
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
Gazi
1926

BİLGİSAYAR DESTEKLİ TASARIM, İMALAT VE MÜHENDİSLİK PROBLEMLERİNE YÖNELİK VERİ TABANININ GELİŞTİRİLMESİ

Oğuzhan SEZER

YÜKSEK LİSANS TEZİ
İMALAT MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KASIM 2023

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Oğuzhan SEZER

03/11/2023

BİLGİSAYAR DESTEKLİ TASARIM, İMALAT VE MÜHENDİSLİK PROBLEMLERİNE YÖNELİK VERİ TABANININ GELİŞTİRİLMESİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Oğuzhan SEZER

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Kasım 2023

ÖZET

Tasarım, imalat ve analiz esaslı Ar-Ge faaliyetlerinde problem çözebilen uzman ve yetişmiş personel ihtiyacı her geçen gün artmaktadır. Bu ihtiyacı en az seviyeye indirmek için gelişen bilgisayar teknolojileri yardımı ile alternatif çözümler ve farklı yazılımlar sürekli olarak tasarlanmaktadır. Bu çalışmada; özgün bir ara yüze, çalışma mantığına ve Türkçe içeriğe sahip bir çözüm yazılımı ve veri tabanı hazırlanmıştır. Yazılım, Autodesk programlarında karşılaşılan tasarım, imalat ve analiz esaslı problemleri çözebilme odaklı bir veri tabanına sahip olacak şekilde yapılandırılmıştır. Veri tabanında 49 adet tasarım, 14 adet imalat ve 10 adet analiz olmak üzere toplam 73 problem ve çözüm önerisi yer almıştır. Tasarlanan prosedür sayesinde, uzmanların bilgi birikimleri bilgisayar ortamı ve kabiliyetleri aracılığıyla daha düşük deneyime sahip kullanıcılara ulaştırılmıştır. Bu sayede, uzman bilgilerinin kalıcı ve aktarılabilir olması sağlanmıştır. Ayrıca, prosedür içerisinde yer alan veri tabanı ve verilerin kolayca görüntülenebilmesi sayesinde Autodesk programlarında uzmanlık eğitim materyali olarak da değerlendirilmesi öngörülmüştür. Veri tabanına dayalı geliştirilen prosedür; son aşamada imalat sektöründe faaliyet gösteren firmalarda çalışan kullanıcılara gönderilmiştir. Kullanıcıların veri tabanını deneyimlemeleri sağlanmış ve daha sonra yazılımla ilgili tecrübelerini bir anket formu aracılığıyla aktarmaları talep edilmiştir. Güvenilirliği istatistiksel programla %87 olarak belirlenen anketten alınan bilgiler; tez çalışması kapsamında yorumlanmış, geliştirilen prosedürün ve veri tabanının sektör taleplerine %80 beğeni oranıyla tatmin edici cevap verebilme yeterliliğine sahip olduğu görülmüştür.

Bilim Kodu : 91419
Anahtar Kelimeler : Autodesk, Tasarım, İmalat ve Analiz Problemleri, Veri Tabanı
Sayfa Adedi : 92
Danışman : Prof. Dr. Ahmet ÖZDEMİR

DEVELOPMENT OF A DATABASE FOCUSED ON COMPUTER AIDED DESIGN, MANUFACTURING AND ANALYSIS PROBLEMS

(M. Sc. Thesis)

Oğuzhan SEZER

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

November 2023

ABSTRACT

The need for expert and trained employees who can solve problems in design, manufacturing, and analysis-based R&D activities has been gradually increasing. Alternative solutions and different software are constantly being designed using the developed computer technologies to minimize the need. In this study, a software and database with a unique interface, working logic, and Turkish content have been prepared. The software has been configured to have a database focused on solving design, manufacturing, and analysis-based problems encountered in Autodesk programs. The database has a total of 73 problems and solutions, including 49 design, 14 manufacturing, and 10 analysis based. The knowledge of the experts has been transferred to the users with less experience through the computer environment owing to the designed procedure. Thus, it has been ensured that the knowledge of the experts will be permanent and transferable. Additionally, due to the easy displaying of the database and the data in the procedure, it was foreseen to be evaluated as a tutorial for the expert training material in Autodesk programs. The database-based procedure, in the last stage, has been sent to the users working in companies operating in the manufacturing sector. Users were allowed to experience the database and then asked to convey their experiences related to the software through a survey form. The information obtained from the survey, whose reliability was determined as 87% by the statistical program, was evaluated within the scope of the study, and it has shown that the developed procedure and the database could respond satisfactorily to the sector demands at an 80% approval rate.

Science Code : 91419
Key Words : Autodesk, Design, Manufacturing and Analysis Problems, Database
Page Number : 92
Supervisor : Prof. Dr. Ahmet ÖZDEMİR

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın tüm aşamalarında, kıymetli bilgi, birikim ve tecrübeleri ile bana yol gösteren Danışmanım Sayın Prof. Dr. Ahmet ÖZDEMİR'e, çalışmam boyunca hem uzmanlığıyla hem de tüm yardımseverliğiyle yanımda olan sevgili kuzenim Abdülkerim KÖSE'ye, başta annem, babam ve kardeşim olmak üzere her zaman yanımda olduklarını hissettiren sevgili aileme ve arkadaşlarıma en içten teşekkürlerimi sunarım.

Oğuzhan SEZER

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET v
ABSTRACT vi
TEŞEKKÜR vii
İÇİNDEKİLER viii
ŞEKİLLERİN LİSTESİ x
SİMGELER VE KISALTMALAR xiii
1. GİRİŞ 1
2. LİTERATÜR TARAMASI 3
2.1. Uzman Sistemlerin Tarihi 3
2.2. Veri Tabanlarının Tarihi 4
2.3. Uzman Sistemler ve Veri Tabanı Uygulamaları 5
2.4. İmalat Alanında Uzman Sistemler ve Veri Tabanları 8
2.5. Literatür Değerlendirmesi 24
3. CAD/CAM VE CAE İÇİN UZMAN SİSTEMLER VE VERİ TABANLARI 27
3.1. Uzman Sistemlerin Temelleri 27
3.1.1. Yapay zekâ 27
3.1.2. Uzman sistemler 29
3.1.3. Uzman sistemlerin faydaları 31
3.1.4. Uzman sistemlerin sınırları 31
3.1.5. Uzman sistemlerin tercih edildiği alanlar 31
3.1.6. Uzman sistemlerin temel bileşenleri 32
3.2. Veri Tabanlarının Temelleri 33
3.2.1. Veri tabanı 34
3.2.2. Veri tabanı yönetim sistemi 34
3.2.3. Veri tabanı türleri 35
3.2.4. NoSQL veri tabanları 37
3.2.5. LiteDB 39
4. BİLGİSAYAR DESTEKLİ TASARIM, İMALAT VE MÜHENDİSLİK YAZILIM PROBLEMLERİNE YÖNELİK VERİ TABANININ GELİŞTİRİLMESİ 41

Sayfa

4.1. Yazılım Özellikleri ve Sistem Gereksinimleri 41
4.2. Yazılım Veri Tabanı 41
5. GELİŞTİRİLEN VERİ TABANI ARAYÜZÜ 45
5.1. Kullanıcı Arayüzü 45
5.2. Yönetici Arayüzü 47
5.3. Sorun Ekleme Mekanizması 52
5.4. Veri Tabanının Genişletilmesi - Örnek Sorun Ekleme İş Akışı 55
5.5. Yazılım İçerisinde Sorun Arama Örneği 57
6. GELİŞTİRİLEN VERİ TABANININ DEĞERLENDİRİLMESİ 65
6.1. Yazılım Değerlendirmesi Bölüm 1: Katılımcıların Demografisi 65
6.2. Yazılım Değerlendirmesi Bölüm 2: Yazılımın İşlevselliği ve Etkinliğinin Değerlendirilmesi 67
6.3. Yazılım Değerlendirmesi Bölüm 3: Kullanıcı Deneyimi ve Geri Bildirimler 70
7. SONUÇLAR, TARTIŞMA ve ÖNERİLER 73
KAYNAKLAR 77
EKLER 83
ÖZGEÇMİŞ 92

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil **Sayfa**

Şekil 2.1. EMYCIN sisteminin işleyişi 4

Şekil 2.2. Sistemin genel akış diyagramı 10

Şekil 2.3. Çıkarım mekanizması 11

Şekil 2.4. Sistemin Düzlemsel ve düzlemsel eğimli yüzeyler için önerileri 11

Şekil 2.5. Karar verme mekanizması 12

Şekil 2.6. ESMRS sisteminde yer alan uzman sistem yaklaşımına genel bakış 13

Şekil 2.7. Yüzeyler için imalat işlemleri 14

Şekil 2.8. Karar şeması 15

Şekil 2.9. 1981–2016'dan beri yayınlanan makalelerin sayısı 15

Şekil 2.10. Alana özel olarak yayınlanan makaleler 16

Şekil 2.11. İletişim ve görselleştirme için çalışma biçimleri karşılaştırması 17

Şekil 2.12. Tipik bir CAD kursu öğreniminin verimliliği 17

Şekil 2.13. Programın akış şeması 18

Şekil 2.14. EIDT programının ana sayfası 19

Şekil 2.15. Geliştirilen programın akış şeması 20

Şekil 2.16. Rondela ve rondelanın yüzey komşuluk ilişki matrisi 21

Şekil 2.17. Çalışmada geliştirilen uzman sistem bilgi tabanına ait bir kural 22

Şekil 2.18. Uzman sistemin sonuca nasıl ulaştığını gösteren ekran 23

Şekil 2.19. ExpertTS sisteminin sonuç sayfası 24

Şekil 3.1. Kural tabanlı uzman sistem yapısı 32

Şekil 3.2. VTYS'nin Temel Bileşenleri 35

Şekil 4.1. Çözüm yazılımı veri tabanına ait genel akış diyagramı 43

Şekil **Sayfa**

Şekil 4.2. Çözüm yazılımı içerisinde kullanıcıların çözüme ulaşma metodu 44

Şekil 5.1. Yazılım kullanıcı arayüzü sorun listele sekmesi 45

Şekil 5.2. Yazılım kullanıcı arayüzü sorun ara sekmesi 46

Şekil 5.3. Yazılım kullanıcı arayüzü sorun ara sekmesi, arama örneği 47

Şekil 5.4. Yazılım kullanıcı arayüzü yönetici giriş sekmesi 48

Şekil 5.5. Yazılım yönetici arayüzü 49

Şekil 5.6. Yazılım yönetici arayüzü, değiştir sekmesi 50

Şekil 5.7. Yazılım yönetici arayüzü, sorun ekle sekmesi 51

Şekil 5.8. Yazılım yönetici arayüzü, istatistik penceresi 51

Şekil 5.9. Alt başlık ekle penceresi 53

Şekil 5.10. Geliştirilen yazılımın sorun ekleme mekanizması 54

Şekil 5.11. Örnek sorun ekleme iş akışı ilk penceresi 56

Şekil 5.12. Alt başlık ekle penceresi ilk aşama 56

Şekil 5.13. Alt başlık ekle penceresi ikinci aşama 57

Şekil 5.14. Sorun ara sekmesi örnek arama işlemi 58

Şekil 5.15. Sorun listele sekmesi, Adım 1 58

Şekil 5.16. Sorun listele sekmesi, Adım 2 59

Şekil 5.17. Sorun listele sekmesi, Adım 3 59

Şekil 5.18. Sorun listele sekmesi, Adım 4 60

Şekil 5.19. Sorun listele sekmesi, Adım 5 60

Şekil 5.20. Sorun listele sekmesi, Adım 6 61

Şekil 5.21. Sorun listele sekmesi, Adım 7, açılır pencere 61

Şekil 5.22. Sorun listele sekmesi, Adım 8, uygulama değerlendirme penceresi 62

Şekil **Sayfa**

Şekil 5.23. Sorun listele sekmesi, Adım 9, çözüm sorgu diyaloğu..... 62

Şekil 5.24. Sorun listele sekmesi, Adım 10, topluluk yönlendirme diyaloğu..... 63

Şekil 6.1. Katılımcıların cinsiyet dağılımı 65

Şekil 6.2. Katılımcıların yaş dağılımı 66

Şekil 6.3. Katılımcıların eğitim durumu 66

Şekil 6.4. Katılımcıların sektörel tecrübe dağılımı 67

Şekil 6.5. Katılımcıların Autodesk yazılımları deneyimlerine göre dağılımı..... 67

Şekil 6.6. Anket soruları ve yanıtların aritmetik ortalaması 69

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Kısaltmalar	Açıklamalar
CAD	Computer Aided Design (Bilgisayar Destekli Tasarım)
CAE	Computer Aided Engineering (Bilgisayar Destekli Mühendislik)
CAM	Computer Aided Manufacturing (Bilgisayar Destekli İmalat)
CIM	Computer Int. Manufacturing (Bilgisayar Bütünleşik İmalat)
ID	Sorun kimlik numarası
US	Uzman sistem
VTYS	Veri tabanı yönetim sistemi
YZ	Yapay zekâ

1. GİRİŞ

İnsanoğlunun yer küre üzerinde var olduğu günden bugüne dek bilgiye duyduğu ihtiyaç her zamanki gibi azami düzeydedir. Her konuda olduğu gibi imalat konusunda da önemli düzeyde bilgi birikimine ihtiyaç vardır. Bu bilgi birikimi asırlardır insanlar arasındaki etkileşim sayesinde sağlanmıştır. Sanayi devriminin ardından büyük bir ivme kazanan imalat sanayi bilgisayar teknolojilerinin yaygınlaşması ile birlikte daha hızlı bir şekilde gelişme kat etmiştir. Günümüzde ihtiyaç duyulan bilgi düzeyi her zamankinden daha fazladır. Bilimsel ve teknik alanlarda ihtiyaca cevap verecek bilgi ve yeteneklerin kazanılması uzun zaman ve emek gerektirir. Üretimin kalitesi bilgi ve tecrübe ile doğru orantılıdır. İmalat sanayinde de bu bilgi ihtiyacını karşılayacak uzman çalışanların yetişmesi yıllar boyu sürecek eğitimlerle mümkündür. Aynı zamanda bir kişinin bütün dallarda uzman olması mümkün olmadığı gibi birkaç farklı dalda uzmanlaşması da oldukça zordur. Bunun dışında bir işletme içerisinde çalışan uzmanların işten ayrılması sonucunda oluşan bilgi ve tecrübe kaybı imalatı önemli ölçüde etkileyebilmektedir. Bu nedenle bilgisayar teknolojileri bu kadar ilerlemişken imalat sanayinde tecrübe edinmiş uzman kişilerin bilgi birikimlerinin bilgisayarlar vasıtasıyla kayıt altına alınması ve ihtiyaç duyulduğu zamanlarda kullanılması için bir çalışma yapılması ihtiyaç haline gelmiştir. Karar alma süreçlerini hızlandırmak ve karar vericilere yardımcı olmak için birçok yazılım geliştirme çalışması yapılmıştır. Geliştirilen yazılım türlerinden biri de uzman sistemlerdir. Uzman sistemler, sorunlara gerçek uzmanlar gibi yanıtlar üretmeyi amaçlamaktadır.

Bilgisayar destekli tasarım alanında da gelişmiş yazılım teknolojilerinin ve yapay zekanın kullanımı giderek artmaktadır. Uzman sistemler, yapay zeka tekniklerinden biri olarak imalat sektöründe giderek daha yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bununla birlikte birçok alanda kuruluşların uzman sistem teknolojisini benimsemesinin önemli nedenlerinden biri de firmanın kurumsal hafızasını oluşturacak bir mekanizma sağlamaktır. Bu yazılım teknolojilerinin temel hedefi bilgiyi korumak veya belgelemektir. Bu sayede firmalarda çalışanlar emekli olduğunda veya firmadan ayrıldığında bilgileri ve deneyimleri kaybolmayacaktır.

Veri tabanları, bilginin depolanması ve ihtiyaç duyulduğunda bilgiye erişim sağlamak amacıyla tasarlanmış yapılardır. İşletmeler, akademik kurumlar ve diğer kuruluşlar, karmaşık ve büyük ölçekli verileri hızlı ve güvenilir biçimde yönetebilmek için veri tabanı sistemlerini kullanmaktadır. Veri tabanları, veri bütünlüğünü koruma, veri güvenliği sağlama ve performansı optimize etme gibi önemli işlevleri yerine getirerek bilgi yönetiminde önemli bir araç haline gelmiştir.

Çalışmada bilgisayar destekli tasarım, imalat ve mühendislik yazılım problemleri ve kullanıcılar için bu problemlerin çözümüne yönelik faydalanabilecekleri rehber niteliğinde bir veri tabanının geliştirilmesi hedeflenmiştir. Türkçe ve Türk imalat sanayinde kullanılabilecek yazılım ve veri tabanı kurgulanmıştır. Çözüm yazılımının veri tabanı, bilgisayar destekli endüstriyel tasarım yapan firma ve çalışanları içine alan popülasyondan toplanan verilerle ve doğrudan tecrübe edilmiş vakalar üzerinden oluşturulmuştur.

Çalışma kapsamında Türkiye'de Autodesk iş ortağı olarak faaliyet gösteren Artı & Artı Teknoloji Hizmetleri'nin Autodesk teknik birimi veri tabanından ve Autodesk kullanıcı topluluklarından elde edilen veriler derlenmiştir. Veri tabanı için uygun yazılım altyapısı sağlanmış, mevcut veri tabanındaki verileri ve bilgileri sunan yazılım, geliştirme sürecinin sonunda farklı firmalardaki Autodesk kullanıcılarına hazırlanan anket ile gönderilmiş, yazılımın ve veri tabanının yararlılığının değerlendirilmesi yapılmıştır. Söz edilen verilerle sistemin sağlıklı olarak çalıştığının teyidinin ardından elde edilen bulgular tez çalışması kapsamında detaylı verilmiştir.

Bilgisayar destekli endüstriyel tasarım alanında yapılmış çalışmalar ve karşılaşılan sorunlar, uzman sistemler ve veri tabanları üzerine kaynak taramaları yapılmış ve yazılım için veri tabanı hazırlanmıştır. Buradan gelen veriler ile yazılımın sağlıklı şekilde çalışması sağlanmış, kullanıcılardan yaşadıkları sorunlar ile ilgili deneyimler alınmış ve geri bildirimlere uygun veri tabanı elde edilmiştir. Yazılım, Windows 10 işletim sisteminde çalışabilen bir arayüz üzerinden hazırlanmıştır. Veri tabanı 49 adedi tasarım, 14 adedi imalat ve 10 adedi analiz olmak üzere toplam 73 yönlendirme içeren bilgi ile donatılmıştır

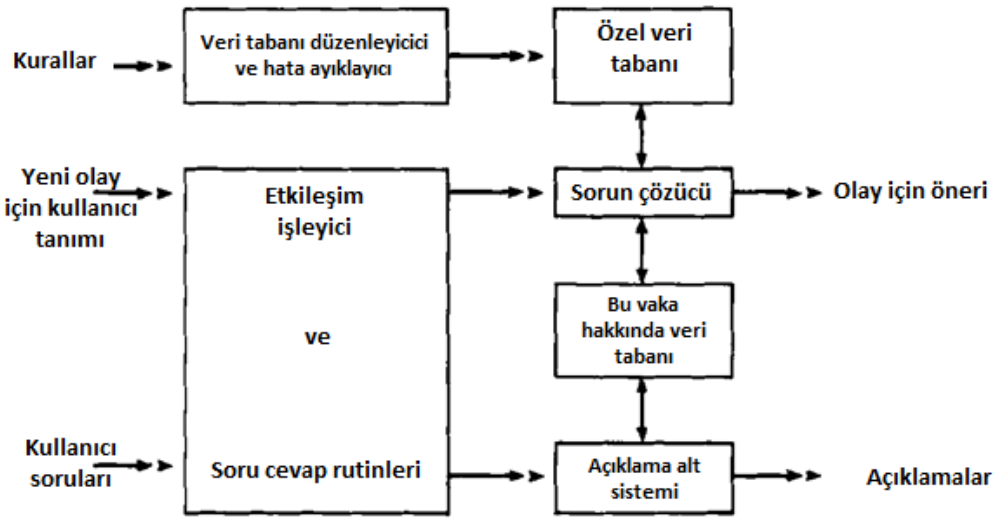
2. LİTERATÜR TARAMASI

Üretimin kalitesi bilgi ve deneyime paralel olarak artmaktadır [1]. İmalat sanayisinde de bu bilgi ve deneyime sahip uzman ihtiyacı had safhadadır. Gelişen bilgisayar teknolojileri sayesinde karar alma süreçlerini hızlandırmak ve karar vericilere yardımcı olmak amacıyla geçmişten günümüze birçok bilgisayar yazılımı geliştirilmiştir [2-4]. Geliştirilen yazılım türlerinden biri de uzman sistemlerdir. Uzman sistem, önemli sorunlara uzman düzeyinde çözümler sunan bir bilgisayar programıdır [5]. Uzman sistemler bilgiyi korumak veya belgelemek için kullanılır [6]. İleri tasarım teknolojilerinde yapay zekanın güçlü bir şekilde kullanılması gerekliliği artık kaçınılmaz bir hal almıştır. Uzman sistemler, talaşlı imalat sanayisinde uzmanlık gerektiren alanlarda kullanımı hızla artan yapay zeka tekniklerinden biridir. Yazılımların veri yönetimleri ise çoğunlukla veri tabanları aracılığı ile yapılmaktadır. Veri tabanları, özel olarak düzenlenmiş ve verilere hızlıca erişim sağlamak amacıyla yapılandırılmış veri veya bilgi topluluklarıdır. Bu yapılar, verilerin depolanması, alınması, değiştirilmesi ve silinmesi gibi çeşitli veri işleme operasyonlarını etkili bir şekilde yönetmek için tasarlanmıştır. Bu kısımda uzman sistemler ve veri tabanlarının geçmişi hakkında kısaca bilgi verilmiş, bu yazılımlardan faydalanılarak yapılan akademik çalışmalar incelenmiştir.

2.1. Uzman Sistemlerin Tarihi

Uzman sistemler 20. yüzyılın ikinci yarısından itibaren ortaya çıkmıştır. Başlangıçta genel maksatlı problemlerin çözümü konusunda bilgisayar desteği sağlanması hedeflenmiştir. İlerleyen yıllarda özel maksatlı problemlerin çözümüne yönelik çalışmalar ortaya çıkmıştır. Her bir konu için ayrı ayrı US'ler tasarlanmıştır. US'lerin teorik çalışmalardan pratik çalışmalara geçişi ancak bilgisayar teknolojisinin gelişmesiyle birlikte 1980'li yıllarda mümkün olmuştur. US'ler bilgi temelli olarak insanlar gibi karar verebilmektedir. Bazı durumlarda US'ler, uzman kişilerin işlevlerinin bir kısmını bazı durumlarda ise tamamını karşılayabilmektedir. Farklı alanlarda uygulamaları ile karşılaşılan US'ler veri tabanlarında yer alan veriler ile herhangi bir sorunla karşılaşıldığında insan gibi karar vermek amacıyla tasarlanmışlardır.

Buchanan ve Duda, çalışmalarında kural tabanlı US'ler için bilgilerin çoğunun kural olarak tanımlandığını aktarmışlardır. İfadelerin koşullar içerisinde birbirine bağlandığı ve bu sayede karar vermenin gerçekleştiğini ifade etmişlerdir. İlk uzman sistemlerin Dendral ve Macsyma olduğu belirtilmiştir; Dendral'ın içeriği organik kimya ile ilgili iken, Macsyma sembolik entegrasyon ile ilgiliydi. Ayrıca, 1970'lerde Mycin tarafından geliştirilen kural tabanlı uzman sistemde, bir hastanın hastalığının nedeni konusunda bilgi aktarıldığı ifade edilmiştir. Bu tür kural tabanlı uzman sistemlerde, kurallar genellikle "Eğer - Sonra" (If - Then) yapısıyla ifade edilmekte olup, durumlar ve olaylar arasındaki ilişkiyi belirlemek için kullanılmaktadır [5].



Şekil 2.1. EMYCIN sisteminin işleyişi [5]

2.2. Veri Tabanlarının Tarihi

Veri tabanları, bilgi depolama ve erişimini kolaylaştırmak amacıyla geliştirilen bilişim teknolojilerinin temel taşlarından biridir. Tarihsel olarak bakıldığında, veri tabanlarına olan ihtiyaç, bilgi işleme sistemlerinin evrimiyle doğrudan ilişkilidir. İlk veri tabanları, manuel kayıt sistemleri ile başladı ve kağıt üzerinde kayıt tutma yöntemlerinin yerini aldı. 1960'ların sonlarına doğru, bilgisayarların yaygınlaşmasıyla birlikte, veri tabanları elektronik formatta depolanmaya başlamıştır.

1970'li yıllarda, Edgar F. Codd'un ilişkisel veri tabanı modelini geliştirmesi, veri tabanlarının evriminde önemli bir adım oldu. Bu model, veri tabanlarının tablolar halinde düzenlenmesini ve SQL (Yapılandırılmış Sorgu Dili - Structured Query Language) sorgu dilinin kullanılmasını mümkün kıldı. İlişkisel veri tabanları, bugün hala en sık tercih edilen veri tabanı türlerinden biridir.

1990'ların sonlarına doğru ve 2000'lerin başlarında, İnternet'in yaygınlaşması ve büyük veri topluluklarının işlenmesi gerekliliği, veri tabanlarının daha ölçeklenebilir ve dağıtılabilir hale gelmesine sebep olmuştur. Bu dönemde NoSQL veri tabanları ve bulut tabanlı veri tabanı hizmetleri ortaya çıkmıştır. Ayrıca, veri tabanlarındaki veri analizi ve işlem yetenekleri de gelişmiştir.

Günümüzde veri tabanları, iş dünyası, eğlence, eğitim, mühendislik ve diğer birçok sektörde vazgeçilmez araçlar haline gelmiştir. Teknolojinin sürekli ilerlemesiyle birlikte, veri tabanları da daha hızlı, güvenilir ve ölçeklenebilir hale gelmektedir. Bu tarihsel gelişim, veri tabanlarının bilgi yönetimi ve iş süreçlerini desteklemedeki önemini ortaya koymaktadır.

2.3. Uzman Sistemler ve Veri Tabanı Uygulamaları

Uzman sistemler ve veri tabanları, insanlar farkında olmasalar da günlük yaşantının bir parçası haline gelmiştir. Günümüzde bilgisayarlar ve yapay zeka teknolojileri insanların günlük kararlarını, işlemlerini ve yaşam kalitesini artırmak için yoğun şekilde kullanılmaktadır. Bu teknolojilerden uzman sistemler, karmaşık problemleri çözmek, kararlar almak ve önerilerde bulunmak için tasarlanmış ve geliştirilmiştir. Günümüzde tıp, finans, eğitim, otomotiv, alışveriş ve daha birçok sektörde insanların karşısına çıkan uzman sistemler, büyük miktarda veriyi hızlı bir şekilde işleyebilme, karmaşık algoritmaları uygulayabilme ve kısa sürede doğru sonuçlar üretebilme yetenekleriyle günlük hayatta da önemli yer edinmiştir. Burada, uzman sistemlerin ve veri tabanlarının kullanıldığı örnek alanlar ve bu alanlarda yapılan çalışmalar ele alınmıştır.

Çoşgun yaptığı çalışmada, teknik personelin performansını değerlendirmek için bir uzman sistem modeli geliştirmiştir. Uzman sistem modelinin tasarımında, arayüz için Visual Basic,

veri tabanı yönetimi için Microsoft Access ve uzman sistem mantığı için ise CLIPS programı kullanılmıştır. Karar destek yazılımı, gerçek uzmanların yerini almak yerine sadece uygulamalardan toplanan verilerin değerlendirilmesi sürecinde uzmanlara yardımcı olmak amacıyla geliştirilmiştir. Geliştirilen uzman sistem, değerlendirmelerin daha hızlı yapılmasına ve daha doğru karar verilmesine olanak sağlamaktadır [7].

Baz yaptığı çalışmada; bakım işlemleri için bakım yapacak olan personel ve bakımda kullanılan ekipmanlar özelinde personel sayısı, ekipman sayısı, maliyetler ve işlem süreleri gibi değişkenleri dikkate alarak bir uzman sistem geliştirmiştir. Geliştirilen uzman sistem personel ve ekipmanı en uygun miktarda tercih ederek bakım faaliyetlerini en kısa sürede tamamlamayı hedeflemiştir. Bakım planlaması esnasında karar vericilere daha hızlı karar alma ve planlama imkânı sunmaktadır [8].

Cahide ve Şahin'in yaptıkları çalışmada, istenmeyen elektronik postaları (SPAM) filtrelemek amacıyla bir uzman sistem tasarlanmıştır. Çalışmanın ilk aşamasında, 4601 elektronik postadan oluşan bir veri kümesi oluşturulmuş ve bu e-postaların SPAM ve normal e-posta olma durumları belirlenmiştir. Her bir e-postanın içeriği detaylı bir şekilde incelenerek metinlerin özellikleri belirlenmiştir. Geliştirilen sistem, bu belirlenen özellikler ve e-postaların IP adreslerine bakarak, her bir e-postanın SPAM olup olmadığına karar vermektedir. Çalışmanın başarısı, gerçek zamanlı uygulamalar üzerinde yapılan testlerle ortaya konmuştur [9].

Uzun tarafından yapılan çalışmada, esasen dört ana kriter (yetenekler, ilgiler, değerler ve akademik başarı) temel alınmış, bu kriterlere bağlı olarak ise toplamda 35 alt kriter belirlenmiştir. Bu kriterlere üzerinden uzman sistem yaklaşımı ile ortaöğretimde öğrencilerin alan seçimine yardımcı olacak bir yönlendirme programı geliştirilmiştir. Geliştirilen yazılım, MS Visual Basic 6.0 programlama dili kullanmaktadır. Yazılım öğrencileri birden fazla alanda eş zamanlı olarak değerlendirme imkanı sunmakta ve alan seçiminin daha sağlıklı şekilde yapılmasını sağlamaktadır [10].

Sönmez ve arkadaşları çalışmalarında, kullanıcıların giriş ekranındaki seçimlerini analiz eden ve arızalı cihazların teşhisi ve tamiri konusunda öneriler sunan bir uzman sistem

tasarlanmıştır. Uzman sistemdeki kurallar, arızalı cihazlarla ilgili katalog bilgileri, servis notları ve uzman görüşleri gibi kaynaklardan derlenmiştir. Bu çalışma kapsamında, JAVA programlama dilini ve NetBeans 6.9.1 geliştirme ortamında bir uzman sistem yazılımı geliştirilmiştir. Sistem genişletilebilir yapıda olması sebebiyle yalnızca belirli cihazlar için değil farklı modellerde birçok cihaz için uygulanabilir durumdadır [11].

Şenliol tarafından yapılan çalışmada geliştirilen uzman sistem, insan uzmanların yorumladıkları uçaklarda yer alan motor durum izleme parametrelerini insanlar kadar doğru biçimde yorumlayabilmektedir. Uzman sistem, uçak motorunun durumunu gösterebilmekte ve motor bakımı için tavsiyeler verebilmektedir. Bu uzman sistem, insan uzmanlara iş süreçlerinde yardımcı olabileceği gibi eğitim amacı ile de kullanılabilmektedir [12].

Calp tarafından yapılan işletmelerde uygulanan insan kaynakları yönetiminde veri tabanı kullanımının önemi isimli çalışmada, öncelikle işletmelerdeki insan kaynakları yönetimi süreci detaylı bir şekilde incelenmiştir. Daha sonra, bu yönetim sürecinde veri tabanı kullanımının ne kadar önemli olduğu araştırılmıştır. Veri tabanı kullanımının ardından elde edilen sonuçlar detaylıca değerlendirilmiş ve konu ile ilgili literatürdeki çalışmalar ve uzman görüşleri ile desteklenmiştir. Araştırmacı, çalışmanın sonucunda işletmeler için kritik olan verilere ve bulgulara ulaşıldığını ifade etmiştir [13].

Deperlioğlu ve Sarpkaya yaptıkları çalışmada, Microsoft SQL Server 2005 veri tabanı tasarım yazılımı kullanarak tüm öğretim yönetim sistemleri için tam ilişkisel evrensel bir veri tabanı tasarlamışlardır. Çalışmada geliştirilen veri tabanının tüm kurum ve kuruluşlara ve tüm derslere uyarlanabilir olduğunu ifade etmişlerdir. Veri tabanının farklı uygulamalar veya arayüzler ile istenen şekilde kullanılabileceğini aktarmışlardır [14].

