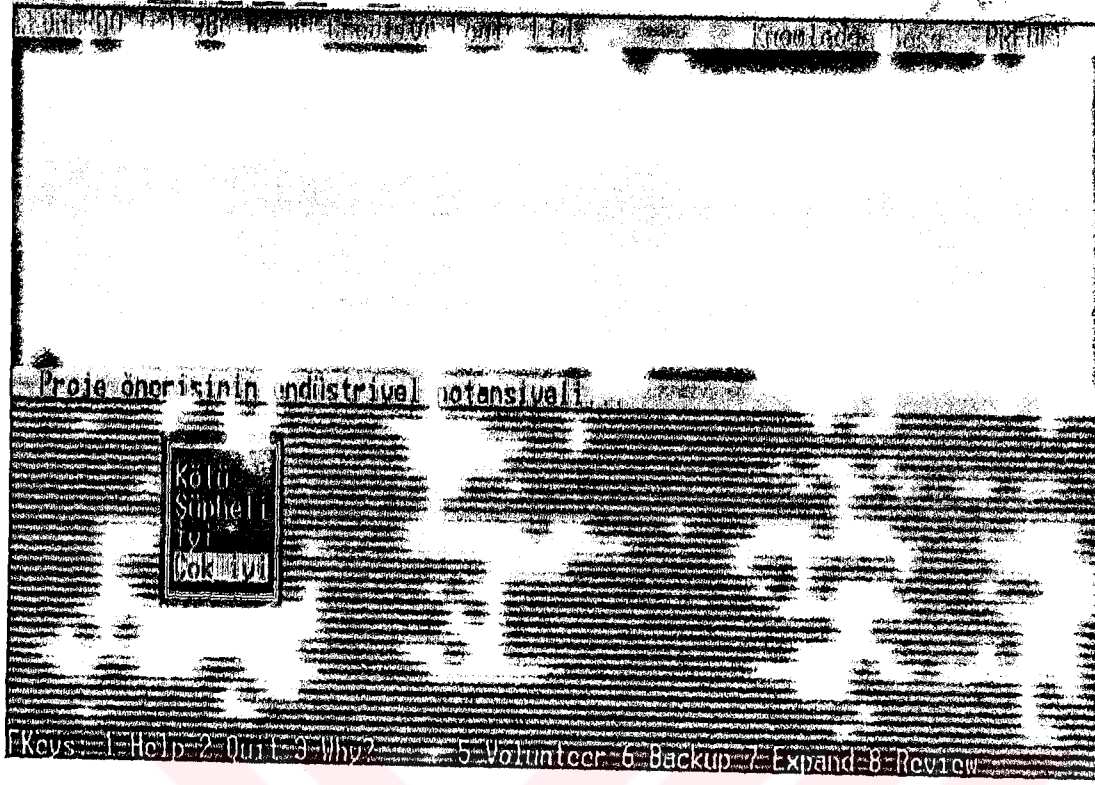
Şekil 4.32. İş Paketi Bazında Amaçların Belirlenmesinin Sorgulanması



