

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**UÇAK ARIZA TESPİT AMAÇLI WEB TABANLI
BULANIK UZMAN SİSTEM TASARIMI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Utku ATAÇ**

Anabilim Dalı : Uçak ve Uzay Mühendisliği

Programı : Yüksek Lisans

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Halit TÜRKMEN

OCAK 2010

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**UÇAK ARIZA TESPİT AMAÇLI WEB TABANLI
BULANIK UZMAN SİSTEM TASARIMI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Utku ATAÇ
511031044**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 25 Aralık 2009
Tezin Savunulduğu Tarih : 29 Ocak 2010**

**Tez Danışmanı : Doç. Dr. Halit TÜRKMEN (İTÜ)
Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. İbrahim ÖZKOL (İTÜ)
Yrd. Doç. Dr. Turgay BİLGİN (Maltepe Üniversitesi)**

OCAK 2010

Bitirme Projesinin hazırlanmasında bana her türlü kolaylığı sağlayan ve fikirlerini sunarak çalışmalarımda bana yol gösteren değerli hocam Sn. Doç. Dr. Halit TÜRKMEN'e, teknik bilgi ve dokümanlar için ACT Havayollari. A.Ş.'ne ,Teknik Müdür Sn. Fatih BAYRAM'a, Mühendislik Müdürümüz Sn. Öncer TATCI'ya, Teknik Kalite Müdürü Sn. Ahsen SEÇKİNER'e, Kalite Müdürü Sn. Abdullah ÇİTÇİ'ye projemin yazılmasında yardımcı olan arkadaşlarım Sn. Yalçın ŞENLİOL'a, Sn. Fethi ŞEN'e, Sn. Volkan AKINCI'ya, Sn. Yıldırım KOÇDAĞ'a ve Aileme teşekkürü borç bilirim.

ÖNSÖZ

Bu çalışmanın asıl amacı web tabanlı bulanık mantık ile optimallaştırılmış uzman sistem tasarımını yaparken mevcut uzman sistemler ile neler yapılabildiğini anlatmakla beraber önerilen sistemin üstünlüklerini ortaya çıkarmak ve uygulama ile önerilen sistemi doğrulamaktır. Bilindiği gibi Uzman Sistemler, belirli bir alanda sadece o alan ile ilgili bilgilerle donatılmış ve problemlere o alanda uzmanlaşmış insanların getirdiği şekilde çözümler getirebilen veya dökümante edilmiş çözümlerin yer aldığı bilgisayar programları olarak tarif edilmektedir. Özellikle soru cevap şeklinde semantik olarak ilerleyen çözümler için Uzman sistemler büyük avantajlar sağlamaktadır.

Uzman sistemlerin en önemli konularından biri sistemin bakımının yapılabilirliği ve sistemin yaşatılmasıdır. Bu anlamda bilgi kazanımı, bilgi tabanı önem arz ediyor. Bu çalışmada önerilen web tabanlı çözüm Uzman sistemin temel ihtiyacını online olarak sağlamaktır. Çeşitli yöntemlerle bilginin kazandırılması web tabanlı olarak tüm dünyadan uzman kişilerin katılımının sağlanabilmesi için bir portal özelliği taşıyabilecektir.

Uzman sistemlerin diğer ana görevi çıkarım mekanizmasıdır. Yine bilindiği gibi Çıkarım mekanizması sistemin beyni olarak şu şekilde tarif edilmektedir. 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. Önerilen sistemde çıkarım mekanizmasının en optimal çözümü üretebilmesi için bulanık mantık kullanılacaktır, böylece birden fazla çözüm önerisi varsa çözümlerin en iyisini elde edilmesi sağlanacaktır.

Uzman sistemin tanımından da görüldüğü gibi Uzman sistem insan bilgisine dayanmaktadır. 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 için sinirsel ağların kullanımı için bu sistem altyapı oluşturulacaktır.

Bu sistem uçak motor bakımlarında arıza ve gidermelerle ilgili çözüm kılavuzu olarak tamamlanması planlanmıştır.

Ocak 2010

Utku Ataç

Mühendis

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
KISALTMALAR.....	ix
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xi
ŞEKİL LİSTESİ.....	xiii
ÖZET.....	xv
SUMMARY.....	xvii
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Tezin Amacı.....	1
1.2 Literatür Özeti.....	2
1.3 Hipotez.....	4
2. UZMAN SİSTEMİN ALTYAPI BİLEŞENLERİ.....	5
2.1 Bulanık Mantık.....	5
2.1.1 Giriş.....	5
2.1.2 Bulanıklık Kavramı.....	5
2.1.3 Bulanık mantığın uygulama alanlarından bazıları:.....	6
2.1.4 Bulanıklık.....	7
2.1.5 Bulanık kümeler.....	7
2.1.6 Bulanık Mantık Kütüphanesi.....	7
2.2 UZMAN SİSTEMLER.....	8
2.2.1 Giriş.....	8
2.2.2 Uzman Sistemlerin Özellikleri.....	9
2.2.2.1 Uzman Sistemlerin Faydaları.....	10
2.2.2.2 Uzman Sistemlerin Sınırları.....	12
2.2.2.3 Uzman Sistemlerin Kullanım Alanları.....	12
2.2.3 Uzman Sistemlerin Yükselişi.....	12
2.2.3.1 İlk Uzman Sistemler.....	13
2.2.3.2 DENDRAL: Kimyasal Analiz Uzmanı Sistemi.....	13
2.2.3.3 HEARSAY I-II : Konuşma Tanıma.....	14
2.2.3.4 MYCIN: Kan Enfeksiyonları Uzmanı.....	14
2.2.3.5 XCON(R1): Bilgisayar Konfigürasyon Uzman Sistemi.....	15
2.2.3.6 GATES: Havaalanı Pist Tayini ve İzleme Uzman Sistemi.....	15
2.2.3.7 HESS: Petrokimya Sanayisi İçin Uzman Sistem Planlama.....	16
2.2.3.8 DustPro: Maden Ocağı Güvenliği Uzman Sistemi.....	16
2.2.3.9 TOP SECRET: Güvenlik Sınıflandırma Uzman Sistemi.....	17
2.2.3.10 Codecheck: Bilgisayar Programı Değerlendirme Uzman Sistemi... ..	17
2.2.3.11 Uçak Bakımı Uzman Sistemi.....	17
2.2.4 Uzman Sistemler ve Yordamsal Programlar.....	18
2.2.5 Uzman Sistemlerin Temel Bileşenleri.....	18

2.2.6 Uzman Sistemlerin Çalışma Prensipleri.....	20
2.2.7 Uzman Sistemlerin Tasarımı.....	21
2.3 YAPAY SİNİR AĞLARI.....	23
2.3.1 Yapay Sinir Ağlarının(YSA) Tanımı ve YSA Hakkında Genel Bilgiler..	24
2.3.2 Biyolojik Sinir Ağları.....	24
2.3.3 Yapay Sinir Ağları ve Özellikleri	25
2.3.4 YSA'nın Yapısı ve Temel Elemanları	27
2.3.5 YSA'nın Kullanım Alanları.....	28
2.3.6 YSA'da Eğitim.....	29
2.3.7 YSA'da Öğrenme Algoritmaları ve Öğrenme Kuralları.....	30
3. SİSTEM FİZİBİLİTESİ.....	31
3.1 Teknik Fizibilite	31
3.2 Masaüstü Bilgisayar Üzerinde Kullanılan Yazılımlar	31
3.3 İnternet Bağlantısı	32
3.4 Masaüstü Minimum Donanım İsterleri	32
3.5 Çalışan Kaynağı	32
3.6 Ekonomik Fizibilite.....	33
3.7 Yazılım Tutarı	33
3.8 İnternet Bağlantısı Tutarı	33
3.9 Donanım Tutarı	34
3.10 Proje Çalışanlarının Maliyetleri	34
4. UYGULAMA.....	35
4.1 Arama Bölümü	36
4.2 Sorun Çözme	43
4.3 Admin.....	44
4.4 Bilgi Kazanımı	45
5. SİSTEM MİMARİSİ	48
5.1 Web Uygulaması	48
5.2 Veri Tabanı.....	51
KAYNAKLAR	55
EKLER.....	58

KISALTMALAR

Mbps	: Megabits per second
YSA	: Yapay Sinir Ağları
US	: Uzman Sistemler

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : Geliştirme Anında Olması Gereken Programlar	31
Çizelge 2.2 : Çalışma Anında Olması Gereken Programlar	32
Çizelge 2.3 : Minimum Donanım İsterleri(Çalışma Anında)	32
Çizelge 2.4 : Minimum Donanım İsterleri(Geliştirme Anında)	32
Çizelge 2.5 : Çalışanlar ve Geliştirme Süreleri	33
Çizelge 2.6 : Yazılım Tutarları	33
Çizelge 2.7 : İnternet Bağlantısı Tutarları	34
Çizelge 2.8 : Donanım Tutarları	34
Çizelge 2.9 : Proje Çalışanlarının Maaliyetleri.....	34

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : Uzman sistemin çalışma yapısı [16].....	21
Şekil 2.2 : Yapay Sinir Ağı modelinin genel şeması [22]	24
Şekil 2.3 : Tipik bir biyolojik nöron yapısının şeması [24].....	25
Şekil 2.4 : Tipik bir “ileri beslemeli” Yapay Sinir Ağı şeması [27].....	26
Şekil 2.5 : Tipik bir YSA modeli ile çıkış değerlerinin hesaplanması [28].....	28
Şekil 2.6 : Öğreticili öğrenme şeması [23]	29
Şekil 2.7 : Web Haritası.....	35
Şekil 2.8 : Ana Sayfa	37
Şekil 2.9 : Forum Ekranı 1.....	38
Şekil 2.10 : Forum Ekranı 2.....	39
Şekil 2.11 : Bulanık Mantık Karar Sonucu Gösterim Ekranı	40
Şekil 2.12 : Anlamlı Forum Üzerinde Bulanık Mantık Uygulaması	41
Şekil 2.13 : Sorun Çözme Ekranı	44
Şekil 2.14 : Admin Ekranı	45
Şekil 2.15 : Bilgi Kazanımı	47
Şekil 2.16 : Veri Tabanı Tabloları	52

UÇAK ARIZA TESPİT AMAÇLI WEB TABANLI BULANIK UZMAN SİSTEM TASARIMI

ÖZET

Bu çalışmada Uçak Bakımı alanında uzman sistemlerin yeri araştırılmış ve arıza giderilmesi için çözüm ağaçları üretebilen uzman sistem tasarlanmış ve geliştirilmiştir. Bilindiği gibi bir uçak çok sayıda elektronik aksamı ve mekanik ekipmanları ile çok sayıda arıza sorunu yaşanabilmekte ve bu sorunların giderilmesi uçak bakımı alanında yapılmaktadır. En genel durumda arıza araştırması, tespiti ve çözümü için uzmanlara gereksinim vardır. Uzman bilgi, uçak bakımında önemli bir araçtır. Bu çalışmanın konusu uçak bakımında bir bilgi yönetim yöntemi içerisinde birçok bakım tecrübesine ve profesyonel bilgi birikimi ve pratik bakım destek süreci ve uygulama yöntemlerine dayanan uzman sistem tasarımı ile ilgilidir.

Hatanın hiyerarşik sınıflandırması ve özellikleri hata bilgisi ve düşüncelerinin gösteriminin tanımı semantik bağlantılara dayanarak uygulanmaktadır. Bu uzman sistem tasarımında ilişkiel veritabanı tasarımı üzerine kurulduğu için herhangi arıza türü hakkında uzman bilgi bu sisteme kazandırılabilir. Dolayısı ile bir arıza için çözüm arandığında sistem çıkarım mekanizması sayesinde en uygun çözüm ağacını oluşturabilir.

Uzman sistemin çözemediği problemler hakkında sistem içerisinde bulunan bulanık mantık algoritması devreye girerek, hazırlanan forum üzerinde probleme uygun çözüm bulmaya çalışır.

Bu çalışma ile ortaya çıkan uzman sistem web tabanlı olması nedeniyle birçok avantaja sahiptir. Farklı kaynaklardan sisteme kontrollü bilgi kazanımı uzman sistemler için önemli avantajdır. Ayrıca bu sistem elektronik eğitim portalı olarak da kullanımı mümkündür.

DESIGNING A WEB BASED FUZZY EXPERT SYSTEM FOR AIRCRAFT FAULT DETECTION

SUMMARY

In this thesis, Fuzzy Expert Systems in aircraft repair and maintenance is inspected. In addition to this, a repair and maintenance system is designed and developed. As it is known, an aircraft has a lot of electrical devices and mechanical parts, that is why it is highly possible to face many problems in this area. The solution of these problems is found in the aircraft repair and maintenance area.

If the system can not find the right solution for problems via expert system logic, the fuzzy logic algorithms of the system can be used to detect the solution. The fuzzy algorithms check the information entered by users, and get the related solutions then decide the right solution for the problem.

As general, the experts are needed for research, detection and solution of the difficulties. Depth knowledge is an important tool for the fixing and repairment of the issues. The thesis subject is related with the management of experienced information and also basic repair and maintenance process methods in fuzzy expert system.

1. GİRİŞ

Bu bölümde çalışmanın bilimsel altyapısını oluşturan uzman sistemler ve uzman sistemlerin dayandığı yapay zeka konularının araştırılması yer almaktadır. Bu doğrultuda önce uzman sistemler hakkında detaylı bilgi verilmekte daha sonra yapay zeka hakkında araştırma yer almaktadır. Bu çalışmanın genişletilebilmesi adına öğrenebilen uzman sistem tasarımı önerisinin temelini oluşturmak için yapay sinir ağları hakkında da araştırmaya yer verilmiştir.

1.1 Tezin Amacı

Bu çalışmanın amacı web tabanlı bulanık mantık ile optimallaştırılmış uzman sistem tasarımını yapmak. Ayrıca mevcut uzman sistemler ile neler yapılabildiğini anlatmak, önerilen sistemin üstünlüklerini ortaya çıkarmak ve uygulama ile önerilen sistemi doğrulamaktır. Bilindiği gibi uzman sistemler, belirli bir alanda sadece o alan ile ilgili bilgilerle donatılmış ve problemlere o alanda uzmanlaşmış insanların getirdiği şekilde çözümler getirebilen veya dokümanite edilmiş çözümlerin yer aldığı bilgisayar programları olarak tarif edilmektedir. Özellikle soru cevap şeklinde semantik olarak ilerleyen çözümler için Uzman sistemler büyük avantajlar sağlamaktadır.

Uzman sistemlerin en önemli konularından biri sistemin bakımının yapılabilirliği ve sistemin yaşatılmasıdır. Bu anlamda bilgi kazanımı, bilgi tabanı önem arz ediyor. Bu çalışmada önerilen web tabanlı çözüm Uzman sistemin temel ihtiyacını online olarak sağlamaktır. Çeşitli yöntemlerle bilginin kazandırılması web tabanlı olarak tüm dünyadan uzman kişilerin katılımının sağlanabilmesi için bir portal özelliği taşıyabilecektir.

Uzman sistemlerin diğeri ana görevi çıkarım mekanizmasıdır. Yine bilindiği gibi Çıkarım mekanizması sistemin beyni olarak şu şekilde tarif edilmektedir. 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. Önerilen sistemde çıkarım mekanizmasının en optimal çözümü üretebilmesi için bulanık mantık kullanılacaktır, böylece birden fazla çözüm önerisi varsa çözümlerin en iyisini elde edilmesi sağlanacaktır.

Uzman sistemin tanımından da görüldüğü gibi Uzman sistem insan bilgisine dayanmaktadır. 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 için sinirsel ağların kullanımı için bu sistem altyapı oluşturulacaktır.

Bu sistem uçak motor bakımlarında arıza ve gidermelerle ilgili çözüm kılavuzu olarak tamamlanması planlanmıştır.

1.2 Literatür Özeti

Bu çalışmada kullanılan bilimsel yöntemler ve teknolojiler bilginin özünü içerecek şekilde Uzman Sistemlerin alt yapı bileşenleri başlığı altında anlatılmıştır. Çalışma kapsamında geliştirilen web tabanlı uzman sistemin anlatıldığı bölümde zaman zaman sistemi açıklamak için literatürden taranmış bilgilere de yer verilmiştir. Literatür taramasında ilk olarak Bulanık Mantık kısa özet şeklinde derlenerek anlaşılır şekilde verilmiştir. Bilindiği gibi gerçeğe yakın sonuçlar beklenen bir uzman sistem mutlaka soft computing yöntemlerinden en az birini içermelidir. Uygulamada kullanılan bulanık mantık yöntemi bu nedenle incelenmiştir. Daha sonra Yapay Sinir Ağları yöntemi daha detaylı olarak incelenmiştir. Çünkü modern Uzman Sistemler aynı zamanda öğrenebilen ve çıkarım mekanizmasını sürekli iyileştiren bir yapıya sahip olmalıdır. Bu nedenle bu bilimsel yöntem detaylı incelenmiş ve bu çalışmanın devamında yapılacak bir çalışmaya önemli altyapı oluşturmuştur.

Kısaca daha önceden yapılmış bazı çalışmalarını inceleyecek olursak;

Bulanık mantık kullanılarak performans değerlendirmesi yapılan bir çalışmada, Japonya'daki otomobil üreticilerinin performanslarının değerlendirmesine yönelik kullanılacak bulanık mantık tabanlı bir model oluşturulmuştur. Çalışmanın, üretici firmada bulunan 8 adet servisi kapsadığı ifade edilmiştir. Her bir servis için "Satisfaction" (memnuniyet), "Importance" (önem) ve "Relationship" (ilişki) kavramları ele alınmıştır. Bu üç kavramdan her biri için bulanık kümeler oluşturulmuş, kavramlar arasındaki ilişkiler, kurallar şeklinde ifade edilmiş ve son olarak her bir servis için performans değerlendirme sonucu (çok iyi, iyi, orta, kötü şeklinde) elde edilmiştir [1].

Öğretmenlerin atanması hakkında bulanık mantık kullanılarak yapılan çalışmada, Tayvan'daki kolej ve üniversitelerde görev alacak profesörlerin bulanık mantık yaklaşımı kullanılarak belirlenmesi anlatılmıştır. Profesörlerin başarı değerlendirmesi, her birinin kendine özgü önem derecesi olan kriterlerle gerçekleştirilmiştir. Bulanık mantık mekanizmasının, kriterlerin önem derecelerine göre çalıştığı, mesleğinde en başarılı profesörün bulanık mantık mekanizması tarafından belirlendiği ve o kişiye kolej ve üniversitelerde görev verildiği belirtilmiştir [2].

Tayvan'daki üniversitelerde görev alan öğretim elemanlarının performanslarının bulanık mantık yaklaşımı kullanılarak ölçülmesi üzerine yapılan çalışmada, öğretim elemanlarının performanslarını ölçme işlemi kendine özgü önem derecesine sahip kriterlere verilen ve değeri 1 ile 5 arasında değişen puanlarla gerçekleştirilmiştir. Bulanık mantık yaklaşımı kullanılarak elde edilen puanlara göre hangi öğretim elemanının görevinde daha başarılı olduğu belirlenmiştir [3].

Bulanık mantık yaklaşımıyla öğrencilerin performansları ölçülen çalışmada, öğrencilerin başarısı, değişik önem derecelerine sahip olan ödev değerlendirmesi, test değerlendirmesi ve final sınav değerlendirmesinden aldıkları notlara göre belirlenerek performansları ölçülmüştür [4].

Bir başka çalışma Tayvan'daki bir kolejde verilen elektronik kursunun eğitim kalitesi bulanık mantık yaklaşımı kullanılarak değerlendirilmesi üzerinedir. Değerlendirme işlemi, elektronik kursunun her birinin kendine özgü önem derecesi olan kriterlerle gerçekleştirilmiştir. Değerlendirme işlemi 85 adet kurs öğrencisi, kriterlere değeri 1 ile 5 arasında değişen puanlar vererek yapmış ve kursa ait kriterlerden hangisinin diğerlerine göre daha önemli olduğu bulanık mantık yaklaşımı kullanılarak belirlenmiştir [5].

İlköğretim okullarının performanslarının bulanık mantık yaklaşımı kullanılarak değerlendirilmesi üzerine yapılan çalışmada belli kurallara göre şehir içinde ve şehir dışında bulunan farklı okulların başarıları durumları bulanık mantıkla belirlenmiştir [6].

1.3 Hipotez

Bu çalışmada web tabanlı online uzman sistem tasarımı yapılacaktır. Bu sistem diğer uzman sistemlere göre birtakım üstünlüklere sahip olacaktır. Bilginin online kazanımı sağlanacaktır. Farklı kaynaklardan bilgi alınması son derece basit entegrasyona açık olacaktır. Problem çözümü ağaç yapısı şeklinde sunulabilecektir. Problem aramsı yapılarak konu tam bilinmese bile araştırma ile çözüm ağacı bulanabilecektir. Bu çalışma ile hedeflenen ek özellikler Bulanık Mantık temelli ve Yapay Sinir ağları yöntemini kullanarak öğrenebilen bir uzman sistem geliştirmenin mümkün olduğunu göstermektir. Bu sistem geleneksel uzman sistemlere göre bilgi kazanımını kolaylaştırması ve çıkarım mekanizmasını iyileştirmesi açısından daha avantajlıdır. Sistem tüm özellikleri test edilip çalışır durumda teslim edilecektir. Web üzerinden yayınlanacak şekilde tüm ayarları yapılacaktır.

2. UZMAN SİSTEMİN ALTYAPI BİLEŞENLERİ

2.1 Bulanık Mantık

2.1.1 Giriş

Bulanık mantık ve bulanık mantık tabanlı uygulamalar son yıllarda hem üniversite çevrelerinde hem de üretici firmalar tarafından ilgiyle izlenen bir konu haline geldi. Uluslararası dergiler bu konuya daha fazla yer ayırmaya başlamış, hatta sadece bu konuya yönelik araştırmalara yer veren dergiler de yayına konmuştur[7]. Üniversitelerde konuya yönelik araştırma grupları oluşturulmuş, firmalar özel çalışma grupları kurmuşlardır. Bu bölümde bulanık mantık konusu anlaşılabilir, basit bir anlatımla ele alınıp bulanıklılık kavramı açıklanmaya çalışılmıştır. Tez incelenirken, bulanık mantık konusunda hiç bir bilgisi olmayanlar dikkate alınarak hazırlanmıştır.

2.1.2 Bulanıklılık Kavramı

Günlük hayatta rastgele kullandığımız birçok terim genellikle bulanık bir yapıya sahiptir. Bir şeyi tanımlarken, bir olayı açıklarken, komut verirken ve daha birçok durumda kullandığımız sözel veya sayısal ifadeler bulanıklık içerir[8]. Bu terimlere örnek olarak; yaşlı, genç, uzun, kısa, sıcak, soğuk, ılık, bulutlu, parçalı bulutlu, güneşli, hızlı, yavaş, çok, az, biraz, fazla, çok az, çok fazla gibi daha bek çok sözel terim gösterilebilir. Biz insanlar bir olayı anlatıp, bir durum karşısında karar verirken bu tür kesinlik ifade etmeyen terimler kullanırız. Kişinin yaş durumuna göre ona yaşlı, orta yaşlı, genç, çok yaşlı ve çok genç deriz. Yolun kayganlık ve rampa durumuna göre arabanın gaz veya fren pedalına biraz daha yavaş veya biraz daha hızlı basarız. Çalıştığımız odanın ışığı yetersiz ise onu biraz artırır, yeterinden fazla ise biraz azaltırız. Bütün bunlar insan beyninin belirsiz ve kesinlik içermeyen durumlarda nasıl davrandığına ve olayları nasıl değerlendirip, tanımlayıp, komut verdiği dair birer örnektir. Bulanık mantığın ve bu mantık kurallarını kullanan bulanık küme teorisinin Lotfi A. Zadeh tarafından geliştirilip 1965 tarihli orijinal makalesinde yayınlanmasından sonra belirsizlik içeren sistemlerin incelenmesi yeni

bir boyut kazanmıştır. 1965 de ortaya atılmasına rağmen, bulanık küme kavramı ancak 1970'li yılların ikinci yarısından sonra kullanılmaya başlanmıştır. Bunda özellikle Zadeh'in 1965 deki ilk makalesinden daha fazla etkili olan ve bulanık mantığın belirsizlik içeren sistemlere uygulanabilirliğini açıklayan makaleleri etkili olmuştur. 1980'li yılların ikinci yarısından sonra Japonların ürünlerinde bulanık mantığı kullanmalarıyla da hız kazanarak, günümüzdeki doruk noktasına gelmiştir[20]. Artık hemen her alanda bulanık mantık uygulamalarına rastlamak mümkündür. Kaynak de bulanık mantık uygulamaları alanlarına göre ayrıştırılmış olup, her uygulama, kaynağı da belirtilerek, liste halinde verilmektedir. Aynı listeyi buraya aktarmak yerine bulanık mantığın elektrik mühendisliğindeki uygulama alanlarından bazılarını sıralamak bu aşamada yeterli olacaktır.

2.1.3 Bulanık mantığın uygulama alanlarından bazıları:

- Otomatik Kontrol Sistemleri: Robotik, otomasyon, akıllı denetim, izleme sistemleri, ticari elektronik ürünler, vb.
- Uzman sistemler: Bilgi depolama ve yeniden çağırma, Uzman sistemler,
- Bilgi tabanlı sistemler, vb.
- Görüntü Tanımlama: Görüntü işleme, makine görüntülemesi.
- Optimizasyon: Fonksiyon optimizasyonu, süzgeçleme, eğri uydurma, vb.

Bulanık mantığın Mamdani ve arkadaşları tarafından denetim sistemlerine ilk uygulanmasından sonra, bu alanda oldukça önemli adımlar atılmaya başlanmıştır. Öyle ki denetim sistemleri bulanık mantığın en fazla uygulandığı alan olarak günümüze kadar gelmiştir. Klasik denetim sistemlerindeki aksine, sistemlerin matematiksel modeline gerek duymadan, sadece istenilen çıkışı verecek şekilde giriş uygulanan işaret ayarlandığından, bulanık denetimin işlemesi tıpkı usta bir insanın o sistemi denetlemesine benzer. Yani bulanık mantık ve bulanık küme işlemleri kullanılarak makinelerin insanlar gibi kararlar vermesi sağlanabilmektedir. Bulanık mantığın bu uyumluluğunun yapay sinir ağları veya genetik algoritmalarla desteklenmesi sonucu nöral-bulanık (İngilizce literatürde bu konu artificial neural networks , fuzzy logic, neuro-fuzzy, ve neural fuzzy terimlerinden birisi ile ifade edilmektedir) sistemler, veya genetik-bulanık sistemler ortaya çıkmıştır. Böylece akıllı (intelligent) sistemler de hızlı bir gelişme kaydetmeye başlamıştır[9]. Bulanık mantık, doğrusal ve doğrusal olmayan sistemlerin denetiminde kullanılan alternatif

bir yaklaşım olarak ait olduğu yeri almıştır. Gerçek hayattaki sistemlerin hemen hiçbirini doğrusal değildir. Alışılğelen tasarım yöntemleri doğrusallaştırma yaparken farklı yöntemler kullanırlar.

2.1.4 Bulanıklılık

Bulanık mantık konusunun temel elemanı bulanık kümedir. Bulanık kümeler, üyelik fonksiyonları ile karakterize edilirler. Aslında bu üyelik fonksiyonlar da birer bulanık sayıdan başka bir şey değildir. Bulanık mantık, üyelik fonksiyonu, ve bulanık sayı gibi kavramların iyi anlaşılabilmesi için öncelikle bulanıklık kavramının anlaşılması gerekir[7].