Öz ve arkadaşları, sanal kaynak simülatörü tasarımı ve imalatı adlı çalışmalarında C++ yazılım dili ile bir simülatör yazılımın geliştirmişlerdir. C# programlama dili ve MSSQL VTYS kullanılarak gerçekleştirilen veri tabanı yönetimi, ana program modülünde yer alan sanal kaynak simülatöründe yapılan denemeler ve denemeyi gerçekleştiren kullanıcılarla ilgili kapsamlı bir veri tabanı yönetim ve raporlama sistemini içermektedir. Geliştirilen yazılım modülünde, kaynak verileri, hesaplanan ideal kaynak parametreleri, kaynak

uygulaması sonucunda elde edilen parametre verileri ve kaynak performans değerlendirme sonuçları gibi bilgiler, veri tabanında saklanmaktadır. Geliştirilen yazılım aracılığıyla, veri tabanı kullanılarak bireysel ve grup bazında kullanıcıların gelişimi takip edilebilmekte, geçmişe dönük ve güncel performans raporları alınabilmektedir. Bu sistemin sağladığı veri tabanı yönetimi ve raporlama yetenekleri, kullanıcıların kaynak simülasyonlarına dayalı olarak elde ettikleri sonuçları detaylı bir şekilde analiz etmelerine ve değerlendirmelerine olanak tanımaktadır [15].

Şimşek çalışmasında, günlük dildekine yakın sorgu cümleleriyle, farklı veri tabanı sistemleri üzerinde sorgulama yapılmasını sağlayan bir arayüz yazılımını PHP programlama dili ile geliştirmiştir. Araştırmacı bulanık küme teorisi ve bulanık mantığın bir uygulamasının ele alındığı çalışmanın bilgi keşfi, veri madenciliği gibi yapay zekâya dayalı akıllı veri değerlendirme yöntemlerine yeni bir bakış açısı getirdiğini ifade etmiştir [16].

Önder tarafından yapılan çalışmada, İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Sayısal Yöntemler Anabilim Dalı için internet temelli bir veri tabanı ve veri tabanı yönetimi uygulaması geliştirilmiştir. Geliştirilen veri tabanı tezler, mezunlar, ders bilgileri, ders programları gibi bilgileri içermektedir. Çalışma kapsamında geliştirilen uygulamanın ilgili bölüm içerisinde aktif olarak kullanıldığı yazar tarafından aktarılmıştır [17].

2.4. İmalat Alanında Uzman Sistemler ve Veri Tabanları

Howard ve Lewis; tasarım esnasında imalat süreçlerini optimize etmek için bir veri tabanı sisteminin geliştirilmesi isimli çalışmalarında tasarımın üretilmesi için alternatif üretim yöntemlerinin analizini yapacak, üç boyutlu tasarım paket programına bağlı bir uzman sistem geliştirmişlerdir. Sistemi geliştirme sürecinde eş zamanlı mühendislik metodolojisi ile birlikte veri tabanı ve uzman sistem teknolojilerinden faydalanmışlardır [18].

Ark ve Timmer; Hollanda'nın Groningen Üniversitesi'nde 1983 yılında başlatılan Uluslararası Çıktı ve Üretkenlik Karşılaştırmaları (ICOP) projesi imalat veritabanının genel bir değerlendirmesini sunmaktadırlar. ICOP yaklaşımının farkının, üretici çıktı verilerine dayalı endüstriye özgü satın alma gücü paritelerinin türetilmesi ve kullanılması olduğunu

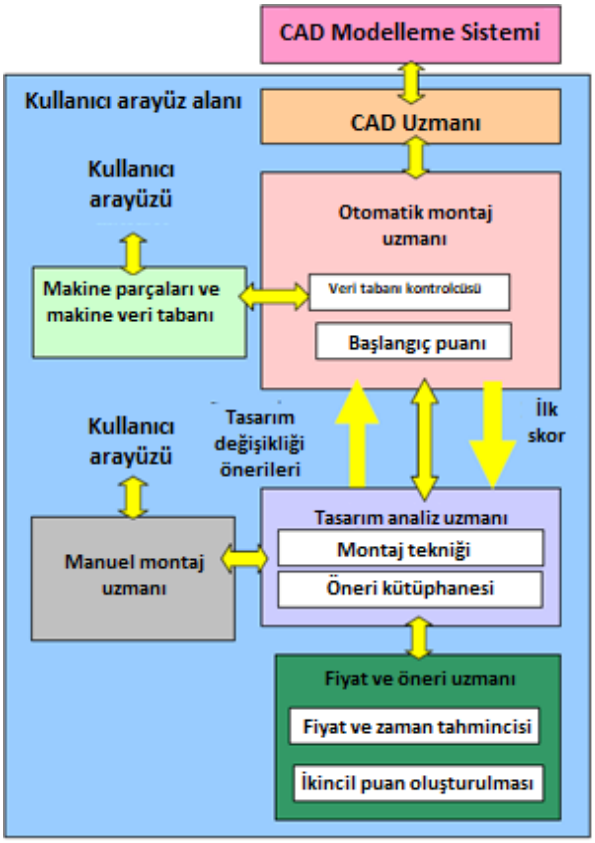
aktarmışlardır. Araştırmalarında elde ettikleri önemli bir bulgunun istihdam edilen kişi başına ve saat başına çıktı açısından ölçülen işgücü üretkenliği düzeyleri arasındaki fark olduğunu bildirmişlerdir [19].

Shahbaz ve arkadaşları; veri madenciliği tekniklerinin daha az yaygın olduğu imalat sanayindeki uygulamaları hakkında bilgi vermişlerdir. Çalışmada araştırmacılar, işletmelerde veri madenciliği tekniğinden faydalanmak ve keşfedilen bilgiyi işletmeler arasında paylaşmak için hem küçük hem de büyük ölçekli işletmelere uygulanabilecek bir mimari yapıyı tartışmaktadırlar. Makale, üretim yaşam döngüsünde farklı veri madenciliği tekniklerinin daha iyi kullanılması için kavramsal yöntemler önermektedir. Bu yöntemler, istatistiksel teknikleri, sinir ağlarını, karar ağaçlarını ve genetik algoritmaları içermektedir. Araştırmacılar, entegre ve birleşik bir veri madenciliği platformunun genel üretim sürecini iyileştirmesini beklediklerini aktarmışlardır [20].

Marchal ve arkadaşları; termoplastik ürünlerin imalatında kilit bir teknik olan termoformun, geleneksel olarak işlem kontrolü için operatör deneyimine dayandığını ifade etmektedirler. Araştırmada, bir termoform makinesine entegre edilmiş sensörler kullanılarak, tasarım deneylerini besleyen bir istatistiksel tahmin modeli oluşturmak için veri toplanmaktadır. Sensör verileri ve karşılık gelen geometrik kalite ölçümlerini içeren bir veritabanı oluşturulmuştur. Bu veritabanı, istatistiksel modelin geliştirilmesini ve üretim sırasında çevrimiçi olarak dağıtılmasını kolaylaştırmaktadır. Araştırmacılar, süreç kontrolünün otomatik olduğunu ve insan müdahalesine göre çok daha güvenilir olduğunu yaptıkları prototip çalışmasından yola çıkarak aktarmışlardır [21].

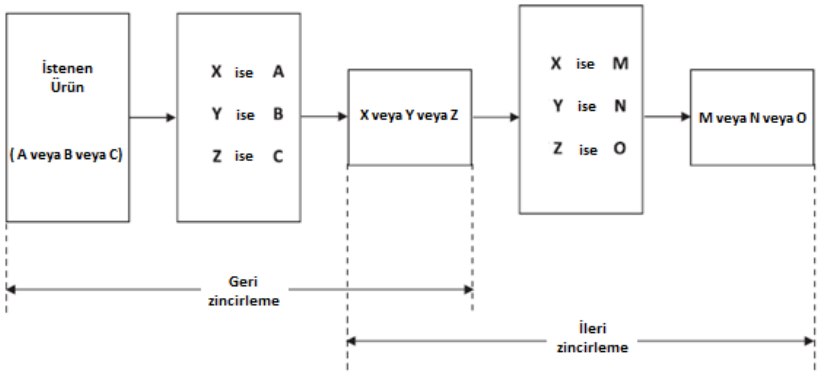
Babu ve arkadaşları çalışmalarında; STEP dosyaları NC verileri için bir imalat veritabanı sistemi önermektedirler. Geliştirilen imalat veritabanı, başlıca işleme verilerini, frezeleme ve tornalamaya yönelik imalat verilerini ve kesici takım verilerini içermektedir [22].

Sanders ve arkadaşlarının çalışmalarında tasarladıkları US, montaj maliyetini başarılı bir şekilde tahmin etmiştir, montaj tekniklerini seçerek, ürünü faydalı tasarım değişiklikleri için analiz etmiştir ve tavsiyelerde bulunmuştur. Bu US, güçlü bir YZ olmasa da makinelere bazı kararları verme yeteneği için çeşitli teknolojileri bir araya getirmişlerdir [23].



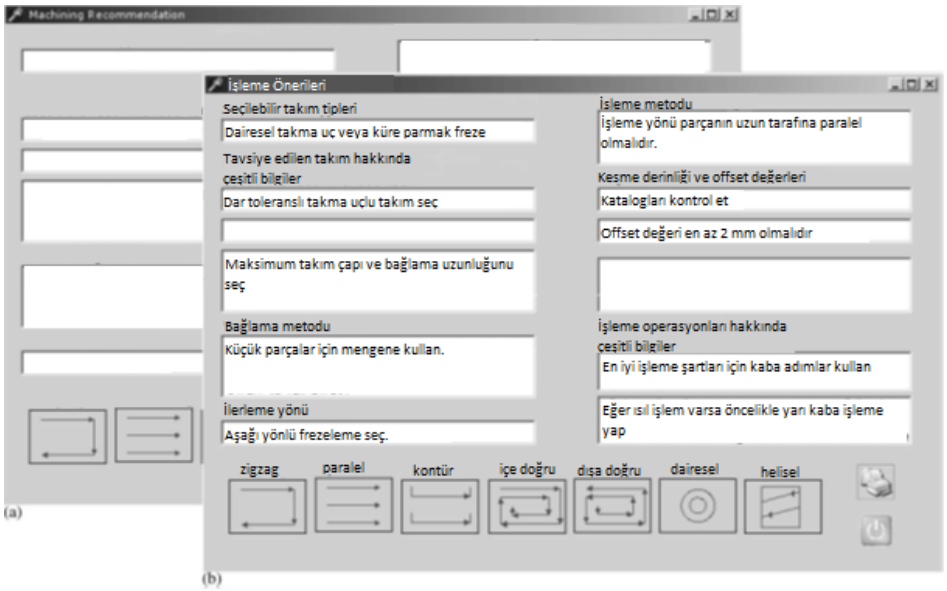
Şekil 2.2. Sistemin genel akış diyagramı [23]

İpek ve diğerleri imalata yönelik uzman sistem tabanlı malzeme seçimi yaklaşımı başlıklı çalışmalarında malzeme seçiminde US'lerin alternatiflerin ön filtrelemesi için iyi bir fırsat sağlayabileceğini göstermiştir. Çalışma, malzeme seçimi bilgisinin IF – THEN kuralları ve US'ler ile kodlanma potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir. Sistem başlangıçta yer alan 35 alternatif malzeme arasından çalışmaya uygun 3 malzeme önerisiyle %91 oranında tasarruf sağlamıştır [24].



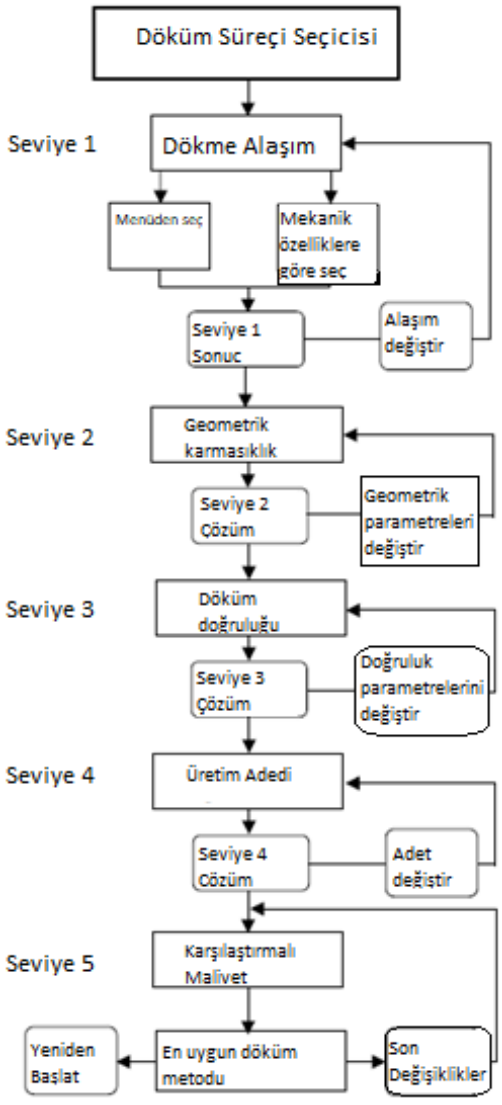
Şekil 2.3. Çıkarım mekanizması [24]

Çakır, İrfan ve Çavdar, kalıp ve kalıp yapım operasyonları için uzman sistem yaklaşımını uyguladıkları çalışmalarında takım tipi, iş parçası tutma yöntemi, işleme yöntemi, ilerleme yönü ve işleme toleranslarının seçiminde en uygun çözümleri sunmak ve ayrıca kesme işlemine giriş ve çıkış kuralları ve kullanılacak kesme sıvısı türü hakkında faydalı pratik öneriler vermesi için bir uzman sistem tasarlamıştır. Doğru kesme yönü ve işleme yöntemi seçiminin %33 daha yüksek verimlilik ve ayrıca daha iyi yüzey kalitesi ve geometrik doğruluk sağladığını bildirmişlerdir; buradan hareketle, doğru tavsiyeler veren bir uzman sistemin, genel kalitenin iyileştirilmesinde önemli bir rol oynadığını ifade etmişlerdir [25].



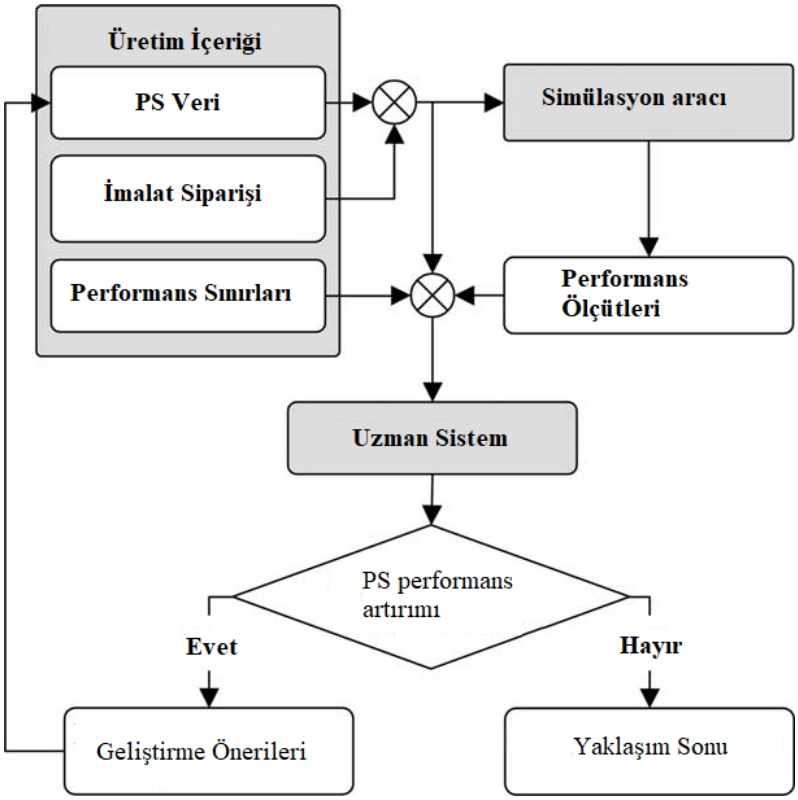
Şekil 2.4. Sistemin Düzlemsel ve düzlemsel eğimli yüzeyler için önerileri [25]

Er ve Dias, çalışmalarında döküm bileşenler için proses seçimine yönelik kural tabanlı bir uzman sistem yaklaşımı uygulaması yapmışlardır. Sistem, her biri belirli bir proses seçim parametresi veya bir grup özellik ile ilgili beş adet birbirine bağlı seviyeden oluşmaktadır. Sistem, son aşamada en uygun ekonomik proses önerilmeden önce ilk dört aşamada kullanıcının tasarım özelliklerine göre uygun döküm proseslerini aşamalı olarak değerlendirir ve seçer. Böyle bir uzman sistemin uygulanması, daha hızlı ve doğru proses seçim kararları, ilk seferde doğru döküm ürün tasarımının geliştirilmesi, döküm uzmanlarına daha az ihtiyaç ve dolayısıyla potansiyel maliyet tasarrufları gibi faydalar sağlayabilir. Ayrıca, böyle bir sistemin, örneğin deneyimsiz veya acemi döküm ürün tasarımcıları yetiştirmek için bir eğitim aracı olarak da kullanılabileceğini aktarmışlardır [26].



Şekil 2.5. Karar verme mekanizması [26]

Chtourou, Masmoudi ve Maalej üretim sistemlerinde makine seçimi için prototip bir US tasarlamışlardır. ESMRS (Uzman Sistem Üretim Kaynak Seçimi) olarak adlandırılan bu sistem, çözüm arama mekanizmasını yapılandırmak ve deneme yanılma metodunu aşmak için simülasyon tabanlı bir yaklaşım kullanmaktadır. Çalışma, ESMRS'nin kapsamını oluşturan US simülasyon yaklaşımı'nı aktarmaktadır ve ardından temel US özelliklerini açıklamaktadır. Son olarak, basit bir vaka çalışması, yaklaşımın geçerliliğini ve gerçek vakalar için potansiyel uygulanabilirliğini sunmaktadır [27].



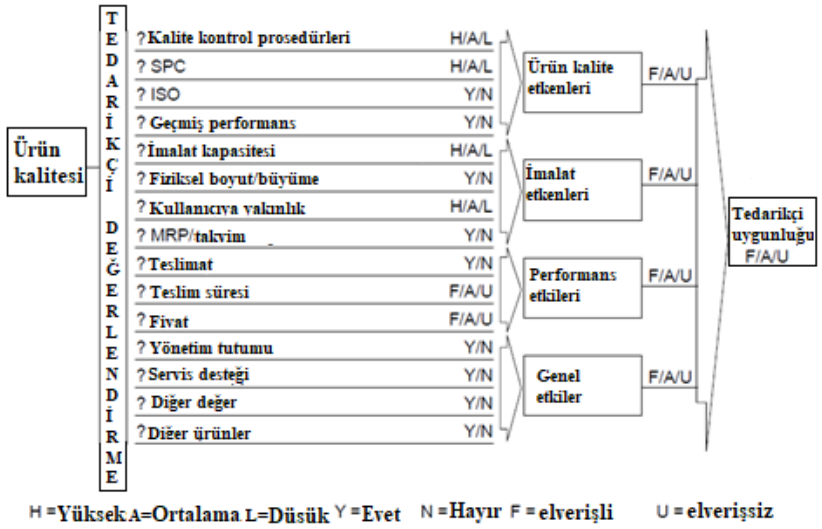
Şekil 2.6. ESMRS sisteminde yer alan uzman sistem yaklaşımına genel bakış [27]

Radwan çalışmasında üretim süreçlerinde proses planlaması için bir uzman sistem tasarlamıştır. Bu sistemde yazılım modülleri, teknik resimlerden alınan verilere göre yeni bir parça için bir veya birkaç proses planı oluşturmak üzere tasarlanmıştır. US yüzey parametrik verilerini ve kapasite matrislerine göre gereken nicelikleri eşleştirmek üzere en uygun işlem planını belirlemek amacıyla her yüzey tipi için özel bir modül kullanmaktadır [28].



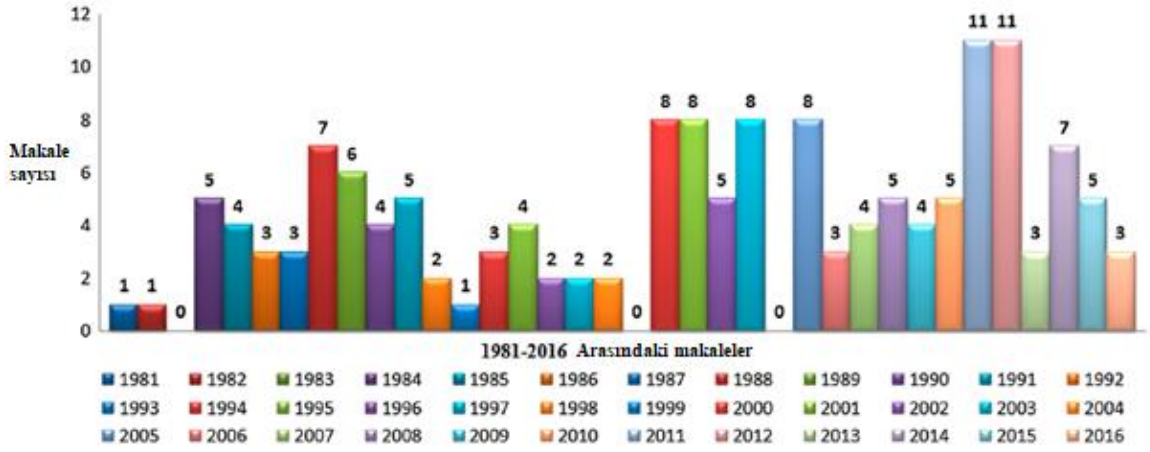
Şekil 2.7. Yüzeyler için imalat işlemleri [28]

Vokurka ve diğerleri tedarikçi seçimi için bir uzman sistem tasarlamışlardır. Bu çalışmada, potansiyel tedarikçilerin değerlendirilmesi ve seçimi için bir prototip uzman sistem geliştirilmiştir. Sistem, uzman sistem teknolojilerinin bu karar sürecinde başarılı olabileceğini göstermektedir. Sistem, daha geleneksel sayısal seçim kriterleri yerine tedarikçi seçiminin stratejik ortaklık yönünü içermektedir. Birden fazla ürün ve iş türüne uygun olarak uyarlanabilir. Burada geliştirilen model, potansiyel tedarikçilerin tutarlı bir şekilde değerlendirilmesi ve seçilmesini sağlar ve kuruluş içindeki gruplar arasında aktarılabilir ve satın alma profesyonellerinin eğitiminde kullanılabilir. Çalışma, US'lerin karar verme sürecinde etkili bir araç olarak işe yarayacağına dair sonuçlar göstermektedir. [29].

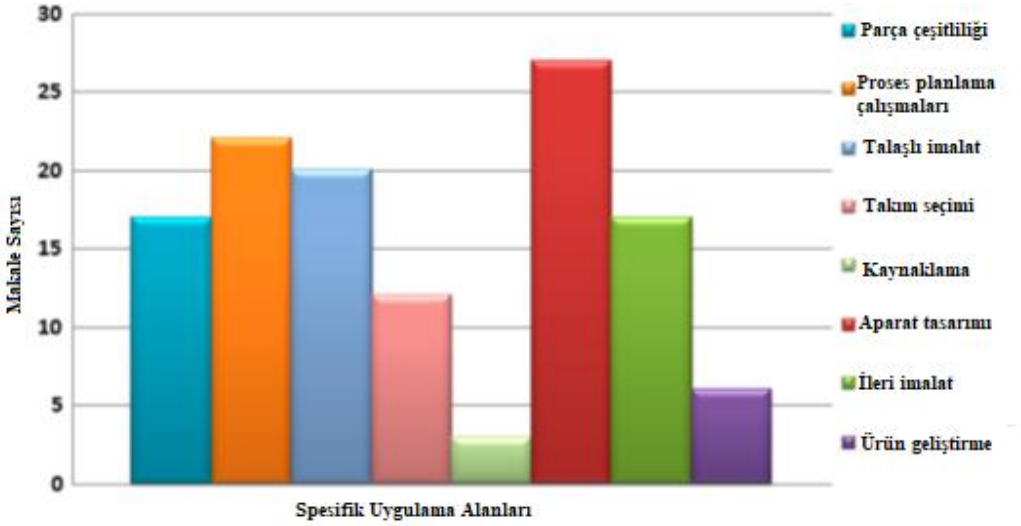


Şekil 2.8. Karar şeması [29]

Kumar, üretim planlamasında bilgi tabanlı US'leri incelediği araştırmasında 1981 ve 2016 arasındaki 35 yıllık süreçte yapılan çalışmaları değerlendirmiştir. İnceleme sonucunda US'lerin veri tabanlarının dinamik olarak güncellenebilmesi ile çok daha verimli hale geleceğini iletmiştir. Bununla beraber US'lerin ileri işleme tekniklerinde kullanımı için CAD-CAM sistemlerine entegrasyonunun önemini vurgulamıştır [30].

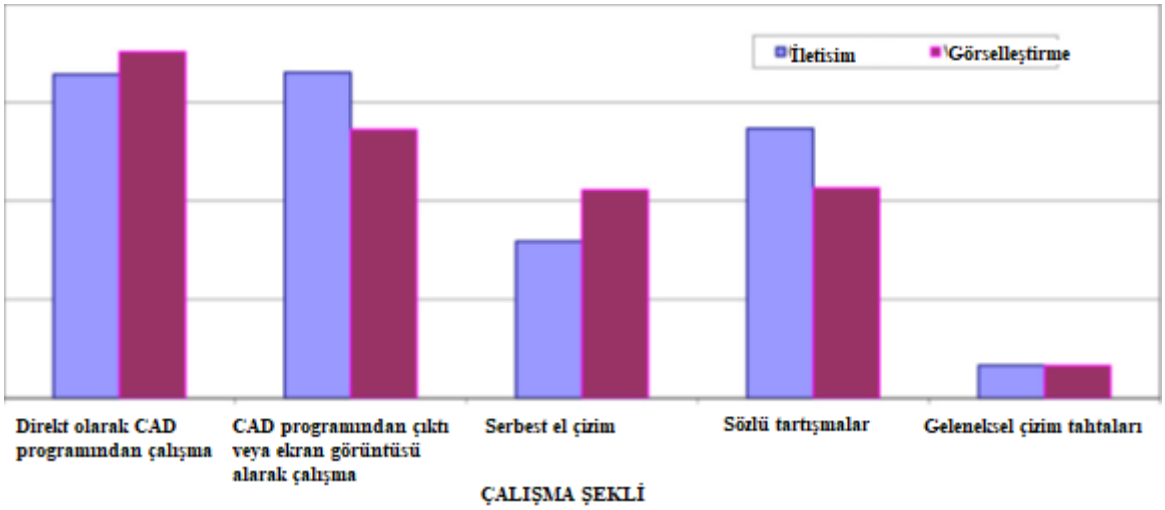


Şekil 2.9. 1981–2016'dan beri yayınlanan makalelerin sayısı [30]



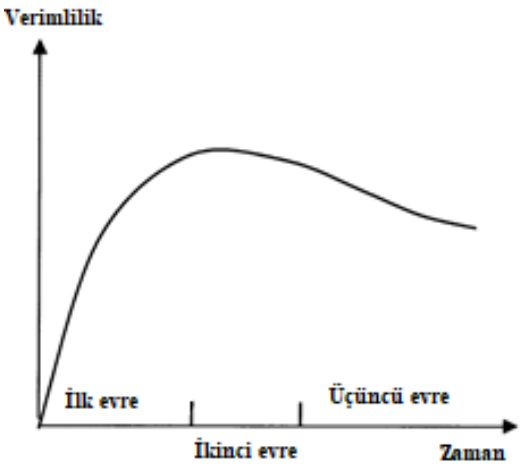
Şekil 2.10. Alana özel olarak yayınlanan makaleler [30]

Robertson ve Radcliffe CAD araçlarının yaratıcı problem çözme üzerine etkisi konulu çalışmalarında 6 mühendisten oluşan bir ekip üzerinde araştırma yapmıştır. Ekibin yarısı üç boyutlu CAD yazılımları kullanırken kalan yarısı ise iki boyutlu CAD yazılımları kullanmıştır. Çalışmalar sonucunda konsept tasarım süreçlerinde CAD yazılımları yerine kâğıt, kalem veya tahta gibi geleneksel yöntemler kullanmanın yaratıcılığı olumlu yönde etkilediği, CAD yazılımının işlevlerinin kullanıcının yaratıcılığını olumlu veya olumsuz yönde etkileyebileceği, iki boyutlu CAD araçları kullanan tasarımcıların daha fazla fikir üretebildiği, proje detaylanmaya başladıkça değişiklik yapmanın daha zor hale geldiği gibi sonuçlar elde etmişlerdir. Aynı zamanda çalışmayı 255 kişinin katıldığı bir anket ile pekiştirmişlerdir [31].



Şekil 2.11. İletişim ve görselleştirme için çalışma biçimleri karşılaştırması [31]

Kuang bilgisayar destekli endüstriyel tasarım eğitimde yaşanan sorunları ve çözümlerini konu edindiği çalışmasında eğitim müfredatındaki içerikleri ve öğretim yöntemlerini incelemiştir. Burada gördüğü sorunlara dinamik müfredat, zorluğun düzenli olarak artırılması ve yarı zamanlı tasarım uzmanlarının okullarda eğitmenlik yapması gibi çeşitli çözümler önererek tamamladığı çalışması CAD eğitmenleri ve eğitim veren kurumlar için kaynak oluşturmuştur [32].

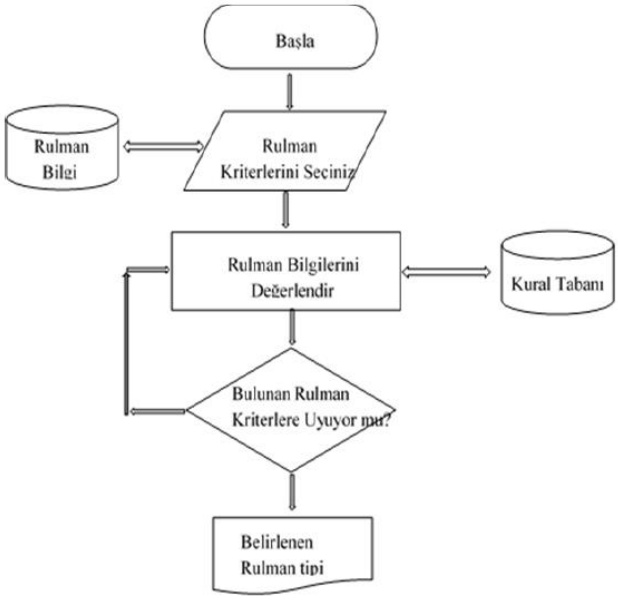


Şekil 2.12. Tipik bir CAD kursu öğreniminin verimliliği [32]

Piegl, Bilgisayar destekli tasarımda on zorluk isimli çalışmasında on ayrı kategoriye ayırdığı zorlukları detaylandırarak incelemiş ve bunlarla ilgili bilgiler vermiştir. Bu kategoriler şöyle

sıralanmaktadır: sağlamlık, geometrik belirsizlikler, hata yönetimi, CAD motorları, üç boyut, fikirden tasarıma geçiş, engelliler için CAD, internet CAD, CAD eğitimi, CAD teorisi. Alt başlıklarla incelenen kategoriler CAD yazılımcıları ve geliştiricileri için kaynak niteliği taşımaktadır [33].