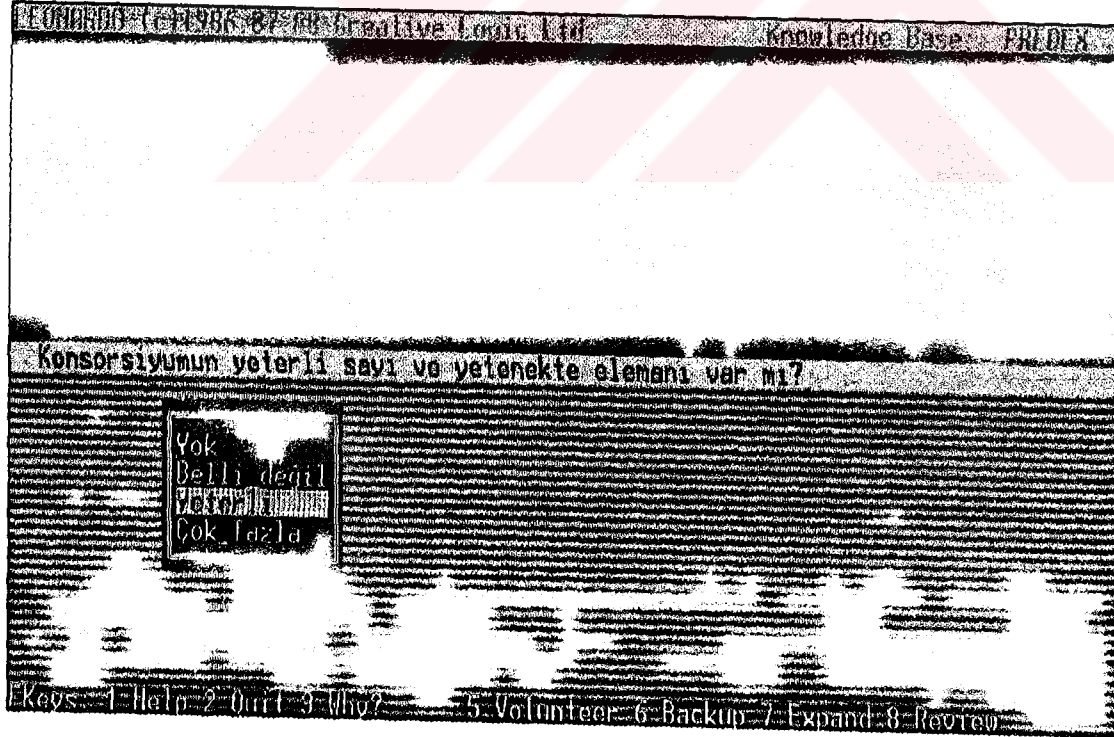
Şekil 4.33. Projenin İdamesi Konusundaki Tecrübenin Sorgulanması.



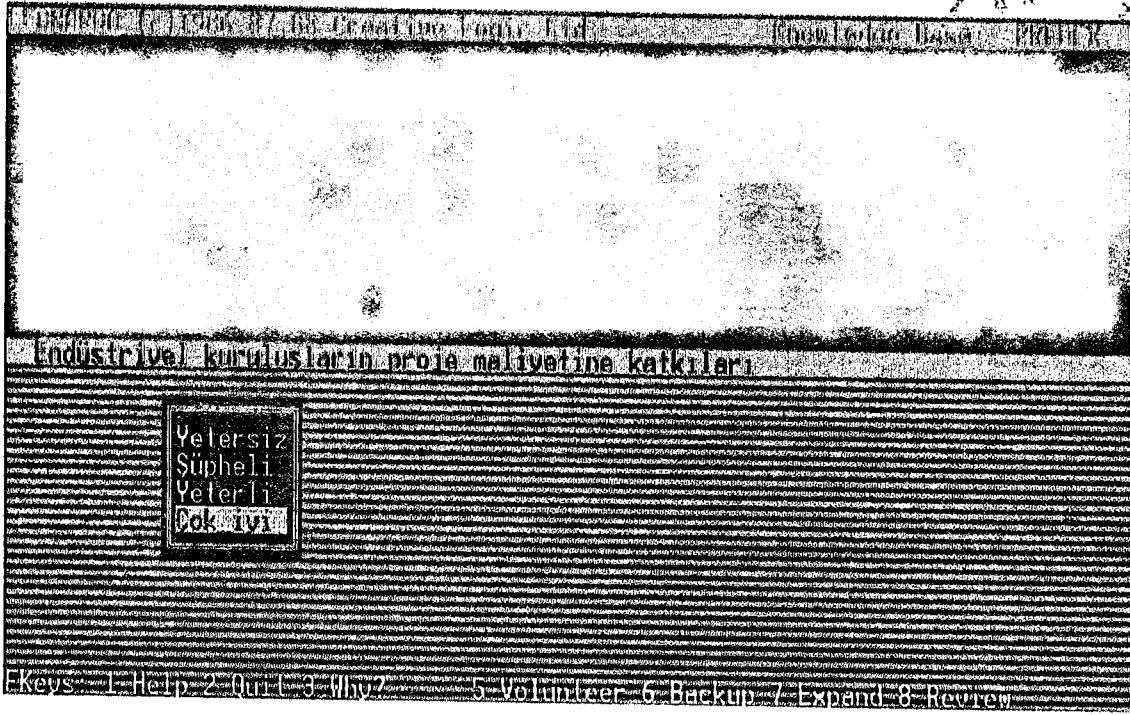
Şekil 4.34. Projenin AQAP Kalite Kurallarına Uygunluğunun Sorgulanması