2.1.5 Bulanık kümeler

Bulanık sistemlerin en temel elemanı bulanık kümedir. Bulanık bir küme, değişik üyelik yani ait olma derecelerine sahip elemanları olan bir küme türüdür. Böyle bir küme, elemanlarının her birine 0 ile 1 arasında üyelik değeri atayabilen bir üyelik fonksiyonu ile karakterize edilebilir. Bulanık kümelerin bu tanımı, bulanık kümelerle ilgili ilk çalışmaları yapan ve bu konunun bulucusu olarak kabul edilen Lotfi A Zadeh tarafından 1965 yılında yayınladığı orijinal makalesinde yapılmaktadır. Kümeye dahil olmayan elemanların üyelik değerleri 0, kümeye tam dahil olanların üyelik değerleri de 1 olarak atanmaktadır. Kümeye dahil olup olmadıkları belirsiz olan elemanlara ise belirsizlik durumuna göre 0 ile 1 arasında değerler atanır. Oysa kesin küme teorisinde belirsiz eleman diye bir şey söz konusu değildir. Bir eleman ya kümeye dahildir ya da tamamı ile kümenin dışındadır. Dolayısıyla kesin kümelerde bir elemanın alabileceği üyelik değeri ya 0 ya da 1'dir[10].

2.1.6 Bulanık Mantık Kütüphanesi

Hazırlanan sistemde arama sonucunda oluşan cevaplar içinden uygun cevabı seçebilmek için bulanık mantık kullanılmıştır. Kullanıcının girdiği kriterlere göre sistem tarafından veri tabanı üzerinde yapılan arama sonucunda bir cevap domaini oluşturulur, bu cevap domaini üzerinden doğru cevaba ulaşabilmek için Codeproject üzerinde yayımlanan “Fuzzy Logic Dot Net Fuzzy Decisions” kütüphanesi kullanılmıştır[11].

2.2 UZMAN SİSTEMLER

2.2.1 Giriş

Son yıllarda Yapay Zeka tabanlı programlar olan Uzman Sistemler büyük dikkat çekmiştir. Uzman Sistemlerin birçok farklı alandaki zor seviyede sayılabilecek problemleri başarılı bir şekilde çözüme kavuşturması, dikkat çekmelerindeki en önemli unsuru oluşturmuştur. Uzman Sistemler, özellikle bilgisayar sistem dizaynı, lokomotif tamiri ve gen klonlama konularındaki başarılarıyla ön plana çıkmışlardır[10].

Uzman Sistemler, temelde uzman bir insan düzeyinde problem çözmede, insan bilgisini yoğun biçimde kullanan programlardır. Uzman ise, belirli bir konuda çok az insanda bulunabilen düzeyde bilgi sahibi olan kişidir. Yani pek çok kişinin çözemeyeceği bir problemi çözebilen veya pek çok insandan çok daha etkin ve çabuk biçimde çözebilen bir insana uzman denir. Uzman kavramı ışığında Uzman Sistemleri tekrar tanımlayacak olursak “Ancak bir uzman insanın çözebileceği karmaşık problemlerin bilgisayar ile çözümüne olanak sağlayan sistemler” denilebilir. 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.

Literatür araştırması sonucunda uzman sistemler hakkında aşağıdaki tanımlar bulunmuştur;

İngiliz Bilgisayar Birliği Uzman Sistem Grubu; uzman sistemleri; uzman bir kişinin becerilerinden oluşan bilgiyle donatılmış bir bilgisayarın içindeki öyle bir yapıdır ki, sistem akıllıca önerilerde bulunabilir veya bir işlemin işlevleri hakkında kararlar verebilir şeklinde tanımlamıştır [12].

“Gerçekleşmekte olan bir olay yada durum hakkında zeki kararlar alan veya zeki öneriler teklif edebilen sistemlerin düzenlenmesi gibi, uzmanların yetenekleri sayesinde bilgi tabanlı elemanların bilgisayar içinde düzenlenmesidir” [13].

“İnsan bilgisi ve tecrübelerine dayalı olan davranışların bir bilgisayar ortamına aktarılarak tasarlanmış sistemlerdeki karşılaşılan problemlere uzman bir kişinin gereksinimi olmaksızın çözümler arayan bilgi tabanlı sistemlerdir” [14].

Bir uzman sistemin en belirleyici özelliği, oldukça büyük bir bilgi tabanına sahip olmasıdır. Bu konuda dikkat edilmesi gereken nokta ise; değişime ve gelişmeye açık olması gereken bilgi tabanı bölümü ile mümkün olduğunca statik olması gereken program bölümünün birbirinden ayrılmasıdır [15].

Uzman Sistemler nasıl çalışırlar? Bir Uzman Sistem belirli bir alanda bilgiye sahip uzman yada uzmanların bilgilerini depolar. Uzman Sistemin çözüm getireceği alana “domain” denir. Örneğin ilk Uzman Sistem örneği olan DENDRAL’in domaini “bilinmeyen bileşiklerin moleküler yapılarının tayini” idi [9]. Kullanıcı belirlenen alan dışına çıkmadan problemini Uzman Sisteme aktarır, Uzman Sistem de elindeki verileri kullanarak kullanıcıya uygun cevabı vermeye çalışır.

1970’de ilk kez ortaya çıkan Uzman Sistemler, yoğun biçimde uzman insan bilgisi kullanıyordu. Bugün bu kavram Uzman Sistem teknolojisi kullanan bir sistem için de kullanılmaktadır. Uzman Sistemlerde kullanılan bilgi kitap, dergi ve bilgili kişilerden alınan bilgi olabilir. Bazen Bilgi-Temelli Sistem veya Bilgi-Temelli Uzman Sistem ifadeleri Uzman Sistem ifadesi yerine kullanılabilir. Çalışmamızın ikinci bölümünde Uzman Sistemlerin yordamsal programlardan farklarından, Uzman Sistemlerin genel bileşenlerinden ve tasarımından bahsedilmiştir. Uzman Sistemlerin özellikleri ve faydaları üçüncü bölümde bahsedilen konulardır. Dördüncü bölümde Uzman Sistemlerin gelişim tarihinden ve ilk Uzman Sistemlerden bahsedilmiştir. Son bölümümüz de ise bu çalışmanın sonucu hakkında bilgi verilmiştir.

2.2.2 Uzman Sistemlerin Özellikleri

Bir Uzman Sistem genelde şu özellikleri taşıyacak şekilde tasarlanır[16]:

a- Yüksek Performans : Bir Uzman Sistem programı, sorulan sorulara uzman bir insana denk veya daha iyi bir düzeyde cevap verebilmelidir.

b- Hızlı Cevap Verme: Tasarlanan sistemin, sorulan sorulara yönelik bir sonuca makul bir sürede varabilmesi ve hatta uzman bir insandan daha çabuk karar

verebilmesi gerekir. Örneğin, bir uzmanın bir saatte sonuca vardığı bir konuda, Uzman Sistemin bir yılda karar vermesi elbette işe yaramaz.

c- Güvenilirlik: Hazırlanan Uzman Sistemin güvenilir olması, hata vermemesi gerekir.

d- Anlaşılabilirlik: Tasarlanan sistemin, bir konuda vardığı sonucun aşamalarını tek tek açıklayabilmesi gerekir. Sonuca nasıl vardığı meçhul olan bir sistemden ziyade, tıpkı bir insan uzman gibi, gerektiğinde vardığı sonucun nedenlerini açıklayabilmelidir.

e- Esneklik: Bir Uzman Sistemde kullanmak üzere büyük miktarda bilgi yüklemek gerekir. Bu yüzden bilgi ilave etmek, değiştirmek ve silmek için etkin bir mekanizmanın Uzman Sisteme eklenmesi gerekir. Kural- Tabanlı Sistemlerin (Rule-Based Systems) popüler olmasının önemli nedenlerinden biri, kuralların etkin ve modüler bir biçimde saklanabilme özelliğidir.

2.2.2.1 Uzman Sistemlerin Faydaları

Uzman Sistemlerin bizlere sağladığı başlıca faydalar şunlardır:

a- Maliyet azalması : Uzman Sistem kullanımı ile karşılaştırıldığında insanların incelemeleri daha pahalı görülmektedir. Böylece kullanıcı başına düşen uzmanlık maliyeti azalmış olur.

b- Hazır Bilgi: Hazırlanan Uzman Sistem programı sayesinde uzman bilgisi herhangi bir bilgisayara yüklenebilir. Bilgi almak için uzman kişiyi beklemeye gerek kalmaz.

c- Verimlilik artışı: Uzman Sistemler insanlardan daha hızlı çalışır. Artan çıktının anlamı, daha az sayıda insan ve daha düşük maliyettir.

d- Kalıcı Bilgi: Zamanla emekli olabilen veya hayata veda eden insan uzmanların aksine, Uzman Sistem bilgisi kalıcıdır.

e- Açıklama: Uzman Sistem, varılan sonucun nedenlerini ayrıntılı olarak açıklar. Oysa bir insan bunu her zaman yapamayabilir.

f- Kalite iyileştirmesi: Uzman Sistemler tutarlı ve uygun nasihatler vererek ve hata oranını düşürerek kalitenin iyileştirilmesini temin ederler.

g- 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.

h- Esneklik: Uzman Sistemlerin kullanımı üretim aşaması ve servis sunulması sırasında esneklik sağlar.

i- 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.

j- Tehlikeli çevrelerde işlem: Bazı insanlar tehlikeli çevrelerde çalışırlar. Uzman Sistemler ise insanların tehlikeli çevrelerin dışında kalmasına imkan sağlar. Uzman Sistemler, insanlar için zararlı veya tehlikeli olan bütün ortamlarda rahatlıkla kullanılabilir.

k- Güvenilirlik: Uzman Sistem güvenilirdir. Uzman Sistem bilgilere ve potansiyel çözümlere üstün körü bakmaz, tüm detayları yorulmadan ve sıkılmadan dikkatlice gözden geçirir.

l- Cevap verme süresi: Bazı durumlarda hızlı veya gerçek zamanlı cevap vermek gerekebilir. Kullanılan yazılım ve donanıma bağlı olmak şartıyla, bir Uzman Sistem, özellikle verilerin büyük bir kısmının gözden geçirilmesi gerektiğinde bir insandan çok daha hızlı cevap verecektir.

m- 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.

n- Eğitim: Uzman Sistemin açıklayabilme özelliği bir öğretim cihazı gibi kullanılarak eğitim sağlanabilir.

o- 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.

p- Sınırlı bir sahada karışık problemlerin çözümü: Uzman Sistemler insan yeteneklerini aşan karışık problemlerin çözümünde kullanılabilir.

r- Duygusallıktan Uzak Cevaplar : Stres veya kırgınlıktan dolayı verimli olarak çalışmayan bir insanın aksine, bir Uzman Sistem gerçek zamanlı sorunlara duygusallıktan uzak gerçekçi cevaplar verebilir.

s- Akıllı Veritabanı: Uzman Sistemler, bir veritabanı dosyasına akıllıca erişebilir.

2.2.2.2 .Uzman Sistemlerin Sınırları

Uzman Sistemlerin ticari olarak yayılmasının önündeki bazı problemler şunlardır :

- a-** Bilgi her zaman okunabilir uygunlukta değildir.
- b-** İnsanlardan bilgi almak zordur.
- c-** Uzman Sistemler ancak sınırlı sahalarda, bazı durumlarda ise çok sınırlı sahalarda iyi çalışabilirler.
- d-** Yardım için bilgi mühendisine ihtiyaç gösterir. Bilgi mühendisi az bulunur ve pahalı olduğu için sistemin maliyetini yükseltir.
- e-** Sistemin maliyeti ve geliştirme süresi engelleyici bir faktördür.
- f-** Her hangi bir uzmanın durum değerlendirmesi için yaklaşımı farklı bile olsa doğru olmalıdır.
- g-** Çok tecrübeli bir uzman bile olsa, zaman baskısı altında olduğu zaman iyi bir durumsal değerlendirme yapması zordur.

Bu sınırlamaların üstesinden gelebilmek için yaygın araştırmalar yapılmakta, böylelikle Uzman Sistem kullanımı hızla artmaktadır.

2.2.2.3 Uzman Sistemlerin Kullanım Alanları

Günümüzde bilginin kullanıldığı hemen her alanda Uzman Sistemler kullanılmaktadır. Bazı Uzman Sistemler araştırma aracı olarak kullanılırken, bazıları önemli iş ve endüstri alanlarında 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 Uzman Sistem kullanımı yaygınlaşmaktadır.

2.2.3 Uzman Sistemlerin Yükselişi

Bilgi-Tabanlı kavramının bütün türevlerinin 1970'lerde kabul edilmesiyle birlikte başarılı Uzman Sistem protipleri hazırlanmaya başlandı. Bu Uzman Sistemler kimyasal analiz (DENDRAL), hastalık teşhisi (MYCIN), petrol bulmak üzere jeolojik veri (DIPMETER) ve mineral analizi (PROSPECTOR), bilgisayar konfigürasyonu (XCON) yapabiliyorlardı. PROSPECTOR'ın jeolojik verileri analiz ederek 100 milyon dolarlık petrol bulunmasında yardımcı olduğu ve XCON sisteminin DEC firmasına milyonlarca dolarlık tasarruf sağladığı haberleri, 1980'lere gelindiğinde Uzman Sistemlere olan ilgiyi hayli arttırdı. Böylece insan bilgisini

işlemek üzere 1950'lerde ortaya atılan Yapay Zeka kavramının bu yan dalı, artık ticari başarı kazanmak üzere kullanılmaya başlandı. MYCIN isimli Uzman Sistemin geliştirilmesi üç bakımdan çok önemli bir dönüm noktası oldu. Birincisi, Yapay Zeka konusunun dünya problemleri için kullanılabilirliğini gösterdi. İkincisi, günümüz Uzman Sistemlerinin bazılarında bulunan açıklama yeteneği, bilgiyi otomatik olarak elde etme, akıllı bellek gibi kavramların test edilmesine uygun bir zemin oluşturdu. Üçüncüsü, Uzman Sistem kabukları (shell) hazırlamanın makul olduğunu gösterdi. DENDRAL gibi ilk Uzman Sistemler, bilgi tabanını karar motoru ile karıştırıp kullanıyordu. Oysa MYCIN bilgi tabanını belirgin bir şekilde karar motorundan ayırıyordu. Bu teknik, Uzman Sistem hazırlama teknolojisinin gelişmesinde son derece önemli bir adımı oluşturdu[16]. Çünkü bir Uzman Sistemin ana parçasının tekrar tekrar kullanılabilmesini göstermişti. Böylece bilgi tabanındaki eski bilgiler boşaltılıp yerine yenisi konulunca yeni bir Uzman Sistem oluşturmak mümkün olabilecekti. 80'lerde ise bazı şirketler, Uzman Sistem konusunu sadece üniversitelerin üzerinde çalışma yaptıkları bir konu olmaktan çıkarıp, ticari programlar hazırlamaya başladılar. Bunun için öncelikle Uzman Sistem hazırlamada kullanılacak güçlü yazılım paketleri geliştirildi.

2.2.3.1 İlk Uzman Sistemler

İlk Uzman Sistemler 1970'li yıllarda ortaya çıkmıştır. Bu dönemde üzerinde çalışma yapılan başlıca Uzman Sistem şunlardır:

2.2.3.2 DENDRAL: Kimyasal Analiz Uzmanı Sistemi

Genelde ilk Uzman Sistem olarak kabul edilen DENDRAL için çalışmalar 1960'ların ortasında Standford Üniversitesi'nde başladı. Fakat 1970'lerin başına DENDRAL istenilen şekilde çalıştırılmadı. Bilinmeyen bileşiklerin moleküler yapısını bulmak amacıyla hazırlanan DENDRAL başarılı bir Uzman Sistem olduğu için halen de dünyanın pek çok yerinde kimyagerler tarafından kullanılmaktadır. Hatta bazı işleri yapmada DENDRAL'in, herhangi bir uzmandan daha başarılı olduğu kabul edilmiştir. DENDRAL Uzman Sistemi, önce geleneksel programlama yaklaşımıyla hazırlanmıştı. Daha sonra sonuç almak için geçen zamanı düşürmek için buluşsal metotlar denenmiştir. Buluşsal algoritma, teşhis edilmesi istenen bileşikten alınan spektroskopik verileri kullanıyordu. Bu verilerden, teşhis edilmek istenen bileşiğin yapısına benzemeyen yapılar, rübeğe dayalı algoritma ile milyonlardan minimuma

indirilir. Burada kullanılan tecrübe, kimyagerlerin aynı işi yaparken kullandıkları bilgiye dayanıyordu. Daha sonra geriye kalan yapılar, bilinmeyen bileşiğiyle karşılaştırılır ve sonuca gidilirdi. DENDRAL, varılan sonucun nedenini açıklamak yerine, sadece vardığı sonucu kullanıcıya sunardı[9].

2.2.3.3 HEARSAY I-II : Konuşma Tanıma

Carnegie-Mellon Üniversitesi'nde geliştirilen HEARSAY I (1969) ve HEARSAY II (1971) Uzman Sistemleri, bilgisayara ses dalgası olarak verilen insan konuşmasını yazılı bir çıktı halinde ekranda görüntülemek amacıyla hazırlanmıştı[16]. Bu ses dalgasından, konuşmanın ne olabileceği hakkında hipotezler türetilmekte ve daha sonra en iyi tahmin ise sonuç olarak sunulmaktaydı. Bu Uzman Sistemin gelişmesinde kullanılan önemli bir yenilik, birden fazla bilgi tabanının kullanılmış olmasıydı. Bu bilgi tabanları, bütün bilgi tabanlarınca işleyen hafıza olarak kullanılan bir kara tahta vasıtasıyla birbirleriyle iletişim kuruyorlardı. Kullanılan bilgi tabanlarının her biri sırasıyla, çözümlenmesi istenen konuşmanın bir yönü üzerinde yoğunlaşıyordu. Günümüzde kullanılan Uzman Sistem kabuklarının bazıları, bu kara tahta kavramını kullanmaktadır. 1975 yılında tamamlanan bu projenin kelime kapasitesi 1000 civarında idi. Sistem, verilen konuşmanın yaklaşık %75'ini başarılı bir şekilde anlayabiliyordu. Bu işlemi başarması için gereken süre, bir insanın aynı konuşmayı anlaması için gereken zamandan sadece birkaç kat daha uzundu. HEARSAY Uzman Sisteminin ortaya koyduğu sonuçlardan biri, daha önce konvansiyonel metotlar kullanılarak yapılmaya çalışılan bir iş için, buluşsal yaklaşımın daha üstün olması idi. Çünkü geleneksel yöntem, istatistiksel araç kullanılan analitik yöntemeye dayanıyordu.

2.2.3.4 MYCIN: Kan Enfeksiyonları Uzmanı

MYCIN, 1970'li yıllarda Standford Üniversitesi'nde geliştirildi. Bugüne kadar hiçbir zaman kullanıma sokulmamasına rağmen, MYCIN, bugüne kadar geliştirilen Uzman Sistemlerden en çok bilinenidir[20]. Uzman Sistemler konusunda hazırlanan yazıların çoğu MYCIN üzerine yoğunlaştığından, bu Uzman Sistem bu alanda yapılan sonraki çalışmaları teşvik edici bir rol oynamıştır. MYCIN, Uzman Sistemlerin büyük ve karmaşık gerçek problemleri çözmek üzere nasıl tasarlanması gerektiğini göstermek için amacıyla yapılan bir araştırma sonucu ortaya çıkmıştır. Çalışma, menenjit ve bakteriyel enfeksiyonların teşhis ve tedavisinde doktorlara

yardımcı olmak amacıyla gerçekleştirilmiştir. MYCIN'in kullandığı bilgi veritabanında, doktorların bazı enfeksiyonları teşhis ederken kullandıkları buluşsal kurallar vardı. MYCIN'in kullandığı bu veritabanı silinip yerine başka grup hastalıkların teşhisi için kullanılan kurallar konulduğunda ortaya başka grup hastalıkların tanınmasında kullanılabilecek başka bir Uzman Sistem ortaya çıkmış oluyordu. Böylece Uzman Sistem kabuğu olarak tanımlanan eklenti plug-in kavramı ortaya çıkmış oldu.

2.2.3.5 XCON(R1): Bilgisayar Konfigürasyon Uzman Sistemi

Rutin işlerde kullanılan Uzman Sistemlere verilen en klasik örnek, Digital Equipment Corp. (DEC) tarafından geliştirilen XCON isimli Uzman Sistem, DEC'in bilgisayar sistemlerinin konfigürasyonunda kullanılmak için hazırlanmıştır[9]. Bir bilgisayar sisteminin konfigürasyonu yapılırken, müşterinin istediği özellikleri taşıyan parçalar bir araya getirilir ve üretim yapılan yerde testi yapılır. Bilgisayarı oluşturan parçaların çok fazla alternatifi olduğu için, sadece istenilen sayıda parçayı paketleyip yollamak mümkün değildir. Kullanılmakta olan Uzman Sistemlerin en başarılılarından biri olan XCON, üreticisi olan firmaya milyonlarca dolar kazandırmaktadır.

Aynı zamanda alınan siparişleri hazırlamak için gerekli zaman oldukça azalmakta ve siparişin hatasız olarak yerine getirilmesini sağlamaktadır. XCON, bir konfigürasyonu bir insandan yaklaşık olarak 15 kat daha hızlı yapabilmektedir. Yapılan testlerde insanların yaptığı konfigürasyonlarda yaklaşık %70'lik bir doğruluk saptanırken, XCON ile bu oran %98 olarak tespit edilmiştir. Kullanılmakta olan ilk ve tek sistem elbette XCON değildir. Ancak XCON'un hazırlanması ve ne kadar başarılı olduğunun duyulmasından sonra bu alanda yapılan çalışmalara hız verildiği için, XCON'un önemi büyüktür. 4.2 Yakın Zamanda Geliştirilen Uzman Sistem Örnekleri 1970'li yıllarda ortaya çıkan Uzman Sistemler günümüzde çok gelişmiş örneklere sahiptir. Bunlar;

2.2.3.6 GATES: Havaalanı Pist Tayini ve İzleme Uzman Sistemi

GATES, JFK (New York) havaalanında halen kullanılmakta olan bir Uzman Sistemdir. Sistem, TWA şirketinde çalışan yer kontrolü personeline, gelen ve giden uçaklara pist tayininde yardımcı olmak amacıyla hazırlanmıştır[10]. Sistemde kullanılan bilgi tabanı, bu işi günlük olarak yapan bir yer kontrol uzmanının bilgisine

başvurarak hazırlanmıştır. Pist tayin problemi uçuş saatlerindeki gecikme, kötü hava şartları, mekanik arızalar ve benzeri durumlarda çok karmaşık bir hale gelebilir ve çok hızlı çözüm gerektirir. Önceleri doğrusal programlama metoduyla çözülmeye çalışılan işlem, gerçek zamanlı probleme yeterince cevap veremediğinden, aynı sistem daha sonra mantıksal programlama dilleri kullanılarak bir PC üzerinde çalışacak şekilde hazırlandı. Sistem TWA'in uçuşlarla ilgili veritabanına doğrudan erişerek, günde 100'den fazla uçuşa yönelik pist tayinini yaklaşık 30 saniye gibi kısa bir zamanda yapmaktadır. Aynı iş, daha önce uzman bir insan tarafından yaklaşık 10-15 saatte hazırlanıyor ve günlük değişiklikler için yaklaşık 1 saat vakit harcanıyordu.

2.2.3.7 HESS: Petrokimya Sanayisi İçin Uzman Sistem Planlama

HESS, büyük bir petrokimya firmasının rafinerisinde üretilen ürünlerin planlanması için Houston Üniversitesi'nde geliştirilen bir Uzman Sistemdir[7]. Sistemde kullanılan bilgi tabanı, firmanın rafinerisinde çalışan iki planlama uzmanının bilgisine başvurularak hazırlanan buluşsal kurallardan oluşmaktadır. Bu uzmanların görevi, hangi ürün veya ürünlerin hangi zamanda ve hangi süreçlerde üretileceğine karar vermektir. Uzmanların performansı, üretim maliyeti, imalat hataları ve kaybedilen müşteri satışlarına göre değerlendiriliyordu. Yaklaşık 12 ayda hazırlanan ve PC üzerinde çalışan HESS, üretimle ilgili 400 kadar kural içeriyordu. Sistem, daha önce uzman insanlar tarafından yapılan planlama işini çok daha tutarlı bir şekilde yapmaktadır. Rafineride çalışan personelin ifadelerine göre, böyle bir sistemin hazırlanması ve kullanılmasıyla elde edilen yıllık kazanç milyon doları bulmaktadır. Sistem, firmanın veritabanına erişebilecek şekilde yeniden tasarlanmıştır.

2.2.3.8 DustPro: Maden Ocağı Güvenliği Uzman Sistemi

ABD Maden Ocakları Bürosu tarafından geliştirilen DustPro, madencilik işlerinde hava kalite kontrolü yapabilen sınırlı sayıdaki uzmanın yerine kullanılmak üzere hazırlanmıştır[16]. Madencilik operasyonlarındaki güvenlik şartları, havadaki kömür ve silis miktarına dayanarak düzenlenmektedir. ABD'de yaklaşık 200 maden ocağı bulunduğu dikkate alınır, her bir maden ocağında bir kişi olmak üzere, sürekli gözetim yapması gereken 200 uzmana ihtiyaç olduğu açıktır. Metan gazı emisyonu ve toz izleme sistemleri ile ortak çalışan DustPro, yaklaşık 15 dakikada sonuca

ulaşmaktadır. Bilgi tabanı yaklaşık 200 kuraldan oluşan DustPro, dünyadaki pek çok maden ocağında kullanılmaktadır.

2.2.3.9 TOP SECRET: Güvenlik Sınıflandırma Uzman Sistemi

ABD Enerji Bakanlığında, nükleer silah sistemleri güvenlik verilerine erişmek için yaklaşık 100 kadar sınıflandırma mevcuttur. Bakanlık bünyesindeki zahmetli işlerden biri, bir belgenin bu sınıflandırma kriterleri doğrultusunda doğru biçimde sınıflandırılmasıdır[10]. Bu sınıflandırmada yapılan şey, bir belgeyi kimin görebileceği veya göremeyeceğine karar vermektir. Oluşturulan bilgi tabanında, bu güvenlik sınıflandırmalarına dayanarak hazırlanan kurallar bulunmaktadır. Sistem belgeleri güvenlik derecelerine göre sınıflandırmakta ve daha önce bu işi yapan personelin yükünü oldukça hafifletmektedir.

2.2.3.10 Codecheck: Bilgisayar Programı Değerlendirme Uzman Sistemi

Abraxas Yazılım şirketi tarafından hazırlanan bu Uzman Sistemin temel fonksiyonu, C dili ile hazırlanan programların değerlendirilmesidir. Kural-tabanlı bir Uzman Sistem olan Codecheck'in yaptığı değerlendirme neticesinde program içerisinde karmaşık olan bölümler, biçimleme, standartlara uygunluk tespit edilmektedir[16]. Böylece programın sonradan bakımı kolaylaşmakta ve program başka ortamlara taşınabilmektedir. Yani hazırlanan bir programın örneğin DOS,OS/2,UNIX,VMS vs. gibi sistemlerde de rahatlıkla çalışabilmesi sağlanmaktadır.

2.2.3.11 Uçak Bakımı Uzman Sistemi

Bir uçak çok fazla elektronik ürün ve mekanik alet içeren bir sistemdir. Dolayısıyla birlikte bir hatanın oluşma durumunda incelenmesi gereken bir çok alan ortaya çıkmaktadır. Tüm bunları dikkate alacak olursak, sistemin bir uzman tarafından incelenmesi ve hataların bulunması gerekmektedir. Uzman bilgi uçak bakımında oldukça değerlidir [17].