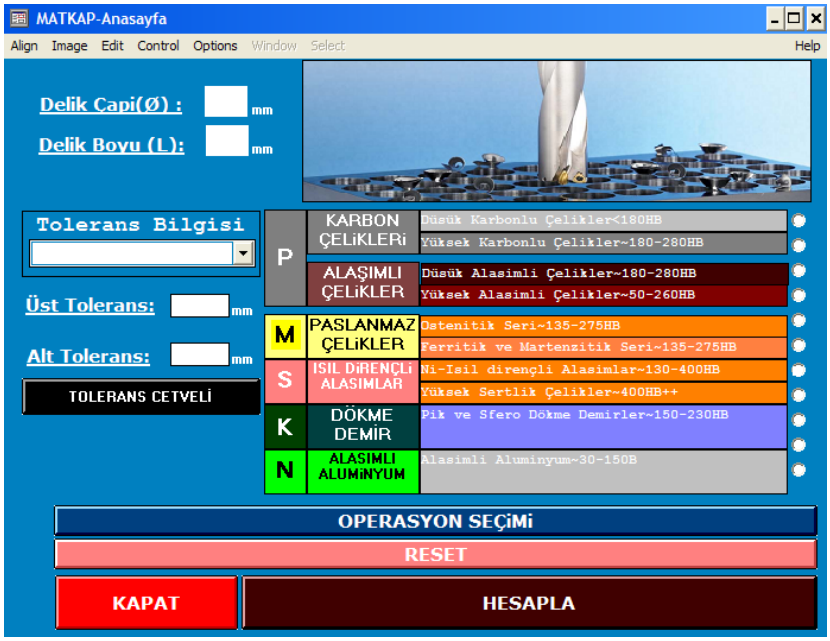
Kayır, Asal ve Mergen tarafından yapılan çalışmada, rulman seçimi konusunda kullanılan bir uzman sistem geliştirilmiştir. Bu sistemde, rulmanlara yönelik bir dizi kural oluşturulmuştur. Oluşturulan kurallar, en uygun rulman tipinin belirlenmesi amacıyla tasarlanmış olup, rulmanların yapısal özellikleri ve karşı koyacakları yük tipleri dikkate alınarak hazırlanmıştır. Sistem, belirlenen rulman tipi için kullanıcıya standart bir rulman kodu sağlamaktadır. Ayrıca, geliştirilen sistem, kullanıcı tarafından girilen rulman iç çap (d), rulman dış çap (D) ve rulman genişliği (B) değerlerini esas alarak bir rulman kodu üretebilecek yeteneklere sahiptir. Sistem, KAPPA-PC yazılımı üzerine inşa edilmiştir ve rulman bilgi tabanı için bir firmanın rulman kataloğu bilgileri kullanılmıştır. Bu sayede, geliştirilen sistem, kullanıcı ihtiyaçlarına uygun rulman tipinin belirlenmesine olanak tanımaktadır [34].



Şekil 2.13. Programın akış şeması [34]

Kayır ve arkadaşlarının yaptığı çalışma kapsamında, "Expert for Insert Drilling Tool (EIDT)" adını verdikleri uzman sistem ile otomatik olarak en uygun kesici takımı ve kesme

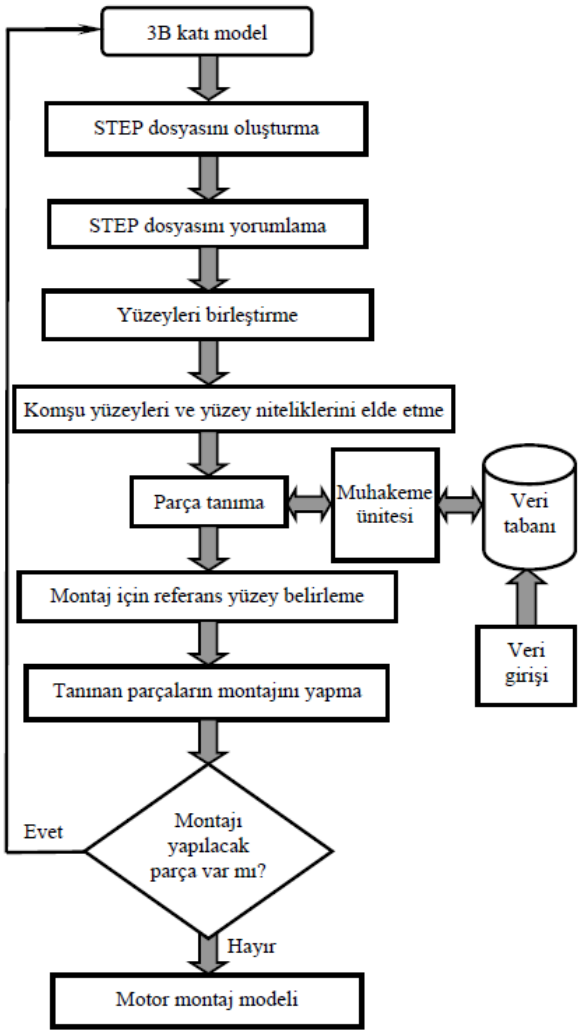
parametrelerini belirleme imkanı sunan bir sistem geliştirilmiştir. Bu uzman sistem, KAPPA-PC uzman sistem yazılımı kullanılarak tasarlanmış olup, 150'den fazla kural içermektedir. Oluşturulan kurallar, ISO normlarına uygun olarak hazırlanmıştır. EIDT programı, delik çapı, delik boyu, tolerans aralıkları, işlenecek malzeme özellikleri, delik türü, operasyon tipi gibi çeşitli verileri kullanarak en uygun kesici takımı önermektedir. Bu çalışma, delik delme operasyonlarında uzman olmayan kişilerin takma uçlu matkapları ve kesme parametrelerini hızlı, kolay ve doğru bir şekilde seçmelerine olanak tanımaktadır [35].



Şekil 2.14. EIDT programının ana sayfası [35]

Çiçek ve Gülesin; çalışmada, dizel motor parçalarının tanınması ve bilgisayar destekli tasarım (BDT) ortamında montajının gerçekleştirilmesi amacıyla bir yöntem geliştirilmiştir. Tanıma sürecinde uzman sistem yaklaşımından faydalanılmıştır. Motor parçalarının BDT modelleri otomatik olarak STEP dosya formatına dönüştürülmüş ve oluşturulan STEP dosyası, parça üzerindeki her bir yüzün komşu yüzleri ve nitelikleri çıkarmak için yorumlanmıştır. Aynı zamanda, bir yazım editörü kullanılarak bir veri tabanı oluşturulmuştur. Veri tabanı ve parça tanıma işleminden elde edilen yüz bitişiklik ilişkileri ve nitelikleri, bilgisayar tarafından karşılaştırılarak parçalar tanınmıştır. Tanınan parçaların modelleri, parça isimleriyle veri tabanına kaydedilmiş ve parça modeli, yüz komşuluk ilişki matrisi ile temsil edilmiştir. Montaj aşamasında, tanınan parçaların referans yüzeyleri

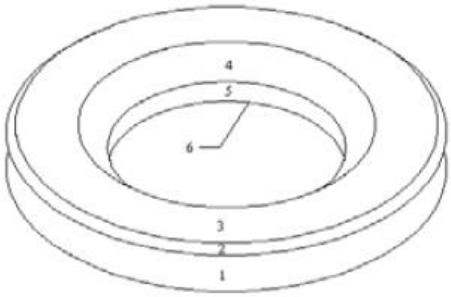
belirlenmiş ve bu referans yüzeyler aracılığıyla parçalar BDT ortamında montaj dosyasına taşınarak montaj gerçekleştirilmiştir [36].



Şekil 2.15. Geliştirilen programın akış şeması [36]

Çiçek ve Gülesin; CAD modellerinden imalat bilgilerini otomatik olarak çıkarmak üzere uzman sistem tabanlı bir parça tanıma yaklaşımı geliştirmişlerdir. Bu sistemde, 3 boyutlu CAD modellerinin .STEP formatındaki dosyaları girdi olarak kullanılmıştır. Her bir yüzeyin komşu yüzeyleri ve nitelikleri, STEP dosyasından çıkarılarak matematiksel bir modelde yüzey komşuluk ilişki matrisiyle temsil edilmiştir. Ayrıca, Windows tabanlı bir yazım editörü kullanılarak bilgi tabanı oluşturulmuş ve bu bilgi tabanı için özel bir kural yazma formatı geliştirilmiştir. Yüzey komşuluk ilişki matrisi ve bilgi tabanında temsil edilen

geometrik ve topolojik bilgiler karşılaştırılarak parçalar tanınmıştır. Geliştirilen parça tanıma algoritması, işlem planlama, grup teknolojisi gibi birçok CAD/CAM uygulamasına adapte edilebilmektedir. Algoritmanın performansını ve kapasitesini göstermek amacıyla, yaklaşım karmaşık otomobil motor parçalarına uygulanmıştır [37].



		1	2	3	4	5	6
sil	1	0	1	0	0	0	1
kon	2	1	0	1	0	0	0
düz	3	0	1	0	1	0	0
kon	4	0	0	1	0	1	0
sil	5	0	0	0	1	0	1
düz	6	1	0	0	0	1	0

Şekil 2.16. Rondela ve rondelanın yüzey komşuluk ilişki matrisi [37]

Başak ve Gülesin; bilgisayar destekli tasarımda kullanılan bir uzman sistem geliştirmiştir. Bu program, unsur tabanlı tasarım programı ile oluşturulan modellerde kullanılan unsurları, uzman sistem modülü ile değerlendirmekte ve belirlenen kurallara göre uygunlukları belirledikten sonra parça modellenmesinde kullanmaktadır. Özellikle imalat süreçlerini bilmeyen veya sınırlı bilgiye sahip kullanıcılar için bilgilendirme ve yönlendirme işlevini yerine getirmektedir. Geliştirilen program, modelleme sırasında yapılan tasarım hatalarını tespit ederek kullanıcıyı uyarabilmekte, bu da daha doğru ve hatasız tasarımların ortaya çıkmasına katkı sağlamaktadır. Tasarım sürecini daha etkili hale getirerek kullanıcıların daha başarılı ve optimize edilmiş tasarımlar oluşturabilmelerine yardımcı olmaktadır [38].

```
;KURAL_23

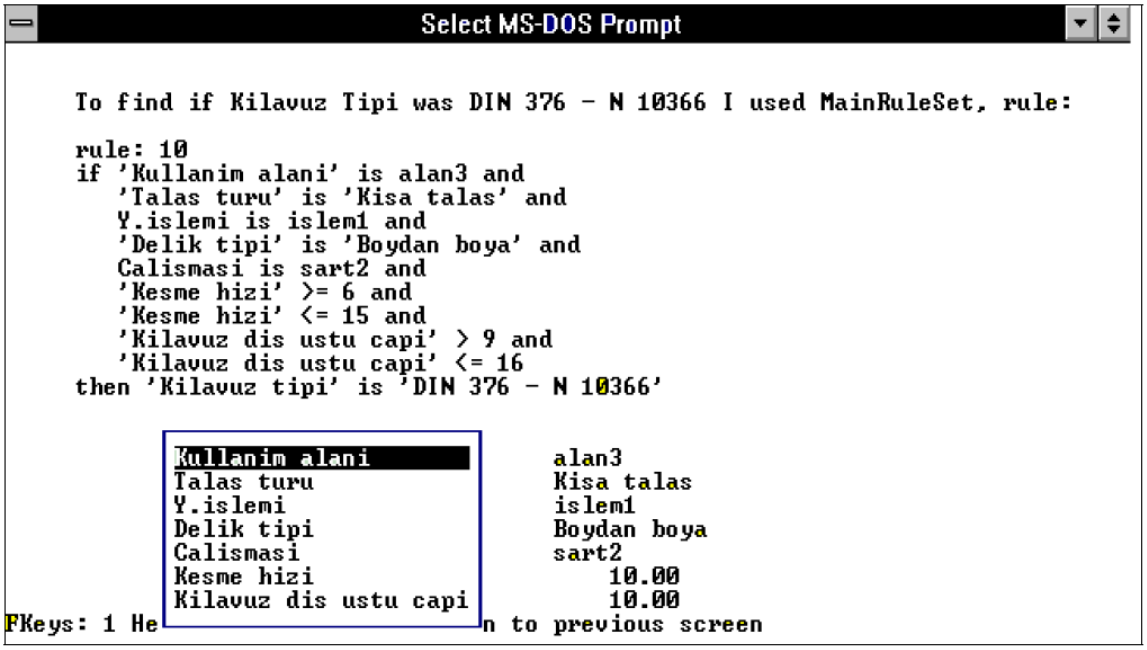
(IF
(AND
(AND
(= UNSUR "BOYDAN_BOYA_DELIK")
(= YUZEY  "SOL_YAN_YUZEY"))

(OR
(> DELIK_UST_SINIRI PARCA_UST_SINIR_NOKTASI)
(< DELIK_ALT_SINIRI PARCA_ALT_SINIR_NOKTASI)
(>                              DELIK_SAG_TARAF_SINIRI
PARCA_SAG_TARAF_SINIRI)
(<                              DELIK_SOL_TARAF_SINIRI
PARCA_SOL_TARAF_SINIRI)))

; UNSUR PARÇAYI KENARLARINDAN PATLATARAK
DIŞARI ÇIKIYOR
(iakljm))
```

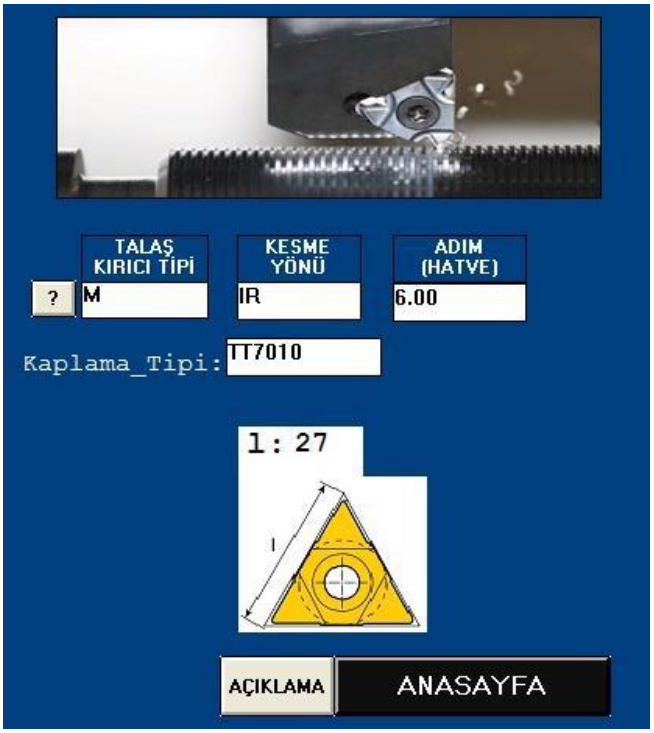
Şekil 2.17. Çalışmada geliştirilen uzman sistem bilgi tabanına ait bir kural [38]

Başak; Leonardo uzman sistem paket programını kullanarak makine kılavuzu ile vida çekme operasyonları için DIN standart normlarına uygun bir uzman sistem geliştirmiştir. Tasarlanan program, vida çekilecek malzeme, talaş tipi, kesme hızı, çalışma şartları gibi faktörlere bağlı olarak kullanıcıyı yönlendirmekte ve seçilen şartlar için en uygun kılavuz tipini belirlemektedir. Bu şekilde, kullanıcıya, işlemin gereksinimlerine uygun en etkili kılavuz tipini seçme konusunda rehberlik etmektedir. Geliştirilen uzman sistem, vida çekme operasyonlarında standartlara uygunluğu artırarak işlemlerin daha güvenilir ve optimize edilmiş bir şekilde gerçekleştirilmesine olanak tanımaktadır [39].



Şekil 2.18. Uzman sistemin sonuca nasıl ulaştığını gösteren ekran [39]

Kayır ve arkadaşları; dış çapa ve delik içine vida açma operasyonları için en uygun kesici ucu seçen ExpertTS adlı bir uzman sistem geliştirmişlerdir. Sistem, dünya genelinde yaygın olarak kullanılan bir kesici takım üreticisinin katalog verilerini esas alarak bilgi ve kural tabanını oluşturmuştur. ExpertTS, Kappa-PC uzman sistem paket programı üzerinde tasarlanmıştır. Geliştirilen bu sistem, kesici ucu seçimini uzman desteği olmadan kolayca gerçekleştirebilmekte ve vida açma işlemlerinde doğru ve hızlı karar verme olanağı sağlamaktadır. Bu sayede operasyonlarda optimize edilmiş kesici uç kullanımıyla daha verimli ve standartlara uygun sonuçlar elde etme imkanı tanımaktadır [40].



Şekil 2.19. ExpertTS sisteminin sonuç sayfası [40]

Yüksel ve arkadaşları; Al 6066 alaşımının T6 ısıl işlem operasyonu altında farklı suni yaşlandırma süre ve sıcaklık değerlerindeki sertlik değerlerini ölçerek en uygun durumu belirlemişlerdir. Çalışmada, 160, 180, 200 ve 220 °C sıcaklık değerleri ile 2.45, 3.15, 3.45, 4.15 ve 4.45 saat süre kombinasyonları kullanılmıştır. Elde edilen deneysel sonuçlar, bir uzman sistem yazılımının veri tabanına aktarılmıştır. Bu sayede, verilerin etkili bir şekilde kullanımı, paylaşımı ve ara sonuç değerlerinin belirlenmesi konusunda uzman sistem tekniğinin sağladığı avantajlardan faydalanılmıştır [41].

2.5. Literatür Değerlendirmesi

Literatür taraması kapsamında incelenen çalışmalara göre farklı alanlarda ve farklı yaklaşımlarla hazırlanan uzman sistemlerin ve veri tabanlarının, bu sistemleri kullanan firmalara ve iş yapma stratejilerine önemli ölçüde faydası olduğu görülmüştür. Bu faydalardan en çok öne çıkanlar şunlardır:

- Faaliyetlerin etkinliği ve güvenirliğini artırmak.
- Çalışan maliyetlerini mümkün olan oranda azaltmak.

- Gözden kaçan noktalardan ve beceri eksikliğinden ötürü meydana gelen hataları azaltmak.
- Daha kaliteli ürünler elde etmek.
- Daha verimli üretim yapmak.
- Firmaya ait bilginin belirli bir alanda toplanarak korunmasını sağlamak, bilgi birikimi oluşturmak.
- Çalışanların bilgiye ulaşımını kolaylaştırmak.
- Deneyimsiz çalışanları karar alma süreçlerinde desteklemek.

Uzman sistem alanında yapılan araştırmalar bu yazılımların teknik alanlar ve imalat sanayi özelinde de uygunluğunu kanıtlamaktadır. CAD, CAM ve CAE ve bunlara bağlı CIM alanları ile uzman sistemlerin ortak paydada buluştuğu noktada uzman sistemlerin işlem planlama, ürün maliyet kontrolü, üretim sistemlerinin performans optimizasyonu ve yönetimi konularında verimli uygulamalar sunabildiği yapılan çalışmalar ile gösterilmiştir [42].

Uzman sistemlerin imalatta kullanıldığı alanların büyük çoğunluğunda CAD sistemleri ile etkileşimli çalışıldığı gözlenmiştir. Ülkemiz sanayisi için bu yazılımların geliştirilmesi ve uygulamaya konması olumlu yönde fark oluşturacaktır. Burada yer alan araştırmalar, uzman sistemlerin, veri tabanlarının ve bilgisayar teknolojilerinin geleceğin entegre üretim yapısına önemli katkılar sunacağını gösteren birer örnek niteliğindedir. Uzman sistemler; mühendislik, tıp ve diğer alanlarda çeşitli uygulama imkanları bulurken, eğitim alanında da etkili bir rol üstlenmeye adaydır.

3. CAD/CAM VE CAE İÇİN UZMAN SİSTEMLER VE VERİ TABANLARI

3.1. Uzman Sistemlerin Temelleri

Uzman sistemler, belirli bir uzmanlık alanında üst düzey bilgi sahibi olan uzmanların bilgi ve deneyimlerini bir bilgisayar programı içerisinde toplayarak, karmaşık sorunları analiz etme ve çözme yeteneği kazandırır. Uzman sistemler, sağlık, mühendislik, finans, eğitim ve daha birçok farklı sektörde geniş bir uygulama alanına sahiptir. Bu kısımda, uzman sistemlerin temel prensipleri ve avantajları incelenerek, bu teknolojinin günümüzdeki ve gelecekteki potansiyel etkileri aktarılmıştır.

3.1.1. Yapay zekâ

Yapay Zekâ bilgisayarların akıllı varlıklara özgü işlevleri yerine getirebilme yeteneğidir. Bu bağlamda insanların zihinsel süreçlerine sahip sistemler geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Bu süreçlere, mantık yürütme, anlama, geçmiş deneyimlerden öğrenme gibi örnekler verilebilmektedir, bununla birlikte yapay zekanın sınırları tam olarak belirlenememektedir.

Dijital bilgisayarların 1940'lı yıllardan bu yana süre gelen gelişimiyle matematiksel teoremler için ispatlar üretmek veya satranç oynamak gibi karmaşık işleri yüksek hızlarda ve başarılı bir şekilde yapabileceği kanıtlanmıştır. Ancak, gelişen bilgisayar teknolojilerine ve artan işlem kapasitelerine rağmen yapay zekâ henüz insan esnekliğine ulaşamamış ve günlük hayatta yaygın şekilde yer alamamıştır. Geçmişten bugüne belirli görevleri yerine getirecek özel programlar hazırlanmış ve bu programlar insan uzmanlar veya profesyoneller kadar başarılı şekilde görevlerini yerine getirmiştir. Bu nedenle yapay zekâ teknolojisi tıbbi teşhis, internet arama motorları, ses veya görsel tarama ve tanıma gibi alanlarda kullanılmaktadır.

Günümüzde ise yapay zekâ ChatGPT, Midjourney, Firefly ve diğer örnekleri ile dünya çapında ses getirmiş ve büyük yankı uyandırmıştır. ChatGPT, insanların sorularına ve sorunlarına yanıt veren, tercüme yapabilen, istenildiği takdirde akrostiş, kafiye gibi edebi

özelliklere sahip şiirler, metinler oluşturabilen, çeşitli programlama dillerinde yazılımlar üretebilen gelişmiş eğitilmiş bir yapay zekâ modelidir. Midjourney ve Firefly ise istenilen özelliklere sahip görseller tasarlayabilen, tasarımları üzerinden varyasyonlar oluşturabilen birer yapay zekâ programıdır. Bu programlar ve günden güne gelişen yapay zekâ teknolojileri insan hayatındaki gündelik yerini almaya hazırlanmaktadır.

Yapay zekâ teknolojileri çok geniş bir alana yayılmıştır. Bu alanlar içerisinde yaygın olarak kullanılan sektörler ticaret, sağlık, eğitim ve mühendisliktir.

Yapay zekanın çeşitli alanlara yönelik birçok alt sınıfı bulunmaktadır; makine öğrenimi, algoritmalar aracılığıyla bilgisayar sistemlerinin deneyimlerden öğrenme yeteneğine odaklanmaktadır. Doğal dil işleme, dilin semantik yapısını anlama ve üretme becerisine odaklanmaktadır. Görüntü işleme, bilgisayar sistemlerinin görsel verileri anlamalarını sağlayarak nesne tanıma ve sınıflandırma gibi görevleri gerçekleştirmektedir. Uzman sistemler, belirli bir uzmanlık alanındaki bilgileri içeren ve bu bilgileri kullanarak kararlar alabilen yapay zeka sistemlerini kapsamaktadır. Robotik ise fiziksel dünyada çeşitli görevleri yerine getirebilen yapay zeka tabanlı mekanik sistemleri içermektedir. Bu alt dallar, geniş bir uygulama yelpazesine hitap etmektedir. Her biri yapay zekanın farklı yönlerini inceleyerek insan benzeri mekanizmalar geliştirmeye yönelik araştırmalara olanak tanımaktadır.

Gelişmiş yapay zekâ teknolojileri, çeşitli bileşenlerin bir arada bulunması ile meydana gelen sistemlerdir. Bu bileşenler arasında en önemli olanlar; algoritmalar, yapay zekâ sistemlerinin işlemlerini ve anlama çabalarını şekillendiren çeşitli matematiksel yönergeleri içermektedir. Veri, yapay zekâ sistemlerinin öğrenme süreçlerini ve anlama çabalarını yönlendiren temel unsurlardan biridir. Veriler, sistemlerin işlevselliğini ve tahmin yeteneklerini belirlemektedir. Öğrenme modelleri, yapay zekâ sistemlerinin verileri analiz ederek geliştirdiği bilişsel yapıları ifade etmektedir. Bu modeller, sistemlerin düşünme ve hareket etme biçimini belirleyen temel öğrenme prensiplerini içermektedir. Yapay zekâ sistemleri güçlü donanımlara ihtiyaç duymaktadırlar. Bu donanımlar, sistemlerin veri işleme ve anlama süreçlerinin hızını belirleyerek performanslarını etkilemektedir.

Yapay zekanın spesifik alanlarda eğitilmesi sonucu uzman sistemler olarak adlandırılan yapay zekâ alt dalı ortaya çıkmıştır.

3.1.2. Uzman sistemler

Uzman sistemler "İnsan bilgisi ve tecrübelerine dayalı olan davranışların bir bilgisayar ortamına aktarılarak tasarlanmış sistemlerdeki karşılaşılan problemlere uzman bir kişi gereksinimi olmaksızın çözümler arayan bilgi tabanlı sistemler" olarak tanımlanmıştır [43]. Uzman sistemler, yapay zekâ teknolojisi kullanarak sorunlara insanlar kadar iyi bir şekilde çözüm üretebilen sistemlerdir. Bu sistemler, genellikle veri ve kurallar kümesi gibi belirli bir bilgi tabanına bağlı olarak çalışırlar ve bu bilgiye dayalı olarak karar verirler. Uzman sistemler, insanların yapamayacağı ya da yapmakta zorlanacağı karmaşık görevleri yapabilirler. Uzman sistemler sayısallaştırılmış verileri analiz ederek insanların yapamayacağı kadar hızlı ve doğru sonuçlar üretebilirler. Ayrıca, insanların çözemeyeceği kadar karmaşık problemleri çözebilirler. Örneğin, tıp alanında programlanmış bir uzman sistem, uzman doktorlar kadar hızlı ve doğru bir şekilde hastalık teşhisi koyabilir ve bu sayede insan sağlığı için büyük bir katkı sağlayabilir. Yine finans alanında programlanmış bir uzman sistem, piyasa verilerini ve ekonomik göstergeleri analiz ederek insanların yapamayacağı kadar hızlı ve doğru bir şekilde yatırım tavsiyeleri üretebilir. Bu sayede yatırımcılar, uzman sistemlerin verdiği tavsiyeleri takip ederek potansiyel kazançlarını artırabilirler.

Uzman sistemlerde karşılaşılan en büyük problem, uzman kişiden doğru bilgilerin alınabilmesi ve uzmanın bilgi birikiminin ne kadarının sisteme aktarılabilmesiyle ilgilidir. Uzman sistemler insanlar gibi akıl yürütemezler dolayısıyla insanlar tarafından verilen bilgi sınırları dahilinde çalışabilirler. Öğrenme yetenekleri yoktur, veri tabanındaki bilgiler ne ifade ediyorsa ve hangi kurallarla birbirine bağlıysa ancak oradaki kurallara göre yanıtlar üretebilirler. Bu durumlardan en az etkilenerek uzman sistem oluşturulmak istendiğinde uzman kişilerin bilgilerini en ince detaylarına kadar almak ve doğru biçimde işleyerek sisteme yüklemek gerekmektedir. Uzman sistem oluşturmak ve kullanmak için gerekli olan kişiler; bilginin alınacağı uzman, bilgiyi işleyerek sisteme aktaran bilgi mühendisi, uzman sistemi kullanacak olan kullanıcıdır.

Bilgi tabanlı olarak çalışan bu sistemlerde en önemli bileşen bilgidir. Uzman kişiden bilginin alınması ve alınan bu bilginin diğer uzmanlar tarafından doğrulanabilir olması büyük önem arz etmektedir. Elde edilen bilgilerin doğru kurallar ve hiyerarşik yapıda sisteme aktarılması gerekmektedir. Uzman sistemler tümevarım ya da tümden gelim yöntemleriyle çalışabilirler.

Tümevarım yönteminde "eğer" ile başlayan kurallar dizisinde şartların sağlanıp sağlanamadığının kontrolü gerçekleştirilir, "sonra" ifadesi ise sonuç olarak nitelendirilir. Burada yer alan kurallar "eğer" ve "sonra" ile kontrol edilerek süreç ilerler, ilerleyecek kural kalmadığında ise sonuca ulaşılmış olur. Tümdengelim yönteminde ise "sonra" ile başlanır ve kurallardaki "eğer" ile eşleştirmeleri gerçekleştirerek kontrol sağlanır. Burada "sonra" ve "eğer" bileşenleri eşleştiğinde sonuca ulaşılmış olur.

Kurallar arasında çakışma olduğunda öncelikli olan kural, rastgele bir kural, özel bir kural veya son kullanılan kural gibi istenilen bir kural seçilmesi sağlanabilir. Bu sebeple kurallar arasındaki sıralama, öncelik, son kullanım, kullanım sayısı gibi bilgiler önem arz eder.

Kural tabanlı uzman sistemlerinin üç temel elemanı bulunmaktadır. Bunlar:

1. Durum (Facts): Bu eleman, sistem başlangıç durumuyla ilgili bilgileri içerir. Sistem, bu durumları kullanarak analiz ve çıkarımlar yapar.

2. Kurallar (Rules): Bu eleman, sistemde gerçekleşmesi gereken tüm işlemleri içerir. "Eğer" bölümündeki durumlar, "sonra" bölümündeki belirli eylemlere yönlendirilir. Sistem, bu kuralları kullanarak sonuca ulaşmaya çalışır. Ancak, sistemdeki kuralların sayısı arttıkça, işlem sayısı da artacağı için alakasız kurallardan mümkün olduğunca kaçınılmalıdır.

3. Sonlandırma (Termination): Bu eleman, bir çözümün bulunduğu ya da hiç olmadığı durumda işlemin sonlandırılması için bir durdurma koşuludur. Bu, sistemin işlemleri tamamladığı ve sonuca ulaştığı bir noktadır. Sonlandırma olmazsa, sistem bazı durumlarda sonsuz döngülere girebilir.

Kullanıcı karşılaştığı sorunu (durumu) kullanıcı ara yüzü üzerinden uzman sisteme girerek mekanizmayı (kurallar) çalıştırır. Bilgi tabanında yer alan bilgiler içerisinden uygun olan bilgi, çıkarım mekanizması ile seçilerek kullanıcıya sonuç (sonlandırma) olarak iletilir.

3.1.3. Uzman sistemlerin faydaları

Uzman sistemlerin başlıca faydaları; maliyet, hızlı bilgi aktarımı, yüksek verimlilik, kalıcı bilgi erişimi, yüksek doğruluğa sahip çözümler ve öneriler, güvenilirlik ve hızlı yanıt süreleri olarak dikkat çekmektedir. Maliyet açısından, insan uzmanlara kıyasla daha ekonomik bir seçenek sunan bu sistemler, ayrıca bilgisayar aracılığıyla hızlı bilgi erişimi sağlamakta ve uzman eğitimi için harcanan zamanı en aza indirmektedir. Veri tabanlarında depolanan bilgiler, kullanıcıların sürekli ve uzmanlık düzeyinde bilgiye erişimini mümkün kılmaktadır. Ayrıca, tutarlı öneriler sunarak hata oranlarını düşürmeye yardımcı olmakta ve uzmanlar tarafından doğrulanmış bilgilerle güvenilir bir temel oluşturmaktadır. Hızlı yanıt süreleri ile de zaman açısından verimlilik sağlamaktadır.

3.1.4. Uzman sistemlerin sınırları

Uzman sistemlerin gelişimini sınırlayan faktörler; bilginin her zaman uzman sistem mantığına uyarlanabilir durumda olmaması, uzmanlardan bilgi edinilmesi zorluğu, belirli alanlarda daha verimli çalışabildiğinden hareketle alanın netleştirilmesi, sistemin maliyetli olması, geliştirme sürecinin zaman alması ve farklı uzmanlar tarafından farklı yaklaşımlar ve çözüm önerilerinin getirilmesi olmak üzere çok çeşitlidir. Bunlar arasından uygun olanı belirlemek de gereklilik arz etmektedir.

Bu gibi sınırlamalara rağmen daha önce de bahsedilen faydaları ile birlikte uzman sistemlerin kullanımı giderek artmaktadır.