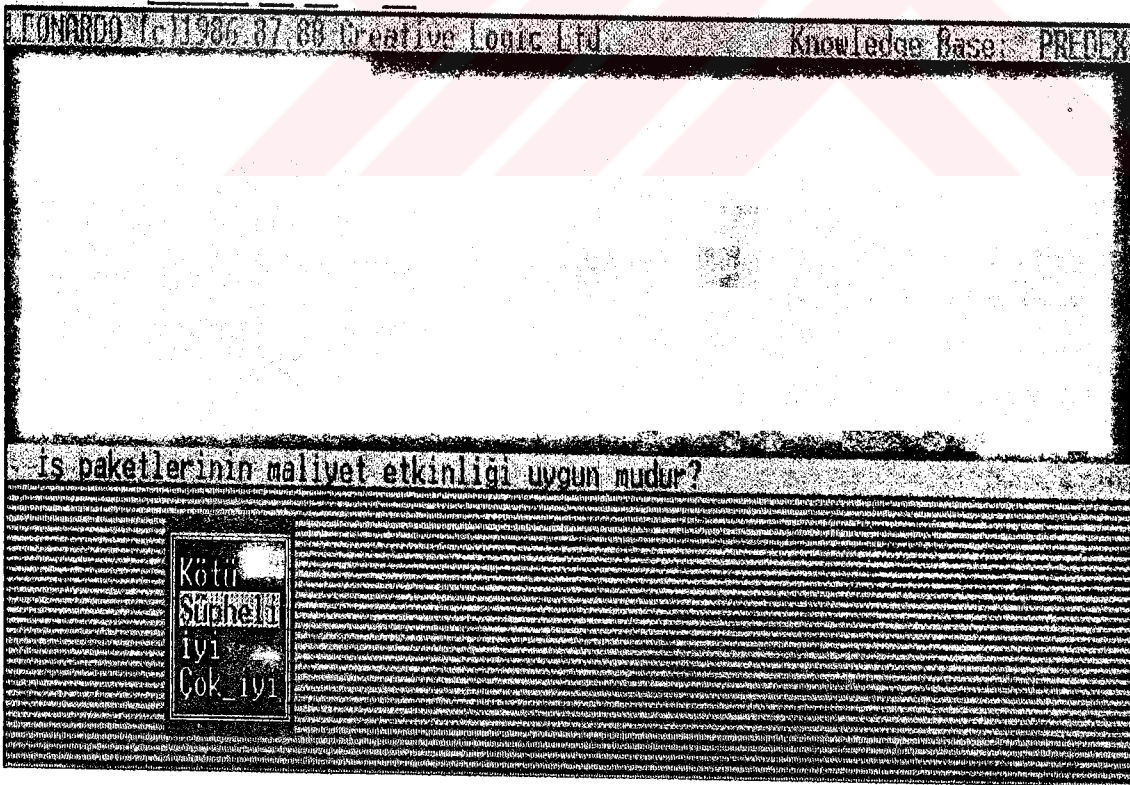
Şekil 4.35. Proje Önerisinin Endüstriyel Potansiyelinin Sorgulanması.



Şekil 4.36. Konsorsiyumun Yeterli Sayı ve Yetenekte Elemanı Olup Olmadığının Sorgulanması.



Şekil 4.37. Endüstriyel Kuruluşların Proje Maliyetine Yapacakları
Katkının Sorgulanması.



Şekil 4.38. Her İş Paketi Sonunda Yapılan Ödemeye Değer Sonuç
Üretilip Üretilmeyeceğinin Sorgulanması.

PROJE ÖNERİSİNİN GENEL OLARAK ÖDENEN PARAYA DEĞMESİ...

Kötü Şüpheli İyi Çok iyi

Keys: 1-Help 2-Unit 3-Why? 5-Volunteer 6-Backup 7-Expand 8-Review

Şekil 4.39. Proje Önerisinin Maliyet Etkinliğinin Sorgulanması.

Knowledge Base: PROJE

Lütfen konsorsiyum üyelerinin aldıkları iş karşılığında aldıkları para ödedikleri para paylaşımı hakkındaki düşüncenizi yazınız.