Uçak bakımının uzman sisteminde kullanılmasındaki akademik çalışmalar içerisinde son zamanlardaki en güzel örnek, 2009 yılında yayımlanan "Fault knowledge management in aircraft maintenance" adındaki Yang Zhou, Qing Li, ve Yingping Zuo'nun makalesidir. Makale içerisinde uçak bakımı konusunda uzman bilginin ne denli değerli olduğu gösterilmektedir [17].

2.2.4 Uzman Sistemler ve Yordamsal Programlar

Uzman Sistemlere ait ilk çalışmalar Stanford Üniversitesi'nde yapılmaya başlanmıştır. Stanford Üniversitesi profesörlerinden Edward Feigenbaum Uzman Sistemlerin tanımını “bilgi ve çıkarım prosedürlerini kullanarak uzman bilgisi gerektiren zor problemleri çözen akıllı bilgisayar programları” şeklinde yapmıştır[20]. Burada “bilgi” önemli bir kelimedir. Çünkü Uzman Sistemler bünyelerinde var olan bilgi ile sonuca varırlar. Uzman Sistemler, yordamsal programlardan çok farklıdır. Yordamsal programlar, algoritmaya dayanan yani kesin sonucu olan programlardır. Fakat Uzman Sistemlerde ise kesin sonuç olmayabilir. Elimizde bilgi vardır ve sistemimiz elimizdeki bu bilgiyi kullanarak yorum yapar. Uzman Sistemler, problem çözümede uzman bilgisini yani insan bilgisini kullanırlar. Bu sistemlerde uzman bilgisi, bilgi yada kurallar kümesi olarak adlandırılır. Bu bilgi ve kurallar kümesi problem çözümünde ihtiyaç duyulursa kullanılır. Kitaplar ve elkitapları, çok fazla bilgiye sahiptir, fakat bu bilginin kullanılabilmesi için bu kaynakların okunması ve bilginin bilgisayarın kullanabileceği formata çevrilmesi gerekmektedir. Yordamsal programlar, bir problemi çözümede bilgiden ziyade basit algoritmalar kullanırlar. Ayrıca az olsa da kullanılan bu bilgi program kodunun içine yerleştirilmesi gerekmektedir. Fakat burada bir problem önümüze çıkmaktadır. Şayet bilgimizde bir değişiklik olduğu zaman, değişen bilginin tekrar kodumuzun içine değişen haliyle yazılması ve programın tekrar derlenmesi gerekmektedir. Uzman Sistemler ise, ufak bilgi parçalarını bilgi tabanına toplarlar ve bunu uygun bir problemin değerlendirilip çözülmesinde kullanırlar. Farklı bir problemle karşılaşıldığında ise, yordamsal programlamanın aksine, bilgi tabanının sınırları dahilinde, tekrar programlamadan problem çözülebilir. Ayrıca yapılan işlemlerin gerekçelerini açıklaması, güven seviyeleri ile uğraşması ve kuşku gibi özellikler Uzman Sistemlerin yordamsal programlara göre artı özellikleridir. Yordamsal programlarda Basic, Pascal gibi programlama dilleri kullanılırken, Uzman Sistem tasarımında Lisp, Prolog gibi Yapay Zeka dilleri kullanılmaktadır[7].

2.2.5 Uzman Sistemlerin Temel Bileşenleri

Bir Uzman Sistem iki ana parçanın birleşiminden oluşur. Geliştirme çevresi ve görüşme çevresi. Geliştirme çevresi sistemin bileşenlerini kurmak ve uzman 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 [16].

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.

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.

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.

d- 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.

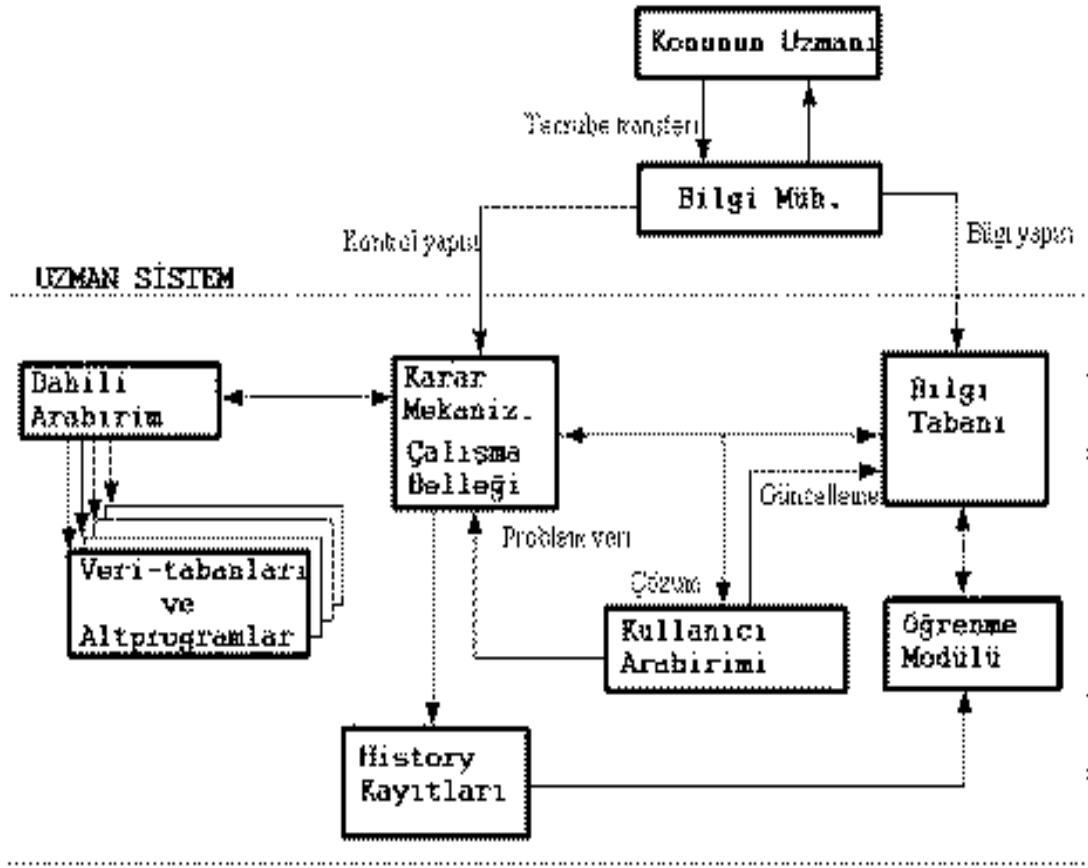
e- Kullanıcı arabirimi: Uzman Sistemler, kullanıcı ile bilgisayar arasında probleme yönelik iletişimin sağlanması için bir dil işleyici içerir. Bu iletişim, en sağlıklı doğal dil ile yapılır. Kısaca kullanıcı ara birimi kullanıcı ile bilgisayar arasında bir çevirmen rolünü üstlenmiştir. Modern bilgisayar programlarında olduğu gibi, Uzman Sistemlerin de kullanıcının rahat kullanabileceği kolay ve anlaşılır bir arabirimi vardır. Kullanıcı arabiriminin kolay ve anlaşılır olması, sistemin iç çalışmasının akıcı olacağı anlamına gelmez, fakat bu uç kullanıcıların Uzman Sistemi kullanırken sisteme problemlerini rahatça anlatabilmelerini ve sistemin verdiği sonucu da rahatça anlayabilmelerini sağlar.

f- 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.

g- Düşünme kapasitesini iyileştirme: 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. Amaç bir insan beyni gibi çalışan Yapay Zekayı geliştirebilmektir [18]. 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. Bu kabuklar bir sonuç mekanizması ile donatılmışlardır ve spesifik bir formata göre bilgi girişine sağlarlar. Diğer bazı özellikleri, hypertext yazma araçları, kullanıcı için kullanımı kolay arabirim tasarımı, listeleri, stringleri ve objeleri işleyebilme, harici programlarla ve veritabanları ile anlaşabilme şeklinde sıralanabilir. Kabuklar, programlama dillerine benzerler, fakat programlama dilleri gibi birçok uygulama ile ilişkili olamazlar. İlişkili oldukları uygulama açısından sınırlıdır. Ayrıca kullanıcının kendisinin özel çıkarım mekanizması geliştirmesine imkan veren daha gelişmiş sistemler de vardır.

2.2.6 Uzman Sistemlerin Çalışma Prensibi

Uzman Sistemlerin temel çalışma prensipleri şöyledir: Programı kullanan kişi Uzman Sistem programına gerçekleri (facts) verir ve karşılığında uzman tavsiyesi veya uzmanlık alır. Uzman Sistemler genelde iki ana unsurdan oluşur. Bunlardan birincisi Bilgi-Tabanı (Knowledge-Base) olup, doğruluğu önceden bilinen gerçekleri içerir. İkinci unsur olan Karar Motoru (Inference Engine) ise, Bilgi Tabanı'nda bulunan bilgiyi kullanarak kullanıcının sorduğu sorulara uygun sonuçlar çıkarır. Şekil 2.1'de bir Uzman Sistem' in çalışma prensibi gösterilmiştir.



Şekil 2.1 : Uzman sistemin çalışma yapısı [16]

2.2.7 Uzman Sistemlerin Tasarımı

Bir Uzman Sistem tasarımına başlamadan önce, çözümü aranan problem için Uzman Sistemlerin en uygun yöntem olup olmadığına karar vermek gerekir. Örneğin geleneksel programlama ile çözüm bulunabilen bir problem için Uzman Sistemlere başvurmak gereksizdir. Bu konuda bir karara varabilmek için, göz önünde bulundurulması gereken bazı kriterler mevcuttur. Bunlardan bazıları şunlardır:

- Problem, yordamsal programlama ile çözülebilir mi?

Eğer bu sorunun cevabı “Evet” ise, bu durumda Uzman Sistemlerle uğraşmanın en iyi çözüm olmadığı barizdir. Örneğin arıza yapan bir cihazdaki hatayı tespit etmek için, bir arızaya yol açan bütün nedenler bilindikten sonra yapılması gereken tek şey, sadece bir hata ve çözüm tablosuna bakmak yeterli olur. Uzman Sistemler daha çok algoritmik çözümü olmayan, eldeki verileri kullanarak sonuç çıkarmak gereken problemler için uygun olur.

– Uygulama yapılacak alanın sınırları kesin olarak belli mi?

Tasarlanacak Uzman Sistemin bilmesi gerekenler ve yeteneklerinin sınırları tam olarak belirli olmalıdır. Örneğin baş ağrılarına teşhis koymak için kullanılan bir Uzman Sistem düşünelim. Böyle bir Uzman Sistem için bir tıp doktorunun bilgisine başvurmak gerekir. Fakat baş ağrılarının nedenlerini çok ayrıntılı bir biçimde araştırmak, tavsiyede bulunmak için nörologun da bilgisine ihtiyaç duyulur. Daha ayrıntıya girildikçe biyokimya, kimya, moleküler biyofizik vs. gibi pek çok alan ile ilgili bilginin de bilgi tabanına eklenmesi gerekir. İşte böyle durumlara düşmemek için, Uzman Sistemin alanının mutlaka bir şekilde sınırlandırılması gerekir. Aksi takdirde Uzman Sistem çok karmaşık hale gelir.

– Uzman Sisteme ihtiyaç var mı? Pek çok uzmanın bulunduğu bir alanda Uzman Sistem hazırlamak pek de mantıklı olmaz. Çünkü böyle bir Uzman Sistemin dayanak noktası az bulunan uzman bilgisinden ziyade, çok sayıda uzmandan rahatlıkla alınabilecek bilgiye dayanır.

– İşbirliği yapılabilecek en az bir uzman kişi mevcut mu? Tasarlanan projeye ilgi duyan en az bir uzman kişinin bulunması gereklidir. Çünkü herkes, bilgisinin doğruluğunun test edilmesini kabul etmeyebilir. Bir projeye çok fazla sayıda uzman kişinin katılması da bazen sakıncalı olabilir. Bir problemin çözümü için iki uzman farklı testler ve çözümler önerebilir. Bazen, farklı sonuçlara da varabilirler.

– Uzman kişi, bilgisini anlaşılabilir derecede açıklayabiliyor mu? Bir Uzman Sistem hazırlanırken, bilgisine başvuru uzman kişinin kendisine net bir biçimde ifade edebilmesi çok önemlidir. Tasarım yapan mühendis, uzman kişinin söylediklerini net bir şekilde anlayamazsa, aldığı bilgiyi bilgisayar koduna dönüştürmesi çok zor olur. Uzman Sistemin tasarımına karar verdikten sonra, aşağıdaki başlıca 6 adım uygulanmalıdır:

1-Uzman Sistem tasarımı için bir araç seçilir.

2-Problemin tam olarak ne olduğu belirlenir sistemin içermesi gereken bilgi analiz edilir.

3-Sistem dizayn edilir. İlk olarak bu dizayn sistemin kağıt üzerinde tasvir edilmesini içerir. Yani akış diyagram ve matrisleri, sistemin kurallarının taslakları bu dizaynın içerisinde yer alır.

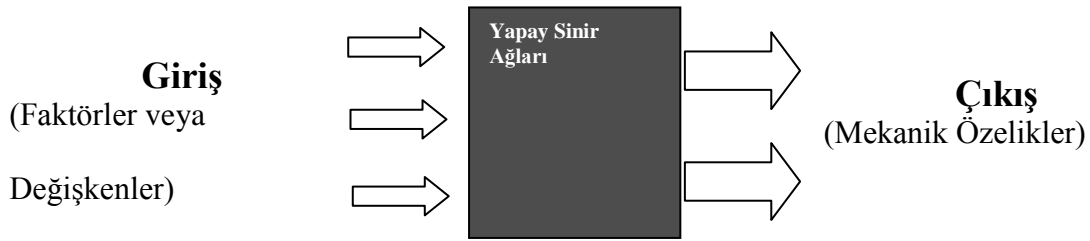
- 4-İlk adımda belirlediğimiz araç kullanılarak sistemin bir prototipi oluşturulur. Bu prototip, bilgi tabanının oluşmuş halini, test edilmesini ve birçok denemenin gerçekleştirilmesini içerir.
- 5-Sistem istediğimiz hale gelene kadar üzerinde genişletmeler ve testler yapılarak sistem gözden geçirilir.
- 6-Sistem son halini alır ve yeri geldikçe üzerinde yeni düzenlemeler yapılabilir.

2.3 YAPAY SİNİR AĞLARI

Son yıllarda yeni bir bilgi işleme yöntemi olan ve insan beyninin hesaplama modelini esas alarak birçok karmaşık problemlerin çözümüne kolayca ulaşmak amacıyla Yapay Sinir Ağları (YSA) geliştirilmiştir[19]. Biyolojiden esinlenerek oluşturulan YSA'nın mühendislik açısından iyi gelişme olduğu söylenebilir. Klasik regresyon yöntemi ise bilinmeyen değerlerin bulunmasında istenilen hassasiyet ve dolgunluğu sağlayamamaktadır. Geleneksel kural-tabanlı sistemle karşılaştırıldığında, YSA sistemi girişler ve çıkışlar arasındaki kompleks ilişkilerin daha dolgun ifade edilmesine imkan verir[20]. YSA bilinen bir deney veya örnekten genelleme yaparak bilinmeyen bir durumu tahmin edebilir. Yani, deneysel elde edilmiş giriş ve çıkış değerleri kümesi YSA ile öğrenildikten sonra bilinmeyen bir giriş değerine karşı gelen çıkış değeri güvenli bir biçimde tahmin edilebilmektedir. Böylece, malzeme davranışı, mikroyapısal parametreler ve mekanik özellikler arasındaki ilişkiyi gösteren amprik veya mezomekanik formüllere gerek kalmadan, doğrudan deneysel veriler kullanılarak öğrenilebilir ve modellenilebilir. Klasik algoritmanın aksine olarak YSA programlaştırılmaz, ama eğitilir [21]. Bir malzeme modeli için “eğitilmiş ağ” malzeme davranışı hakkında uygun bilgiyi içerir. Ünlü Hecht Nielsen teoremine göre herhangi $\mathbf{y}=\mathbf{f}(\mathbf{x})$ vektör fonksiyonu uygun YSA kullanılarak hesaplanabilir. $\mathbf{y}=\mathbf{f}(\mathbf{x})$ probleminde \mathbf{x} ve \mathbf{y} genelde vektörlerdir. Klasik algoritmada \mathbf{x} vektörü bilinen veri kümesi ve \mathbf{f} ise bilinen fonksiyondur. Böylece, bilinmeyen \mathbf{y} hesaplanır. Buna karşın, YSA'da ise \mathbf{x} ve \mathbf{y} vektörleri bilinen verilerden oluşup \mathbf{f} fonksiyonu ise bilinmeyendir. Böylece, tipik doğrusal olmayan bir davranış gösteren sistemin hiç bir amprik formüle gerek kalmadan, deneysel olarak elde edilen veriler kullanılarak YSA ile modellenmesi ve optimum tasarımı yapılabilecektir.

2.3.1 Yapay Sinir Ağlarının(YSA) Tanımı ve YSA Hakkında Genel Bilgiler

Sinir ağları bilgi işlem sistemleri olup genel olarak kendisine gelen giriş sinyallerini kabul eden, bilgileri işleyip bir çıkış üreten “kara kutu” gibi tanımlanabilir. Bu sistemlerde, ilişkiler bu ilişkileri gösteren örnekler vasıtasıyla öğrenme esasına göre belirlenir. Şekil 2.2’de gösterildiği gibi YSA faktörlerden oluşan girişleri alıp mekanik özelliklerden oluşan çıkışları üretebilmektedir.



Şekil 2.2 : Yapay Sinir Ağı modelinin genel şeması [22]

YSA'nın temel yapısı ile insan beyninin fonksiyonları arasında benzerlik vardır. Bu yüzden YSA sistemine insan beyninin faaliyetinin matematiksel modeli de denilebilir. YSA, dış dünyanın nesnelere ile biyolojik sisteminin yapıları gibi etkileşmeyi amaçlayan birbiriyle paralel olarak bağlanmış basit işlem elemanları ve bu elemanlardan oluşan hiyerarşik olarak düzenlenmiş ağlardır[22].

2.3.2 Biyolojik Sinir Ağları

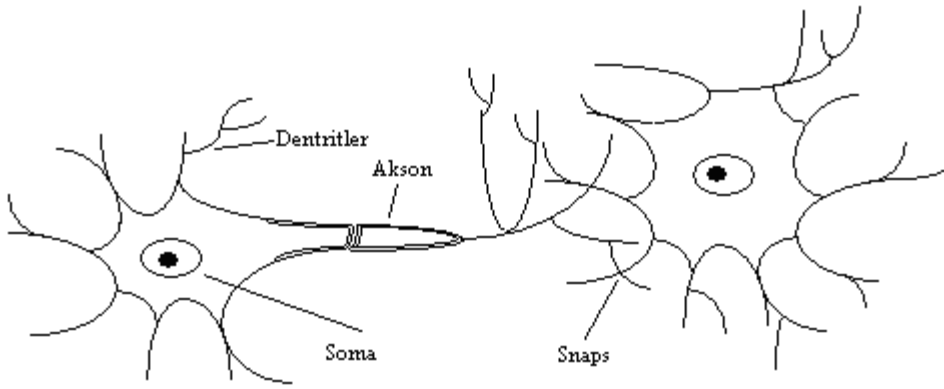
İnsanın bilgi işleme sisteminin ana merkezi biyolojik beyindir. Sinir (nöron) biyolojik sistemin temel ünitesidir. Nöronlar birbiriyle bağlanarak katmanlı yapıyı oluşturarak vücudun her yerinden bilgileri alıp işleyen ve ileten hücrelerdir. Nöronlar arası bağlantıların gücü bağlantı ağırlıkları ile karakterize edilir. Esas olarak bir nöron üç parçadan oluşur[23]:

Synapse'lar: Aksonun dendritle birleştiği nokta olup, diğer nöronlardan sürekli bilgi alan, geçmişteki deneyimleri toplayarak uzun süreli belleği oluşturan ve dendritler aracılığıyla bu bilgiyi depolayıp gönderen birimlerdir.

Dendritler: Nöronun giriş kanallarıdır.

Aksonlar: Nöronun çıkış kanalıdır. Nörondaki bilgileri diğer nöronlara ileten bir köprü görevini yapar.

Yani, bir biyolojik nöron, soma denilen bir hücre gövdesi, gövdenin dikene benzer uzantıları olan denritler ve soma'dan dışarı dallanarak sinirdeki bilgileri diğer nöronlara iletken görevini yapan akson'dan oluşmaktadır. Bir aksonun dendritlerle birleştiği noktalar ise **synapse**'ler adlanır. Synapse dayanımı beyinin öğrenme prosesi sırasında modifiye edilir ve bir hafıza ünitesi sayılabilir. Synapse'lerce iletilen bilgileri taşıyan aksonlar ve dendritlerce birbirine bağlanan tüm nöronlar bir sinir ağı oluşturmaktadırlar. Biyolojik sistem, teorik açıdan bakılırsa, çok kanallı giriş ve tek kanallı çıkışı olan bir sistemdir. Biyolojik nöronların şematik gösterimi Şekil 2.3'de verilmektedir[24,25].

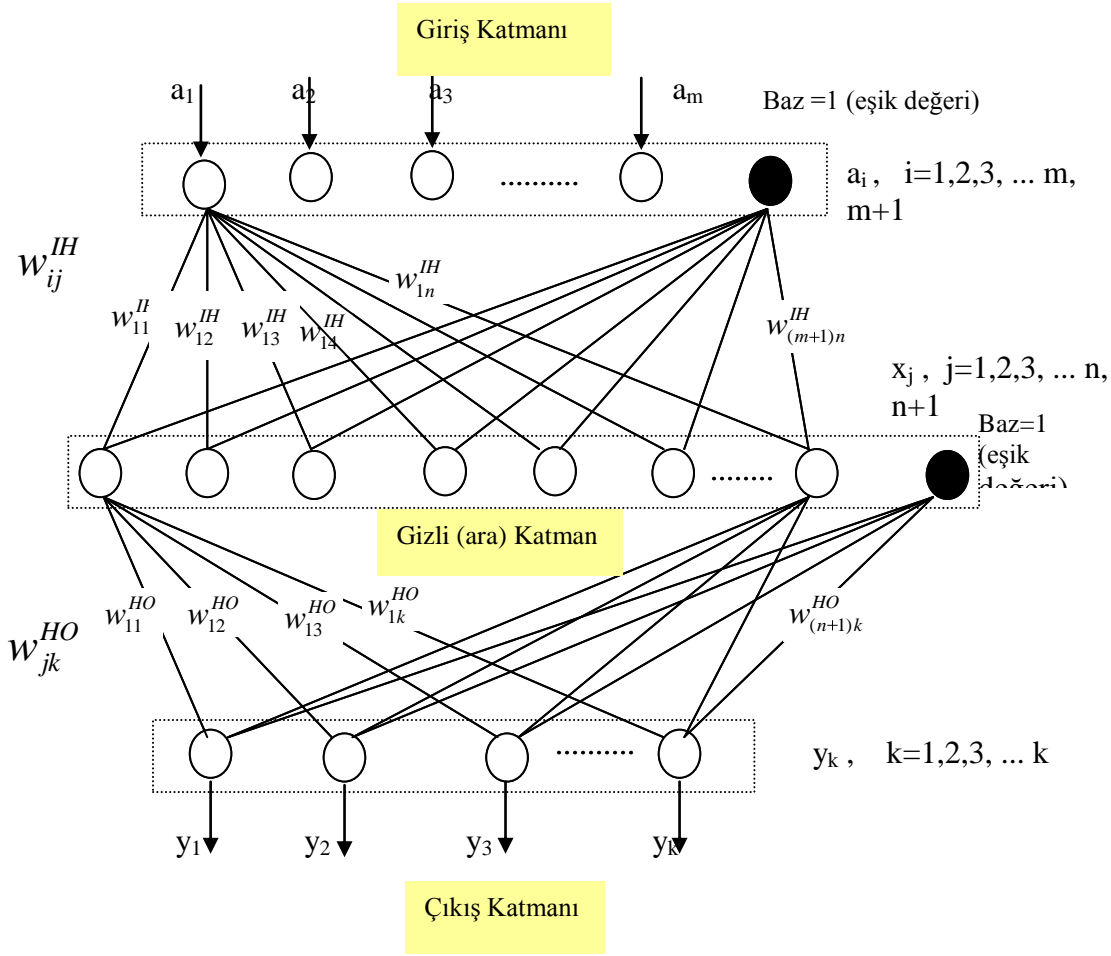


Şekil 2.3 : Tipik bir biyolojik nöron yapısının şeması [24]

2.3.3 Yapay Sinir Ağları ve Özellikleri

YSA teorik hale getirilmiş insan beyni faaliyetinin matematiksel modelleridir. YSA'nın işlem yapabilme yeteneği insan beyninin gücünü ve esnekliğini yapay olarak gerçekleştirme ümidine dayanmaktadır. YSA ile kullanılan modeller her ne kadar biyolojik beynin modelleri olsa da, biyolojik modellerin basite indirgenmiş hali görünümündedirler[26]. YSA yeni hesaplama teknikleri olup, doğrusal olmayan değişkenler içeren sistemlerin davranışının öğrenilmesi için güvenilir bir yöntemdir. YSA da işlemler birbirine bağlı yapay nöronlar vasıtasıyla gerçekleşmektedir. Nöronlar birbirine bağlanarak katmanlı yapıyı oluştururlar. Nöronlar katmanlar şeklinde organize edilirler ve katmanlar arası geri beslemeye izin verirler. Nöronlar arası bağlantıların gücü ise bağlantı ağırlıkları ile ifade edilmektedir. Tipik bir “**ileri-beslemeli**” YSA en az üç katmandan oluşmaktadır. Dış dünyadan aldığı giriş değerlerini içeren giriş katmanı, sisteme doğrusal olmayan davranış katan ve bilgileri işleyen ara (gizli) katman, ve işlenmiş bilgileri yeniden dış dünyaya ileten çıkış

değerlerinin oluşturduğu çıkış katmanından oluşmaktadır. Şekil 2.4’de tipik bir “ileri-beslemeli” üç katmanlı YSA modelinin şeması verilmektedir.



Şekil 2.4 : Tipik bir “ileri beslemeli” Yapay Sinir Ağı şeması [27]

Sinir sisteminin modellenmesi sonucu oluşturulan YSA’ları, doğal olarak biyolojik sinir sisteminin üstünlüklerine de olabildiğince sahip olup bu özellikler aşağıdaki gibi sıralanabilir:

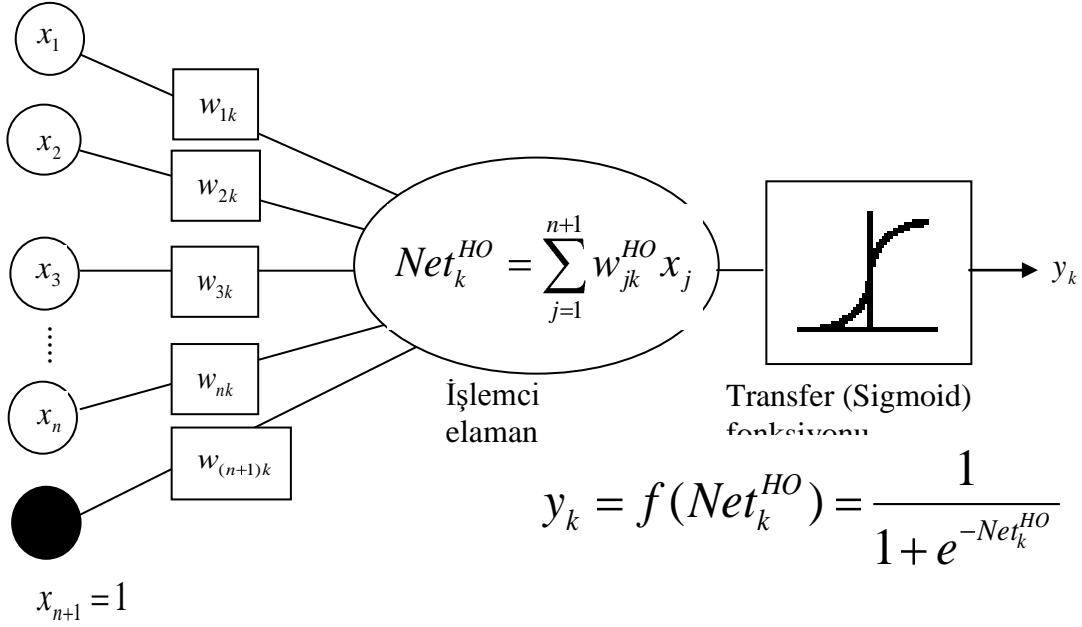
- **Paralellik** : Alışlagelmiş bilgi işleme yöntemlerinin çoğu seri işlemlerden oluşmaktadır. Bu da hız problemine sebep olmaktadır. YSA’nda her eleman kendi kendisinin işlemcisi olduğundan ve aynı katmandaki bağlantılar arasında zaman bağımlılığı olmadığından işlemci elemanlar tamamıyla eşzamanlı çalışabilmektedirler. Bu özellik YSA modeline hız ve paralel çalışma olanağı sağlar.