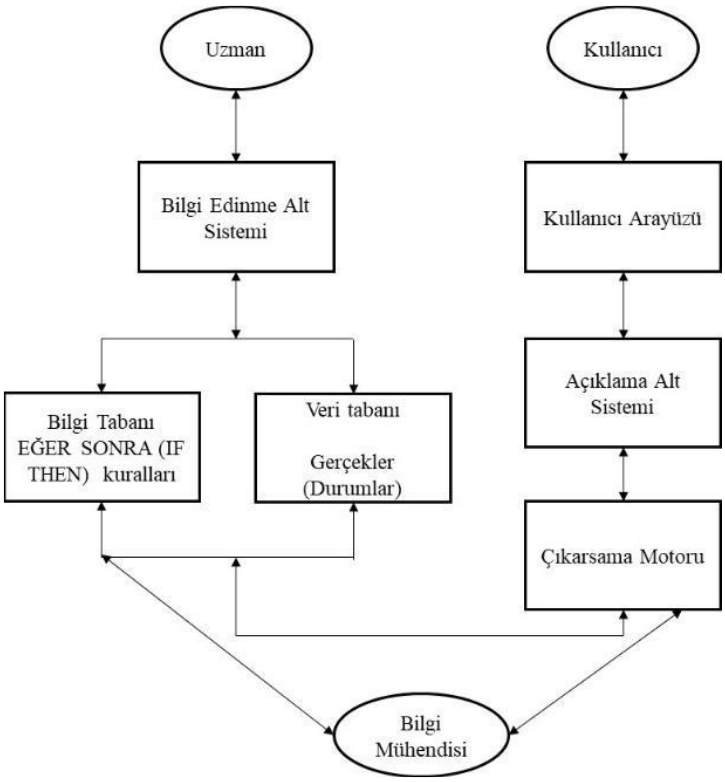
3.1.5. Uzman sistemlerin tercih edildiği alanlar

Uzman sistemler günümüzde hemen hemen her alanda tercih edilmekte, özellikle iş ve endüstriyel alanlarda yoğunluk kazanmaktadır. Tıp alanında teşhis koymak üzere

geliştirilmiş uzman sistemler, finansal alanda yatırım tavsiyeleri üretimi, müşterilerin değerlendirilmesi, kredi ve risk analizlerinin yapılması için geliştirilmiş uzman sistemler, sanayi alanında uygun bileşenlerin seçimi için tasarlanmış uzman sistemler mevcuttur.

3.1.6. Uzman sistemlerin temel bileşenleri

Şekil 3.1'de kural tabanlı bir uzman sistemin yapısı gösterilmektedir. Detaylıca bileşenler şunlardır:



Şekil 3.1. Kural tabanlı uzman sistem yapısı [44, 45]

Kullanıcı: Uzman sistemi kullanan kişidir.

Uzman: Bilgilerin elde edildiği kaynaktır.

Bilgi Mühendisi: Uzmandan bilgileri alarak uygun kurallar yapısıyla bilgi tabanına aktaran kişidir.

Veri Tabanı: Uzman Sistemin bilgi kaynağıdır. Gerçek uzmanlardan elde edilen bilgiler burada tutularak ihtiyaç halinde kullanılır.

Bilgi Tabanı: Uzman sistem içerisinde yer alan kurallar bütünüdür.

Kullanıcı Arayüzü: Kullanıcının durumu uzman sisteme aktarmak ve gelen sonuçları görebilmek için kullandığı bilgisayar penceresidir.

Çıkarsama Motoru: Uzman sistemin duruma uygun bilgileri filtrelemek için kullandığı yazılım ve kurallar bütünüdür.

Açıklama Alt Sistemi: Uzman sistemin çıkardığı sonucu nasıl ve neden çıkardığını açıkladığı kısımdır.

Bilgi Edinme Alt Sistemi: Bilgi tabanının güncel kalmasını sağlayan kontrol mekanizmasıdır.

3.2. Veri Tabanlarının Temelleri

Veri tabanları bilişim teknolojileri dünyasının vazgeçilmez bir unsuru haline gelmiştir. Bilgi teknolojileri ve iş süreçlerinin hızla geliştiği günümüzde, veri tabanları bilgilerin düzenlenmesi, saklanması ve erişimi için kritik bir rol oynamaktadır. Veri tabanları, büyük miktarda verilerin etkili bir şekilde yönetilmesine, veriler arasında ilişkileri kurulmasına ve verilerden anlamlı sonuçlar elde edilmesine olanak sağlar.

Veri tabanları, işletmelerin, kurumların ve bireylerin günlük operasyonlarını desteklerken aynı zamanda stratejik kararlar almalarına da yardımcı olmaktadır. Birçok farklı veri tabanı türü bulunmaktadır, ancak genel olarak tamamı veri depolama, güncelleme, sorgulama ve raporlama gibi temel işlevleri yerine getirmektedir. Bu kısımda, veri tabanları ve çalışmada kullanılan NoSQL tabanlı LiteDB veri tabanı yönetim sistemi hakkında bilgi verilmiştir.

3.2.1. Veri tabanı

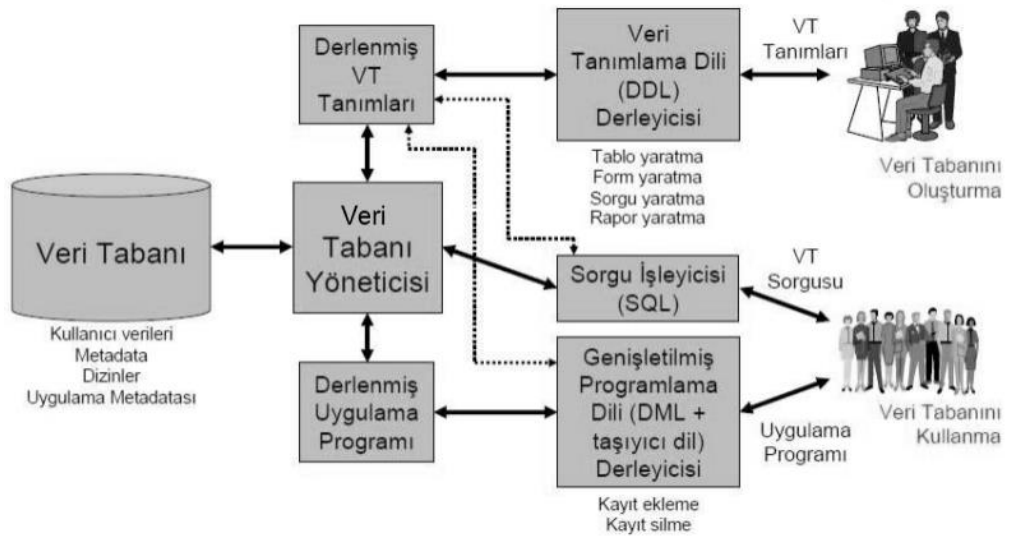
Veri tabanı, bilgisayarlar tarafından hızlı arama ve erişim amacıyla özel olarak düzenlenmiş bir veri veya bilgi topluluğunu ifade etmektedir. Bu sistemler, çeşitli veri işleme operasyonlarına olanak tanıyan bir yapıda tasarlanmıştır. Veri tabanları, verilerin depolanması, alınması, değiştirilmesi ve silinmesi gibi işlemleri etkili bir şekilde gerçekleştirmek için yapılandırılmıştır. Bu sistemler, veriler arasındaki mantıksal ve fiziksel ilişkileri tanımlayarak, bilgi depolama ve yönetme süreçlerini organize eder. Veri tabanı yönetim sistemleri (VTYS), sorgulara cevap olarak veri tabanından bilgi çeker ve bu bilgiyi kullanıcılara anlamlı yanıtlar şeklinde sunar. Bu sistemler, veri tabanlarının etkili bir şekilde kullanılmasını sağlayarak bilgiye erişimi optimize eder ve işlemlerin verimli bir şekilde gerçekleştirilmesine yardımcı olur. [46].

3.2.2. Veri tabanı yönetim sistemi

Veri tabanı yönetim sistemi (Database Management Systems - DBMS), veri tabanlarını oluşturmak, yönetmek, güncellemek ve sorgulamak için kullanılan bir yazılım veya yazılım paketidir. Bir VTYS, veri tabanlarının güvenilir, tutarlı ve verimli bir şekilde kullanılmasını sağlamak üzere tasarlanmıştır. Veri tabanı yönetim sistemlerini klasik dosya sistemlerinden ayıran temel özellik, birden fazla kullanıcının aynı anda veri tabanına erişim sağlama kabiliyetidir. Başka bir deyişle, veri tabanı yönetim sistemleri, aynı veriye farklı uygulamalardan eş zamanlı olarak erişim imkanı tanıyarak veri paylaşımını optimize edebilmektedir. Bu, çoklu kullanıcıların aynı anda güncelleme, sorgulama veya diğer veri işleme operasyonlarını gerçekleştirebilmesine olanak tanımakta ve veri tabanının bütünlüğünü koruyarak veri erişimi konusunda etkili bir çözüm sunmaktadır [47, 48]. Bu sistemler, veri tabanı yönetiminin bir parçası olarak, verinin nasıl depolanacağı, kullanılacağı ve erişileceğini mantıksal olarak yönlendiren bir kurallar sistemidir [49]. VTYS kullanıcıya ait uygulama ile veri tabanı arasındaki bağlantıyı ve ilişkiyi kurmaktadır [50].

VTYS kısaca, veri kümelerinin düzenli bir biçimde tutulduğu ve bu verinin çeşitli yazılımlar aracılığıyla yönetildiği bir ortamdır [51]. VTYS, tablolardan oluşan bir yapı içerisinde

verileri depolar ve sunar. Her tablo, belirli alanlardan meydana gelir ve bu alanlar, verinin yapılandırılmış bir şekilde temsil edilmesini sağlar. Ayrıca, verinin işlenmesine yardımcı olan, onu tanımlayan, dönüştüren ve çeşitli yardımcı programları içeren bir birleşim olarak ortaya çıkar. VTYS, belirli alanlardan oluşan tablolarda saklanan kayıtlar üzerinde sorgulama, ekleme ve güncelleme gibi işlemleri gerçekleştirme imkanı tanır [52]. Bu, kullanıcılara veri tabanındaki verileri etkili bir şekilde yönetme yeteneği kazandırır. VTYS, veri tabanlarının güvenliği, bütünlüğü ve erişim kontrolü gibi çeşitli önemli özellikleri sağlayarak veri yönetimi konusunda önemli bir rol oynar.



Şekil 3.2. VTYS'nin Temel Bileşenleri [53]

3.2.3. Veri tabanı türleri

Çok sayıda farklı veri tabanı türü bulunmaktadır. Bir durum veya konu için en iyi veri tabanı, söz konusu durumda verilerin nasıl kullanılacağına bağlı olarak değişiklik göstermektedir.
İlişkisel veri tabanları: günümüzde en yaygın kullanılan veri tabanı sistemlerinden biridir. Bu sistem, satır ve sütunlardan oluşan tablolardan meydana gelir. Tablolar, birbiriyle ilişkisi olan verileri içerir ve bir veri tabanında ilişkiden bahsedebilmek için en az iki tablonun yer alması gereklidir. Bu tablolardaki veriler, belirli bir şekilde birbirleriyle ilişkilendirilmiş olmalıdır. İlişkisel veri tabanları, veri tabanı olarak adlandırılan büyük dosyalardan oluşur. Her bir tablo, belirli bir yapıya uygun verileri düzenli bir şekilde saklamak üzere tasarlanmıştır. Bu tasarım, verilerin mantıklı bir düzen içinde organize edilmesine ve etkili

bir şekilde yönetilmesine olanak tanır. [54]. İlişkisel veri tabanı teknolojisi, yapılandırılmış bilgilere en etkili ve esnek erişim imkanını sağlar.

Nesne odaklı veri tabanları : Nesne odaklı bir veri tabanındaki veriler, nesne odaklı programlamadaki yaklaşıma uygun olarak nesne tabanlı bir yapıda temsil edilir.

Dağıtılmış veri tabanları : Dağıtılmış bir veri tabanı, farklı konumlarda bulunan iki veya daha fazla dosyadan meydana gelir. Veri tabanı, farklı ağlara dağılmış veya aynı fiziksel konumda bulunan birden fazla bilgisayar üzerinde depolanabilir.

Veri ambarları : Veri ambarı, hızlı sorgulama ve analiz amaçlarına özel olarak tasarlanmış, merkezi bir veri depolama yapısıdır.

NoSQL veri tabanları : NoSQL veya ilişkisel olmayan veri tabanları, yapılandırılmamış ve yarı yapılandırılmış verilerin depolanması ve değiştirilmesine yönelik bir veri tabanı grubunu ifade eder. Bu veri tabanları, geleneksel ilişkisel veri tabanlarının aksine, depolanan verilerin düzenini belirleyen bir şemaya sahip olmaksızın esnek çalışma olanağı sağlarlar. NoSQL veri tabanları, özellikle web uygulama yazılımlarının giderek artan karmaşıklığı ve ihtiyaçlarıyla birlikte yaygın hale gelmiştir.

Grafik veri tabanları : Grafik veri tabanı, verileri birimlerin yanı sıra bu birimler arasındaki ilişkiler açısından da depolayan bir veri tabanı türüdür.

OLTP veri tabanları : OLTP (Online Transaction Processing) veri tabanı, çok sayıda kullanıcı tarafından gerçekleştirilen işlemleri hızlı bir şekilde yönetmek üzere tasarlanmış ve analitik işlemlerle ilgilenmeyen bir veri tabanı türüdür.

Günümüzde birçok farklı veri tabanı türü bulunmakta olup, bu türlerden bazıları bilimsel, finansal ve diğer özel işlevlere yönelik olarak tasarlanmıştır. Farklı veri tabanı türlerinin yanı sıra, bulut bilişim ve otomasyon gibi teknolojik ilerlemeler ve gelişen teknoloji yaklaşımları, veri tabanlarının yepyeni ve farklı yönlere evrilmesine neden olmaktadır. En yeni veri tabanlarından bazıları şu şekilde sıralanabilir:

Açık kaynak veri tabanları : Açık kaynak veri tabanı sistemi, kaynak kodu kamuya açık ve erişilebilir olan bir sistemdir. Bu tür veri tabanları hem geleneksel SQL tabanlı hem de NoSQL tabanlı veri tabanları içerebilir.

Bulut veri tabanları : Özel, genel veya hibrit bulut bilişim platformlarında bulunan yapılandırılmış veya yapılandırılmamış veri koleksiyonunu ifade eden bir kavramdır. İki temel bulut veri tabanı modeli bulunmaktadır: geleneksel veri tabanı modeli ve veri tabanı hizmeti (DBaaS) modeli. Veri tabanı hizmeti, yönetim görevleri ve bakım işlemlerinin servis sağlayıcı tarafından gerçekleştirildiği bir hizmet modelini içermektedir.

Çoklu model veri tabanı : Çoklu model veri tabanları, farklı veri tabanı türlerini tek bir entegre altyapıda birleştiren sistemlerdir. Bu tür veri tabanları, çeşitli veri türlerini içerebilme kapasitesine sahiptirler.

Belge/JSON veri tabanı : Belge odaklı bilgilerin depolanması, alınması ve yönetilmesi için özel olarak tasarlanmış olan belge veri tabanları, verileri geleneksel satır ve sütun yerine modern bir yaklaşım olan JSON (JavaScript Object Notation) biçiminde depolamak üzere optimize edilmiş sistemlerdir.

Kendi kendini yöneten veri tabanları : En yeni veri tabanı türlerindendir. Kendini yöneten veri tabanları olarak da bilinen otonom veri tabanlarıdır. Bu veri tabanları, geleneksel olarak veri tabanı yöneticileri tarafından yapılan ince ayar, güvenlik, yedekleme, güncelleme ve diğer rutin yönetim görevlerini otomatikleştirmek üzere makine öğrenimini kullanarak bulut tabanlı çözümler sunar. [55].

3.2.4. NoSQL veri tabanları

NoSQL, ilişkisel veri tabanı sistemlerine bir alternatif olarak ortaya çıkmıştır. Bu sistem, değişken şema yapısına sahip verilerin saklanabilmesine imkan tanır ve büyük verilerin hızlı bir şekilde sorgulanabilmesini sağlar. Aynı zamanda yatay ölçeklendirme konusunda esnek bir çözüm sunar. Performans ve esneklik özellikleri nedeniyle, dünyaca ünlü şirketler arasında eBay ve Amazon gibi büyük ölçekli kuruluşlar tarafından tercih edilmektedir [56].

NoSQL veri tabanları, ilişkisel veri tabanı sistemlerine kıyasla yüksek erişilebilirlik imkanları sunarlar. Esnek yapıları sayesinde programlama ve bakım süreçlerinde kolaylık sağlarlar. Yazma işlemlerinde genellikle ilişkisel veri tabanlarına göre daha üstün performansa sahiptirler, ancak okuma işlemlerinde anahtar değer üzerinden yapıldığında daha hızlı olabilirler.

NoSQL sistemleri yatay olarak ölçeklenebilir. Binlerce sunucu bir arada çalışarak çok büyük veriler üzerinde işlem yapılabilmektedir. Bir sunucu havuzuna sunucu ekleyip çıkarmak genelde bir satırı değiştirme ya da bir komut girme derecesinde kolaydır [57].

NoSQL veri tabanları, geniş bir seçenek yelpazesi sunarak kullanıcılara çeşitli tercih imkânları sağlamaktadır. Bu veri tabanlarının çoğu, açık kaynak kodlu projelerle uyumlu olarak geliştirildiği için maliyet açısından ilişkisel veri tabanı yönetim sistemlerine göre avantajlı bir konumda bulunmaktadır.

İlişkisel VTYS kullanan uygulamaların NoSQL sistemlere taşınması, bazı zorluklara neden olabilmektedir. Bu geçiş sürecinde, var olan sorguların değiştirilmesi gerekebilir, özellikle birleştirme kullanılmışsa bu durum daha belirgin olabilir. Sorgu tabanlı veri erişimi yerine anahtar tabanlı veri erişimi kullanılması, mevcut yapılandırmaların yeniden düzenlenmesini gerektirebilir ve bu durum zaman alabilir.

İlişkisel veri tabanı yönetim sistemlerinde bulunan bazı özellikler, NoSQL veri tabanı sistemlerinde bulunmadığı için, bu geçiş sürecinde veri kaybına neden olabilir. Ayrıca, NoSQL veri tabanı sistemleri, veri güvenliği konusunda ilişkisel veri tabanı yönetim sistemleri kadar gelişmiş özelliklere sahip olmayabilir. Bu durum, özellikle hassas verilerin yönetildiği durumlarda dikkat edilmesi gereken bir noktadır.

NoSQL veri tabanı projelerinin bazılarının, dokümantasyon ve profesyonel destek konusunda eksiklikleri olabilir. Bu da, kullanıcıların karşılaştıkları sorunlara hızlı ve etkili çözümler bulmalarını zorlaştırabilir. Bu nedenle, NoSQL sistemine geçiş yapmadan önce projenin ihtiyaçları ve gereksinimleri detaylı bir şekilde değerlendirilmelidir [58].

3.2.5. LiteDB

Veri tabanları, yazılım geliştirme projelerinin temel bir parçasıdır. Veri depolama, yönetme ve erişme ihtiyacını karşılamak için çeşitli VTYS'ler mevcuttur. Bunlar arasında ilişkisel veri tabanları (örneğin MySQL, PostgreSQL) ve belge tabanlı veri tabanları (örneğin MongoDB) gibi farklı türlerde veri tabanları bulunmaktadır. Ancak bazen hafif, tek bir dosya ile çalışabilen ve basit bir kullanım sunan bir veri tabanı yönetim sistemi gerekebilir. İşte bu noktada LiteDB alternatif bir VTYS olarak ihtiyacı karşılamaktadır.

LiteDB, C# programlama dili kullanılarak geliştirilmiş, hafif bir belge tabanlı veri tabanı yönetim sistemidir. LiteDB, hafif bir veri tabanıdır ve sadece birkaç yüz KB boyutunda bir DLL dosyası içerir. Bu, uygulama boyutunu şişirmez ve sistem kaynaklarını en az seviyede kullanır. LiteDB, verileri tek bir veri tabanı dosyasında depolar. Bu, verilerin taşınmasını ve yedeklemenin kolay olmasını sağlar. Veriler, JSON benzeri BSON (Binary JSON) belgeleri olarak saklanır. Bu, esnek ve yapısal olmayan verilerin saklanmasına izin vermektedir. LiteDB, ACID (Atomicity, Consistency, Isolation, Durability) özelliklerini destekler ve güvenilir bir veri bütünlüğü sağlar. LiteDB, SQL benzeri bir sorgu dilini desteklemektedir, böylece verilere kolayca erişim sağlanabilmekte ve yönetilebilmektedir. LiteDB, Windows, Linux ve macOS gibi çeşitli işletim sistemlerinde kullanılabilmektedir [59].

LiteDB kullanım alanları

LiteDB, özellikle hafif ve yerel bir veri tabanı çözümüne ihtiyaç duyan uygulamalar için uygundur. LiteDB'nin kullanım alanlarından bazıları aşağıda verilmiştir.

Mobil Uygulamalar: LiteDB, mobil uygulamalar için hafif bir veri tabanı çözümü sunmaktadır. Verileri yerel olarak depolamak isteyen iOS ve Android uygulama geliştiricileri için ideal bir seçenektir.

Oyun Geliştirme: Mobil veya masaüstü oyunlar, LiteDB'yi yerel oyun verilerini saklamak için kullanabilmektedir.

Küçük Ölçekli Uygulamalar: Küçük ölçekli web siteleri veya masaüstü uygulamalar, hızlı bir şekilde veri tabanı ihtiyaçlarını karşılamak için LiteDB'yi tercih edebilmektedirler.

Prototipler ve Hızlı Geliştirme: LiteDB, prototip uygulamaların hızlı bir şekilde geliştirilmesi için uygundur. Karmaşık bir veri tabanı kurulumuna ihtiyaç duymadan hızlı bir şekilde veriler saklanabilmektedir.

LiteDB VTYS değerlendirmesi

LiteDB, hafif, hızlı ve basit bir veri tabanı yönetim sistemi olarak, çeşitli yazılım projeleri için önemli bir VTYS seçeneği olmaktadır. Özellikle hafif uygulamalar, prototipler ve mobil uygulamalar için kullanışlıdır. LiteDB, C# ile geliştirilmiş birçok .NET platformunda kullanılabilecek açık kaynaklı bir veri tabanıdır ve hızlı bir şekilde geliştirmeye başlamak için iyi bir seçenek olarak karşımıza çıkmaktadır. Uygulamaların kullanılacağı cihazlarda kurulum gerektirmemesi, hafif olması, kolay kullanımı ve önceki bölümlerde bahsedilen NoSQL yapısından kaynaklanan avantajları ile bu çalışmada tercih edilen VTYS olmuştur.

4. BİLGİSAYAR DESTEKLİ TASARIM, İMALAT VE MÜHENDİSLİK YAZILIM PROBLEMLERİNE YÖNELİK VERİ TABANININ GELİŞTİRİLMESİ

4.1. Yazılım Özellikleri ve Sistem Gereksinimleri

Bilgisayar destekli tasarım, imalat ve mühendislik yazılım problemlerine yönelik çözüm odaklı veri tabanının geliştirilmesi esnasında tamamen özgün bir arayüz tasarımı yapılmıştır. Çözüm yazılımı C# yazılım dili ile programlanmıştır. Arayüz üzerinde yer alan buton, ikon, başlık gibi öğeler için geliştiricilerin faydasına ücretsiz olarak sunulan ve açık kaynak kodlu Mahapps Metro yapısı kullanılmıştır. Yazılımın veri tabanı kayıtlarını yönetmek için VTYS olarak önceki bölümde bahsedilen avantajlarından ötürü LiteDB VTYS esas alınmıştır (bkz. Bölüm 3.2.5.3.). Yazılımın Windows 10 üzerinde çalışması hedeflenmiştir. Çözüm yazılımının çalıştırılması için gerekli olan özellikler Windows 10 işletim sistemi ve Microsoft .NET Framework 4.7.2 yazılımıdır.

Çalışma süresince geliştirilen yazılıma ait bilgiler dördüncü ve beşinci bölümde detaylıca açıklanmıştır.

4.2. Yazılım Veri Tabanı

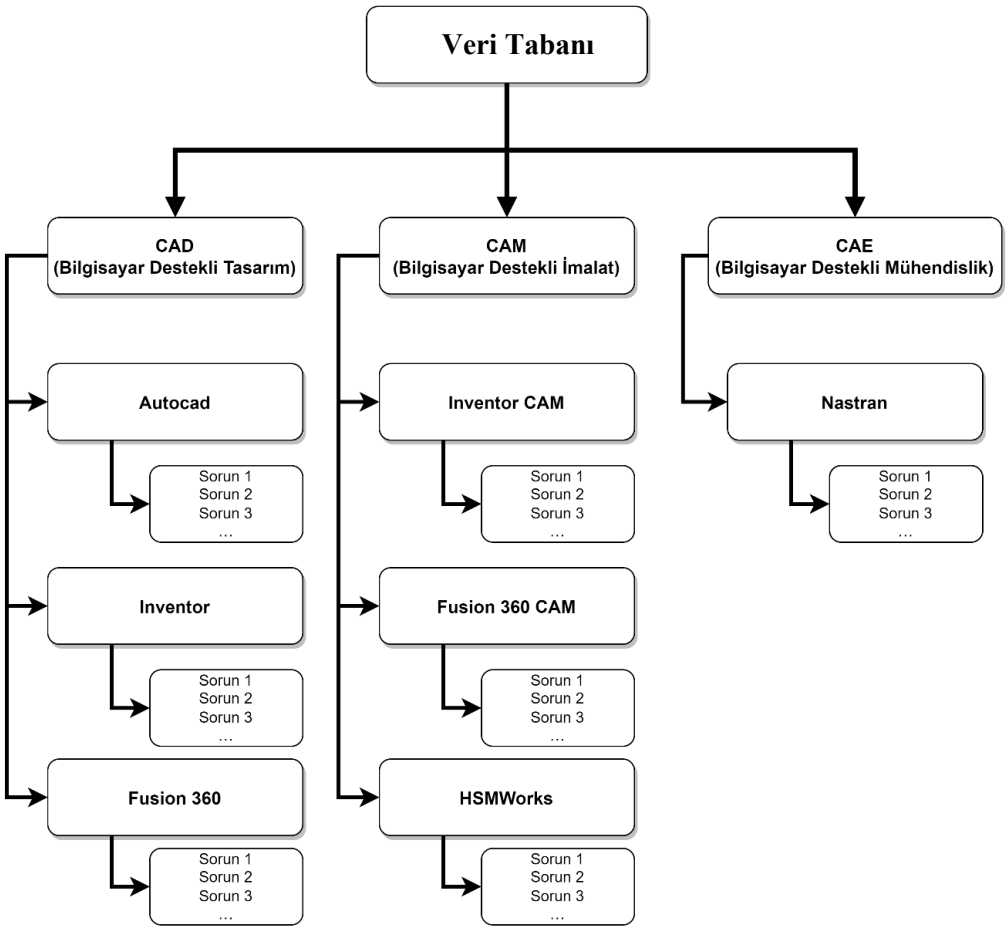
Bilgisayar destekli tasarım, imalat ve mühendislik yazılım problemlerine yönelik çözüm odaklı veri tabanının geliştirilmesi esnasında tasarım, imalat ve analiz (CAD, CAM, CAE) yazılımlarında tecrübe sahibi birçok uzman ve kullanıcının bilgilerini paylaştığı ve çeşitli konularda fikir alışverişinde bulunduğu, yazarın da Autodesk Seçkin Uzman (Expert Elite) unvanıyla katkı sağladığı Autodesk kullanıcı topluluğu (Community) ve yazarın Autodesk Altın İş Ortağı (Gold Partner) ve Autodesk Onaylı Eğitim Merkezi (Authorized Training Center) olarak tescilli Artı ve Artı Teknoloji Hizmetleri'nde Teknik Destek Uzmanı ve Autodesk Sertifikalı Eğitmen (Certified Instructor) unvanlarıyla görev aldığı süre içerisinde karşılaştığı sorular ve sorunlar, müşterilerden gelen geri bildirimler ve burada edindiği kişisel tecrübelerinden faydalanılmıştır. Bu kaynaklardan toplanan bilgiler veri tabanı mantığına uygun olacak şekilde derlenmiştir. Yazılım geliştirme aşamasında problemlerin çözümüne yönelik çözüm bir de çözüm prosedürü geliştirilmiştir [60]. Derlenen bilgiler daha

sonra prosedüre uygun şekilde yazılım veri tabanına yerleştirilerek imalat sektöründe yer alan kullanıcıların ilgilerine sunulmuştur.

Veri tabanı geliştirme aşamasında içerisine 73 tane soru yerleştirilmiştir. Bu sorulardan 41 tanesi yazarın mevcut çalışma alanında karşılaştığı sorulardır, kalan 32 tanesi ise Autodesk kullanıcı topluluğunda diğer kullanıcılar tarafından paylaşılan sorulardır. Soruların dağılım şu şekildedir:

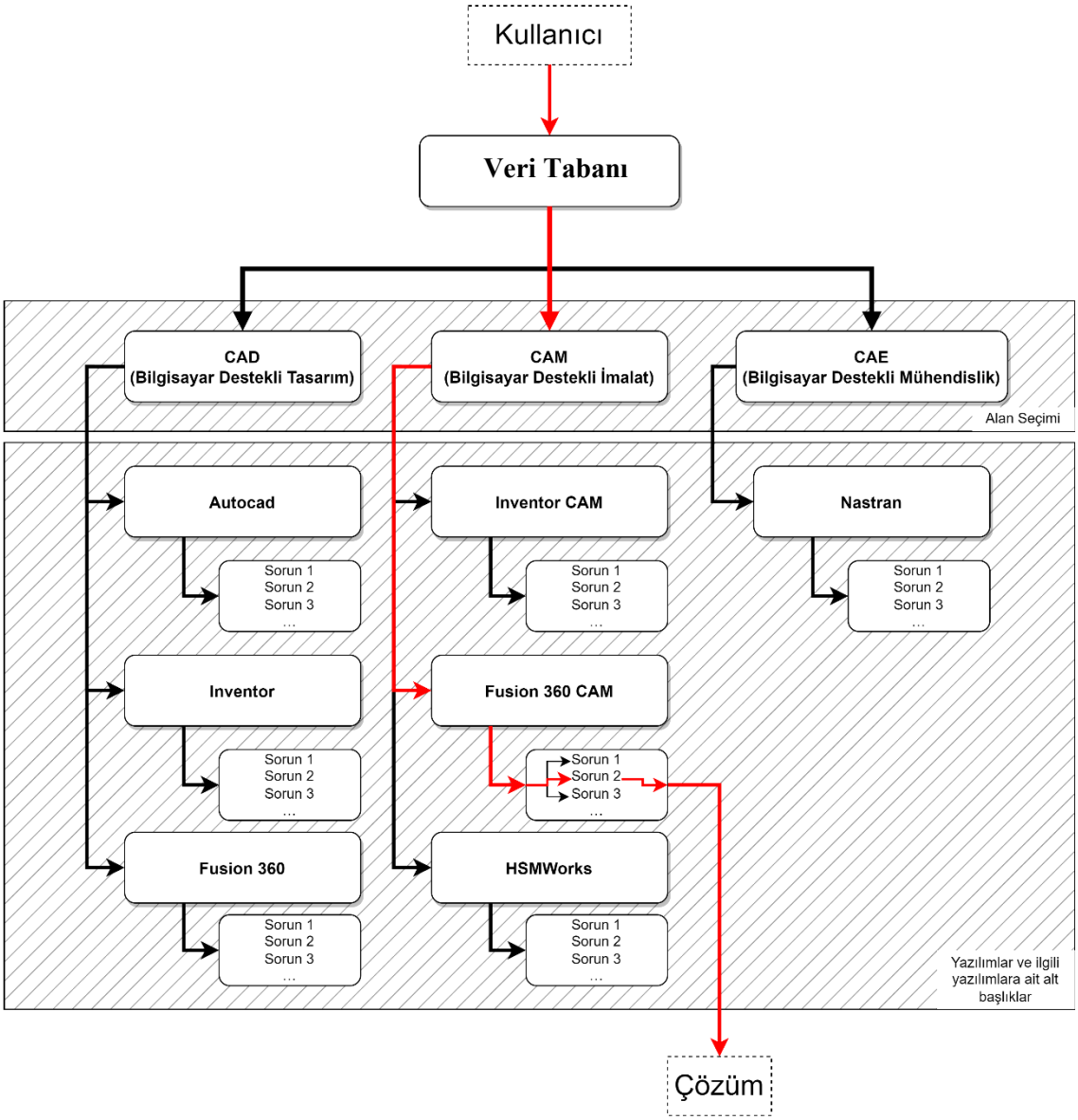
- CAD başlığı altında, 10 Autocad, 20 Inventor, 19 Fusion 360 olmak üzere 49 adet,
- CAM başlığı altında Fusion 360 – Inventor – HSMWorks olmak üzere 14 adet,
- CAE başlığı altında Inventor Nastran olmak üzere 10 adet,

Toplamda 73 adet soru ve bu sorulara ait çözümler yer almaktadır. Çözüm yazılımının genişletilebilir bir yapıda kurgulanması sebebiyle istenildiği taktirde veri tabanındaki soru ve çözüm sayısı artırılabilecektir. Çözüm yazılımının veri tabanına ait genel akış diyagramı görünüm Şekil 4.1’de verilmiştir.



