

## BİLGİ YÖNETİMİNDE KURAL TABANLI UZMAN SİSTEM GELİŞTİRME ADIMLARI VE BAŞARI FAKTÖRLERİ

\*\*\*

### RULE-BASED EXPERT SYSTEM DEVELOPMENT STEPS AND SUCCESS FACTORS IN INFORMATION MANAGEMENT

DOI: 10.33461/ uybisbbd.913513

Doğan YILDIZ\*

#### Öz

*Bilgi teknolojileri sayesinde dünyadaki değişim çok hızlı bir şekilde gerçekleşmektedir. Bu değişim kararların hızlı ve doğru bir şekilde alınmasını gerekli kılmaktadır. Uzman sistemler, insanoğlunun karar vermesine benzer bir şekilde hareket ederek yardımcı olmaktadır. Çalışmanın kapsamında kural tabanlı uzman sistem yer almaktadır. Bu çalışmanın amacı ise, uzman sistem geliştiren kişilere ışık tutması açısından sistem geliştirme aşamaları bazında kural tabanlı uzman sistem geliştirme başarı faktörlerini ortaya koymaktır. Yöntem olarak bir uzman sistem geliştirme aşamaları bazında yapılacaklar ele alınmıştır. Sonuç olarak çalışmada sunulan başarı faktörlerinin uzman sistem geliştiren araştırmacıların veya uygulayıcıların kullanmaları durumunda, bakış açılarının geliştirilmesi veya kullandıkları projenin başarısının artırılmasına katkı sağlaması hedeflenmiştir.*

**Anahtar Kelimeler:** bilgi yönetimi, kural tabanlı uzman sistem, uzman sistem başarı faktörleri, karar destek sistemi.

#### Abstract

*Thanks to information technologies, change in the world takes place very quickly. This change necessitates taking decisions quickly and accurately. Expert systems assist human decision making by acting in a similar way. The scope of the study includes a rule-based expert system. The aim of this study is to reveal the success factors of rule-based expert system development on the basis of system development stages in order to shed light on those who develop expert systems. As a method, things to be done on the basis of an expert system development stages are discussed. As a result, it is aimed that the success factors presented in the study will contribute to the development of perspectives or to increase the success of the project they use, in case of use by researchers or practitioners who develop expert systems.*

**Keywords:** information management, rule based expert system, expert system success factors, decision support system.

\* Dr., Türk Havacılık ve Uzay sanayii A.Ş. (TUSAŞ), Bilgi Teknolojileri Başkanlığı, dyildiz2000@gmail.com  
ORCID: 0000-0002-0946-7251

## 1. GİRİŞ

Bireyler, çalışanlar veya yöneticiler günlük hayatta sürekli karar vermektedir. Karar verirken kararın dayanakları ve karar vermede yer alan yardımcı unsurların çoğu bilgi sistemleri sayesinde elde edilmektedir. Elimizdeki akıllı telefonlardan işletmelerde kullanılan kurumsal kaynak planlama yazılımlarına kadar her şey bilişim sistemlerine dayalı olarak çalışmaktadır. Uzman sistemler de bilişim sistemlerinin bir çeşidini oluşturmaktadır. Uzun zaman önce hayatımıza girmiş olan uzman sistemler, karar verme aşamasında bize yardımcı olmakta veya bizim adımıza karar verebilmektedir. Dolayısı ile uzman sistemler artık hayatımızın her yerinde yer almaktadır. Uzman sistem, insanın bilgisini alıp depolayan ve ilerleyen aşamada ilgili konuya ilişkin bir problem geldiğinde, insan gibi, daha önce sisteme alınmış olan bilginin üzerinden giderek çözüm üreten sistemdir. Bu aşamada karar verici uzman birisi de olabilir, uzman olmayan da olabilir. Uzman olanlar için destekleyici bir kaynak olarak kullanılır. Aslında uzman sistem kurarken en önemli husus işin uzmanından tüm bilgiyi alabilmektir. İnsanoğlunun problem anında karar vermesi her zaman aynı olmamaktadır. İşte böyle bir durumda insanoğlu nasıl hareket ediyorsa uzman sistemlerinde benzer bir şekilde hareket etmeleri bize doğru karar vermede çok katkı sağlayacaktır.