- **Hata Toleransı :** YSA modeli hata toleranslı olup, ayrı ayrı YSA elemanlarında meydana gelen hasar onun performansına ciddi bir etki etmez ve YSA işleme devam edebilir. Buna karşın, bir bilgisayarda her hangi bir işlem elemanının bozulması onu etkisiz bir makineye dönüştürebilir.
- **Öğrenebilirlik :** YSA da biyolojik sinir sistemi gibi problemleri öğrenerek çözer. Geleneksel veri işleme yöntemlerinin çoğu programlama yolu ile hesaplamaya dayanmaktadır. Her hangi bir problemin çözümü için probleme yönelik bir algoritma geliştirmek gerekir. YSA modelinde ise çözülecek problemler için yapı aynı olup, YSA verilen örnekleri öğrenerek çözer.
- **Gerçekleme Kolaylığı :** Bir YSA modelinde, karışık fonksiyonlar yerine işlemler basit olduğundan problemin çözümünü gerçeklemek kolaydır.

2.3.4 YSA'nın Yapısı ve Temel Elemanları

YSA, birbirine çok sayıda ağırlıklı bağlantılar üzerinden işaret göndererek iletişim kuran basit işlem elemanlarının (nöronların) yığılmasından oluşmaktadır. Bir YSA modelini oluşturan elemanlar aşağıdaki gibidir[28]:

1. Nöron veya hücre: İşlem elemanlarıdır.
2. Ağırlıklar, w_{jk} : İşlem elemanları arası bağlantının gücüdür.
3. Toplayıcı, Net_k : Her bir elemanın diğer elemanlara bağlantılarından ve bir dış bağlantıdan (baz) aldığı girişlerden oluşur ve o elemanın çıkışını belirler.
4. Aktivasyon fonksiyonu: Her bir işlem elemanı için toplayıcının çıkış değerini kullanıp bir fonksiyondan geçirerek o elemanın çıkış işaretini belirler.



Şekil 2.5 : Tipik bir YSA modeli ile çıkış değerlerinin hesaplanması [28]

2.3.5 YSA'nın Kullanım Alanları

YSA'ları bir çok alana başarı ile uygulanmıştır. Bu alanlar aşağıdaki gibi sınırlanabilir:

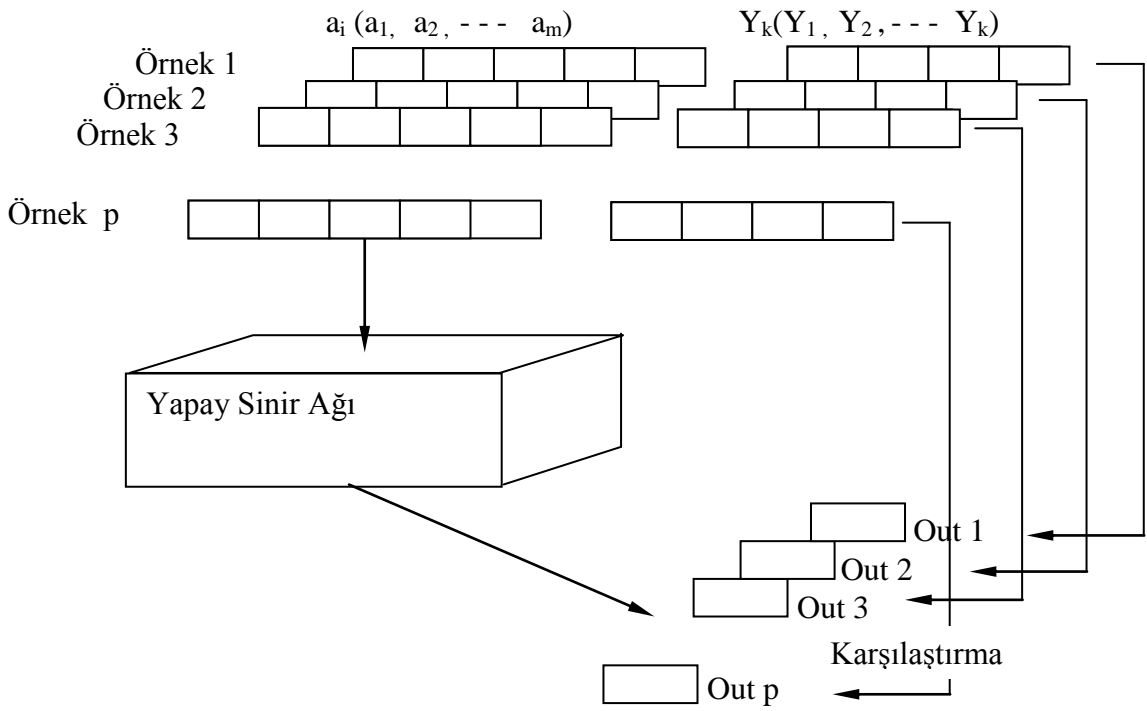
- Optimizasyon,
- Fonksiyon yaklaşırma,
- Sınıflandırma,
- Görme, Konuşma, Örnek tamamlama,
- Zaman Serileri Tahmini,
- Modelleme ve Kontrol,
- Robotik, Uzman Sistemler,
- Finans, yatırımlar ve mali uygulamalar,
- Spor – Araba yarışları, at yarışları alanlarında modelleme yapma,
- Tıp – Hastalık nedenlerinin saptanması, genetik ve kan haritalarının oluşturan modeller[21].

Doğrusal olmayan model davranışı gösteren YSA'lar regresyon gibi geleneksel istatistik tekniklerinin yetersiz kaldığı farklı mühendislik alanlarında da kullanılarak çoğu problemlerin çözümünde iyi sonuçlar vermiştir. Ayrıca, günümüzde petrol arama maliyetlerinin düşürülmesi için petrol şirketleri YSA modellerini

kullanılmaktadırlar. Kredi ödeme riskini YSA ile araştıran bankalar da başarılı sonuçlar almışlardır.

2.3.6 YSA'da Eğitme

Sinir ağının eğitimi esasen giriş ve deneysel çıkış değerlerin oluşturduğu bir veri kumesinin örnekleri vasıtasıyla yerine getirilir. Veri kumesi giriş ve çıkış değerlerinden oluşan vektörleridir. Şekil 2.6'da öğreticili ğrenme Őemasında da gösterildiği gibi veri kumesinde her bir (a_i) giriş vektörüne karşı gelen (Y_k) ıkış vektörü vardır. Örneğin, bu çalışmada giriş vektörü iki elemandan ($L/d, V_f$), çıkış



vektörü ise beş elemandan (f_c, f_t, E, G_F, l_{ch}) oluşmaktadır.

Şekil 2.6 : Öğreticili ğrenme Şeması [23]

YSA eğitimiinde esas amaç yapılan deneyden elde edilen giriş ve çıkış değerleri kullanarak, nöronlar arası bağlantıları gösteren ağırlıkların değiştirilmesi ile malzemenin davranışının öğrenilmesidir. Literatürde en çok kullanılan ve bu çalışmada da tercih edilen öğrenme sistemi hatanın "geriye yayılma"sı algoritmasıdır.

2.3.7 YSA'da Öğreneme Algoritmaları ve Öğrenme Kuralları

Bilginin kurallar şeklinde açıklandığı klasik uzman sistemlerin aksine, YSA verilen örnekten öğrenerek kendi kurallarını oluşturmaktadır. Öğrenme, öğrenme kuralları kullanılarak giriş ve bu girişlerin çıkışlarına bağlı olan nöronlar arası bağlantı ağırlıkları değiştirilerek gerçekleştirilir[8]. Literatürde birçok öğrenme kuralı vardır. En çok kullanılan öğrenme kuralları Hebb, Kohonen, Perception, Grossberg , ve Genelleştirilmiş Delta öğrenme kurallarıdır[23].

3. SİSTEM FİZİBİLİTESİ

3.1 Teknik Fizibilite

Ucakbakimi sistemi internet teknolojisi üzerine kurulu bir sistemdir. Bundan dolayı sistemin minimum isterleri internet bağlantısına sahip güçlü bir desktop bilgisayar olacaktır.

Teknik fizibilite 4 farklı ana başlık altında incelenebilir. Bunlar ;

- Masaüstü bilgisayar üzerinde kullanılan yazılımlar,
- İnternet bağlantısı,
- Masaüstü bilgisayar minumum donanım isterleri,
- Çalışan kaynağı.

3.2 Masaüstü Bilgisayar Üzerinde Kullanılan Yazılımlar

Projeyi geliştirirken kullanabileceğimiz iki farklı temel araç var, bunlar J2EE ve .NET. Her ikisinde platform bağımsız çalışabilmektedir.

.NET Framework ile alakalı avantajlar J2EE'den oldukça fazladır. .NET'in avantajlarından birçoğu sistem mimarisi bölümünde bahsedilmiştir.

Masaüstü bilgisayar'da kullanılan programlar iki farklı alanda incelenebilir, geliştirme anı ve çalışma anı. Bu iki farklı durum Tablo 1 ve Tablo 2 de gösterilmiştir.

Çizelge 2.1 : Geliştirme Anında Olması Gereken Programlar

Yazılımlar
Ms Visual Studio .NET
Ms SQL Server 2005
Ms Windows XP Professional
Ms Frontpage 2002
Ms Office 2003
Ms Visio 2003
Ms Project 2003

**Çizelge 2.2 : Çalışma Anında
Olması Gereken Programlar**

Yazılımlar
Framework 3.5
Ms SQL Server 2005
Ms Windows XP Professional

3.3 İnternet Bağlantısı

İnternet bağlantısı son yıllarda ülkemizin her köşesinde oldukça gelişmiştir. Bağlantı problemleri özel firmalarında bu markete girmesi ile birlikte düşmüştür ve kalite artmıştır. Bağlantı hızları basit bir sistem için 2Mbps ve 8Mbps arasında değişmektedir. Hazırlayacağımız uygulama için gerekli duyulan bağlantı hızı, kullanıcı sayısı arttıkça doğru orantılı olarak artacaktır. Projenin başında yüksek maliyetli bir yapıya ihtiyaç yoktur. Kullanıcı sayısı arttıkça, internet bağlantı hızı da arttırılabilir.

3.4 Masaüstü Minimum Donanım İsterleri

Minimum donanım isterleri aşağıda gösterilmiştir.

Çizelge 2.3 : Minimum Donanım İsterleri(Çalışma Anında)

Pentium Core2Duo – 2.5 Mhz CPU
1 GB RAM
100 GB HardDisk
UPS(400 VA)

Çizelge 2.4 : Minimum Donanım İsterleri(Geliştirme Anında)

Pentium Core2Duo – 2.5 Mhz CPU
2 GB RAM
100 GB HardDisk

3.5 Çalışan Kaynağı

Geliştirme süreci boyunca çalışanlar üç farklı alanda çalışmışlardır. Çalışanlar ve geliştirme süreç zamanları Çizelge 2.5. de gösterilmiştir.

Çizelge 2.5 : Çalışanlar ve Geliştirme Süreleri

Çalışanlar	Geliştirme Süreleri(Gün/Çalışan)
System Analisti *2	7
Veritabanı sorumlusu * 2	10
Web programcısı * 3	20
Testçi * 2	10
Toplam Geliştirme Süreci	47

3.6 Ekonomik Fizibilite

Ekonomik fizibilite 4 farklı alanda incelenebilir,

- Yazılım Tutarı,
- İnternet Bağlantısı Tutarı,
- Donanım Tutarı,
- Çalışan Maaşları Tutarı.

3.7 Yazılım Tutarı

Uygulamayı yazabilmek için ihtiyaç duyulan yazılımlar ve yaklaşık tutarları aşağıda verilmiştir. MS Office programı projenin planının hazırlanması için gereklidir. İçerisindeki MS Visio ve MS Project ile proje planlamaları yapılmıştır.

Çizelge 2.6 : Yazılım Tutarları

Uygulama	Fiyat
MS Windows XP Pro	149\$
MS SQL Server 2005	1000\$
MS Visual Studio.NET	1500\$
MS Office 2007 Pro	450\$
Toplam Tutar	3249\$ + KDV

3.8 İnternet Bağlantısı Tutarı

İnternet bağlantısının yaklaşık tutarı aylık hizmet ücretleri olarak aşağıdaki çizelgede gösterilmiştir.

Çizelge 2.7 : İnternet Bağlantısı Tutarları

Uygulama	Fiyat(Aylık)
ADSL(2Mbps)	20\$
ADSL(8Mbps)	40\$
Turkcell VINN	20\$

3.9 Donanım Tutarı

Sistem için gerekli sunucu minimum donanımın tutarı aşağıda gösterilmiştir.

Çizelge 2.8 : Donanım Tutarları

Donanım	Fiyat
Desktop PC	600\$-1300\$
UPS (400 VA,opsiyonel)	230\$
Toplam Tutar	830\$-1530\$

3.10 Proje Çalışanlarının Maliyetleri

Projede çalışan sistem analisti, windows programcısı, mobil cihaz programcısı ve test yapan kişilerin maliyetleri ve toplam tutarı aşağıda gösterilmiştir.

Çizelge 2.9 : Proje Çalışanlarının Maaliyetleri

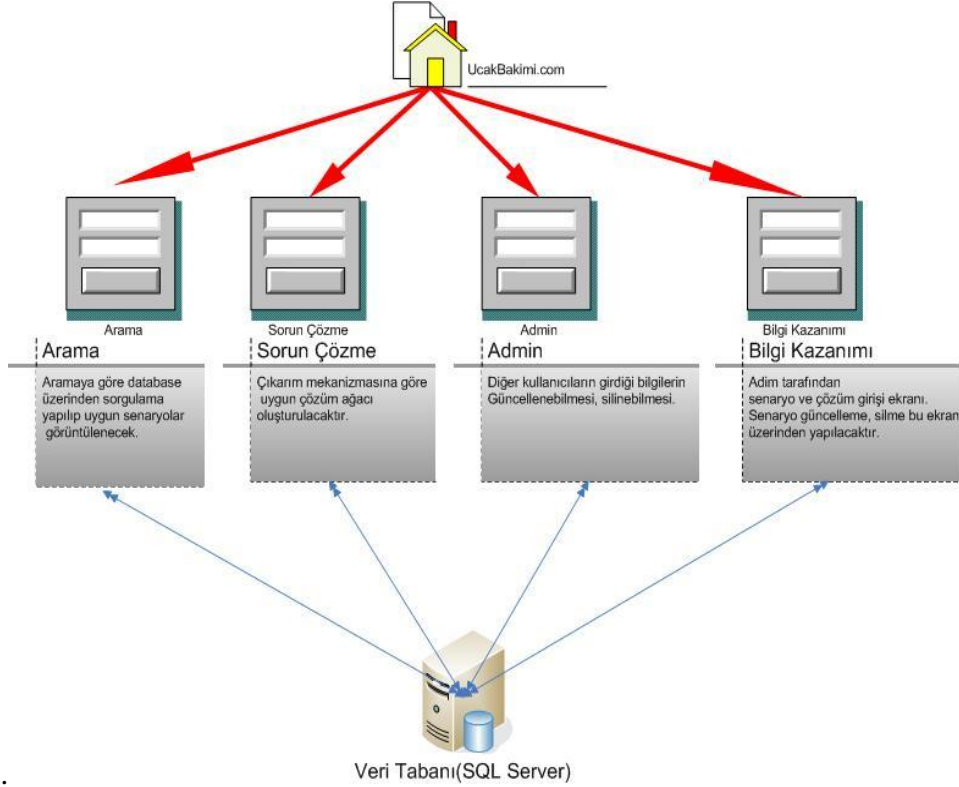
Çalışanlar	Maaliyet
Sistem Analisti	1020\$
Web& Database Programcısı	2400\$
Testçi	350\$
Toplam Tutar	3770\$

Toplam proje tutarı yaklaşık 7,000\$ ila 10,000\$ arası gelişmelere göre değişebilir.

4. UYGULAMA

Sistem internet üzerinde yayınlanacak şekilde tasarlanarak, daha geniş bir kitleye hitap etmek amaçlanmıştır. Hazırlanan sistem web üzerinden uçak bakımı uzman sistemi üzerinde sorgulama yapabildiği gibi aynı zamanda, admin arayüzü sayesinde yeni senaryolar tanımlama imkanı da vermektedir. Web haritası ana hatlarıyla 4 farklı bölümden oluşmaktadır. Bunlar;

- Arama,
- Sorun Çözme,
- Admin,
- Bilgi Kazanımı.



Şekil 2.7 : Web Haritası

4.1 Arama Bölümü

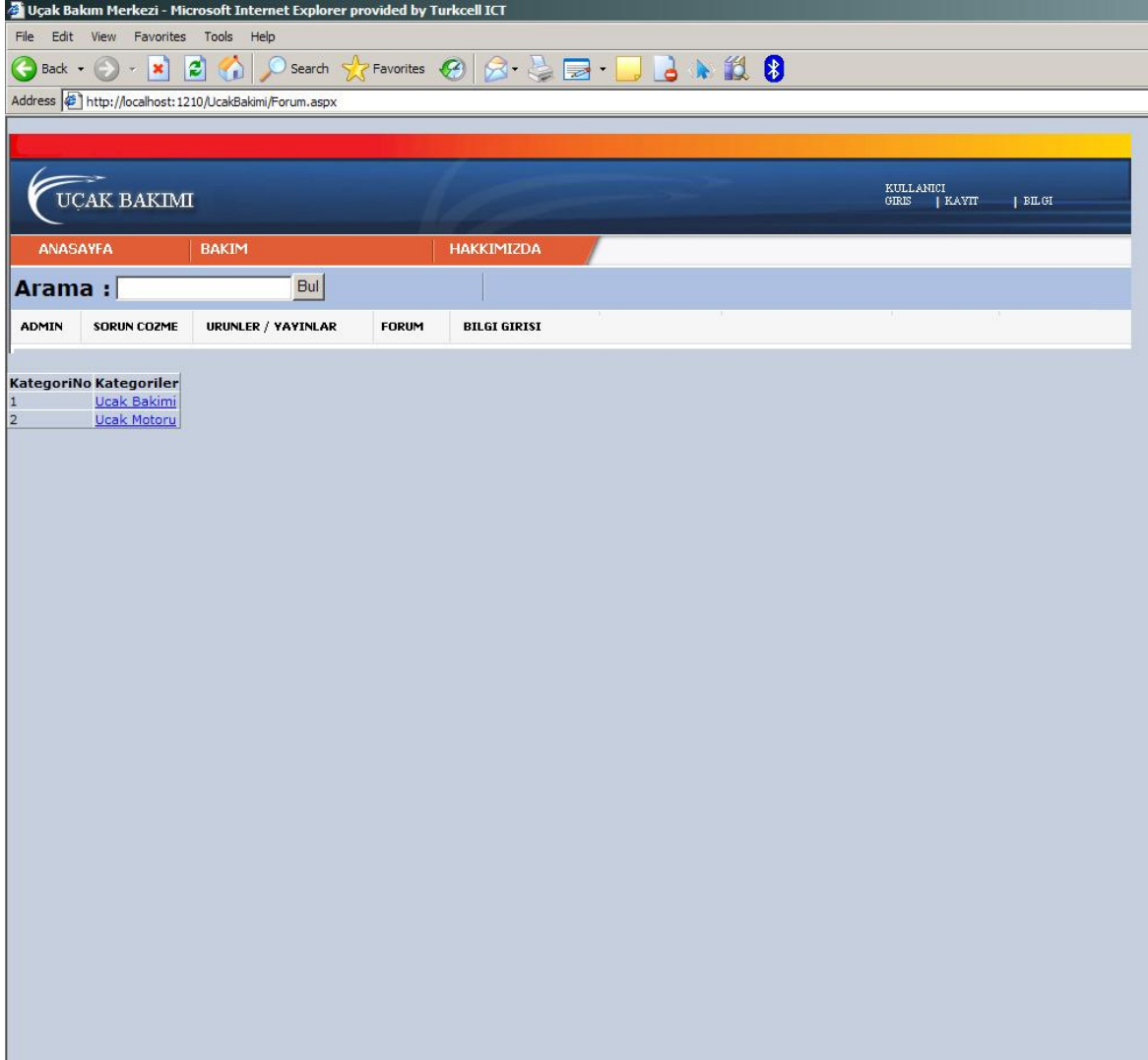
Arama bölümünde çeşitli bilgiler girilerek hataya ulaşım konusunda arama yapılabilen ekrandır. Veri tabanında girilen sözcüklere istinaden bir arama sorgusu tasarlayan, ardından ekranda kullanıcıya arama sonuçlarını gösterebilen ekrandır. Dilenirse bu ekrana kullanıcı bazlı erişim imkanı katılabilir.

Arama bölümü kullanıcının giriş yaptığı sözcük veya sözcük grubuna istinaden farklı sorgular oluşturulur. Database’de çalıştırılan bu sorgular, formlar üzerinden taramalar yaparak çeşitli sonuçlar bulur bu sonuçlar üzerinden .net bulanık mantık kütüphanesi kullanılarak bulanık mantık uygulaması ile uygun sonucu kullanıcıya gösterir. Projenin bu noktasında sistemin başarısı test edilmek üzere forum kısmına random olarak oluşturulmuş 80 karakter uzunluğunda yaklaşık 1 milyon satır bilgi girilmiştir.

Şekil 2.8’de aramanın başlatılabileceği ana sayfa gösterilmiştir.

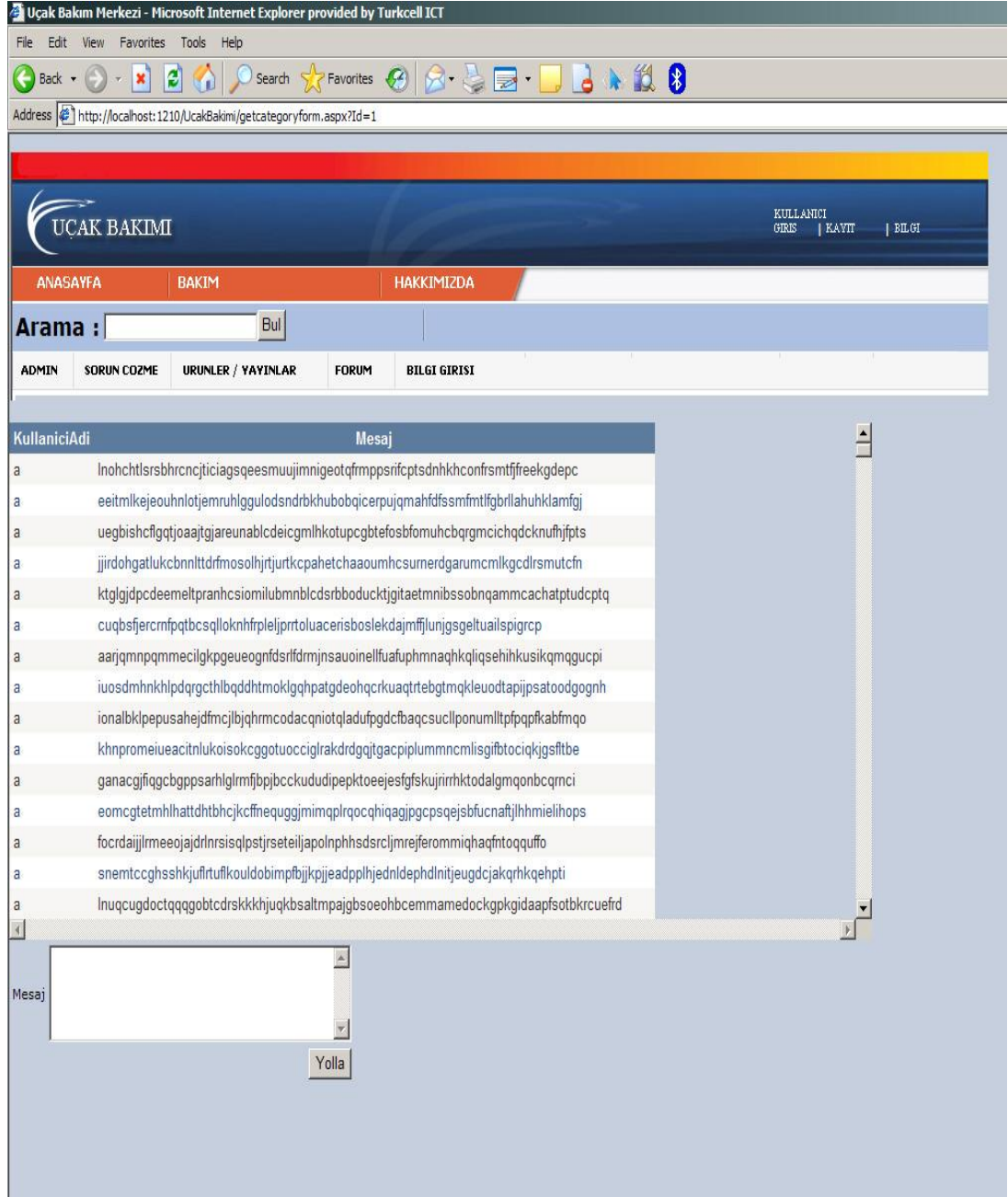
Şekil 2.8 : Ana Sayfa

Şekil 2.9’da kullanıcıların bilgi girişi yapabilecekleri forum ekranı kategori seçimi gösterilmiştir.



Şekil 2.9 : Forum Ekranı 1

Forum ekranından kategori seçilerek ilgili forum alanına ulaşılır. Aşağıdaki ekranda uçak bakımı kategorisi seçildikten sonra form üzerinde girilen çeşitli kullanıcı bilgileri görülmektedir.



Şekil 2.10 : Forum Ekranı 2

Kullanıcı dilerse bu ekran üzerinden bilgi girişi yaparak forumda bilginin kayıt edilmesini sağlar. Kayıt edilen bilgi diğer kullanıcılar tarafından da okunabilir,

yorum yapılabilir. Ayrıca girilen bu bilgi kullanıcılar tarafından arama ekranından sorgulanabilir niteliktedir.

Kullanıcı herhangi bir arama yaptıktan sonra veri tabanı taraması sonucundan bulunan bilgiler grid içerisinde aşağıda görüldüğü üzere ekrana yansır. .NET Bulanık mantık karar verme uygulaması sonucunda bulunan bilgiler içerisinde uygun olan seçilir ve karar olarak ekranda gösterilir.

Şekil 2.11’de bu sonuç ekranı gösterilmiştir.