Konsorsiyumun iş paylaşımı ile maliyet paylaşımı...

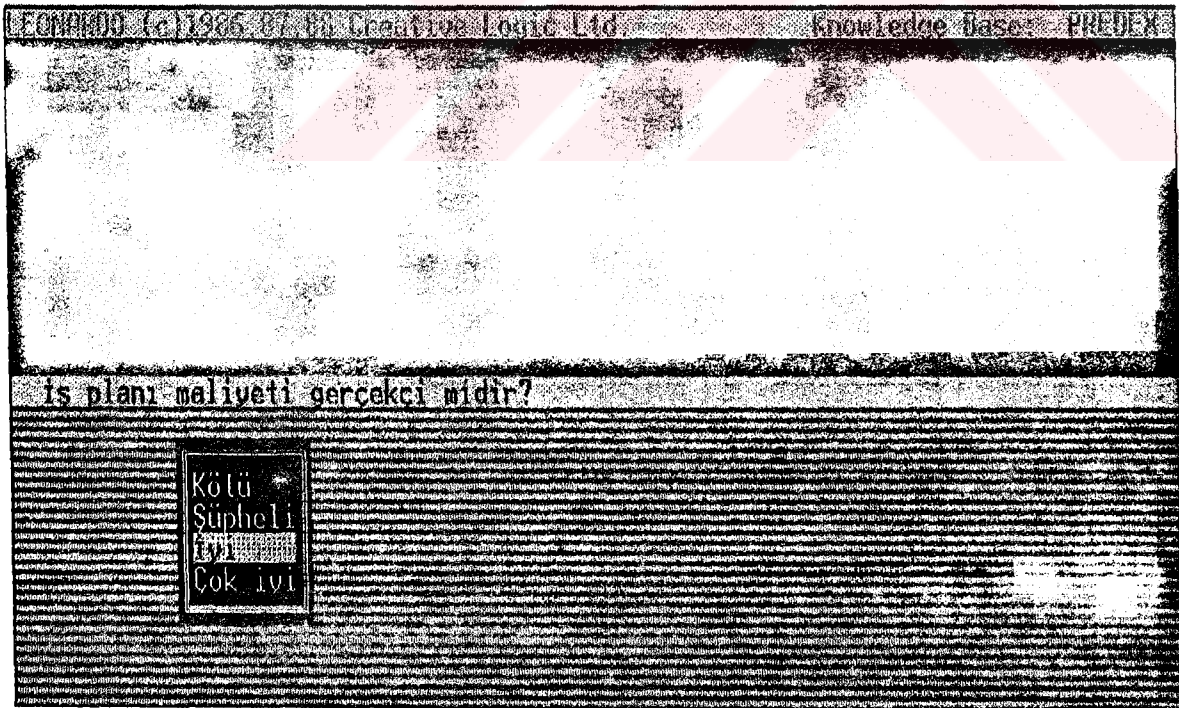
Kötü Nel değil İyi Çok iyi

Keys: 1-Help 2-Unit 3-Why? 5-Volunteer 6-Backup 7-Expand 8-Review

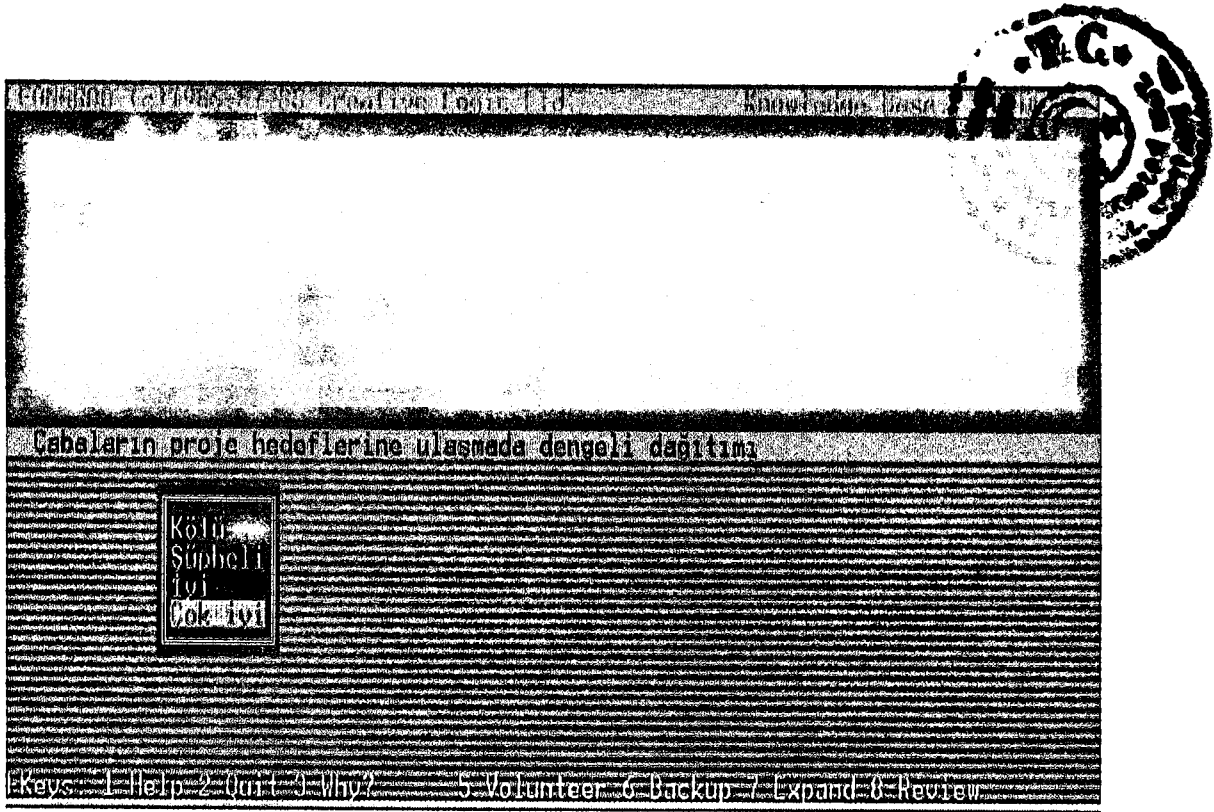