Makinaların insanların yerine karar vermeleri aslında yapay zeka çalışmaları diye adlandırdığımız çalışmalar ile başlamıştır. Bu kapsamda ilk olarak McCulloch ve Pitts (1943) ilk yapay nöron tasarımı ortaya koymuştur. Ardından Hebb (1949), hebbian öğrenme kuralını ortaya çıkarmıştır. Turing (1950), turing makinasını çıkarmıştır. Sonrasında yapay zeka çalışmaları bu yıllarda altın yıllarını yaşamış ve büyük beklentiler oluşturmuştur. Bu dönemin akabinde yapay zeka çalışmaları inişli çıkışlı on yıllık dönem yaşamıştır. İnsan gibi düşünme ve sanatsal faaliyetler, bu alanda en büyük engel olarak ortaya çıkmıştır. Yapay zekanın en başarılı çalışma alanlarından birisi uzman sistemlerdir. Çünkü bilgi insandan alınarak doğru bir şekilde kurgulanır ise uzman sistem insanın verdiği gibi kararlar verebilmektedir.

Bu çalışma kapsamında kural tabanlı bir uzman sistemin geliştirilmesi ve uygulamaya alınması ile ilgili adımlar ve bu adımlar kapsamında yer alan başarı faktörlerine ilişkin bilgilere yer verilmiştir. Başarılı bir şekilde kural tabanlı uzman sistem oluşturulur, ilgili kurallar tam ve doğru bir şekilde konulur ise sistemin önereceği veya otomatik olarak vereceği kararlar insanoğlunun kararlarına çok yakın veya aynı olacaktır. Bu çalışmada ortaya konulan başarı kriterleri, sistem geliştiricileri veya araştırmacıların daha iyi sistem geliştirmelerine yardımcı olacağı değerlendirilmektedir.

Bu çalışmanın amacı ise, uzman sistem geliştiren kişilere ışık tutması açısından sistem geliştirme adımları bazında başarı faktörlerini ortaya koymaktır. Literatür incelendiğinde bu çalışma kapsamında ele alındığı şekli ile bir uzman sistem geliştirme projesinin başarılı olabilmesi için dikkat edilmesi gereken hususlar açık bir şekilde ele alınmadığı veya dar kapsamlı olduğu görülmüştür. Çalışmada öncelikle uzman sistem ile ilgili yapılan literatürdeki çalışmalar ele alınmıştır. Ardından kural tabanlı uzman sistem yöntemi ile ilgili bilgiler sunulmuştur. Daha sonra ise kural tabanlı uzman sistem geliştirme aşamaları bazında kritik başarı faktörlerine yer verilmiştir. Son olarak da bu konuda genel değerlendirmelerin yapıldığı sonuç bölümü yer almaktadır.

## 2. LİTERATÜR İNCELEMESİ

Uzman sistemler, 1950'li yıllardan itibaren genel amaçlı problem çözmeye odaklanan bir çalışma alanıdır. 1960 ve 70'li yıllarda genel amaçtan özel amaçlara doğru dönüşler olmuş ve her bir konu ile ilgili uzman sistem geliştirme çabaları gözlemlenmiştir. Uzman sistemlerin teoriden pratiğe geçişi bilgisayar sistemlerinin gelişmesi ile beraber 1980'li yıllara dayanmaktadır. Uzman sistemler, bilgiye dayalı sistem olarak da adlandırılmaktadır. Uzman sistemler diğer sistemlerden farklıdır. Diğer bilgi sistemleri algoritmik modeller ile bir sonuca varırken, uzman sistemler eldeki tanımlanmış olan bilgiyi kullanarak çalışmaktadır.