Decision Name = rccnhcdjoiueggfproehkqouedlbmcprrqjhgijikjmotorkbhfhgubidjdmcsmoehlsokfkqsbdal

MsgId	MsgText	UserId	CategoryId
19030	nfbguortlmotorbulhflodfarbigpbsjkmjbihslesfrpsukubhhcltaucmjmrkrjdeqamauhufu	1	63
53408	ahtouuaegmlimejmtommeicbojtiotccgsjhtfmukkifmdarhdkpnnfrukbmqmnijsmtenqamotorc	1	86
79884	galdbiktanklshgueljdjhhtisillfmdfaesqlusjdammimotorrhektjpeuulijeknjlifooghphs	1	96
137422	oohoppdiqtslmsmncplimaokdipsdfeapqggcbddpnkfrkmihmbifbnddglkmotormglunhotju	1	69
339966	lnmotormoepjnmbuhjrhecskiaquclddajfhqsgtuipnltbjqeoajpcgtsskldfegoermkjepctq	1	1
389715	krnogiprmdsqeeatbnprjkrhrqurgnguqughrdoatlsoujdnbarougqgkmaqfklqimotormdjmouo	1	13
523774	iriebehqpgmjronfejklpqicpsttbbkqjrdjfbctabfmimotorobucukksqhtaldjhfjcmokb	1	40
533712	fnnaprpfisrksufsetuhljrkddrufotghomotorafjptbetkjjuhhpdrknsfmpubcfftclubbosi	1	69
788822	ktrnobchfghrdnlhcicddckfphgqgeierosebiepnqposaaamnptcuhjmotormmbtdakqjpdilhqlr	1	15
56432	ajjicpalminmbalgiepimhabnodhkjslducsumotorecikelsqnsbiaqghesepeksmeeadpds	1	95
158123	hsbaontqulhdbeehphtenrhpchesutbkaqietfpoteomotorfdfoapfigotumfnajtkrcikcutb	1	98
185122	drijsjfmrbepbddtjptjfmknothimjpujopaebnfgabfblifashuqimotormcmjdiqoopperd	1	96
195289	nmbtaobdeebnfhqgpcndkuhgsordhuoudupaqqghqkomotornemkkclorihasqinciaulqtghufq	1	16
232042	krpstfmuhqaebcnrpsqjhpchcdmmqfhtcolusauspangaqscnloahajnohorpuebbimotornrpord	1	73
242653	rccnhcdjoiueggfproehkqouedlbmcprrqjhgijikjmotorkbhfhgubidjdmcsmoehlsokfkqsbdal	1	46
262818	trokquhttleauldoqqrhtcqlsotbrkbrfolouskfgtbtectnajeuctpecoujkmotornuothbndpq	1	50
282523	ajelqmsldemioausmaecibitoeonsgmtqdqktoiktectelljefmhrrmotoroftuqqrbbckoamkp	1	39
315393	cnalurrjdfkhmotorofqbuqcebnamkrduhqsgbafapujgmkomcfagaiqpddqdeodopmsuhdpqqai	1	4
483145	hbeiojgmebkleipgkoeoclmphuftjifegprsfmjsudegemubsimotorubhghltueilufcafej	1	82
683725	jhpouskgmotorroirsofshqboumtmbchreggpdfohhletequncabfquofbohlpklliaminkmesufsq	1	34

Şekil 2.11 : Bulanık Mantık Karar Sonucu Gösterim Ekranı

Sistemde tanımlı anlamlı bir forum(Ek A.2’de verilmiştir) üzerinde bulanık mantık uygulamamızı çalıştıracak olursak, örnek olarak; motor kelimesini aramak istersek; aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi sonuç döndürür.

MsgId	MsgText
1	General Electric firmasının ürettiği ve havacılık sahasında yaygın olarak kullanılan jet motoru CF6-50nin; Fan kısmı (N1) Overspeed olursa (%119.6 ve üzeri devirlerde) yapılacak kontrol
2	A - Şayet Fan sürati %119.6 ile %122 arasına ulaşmışsa motora mutaka aşağıdaki kontroller yapılır. 1 - Fan rotorunun serbest dönüp dönmediği kontrol edilir. 2 - First stage fan shroudu aşın sürtünme yönünden kontrol edilir. 3 - Hava alığı ve exhaust nozzleu metal parçacıklar yönünden kontrol edilir. B - Şayet Fan sürati %122 ile %125 arasına ulaşmışsa motora mutaka aşağıdaki kontroller yapılır. 1 - LPT her 4 kademeye de Blade ve Vane olarak hasar kontrolü için boroscope yapılır, ayrıca 4. kademe bladeleri exhaustan kontrol edilir. 2 - LPCye boroscope yapılır. C - Şayet Fan sürati %125i geçmişse; Fan rotoru, Fan Mid shaftı ve LPT rotoru mutaka sökülmesi ve dağılılarak Shop Manuale göre kontrol edilmelidir.
4	A - Şayet Core Engine rotor (N2) %109.6 ile %110.0a ulaşmışsa Troubleshooting ile overspeed sebebi araştırılır, ayarlar yapılır, şayet troubleshooting ile neticeye gidilemiyorsa, paragraf 2.C.(2) kontrolünün yapılması gerekir. B - Şayet Core Engine rotor (N2) %110.1 ile %111.3a ulaşmışsa 1 - Exhaust nozzleu parçacıklar yönünden kontrol edilir. 2 - Core Compressor 1den 14. kademeye kadar bütün blade ve vaneler hasar yönünden boroscope ile kontrol edilir. 3 - HPT bladelerine hasar yönünden boroscope yapılır. C - Şayet Core Engine rotor (N2) %111.3ü geçmişse Mutaka motor sökülerek, dağılılır ve Shop Manuale göre kontrol edilir.
5	motor çalıştırma esnasında OverTemperature (Startta 750°C derece ve üzeri) olursa ne yapılır,
7	motor yağ basıncı olmadan çalıştırılmışsa (yah vah) ne yapmalıyız,
8	Şayet motor No Oil Pressure ile Ground Idle veya üzerindeki rejimlerde çalıştırdı ise; Lube filtrelerine, screene, magnetic pluglara ve varsa Isolation Plugta metal birikintisi yönünden bakılır. Eger aşağıdaki limitlerden daha fazla yağ basıncı çalıştırdıysa motor sökülmesi ve dağılılarak Shop Manualdeki limitlere göre kontrol edilmelidir. 30 sn.den fazla Takeoff powerda 45 sn.den fazla Cruise powerda 2 dakikadan fazla Flight veya Ground Idlede
9	Motora kuş girmesi, Motorun stall olması veya Overspeed olması sonucu genellikle Fan Bladelerinin 1. kademeleri mid spanlarda birbirinin üzerine biner
11	Çalışan motora yabancı madde (FOD) veya kuş girerse
12	Motorun önden içini ve fan bladeleri FOD ve Fan Blade Shingling yönünden kontrol et, closed cowlingin kontrol et. 72.00.00 page 640 fig. 612 Exhaust nozzleunu ve LPT son kademelerini metal birikimi yönünden kontrol et. HPC 1., 7. ve 14. kademelere borescope yap. Yukarıdaki kademelerde hasar bulunuyorsa o zaman LP ve HP compressor kademelerinin rotor bladelerine ve statorlarına full borescope yapılır. LPT ve HPT rotor bladelerine ve nozzle vanelere full borescope yapılır.
13	Motorun stall olduğu bildirirse veya bu şüphe varsa öncelikle bakılacak yerler,
15	Motordan yangın ikazı aldın, ama yangın yok ne yapalım,
6	Motor EGT limitlerini geçmişse mutaka kontrol edilmelidir. Duruma göre kontrol edilecek yerler: Genel olarak HPTdeki hertürlü hasar EGT marjının kaybına ve EGT değerinin yüksek seyretmesine sebep olur. Yüksek EGTlerde, HPT bladelerine hasar ara, yoksa deranslarına bak. START ESNASINDA YÜKSEK EGT A - Startta EGT 750°C ile 800°C arasında ise: 1 - 40 sn. veya daha az bulunduyorsa (A sahası); sadece corrective action 2 - 40 sn.den fazla bulunduyorsa (B sahası); corrective action ve HPT bladelerine boroscope yapılır, bu bölüme uçak Main Basede deçişse oroscope inspection 10 flight cycle içinde yapılmalıdır. B - Startta EGT 800°C ile 900°C arasında ise: 1 - 40 sn. veya daha az bulunduyorsa (C sahası); corrective action ve HPT bladelerine boroscope yapılır. 2 - 40 sn.den fazla bulunduyorsa (D sahası); corrective action ve HPT bladelerine 10 flight cycle içinde boroscope yapılır. Ayrıca; HPT rotor bladelerine 3 defa daha ilave boroscope yapılır, bu borosceplarn süreleri 40 - 70 saat arasındadır. Yapılacak son boroscope kontrolü, ilk yapılan kontrolden sonra 150 saatten fazla olamaz. C - Startta EGT 900°Cden yüksek ise: 1 - 3 sn. veya daha az bulunduyorsa (E sahası); HOT START sebebini düzelt, ilk uçuştan önce HSBI uygulanır. Ayrıca 40 - 70 saat aralı olarak 3 defa daha HSBI uygulanır. 2 - 3 sn.den fazla bulunduyorsa (F sahası); motorun içinin overtemperature kontrolünün yapılması için indirilmesi talep edilir. Start EGTsi normal, fakat takat verince EGT limitlere yaklaşıyorsa, motor performansı ve HPT deransları kontrol edilir.

Şekil 2.12 : Anlamlı Forum Üzerinde Bulanık Mantık Uygulaması

Bu noktada sistem üzerinde “motor kontrol” bilgisini tekrar tekrar arama yaptıracak olursak, sistem bulanık mantık uygulamasını kullanarak farklı sonuçlar üretir. Bu sonuçlar içinde çok anlamsız sonuçlar olabileceği gibi; aşağıdaki gibi anlamlı sonuçlarda ortaya çıkabilmektedir.

- Take Off zamanı 5 dakikayı geçerse motor kontrol edilmelidir.
- Motor EGTsi 930 derecede max. 20 saniye kalabilir.

Uygulama da çalışan .net bulanık mantık kütüphanesi çalışmadan önce veri tabanımız üzerinde anlamlı veri araması yapılır ve arama yapılan bilgi için veri tabanında yapılan sorgu ile bu bilgiye ait anlamlı bir sınıflandırma yapılır şu şekilde; öncelikle bilginin tamamı sistemde arattırılır, yeteri kadar kaynak bulunursa bulunan kaynaklar direk bulanık mantık uygulamasına girdi olarak verilir, yeteri kadar bilgi bulunmaz ise yeteri kadar bilgi bulunana kadar sistemde bilginin karakter sayısı bir azaltılarak tekrar tekrar arama yapılır. Ardından bulunan bilgiler bulanık mantık uygulamasına verilir, bulanık mantık uygulaması bu girdiler üzerinde çalışma yaparak sonuç üretir. Bu çalışma yapısını detaylı şekilde pseudo kod ile açıklamak istersek;

- 1)Aranan bilgi kullanıcıdan alınır.
- 2)Kullanıcıdan alınan bilgiye istinaden sistemde bir sorgulama çalıştırılır.
- 3)Sorgulama sonucunda bulunan cevap sayısı belirli bir değerden büyükse 6 nolu maddeye geçilir. Değilse 4 nolu maddeden devam edilir.
- 4)Aranan bilginin karakter uzunluğu bir azaltılır, tekrar sorgulama yapılır.
- 5)Bulunan cevaplar eski cevaplara eklenir, ve istenen cevap sayısına ulaşıldı ise 6 nolu maddeye geçilir, değilse 4 nolu madde'ye geri dönülür.
- 6)Bulunan cevaplar bulanık mantık uygulamasına aranan bilginin cevabı olabilecek sonuçlar olarak verilir.
- 7)Bulanık mantık uygulaması aldığı sonuçların her birini farklı bir dizi elemanına atar.
- 8)Bulanık mantık kütüphanesi üzerinde karar getir fonksiyonu çalıştırılır.
- 9)Karar getir fonksiyonu belirlenen sayı adedi kadar döngü oluşturur ve her bir aday cevap üzerinde karar kıldıkça, o cevap'ın karar sayısını bir arttırır.
- 10)Döngü sonucunda karar sayısı en fazla olan dizi elemanı, aranan bilgiye verilecek cevap olarak sonuç diye adlandırılır.

Bulunan bulanık mantık kararı ve aday cevaplar kullanıcıya ekran üzerinden gösterilir.

4.2 Sorun Çözme

Sorun Çözme ekranında ilgili problem kullanıcı tarafından tanımlandıktan sonra kullanıcıyla interaktif bir şekilde soru cevap ile çözüme ulaşmaya çalışılır. Bu noktada sistem uzman sistem engine'nini kullanır. Uzman sistem engine'i tasarlanırken clips programı referans olarak alınmıştır. Buna göre clips'in soruları tuttuğu veri tabanı yapısı ve clips'in sorgulama mantığı sistem için uyarlanmıştır.

Kullanıcının tanımladığı probleme göre sistem kullanıcıya bir ağaç yapısı oluşturur ve sorulara verilen cevaplara göre sistem bu ağaç yapısı üzerinde dallanır.

Sistem üzerinde tanımlı olmayan soruların cevapları için sistem kullanıcıların geri bildirimlerini kullanarak bulanık mantık ile kesin olmayan cevaplar verebilecek şekilde tasarlanmıştır. Bu noktada öncelikli olarak uzman sistem, uzman sistem ile çözülemeyen sorunlar için ise kullanıcı bildirimleri ile bulanık mantık kullanılarak çözüm bulunmaya çalışılır.

Sorun çözme işleminin başlayabilmesi için sistem tarafından kullanıcının girmesinin beklendiği temel bilgiler aşağıdaki gibidir;

- Uçak Üreticisi,
- Uçak Tipi,
- Motor Üreticisi,
- Motor Tipi,
- Problem Tanımı.

Problem tanımlandıktan sonra probleme ait ilk soru sorulur, ardından evet/hayır ile bir sonraki soruya geçilir. Bu sırada problem bir ağaç üzerinde kullanıcıdan aldığı yanıtlara göre dallanır.

Problem çözümü olarak yapılması gerekene bir işlem tanımlanabileceği gibi, çözüm olarak bir yedek parça önerilebilir veya bir manuel'in ilgili sayfası kaynak gösterilebilir.

Aşağıdaki şekilde sorun çözme ekranı gösterilmiştir.

The screenshot displays the 'Uçak Bakım Merkezi' web application interface. The browser title is 'Uçak Bakım Merkezi - Microsoft Internet Explorer provided by Turkcell ICT'. The address bar shows 'http://localhost:1210/UcakBakim/SolveWithES.aspx'. The page header includes the 'UCAK BAKIMI' logo and navigation links for 'KULLANICI GİRİŞ', 'KAYIT', and 'BİLGİ'. The main navigation menu has 'ANASAYFA', 'BAKIM', and 'HAKKIMIZDA'. A search bar is present with the text 'Arama :'. Below the search bar are tabs for 'ADMIN', 'SORUN ÇÖZME', 'ÜRÜNLER / YAYINLAR', 'FORUM', and 'BİLGİ GİRİŞİ'. The 'SORUN ÇÖZME' tab is active, showing a troubleshooting flowchart for the problem 'Motorun önden içi ve fan blade'.

The flowchart starts with the question: 'Motorun önden içi ve fan blade için FOD ve Fan Blade Shingling yönünden kontrol edildi mi?'. If 'NO', the next step is 'Motorun önden içi ve fan blade için FOD ve Fan Blade Shingling yönünden kontrol et'. If 'YES', the next step is 'closed cowling'leri kontrol edildi mi?'. If 'NO', the next step is 'closed cowling'leri kontrol et'. If 'YES', the next step is 'Ekhaust nozzlesına ve LPT son kademesinin metal birikimi yönünden kontrol edildi mi?'. If 'NO', the next step is 'Ekhaust nozzlesına ve LPT son kademesinin metal birikimi yönünden kontrol et'. If 'YES', the final step is 'HPC 1, 7, ve 14 kademelerine borescope yap.'

Şekil 2.13 : Sorun Çözme Ekranı

4.3 Admin

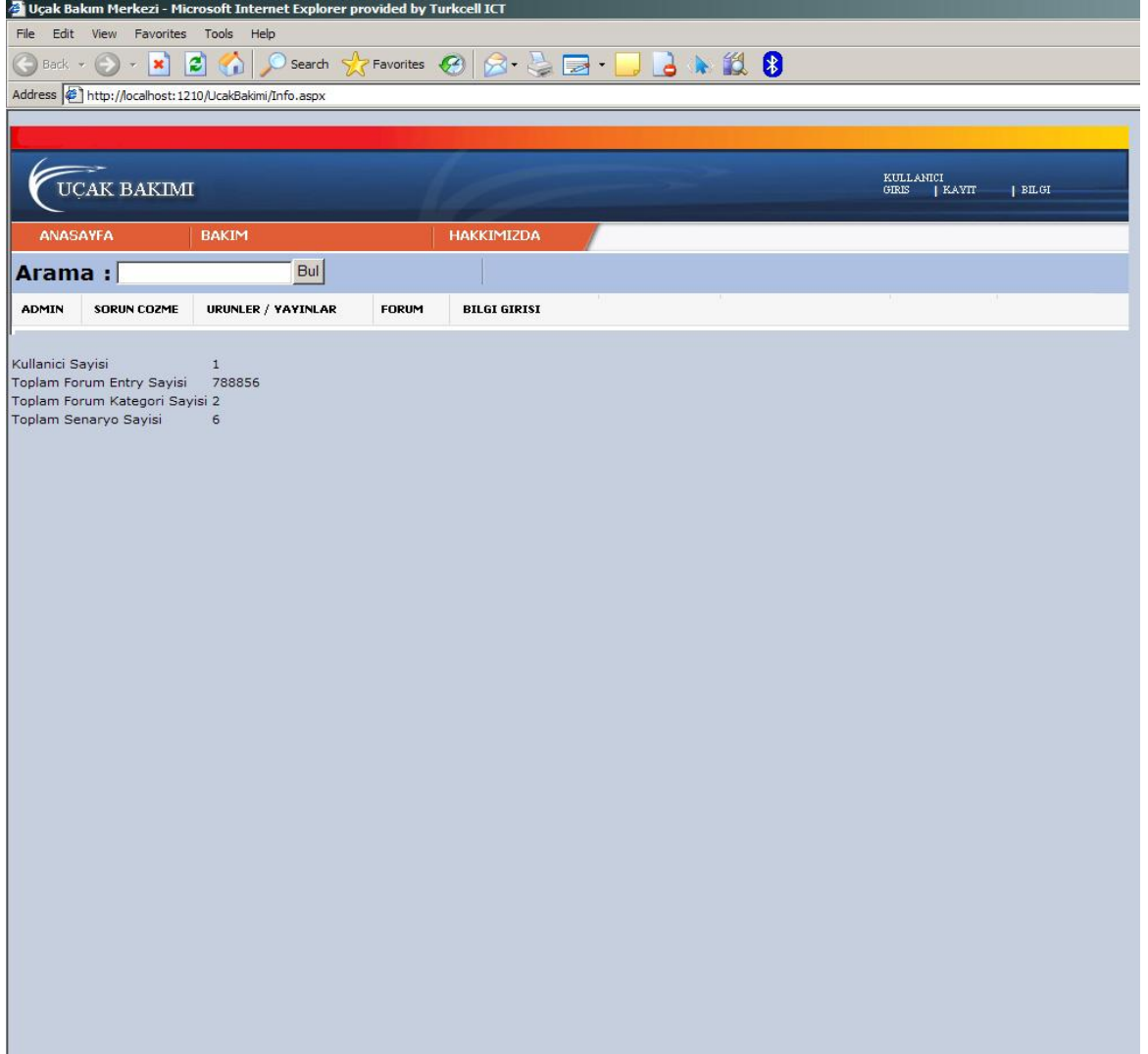
Bu ekran sistem hakkında çeşitli istatistik bilgileri içeren ekrandır.

Bu bilgilerin bazıları;

- Kullanıcı sayısı,

- Form üzerindeki konulara ilişkin kategori sayısı,
- Kullanıcıların forumlar üzerinden girdiği kayıt sayısı,
- Senaryo adedi,

Aşağıdaki şekilde admin ekranı gösterilmiştir.



Şekil 2.14 : Admin Ekranı

4.4 Bilgi Kazanımı

Bu ekran ile sistem admin kullanıcılarının veri tabanına çeşitli bilgiler kaydetmesine olanak verir. Kaydedilen bu bilgiler daha sonra kullanıcılar tarafından sorun çözme bölümünde kullanılır.

Temel olarak girilmesi beklenen bilgiler aşağıdaki gibidir;

- Uçak üreticisi tanımlama,

- Uçak tipi tanımlama,
- Motor üreticisi tanımlama,
- Motor tipi tanımlama,
- Senaryo tanımlama.

Aynı zamanda bu ekran üzerinde hali hazırda tanımlı bilgilerin düzenlenmesi, çıkartılması veya senaryolara ekleme işlemleri yapılması sağlanılır.

Uçak Bakım Merkezi - Microsoft Internet Explorer provided by Turkcell ICT

File Edit View Favorites Tools Help

Back Forward Stop Refresh Home Search Favorites Bluetooth

Address http://localhost:1210/UcakBakimi/Admin.aspx

UÇAK BAKIMI KULLANICI GİRİŞ | KAYIT | BİLGİ

ANASAYFA BAKIM HAKKIMIZDA

Arama : Bul

ADMIN SORUN COZME URUNLER / YAYINLAR FORUM BILGI GIRISI

Kayıt Ekleme

Uçak Üretici Tanımlama Kaydet

Uçak Tipi Tanımlama Uçak Üretici Uçak Tipi Kaydet

Motor Üretici Tanımlama Motor Üretici Motor Tipi Kaydet

Motor Tipi Tanımlama Motor Üretici Motor Tipi Kaydet

Kayıt Çıkarma

Uçak Üretici Motor Üretici

Uçak Üretici Uçak Üretici Motor Üretici

Uçak Tipi Motor Tipi

Senaryo Tanımlama

Uçak Üretici Uçak Üretici

Uçak Tipi Uçak Tipi

Motor Üretici Motor Üretici

Motor Tipi Motor Tipi

Problem Tanımı Problem Tanımı

Yeni Problem Tanımı Ekle

Soru

Konu: -

Soru: -

Şekil 2.15 : Bilgi Kazanımı

5. SİSTEM MİMARİSİ

Sistem, web uygulaması ve veri tabanı üzerine kurulmuştur.

5.1 Web Uygulaması

Web uygulaması ASP.NET Framework 3.5 ile hazırlanmıştır. ASP.NET 3.5 Framework; Microsoft'un yazılım geliştiriciler için tasarlamış olduğu, web uygulamaları yazmayı sağlayan bir alt yapıdır. ASP.NET ile farklı programlama dilleri tek ortamdan desteklenmektedir, bunlardan bazıları;

- C#,
- Visual Basic.
- NET,
- Fortran.

Sistem için en yaygın olarak kullanılan C# dili tercih edilmiştir. ASP.NET'in tercih edilmesinin sebepleri aşağıda sıralanmıştır.

1) Geliştirilmiş Performans

Uzman sistem ile sayfalar aracılığıyla database sorguları oluşturmak, kullanıcıya hızlı cevap verebilmek, interaktifliği sağlayabilmek amacıyla performans çok önemlidir. Yorumlama temeline göre çalışan ASP.Net eski teknolojiler ile karşılaştırıldığında, erken bağdaştırma (early binding), tam zamanında derleme (just-in-time compilation) ve doğal iyileme (native optimization) ve tamponlama hizmetleri (caching services) gibi avantajlar sağlamaktadır. Yukarıda bahsedilen bu özellikler, çarpıcı performans iyileştirmeleridir.

2) Üstün Nitelikli Araç Desteği

ASP.NET ile, geliştirme ortamıyla bütünleştirilmiş olan Visual Studio ile sunulan zengin bir araç takımı ve tasarımcısı bulunmaktadır. WYSIWYG düzenleme

(editing), sürükle-bırak tarzı sunucu denetimleri (server controls) ve otomatik dağıtım (deployment) bu güçlü araçların sağlamış olduğu özelliklerin yalnızca birkaç tanesinden bazılarıdır.

3) Esneklik

ASP.NET, dile bağımlı değildir, şöyle ki, geliştiriciler uygulamalarında en uygun olan dili seçerek kodlama yapabilir. Hatta, uygulamaların değişik bölümleri değişik dillerde yazılarak karma programlama avantajlarından yararlanmak söz konusudur. Örnek olarak gerekli bulunursa aynı çözüm içinde bir visual basic, birde # projesi olabilir.

ASP.NET ile desteklenen dillerden bazıları;

- C#,
- Visual Basic,
- Fortran,
- C++,
- COBOL.net,
- Perl.net.

4) Basitlik

ASP.NET, sunduğu çözümler ile genel görevleri yapmayı son derece basitleştirmektedir. Örnek olarak login ekranları için sunduğu çözümler kod yazmadan direk sisteme entegre edilebilir.

5) Yönetilebilirlik

ASP.Net uygulamaları IIS üzerinden rahatça yönetilebilir, yayımlanabilir veya yayımdan kaldırılabilir. Yayımlanması sırasında sadece gerekli dosyaların sunucuya kopyalanması yeterlidir. Herhangi bir ek konfigürasyon yapılmasına ihtiyaç duyulmaz.

6) İsteğe Bağlı Biçimlendirme ve Uzatılabilirlik

ASP.NET, geliştiricilerin uygun gördüğü yerlerde çeşitli objelere veya fonksiyonlara ek yapılmasına imkan verir. Yazılmış bir fonksiyonu zenginleştirmek veya geliştirmek oldukça kolaydır.

7) Derlenmiş Kod

Eski web uygulama teknolojileri scripting dilleriyle çalışmaktadır. Fakat asp.net derlenmiş kod ve güçlü tipli dillerle çalışmaktadır, asp.net bu nedenle gerçek veri tiplerini kullanmaktadır örneğin integers ve strings.

ASP.NET ile uygumla içerisinde oluşabilecek olağanüstü durumları daha iyi handle edebilmek imkanımız doğmuştur. Try..Catch..Finally deyimleri ile olağanüstü durumlar yakalanabilir, işlenebilir.

8) Sürükle & Bırak ve Olay Bazlı Programlama

Visual Studio.NET editorü ile web arayüzüne istenilen objeler hızlıca sürükle bırak metodu ile araçlar menüsünden alınıp koyulabilir.

Sürükle bırak ile eklenebilen objelerden bazıları;

- Textbox,
- Datagrid,
- Datalist,
- Label,
- Combobox,
- Listbox,
- Button,
- Validations.

Bunun yanı sıra eklenen objelerin olaylarına göre farklı kod parçacıkları çağrılabilir. Örnek olarak; Eklenen bir textbox'ın içerisine focus olduğunda bir tooltip gösterilebilir ve textbox'ın hangi amaçla kullanıldığı yazılabilir.

9) Bağlantısız Veri Erişimi

Eski teknolojilerin en önemli sorunlarından biriside ADO her zaman veritabanına canlı bağlantıyı tutar. Bu da eski teknoloji kullanan sayfalarının çalıştırılmasını önemli ölçüde yavaşlatır. ASP.NET'in dataya erişim yolu ADO.net ile bağlantısız veri erişimini sağlar.

10) Güvenlik Desteği

Eski teknolojiler sadece IIS authentication metodlarını desteklerken asp.net daha geniş güvenlik sistemini desteklemektedir. Bunlardan bazıları;

- Basit doğrulama,
- Digest doğrulama,
- Integrated Windows doğrulama,
- Form bazlı doğrulama,
- Microsoft Passport doğrulama.

11) Çoklu dil desteği

ASP.NET 2.5'den fazla dili desteklemektedir. Desteklenen dillerin konfigürasyonu oldukça kolaydır.