Şekil 4.1. Çözüm yazılımı veri tabanına ait genel akış diyagramı

Veri tabanı içerisinde kullanıcı sonuca ulaşabilmek için Şekil 4.2'de yer alan örnekte olduğu gibi seçimler yaparak ilerlemelidir. Kullanıcılar, her adımda önlerine konulan seçenekleri incelemeli ve bu seçeneklerden kendileri için mevcut durumda en uygun seçenekleri kullanarak çözüme ulaşmalıdır. Bu sayede kullanıcılar çözüme giden yolu kendileri rahatlıkla keşfederek sorunlarına çözüm bulabilmiştir.



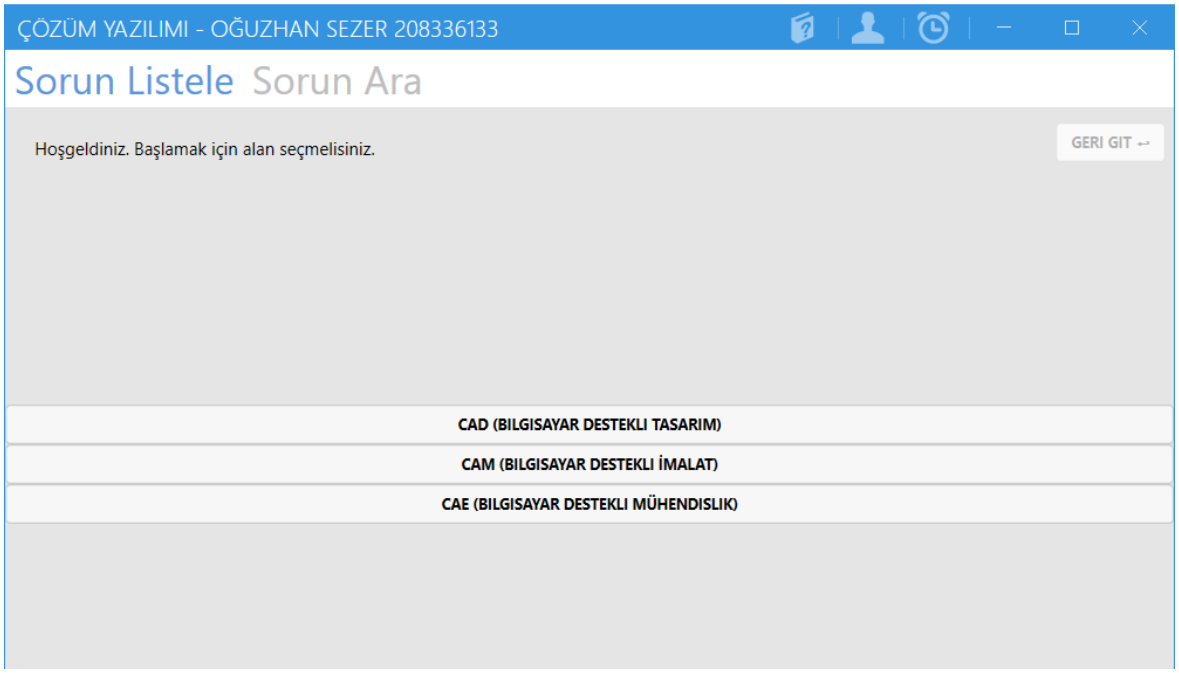
Şekil 4.2. Çözüm yazılımı içerisinde kullanıcıların çözüme ulaşma metodu

5. GELİŞTİRİLEN VERİ TABANI ARAYÜZÜ

Bu bölümde tez çalışması kapsamında geliştirilen çözüm yazılımının ve veri tabanının kullanımına dair bilgiler yer almaktadır. Sistem içerisinde yer alan sekmelere ve alanlara tek tek değinilerek sistemin işlevlerinden bahsedilmiştir.

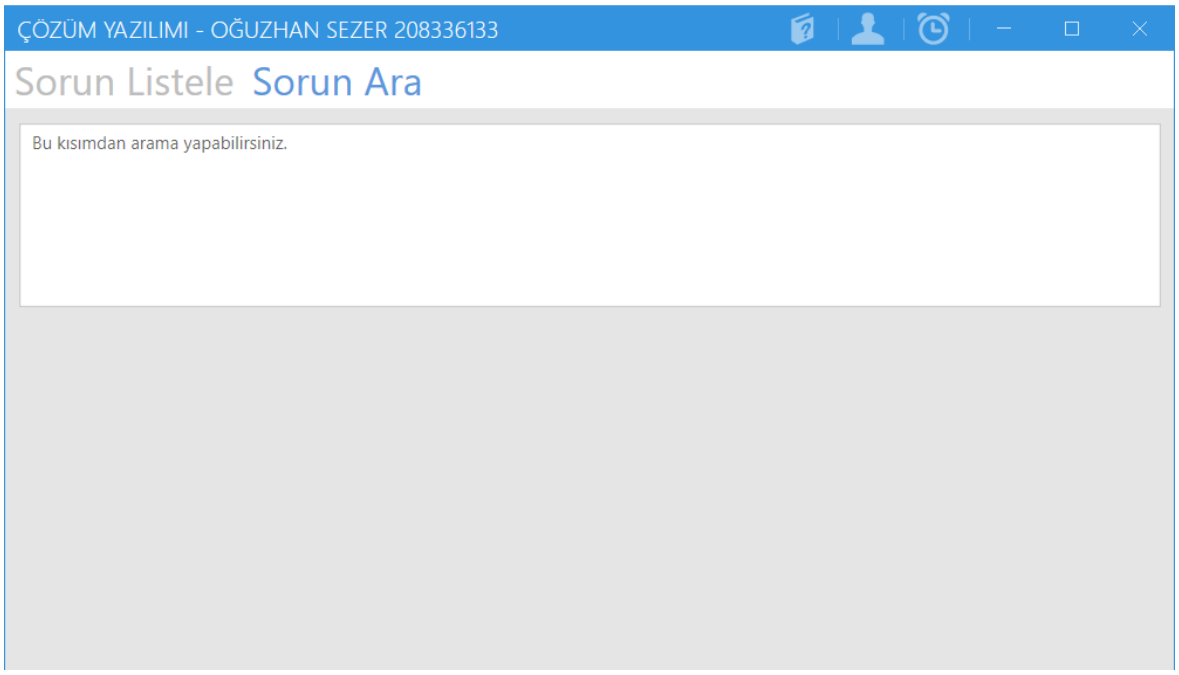
5.1. Kullanıcı Arayüzü

Çözüm yazılımı Şekil 5.1'deki görselde yer almaktadır. Burada 2 ayrı sekme yer almaktadır. Program açılış ekranı olarak sorunların listelendiği "Sorun Listele" sekmesini kullanmaktadır. Kullanıcılar bu sekmeden CAD, CAM ve CAE alanları ve bu alanlarda yer alan sorunlar ve çözümlerine ulaşabilmektedir. Pencere içerisinde sol üstte yer alan kısım dinamik olarak seçilen başlığı göstermektedir. Aşağıda yer alan seçenekler ise bu başlığa ait seçenekleri oluşturmaktadır. Seçenekler üzerine tıklanarak ilerlendiği takdirde veri tabanı içerisinde kurgulanan hiyerarşiye göre çözüme ulaşılmaktadır. Sağ tarafında yer alan alanda da var ise konuyla ilgili görselin bir ön izlemesi gösterilmektedir. Görsel üzerine tıklandığı takdirde yeni bir pencere içerisinde görsel açılarak tam çözünürlükte görüntüleme imkânı sunmaktadır.



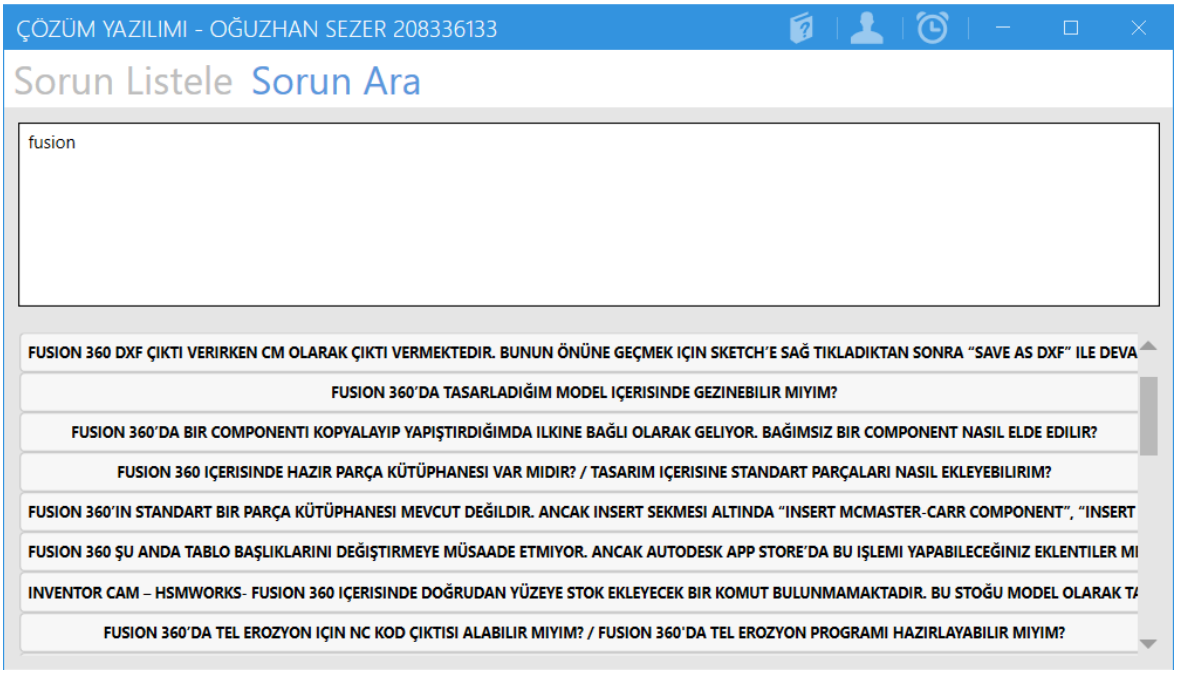
Şekil 5.1. Yazılım kullanıcı arayüzü sorun listele sekmesi

Şekil 5.2'de bulunan pencere içerisinde yer alan ikinci sekme ise sorunların ve çözümlerin doğrudan yazı ile aranabildiği "Sorun Ara" sekmesidir. Bu sekme kullanıcılara konu ve yazılımdan bağımsız şekilde yazı yazarak arama yapma imkânı sunmaktadır. Kullanılan yazılım içerisinde yer alan komutların, ayarların ve özelliklerin isimleri ile doğrudan arama yapılabilmektedir.



Şekil 5.2. Yazılım kullanıcı arayüzü sorun ara sekmesi

Şekil 5.3'te örnek olarak "fusion" kelimesi aratıldığında içerisinde fusion kelimesi geçen tüm konu başlıkları filtrelenerek kullanıcıya sunulmaktadır.

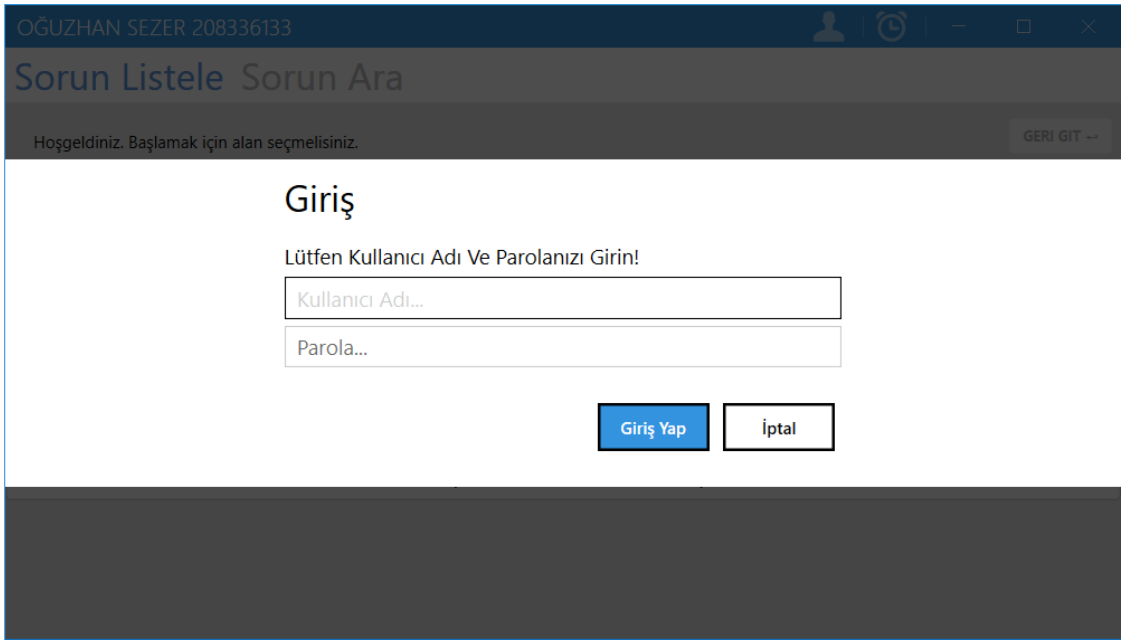


Şekil 5.3. Yazılım kullanıcı arayüzü sorun ara sekmesi, arama örneği

Kullanıcıların geliştirilen çözüm yazılımı içerisinde erişebilecekleri alanlar bu iki sekme ile sınırlandırılmıştır. Kullanıcılar sadece ihtiyaçları doğrultusunda sistem üzerinde sorularına yanıt arama yetkisine sahiptirler. Bu sekmelerin dışında program üst çubuğunda kullanıcıların toplam sorgu sayısı, çözülen sorun sayısı ve çözülemeyen soru sayısına ulaşabileceği istatistik alanı ile kullanım kılavuzuna ulaşabilecekleri butonlar yer almaktadır.

5.2. Yönetici Arayüzü

Çözüm yazılımı üzerinde sağ üst köşede yer alan insan şeklindeki ikon ile kullanıcı arayüzünden yönetici arayüzüne geçiş yapılabilmektedir. Bu geçiş işlemi esnasında veri tabanının ve içerisinde yer alan bilgilerin korunması amacıyla, yetkisiz kişilerin bu alana ulaşmasını engellemek adına şifreli bir güvenlik sistemi konulmuştur. Şekil 5.4'te yer alan bu pencerede geliştirme aşamasında sisteme giriş yapabilmek için kullanıcı adı ve parola alanlarına admin-admin olarak giriş yapılması yeterlidir. Sistem devreye alındığında istenilen kullanıcı adları ve parolalar belirlenecektir.



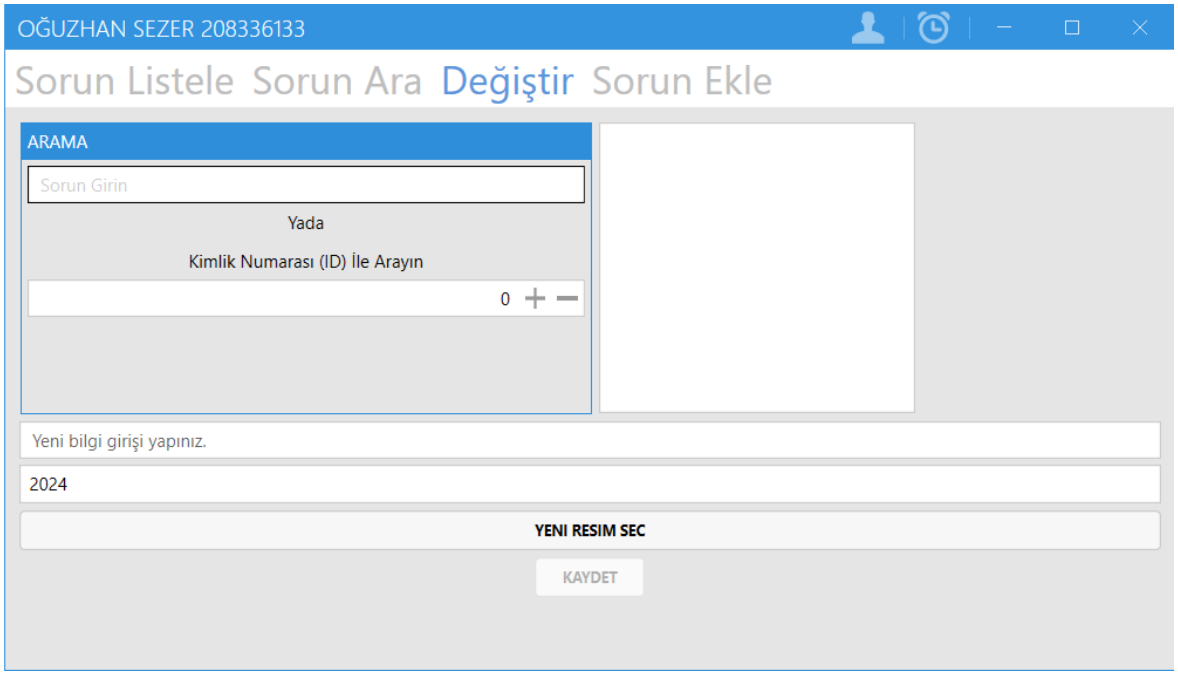
Şekil 5.4. Yazılım kullanıcı arayüzü yönetici giriş sekmesi

Yönetici olarak giriş yapıldıktan sonra arayüz Şekil 5.5'teki gibi genişlemektedir. Burada mevcut başlıkları değiştirmeye olanak sağlayan "Değiştir" sekmesi, mevcut başlıklara alt seçenekler eklemeyi sağlayan "Sorun Ekle" sekmesi ve veri tabanının kaç adet soruna çözüm olduğunu veya olamadığını gösteren bir sayaç alanı bir de sistem içerisinde bulunmayan sorunlar için kullanıcılardan alınan geri bildirimlerin listelendiği bir alan da bulunmaktadır.



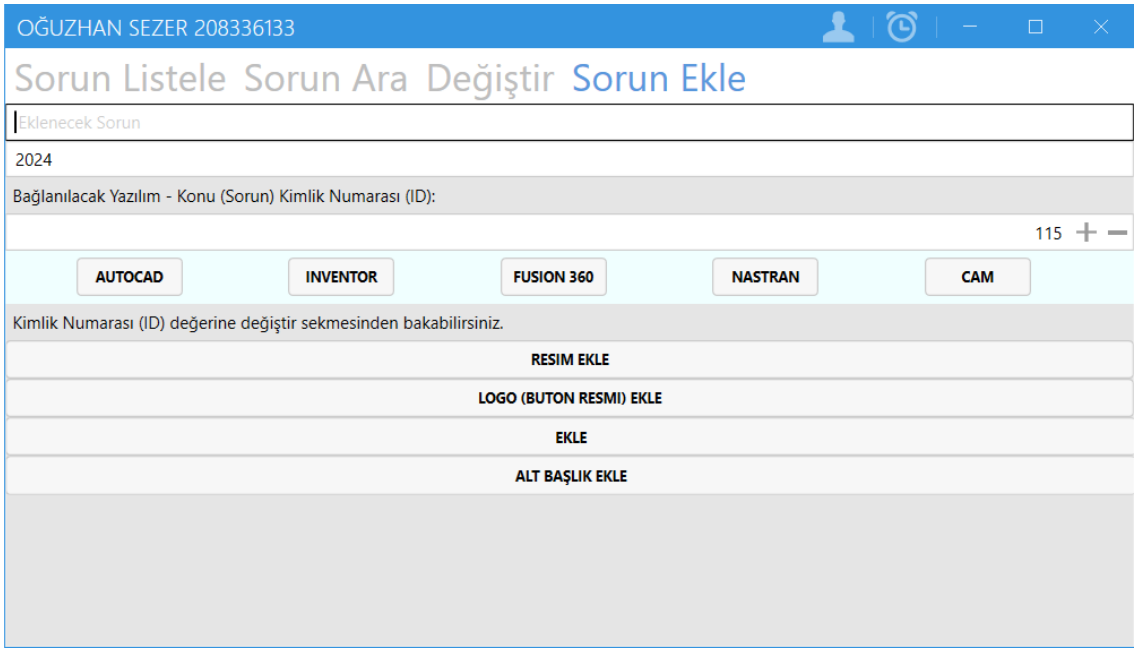
Şekil 5.5. Yazılım yönetici arayüzü

Yönetici arayüzünde yer alan “Değiştir” sekmesi ile mevcut başlıklarda yer alan bilgiler veya resimler değiştirilebilmektedir. Şekil 5.6’da değiştir sekmesine ait arayüz görülmektedir. Pencerenin sol üst kısmında yer alan arama alanı ile değiştirilecek sorun veya başlık için metin tabanlı arama yapılmaktadır. Aynı alanda başlıklar için atanan kimlik numaraları (ID) ile de arama yapılabilmektedir. Sağ üstte yer alan alanda ise başlıkların içeriği ve kimlik numaraları görüntülenebilmektedir. Pencere içerisinde yer alan bilgi girişi ve versiyon girişi alanlarında ise değiştirilecek bilgi ve versiyon numaraları girilebilmektedir. Yeni resim seç butonu ile mevcut resim yerine başka bir resim veri tabanına yüklenebilmektedir. İşlemler tamamlandıktan sonra kaydet butonu ile bilgiler veri tabanındaki seçilen kimlik numaralı bilgi ile değiştirilir.



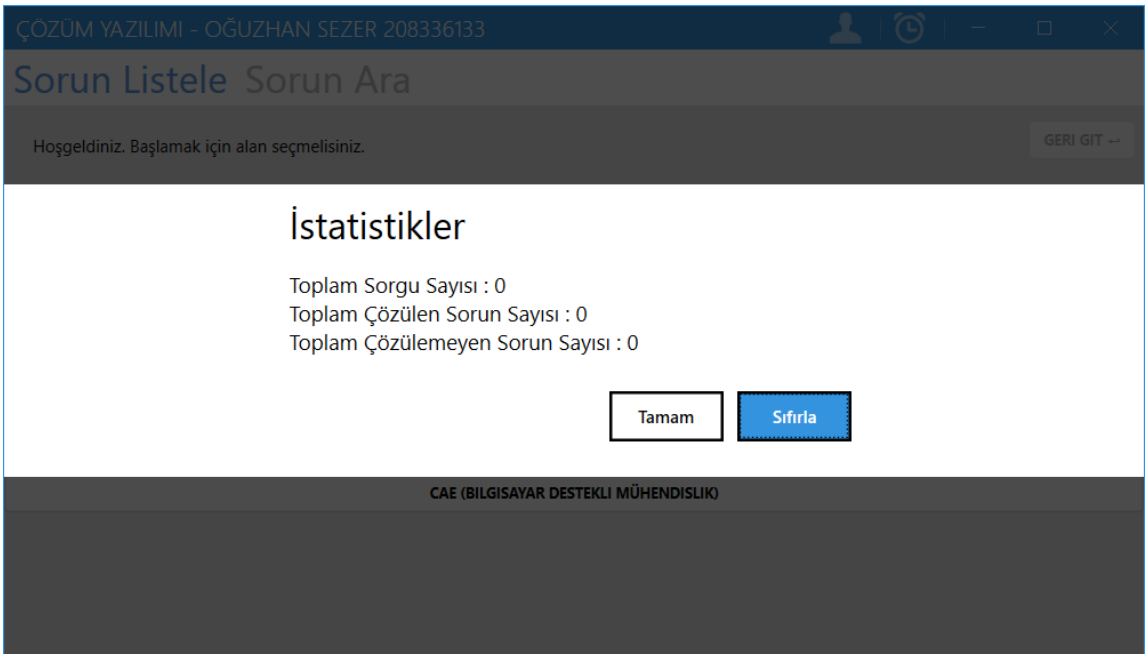
Şekil 5.6. Yazılım yönetici arayüzü, değiştir sekmesi

Şekil 5.7'de yönetici arayüzünde yer alan "Sorun Ekle" sekmesi görülmektedir. Bu sekmede en üstte eklenecek sorun-başlık metninin yazılacağı alan bulunmaktadır. Bir alt kısımda ise bu sorunun ait olduğu versiyon bilgisi yer almaktadır. Bağlanılacak sorun-başlık kimlik numarası bilgisi önem arz etmektedir. Bu kimlik numarası ile eklenen bilgi doğru bir şekilde konumlandırılmaktadır. Bu bilgiye değiştir sekmesinden ulaşılabilir. Resim ekle butonundan ilgili veriye resim eklenmesi, logo ekle butonundan butonlar üzerine resim eklenmesi işlemleri yapılmaktadır. Alt başlık ekle ile istendiği takdirde ilgili başlık altına başka seçenekler konumlandırılabilmektedir. Ekle seçeneği ise son olarak tüm bilgilerin veri tabanına kaydedilmesini sağlamaktadır.



Şekil 5.7. Yazılım yönetici arayüzü, sorun ekle sekmesi

Şekil 5.8'de program üst çubuğunda yer alan saat simgesine tıklandığında ulaşılabilen sayaç alanı yer almaktadır. Bu alanda veri tabanının son sıfırlamadan itibaren kaç soruna çözüm olduğu ya da olamadığı bilgisine ulaşılabilmektedir. Sıfırla butonu aracılığıyla sayaç sıfırlanabilmektedir.



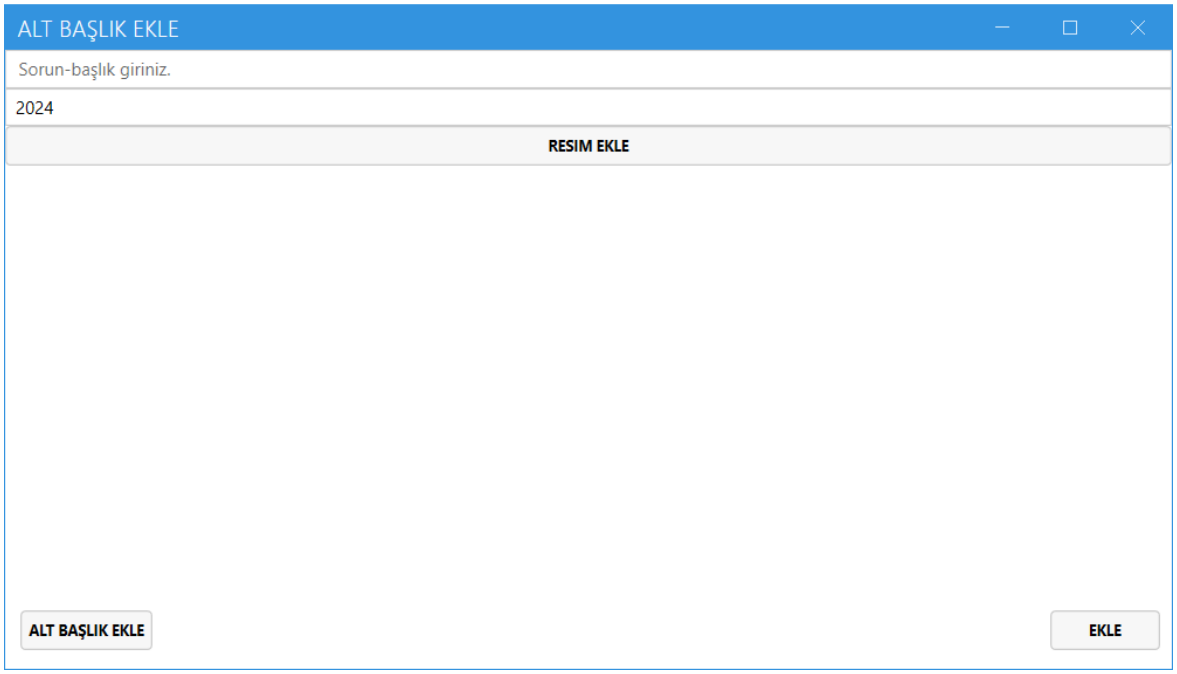
Şekil 5.8. Yazılım yönetici arayüzü, istatistik penceresi

Pencerenin üst çubuğunda yer alan mesaj ikonu ile ulaşılabilen bildirim penceresi bulunmaktadır. Bu alanda kullanıcıların veri tabanı aracılığıyla bulamadıkları veya çözemedikleri sorunları için talep oluşturdukları konular ve sorular hakkında yöneticiyi ve kullanıcıları bilgilendirme işlemi yapılmaktadır.

5.3. Sorun Ekleme Mekanizması

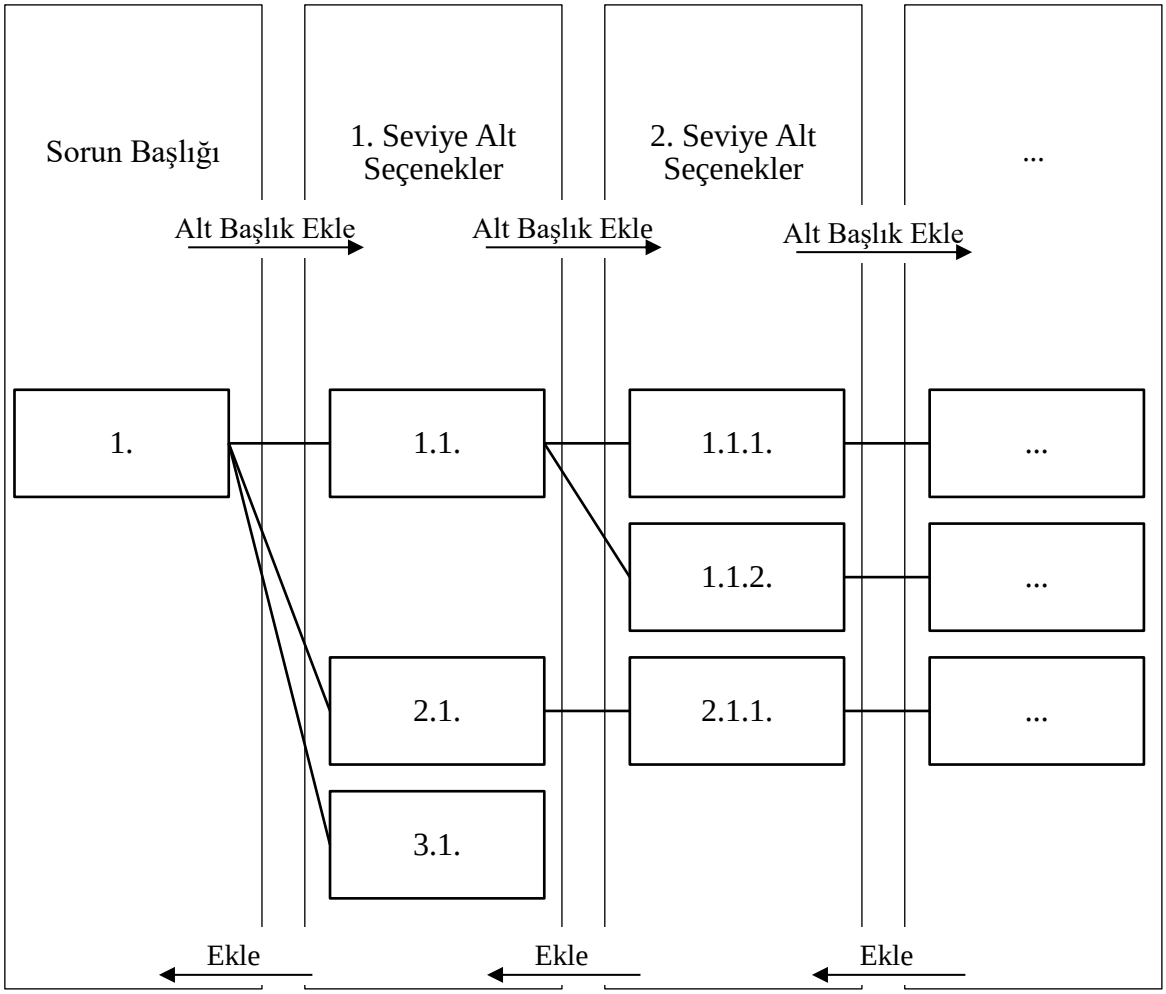
Veri tabanına sorun ekleme işlemi Şekil 5.7'de yer alan sorun ekle sekmesi üzerinden yapılmaktadır. Bu sekmeye ulaşabilmek için ise yönetici bilgileri ile giriş yapılmalıdır. Giriş işleminden sonra aktif olan sekmede öncelikle hangi konu ve yazılım başlığı altına sorun ekleneceği biliniyor olmalıdır. Uygun konu veya yazılım başlığının kimlik numarası (ID) bilgisine değiştir sekmesinden ulaşılabilir. Bu bilgi "Bağlanılacak Sorun-Başlık Kimlik Numarası (ID):" alanına girilmelidir. Eklenecek sorun başlığı ve sorunun meydana geldiği ürün versiyon bilgileri uygun alanlara yazılmalıdır. Bu işlemlerden sonra başlık altına seçenekler eklenecek ise "Alt Başlık Ekle" butonu ile devam edilmelidir. Eklenmeyecek ve bu şekliyle kalacak ise "Ekle" butonuna basılması girilen bilgilerin veri tabanına kayıt edilmesi için yeterlidir. "Resim Ekle" seçeneği ile konu içerisine yazılım veya sorun ile ilgili ekran görüntüleri eklenebilir. "Logo (Buton Resmi) Ekle" seçeneği ise butonların yanında görülecek olan ürün logoları eklemek için kullanılabilir. Pencere üzerinde yer alan temel butonlar ve işlevler bu şekildedir. Alt başlık ekleme mantığı yazılımın veri tabanı yapısı nedeniyle özel bir kullanım şekline sahiptir. Sistemi yönetecek kişinin kullanım mantığını iyi kavramış olması önemlidir.