Birçok farklı alanda uygulaması olan uzman sistemler ile ilgili Exsys müşteri vaka çalışmalarına (2020) baktığımızda, Electric Power Research Institute (EPRI) tarafından geliştirilen rulman sorun giderme danışmanı otomasyon sistemi; Pacific Bell tarafından geliştirilen ağ sistemi izleme, onarım ve tahmin sistemi; Canadian Pacific Railroad tarafından geliştirilen komponent arıza tahmin sistemi; bir mühendislik şirketi tarafından geliştirilen mekanik ekipman ve sistem teşhisi sistemi; Micro Dimensions tarafından geliştirilen olağandışı donanım için özelleştirilmiş teşhis sistemi ve Royal Melbourne Institute of Technology tarafından geliştirilen betonarme teşhis sistemi bulunmaktadır. Bütün bu sistemler insandan aldıkları ve bilgi tabanlarında yer alan bilgiye göre herhangi bir arıza durumunda insan gibi karar verebilmek amacı ile geliştirilmişlerdir.

Buchanan ve Duda (1983), çalışmalarında kural tabanlı uzman sistemlerde bilginin çoğu kural olarak temsil edilir, bu koşullu cümleler ile bilgiyi birbirine aktararak karar gerçekleşir şeklinde açıklamaktadır. Ayrıca, ilk uzman sistemlerin Dendral ve Macsyma olduğunu, birincisinin içeriğinin organik kimya, ikincisinin ise sembol entegrasyonu ile ilgili olduğunu aktarmışlardır. Bunun yanı sıra Mycin tarafından 1970'lerde geliştirilmiş kural tabanlı uzman sisteme bir hastanın hastalığının sebebi konusunda bilgi aktarıldığını yazmışlardır. Ayrıca kural tabanlı uzman sistemlerde kuralların EĞER (IF) (durum), SONRA (THEN) (aksiyon) şeklinde ifade edildiğini söylemişlerdir.

Durkin (2002), çalışmasında ise uzman sistemlerin kullanım alanlarında özellikle ezici bir şekilde üstünlüğü olan üç alanın öne çıktığını aktarmıştır. Bunlar, iş dünyası, üretim ve tıp alanlarıdır. Ayrıca ulaşım, uzay, askeri, hukuk, bilgi sistemleri, çevre, mühendislik, elektronik, iletişim, kimya ve tarım sektörlerinde de kullanıldığını vurgulamıştır. Kontrol, tasarım, teşhis, talimat, yorumlama, izleme, planlama, tahmin, reçeteleme, seçim ve simülasyon gibi farklı tipteki problemlerin de uzman sistemler ile çözümlendiğini açıklamıştır. Bunlardan teşhis, yorumlama ve reçeteleme tiplerinin önde gelen uygulamalar olduğunu ifade etmiştir.

Liao (2005), 1995 yılından 2004 yılına kadar on yıllık zaman diliminde uzman sistemlerin metodolojilerini ve uygulamalarını incelediği çalışmasında, farklı tipteki uzman sistemler ile ilgili yapılan çalışmaları inceleyerek bunları özetlemiştir. Bu kapsamda, farklı tipte on bir grupta yapmıştır. Bunları kural tabanlı sistemler, bilgi tabanlı sistemler, sinir ağları, bulanık uzman sistemler, nesnelleştirilmiş metodoloji, vaka tabanlı akıl yürütme, sistem mimarisi, modelleme, akıllı ajan sistemleri, veri tabanı metodolojisi, ontoloji şeklinde sıralamıştır. Bunun sonucunda üç olguya ulaşmıştır. Bunlardan ilki, uzman sistemler uzmanlık ve probleme yönelik olmaktadır. İkincisi farklı sosyal bilim metodolojilerinde (psikoloji, bilişsel bilim, insan davranışı gibi) uygulanabilir olduğudur. Üçüncüsü ise, sürekli bir değişim ve yeni bir anlayış edinmenin, uzman sistem metodolojilerinin itici gücü olduğu ifade edilmiştir.

Negnevitsky (2011), kural tabanlı uzman sistemlerin genel olarak çok kabul edilen ve bilgiye dayalı sistem geliştirmek için en iyi alternatif olduğunu ifade etmiştir. Ayrıca, çalışmasında kural tabanlı uzman sistemlerin hangi özelliklerinin bilgi mühendisleri için çekici olduğunu sıralamıştır.