Şekil 4.40. Eşit Maliyette Eşit İş Paylaşımı Varlığının Sorgulanması



Şekil 4.41. Her İş Paketi İçin Endüstrinin Mali Katkısının Sorgulanması.



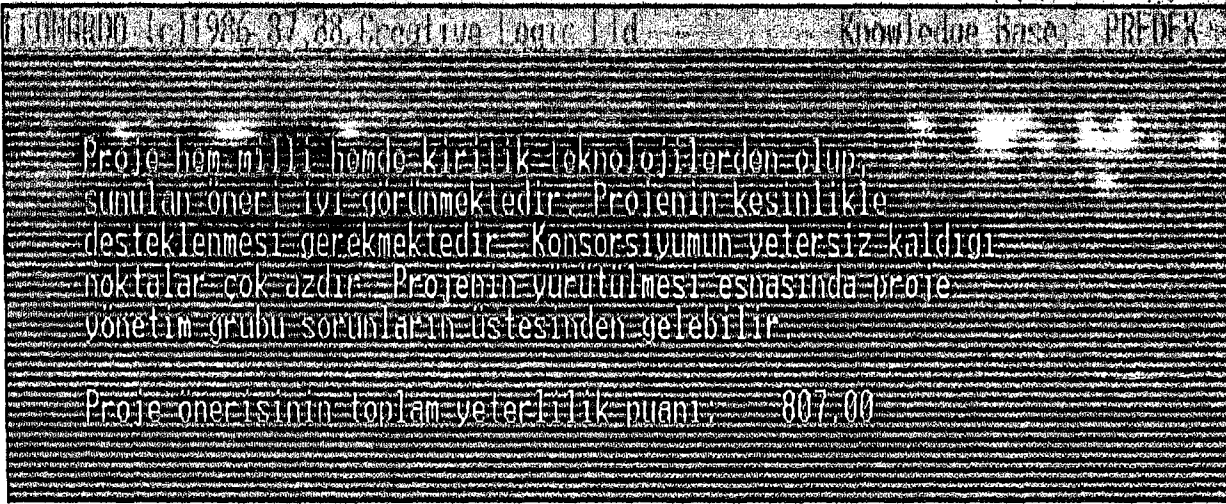
Şekil 4.42. İş Planı Maliyetinin Gerçekliğinin Sorgulanması.