Sorun ekle sekmesinde gerekli bilgiler doldurulduktan sonra "Alt Başlık Ekle" seçeneği ile konu altına seçenekler eklenebilir. Burada alt başlık ekle butonuna tıklandığında ilk sayfa ile benzer ancak daha sade bir pencere ile karşılamaktadır (Şekil 5.9).



Şekil 5.9. Alt başlık ekle penceresi

Yeni açılan pencerede ikinci sırada yer alan seçenek ile kaç adet seçenek oluşturulacağı belirlenmektedir. Bu seçenekleri belirledikten sonra “Alt Başlık Ekle” butonuna basılırsa oluşturulan ilk seçenek için alt başlıklar eklenmek üzere aynı pencereden bir tane daha açılmaktadır. Bu pencerede de var ise eğer alt başlıklar eklenebilir ya da sadece “Ekle” seçeneği ile ekleme işlemi sonlandırılabilir. Ekle seçeneği ile üst pencereye kadar ilerlendikten sonra tekrar “Alt Başlık Ekle” butonuna tıklanır ise sistem ikinci seçenek için işlem yapmaya başlamaktadır. Kaç seçenek varsa o kadar başlık ve alt başlık eklenebilmektedir. Yazılım üzerinde bununla ilgili bir sınırlama yapılmamıştır. Oluşturulan sorun ve alt başlık ekleme mekanizmasının çalışma sistemi Şekil 5.10’da açıklanmıştır.



Şekil 5.10. Geliştirilen yazılımın sorun ekleme mekanizması

Şekilde 5.10'da yer alan sistematiğe göre sorun ekleme işlemi düzenlenmiştir. Mekanizmaya göre sorun ekleme işlemi öncelikle sorun ana başlığı daha sonra birinci seviye alt seçenekler daha sonra ise ikinci seviye alt seçenekler eklenerek devam edilmelidir. Ekle butonuna basıldığında geriye dönük olarak alt seçenekleri de tek tek eklemektedir. Dikkat edilmesi gereken nokta bir sırada sona ulaşıldıktan sonra diğer sıraya geçilmesi gerektiğidir. Örneğin Şekil 5.10'daki 1.1 ve alt başlıkları eklendikten sonra 2.1 seçeneğine geçilmelidir. Bu durum tek seferde ekleme yapılmak istendiği takdirde geçerlidir. Normal olarak sorun ekleme işlemi ve sorunların kimlik numaraları (ID) takip edilerek tek tek eklemek daha anlaşılır ve kolay bir işlem olarak görülmüştür. EK 2'de kullanıcılar için kısa bir kullanım kılavuzu sunulmuştur.

5.4. Veri Tabanının Genişletilmesi - Örnek Sorun Ekleme İş Akışı

Veri tabanının genişletilmesi ve sorun ekleme mekanizmasının çalışmasına örnek olarak bu kısımda bir problem girişinin nasıl yapılacağı aktarılmıştır. Problem toplam 3 aşamadan oluşmaktadır. Bunlar problem 1, öneri 1 ve öneri 2'dir. Hiyerarşik olarak problem 1., Öneri bir 1.1. ve öneri iki 1.1.1. olarak sıralanmaktadır.

Problem: Autocad'de Circle komutunda tüm yakalama (snap) ayarları kapanıyor. Sadece teğet yakalama (tangent snap) kullanılabiliyor.

Öneri 1: Object yakalama ayarları (snap settings) alanından "select all" ile tüm yakalamaları (snap) açınız. İşlemin klavyeden kısayolu "F3" fonksiyon tuşudur.

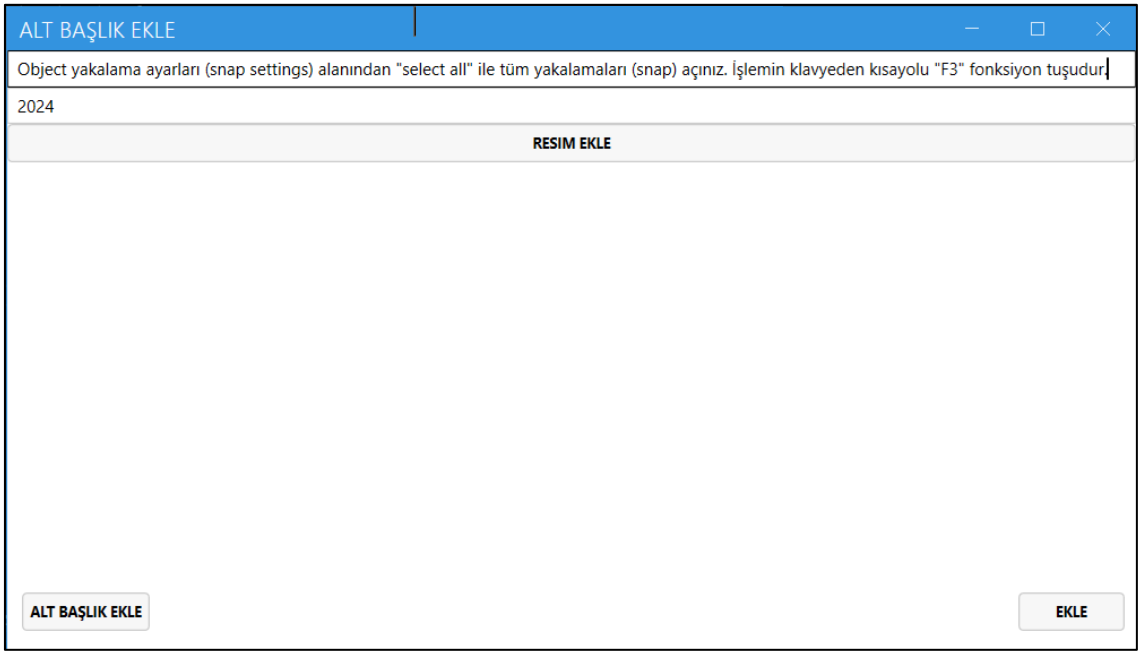
Öneri 2: Sorununuz hala çözülmediyse, Başlat menüsünden "reset settings to default" isimli uygulama ile Autocad ayarlarını sıfırlayınız.

İlk olarak "Sorun Ekle" sekmesine gidilir. En üstte yer alan "Eklenecek Sorun" alanına ilgili sorun girişi yapılır. Sorun yaşanan yazılım versiyon bilgisi uygun alana girilir. Daha sonra bu sorunun ait olduğu kategori seçimi için ilgili konu başlığı ve kimlik numarası (ID) bulunur ve uygun alana yazılır. Sonrasında "Alt Başlık Ekle" butonu ile bir sonraki pencereye geçilir. Buraya kadar olan kısma ait ekran görüntüsü Şekil 5.11'de yer almaktadır.



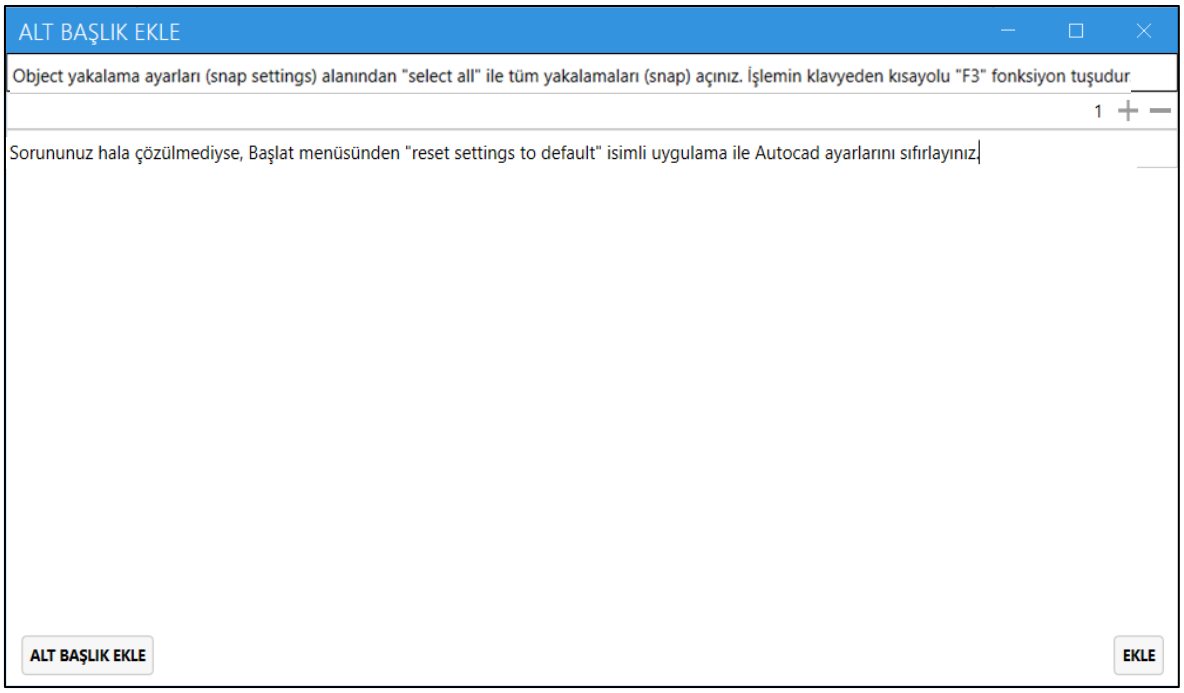
Şekil 5.11. Örnek sorun ekleme iş akışı ilk penceresi

"Alt Başlık Ekle" butonu ile yeni pencereye geçildikten sonra kaç tane seçenek olacak ise ikinci satırda yer alan alandan seçenek sayısı girilir. Daha sonra seçenekler doldurulur. Mevcut sorun için tek seçenekle ilerlemek uygun olacaktır. Buraya çözümün ilk adımındaki öneri girilir. Bu aşamaya ait görsel Şekil 5.12'de yer almaktadır.



Şekil 5.12. Alt başlık ekle penceresi ilk aşama

İlk aşama önerileri girildikten sonra 1.1. olarak da adlandırılabilecek ikinci aşama seçeneği girmek üzere yeniden “Alt Başlık Ekle” butonuna tıklanır. Açılan pencerede yeniden seçenek sayısı belirlenir. Bu işlemin ardından oluşturulan seçenekler için bilgi girişi sağlanır (Şekil 5.13).

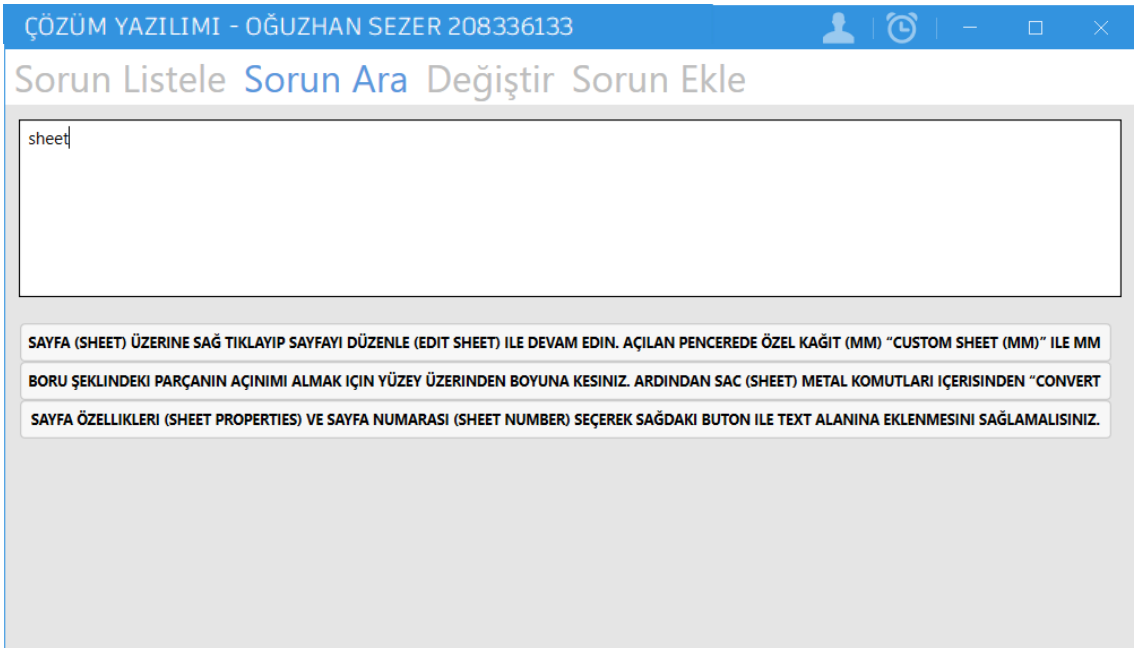


Şekil 5.13. Alt başlık ekle penceresi ikinci aşama

Gerekli olan tüm bilgi girişleri sağlandıktan sonra “Ekle” butonu ile ilk bir önceki pencereye dönülür. Bu şekilde ilk pencereye kadar ilerlenir. İlk pencerede sorun içerisinde ekran görüntüsü gibi çözüme yardımcı olacak bir doküman eklenmek istenirse “Resim Ekle” butonu ile bilgisayardan görsel ekleme işlemleri yapılabilir.

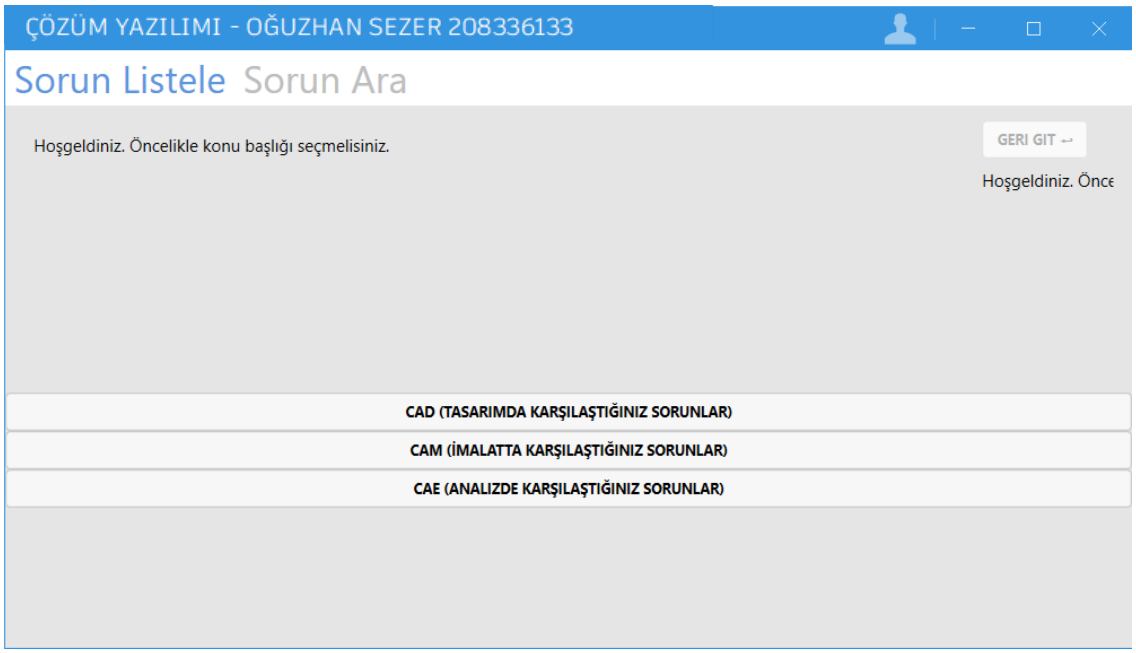
5.5. Yazılım İçerisinde Sorun Arama Örneği

Arayüz üzerinde kullanıcılar sorun arama işlemlerini iki alanda gerçekleştirebilirler. Bunlar sorun listele ve sorun ara sekmeleridir. Sorun ara sekmesinde arama yapılacak anahtar kelimeler girilerek doğrudan veri tabanında eşleşen kayıtlar listelenir. Şekil 5.14’te bu sekmeye ait örnek bir arama görülmektedir.

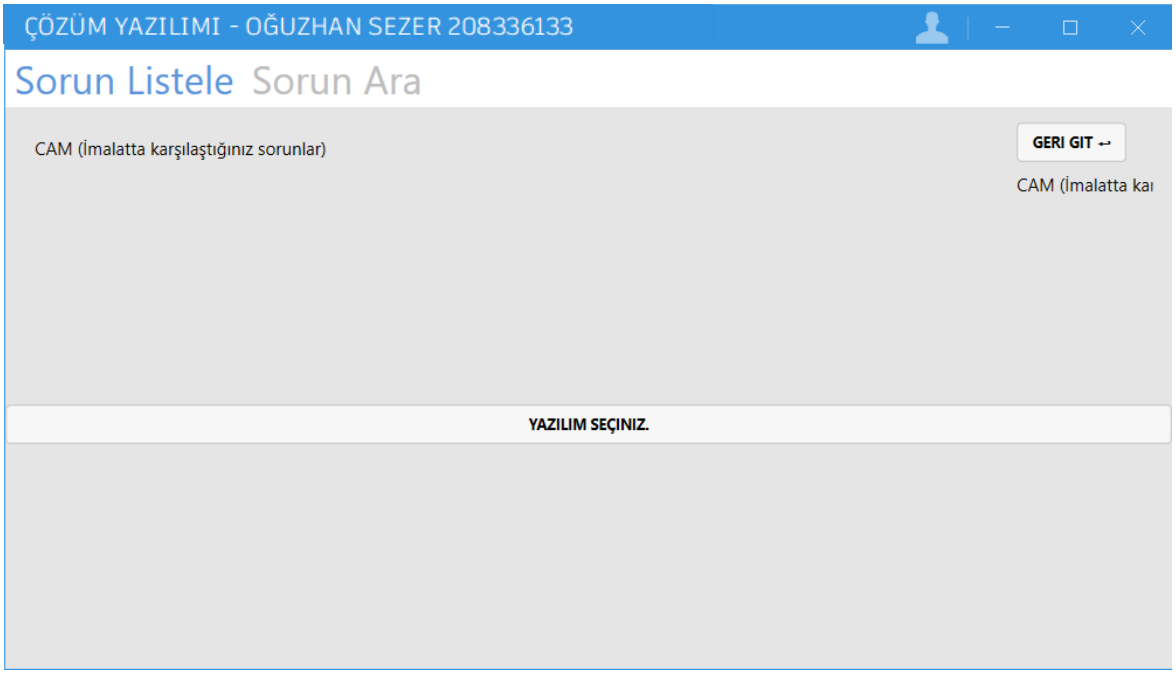


Şekil 5.14. Sorun ara sekmesi örnek arama işlemi

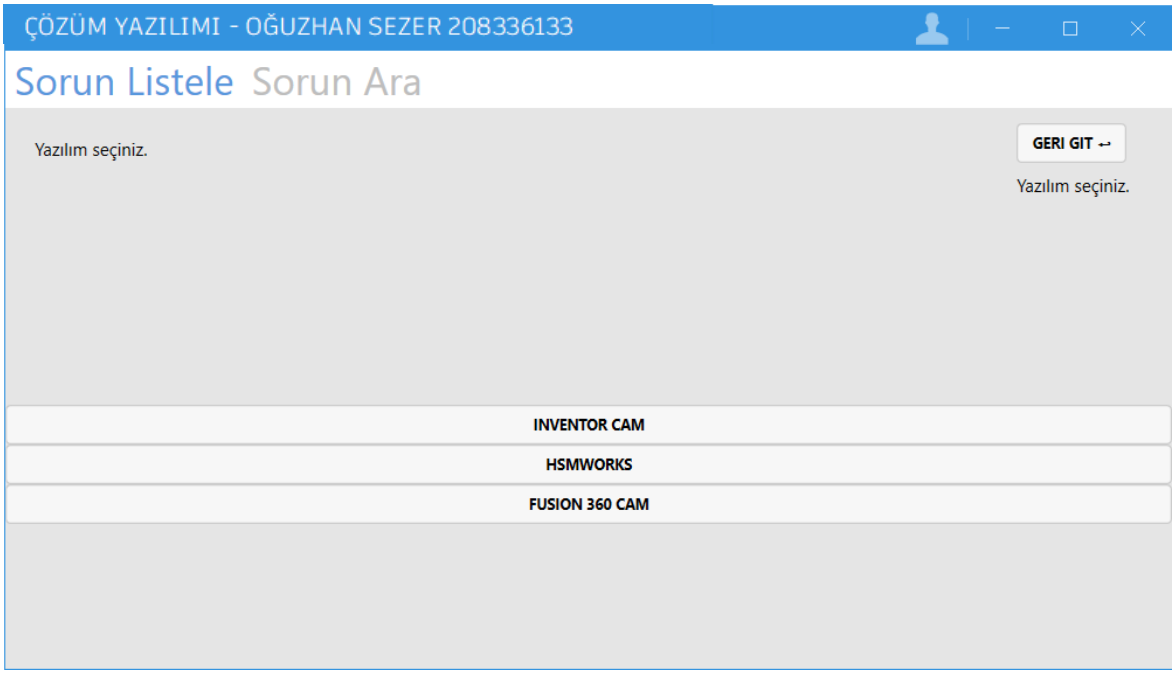
Arayüz üzerinde hiyerarşik yapının bulunduğu ve kurallar bütününün işlediği ana ekran sorun listele sekmesidir. Bu sekme üzerinde alan seçiminden başlanarak yazılım seçimi, sorun seçimi gibi işlemler yapılmaktadır. Kullanımı için örnek Şekil 5.15 ile Şekil 5.22 aralığında verilmiştir.



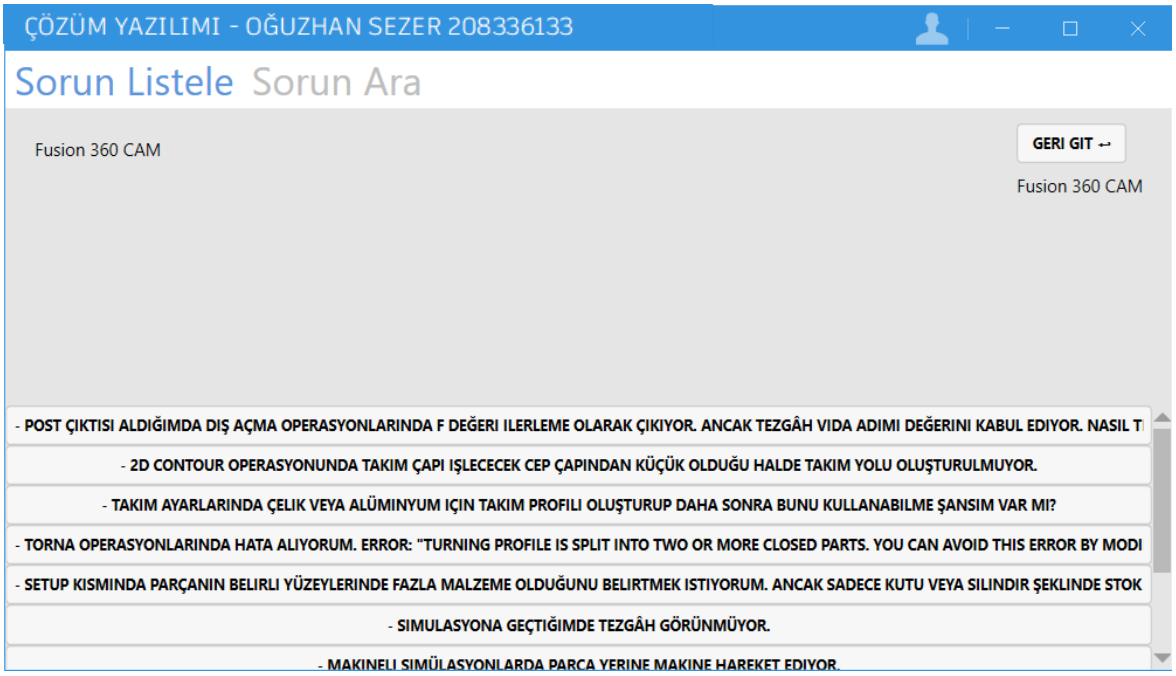
Şekil 5.15. Sorun listele sekmesi, Adım 1



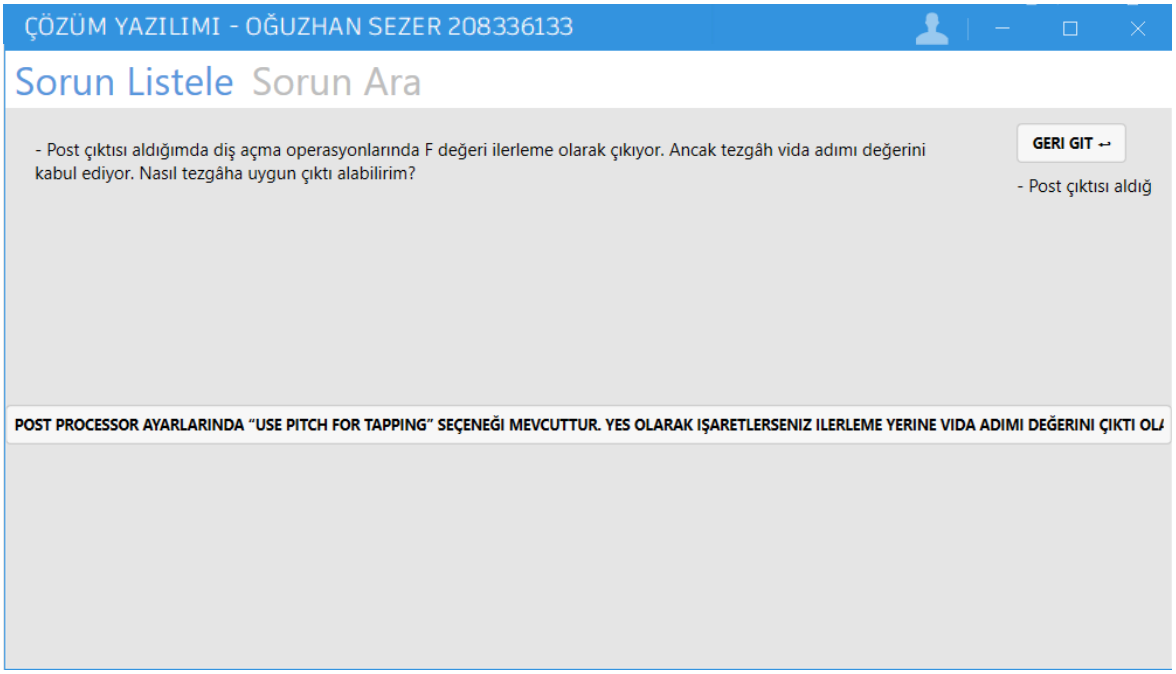
Şekil 5.16. Sorun listele sekmesi, Adım 2



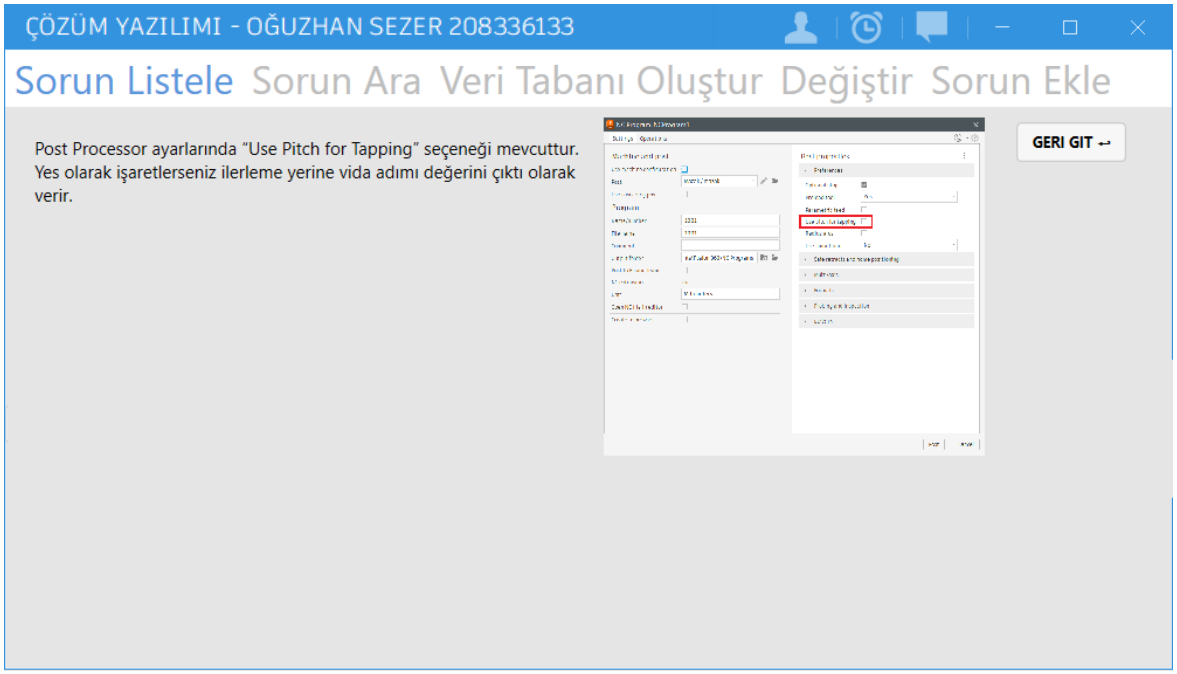
Şekil 5.17. Sorun listele sekmesi, Adım 3



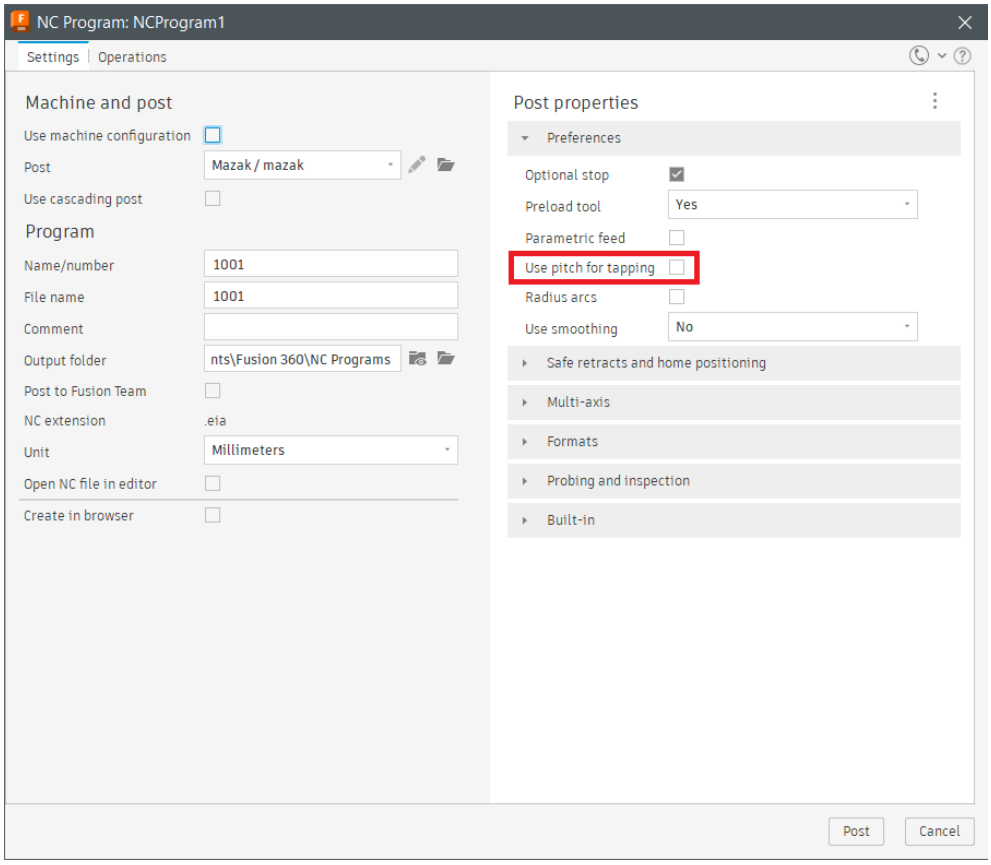
Şekil 5.18. Sorun listele sekmesi, Adım 4