Bunlar:

1) Doğal bilgi gösterimi: Bir uzman, problem çözmeyi açıklarken şunu yaptım sonra bunu yaptım gibi ifadeler ile açıklar. Bu ifadeler genelde doğal olarak “eğer, sonra” ile ifade edilebilir.

2) Düzgün yapı: Uzman sistem kuralları, tek tip “eğer, sonra” yapısına sahiptir. Her kural bağımsız bir bilgi parçasıdır.

3) Bilginin işlenmesinden ayrılması: Kural tabanlı uzman sistemlerde uygun bir şekilde bilgi tabanı ile çıkarsama motoru birbirinden ayrılır. Bu durum farklı uzman sistem kabuğunu kullanmaya olanak tanır. Ayrıca uzman sistemin genişletilmesi kolaydır. Bilgi, veri tabanına müdahale edilerek bilgi mühendisi tarafından kurallar şeklinde eklenebilir.

4) Eksik ve belirsiz bilgi ile başa çıkmak: Kural tabanlı uzman sistemler birçoğu eksik ve belirsiz bilgiyi açıklayabilir. Bunların yanı sıra kural tabanlı uzman sistemlerin üç konuda eksikliği

olduğunu açıklamıştır: a) Kurallar arasındaki opak ilişkiler: Hiyerarşik olarak kurallar arasındaki ilişkileri yakalayamamaktadır. b) Etkisiz arama stratejisi: Bazı durumlarda çıkarsama motoru belirli bir sayının (100) üzerindeki kural tabanında yavaşlamaktadır. c) Öğrenememe: Kural tabanlı uzman sistemler deneyimden öğrenemezler. İnsanoğlu kuralı ne zaman kıracağını bilir ancak kural tabanlı uzman sistem bilgi tabanını otomatik olarak güncelleyemez. Bilgi mühendisinin kontrolünde bu yapılabilmektedir.

O'Keefe, Balcı ve Smith (1986), sistemin geliştirilmesinin hangi aşamasında olursak olalım doğrulama yapılmasının önemine değinmişlerdir. Erken safhalarda bulunan hataların düzeltilme şansının yüksek ve maliyetinin düşük olacağını vurgulamışlardır. Akgöbek ve Çakır (2009), uzmandan bilgi almanın zaman ve maliyet nedeni ile uzman sistemde kullanılacak olan bilginin veri madenciliği vasıtası ile elde edilmesi üzerinde durmuşlardır. Mansiya, Alma, Torgy, Marzhan ve Kanat (2014), uzman sistemlerin tasarım metodolojisini ele almışlardır. Uzman sistemlerin temel bileşenlerinin yapısı, bilirkişinin çalışma aşamaları, sistemin oluşturulma yolları ve bilginin uzman sistemlerde gösterimi hakkında temel bilgiler sunmuşlardır.