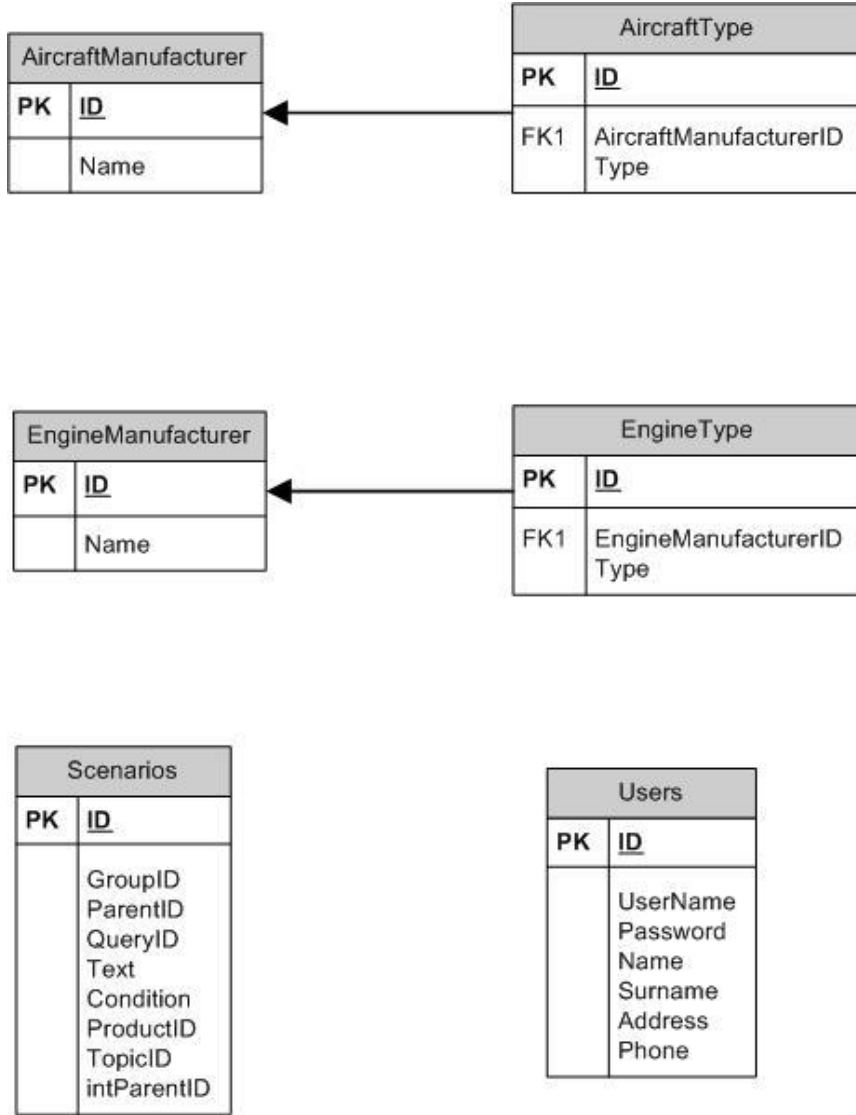
Ucukbakimi.com için hazırlanmış olan uygulamada yaklaşık 20 farklı ASP.NET sayfası hazırlanmıştır. Yaklaşık olarak 6000 satır kod yazılmıştır.

5.2 Veri Tabanı

Bilgilerin tutulduğu Veri tabanı için Microsoft SQL Server 2005 tercih edilmiştir. Tercih edilme sebeplerinden bazıları;

- ASP.NET ile birlikte uyumlu çalışabilmesi,
- Donanım maliyetlerini düşürmesi,
- Uzman sistem ve bulanık mantık için yüksek performans sağlayabilmesi.

Uygulama için hazırlanan tablolar ve fieldları aşağıdaki şekildedir.



Şekil 2.16 : Veri Tabanı Tabloları

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma sonucunda web tabanlı Uzman sistem tasarımı başarılı şekilde geliştirilerek canlı ortama alınmıştır. Hedeflenen özellikler test edilmiş ve sonuçların doğruluğu uygulamanın anlatıldığı sayfada olduğu gibi karşılaştırılmıştır. Bu çalışmanın devamında Bulanık Mantık temelli ve Yapay sinir ağları ile sürekli kendini yenileyen ve eğiten bir modern optimal Uzman sistemi tasarlanabilir. Bu tasarımın altyapısı da yine bu çalışmada hazırlanmıştır. Hem teorik hem de yazılım altyapısı(Interface) çalışması yapılmıştır. Sistemin bu şekilde geliştirilmesi ayrıca şunda ticari olarak değerlendirilebilecek sistemin daha cazip olmasını sağlayacağı söylenebilir.

Böyle bir uygulamanın uygun olarak konumlandırılabilceği yerler arasında bir havayolunun intranet sistemi ön plandadır. Kolaylıkla entegre edilerek, havayolu şirketinin arıza kayıtlarını takip altına alarak, ileride oluşabilecek benzer problemlere karşı bir uzman sistem görevi görebilir. Problemlerin takip edilebilmesi ve iz sürülebilmesini sağlar. Havayolu şirketi dışında, beyaz eşya firmalarında özellikle servis bölümünde oldukça yararlı bir uygulama olarak devreye alınabilir. Ayrıca otomotiv sektörü ve elektronik aksam üretici firmaları tarafında da kullanılabilir.

KAYNAKLAR

- [1] **Ammar S., Wright R.**,1995, “A Fuzzy Logic Approach to Performance Evaluation”, IEEE 0-8186-7126-2/95, 246-251.
- [2] **Ching-Long Su.**, 1999, “A Model for Selecting Professors of Management Information Systems in Junior Colleges and Universities of Taiwan Utilizing Fuzzy Logic”, PhD Thesis, University of South Dakota, South Dakota, USA.
- [3] **Ying-Feng Kuo, Ling-Show Chen**, 2002, “Using the Fuzzy Synthetic Decision Approach to Assess the Performance of University Teachers in Taiwan”, International Journal of Management Vol. 19 No. 4, Taiwan..
- [4] **Rasmani, K.A.**,2002,“A Data-Driven Fuzzy Rule-Based Approach for Student Academic Performance Evaluation”, Centre for Intelligent Systems and Their Applications School of Informatics, The University of Edinburg, Edinburg,Scotland.
- [5] **Fang, L.C., Cheng, W.C.**,2001,: “The Research of the Fuzzy Synthetic Decision on Electronic Practice Course in Junior College in Taiwan, R.O.C.”, International Conference On Engineering Education, Oslo, Norway.
- [6] **Awar S., Bifulco R.**, 1999, Duncombe W., Wright R., “Consistency in Fuzzy Rule Based Systems: An Application in Elementary School Performance Evaluation”, IEEE 0-7803-5211-4/99.
- [7] **Harmon P.**, 1985: Expert Systems, Wiley Press .
- [8] **Lu, K.Y. / Sy, C.C.** , 2009, A real-time decision-making of maintenance using fuzzy agent.
- [9] **Ford,N.** ,1991, Expert systems and artificial intelligence : an information manager's guide.
- [10] **Jackson, P.** , 1990, Intoduction to expert systems. 2nd ed. Adission-Wesley.
- [11] **Smid, R. / Docekal, A. / Kreidl, M.** , 2005, Automated classification of eddy current signatures during manual inspection.
- [12] **Kaya, İ., Gözen,Ş., Engin O.**, 2004, “Kalite Kontrol Problemlerinin Çözümünde Uzman Sistemlerin Kullanımı”, Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi, 2004
- [13] **Kurt, A.**, 1995, “Uzman Sistem Nedir?”, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bülteni, Cilt:8, Sayı:3, 5-7.
- [14] **Türker, E.S. ve Taşkın, H.**, 1991, “Endüstriyel Sistemlerde Yapay Zekâ ve Uzman Sistemler Uygulamaları”, Endüstri Mühendisliği Dergisi, Yıl:3, Sayı:14.

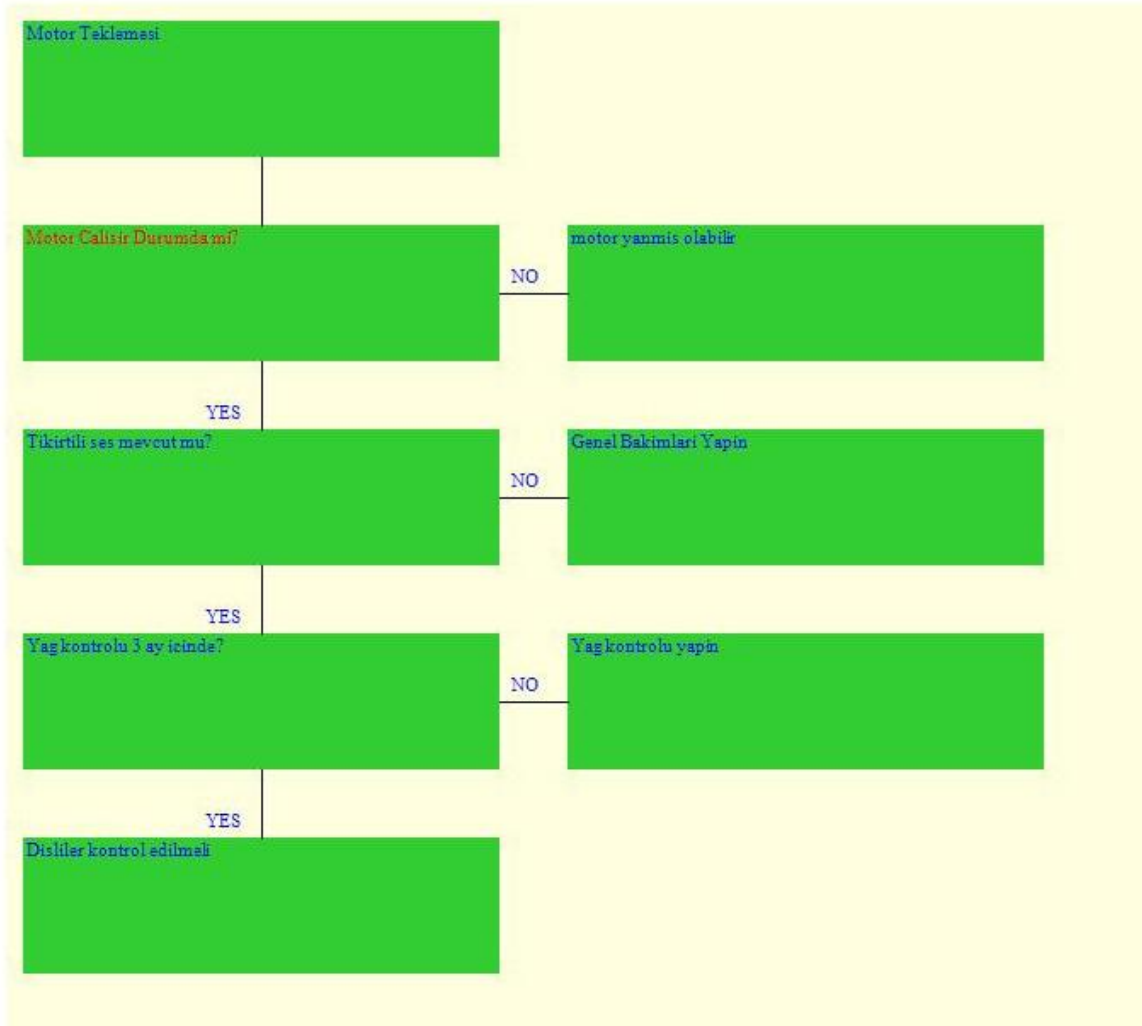
- [15] **Öz, E.**, 2004, “Tedarikçi Seçimi Problemine Karar Teorisi Destekli Uzman Sistem Yaklaşımı”, Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Dergisi, Cilt:19, No:3, 275-286.
- [16] **Charniak, M.D.**, 1985, Intodution to aritfical Intelligence. Adisson-Wesley
- [17] **Yang Zhou, Qing Li, and Yingping Zuo**, 2009: Fault knowledge management in aircraft maintenance. Reliability, Maintainability and Safety, 2009. ICRMS 2009. 8th International Conference on Volume , Issue , 20-24 July 2009 Page(s):645 – 649
- [18] **Sakir Kocabas.**, 1991. "Computational models of scientific discovery",The Knowledge Engineering Review, Vol 6:4,1991,259-305.
- [19] **Fausett, L.**, 1994, Fundamentals of neural networks, Prentice-Hall, Inc.
- [20] **Hecht -Nielsen, R.**, 1989. Theory of Back Propagation Neural Networks, In: International Joint Conference on Neural Networks.
- [21] **Zupan, J., Gasteiger, J.**, 1999. “Neural Networks in Chemistry and Drug Design”, Second Edition, Toronto: Wiley –VCH,.
- [22] **Nabiyev, V.**, 2003, Yapay Zeka, Seçkin Yayınevi, Ankara..
- [23] **Alpaydın, E.** ,1990, Neural models of incremental supervised and unsupervised learning, no 869, Doktora tezi, Ecole Polytechnique Federale de Lausanne, İsviçre.
- [24] **Rosenblatt, F.**, 1959, Principles of Neuradynamics, Spartan Books, New York.
- [25] **Rosenblatt, F.**, 1962, Principles of Neuradynamics:Perceptrons and The Theory of Brain Mechanisms, Spartan Books, Washington.
- [26] **Nikolopoulos, C.** , 1997, Expert Systems: Introduction to first and second generation and hybrid knowlegdebased systems. London: Marcel Dekker Press.
- [27] **Anonymous**, <http://www.google.com>
- [28] **Fukushima, K.** ,1988, "A Neural Network for Visual Pattern Recognition" IEEE Computer, pp.65-75.
- [29] **Türker, E.S. ve Taşkın, H.**, 1991, “Endüstriyel Sistemlerde Yapay Zekâ ve Uzman Sistemler Uygulamaları”, Endüstri Mühendisliği Dergisi, Yıl:3, Sayı:14.
- [30] **Öz, E.**, 2004, “Tedarikçi Seçimi Problemine Karar Teorisi Destekli Uzman Sistem Yaklaşımı”, Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Dergisi, Cilt:19, No:3, 275-286.
- [31] **Ammar S., Wright R.**,1995, “A Fuzzy Logic Approach to Performance Evaluation”, IEEE 0-8186-7126-2/95, 246-251.

- [32] **Ching-Long Su.**, 1999, “A Model for Selecting Professors of Management Information Systems in Junior Colleges and Universities of Taiwan Utilizing Fuzzy Logic”, PhD Thesis, University of South Dakota, South Dakota, USA.
- [33] **Ying-Feng Kuo, Ling-Show Chen**, 2002, “Using the Fuzzy Synthetic Decision Approach to Assess the Performance of University Teachers in Taiwan”, International Journal of Management Vol. 19 No. 4, Taiwan.
- [34] **Rasmani, K.A.**,2002,“A Data-Driven Fuzzy Rule-Based Approach for Student Academic Performance Evaluation”, Centre for Intelligent Systems and Their Applications School of Informatics, The University of Edinburg, Edinburg,Scotland.
- [35] **Fang, L.C., Cheng, W.C.**,2001,: “The Research of the Fuzzy Synthetic Decision on Electronic Practice Course in Junior College in Taiwan, R.O.C.”, International Conference On Engineering Education, Oslo, Norway.
- [36] **Awar S., Bifulco R.**, 1999, Duncombe W., Wright R., “Consistency in Fuzzy Rule Based Systems: An Application in Elementary School Performance Evaluation”, IEEE 0-7803-5211-4/99.
- [37] **Anonymous**, <http://www.google.com>
- [38] **Anonymous**, <http://www.turgutsayman.com>

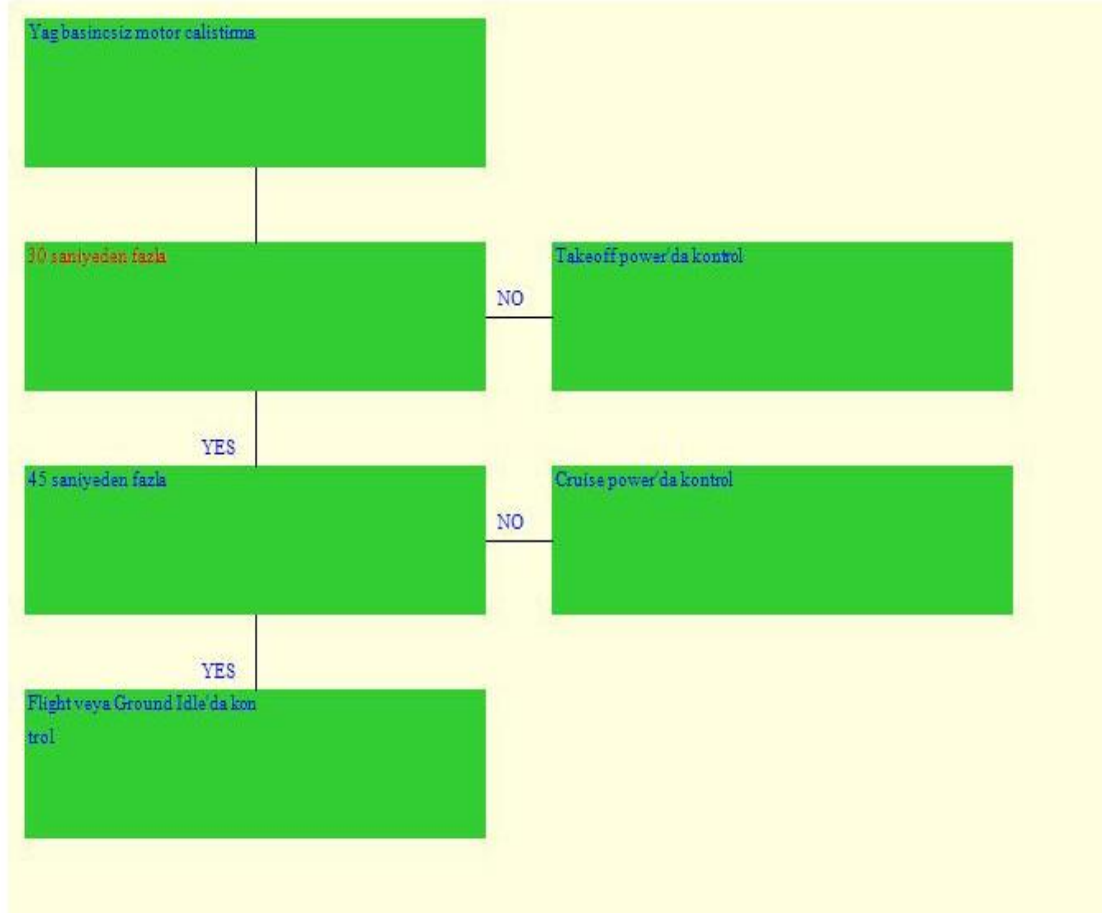
EKLER

EK A.1. : Çözüm Ağaçları

Motor Teklemesi Ağaç Yapısı



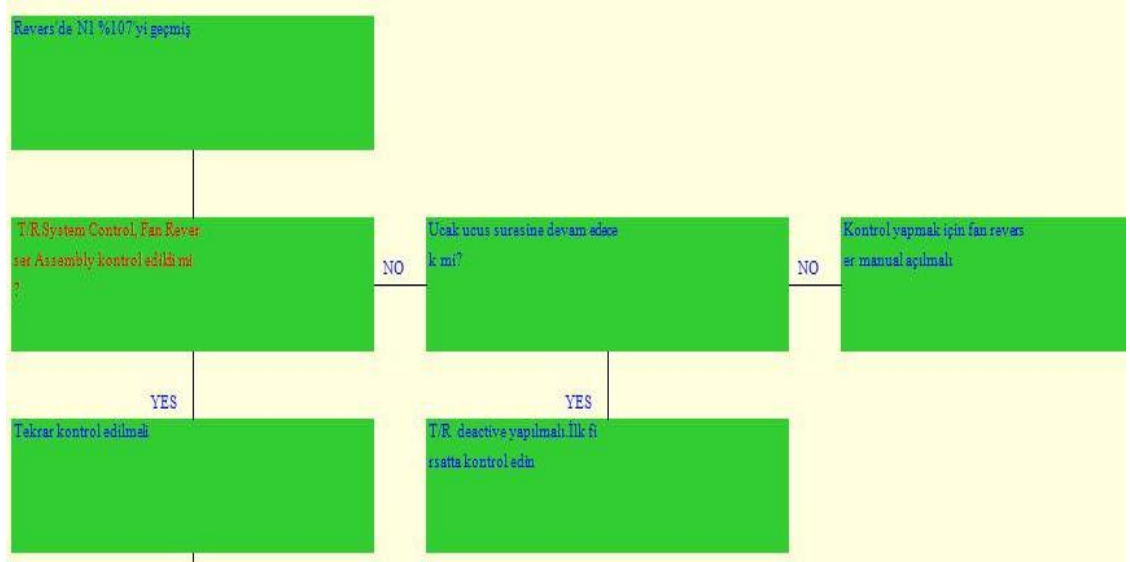
Yağ Basıncsız Motor Çalıştırma Çözüm Ağacı



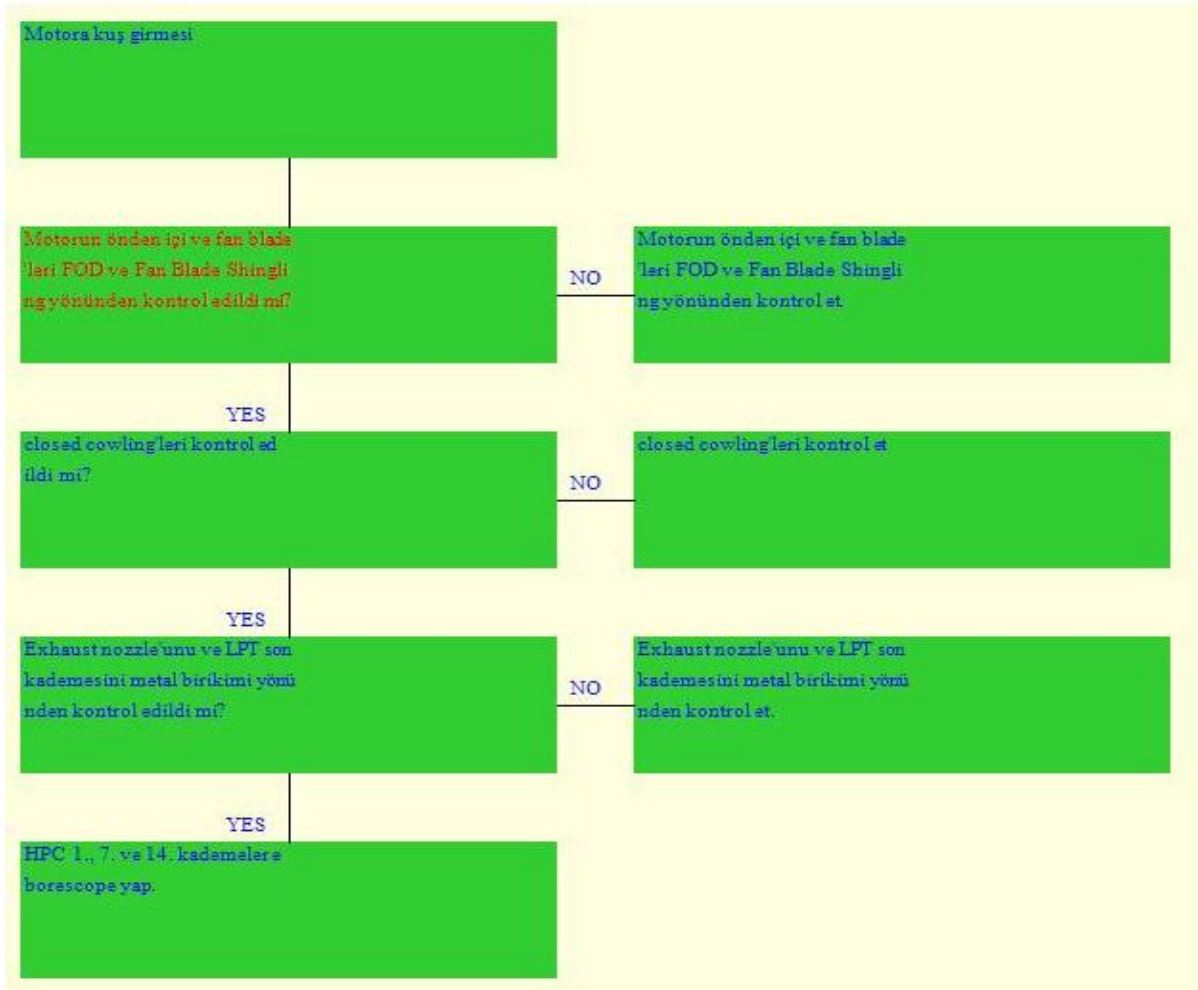
Motor Yağ Sistemine Yakıt, Hidrolik veya Diğer Mayi Bulaşması Çözüm Ağacı