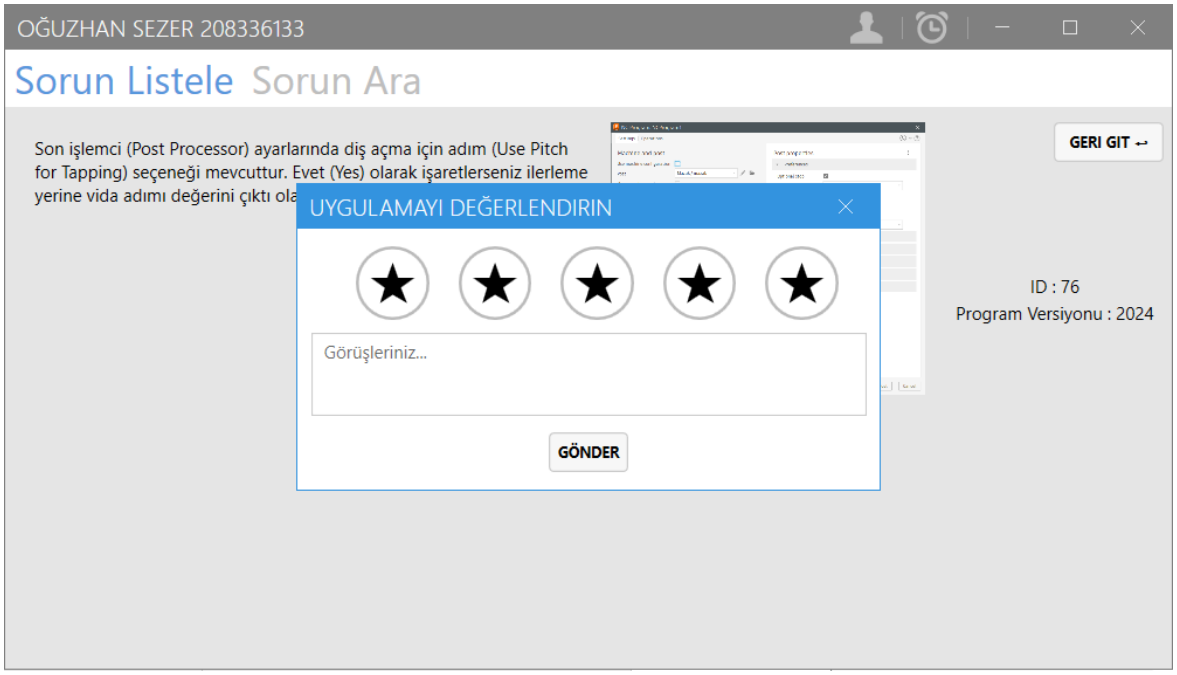
Şekil 5.19. Sorun listele sekmesi, Adım 5



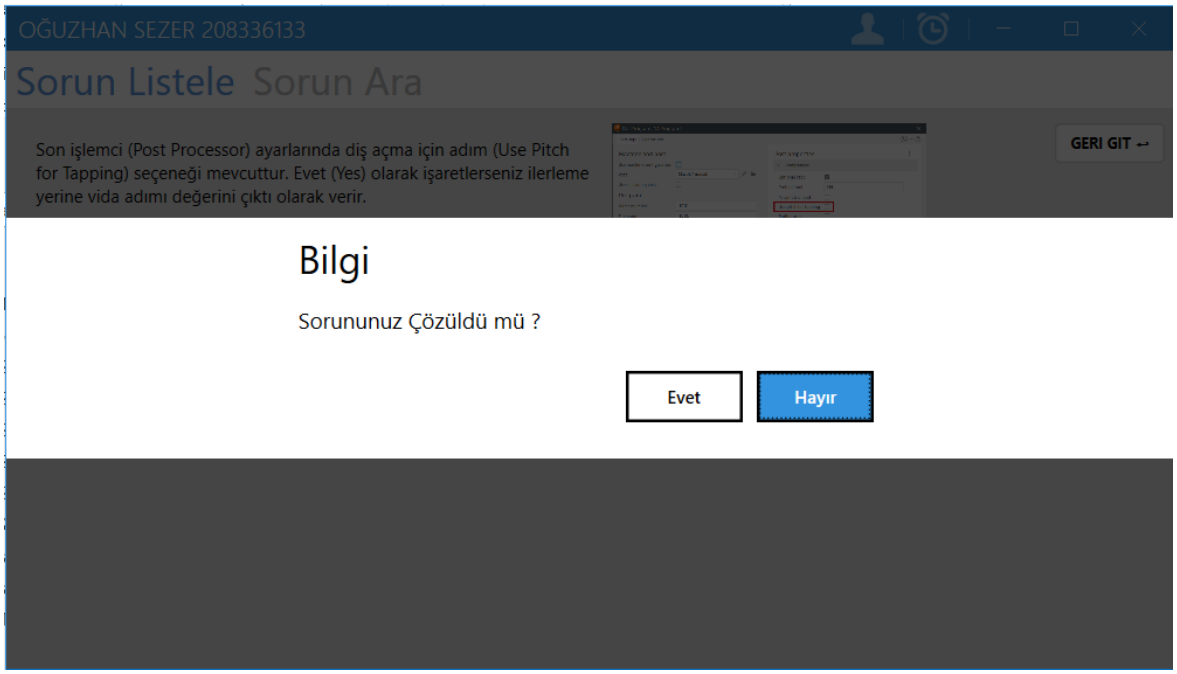
Şekil 5.20. Sorun listele sekmesi, Adım 6



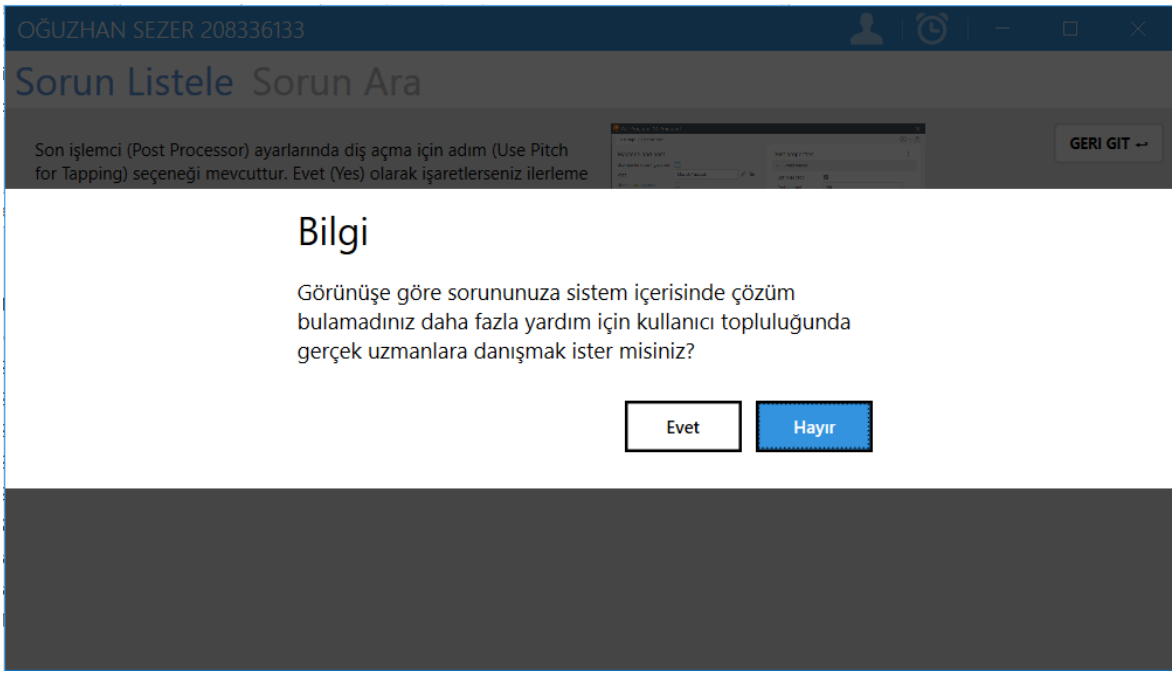
Şekil 5.21. Sorun listele sekmesi, Adım 7, açılır pencere



Şekil 5.22. Sorun listele sekmesi, Adım 8, uygulama değerlendirme penceresi



Şekil 5.23. Sorun listele sekmesi, Adım 9, çözüm sorgu diyaloğu



Şekil 5.24. Sorun listele sekmesi, Adım 10, topluluk yönlendirme diyaloğu

Veri tabanı içerisinde adım adım ilerlenerek çözüme ulaşılmaktadır. Bu işlemlerden sonra sorun hala çözülmemiş ise kullanıcı ya değerlendirme kısmından ya da başka yollarla sistem yöneticisine bununla ilgili geri bildirimde bulunmaktadır. Dilerse de gerçek uzmanların ve kullanıcıların fikir alışverişinde bulunduğu kullanıcı topluluğuna da yönlendirme yapılmıştır.

6. GELİŞTİRİLEN VERİ TABANININ DEĞERLENDİRİLMESİ

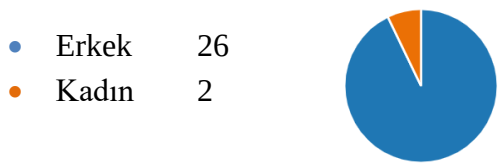
Çalışmanın bu bölümünde geliştirilen yazılımın imalat sanayisi kullanıcılara gönderilerek kullanıcılar tarafından deneyimlenip yine kullanıcılar tarafından değerlendirilmesi yapılmıştır.

Yazılım geliştirme aşaması tamamlandıktan sonra mevcut veri tabanı ile birlikte yazarın çalıştığı işyerindeki diğer teknik destek uzmanlarına, Autodesk Türkiye Distribütöründeki teknik uzmanlara ve Autodesk müşterisi firmalarda çalışan CAD, CAM ve CAE yazılımları kullanan yönetici, mühendis ve teknisyenlere gönderilerek çalışma kapsamında geliştirilen yazılımı deneyimlemeleri ve ardından gönderilen form ile değerlendirmeleri talep edilmiştir. Değerlendirmeye farklı firmalardan toplam 28 kişi katılmıştır. Değerlendirme formu üç bölümden ve 35 sorudan oluşmaktadır. İlk bölümde katılımcıların demografik bilgileri, ikinci bölümde geliştirilen yazılım ile ilgili değerlendirme ve üçüncü bölümde ise katılımcıların yazılım ile ilgili önerilerinin alınması hedeflenmiştir. Kullanıcıların yazılım ile ilgili deneyimlerini aktarmalarına yardımcı olmak için Microsoft Forms üzerinde bir değerlendirme formu hazırlanmıştır. Hazırlanan anketin bir örneği (Ek-1 Anket Formu) çalışmaya eklenmiştir.

6.1. Yazılım Değerlendirmesi Bölüm 1: Katılımcıların Demografisi

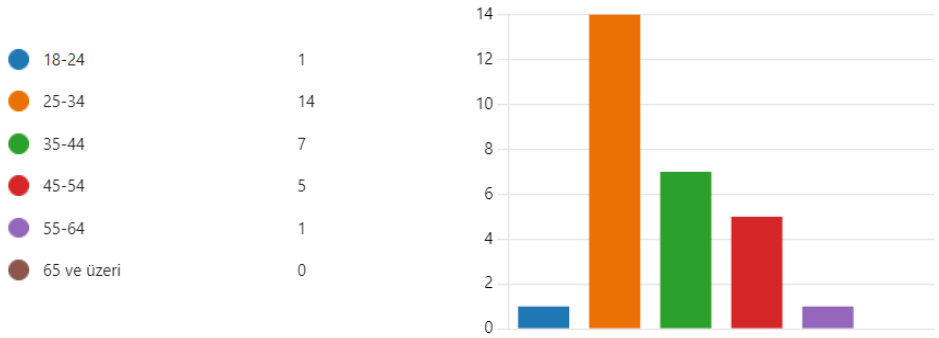
Değerlendirme formu içerisinde kullanıcıların demografik, eğitim ve deneyim bilgilerini almak için değerlendirmenin ilk kısmında iletilen sorulara gelen yanıtların dağılımı burada aktarılmıştır.

Anket katılımcılarının cinsiyet dağılımları; %92,85 oranında erkek, %7,15 oranında kadın olarak ölçülmüştür.



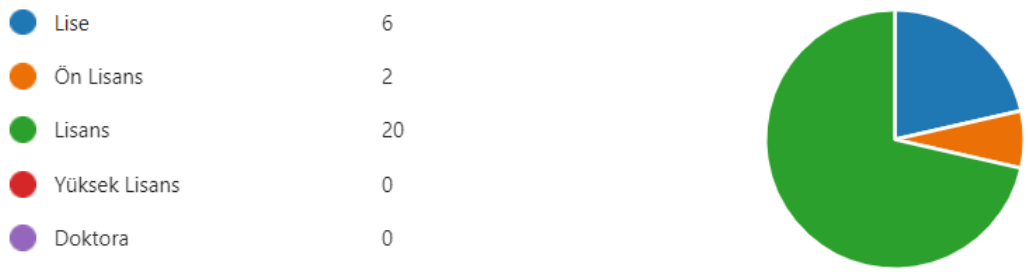
Şekil 6.1. Katılımcıların cinsiyet dağılımı

Katılımcıların yaş aralıklarına göre dağılımları; %3,5 oranında 18-24 yaş aralığı, %50 oranında 25-34 yaş aralığı, %25 oranında 35-44 yaş aralığı, %17,85 oranında 45-54 yaş aralığı ve %3,5 oranında 55-64 yaş aralığı olarak hesaplanmıştır. Anket seçenekleri içerisinde yer alan 65 yaş ve üzeri seçeneğinde ise katılımcı olmamıştır.



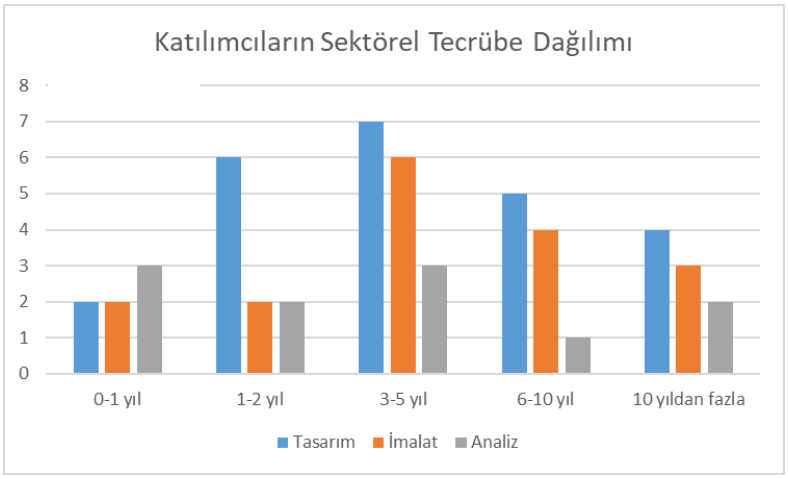
Şekil 6.2. Katılımcıların yaş dağılımı

Katılımcıların eğitim durumları; %21,42 seviyesinde lise mezunu, %7,14 seviyesinde ön lisans mezunu ve %71,42 seviyesinde lisans mezunu olarak öne çıkmaktadır. Anket seçenekleri arasında yer alan yüksek lisans ve doktora eğitim seviyesinde katılımcı yer almamıştır.



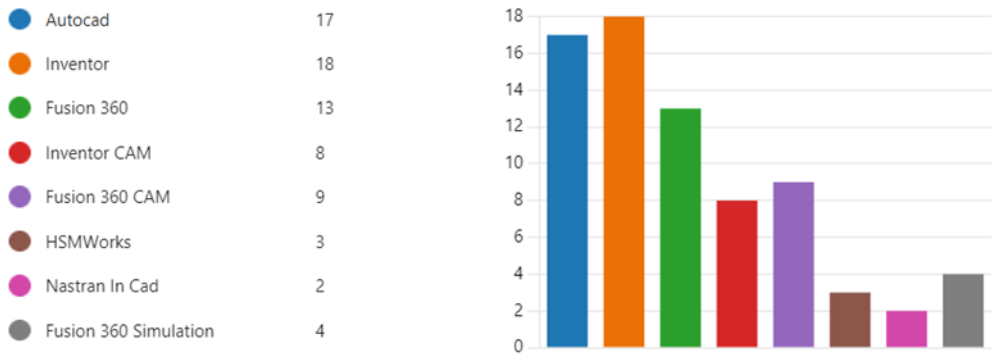
Şekil 6.3. Katılımcıların eğitim durumu

Katılımcıların sektörel tecrübe dağılımları; tasarım alanında 24 kişi, imalat alanında 17 kişi ve analiz alanında ise 11 kişi tecrübeli olduğunu belirtmiştir. Gelen yanıtların tecrübe sürelerine göre dağılımı Şekil 6.4'te verilmiştir.



Şekil 6.4. Katılımcıların sektörel tecrübe dağılımı

Katılımcıların kullandıkları Autodesk yazılımlarına göre dağılımı; 17 kişi AutoCAD, 18 kişi Inventor, 13 kişi Fusion 360, 8 kişi Inventor CAM, 9 kişi Fusion 360 CAM, 3 kişi HSMWorks, 2 kişi Nastran ve 4 kişi Fusion 360 Simulation yazılımlarında deneyim sahibi olduklarını belirtmişlerdir.

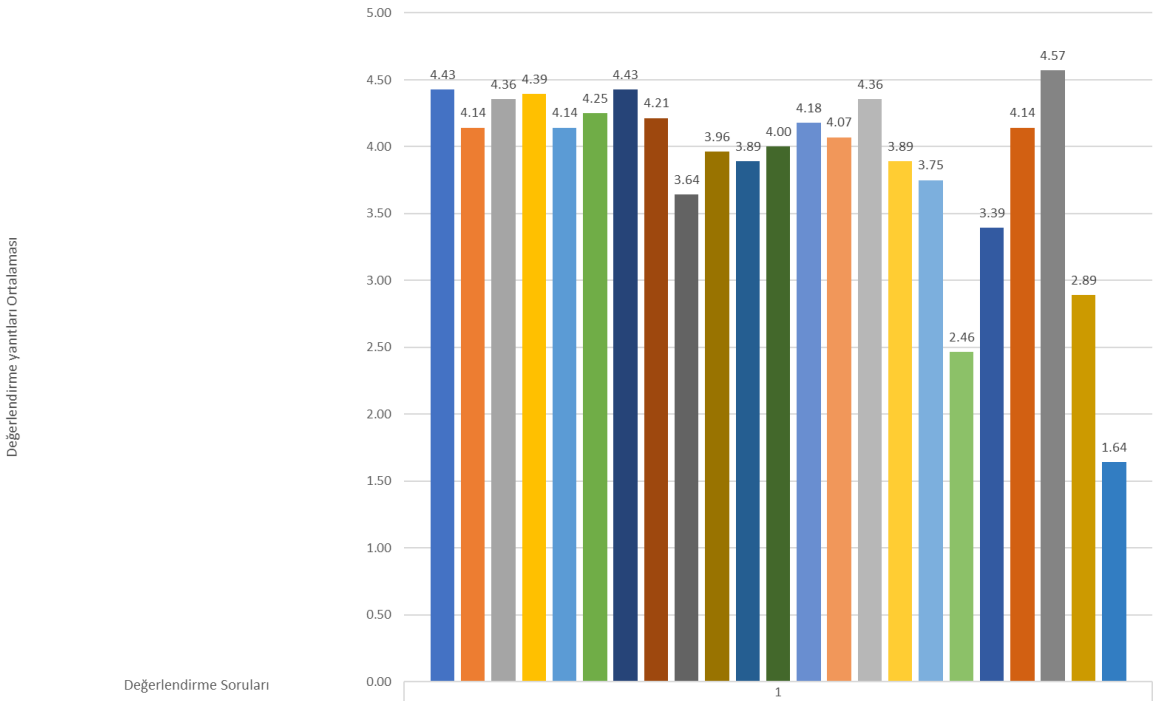


Şekil 6.5. Katılımcıların Autodesk yazılımları deneyimlerine göre dağılımı

6.2. Yazılım Değerlendirmesi Bölüm 2: Yazılımın İşlevselliği ve Etkinliğinin Değerlendirilmesi

Değerlendirmenin ikinci bölümünde katılımcılara 22 adet soru yöneltilmiş ve bu sorulara 1'den 5'e kadar (1) Kesinlikle Katılmıyorum, (2) Katılmıyorum, (3) Kararsızım, (4) Katılıyorum ve (5) Kesinlikle Katılıyorum şeklinde seçenekler çoktan seçmeli olarak

sunulmuştur (EK-1). Şekil 6.6’da değerlendirme sonuçlarının aritmetik ortalaması alınarak grafik haline getirilmiştir.



Değerlendirme Soruları	1
Çözüm arama/yönlendirme prosedürünün kolay kullanılabilir olduğunu düşünüyorum.	4.43
Çözüm arama/yönlendirme prosedürü kullanıcı dostu bir arayüze sahiptir.	4.14
Çözüm arama/yönlendirme prosedürünün arama/yönlendirme hızı ve performansı benim için yeterlidir.	4.36
Çözüm arama/yönlendirme prosedürünün doğruluk oranı (hata yapmama olasılığı) oldukça yüksektir.	4.39
Çözüm arama/yönlendirme prosedürünün önerdiği çözümler veya sonuçlar işime yaradı.	4.14
Çözüm arama/yönlendirme prosedürünün veri işleme hızından memnunum.	4.25
Çözüm arama/yönlendirme prosedürünün teknik gereksinimleri (sistem gereksinimleri) benim açımdan uygundur.	4.43
Çözüm arama/yönlendirme prosedürünün genişletilebilme ve yeni verilere adaptasyon yetenekleri uygundur.	4.21
Çözüm arama/yönlendirme prosedürünün çalışma süreme olumlu ve etkin katkısı oldu.	3.64
Çözüm arama/yönlendirme prosedürünün eğitim ve öğrenme amacıyla da kullanılabileceğini düşünüyorum.	3.96
Çözüm arama/yönlendirme prosedürünün kullanımı için ek bir teknik bilgiye ihtiyaç duymadım.	3.89
Çözüm arama/yönlendirme prosedürünün özelliklerinin ve araçlarının ihtiyaçlarıma uygun olduğunu düşünüyorum.	4.00
Çözüm arama/yönlendirme prosedürünün gelecekteki problemleri çözebilme niteliğinin bulunduğunu görüyorum.	4.18
Çözüm arama/yönlendirme prosedürünün gelecekteki ihtiyaçlara uygun olduğunu düşünüyorum.	4.07
Çözüm arama/yönlendirme prosedüründen memnunum.	4.36
Çözüm arama/yönlendirme prosedürünün özellikleri endüstriyel ihtiyaçlara uygundur.	3.89
Çözüm arama/yönlendirme prosedürü iş süreçlerimi iyileştirdi.	3.75
Çözüm arama/yönlendirme prosedürünün kullanımı sırasında ilave bir eğitim alma ihtiyacı hissettim.	2.46
Çözüm arama/yönlendirme prosedürünün yer alan veriler yeterlidir.	3.39
Çözüm arama/yönlendirme prosedürünün yaygınlaşması halinde teknik destek ihtiyacı azalır.	4.14
Çözüm arama/yönlendirme prosedürü gelecekte tarayıcı üzerinde de çalışmalıdır.	4.57
Çözüm arama/yönlendirme prosedürünün çözüm bulamadığı durumlarda ürünlere ait kullanıcı topluluğu veya forumlara katılırım.	2.89
Çözüm arama/yönlendirme prosedürünün kullanımı sırasında performans sorunları yaşadım.	1.64

Şekil 6.6. Anket soruları ve yanıtların aritmetik ortalaması

Yazılım geliştirme sürecinin sonunda elde edilen ikinci bölüm değerlendirme sonuçları olumlu bir tablo yansıtmaktadır. Katılımcıların büyük çoğunluğu yazılımın işlerine yarayacak bir araç olduğunu düşünmektedir ve yazılıma dair yöneltilen sorulara verdikleri yanıtlar %80 oranında olumlu olmuştur. Bu, yazılımın işlevselliğini, kullanılabilirliğini ve faydalı olacağını göstermesi bakımından önemli ölçüde olumlu değerlendirildiğini yansıtmıştır. Katılımcılar, yazılımın ihtiyaçlarını karşılamada etkili olduğunu belirtmişlerdir. Yazılımın kullanıcı dostu bir arayüze sahip olduğu ve temel işlevleri etkili bir şekilde yerine getirdiği geri bildirilmiştir. Ayrıca, performans sorunlarının minimum düzeyde olduğuna dair olumlu görüşler dile getirilmiştir. Bu olumlu değerlendirme sonuçları, yazılım geliştirme sürecinin başarısını yansıtmakta ve yazılımın katılımcıların iş süreçlerini hızlandırma konusunda ne kadar etkili olduğunu göstermektedir. Katılımcıların yazılımın işlevselliği konusundaki memnuniyeti, gelecekteki geliştirmeler ve iyileştirmeler için önemli bir temel oluşturmaktadır.

Anketin ikinci bölümünde sorulan 22 soruya gelen yanıtlar IBM SPSS Statistics yazılımında güvenilirlik analizine sokulmuş ve Cronbach's Alpha değeri %87 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuca göre yapılan anket çalışmasının yüksek tutarlılığa ve güvenilirliğe sahip olduğu ortaya çıkmıştır.

Sonuç olarak, ikinci bölümdeki değerlendirme sonuçları, yazılımın başarılı bir şekilde geliştirildiğini ve katılımcıların beklentilerini karşıladığını göstermektedir. Bu olumlu geri bildirimler, yazılımın kullanımını artırmak ve gelecekteki iyileştirmeleri yönlendirmek için önemli bir referans olacaktır.

6.3. Yazılım Değerlendirmesi Bölüm 3: Kullanıcı Deneyimi ve Geri Bildirimler

Yazılım geliştirme süreçleri, kullanıcıların ihtiyaçlarına uygun hale getirilmesi için sürekli olarak iyileştirilmelidir. Bu iyileştirmelerin temelinde, kullanıcı geri bildirimleri ve deneyimlerinin paylaşılması yatar. İşte bu nedenle, yazılım geliştirme aşamasının bir parçası olarak kullanıcıların görüşlerini ve önerilerini toplamak son derece önemli bulunmuştur.

Yazılım değerlendirme formunun son aşamasında, üçüncü bölümde katılımcılara yöneltilen beş adet açık uçlu soru ile yazılımın kullanıcılarından direkt olarak geri bildirim almak hedeflenmiştir. Bu sorular, kullanıcıların yazılım hakkında düşüncelerini ifade etmeleri, eksiklikleri belirtmeleri, önerilerde bulunmaları ve daha önce karşılaştıkları ancak yazılım veri tabanı içerisinde yer almayan, CAD, CAM ve CAE alanlarındaki Autodesk yazılımları ile ilgili olarak karşılaştıkları sorunları paylaşmaları sağlanmıştır.

Üçüncü bölümdeki açık uçlu sorulara verilen yanıtların değerlendirilmesi sonucunda, yazılım geliştirme sürecine bir dizi iyileştirme ve değişiklik dahil edilmiştir. Bu iyileştirmeler gerek arayüz gerek ise veri tabanı üzerinde yapılarak yazılımın kullanıcıların ihtiyaçlarını daha iyi karşılamasını sağlamayı hedeflemiştir. Kullanıcıların önerileri ve deneyimleri, yazılımın gelecekteki sürümlerinin planlanması ve geliştirilmesi için önemli bir kaynak olmuştur.

Bilindiği üzere kullanıcı geri bildirimleri, yazılım geliştirme süreçlerinde kritik bir rol oynamaktadır. Üçüncü bölümdeki açık uçlu sorular ve yanıtları, kullanıcıların yazılım ve veri tabanı hakkındaki görüşlerini ve deneyimlerini paylaşmalarına olanak tanırken, yazılımı ve veri tabanını daha iyi hale getirmek için önemli bir referans niteliği kazandırmıştır. Bu değerlendirme sürecinin bir benzeri yazılımın içerisine de dahil edilerek çözümlerden sonra alınan geri bildirimler ile sürekli bir döngü haline getirilmesi sağlanmıştır. Bu sürekli döngü, yazılımın devamlı olarak iyileştirilmesine ve kullanıcıların ihtiyaçlarını daha iyi cevaplamasına katkı verecek süreci barındırmıştır.

7. SONUÇLAR, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Çalışma kapsamında bilgisayar destekli tasarım, imalat ve mühendislik yazılım problemlerine yönelik sorunların çözümünde faydalanabilecekleri rehber niteliğinde Türkçe ve Türk imalat sanayinde kullanılabilecek bir çözüm yazılımı ve veri tabanı geliştirilmiştir. Yazılım, yazarın Autodesk yazılımları için İmalat Sektörü özelinde Teknik Destek ve Eğitim Uzmanı olarak çalıştığı Artı & Artı Teknoloji Hizmetleri'nde görev aldığı süreç boyunca karşılaştığı sorunlardan derlenmiştir. Ayrıca, yazılımların kullanıcılarından gelen geri bildirimlerden ve yazarın Seçkin Uzman sıfatıyla gönüllü olarak katkı sağladığı Autodesk kullanıcı topluluklarında yer alan sorulardan faydalanılmış ve Autodesk tasarım, imalat ve analiz yazılımları özelinde bir veri tabanı yapılandırılmıştır.

Yazılım ve veri tabanı geliştirme süreçlerinin sonunda imalat sanayisinde faaliyet gösteren firma kullanıcılarına yazılımın birer kopyası iletilerek tecrübe etmeleri istenmiştir. Sonrasında bu kullanıcılardan EK-1'de yer alan anket formu aracılığıyla yazılım ve veri tabanı hakkında bir değerlendirme yapmaları talep edilmiştir. Anketin ikinci bölümünden elde edilen geri bildirimler itibarıyla veri tabanının problem çözme süreci %80 oranında olumlu karşılanmıştır. İkinci bölümde yer alan değerlendirme sorularından alınan yanıtlar IBM SPSS Statistics yazılımında güvenilirlik analizine tabi tutulmuş ve yapılan hesaplama sonrasında anket çalışmasının %87 oranında yüksek tutarlılığa ve güvenilirliğe sahip olduğu ortaya çıkmıştır.

Tezin tamamlanış tarihi itibarıyla 49 adet tasarım esaslı problem ve çözüm önerileri, 24 adet imalat esaslı problem ve çözüm önerileri ve 10 adet analiz esaslı problem ve çözüm önerileri olmak üzere 73 adet problem ve çözüm önerileriyle veri tabanı oluşturulmuştur.

Yapılan diğer çalışmalarda olduğu gibi belirli kurallar dahilinde çalışacak bir sistematik oluşturulmuştur. Hazırlanan yazılımın tamamen Türkçe olması ve doğrudan tecrübe edilmiş vakalardan faydalanılması literatürdeki çalışmalar ile yapılan çalışma arasındaki en temel farklar olarak öne çıkmaktadır. Gelişen teknoloji ve iletişim sayesinde kullanıcı topluluklarından faydalanılması da çalışmayı benzer çalışmalardan ayıran bir özellik olarak görülmektedir. Ayrıca çalışmanın doğrudan imalat sanayisinde yer alan ve tasarım, imalat

ve analiz esaslı çalışanlar tarafından tecrübe edilip değerlendirilmesi de bu çalışmayı mevcuttakilerden ayırmaktadır.

Hazırlanan yazılım sayesinde tecrübesiz kullanıcılar yaşadıkları sorunlara hızlı ve doğru şekilde çözümler bulabilmiştir. Veri tabanının en önemli özelliği, içerisinde yer alan sorunların ve çözümlerin doğrulanmış (tecrübe edilmiş) olmasıdır. Alanında uzman birçok kullanıcın bilgi birikiminin saklandığı veri tabanı diğer kullanıcılar için kıymetli bir bilgi kaynağı oluşturmaktadır. Geliştirilen yazılımı kullanan firmalarda uzman seviyesindeki kullanıcı ihtiyacı azalacağı, sorunlara çözüm ararken boşa geçen zamanın en aza indirilerek zamandan tasarrufa bağlı olarak da tasarım, imalat ve analiz süreçlerinde verimlilik artışı sağlanacağı ortadadır.