Monsef, Ranjbar ve Jadid (1997), çalışmalarında, güç sisteminden arızaları alıp bunları bulanık bilgi teorisi ile birleştirerek gelen verinin ne derece doğru olduğuna bakmışlardır. Lee, Ahn ve Park (2000), çalışmalarında ise geriye doğru olmayan muhakeme sürecini uygulamışlardır. Önerilen sistemi, Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) operatörleri için akıllı bir yönlendirme sisteminin bir parçası olarak Kore'deki bir yerel kontrol merkezinde test etmişlerdir. Şahin, Calp ve Sönmez (2012), girdi ekranından girilen bilgileri yorumlayıp arızalı cihazın tamiri konusunda önerilerde bulunan bir uzman sistem geliştirmişlerdir. Kural tabanını, arızalı cihazların katalog bilgilerinden, servis notlarından ve yetkili servisteki uzmanlardan elde etmişlerdir. Geliştirdikleri yazılımın farklı tipteki cihazlar içinde kullanılabileceğini ve arızaların doğru ve zamanında tespiti açısından katkı sağladığını açıklamışlardır. Sdeek ve Saraçoğlu (2016), kullanıcıların mobil olarak kullanabilecekleri ve bilgisayarlarındaki arızanın nedenini öğrenebilecekleri bir uzman sistem geliştirmiştir. Asal, Kayır ve Mergen (2019), çalışmalarında rulman seçimi için bir uzman sistem geliştirmiştir. Vermaa, Koulb ve Prasada (2020), Hindistan'da demiryolu hattı bakımı ve yenilenmesi operasyonu için karar vermeyi artıran bir uzman sistem geliştirmiştir. Demiryolu hattı operasyonlarını anlamak için seçilen üç alanda (raylar, traversler ve balastlar) uzmanlarla yapılan görüşmelerden sonra bir dizi kuralı formüle etmişlerdir. Açık kaynaklı bir aracı kullanarak, kurallar setini temel alan, kullanıcı dostu tek bir ara yüz tasarlamışlardır. Uzman sistemin son kullanıcıya karar vermede yardımcı olacağını planlamışlardır.

Başak (1999), bir uzman sistem paket programı ile vida açma operasyonları için kılavuz olabilecek bir uzman sistem geliştirmiştir. Geliştirdiği sistemin kullanıcıyı yönlendirerek en uygun kılavuz tipini verdiğini açıklamıştır. Er ve Dias (2000), ürün tasarımcılarının doğru döküm prosesini bulmaları için bir uzman sistem geliştirmiştir. Çalışmalarında uzman olmayan kişilerin kullanımı için ve doğru sürecin seçilmesi açısından büyük fayda sağladığını aktarmışlardır. Ayrıca sistemin eğitim amaçlı kullanılabileceğini de ifade etmişlerdir. Abu Naser ve Ola (2008), göz hastalıklarının teşhisi amacıyla bir uzman sistem geliştirerek kullanıcılardan olumlu geri bildirimler almışlardır. Seto ve diğerleri (2012), on klinisyen ile yaptıkları kuralları, daha sonra dokuz farklı uzmana da doğrulamışlardır. Ardından bu çalışmayı bir uzman sistem üzerine modelleyerek kalp yetmezliği konusunda başarılı bir uygulama yapmışlardır.

Şahin, Calp ve Akça (2011), çalışmalarında ise dinamik bir şekilde kişi veya kurumların, kişisel ve gelir bilgileri doğrultusunda kredi puanını ve kredinin çıkma ihtimalini hesaplayan bir uzman sistem geliştirmişlerdir. Girgin ve Diri (2013), kredi kartının verilip verilmemesi veya verilecek olan kredi kartı limitinin belirlenmesi konusunda farklı yaklaşımların yanı sıra kredi kartı ile ilgili bu işlemlerin bir uzman sistem tarafından geliştirilmesine yönelik bilgiler sunmuşlardır. Rutkauskas ve Stasytyt (2020), çalışmalarında sadece getiri yerine üç parametreyi analiz ettiklerini aktarmışlardır. Bu parametreler geri dönüş ihtimali, bu dönüşün güvenilirliği ve risk seviyesidir. Bu sistem finansal

marketin durumunu analiz etmeye, hisse senetlerinin fiyatlarını tahmin etmeye ve yatırımın nereye yapılacağı konusunda bilgi sağlamaktadır. Sistemin hem bireysel hem de kurumsal yatırımcılar için kullanılabilir olduğunu söylemişlerdir. Sedelnikov ve Khnyryova (2020), son yıllarda yaşanan krizlerden dolayı sorunlar yaşandığını ve bunun için işletmelerin krize karşı dayanıklılıklarını ölçmeye yönelik bir uzman sistem geliştirmişlerdir. Uzman sistem, iki öncül ve bir mantıksal yargı içermektedir. Çıktı değişkeni, işletme krizinin olasılıksal bir değerlendirmesidir. Geliştirilen uzman sistemin, kriz döneminde en savunmasız işletmeleri tespit etmeyi mümkün kılmak amacı ile yapıldığını ifade etmişlerdir. Kütük ve Zor (2020), çalışmalarında ise denetim, finansal muhasebe ve yönetim muhasebesi alt başlıklarında geliştirilen uzman sistem uygulamalarını açıklanmış ve her bir uygulamanın kullanım alanı hakkında bilgiler vermişlerdir.