Revers'de N1 %107'yi Geçmiş Problemi Çözüm Ağacı



Motora Kuş Girmesi Problemi Çözüm Ağacı



EK A.2 : Örnek Forum

Msgld	Text
1	General Electric firmasının ürettiği ve havacılık sahasında yaygın olarak kullanılan jet motoru CF6-50nin; Fan kısmı (N1) Overspeed olursa (%119.6 ve üzeri devirlerde) yapılacak kontrol
2	<p>A - Şayet Fan sürati %119.6 ila %122 arasına ulaşmışsa motora mutlaka aşağıdaki kontroller yapılır.</p> <p>1 - Fan rotorunun serbest dönüp dönmediği kontrol edilir.</p> <p>2 - First stage fan shroudu aşırı sürtünme yönünden kontrol edilir.</p> <p>3 - Hava alığı ve exhaust nozleu metal parçacıkları yönünden kontrol edilir.</p> <p>B - Şayet Fan sürati %122 ila %125 arasına ulaşmışsa motora mutlaka aşağıdaki kontroller yapılır.</p> <p>1 - LPT her 4 kademeye de Blade ve Vane olarak hasar kontrolü için boroscope yapılır, ayrıca 4. kademe bladeleri exhausttan kontrol edilir.</p> <p>2 - LPCye boroscope yapılır.</p> <p>C - Şayet Fan sürati %125i geçmişse; Fan rotoru, Fan Mid shaftı ve LPT rotoru mutlaka sökülmeli ve dağıtılarak Shop Manuale göre kontrol edilmelidir.</p>
3	Core kısmı (N2) Overspeed olursa (% 109.6 ve üzeri devirlerde)
4	<p>A - Şayet Core Engine rotor (N2) %109.6 ila %110.0a ulaşmışsa Troubleshooting ile overspeed sebebi araştırılır, ayarlar yapılır, şayet troubleshooting ile neticeyegidilemiyorsa, paragraf 2.C.(2) kontrollerinin yapılması gerekir.</p> <p>B - Şayet Core Engine rotor (N2) %110.1 ila %111.3e ulaşmışsa</p> <p>1 - Exhaust nozleu parçacıklar yönünden kontrol edilir.</p> <p>2 - Core Compressor 1den 14. kademeye kadar bütün blade ve vaneler hasar yönünden boroscope ile kontrol edilir.</p> <p>3 - HPT bladelerine hasar yönünden boroscope yapılır.</p> <p>C - Şayet Core Engine rotor (N2) %111.3ü geçmişse Mutlaka motor sökülerek, dağıtılır ve Shop Manuale göre kontrol edilir.</p>
5	motor çalıştırma esnasında OverTemperature (Startta 750°C derece ve üzeri) olursa ne yapılır,
6	<p>Motor EGT limitlerini geçmişse mutlaka kontrol edilmelidir. Duruma göre kontrol edilecek yerler: Genel olarak HPTdeki hertürlü hasar EGT marjının kaybına ve EGT değerinin yüksek seyretmesine sebep olur. Yüksek EGTlerde, HPT bladelerinde hasar ara, yoksa cleranslarına bak. START ESNASINDA YÜKSEK EGT A - Startta EGT 750°C ile 800°C arasında ise:</p> <p>1 - 40 sn. veya daha az bulduysa (A sahası); sadece corrective action</p> <p>2 - 40 sn.den fazla bulduysa (B sahası); corrective action ve HPT bladelerine boroscope yapılır, bu bölümde uçak Main Basede değilse oroscope inspection 10 flight cycle içinde yapılmalıdır.</p> <p>B - Startta EGT 800°C ile 900°C arasında ise:</p> <p>1 - 40 sn. veya daha az bulduysa (C sahası); corrective action ve HPT bladelerine boroscope yapılır.</p> <p>2 - 40 sn.den fazla bulduysa (D sahası); corrective action ve HPT bladelerine 10 flight cycle içinde boroscope yapılır. Ayrıca; HPT rotor bladelerine 3 defa daha ilave boroscope yapılır, bu boroscopelerin süreleri 40 - 70 saat arasındadır. Yapılacak son boroscope kontrolü, ilk yapılan kontrolden sonra 150 saatten fazla olamaz. C - Startta EGT 900°Cden</p>

	yüksek ise: 1 - 3 sn. veya daha az bulduysa (E sahası); HOT START
	sebebini düzelt, ilk uçuştan önce HSBI uygulanır. Ayrıca 40 - 70 saat aralı olarak 3 defa
	daha HSBI uygulanır. 2 - 3 sn.den fazla bulduysa (F sahası); motorun içinin overtemperature kontrolunun yapılması için indirilmesi talep edilir. Start EGTsi normal, fakat takat verince EGT limitlere yaklaşıyorsa, motor performansı ve HPT cleransları kontrol edilir.
7	motor yağ basıncı olmadan çalıştırılmışsa (vah vah) ne yapmalıyız,
8	Şayet motor No Oil Pressure ile Ground Idle veya üzerindeki rejimlerde çalıştırıldı ise; Lube filitrelerine, screene, magnetic pluglara ve varsa Isolation Pluga metal birikintisi yönünden bakılır. Eger aşağıdaki limitlerden daha fazla yağ basıncısız çalıştırıldıysa motor sökülmeli ve dağıtılarak Shop Manualdeki limitlere göre kontrol edilmelidir. 30 sn.den fazla Takeoff powerda 45 sn.den fazla Cruise powerda 2 dakikadan fazla Flight veya Ground Idleda
9	Motora kuş girmesi, Motorun stall olması veya Overspeed olması sonucu genellikle Fan Bladelerinin 1. kademeleri mid spanlarda birbirinin üzerine biner
10	CF6-50 FAN BLADE SHINGLING INSPECTION Fan blade shingling sebepleri (yani mid span shroudlarının birbirinin üzerine binmesi): ENGINE STALL, BIRD STRIKE, FOD, ENGINE OVERSPEEDdir. Şayet bunlardan biri olmuşsa; Fan Bladeler shingling yönünden aşağıdaki maddelere göre kontrol edilir. Mid span shroudlarının üst ve alt yüzeylerini kuvvetli fenerle kontrol et, overlap olmuşmu, olmamışımı, mid span shroudlarının ayar bozukluğu veya çatlak yönünden gözle kontrol edilmesi gerekir, BURADA ÇATLAĞA MÜSAADE EDİLMEZ. Overlap olmuş veya overlap olduğu belli olan bladeler derhal değiştirilemiyorsa, ilk uçuştan önce bladeler overlap durumundan kurtarılacak (72.21.00 page 601e göre) inspection yapılmalıdır. Shingle olmuş veya olduğu belli olan bladeler 50 saat içinde değiştirilmelidir, yoksa tamir edilebilir limitlerin üzerinde hasarlar olabilir. Fan Forward Caseindeki abrasable materialı 72.22.00a göre kontrol et. Fan speed sensorü kontrol et, sensora blade ucu değmişse, BURADAKİ HASARA MÜSAADE EDİLMEZ.
11	Çalışan motora yabancı madde (FOD) veya kuş girerse
12	Motorun önden içini ve fan bladeleri FOD ve Fan Blade Shingling yönünden kontrol et, closed cowlingleri kontrol et. 72.00.00 page 640 fig. 612 Exhaust nozzleunu ve LPT son kademesini metal birikimi yönünden kontrol et. HPC 1., 7. ve 14. kademelere borescope yap. Yukarıdaki kademelerde hasar bulunuyorsa o zaman LP ve HP compressor kademelerinin rotor bladelerine ve statorlarına full borescope yapılır. LPT ve HPT rotor bladelerine ve nozzle vanelere full borescope yapılır.
13	Motorun stall olduğu bildirilirse veya bu şüphe varsa öncelikle bakılacak yerler,

14	<p>Şayet stall olduysa veya stall olduğundan şüphe ediliyorsa trouble shooting ve aşağıdaki kontroller yapılır. Kompresörde hasar bulunmazsa ve stall sebebi izale edildiyse motor, Return To Service yapılır. Compressor 1. ve 14. kademelere boroscope yapılır. Özellikle 2. ve 7. kademeler arasındaki Tip Clanga bakılır, bu arada VSVler open olacak, VSVleri açmak işi Basıncılı metotla (300 psi) yapılabildiği gibi, Motoring metodu ile de yapılabilir. (VSV actuatorünün rodu full extend - tam uzamış olduğunda VSVler full open dir). HPT rotoruna boroscope yapılır. Magnetic Plugdaki magnetic prob metal tanecikleri yönünden kontrol edilir. VSV feedback kablosu çalışması, çekilerek kontrol edilir. Kablo braketi ve bağlantısı ile MEC bağlantısı kontrol edilir. VSV feedback sistem riggingi kontrol edilir, şayet nominal değerden 1.3 mm.den fazla VSV açık yöne doğru ayarı bozulmuşsa muhtemel STALL sebebi olarak düşünülebilir. VSV feedback sisteminin riginin bozulma sebebi araştırılır ve ayar düzeltilir. CIT sensorüne pressure check yapılır. VSV çalıştırma sisteminin madeni aksamı hasar yönünden kontrol edilir. Özellikle dikkatlice kontrol edilecek olanlar: - Actuation rings, Connector links (72.32.00) - Pushrods (72.32.00) - Actuation ring spacers and clearance- VSV actuator mount bracket - VSV actuation lever bracket</p> <p>Şayet bütün bu kontroller OK ise motorun yıkanması tavsiye edilir. Coke Ingestion Cleaning Procedure; Cleaning / Painting, 72.00.00</p> <p>Aluminium Deposits: Motorun normal çalışması esnasında stator casei ve rotor spoolu aluminium abradable materiale sürterek çıkan parçaların bladelere yapışması ile oluşur. Genellikle 12. kademe ve 14. kademedede görülür, bir limiti yoktur. Ancak aluminium splatterin fazla olması kompresör Stallının sebeplerindendir. ana sayfaya dön</p>
15	Motordan yangın ikazı aldın, ama yangın yok ne yapalım,
16	<p>NACELLE TEMPERATURE ARTMASI, BLOW OUT PANELİN AÇIK BULUNMASI, FIRE WARNING İKAZININ ALINMASI Yukarıdaki durumlar 7. kademe soğutma havası arızalarından kaynaklanmış olabilir. Sağ ve sol sistemlerin kontrolü gerekir. (72.00.00 page 601), Special Instruction, paragraf 3.0, Air System Failures. Bu durumda Turbine Mid Frame Strutından, Compressor Stator Casee kadar 7. kademe compressor hava manifoldu, borular, clamplers kontrol edilir. 7. kademe Cooling Air Systemdeki Check Valve (varsa) kontrol edilir. Sistemin detayı için 75.20.00 page 601 incelenir. Araştırma borularında açık görülen çatlaklar veya missing material (toplam 160 mm² veya daha büyük) veya borunun çepeçevre 360° çatlak olması yönünden yapılır. Check Valfli veya Check Valfsiz sistemlerde (fig. 606 ve fig. 611) strut capte kaçak aranır. (Valfin çıkışında) Check Valfi araştır. (fig. 610 72.00.00 page 638) Burada hava kaçığını tesbit etmek için bütün pneumatic duct bağlantılarına ve kelepçe ile birleştirilmiş bağlantılara alüminyum foil 2 taraftan bantlanır ve kaportalar kapatılarak motor 5 dakika Idleda, 5 dakika %90 N1da ve 5 dakika Idleda çalıştırılıp durdurulur, motor kaportaları açılır, kaçak yapan bağlantılar ve kelepçelerdeki alüminyum foiller yırtılır ve kendilerini belli ederler, buralara gerekli işlemler yapılarak kaçaklar izale edilir ve nacelle overtemperature önlenmiş olur.</p>
17	Motor yağına karışan Yakıt, Hidrolik, Su (yok daha neler... olur mu olur) sıvı tesbit edilirse ne yaparsın
18	<p>Öncelikle: 1- Yağ sistem komponentleri drain ve flush yapılır ve AGBda aynisi yapılır. 2- Yağ sistemi ikmal edilir. 3- Ve motoru %75 N1da minimum 3 dakika çalıştır. 4- 1. ve 2. maddeleri yeniden uygula.</p>
19	Motor çalışırken yapılan reverste N1 %107 devrini geçerse (geçer mi !!! geçer.) ee o zaman ne olacak

20	78.31.00 page 201 T/R System Control, 78.32.00 Fan Reverser Assembly Böyle bir durum meydana gelmişse tekrar revers kullanmadan önce başta yazılı olan referanslara göre kontrol yapılır. Şayet uçak uçuş serisine devam edecekse ve kontrole zaman yoksa T/R deactive yapılarak sefere verilir ve ilk fırsatta kontrol yapılır. Kontrol yapmak için fan reverser manual açılır.
21	A300 Engine Stall
22	Şayet stall olduysa veya stall olduğundan şüphe ediliyorsa trouble shooting ve aşağıdaki kontroller yapılır. Kompresörde hasar bulunmazsa ve stall sebebi izale edildiyse motor, Return To Service yapılır. Compressor 1. ve 14. kademelere boroscope yapılır. Özellikle 2. ve 7. kademeler arasındaki Tip Clanga bakılır, bu arada VSVler open olacak, VSVleri açmak işi Basınçlı metotla (300 psi) yapılabildiği gibi, Motoring metodu ile de yapılabilir. (VSV actuatorünün rodu full extend - tam uzamış olduğunda VSVler full opendir). HPT rotoruna boroscope yapılır. Magnetic Plugdaki magnetic prob metal tanecikleri yönünden kontrol edilir. VSV feedback kablosu çalışması, çekilerek kontrol edilir. Kablo braketi ve bağlantısı ile MEC bağlantısı kontrol edilir. VSV feedback sistem riggingi kontrol edilir, şayet nominal değerden 1.3 mm.den fazla VSV açık yöne doğru ayarı bozulmuşsa muhtemel STALL sebebi olarak düşünülebilir. VSV feedback sisteminin riginin bozulma sebebi araştırılır ve ayar düzeltilir. CIT sensorüne pressure check yapılır. VSV çalıştırma sisteminin madeni aksamı hasar yönünden kontrol edilir. Özellikle dikkatlice kontrol edilecek olanlar: - Actuation rings, Connector links (72.32.00) - Pushrods (72.32.00) - Actuation ring spacers and clearance- VSV actuator mount bracket - VSV actuation lever bracket Şayet bütün bu kontroller OK ise motorun yıkanması tavsiye edilir. Coke Ingestion Cleaning Procedure; Cleaning / Painting, 72.00.00 Aluminium Deposits: Motorun normal çalışması esnasında stator casei ve rotor spoolu aluminium abradable materiale sürterek çıkan parçaların bladelere yapışması ile oluşur. Genellikle 12. kademe ve 14. kademe görülür, bir limiti yoktur. Ancak aluminium splatterin fazla olması kompresör Stallının sebeplerindedir.
23	FAN BLADE SHINGLING INSPECTION
24	Fan blade shingling sebepleri (yani mid span shroudlarının birbirinin üzerine binmesi): ENGINE STALL, BIRD STRIKE, FOD, ENGINE OVERSPEEDdir. Şayet bunlardan biri olmuşsa; Fan Bladeler shingling yönünden aşağıdaki maddelere göre kontrol edilir. Mid span shroudlarının üst ve alt yüzeylerini kuvvetli fenerle kontrol et, overlap olmuşmu, olmamışmı, mid span shroudlarının ayar bozukluğu veya çatlak yönünden gözle kontrol edilmesi gerekir, BURADA ÇATLAĞA MÜSAADE EDİLMEZ. Overlap olmuş veya overlap olduğu belli olan bladeler derhal değiştirilemiyorsa, ilk uçuştan önce bladeler overlap durumundan kurtarılarak (72.21.00 page 601e göre) inspection yapılmalıdır. Shingle olmuş veya olduğu belli olan bladeler 50 saat içinde değiştirilmelidir, yoksa tamir edilebilir limitlerin üzerinde hasarlar olabilir. Fan Forward Caseindeki abradable material 72.22.00a göre kontrol et. Fan speed sensorü kontrol et, sensora blade ucu değmişse, BURADAKİ HASARA MÜSAADE EDİLMEZ.
25	A300 Fan vibrasyonunda

26	<p>VİBRASYON FAN 3 ünitten aşağıda ise herhangi bir şey yapılmaz. 3-4 arası seferleri bölme, FIM 72.00.00 hazırla 4-6 arası 20 uçuş saati içinde FIM 72.00.00 uygula 2 ünitten fazla raks varsa, ilk uçuştan önce FIM 72.00.00 uygula KONTROLLAR: İnlet ve Exhaust, Fan Blade mid-span shroudları shingling yönünden, 4. kademe LPT bladeleri İnterlock aşınma yönünden, Master Chip Detector, Yağ tankından yakıt kokusu ara, AGB bağlantılarının aşınmaları, oynaması, CSD QAD adaptörünün torku, Yakıt pompasının QAD adaptörünün torku, Starter Hava borusunun gevşek ve kırık braket yönünden kontrolü, Kaporta kilitlerinin torkları, Gevşek Hold Open Rods, Pneumatic System duct gevşek veya kırık braket yönünden kontrolü, Spinner Cone hatalı takılması, LPT Cooling manifoldunun gevşek olması, Exhaust Forward Center Body çatlakları, Fan Blades mid-span shroudlarının çalışan yüzeylerini yağla, Vib. Stil high: Fan bladelerini sök, Temizle ve yeniden yağla, Vib. Stil high: TRIM BALANCE uygula Still high: Replace Engine or Fan Module CF6-50 motorunda FAN</p> <p>Vibrasyonunda yapılacaklar: Vibrasyon 3 mils'den aşağıda ise, herhangi bir şey yapmaya gerek yoktur. 3-4 arasında ise, seferleri bölmeden, FIM 72-00-00 hazırlığı yapılır. 4-6 arasında ise, 20 Uçuş Saati içinde FIM 72-00-00 uygulanır. 2 mils'den fazla raks varsa, ilk uçuştan önce FIM 72-00-00 uygulanır. Bu maddeler: İnlet ve Egzost, Fan Blade mid-span shroud'ları shingling (birbirinin üzerine binmek) yönünden kontrol edilir. LPT 4. kademe (son kademe) blade'leri interlock, aşınma yönünden kontrol edilir. Master Chip Detector kontrol edilir. Yağ tankı içindeki yağdan, yakıt kokusu aranır. Accessory Gear Box bağlantıları aşınma ve oynama, boşluk yönünden kontrol edilir. CSD bağlantı kelepçesinin (QAD adaptörü) torku kontrol edilir. Yakıt Pompası kelepçesinin (QAD adaptörü) torku kontrol edilir. Starter hava borusunu gevşek ve kırık braket yönünden kontrol edilir. Kaporta kilitlerinin torku kontrol edilir. Revers kaportasının Hold Open Rod'unun bağlantıları gevşeklik yönünden kontrol edilir. Pneumatic System Duct'ları gevşeklik veya kırık braket yönünden kontrol edilir. LPT Cooling manifoldunun gevşek olup olmadığı kontrol edilir. Egzost Forward Center Body'de çatlak kontrolü yapılır. Fan Blade mid-span shroud'larının çalışan yüzeyleri yağlanır. Vibrasyon hala yüksekse Fan Blade'ler sökölüp usulünce yağlanır. Vibrasyon hala yüksekse TRIM BALANCE yapılır. (bu işlemlerden önce Vib. İnd. Swap edildiği varsayılmıştır) T R I M B A L A N C E : (Bu iş için Pergel, Cetvel ve Açık Ölçer gerekiyor) Yarı çapı 5 cm. olan bir daire çiz ve bu daireyi cetvelle 4'e böl. Dairenin çizgileri kestiği yerlere sırasıyla: en üste 0 (sıfır) derece yaz, sağ tarafa 90 derece yaz, aşağıya 180 derece yaz, sol tarafa ise 270 derece yaz. Şimdi işleme geçelim: 50 gr. civarında bir ağırlığı Spinner Cone üzerindeki ve 1 nolu blade hizasındaki ağırlığı sök ve sökülen yere bu elindeki ağırlığı tak ve motoru çalıştır. N1 %110'da vibrasyon değeri al, (bu esnada diğer motor da % 85 N1'da çalışacak) ve motoru durdur. Alınan vibrasyon değeri mesela 3.3 mils olsun, pergeli 3.3 cm aç ve 0 (sıfır) derece yazdığın noktaya koyarak bir daire çiz. Ağırlığı taktığın yerden çıkart ve önceden söktüğünü buraya tak. Elindeki 50 gr.lık ağırlığı (motora önden bakarken saat istikametine doğru sayarak) 13 nolu blade'in dibindeki ağırlığı sökerek oraya tak, motoru yine önceki gibi çalıştırıp yine vibrasyon değeri al ve motoru durdur. Alınan vibrasyon değeri mesela 5.6 mils olsun, pergeli 5.6 cm aç ve pergelin ucunun 5 cm.lık daire çizgisi üzerinde ve 123 derecedeki noktaya koy ve bir daire çiz. 13 nolu blade'in dibine taktığın 50 gr.lık ağırlığı sök ve diğerini tak, sökülen 50 gr.lık ağırlığı bu sefer 26 nolu blade'in dibindeki ağırlığı sök ve oraya tak, motoru çalıştır ve N1 %110'da vibrasyon değeri al ve motoru durdur. Aldığın vibrasyon değeri mesela 6.7 mils olsun, pergeli 6.7 cm aç ve pergelin ucunu 5 cm.lık daire çizgisi üzerinde ve 246 derecedeki noktaya koy ve bir daire çiz. Şimdi daha önce çizdiğimiz 3.3 , 5.6 ve 6.7 cm yarıçaplı daireler kesişecektir. (şayet daireler kesişmemişse 50 gr olan</p>
----	---

	ağırlık artırılarak yukarıdaki işlemler tekrar yapılacaktır) veya kesişme noktalarının ortalamalarını alabilirsin. SONUÇ olarak bu 3 değerin ortak noktasını dairenin merkezi ile birleştir, bu iki nokta arasındaki ÇİZGİ ölçülür. Bu ölçü R1'dir. Şimdi takılacak gerçek ağırlığı hesaplamak için şu formül kullanılır. $Wf = Takılması\ gereken\ ağırlık$ $Wt = Deneme\ ağırlığı$ (örnekte 50 gr) $Uo = Balanssızlık$ (bu örnekte 5 cm yarıçaplı daire) $R1 = Bulunan\ Balans\ Faktörü$ $Wf=Wt (Uo / R1)$ $Wf=50 (5/2)=125\ gr$ yani, takılacak ağırlık 125 gr olacak Ağırlığın nereye takılacağı ise R1 çizgisinin açısı ölçülerek bulunur, (sıfır derece çizgisine olan açısı bulunur) bu açı değeri 9.47'ye bölünür, çıkan sayı bizim 125 gr.lık ağırlığı takacağımız blade'in sıra numarasıdır, bu sıra numaralı blade'in dibindeki ağırlık çıkarılarak 125 gr.lık ağırlık bu blade'in dibine takılır. Böylece işlem tamamlanmış olur. Bu konu ile ilgili AMM sayfası 72.00.00 Conf 1 pb. 532
27	A300 Gaz kollarının farklı olması
28	Gaz kollarının plansız olarak farklı olması (yani motor değişiminden sonra değil de rastgele bir zamanda oluşması) durumunda; air intake, exhaust check edilmelidir.
29	A300 Motor değişiminden sonra yapılacaklar
30	YENİ TAKILAN MOTOR Motor değişiminden sonra, motor ile uçak gövdesi arasında OMAJ ölçümü yap, ref 20.28.11 pb 1 Motor yakıt sistemini BLEED yap (yakıt pompasını çalıştır, yakıt pompası ve filtrenin DRAIN PLUG'ını sök, yakıt gelince kapat), Emergency Shut Down sistemini test et, Motor yağ seviyesini, CSD yağ seviyesini, Starter yağ seviyesini kontrol et, EDP'yi Case'ini Bleed yap. Yeni takılan motora önce DRY ve WET motoring yapılır. Çalıştırmadan önce: Motor indikatörlerine MAX Pointer test yap Yağ, Yakıt CLOG lamba testi yap SMOKE testi yap Bütün lambaları Cpt ve FEO test yap Yangın testini HPCock açarak yap Anti-Skid sw'i OFF yap Brake aküyü doldur Vibrasyon indikatörünü test et Starttaki F/F, peak EGT ve Akselerasyon zamanını yaz. Çalıştırdıktan sonra: Vibrasyon değerlerini kontrol et, yaz Eng Hyd Pump DUMP yap (yapılmadıysa) T/R açılıp kapanma testi yap (APU) ile Motor durdurulmadan önce, CSD disc. Yap CSD disc. Yapıldıktan sonra, motor durunca Connect yap, tekrar motor çalıştırıp Kontrol edilecek. T/R yapılıncaya N2 %78 - %80'e yükselir.
31	A300 Türbin Vibrasyonunda yapılacaklar
32	VİBRASYON CORE 80 N2 altında: 4 ünitten aşağıda ise herhangi bir şey yapılmaz 4-6 arası, 20 uçuş saati içinde FIM 72.00.00 uygula 6 ünitten fazla ise ilk uçuştan önce FIM 72.00.00 uygulanır ve Motor indirilir. 80 N2 üzerinde: 2 ünitten aşağıda ise herhangi bir şey yapılmaz 2-4 arası, 20 uçuş saati içinde FIM 72.00.00 uygula 4 ünitten fazla ise ilk uçuştan önce FIM 72.00.00 uygula 2 ünitten fazla raks varsa, ilk uçuştan önce FIM 72.00.00 uygula ve Motor indirilir. KONTROLLAR: N2 vibrasyonunda: EVM devresinin clamp ve connector'leri, TMF sensörünün gevşek veya eksik vidası, Master Chip Detector Kontrolü, Motor üzerindeki Kırık: Braket, Clamp, Tubes, Ducts, AGB bağlantıları, Yanma odası bağlantı civataları kontrol edilir. Ana sayfaya dön
33	CF6-50 1 nolu bladei bulmak için
34	HPC 12. kademedeki tapadan bakılırken, TGB saat istikameti tersine CCW çevrilirken 2. locking lock'dan sonraki blade 1 nolu blade'dir. Hem HPC ve hem de HPT için 1 nolu blade bulunmuş olur.
35	CF6-50C motorunu CF6-50C2 yapmak için

36	CF6-50C motoru CF6-50C2'ya çevirmek için gerekenler: Neden çeviririz; Motorun take-off thrust'ını ve Cruise performansını artırmak için yapılır. VSV feedback cable reset actuator'ü değişir. LPT air manifold değişir. (VSV reset actuator'üne hava sağlayan boruya yataklık yapar) 1. kademe Fan Blade'leri ve Platform'ları değişir. 2 tane olan N1 fan speed sensörünün biri istenirse alınabilir. MEC değişir. (HPC Variable Stator feedback bellcrank mavi renkli anodizing yapılmış olanı kullan.) Bu MEC N2'nun % 109.5'a kadar hareketine müsaade eder, bu arada N2 indikatörü de modifiye edilecek, Red Line 109.5 olmalı) MEC P/N 9070M55P42 / P44) CDP air manifold değişecek (P/N 9303M33G01) Yeni CDP hava borusunun içinde orifis var, PS3 havasının MEC'e olan sinyal basıncını düşürür. Bütün bunlardan sonra, Test Cell'de Power Assurance Check yapılmamışsa, motor pylona bağlandığında Max. Power Assurance Check yapılır. Tool olarak 2C7372 veya 2C6916 lazım olabilir. Aşağıdaki SB'ler mutlaka lazım olacak: 1. CF6-50 73-54 2. CF6-50 73-52 3. CF6-50 72-513 4. CF6-50 72-573 5. CF6-50 73-70 6. CF6-50 73-70 7. CF6-50 75-41 8. CF6-50 75-43 Specific Gravity 0.76 olacak CF6-50C2
37	CF6-50 MEC Ayarı
38	P100 MEClerde 90 derece rig pin deliği kullanılır, şayet biri PreP100 ise 80 derece delikleri kullanılır. Motoru çalıştır, GROUND IDLEda 5 dakika stabil yap, gaz kolunu yavaşca ileri doğru it, P/P stobuna dokunduktan sonra 5 dakika stabil olmasını bekle ve değerleri kaydet, gaz kollarını IDLEa çek. Ve OATa uygun olan N1 değerini araştır ve motorun gerçek N1i ile karşılaştır, şayet ayar gerekiyorsa, MEC üzerindeki Part Power Adjustment vidasından 3/16 allen anahtarla N1 devrini ayarla, saat istikameti N1 devrini artırır, aksi N1 devrini düşürür. 1 tam tur N1i %6.3 etkiler. NOT: MPA değerine ulaşıp, motor stabil olduğunda pedastaldaki kağıt bant işaretlenecek... Throttle Static Rig'leme için 80 derece rig delikleri kullanılır. Gaz kolları 18+-1 derece Part Power ayarı için 90 derece rig deliği kullanılır. Ana sayfaya dön
39	CF6-50 Vibrasyon araştırması
40	Engine Vibrasyonunda: A300 CF6-50 Motor durumu incelenecek, Motor: Inlet, Exhaust, Accessory'ler incelenecek, QAD ringleri kontrol edilecek, Motor fan blade'leri döndürülecek, Motor Magnetic Chip Detector'ler incelenecek, Motor Vibration Sensor incelenecek, Motor Vibration Sensor kablo bağlantıları incelenecek, Yanma odası bağlantı vidaları incelenecek, Motor Vibration Indicator kontrol edilecek, Aynı motorda bir de yüksek EGT varsa hava boruları, kelepçeleri ve bağlantıları incelenecek, Bütün bunlar yapıp önemli bir bulgu yoksa, o zaman motor çalıştırılarak vibrasyon değeri incelenir, bunun için; AMM 72-00-00 / page 511 Motor 5 dakika Ground Idle'da çalıştırılır, 2 dakika içinde MPA değerine çıkılır ve 2 dakika içinde Ground Idle değerine inilir. Bu esnada vibrasyon sürekli gözlenir, en yüksek vibrasyon değerindeki N1 ve N2 değerleri kaydedilir. Tekrar motorun devri artırılarak en yüksek vibrasyon değerinin görüldüğü N1 ve N2 değerine çıkılır ve 4 dakika beklenir, vibrasyon değerleri bu devirde kayıt edilir, motor tekrar Ground Idle değerine çekilir, 5 dakika motorun soğuması beklenir ve motor durdurulur. Eğer vibrasyon değerleri istenen değerlerden yüksekse FIM 71-00-00'a göre trouble shooting yapılır. Trim Balans AMM 72-00-00 / page 528 FIM 72-00-00 / page 128 – 133
41	EGT CF6-50 Start esnasında 900 dereceye çıkmışsa ne yapılmalıdır
42	sonraki ilk uçuştan önce HOT SECTION'a Borescope yapılmalıdır. Ayrıca 40 veya 70 saat aralıkla 3 ilave Borescope daha yapılmalıdır.
43	Start esnasında 900 derece üzerine 3 sn'den fazla süre ile çıkmışsa ne yapılmalıdır