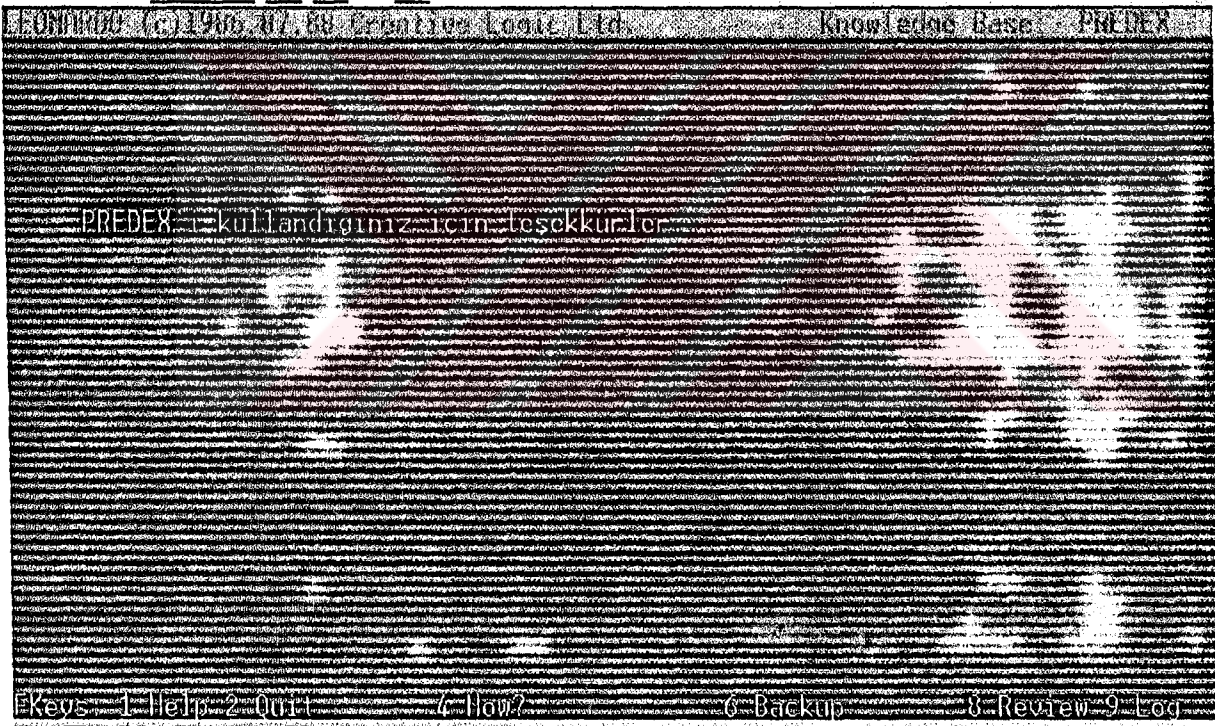
Şekil 4.43. Çabaların Proje Hedeflerine Ulaşmada Dengeli Dağıtımının Sorgulanması.



Şekil 4.44. Proje İçin Mali Kaynak Sorgulaması.



Şekil 4.45. PREDEX'ten Karar Cümlesi.



Şekil 4.46. PREDEX Kullanım Sonunda Teşekkür Ediyor.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sivil ve askerî alanlarda katılım sağlanacak projelerin değerlendirilmesi uzmanlık bilgisi, tecrübe ve yeteneği gerektirdiğinden dolayı oldukça önemlidir. Projelerin ülkeler için hayati önem arzemesi, başarıyla bitirilmelerini zorunlu kılmaktadır. Ülkelerin birbirleriyle bu konuda yarış halinde olması, rekabetin çok yüksek olması, hedeflenen teknoloji için doğru projenin doğru zamanda ve doğru kuruluşlarca yapılmasının sağlanmasını gerektirmektedir. Değerlendirme yöntemi basit görülmekle beraber oldukça karmaşık bir süreci gerektirmektedir. Problemin çok boyutunun olması, çok sayıda faktörün dikkate alınması; teknik, mali ve yönetim açısından yapılacak AR-GE çalışmalarının değerlendirilmesi, gelen proje önerilerinin desteklenip desteklenmeyeceği konusunda karar vermeyi güçleştirmekte ve karar vericileri zor durumda bırakmakta ve böyle bir durumda da karar verme sürecinin sonuçlanması uzun zaman almaktadır. Problemi çözmek için bir matematik formülün olmaması işleri daha da zorlaştırmakta ve karar vericinin subjektif davranmasına neden olmaktadır. Karar vericiler tarafından, değerlendirmeye konu proje için yapılan sorgulamada, konuların karmaşıklığından dolayı faktörlerin tamamı gözönüne alınamamaktadırlar.