Kaya ve Gözen (2005), bir uzman sistem geliştirmiştir. Belirlenmiş olan birimler için iş analizi yapılmış ve ayrıca adayların kişiliklerinin belirlenmesi amacıyla sorular oluşturulmuştur. Ardından adaylar uzman sistem ile değerlendirilmiş ve belirlenmiştir. Vansteenwegen, Souffriau, Berghe ve Oudheusden (2011), çalışmalarında, Belçika'daki beş şehir için planlama rotalarına izin vermektedir. Web tabanlı olarak geliştirilen uzman sistem, kullanıcının ilgi ve gezi kısıtlamalarını dikkate alarak kişisel tercihlerinden tahmin ile öneriler sunmaktadır. Hızlı ve etkili bir planlama algoritması hesaba katılarak, istenen sayıda gün ve süre boyunca kişisel yolculuk için anında bir öneri sunmaktadır. Öz ve Baykoç (2013), çalışmalarında ise tedarikçi seçiminde uzman sistem kullanımını ve bunun yararlarını açıklamışlardır. Korukoğlu, Ballı ve Korukoğlu (2016), çalışmalarında emeklilik fonlarının performans değerlemesi için bulanık uzman sistem geliştirmişlerdir. Ünal ve Şahin (2017), spam filtreleme yazılımlarını incelemişlerdir. Çalışmalarından spam ve normal e-posta olarak 4601 adet e-posta veri kümesi üzerinde inceleme yapmışlar, metinlerdeki nitelikleri belirlemişlerdir. Geliştirdikleri uzman sistemin bu nitelikler ve IP adreslerinden bakarak e-postaların spam olup olmadığına karar verdiğini açıklamışlardır. Önderoğlu (2018), mevcutta el ile yapılan, müşterilere dağıtım için rota belirleme probleminin uzman sistem yaklaşımı ile gerçekleştirilmesine yönelik bir çalışma yapmıştır. Çalışmada işletmenin belirleyeceği öncelikler ile ekipler için en uygun rotanın belirlenmesini hedeflemiştir.

### 3. UZMAN SİSTEM

#### 3.1. Kural Tabanlı Uzman Sistem

Uzman sistemler bugün çok farklı alanlarda kullanılmaktadır. Bunlardan bazıları tıp alanında özellikle doktorların yetersiz olduğu durumlarda doktordan alınan bilgiler ile teşhis koyma, cihazlar veya makinalardan gelen verilerin yorumlanması, sistemde yer alan hataların nedenlerinin tanımlanması gibi sıralanabilir. Uzman sistemlerin en büyük sorunu, uzmanın bilgisinin ne derece sisteme aktarılabilirdir. Ayrıca, insan gibi akıl yürütme durumları sınırlıdır ve insan gibi öğrenme becerisi yoktur. Bu gibi kısıtlardan dolayı uzman sistemlerin kullanım alanları daralmaktadır. Bu kısıtları ortadan kaldırabilmek için uzman sistemlerin kurulması esnasında uzmandan bilginin her ayrıntısına kadar alınıp sisteme aktarılması gerekmektedir. Uzman sistem oluşturma ve kullanılması aşamasında dört farklı grupta insan sistem içerisinde yer almaktadır. Bunlar;

1) Uzman: Sistemin temelini oluşturan, çalışma alanında en çok bilgi ve deneyime sahip olan kişidir. Bilgisini, çok iyi bir şekilde sisteme aktaracak olan bilgi mühendisine aktarması gerekmektedir. Uzmanlık alanı ile ilgili tüm ayrıntı ve detayları ve bunların birbiri ile etkileşimi ve bağlantılarını aktarması, sistemin etkin ve etkili bir şekilde kurulabilmesi için çok önemlidir.