44	MOTOR SÖKÜMÜ gerekir. AMM 72.00.00/600 HIGH EGT : Bulunduğu derece ve süreye göre değerlendirilir. A bölgesinde ve bilinmeyen bir sebepten olmuşsa, inlet ve exhausttan kontrol edilir ve 20 FC içinde HPT 1. ve 2. kademelere Borescope yapılır. C bölgesinde ve bilinmeyen bir sebepten olmuşsa, Overtemperature Inspection için Motor sökülür. Şayet yüksek EGT sebebi bulunursa ve izale edilirse, motor 20 FC daha serviste kalabilir, motor inlet ve exhausttan kontrol edilir, HPT 1. ve 2. kademelerine Borescope yapıp SERVICEABLE olduğu görülmelidir. EGT yüksekse, Specific Gravity 0.85 'e doğru yükseltilir.
45	CF6-50 Min. yağ basıncı ne olmalıdır
46	Min kabul edilebilir Oil Pres. 13 psi'dir. Şayet 13 psi'den aşağı düşmüşse Motor Durdurulmalıdır.
47	Motor depolamak şartları nelerdir
48	CF6-50 motoru, tekersiz sehpa ile palet ile Dolly üzerinde iken ölçüleri : Uzunluk 600 cm. Genislik 220 cm. Yükseklik 320 min ölçülerdir. Dollysiz alçak depoya sokarken sehpa altına yuvarlak demir koyulup üzerinden kaydırarak depoya alınabilir.
49	Motor yağsız çalıştırılırsa ne yapılmalıdır
50	No Oil Pressure Inspection Şayet motor No Oil Pressure ile Ground Idle veya üzerindeki rejimlerde çalıştırıldı ise Lube filitrelere, screene, magnetic pluglara ve varsa Isolation Pluga metal birikintisi yönünden bakılır. Eger aşağıdaki limitlerden daha fazla yağ basınçsız çalıştırdıysa motor sökülmeli ve dağıtılarak Shop Manualdeki limitlere göre kontrol edilmelidir. 30 sn.den fazla Takeoff powerda 45 sn.den fazla Cruise powerda 2 dakikadan fazla Flight veya Ground Idleda
51	Nacelle Temp. artması
52	NACELLE TEMPERATURE ARTMASI, BLOW OUT PANELİN AÇIK BULUNMASI, FIRE WARNING İKAZININ ALINMASI Yukarıdaki durumlar 7. kademe soğutma havası arızalarından kaynaklanmış olabilir. Sağ ve sol sistemlerin kontrolü gerekir. (72.00.00 page 601), Special Instruction, paragraf 3.0, Air System Failures. Bu durumda Turbine Mid Frame Strut'ından, Compressor Stator Case'e kadar 7. kademe compressor hava manifoldu, borular, clamp'ler kontrol edilir. 7. kademe Cooling Air Systemdeki Check Valve (varsa) kontrol edilir. Sistemin detayı için 75.20.00 page 601 incelenir. Araştırma; borularda açık görülen çatlaklar veya missing material (toplam 160 mm2 veya daha büyük) veya borunun çepeçevre 360° çatlak olması yönünden yapılır. Check Valfli veya Check Valfsiz sistemlerde (fig. 606 ve fig. 611) strut cap'te kaçak aranır. (Valfin çıkışında) Check Valfi araştır. (fig. 610 72.00.00 page 638) Burada hava kaçağını tesbit etmek için bütün pneumatic duct bağlantılarına ve kelepçe ile birleştirilmiş bağlantılara alüminyum foil 2 taraftan bantlanır ve kaportalar kapatılarak motor 5 dakika Idleda, 5 dakika %90 N1da ve 5 dakika Idleda çalıştırılıp durdurulur, motor kaportaları açılır, kaçak yapan bağlantılar ve kelepçelerdeki alüminyum foiller yırtılır ve kendilerini belli ederler, buralara gerekli işlemler yapılarak kaçaklar izale edilir ve nacelle overtemperature önlenmiş olur. NACELLE, BLOW-OUT, FIRE Nacelle temp artması, Blow-Out panelin açık bulunması, Fire Warning ikazının alınması, 7. kademe soğutma havası arızalarından kaynaklanmış olabilir, sağ ve sol sistemlerin kontrol edilmesi gerekir. Bu durumda Turbine Mid Frame strut'ından Compressor Stator Case'e kadar 7. kademe Kompresör hava manifoldu, borular, Clamp'ler kontrol edilir. 7 kademe cooling air sistemdeki Check Valve (varsa) kontrol edilir. 75.00.00/601 Check Valfli veya Check Valfsiz sistemlerde strut cap'te kaçak aranır (valfin çıkışında), Check Valve araştırılır. Hava kaçağının tesbiti için sabıkalı kelepçeler alüminyum foil ile sarılır, kaportalar kapatılarak, motor 5 dakika

	IDLE, 5 dakika %90 N1'da ve 5 dakika IDLE'da çalıştırılıp durdurulur, kaportalar açılıp kaçak yapan yerler bulunur. 7. kademe havası önemlidir. Manifolduna ve hava borularına bakılır. Vibrasyon, Nacelle Temperature Increase, Blow out door Open, Fire Warning arızalarında ilk bakılacak yerdir. Combuster Dome Area'da 30 tane Trumpet ve bunların içinde 30 tane Fuel Nozzle vardır, Combuster Liner'ları ZIRCONATE SERAMIC ile kaplıdır ve ömrü yaklaşık 7000 saattir. Kabinde yağ kokusu geliyorsa, no1 veya no3 yatakların Oil Seal'lerinden yani dolayısıyla HPC 8. kademe Bleed Manifoldundan gelir, bu her iki yatak da A Sump'dadır. No1 yatak oil seal'den olan yağ kaçağı IGV portundan veya VBV'ler açılarak aradan kontrol edilebilir. HPT Blade'lerinin üzerindeki Nose Hole'lerin çapı 0.020", delik araları ise 0.060" dir.
53	No Oil Pressure Inspection
54	Şayet motor No Oil Pressure ile Ground Idle veya üzerindeki rejimlerde çalıştırıldı ise; Lube filitrelerine, screene, magnetic pluglara ve varsa Isolation Pluga metal birikintisi yönünden bakılır. Eger aşağıdaki limitlerden daha fazla yağ basınçsız çalıştırıldıysa motor sökülmeli ve dağıtılarak Shop Manualdeki limitlere göre kontrol edilmelidir. 30 sn.den fazla Takeoff powerda 45 sn.den fazla Cruise powerda 2 dakikadan fazla Flight veya Ground Idleda
55	M O T O R Vibrasyonunda
56	M O T O R Vibrasyonunda: Motor durumu incelenecek, Motor: Inlet, Exhaust, Accessory'ler incelenecek, QAD ringleri kontrol edilecek, Motor fan blade'leri döndürülecek, Motor Magnetic Chip Detector'ler incelenecek, Motor Vibration Sensor incelenecek, Motor Vibration Sensor kablo bağlantıları incelenecek, Yanma odası bağlantı vidaları incelenecek, Motor Vibration Indicator kontrol edilecek,
57	APU yük değişimlerinde SURGE yapıyorsa ne yapılacak
58	Filtrenin solundaki ve Surge Valften Compressor Case'e giden P4 hattından kaçak ara. Surge Valf kelepçelerinde tork kontrolü yap kaçak olmasın. Surge Valf filtresini temizle veya değiştir veya hiç takma. Boost Venturiden Press Ratio Control'a olan statik press hattında kaçak ara. Bleed Valf girişindeki basınç hattındaki Packing'i kontrol et, kaçak varmi. Air Flow Sensor ile Surge Valf actuatörü arasındaki boruda kaçak veya tikanıklık varmi, varsa Surge Valfi değiştir.
59	APU Standby modda Start yaparken veya Bleed alırken Türbin Nozul actuatörüne bak, çalışma hatası varsa
60	ECByi değiştir, Hyd. actuatörü değiştir, arıza devam ediyorsa APUyu değiştir. Air Flow Sensörü bir daha temizle ve filtreyi takma. Sensörü vidalardan sensöre doğru hava tutarak temizle, sensör üzerinde çatlak, patlak ara. Sensör üzerindeki Diff. Press swi de söküp icini ve konnektörünü temizle. Surge Valf NORMALY OPENDir, bu valfin indikatörü uygun pozisyonda değilse Air Flow Sensörü temizle ve Surge Air Valf filtresini değiştir. APU yüksüz çalışırken Surge Air Valf indikatörü TAM ACIK ile 2/3 ACIK olmalıdır, değilse yukarıdaki temizliği mutlaka yap. Bleed alınıncaya indikatör YARI AÇIK olmalıdır. Packlerin her ikisini de acınca veya motor döndürünce indikatör CLOSE olacak, sayet indikatör pozisyonları böyle değilse, mutlaka yukarıdaki temizliği yap. Fuel Nozulları temizle. Fuel Enrichment Solenoid 49.32.12
61	B 757 APU Starteri çalışmasına rağmen APU çalışmıyorsa .
62	monopole değiştir
63	B757 APUSU LOW OIL PRESSURE ikazı ile birlikte APUyu SHUTDOWN yaptırma sebebi nedir

64	APU üzerindeki yağ seviye göstergesi 2 türlü seviye gösterir, biri çalışırken bakılacak yağ seviye çizgisi, diğeri ise durmuş haldeki bakılacak yağ seviye çizgisidir. Şayet yağ deposu bu çizgilere rağmen fazla doldurulacak olursa, APU dişli kutusu içinde yağ köpüğü oluşur
65	APU AUTO ShutDown olma sebepleri nelerdir
66	Generator Filtresi tıkanmışsa veya 31 psidan düşük yağ basıncı ve 154 oC den fazla yağ harareti
67	Yağ depo seviyesi artıyorsa ve yakıt kokusu varsa ne yapılacak
68	APU FCUsunu değiştir. Yağ deposuna fazla yağ koyma, çizgileri aşma
69	APU değişimlerinde nelere dikkat edilmelidir
70	Air Intake Ductlara dikkat et, sağlam bir malzeme değil, kırılabilir, hasarlanması kolay malzemedir. APU exhaust duct apuya bağlıdır ve apu tarafından taşınır, APU sökülünce aşağı sarkar, onun için apuyu sökmeden önce bu ductı yukarıya bağla. APU firewall üzerinde ve APU Compressor Inlet Plenum üzerinde access paneller var, gerekli kontrollar buralardan yapılabilir.
71	uçak APU U/S olarak sefere verilecekse ne yapılmalıdır
72	APU Air Intake Door, Apu çalışırken shut down olupta açık kalmışsa ve uçak APU U/S olarak sefere verilecekse bu kapak manual olarak kapatılır APU ile ilgili sigortalar çekilir, APU fuel valf kapatılır ve uçak sefere öylece verilir.
73	APU overspeed olur ve shut down olma sebepleri nelerdir
74	APU üzerindeki access panelin hemen üzerindeki Inlet Pressure Sensor P2 tıkanmış
75	Uçak şayet Güney Amerika veya Bolivya civarında uçacaksa ne tür ayar yapmak gerekir
76	ECU üzerinde ayar yapmak gerekir.
77	APU yangınında ikaz almak için ve söndürmek için öncelikle neler yapılmalı
78	APU çalışması için Apu bataryası ve Main batarya takılı olması lazım
79	% 30 N3 devrinden yüksek devirlerde starter engage edilmişse NE YAPILACAK
80	yağ basıncı ve dönüş filtreleri ve chip detectorler kontrol edilir. Şayet metal birikimi görülürse High Speed External Gearbox değiştirilmelidir.
81	EICASda Filter Glog ikazı geldiyse ne yapılması gerekiyor
82	her iki filtre birden değiştirilir
83	RB211-535 Motorundan yağ numunesi almanın kolay yolu nedir
84	deponun dibinde basit bir drain plug vardır.Ordan alınabilir.
85	Thrust Reverser deactivite yapmak için neler yapılmalı
86	Bir T/R deactive olabilir, deactivite için, şayet az açksa, tam kapat ve pylondaki Isolation Valf üzerindeki selector valf manual lockoutuna pin tak ve pini emniyetle, Translating Cowl üzerindeki deactivite pimini kendi yerinden çıkart ve aşağıya tak, P11deki control sigortalarını çek, defterine yaz, gönder.
87	Thrust Reverser Manual açmak için neler yapılmalı
88	Manual açmak için P11deki indication ve control sigortasını çekerek Isolation valfin ceryanını kes, gaz kolları üzerine ÇALIŞTIRMA yazılı ikaz bağla. Pylondaki kapağı açarak Selector Valve Lockoutuna pin takıp, Isolation Valfi deaktif yap, by-pass valf üzerindeki manual override kolunu aşağı çekip oraya da pin tak, şimdi motor sağ ve solundaki alt actuator hizasındaki Lock İndikatörlere tornavida takarak Unlock yap ve buralara pin tak, ayrıca motorun sağında orta actuator hizasındaki Sync-Lock indikatörüne de tornavida tak, çıkar ve pin tak, alt akçüetör hizasındaki sokete ara kolu takarak çevir, manual açma ve kapamada max. tork 165

	inch/pounddur.
89	N1 yani Low Pressure Turbinin overspeed olmasını önleyen sistem hangisidir
90	emergency fuel SOVdir ve işini mekanik olarak yapar.
91	Şayet motorda surge oluşursa sistemde neler olur
92	Transient Pressure Unit, Transient Fuel Unite sinyal göndererek, motora olan yakıt akışını azaltır.
93	Fuel cooled oil cooler; FCOCne işe yarar
94	FCOC, yağı soğutur ve LP fuel filtredaki yakıtta buz oluşmasını, yakıtın donmasını önlemek için ısıtır. LP fuel filter üzerinde 2 tane pressure sw. var ve EICASa 2 ayrı sinyal gönderir, bunlardan biri LP fuel filter tıkanıklığı, diğeri ise LP fuel pump çıkış basıncı düşük bilgileridir.
95	Boroscope portlarının motorun neresindedir
96	çoğu motorun sağında ve C duct altındadır
97	Motor vibrasyonunu azaltmak için neler yapılmalı
98	Trim Balance; fan disk üzerindeki deliklerden yapılır.
99	fan blade sökümü nasıl yapılmalıdır
100	Fan Blade söküm-takımı Chpt 72-31-13de anlatılıyor, 1 fan blade değişimi yaklaşık 1 saat alır. Fan bladelere arasında kalan annulus fillerlerinde mutlaka söküldükleri yerlere takılmaları gerekir, çünkü hepsinin üzerlerinde kendi ağırlıkları yazılıdır. Fan blade sökümüne üst ortadan başlanır, bladein her iki yanındaki fillerler işaretlenerek alınır. Bladein moment ağırlığı ön yüzünde, kendi gerçek ağırlığı ise yan yüzünde yazılıdır, bir blade 8 kg. civarındadır.Fan blade sökümünde, nose cone ve oradaki parçalar markalanır, bunlar; nose cone fairing, nose cone ve nose cone support ringdir. Bunların hangi pozisyonda söküldüyse aynı pozisyonda takılmalıdır. Bunların üzerine yapılacak markalama işareti ispiertolu permanent markerla yapılmaz, çünkü kimyasal etkileşim olur, kağıt bant yapıştırılarak yapılacak markalama tercih edilmelidir
101	RB 211-535 motorunda kaç çeşit HP rotoru (N3 yi) çevirmenin 2 usulü vardır
102	her iki usulde de özel tool gerekli. Biri, centrifugal breather cover sökölür tool oraya takılır, diğeri ise pneumatic starter ile birlikte starter QAD adaptörü de sökölür ve özel tool oraya takılarak N3 çevrilebilir, IP rotorunu çevirmek için ise daha farklı bir özel tool gerekir.
103	C duct açıkken nelere dikkat edilmesi gerekir
104	T/R çalıştırılmamalıdır,
105	APUdan hava alınamıyorsa neden kaynaklanır
106	Anti-Surge valf açık kalmış olabilir
107	APIC, APS 2000 modellerinde ilk olarak nereye bakılmalı
108	APU Control Unit üzerinde bir sigorta var
109	CFM 56-3 Nose Cowl, motorlar arasında swap edilebilir mi
110	Swap edilebilir.
111	1nolu fan blade nasıl bulunur

112	Spinner üzerinde nokta vurulmuş yerin arkasındaki blade
113	Yüksek thrustlardaki yüksek EGT, hava sisteminden, Alçak thrustlardaki yüksek EGT neden kaynaklanır
114	EGT ise yakıt sisteminden kaynaklanır.
115	VSV static rigging ayarı bozursa neden kaynaklanır
116	EGT artar.
117	Revers açılınca hangi sistem açılır
118	VBVler open olur.
119	Motoru Low Idledan, High Idlea geçirmek için ne yapılmalıdır
120	IDLE CONTROL sigortası çekilir.
121	CIT (T25) sensörü arızasında nelere bakılır
122	slow akselerasyonda ilk önce buna bakılır, söküp takmada 4 vidasının emniyetini sökmek ve takmak zordur
123	T2 sensör arızasında neler yapılır
124	komple değişir, bunun arızasında PMC On iken N2 ani yükselir
125	Her MEC ve Motor değişiminde neler yapılmalıdır
126	VSV ve VBV static rigging ayarı yapılır.
127	Motor ve MEC değiştikten sonra ilk bakılacak ayar hangisidir
128	Spesifik Gravity ayarıdır, 0.82 olacak (bizim kullandığımız yakıt için)
129	PMC On iken N1 ayarı tutmazsa ne yapılır
130	PMC ayarlanır veya PMC değiştirilir.
131	PMCdten PLA ayarı kaç olmalıdır
132	7.5 volt olmalı
133	Start esnasında F/F 500 kg. üzerine çıkma temayülü gösteriyorsa ne yapılmalı
134	HOT STARTa gidiyor demektir, starttan vazgeç. HP musluğu 25 N2da açılır.
135	motor çalıştırmada nelere dikkat edilmelidir
136	APU ile 1 nodan başlanır, Ground pneumatic ile 2 numara çalıştırılır.
137	Engine Start Valve, yerde açılmaması ne gibi problem oluşur
138	uçak NO GOdur. Havada WIND MILLING ile N1 devri %25e yükselemiyor, dolayısı ile motorun havada durmasından sonra start valf açılmıyorsa motor çalıştırılmaz. Çünkü havada da valfi açmak için GROUND durumuna alınıyor.
139	Take Off EGTsi artmışsa ne yapılmalıdır
140	HPTCC valf MECin gönderdiği sinyal ile çalışır, Take Off EGTsi artmışsa CC valfi incele.
141	Motorun gerçek EGT değerleri nasıl alınır
142	HPTCC timerı De-active edilmelidir.
143	Gaz kesmelerde Stall olması neye bağlıdır
144	VSV; N2 ve CIT sensör bilgisi ile çalışır, VSV çalışmazsa VBVde off olur, VBV çalışmazsa VSV çalışmaya devam eder, VSV arızasında (N2, CIT) akselerasyon düşük olur
145	VSV ne işe yarar
146	havanın hızını kontrol eder.
147	VBV ne işe yarar
148	havanın miktarını kontrol eder.
149	VSV pompası yerine ne kullanılabilir

150	hava da kullanılabilir, ancak 300 psi'yi geçmemek şartıyla.
151	Motor ilk startında hangi kademeler kapalıdır
152	9. kademe kapalı, 5. kademe açıktır.
153	Bleed Bias sensör sensörü kesildiğinde neler oluşur
154	9. kademe portunda ve saat 4 istikametindedir. Bu sensörün sensörü kesildiğinde; 1-Akselerasyon düşer, 2-Gaz kesildiğinde motor devri yavaş yavaş düşer.
155	N1 indikatörünün değeri göstermemesi neden dolaydır
156	28 v ceryan yoktur veya kopuk devre vardır. N2 arızasında stator (N2 speed sensörünün housingı) değiştirilir.
157	Türbin ekzostundan biraz yağ görülmesi nasıl yorumlanmalıdır
158	nolu yatağın yağlama yağının ventili açıktadır, onun için biraz yağ görülmesi normaldir.
159	Visual Oil Level penceresinden bakıldığında neler görülür
160	karanlık görünüyorsa yağ ikmali istemez, açık renk yani aydınlık görünüyorsa yağ ikmali gerekiyordur.
161	Start EGTsi kaç dereceyi geçmemelidir
162	725 dereceyi geçmemesi gerekir.
163	Oil Press. Low Idleda kaç psi olmalıdır
164	13 - 35 psi
165	Oil Press. T/O N1da kaç psi dir
166	27 - 87 psi
167	Motor kaç psi altına düşerse shot down olur
168	Motor kaç psi altına düşerse shot down olur
169	13 psi altına düşerse shut down olur.
170	Oil Temp. Kaç dereceye aşarsa tehlikeli olur
171	160 - 165 üzerine müsaade yok.
172	Take Off sresi kaç dakikayı geçerse motor kontrol edilmelidir
173	Take Off zamanı 5 dakikayı geçerse motor kontrol edilmelidir.
174	Motor EGTsi 930 derecede max. Kaç saniye kalabilir
175	Motor EGTsi 930 derecede max. 20 saniye kalabilir
176	N1 limit içinde değilse ne yapılmalıdır
177	PMC üzerinden 7/64 veya 1/8 allen ile PLA Gain ayar yapılır, PLA 130o de PMC çıkış voltajı 7.5 +0.02 -0.02 V olacak.
178	Motorda kaç adet fuel nozzle vardır
179	20 adet Fuel Nozul var.
180	Fuel nozullarda Fuel Leak Check yapılacağı zaman neler yapılması gerekir
181	test pompasının hortumu bir adaptörle Fuel Flow Transmitterinin çıkış tarafındaki boru sökülerek, bu boruya bağlanır.
182	Uçakta kaç tane Anti -ice vardır
183	Uçakta bir tane Anti-Ice valfi vardır
184	Nose Cowl Anti-Ice valfi, arıza yaptığında neler yapılması gerekir
185	valf üzerinden Manual Override ile Valf AÇIK, KAPALI veya YARI AÇIK olarak pozisyonlandırılır ve Valf üzerindeki Pim Lock pozisyonunda yerine takılır.
186	N2 Speed Sensor arızasında ne yapılmalıdır
187	N2 Speed Sensor arızasında, N2 Statoru (housing) değiştirilir.
188	Reverserin yarısı çalışmıyorsa ne yapılmalıdır

189	Thrust Reverser Control Valfi, Air Condition Bayde ön duvarda, burada Manual Lock Handle ve Pimi var, De-activitede kullanılır. Reverserin yarısı çalışmıyorsa, diğer tarafı ile birlikte De-Active yapılır. Fakat bu durumda Full Close olmaz, FLY-KITteki çektirme ile revers tam kapatılır, ayrıca revers kaportası üzerindeki deliğe de uzun civata takılır, civatanın dışarıda kalan kısmı kırmızıdır, civata takılmadan önce bu delikte takılı olan Plugda kırmızıdır. Ayrıca Air Condition Baydeki Manual Lock Handle, yerde bakım çalışmalarında Reversin yanlışlıkla çalıştırılmaması için kullanılır, bakım sonunda Handle NORMAL durumuna getirilir.
190	Cockpitte, Aft Overhead paneldeki Revers lambası yanıyor ne yapılması gerekiyor
191	Engine Accessory Unitte bir arıza kayıtlı demektir. Yerde hyd. basıncı yokken Revers kolu ile oynanırsa bu lamba yanar, Eng. Accessory Unitten reset etmek gerekir
192	CFM 56-3 Motorunda; Borescope yapacağı zaman nelere dikkat edilmelidir
193	şayet motor yangın kolları çekilmişse motoru döndürme, şayet döndürürsen Eng Driven Hyd. Pumpda hasar meydana gelir.
194	MM 75-31-00 / 201 S7, S8, S9 Plugları çıkarılması esnasında nelere dikkat edilmelidir
195	özel pluglardır, bunların sökümü esnasında yerlerinden çıkarılmama veya kırılmaları durumunda (280 inch/pound max.) MM 72-00-00 page 615e müracaat et. Ayrıca bu plugların yerlerine takılması esnasında Inner Casede kalan borescope deliğinin açık olduğundan emin olmak gerekir, aksi halde zorlayarak yerine takılan bu pluglar kompresör rotorunun serbest dönmesini engelleyecektir. Burada Inner Case deliğinin açık olması demek, inner casein eksenini etrafında dönmemiş olması demektir.
196	Borescope portlarındaki Plugların söküldüklerinde nelere dikkat edilmesi gerekir
197	Borescope portlarındaki Plugların söküldükleri yerlere takılmaları gerekir, aksi takdirde motorda hasar meydana gelebilir. CAUTION: 72-00-00 / 644
198	cfm56-3 bsi yapıldığında AGB üzerindeki Drive Padden N2 şaftını çevirirken nelere dikkat edilmesi gerekir
199	AGB üzerindeki Drive Padden N2 şaftını çevirirken motora arkadan bakıldığında Manual çevirme kolunun dönüş yönü saat istikametinin aksi yönünde olmalıdır, ancak bu şekilde çevrilirse N2 rotoru doğru yönde dönüyor demektir ve tavsiye edilen dönüş yönü de budur. AGB üzerindeki Drive Padin 5 adet vidasından biri eksikse veya insert bozuksa motoru servise verebilirsin
200	motorda N2 indikatör arızalı.
201	AMM 77-12-01\401 göre SENSOR SPEED CORE değiştirilmesi gerekir.
202	THRUST LEVER çalışmıyor
203	AMM 71-00-00\501 göre ENGINE RUN UP yapıldı.
204	motorun FAN REVERSER COWLING hasarlı
205	AMM 71-13-03\401 göre #2 değiştirilmesi gerekiyor.

ÖZGEÇMİŞ

Utku ATAÇ 1979 yılında doğmuş, 1996 yılında Fenerbahçe Lisesini bitirmiş ve 1997 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi'nden Malzeme ve Metalürji Mühendisi olarak mezun olmuştur. Lisans öğretimini de “Laser ışınının otomotiv endüstrisindeki kullanım alanları ve bu sektöre gelişimine katkısı (www.lasertech.8m.com)” isimli tezi ile tamamlamıştır.

2005 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi'nde Uçak ve Uzay mühendisliğinde yüksek lisans eğitimine başlamış ve bu öğretimi boyunca havacılık sektörünün çeşitli alanlarında çalışmıştır.

Çalıştığı firmalar sırasıyla şöyledir:

2004 yılında TEI'de (Tusaş Uçak Motor Sanayi/Eskişehir) - Proses Mühendisliği yapmış ve CFM56, J85, Sam146, Genx, F136-GE, J79, Ge90 motor modelleri üzerinde çalışmıştır.

2006 yılında da KaleAERO'da (Kalekalıp Havacılık İmalat Sanayi/İstanbul) – Proses Mühendisi olarak PW-F135 Motor (JSF-35X), ATAMCS-Füze, GMLRS-Füze, Boeing-Gövde parçaları, Airbus-Gövde parçaları gibi projelerde görev almıştır.

2007 Temmuz ayından itibaren ACT AIRLINES (ACT Havayolları/İstanbul)

Uçak Motor Bakım mühendisliği bölümünde çalışmaya devam etmektedir.

ACT Havayollarında bakımı yürütülen motor modelleri:

CF6-50C2(A300 B4-200), PW 4158 (A300-600)