Yukarıda anlatılan zorluğu aşabilmek için bir proje değerlendirme rehberine ihtiyaç vardır. Bu tezde geliştirilen Yapay Zekâ Uygulamalı Proje Değerlendirme Sistemi, kısa adıyla PREDEX uzman sisteminin temel amacı da bu rehberliğin sağlanmasıdır. PREDEX, proje değerlendirme konusunda uzman karar vericilerin sahip olması gereken değerlendirme kriter bilgilerini aynı şekilde kullanıcıya sunmakta ve bir projenin değerlendirilmesi için gerekli yönlendirmeleri yapmaktadır. Burada proje önerisi önce kişiden gelmektedir.

Bu konudaki bir uygulama örneği olarak; MSB ARGE ve Teknoloji Dairesi Başkanlığında yürütülmekte olan RTP 11.13 “Avrupa Potansiyel Benzetim Ağı” projesi, PREDEX programında değerlendirilmiştir. Söz konusu projeye ilişkin değerlendirme sonuçları Bölüm 4’te sunulmuştur. Bu değerlendirmeler, MSB ARGE ve Teknoloji Dairesi Başkanlığı uzmanları tarafından da oldukça başarılı bulunmuştur.

PREDEX'in başarılı bir sonuç üretmesine rağmen geliştirilmesine ve mevcut bilgi düzeyinin artırılması ihtiyaç vardır. Bu kapsamda şunlar önerilebilir:

- PREDEX tek bir kullanıcı için geliştirilmiştir. Fakat projelerin kabulünde birden fazla kişi veya kuruluşun farklı açılardan değerlendirmelere yapması söz konusudur. Bazı durumlarda karar vericiler farklı birimlerde farklı ortamlarda hata farklı ülkelerde olabilecektir. Bu kapsamda, PREDEX'in çok kullanıcı bir versiyonunun, bulanık mantık tekniği ile desteklenerek geliştirmesi gerekmektedir.
- PREDEX'in internet üzerinden veya intranet üzerinden çalışılabilir hale getirilmesi farklı coğrafi bölgelerde bulunan karar vericilerin ortak değerlendirme yapabilmelerine imkan verecektir.
- PREDEX, Milli ve Kritik sistem ve teknolojilerin neler olduğu konusunda bir veri tabanına sahip değildir. Böyle bir veri tabanı ile ilişkilendirildiğinde ise, önerilen sistem veya teknolojinin milli veya kritik olup olmadığına da otomatik olarak karar vermesi sağlanabilecektir.
- TSK'nin ihtiyaçları, TSKNET (TSK Intraneti) üzerinden değişik zamanlarda bir veri tabanında toplandığında da PREDEX, ilgili veri tabanını kullanarak TSK'nin ihtiyaçlarına yönelik olarak yeni bir proje ihtiyacının söz konusu olup olmadığını otomatik olarak kontrol edebilecektir. Burada ise proje önerisi önce PREDEX'ten gelecektir.