2) Bilgi Mühendisi: Uzmandan bilgiyi alıp işleyen ve uzman sistemi tasarlayan analist kişidir. Bilgi mühendisi diye tabir ettiğimiz bu kişi, uzmanı farklı metotlar ile yönlendiren ve bilginin uzmandan ortaya çıkmasını sağlayan kişidir. Uzman bu sistemin temeli ise bilgi mühendisi de bir o kadar önemlidir. Yanlış bir kurgu hem zaman kaybı hem de sistemin güvenilirliğini zedeleyecektir.

3) Kullanıcı: Uzman sistemi kullanan kişidir. Uzman sistemin çalıştığı yere göre bu bir işletmede çalışan ya da herhangi bir vatandaş olabilir.

4) Diğer Kişiler: Uzman sistemin geliştirilmesi ve kullanımını esnasında dahil olan kişilerdir.

Bilginin, bu tür sistemlerde çok önemli olmasından dolayı, uzman kişilerde deneyim ile elde edilmiş, tanımlanabilir ve diğer kişiler tarafından da kabul edilir özelliklere sahip olması gerekmektedir. Uzman sistemlerde bilginin ve kuralların muhakeme edilmesi iki farklı yöntem ile gerçekleştirilir. Çıkarım yöntemleri olarak adlandırılan bu yöntemler, ileriye doğru (veri tabanlı) ve geriye doğru (hedef tabanlı) şeklinde sınıflandırılmaktadır.

İleriye doğru: Bu yöntemde muhakeme ünitesi en baştan başlayarak sonuca ulaşmaktadır. Bu türde "eğer" en baştan başlamayı, "sonra" kısmı ise sonucu ifade etmektedir. Bu yöntem tümevarım mantığı ile çalışmaktadır. Burada "eğer" kısmında tüm şart/lar sağlanıp sağlanmadığına bakılır, "sonra" kısmında ise bu şartlara göre sonuç belirtilir. "Eğer" kısmı veri tabanından eşleşir ve sonuca eklenir. Burada her bir kural bir kez ateşlenir ve ateşlenecek kural kalmayınca sona ulaşılır.

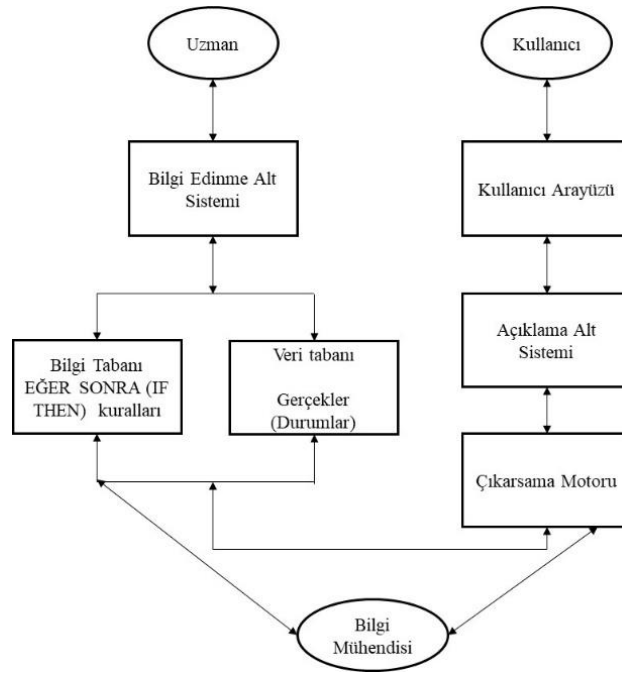
Geriye doğru: Bu yöntemde tümdengelim uygulanır. Sistem öncelikle sonuçtaki "sonra" kısmından başlar ve şartlardaki "eğer" tüm hususları işleyerek çözüme ulaşılır. "Sonra" kısmı hedefle eşleştirilir ve eğer kısmı da veri ile eşleşirse sona ulaşılır.