Yazılımın ve veri tabanının sınırlı yönlerinden biri de sadece endüstriyel tasarım alanında hazırlanmış olmasıdır. Bu alan dışında kalan sorulara cevaplar üretemez, farklı alanlarda kullanılamaz. İçerisinde yer alan bilgilerin güvenilir ve doğrulanmış olması önemlidir. Bu nedenle mevcut sorunların uzmanlar tarafından tekrarlanarak önerilen çözümlerin doğruluğunun kesinleşmesi gerekmektedir. İlk kurulum için bu işlem zaman alıcı bir süreç olabilmektedir. Yazılım yöneticinin sisteme yüklediği bilgilerin sınırları dahilinde çalışabilmektedir. Bilgilerin güncel tutulması önemlidir ve manuel olarak yapılmaktadır. Yönetici kişi sistemdeki bilgiyi güncellemediği sürece bilgide herhangi bir değişiklik olmayacaktır. Veri tabanının genişletilebilir yapısı sayesinde uzun yıllar sonra bile güncel veriler eklenerek çalışması mümkündür.

Geliştirilen yazılım ve veri tabanı sektöre yeni başlayan mühendis ve teknik elemanların oryantasyon süreçlerinde faydalanılabilecek bir eğitim materyali olarak da değerlendirilebilmektedir. Aynı zamanda mevcut iş süreçleri içerisinde kullanıcı firmalarda teknik destek ihtiyacını azaltması ve bilgi eksikliğinden kaynaklanan zaman kaybını en aza indirmesi beklenmektedir. Yazılım imalat sanayinde faaliyet gösteren firmalar bünyesinde uzman personel ihtiyacını azaltarak, mevcut uzmanlara ve kullanıcılara karar alma süreçlerinde pratiklik ve hız kazandırarak destek olmaktadır.

Çalışma endüstriyel tasarım ve imalat alanında ele alındığından ve elle veri girişi yapıldığından ötürü sınırlı bilgi ile çalışmaktadır. Ancak gelişen yapay zekâ ve bilgisayar teknolojileri ile sisteme otomatik olarak bilgi eklenmesi sağlanabilir. Sadece Türkçe değil dünya çapındaki diğer kullanıcı topluluklarından da bilgi aktarımına olanak sağlanacak şekilde geliştirmeler yapılabilir. Bu geliştirmeler yapılsa dahi eklenecek bilgilerin gerçek bir uzman veya uzmanlar tarafından doğrulanması önem arz edecektir.

KAYNAKLAR

1. Çiçek, A., Gülesin, M., (2011). Yüzey ilişkileri tabanlı parça tanıma yaklaşımı için bilgi tabanı tasarımı. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 13(1), 119-127.

2. Efendioğlu, Ş., Gürün, H., Çavuşoğlu, O., (2015). Prograsif Sac Metal Kalıplama İşlemlerinde Kalıp Maliyet Modeli Geliştirilmesi. *Gazi University Journal of Science Part C: Design and Technology*, 3(4), 585-594.

3. Gürün, H., Arabacı, U., (2016). *Estimation by fuzzy logic of abrasive wear properties of coated valves surfaces by TIG welding,* The 9th International Symposium Machine and Industrial Design in Mechanical Engineering, 177.

4. Karaağaç, İ., Uluer, O., Gürün, H., Mert, F., (2013). *Plastik Enjeksiyon Kalıplarında Maliyet Tahmini*, 1st International Symposium on Plastic and Rubber Technologies and Exhibition , 29-40.

5. Buchanan, B.G., Duda, R.O., (1983), *Principles of rule-based expert systems, in Advances in computers,* Elsevier, 163-216.

6. Liebowitz, J., (1995). Expert systems: A short introduction. Engineering Fracture Mechanics, 50(5-6), 601-607.

7. Coşgun, E., (2004). Teknik personelin performans değerlendirilmesinde bir uzman sistem modeli. *Teknoloji,* 7(4), 579-589.

8. Baz, F., (1995). *Bakım planlaması problemlerinin çözümünde bir uzman sistem yaklaşımı.* Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

9. Ünal, C., Şahin, İ., (2017). İstenmeyen Elektronik Postaların (SPAM) Filtrelenmesi için Bir Uzman Sistem Tasarımı ve Gerçekleştirilmesi. *Politeknik Dergisi,* 20(2), 267-274.

10. Uzun, K.P., (2008). *Mesleki ve teknik eğitim okullarında öğrencileri alana yöneltmede uzman sistem yaklaşımı*. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

11. Şahin, İ., Calp, M. H., Sönmez, A., (2012). Elektronik cihazlarda arıza teşhisi için bir uzman sistem uygulaması. *Selçuk-Teknik Dergisi,* 11(1), 8-18.

12. Şenliol, Y., (2008). *Uçak Motorunun Durum İzleme Verilerini Yorumlayan Uzman Sistem*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

13. Calp, M.H., (2016). İşletmelerde uygulanan insan kaynaklari yönetiminde veritabani kullaniminin önemi. *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi,* 18(2), 539-557.

14. Deperlioğlu, Ö., Sarpkaya, Y., (2009). Öğretim yönetim sistemleri için örnek veri tabanı tasarımı. *Bilişim Teknolojileri Dergisi,* 2(1), 15-21.

15. Ayar, K., Fındık, F., Serttaş, S., İyibilgin, O., Soy, U., Kıyan, Y., Öz, C., (2021). Sanal kaynak simülatörü tasarımı ve imalatı, Tübitak Projesi, *Tubitak-109M087.*

16. Şimşek, İ., (2009). *Veri tabanı Yönetim Sistemlerinde Bulanık Sorgulama ile Veri İşleme*. Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

17. Önder, E., (2005). *Yönetim bilişim sistemleri kapsamında web tabanlı ilişkisel veritabanı yönetim sistemleri ve bir uygulama.* Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

18. Howard, L., Lewis, H., (2003). The development of a database system to optimise manufacturing processes during design. *Journal of Materials Processing Technology,* 134(3), 374-382.

19. Ark, B.V., Timmer, M., (2001). The icop manufacturing database: international comparisons of productivity levels. *International Productivity Monitor,* 3, 44-51.

20. Shahbaz, M., Masood, S.A., Shaheen, M., Khan, A., (2010). Data mining methodology in perspective of manufacturing databases. *Journal of American Science,* 6(11), 999-1012.

21. Marchal, N., Ducloud, G., Agazzi, A., Goff, R.L., (2023). Data-based model applied to thermoforming process control. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology,* 1-12.

22. Babu, K.S., Rao, D.D.N., Balakrishna, A., Rao, C.S., (2010). Development of a manufacturing database system for STEP-NC data from express entities. *International Journal of Engineering Science and Technology,* 2(11), 6819-6828.

23. Sanders, D., Tan, Y.C., Rogers, I., Tewkesbury, G.E., (2009). An expert system for automatic design-for-assembly. *Assembly Automation,* 29(4), 378-388.

24. İpek, M., Selvi, İ.H., Fındık, F., Torkul, O., Cedimoğlu, I.H., (2013). An expert system based material selection approach to manufacturing. *Materials and Design,* 47, 331-340.

25. Çakır, M.C., İrfan, O., ve Çavdar, K., (2005). An expert system approach for die and mold making operations. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing,* 21(2), 175-183.

26. Er, A., ve Dias, R., (2000). A rule-based expert system approach to process selection for cast components. *Knowledge-based systems,* 13(4), 225-234.

27. Chtourou, H., Masmoudi, W., Maalej, A., (2005). An expert system for manufacturing systems machine selection. *Expert Systems with Applications,* 28(3), 461-467.

28. Radwan, A., (2000), A practical approach to a process planning expert system for manufacturing processes. *Journal of Intelligent Manufacturing,* 11, 75-84.

29. Vokurka, R.J., Choobineh, J., Vadi, L., (1996). A prototype expert system for the evaluation and selection of potential suppliers. *International Journal of Operations and Production Management,* 16(12), 106-127.

30. Kumar, S.L., (2019). Knowledge-based expert system in manufacturing planning: state-of-the-art review. *International Journal of Production Research,* 57(15-16), 4766-4790.

31. Robertson, B., Radcliffe D., (2009). Impact of CAD tools on creative problem solving in engineering design. *Computer-Aided Design,* 41(3), 136-146.

32. Kuang, Y., (2008). *Problems and solutions on the teaching of Computer-aided industrial design*. 9th International Conference on Computer-Aided Industrial Design and Conceptual Design. IEEE, 998-1001.

33. Piegl, L.A., (2005). Ten challenges in computer-aided design. *Computer-Aided Design,* 37(4), 461-470.

34. Asal, Ö., Kayır, Y., Mergen, R., (2019). Rulman Seçimi İçin Bir Uzman Sistem. *Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi,* 5(3), 216-226.

35. Kayır, Y., Demirer, E., Güneş, S., (2018). Takma uçlu matkap ve kesme parametrelerinin seçimi için bir uzman sistem. *El-Cezeri Fen ve Mühendislik Dergisi,* 5(3), 797-806.

36. Çiçek, A., Gülesin, M., (2007). Bilgisayar destekli parça tanıma sisteminin geliştirilmesi ve motor montajına uygulanması. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi,* 22(3), 313-323.

37. Çiçek, A., Gülesin, M., (2007). BDT/BDİ uygulamaları için bilgisayar destekli parça tanıma yaklaşımının geliştirilmesi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi,* 22(2).

38. Başak, H., Gülesin, M., (2011). Tasarımda kullanılan bir uzman sistem. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi,* 7(3), 347-357.

39. Başak, H., (2011). Uzman sistem yaklaşımı ile vida açma operasyonları için kılavuz seçimi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi,* 5(1), 901-910.

40. Kayır, Y., Güneş, S., Demirer, E., (2018) Vidaların Açılmasında Kesici Uç Seçimi İçin Bir Uzman Sistem. *Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi,* 4(3), 176-182.

41. Yüksel, M., Akdeniz, E., Çelik, Ü., Bozdemir, M., (2022). Alüminyum 6066 alaşımının suni yaşlandırma işleminin uzman sistem destekli incelenmesi. *International Journal of 3D Printing Technologies and Digital Industry*, 6(3), 521-529.

42. Özdemir, A., Şeker, U., Aslan, E., Söylemez, E., (1993). *İmalatta uzman sistemler*, Tübitak–Modisa, 229-239.

43. Türker, E., Taşkın, H., (1991). Endüstriyel Sistemlerde Yapay Zeka ve Uzman Sistemler Uygulamaları. *Endüstri Mühendisliği Dergisi*, 3,14.

44. Yıldız, D., (2021). Bilgi yönetiminde kural tabanlı uzman sistem geliştirme adımları ve başarı faktörleri. *Uluslararası Yönetim Bilişim Sistemleri ve Bilgisayar Bilimleri Dergisi*, 5(1), 28-43.

45. Grosan, C., Abraham, A., (2011). Rule-based expert systems. *Intelligent systems: A modern approach*, 149-185.

46. İnternet: Britannica, (2023). Database. Encyclopedia Britannica, Web: https://www.britannica.com/technology/database Erişim Tarihi:03.10.2023.

47. Demirağ, A., (2010). *E-dönüşüm sürecinde veritabanı yönetim sistemleri ve veri ambarları; üniversite öğrenci veritabanı yönetim sisteminin kullanıcı ve sosyal boyutları üzerine bir araştırma.* Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

48. Rolland, F.D., (1998). *The essence of databases*. Pearson Education India.

49. Öztürk, S., Atmaca, H.E., (2017). İlişkisel ve ilişkisel olmayan (NoSQL) veri tabanı sistemleri mimari performansının yönetim bilişim sistemleri kapsamında incelenmesi. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 10(2), 199-209.

50. Connolly, T.M., Begg, C.E., (2006). A constructivist-based approach to teaching database analysis and design. *Journal of Information Systems Education*, 17(1), 43-53.

51. Özkan, Y., (2020). *Veri madenciliği yöntemleri*. Papatya Yayıncılık.

52. Akteke, H., (2007). *Satın alma veritabanı yönetim sistemi ve bir uygulaması.*Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Antalya.

53. İşeri, İ., (2023). *Veri Tabanı Yönetim Sistemleri Ders Notları.* Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi.

54. Sürmeli, F., (2005). *Muhasebe bilgi sistemi*. Anadolu Üniversitesi Yayınları, 185-190.

55. İnternet: Oracle. (2023). *What is database?* Web: https://www.oracle.com/tr/database/what-is-database Erişim Tarihi: 03.10.2023.

56. Gökşen, Y., Aşan, H., (2015). Veri büyüklüklerinin veritabanı yönetim sistemlerinde meydana getirdiği değişim: NOSQL. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 8(3), 125-131.

57. Li, Y., Manoharan, S., (2013). *A performance comparison of SQL and NoSQL databases*. 2013 IEEE Pacific Rim conference on communications, computers and signal processing (PACRIM), IEEE, 15-19.

58. Dumanlı, B., (2019). *En çok kullanılan ilişkisel ve nosql veritabanı yönetim sistemlerinin performans karşılaştırması*. Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne.

59. İnternet: LiteDB. (2023). *LiteDB Embedded NoSQL database for .NET*. 2023 Web: https://www.litedb.org Erişim Tarihi:03.10.2023.

60. Sezer, O., Özdemir, A., (2023), *Bilgisayar Destekli Endüstriyel Tasarım Problemlerinin Yazılım Odaklı Tespiti ve Uzman Sistem Yaklaşımıyla Çözüm Prosedürü Geliştirilmesi.* Kongre Kitabı, 1. Bilsel Uluslararası Bilim ve Araştırma Kongresi, ed. İlyas Erpay, Necati Sümer 1/575-591. Bilgesina Yayınevi, İstanbul.

EKLER

EK-1. Anket formu

Autodesk Yazılımlarında Tasarım, İmalat ve/veya Analiz Kaynaklı Kullanıcı Problemlerini Çözme Odaklı Veri Tabanını Ve Yönlendirme Prosedürünü Değerlendirme Formu

* Gerekli

Kişisel Bilgiler

1. Adınız Soyadınız : *

2. Çalıştığınız firma? *

3. Cinsiyetiniz nedir?

- ◯ Erkek
- ◯ Kadın

4. Yaş aralığınız nedir? *

- ◯ 18-24
- ◯ 25-34
- ◯ 35-44
- ◯ 45-54
- ◯ 55-64
- ◯ 65 ve üzeri

5. Eğitim seviyeniz nedir? *

- ◯ Lise
- ◯ Ön Lisans
- ◯ Lisans
- ◯ Yüksek Lisans
- ◯ Doktora

EK-1. (devam) Anket formu

6. Çalıştığınız sektördeki deneyiminizi aşağıdaki alt başlıklara göre ayrım yaparak işaretleyiniz.

	Tasarım	İmalat	Analiz
0-1 yıl	◯	◯	◯
1-2 yıl	◯	◯	◯
3-5 yıl	◯	◯	◯
6-10 yıl	◯	◯	◯
10 yıldan fazla	◯	◯	◯

7. Aşağıdaki CAD, CAM ve CAE ürünlerinden hangilerinde deneyim sahibisiniz? *

- ☐ Autocad
- ☐ Inventor
- ☐ Fusion 360
- ☐ Inventor CAM
- ☐ Fusion 360 CAM
- ☐ HSMWorks
- ☐ Nastran In Cad
- ☐ Fusion 360 Simulation

EK-1. (devam) Anket formu

Yazılım Değerlendirme

Aşağıdaki sorulara 1'den 5'e kadar değerlendirme yapılacaktır.

(1) Kesinlikle Katılmıyorum (2) Katılmıyorum (3) Kararsızım (4) Katılıyorum (5) Kesinlikle Katılıyorum

8. Çözüm arama/yönlendirme prosedürünün kolay kullanılabilir olduğunu düşünüyorum. *
(1) Kesinlikle Katılmıyorum (2) Katılmıyorum (3) Kararsızım (4) Katılıyorum (5) Kesinlikle Katılıyorum

1	2	3	4	5

9. Çözüm arama/yönlendirme prosedürü kullanıcı dostu bir arayüze sahiptir. *
(1) Kesinlikle Katılmıyorum (2) Katılmıyorum (3) Kararsızım (4) Katılıyorum (5) Kesinlikle Katılıyorum

1	2	3	4	5

10. Çözüm arama/yönlendirme prosedürünün arama/yönlendirme hızı ve performansı benim için yeterlidir. *
(1) Kesinlikle Katılmıyorum (2) Katılmıyorum (3) Kararsızım (4) Katılıyorum (5) Kesinlikle Katılıyorum

1	2	3	4	5

11. Çözüm arama/yönlendirme prosedürünün doğruluk oranı (hata yapmama olasılığı) oldukça yüksektir. *
(1) Kesinlikle Katılmıyorum (2) Katılmıyorum (3) Kararsızım (4) Katılıyorum (5) Kesinlikle Katılıyorum

1	2	3	4	5

12. Çözüm arama/yönlendirme prosedürünün önerdiği çözümler veya sonuçlar işime yaradı. *
(1) Kesinlikle Katılmıyorum (2) Katılmıyorum (3) Kararsızım (4) Katılıyorum (5) Kesinlikle Katılıyorum

1	2	3	4	5

13. Çözüm arama/yönlendirme prosedürünün veri işleme hızından memnunum. *
(1) Kesinlikle Katılmıyorum (2) Katılmıyorum (3) Kararsızım (4) Katılıyorum (5) Kesinlikle Katılıyorum

1	2	3	4	5

14. Çözüm arama/yönlendirme prosedürünün teknik gereksinimleri (sistem gereksinimleri) benim açımdan uygundur. *
(1) Kesinlikle Katılmıyorum (2) Katılmıyorum (3) Kararsızım (4) Katılıyorum (5) Kesinlikle Katılıyorum

1	2	3	4	5

15. Çözüm arama/yönlendirme prosedürünün genişletilebilme ve yeni verilere adaptasyon yetenekleri uygundur. *
(1) Kesinlikle Katılmıyorum (2) Katılmıyorum (3) Kararsızım (4) Katılıyorum (5) Kesinlikle Katılıyorum

1	2	3	4	5

16. Çözüm arama/yönlendirme prosedürünün çalışma süreme olumlu ve etkin katkısı oldu. *
(1) Kesinlikle Katılmıyorum (2) Katılmıyorum (3) Kararsızım (4) Katılıyorum (5) Kesinlikle Katılıyorum

1	2	3	4	5

EK-1. (devam) Anket formu

17. Çözüm arama/yönlendirme prosedürünün eğitim ve öğrenme amacıyla da kullanılabileceğini düşünüyorum. *

(1) Kesinlikle Katılmıyorum (2) Katılmıyorum (3) Kararsızım (4) Katılıyorum (5) Kesinlikle Katılıyorum

1	2	3	4	5

18. Çözüm arama/yönlendirme prosedürünün kullanımı için ek bir teknik bilgiye ihtiyaç duymadım. *

(1) Kesinlikle Katılmıyorum (2) Katılmıyorum (3) Kararsızım (4) Katılıyorum (5) Kesinlikle Katılıyorum

1	2	3	4	5

19. Çözüm arama/yönlendirme prosedürünün özelliklerinin ve araçlarının ihtiyaçlarıma uygun olduğunu düşünüyorum. *

(1) Kesinlikle Katılmıyorum (2) Katılmıyorum (3) Kararsızım (4) Katılıyorum (5) Kesinlikle Katılıyorum

1	2	3	4	5

20. Çözüm arama/yönlendirme prosedürünün gelecekteki problemleri çözebilme niteliğinin bulunduğunu görüyorum. *

(1) Kesinlikle Katılmıyorum (2) Katılmıyorum (3) Kararsızım (4) Katılıyorum (5) Kesinlikle Katılıyorum

1	2	3	4	5

21. Çözüm arama/yönlendirme prosedürünün gelecekteki ihtiyaçlara uygun olduğunu düşünüyorum. *

(1) Kesinlikle Katılmıyorum (2) Katılmıyorum (3) Kararsızım (4) Katılıyorum (5) Kesinlikle Katılıyorum

1	2	3	4	5

22. Çözüm arama/yönlendirme prosedüründen memnunum. *

(1) Kesinlikle Katılmıyorum (2) Katılmıyorum (3) Kararsızım (4) Katılıyorum (5) Kesinlikle Katılıyorum

1	2	3	4	5

23. Çözüm arama/yönlendirme prosedürünün özellikleri endüstriyel ihtiyaçlara uygundur. *

(1) Kesinlikle Katılmıyorum (2) Katılmıyorum (3) Kararsızım (4) Katılıyorum (5) Kesinlikle Katılıyorum

1	2	3	4	5

24. Çözüm arama/yönlendirme prosedürü iş süreçlerimi iyileştirdi. *

(1) Kesinlikle Katılmıyorum (2) Katılmıyorum (3) Kararsızım (4) Katılıyorum (5) Kesinlikle Katılıyorum

1	2	3	4	5

25. Çözüm arama/yönlendirme prosedürünün kullanımı sırasında ilave bir eğitim alma ihtiyacı hissettim. *

(1) Kesinlikle Katılmıyorum (2) Katılmıyorum (3) Kararsızım (4) Katılıyorum (5) Kesinlikle Katılıyorum

1	2	3	4	5

EK-1. (devam) Anket formu

26. Çözüm arama/yönlendirme prosedürünün yer alan veriler yeterlidir. *

(1) Kesinlikle Katılmıyorum (2) Katılmıyorum (3) Kararsızım (4) Katılıyorum (5) Kesinlikle Katılıyorum

1	2	3	4	5

27. Çözüm arama/yönlendirme prosedürünün yaygınlaşması halinde teknik destek ihtiyacı azalır. *

(1) Kesinlikle Katılmıyorum (2) Katılmıyorum (3) Kararsızım (4) Katılıyorum (5) Kesinlikle Katılıyorum

1	2	3	4	5

28. Çözüm arama/yönlendirme prosedürü gelecekte tarayıcı üzerinde de çalışmalıdır. *

(1) Kesinlikle Katılmıyorum (2) Katılmıyorum (3) Kararsızım (4) Katılıyorum (5) Kesinlikle Katılıyorum

1	2	3	4	5

29. Çözüm arama/yönlendirme prosedürünün çözüm bulamadığı durumlarda ürünlere ait kullanıcı topluluğu veya forumlara katılırım. *

(1) Kesinlikle Katılmıyorum (2) Katılmıyorum (3) Kararsızım (4) Katılıyorum (5) Kesinlikle Katılıyorum

1	2	3	4	5

30. Çözüm arama/yönlendirme prosedürünün kullanımı sırasında performans sorunları yaşadım. *

(1) Kesinlikle Katılmıyorum (2) Katılmıyorum (3) Kararsızım (4) Katılıyorum (5) Kesinlikle Katılıyorum

1	2	3	4	5

31. 30. soruya katılıyorum veya kesinlikle katılıyorum cevabı verdiyseniz yaşadığınız sorunu aşağıda ayrılan pencereden tanımlayınız.

EK-1. (devam) Anket formu

Sizin Önerileriniz

32. Çözüm arama/yönlendirme prosedürü ile ilgili ek katkı sağlayıcı önerilerinizi aşağıda ayrılan alana yazınız. *

33. Çözüm arama/yönlendirme prosedürü ile ilgili yorumlarınızı aşağıda ayrılan alana yazınız. *

34. Sistem içerisinde yer alan yazılımlarda (Autocad, Inventor vd.) yaşadığınız ve çözüm bulduğunuz ancak çözüm arama sistemi içerisinde karşılaşmadığınız varsa sorunları aşağıda ayrılan alanda paylaşınız.

35. Bir önceki soruda bahsettiğiniz soruna dair çözüm önerinizi aşağıda ayrılan alanda paylaşınız.

Bu Microsoft tarafından oluşturulan veya desteklenen bir içerik değildir. Gönderdiğiniz veriler form sahibine gönderilecektir.

Microsoft Forms

EK-2. Yazılım kullanım kılavuzu

BİLGİSAYAR DESTEKLİ TASARIM, İMALAT VE MÜHENDİSLİK PROBLEMLERİNE YÖNELİK VERİ TABANI KULLANIM KILAVUZU

İçindekiler

1. Kullanıcı arayüzü
2. Sorun arama prosedürü
3. Yönetici arayüzü
4. Değişiklik yapma prosedürü
5. Yeni kayıt ekleme prosedürü

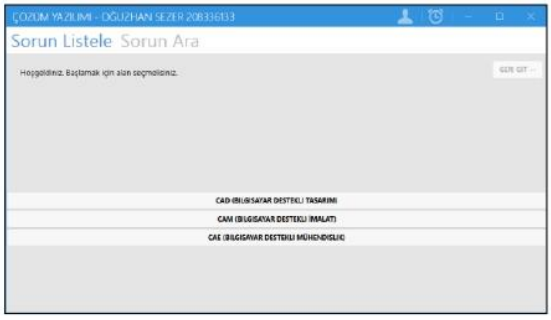
1. Kullanıcı arayüzü

Yazılım açıldığında kullanıcıları karşılayan penceredir. İki sekme ve istatistik penceresi aktif durumdadır. Bu arayüz sorun arama işlevi ile sınırlandırılmıştır. İstatistik penceresinden de toplam sorgu sayısı, çözülen sorun sayısı ve çözülemeyen sorun sayısını görülebilmektedir.

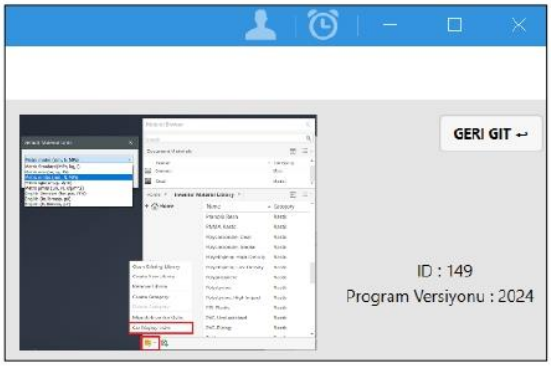


2. Sorun arama prosedürü

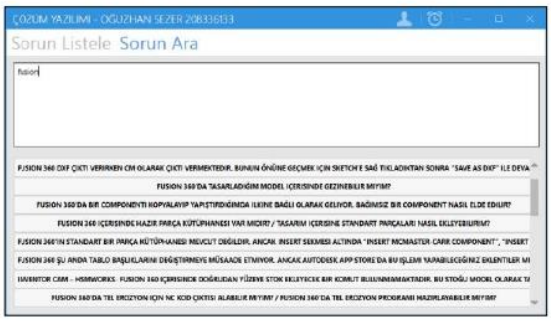
Yazılım içerisinde iki ayrı çözüme ulaşma metodu bulunmaktadır. Bunlardan ilki "Sorun Listele" sekmesi üzerinden yapılan sorunu önce alan sonra yazılım ve sorunlar listesinden seçerek ilerlenen metoddur.



Pencere içerisinde kullanıcılara daha iyi yönlendirme sağlayabilmek için sorunlara ve çözüm adımlarına ait görselleri inceleyebilecekleri bir görsel alan oluşturulmuştur. Pencerenin sağ tarafında ise sorunun meydana geldiği yazılım sürümü ve soruna ait kimlik numarası yer almaktadır.



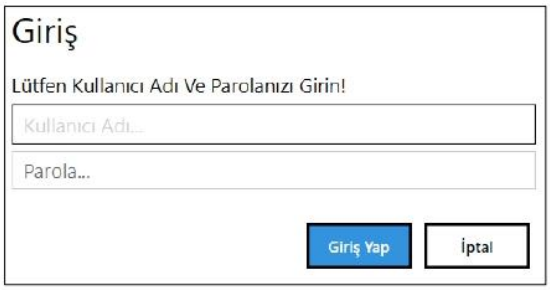
Bir diğer metod ise sorunun metin girişi ile aratıldığı "Sorun Ara" sekmesidir. Bu sekmede girilen metin veri tabanı içerisinde aratılarak eşleşen sonuçlar listelenmektedir. Aranan soruna ilişkin seçim yapılmasının ardından sorun listele sekmesine geçilerek problemin çözümüne yönelik adımlar takip edilmektedir.



3. Yönetici arayüzü

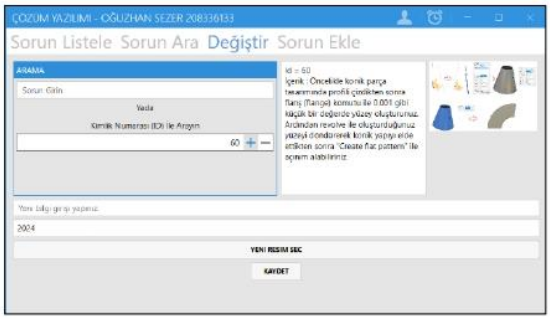
Bu arayüze geçiş için program üst çubuğundaki insan simgesine tıklanmalıdır. Sonrasında gelen şifre giriş ekranından kullanıcı adı: admin, parola: admin olarak bilgi girişi yapılmalıdır. Yazılım devreye alındığında istenen kullanıcı adı ve parola ile konfigüre edilebilmektedir.

EK-2. (devam) Yazılım kullanım kılavuzu



4. Değişiklik yapma prosedürü

Yazılım veri tabanındaki bilgilerin güncel tutulması için zaman içerisinde değişen bu bilgilerin veri tabanında da güncellenmesi gerekmektedir. Bu nedenle yazılım içerisine "Değiştir" sekmesi eklenmiştir.



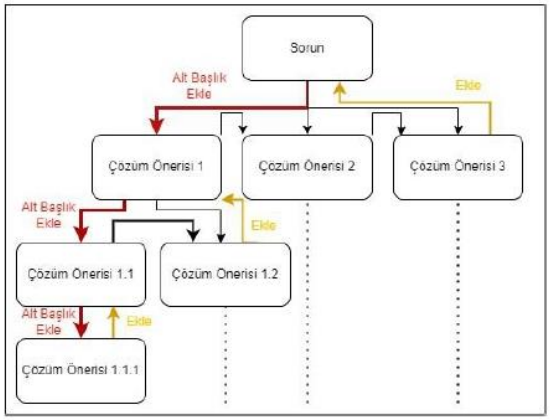
Sekmenin kullanımı; sol üstte yer alan arama kutusu vasıtasıyla metin girişi veya kimlik numarası ile arama yapılarak sağdaki ön izleme alanında ilgili sorun metni bulunmalıdır. Sonrasında alt kısımda yer alan yeni bilgi girişi alanına güncel bilgi girişi yapılmalıdır. Versiyon değişikliği söz konusu ise ilgili alan güncellenmelidir. Resim değiştirilecek ise yeni resim seç butonu ile bilgisayar üzerinden yeni resim seçilmelidir. Kaydet butonuna basıldığında değiştirilecek bilgi, versiyon bilgisi ve yeni resim veri tabanındaki mevcut bilgiler ile değiştirilmektedir.

5. Yeni kayıt ekleme prosedürü

Yazılım içerisine yeni bilgiler ve kayıtlar eklemek amacıyla "Sorun Ekle" sekmesi oluşturulmuştur. Bu sekme üzerinden ilk olarak eklenecek sorun ve versiyon bilgisi girişi yapılmalıdır. Ardından soruna dair resim eklenecek ise resim ekle butonu ile bilgisayardan seçilmelidir. Eklenecek kayıt yeni bir alan veya yazılım ise logo da eklenebilir. Alt başlık ekle butonu ile soruna dair çözüm önerileri aşamalı şekilde eklenebilmektedir.



Alt başlık eklerken aşağıdaki şemaya uygun biçimde eklenmelidir.



İlk olarak sorun bilgisi eklenmeli ardından kaç adet alt başlık eklenecek ise onlar girilmelidir. Sonrasında alt başlık ekle butonuna basıldığı takdirde eklenecek bilgi birinci alt başlığın birinci bilgisi olacaktır. Tekrar alt başlık eklenir ise 1.1.1. şeklinde devam edecektir. Ekle butonuna basılması halinde ise yukarı yönlü kayıt işlemi gerçekleşmektedir. Ekle butonuna basıldığında sıradaki bilgi girişi birinci alt başlığın ikinci bilgisi için olacaktır. Prosedür toplu bilgi eklenmesi durumunda karmaşık olarak görülebilir. Ancak soruna ait tek çözüm önerisi sunulması halinde bir kez alt başlık ekle butonuna basılması yeterlidir. Veri tabanının odaklandığı alanda da bir sorun için çok katmanlı ve karmaşık çözüm yollarına ihtiyaç duyulmamaktadır. Bu nedenle genellikle tek, en fazla iki veya üç seçenek ile çözüme ulaşılabilmektedir.



Gazili olmak ayrıcalıktır