KAYNAKLAR



1. Barr A. ve Feigenbaum E.A., The Handbook of Artificial Intelligence, Vol.1, Morgan Kaufmann, Los Altos, CA, 1981 ss.3.
2. Benzer R., Yapay Zeka ve Askeri Uygulamaları, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 1998, yayınlanmamış tez, ss. 14-22, 35-49.
3. Dönmez K., 1997, "Yapay Sinir Ağları", MSB.lığı Araştırma Teknoloji ve Faaliyetler Bülteni, ss. 42-45.
4. Etaner Şima, Ekim 1994, "Genetik Algoritmalar isimli makale".
5. Etzione O. and Weld., 1994, "A sofbot-based interface to the internet", Communication of the ACM, 37 (7), ss. 72-76.
6. Feingenbaum E., Buchanan B., Lederbeg J., 1971, "On generality and problem solving: A case study using DENDRAL program", In Machine Intellingence 6, eds. Meltzer B., and Michie D., Edinburg University Press, ss.165-190.
7. Iwasaki Y. and Low C.M., 1993, Guha and Lanet, 1990 "Model generation and simulation of device behaviour with continues and discrete change", Intelligent Systems Engineering, 1(2), ss. 115-145.
8. Kocabaş Ş., 1991, "Review of Learning", Knowledge Engineering review, 6 (2).
9. Kocabaş Ş., Öztemel E., Uludağ M., Koç N., 1995, "Automated agents that learn and explain their own actions: A progress report", Proceedings of the 5th Conference on Computer Generated Forces and Behavioural Representation, May, Orlando, Florida, ss.63-75.
10. Lin F.C. and Lin M., 1993, "Analysis of financial data using neural nets", AI Experts, ss. 37-41.
11. Öztemel E. ve Hoccoğlu M.F., 1995, "Benzetim çalışmalarında yapay zeka teknikleri", 10. Yöneylem Araştırması/Endüstri Mühendisliği Sempozyumu", 10-11 Temmuz, ODTÜ, Ankara.
12. Öztemel E., 1995, "Endüstri Mühendisliğinde Yapay Zeka Uygulamaları ve Grup Teknolojisinde Bir Örnek", 2. Endüstriyel Otomasyon'95 Sempozyumu, Mart, İstanbul, ss. 87-97.
13. Öztemel E., 1998, "Dünyada ve Türkiye'de Yapay Zeka", makale, İstanbul, ss.1-7.



14. Öztemel E., Kocabaş Ş., 1995, "Artificial Intelligence in Military Simulations", 1st International Aerospace and Advanced Technology Symposium, March, Istanbul.
15. Price C.J., 1990, Knowledge Engineering Toolkits, Ellis Horwood, Chichester.
16. Rich E., Artificial Intelligent, McGraw Hill, Singapore, 1981, ss.1.
17. Sharma G., Asthana R.G.S., Goel S., 1994, "A Knowledge Based Simulation Approach (K-SIM) for Training Operation and Planning", simulation, ss.381-391.
18. Tambe M., Jhonson W.L., Jones R.M., Koss F., Laird J.E., Rosenbloom P.S., Schwamb K., 1995, "Intelligent Agents for Interactive Simulation Environments", AI Magazine, ss.15-39.
19. Turing A.M., 1950, "Computing Machinery and Intelligence", Mind, 59 (236), ss.433-460.
20. Winston P.M., Artificial Intelligence, 2nd edition, Addison Wesley, Reading, 1984, ss.1.

ÖZGEÇMİŞ



1962 yılında Tekirdağ'da doğdu. 1980 yılında askerî öğrenci olarak girdiği İTÜ Elektrik ve Elektronik Fakültesi'nden 1984 yılında mezun oldu. Bnb.KIRAN, 1995 yılında atandığı MSB ARGE ve Teknoloji Dairesi Başkanlığında halen Hava ve Uzay Sistemleri Şube Müdürlüğünde Proje Subayı olarak görev yapmaktadır. Batı Avrupa Silahlanma Grubu (WEAG) bünyesindeki "Simülasyon ve Modelleme Teknolojileri" konulu CEPA 11 teknolojik alanında ve "Elektrik Mühendisliği" konulu CEPA 16 teknolojik alanında çeşitli projeleri yürütmektedir. 1 nci HİBM.K.lığında görev yaparken fikrini ortaya attığı ve başarıyla tamamlanan Test Uçuşu Ölçümlendirmesi Kabiliyetinin Kazanılması ve Uçuş Test Merkezinin Kurulması Projesinin koordinatörlüğünü de yapmıştır. Ocak 1996'da Hv.K.K. tarafından Fikri Gayret Ödülü ve MSB.lığı tarafından da 1997 yılında İdari ve Lojistik Hizmet Şerit Rozeti ile taltif edilen Bnb.KIRAN, evli ve iki çocuk babası olup, İngilizce ve İspanyolca bilmektedir.