Hem ileriye doğru hem de geriye doğru muhakeme karışımı kullanılabilir. Bunun yanında uzman, tüm bilgileri toplayıp ondan bir sonuç çıkarımı yapıyorsa ileriye doğru, eğer uzman sonuçtan onu ispatlamak için gerçekleri bulmaya çalışıyorsa geriye doğru muhakeme daha uygun bir yöntemdir.

Kuralların ateşlenmesinde çakışma söz konusu olması durumunda en yüksek öncelikli kural veya ilk uygun kural, rastgele içlerinden bir tanesi, spesifik bir kural, en son kullanılan veya en uygun olan kural ateşlenir. Bundan dolayı kuralların sıralaması, ağırlıklandırılması ve ne zaman ve kaç kez kullanıldıkları önemlidir.

Grosan ve Abraham (2011), kural tabanlı uzman sistemlerinin üç elemanı olduğunu söylemişlerdir. Bunlar: 1) Gerçek/Durum (facts): Bu gerçekler aslında iddialardır ve sistemin başlangıç durumu ile ilgili herhangi bir şey olmalıdır. 2) Kurallar (rules): Bu, içinde yapılması gereken tüm işlemleri içerir. Bir sorunun kapsamı, onaylama kümesinde nasıl davranılacağını belirtir. Bir kural "eğer" bölümündeki gerçekler, "sonra" bölümündeki bazı eylemlere yöneliktir. Sistem, yalnızca alakalı kurallar içermeli ve alakasız kurallardan kaçınılmalıdır. Çünkü sistemdeki kuralların sayısı performansını etkileyecektir. 3) Sonlandırma (termination): Bir fesih kriteridir. Bu, bir çözümün bulunduğu ya da hiç olmadığı durumda sonlandırılmasıdır. Eğer sonlandırma olmaz ise bazı durumlarda sistem sonsuz döngüye girebilir. Bunların yanında kuralların fonksiyonel, yapısal veya davranış bazlı sınıflandırılabileceğini de ifade etmişlerdir.

Şekil 1: Kural Tabanlı Uzman Sistem Yapısı



**Kaynak:** Grosan ve Abraham (2011)

Şekil 1’de görüleceği üzere kural tabanlı uzman sistemin çalışma biçiminde öncelikle kural tabanında tüm kurallar saklanır. Sistem tüm kuralların içinden çatışma çözme stratejisine en uygun olanını çalıştırır. Sonrasında aksiyon olarak sonra kuralı çalışır. Bu şekilde çalışma herhangi bir kural seti çalıştıramayacak duruma gelince sonlandırma kriteri çalışmayı durdurur. Bunun yanında bu sonuca nasıl varıldığını açıklama kısmında açıklar. Açıklama olarak farklı türler kullanılabilir. Bunlar; tümevarımsal muhakeme, tündengelim, kaçırma mantığı, analogik akıl yürütme, sağduyulu akıl yürütme, monotonik olmayan akıl yürütme şeklindedir. Şekil 1’de yer alan kavramlar aşağıda tanımlanmıştır.

**Bilgi Tabanı:** Konu ile ilgili alan bilgisinin "eğer", "sonra" kuralları şeklinde tutulduğu yerdir.

**Veri Tabanı:** Kuralların "eğer" bölümlerine karşılık gelen gerçeklerdir.

**Çıkarılma Motoru:** Kullanıcı tarafından talep edilen bilgileri çıkarmak için bilgi tabanını manipüle eden tüm süreçlerden oluşur. Bir çözüm elde etmek için uzman sistemin gerektirdiği mantığı taşır.

**Açıklama Alt Sistemi:** Kullanıcıya sistem tarafından gerçekleştirilen muhakemenin yapısını analiz eder ve açıklar. Bir sonuca varılma şekli veya kullanılan gerçekler hakkında açıklamada bulunur.

**Kullanıcı Ara Yüzü:** Kullanıcı ile uzman sistem arasındaki iletişimi sağlayan birimdir.

**Bilgi Edinme Alt Sistemi:** Olası tutarsızlıklar ve eksik bilgi için bilgi tabanını kontrol eder ve günceller.

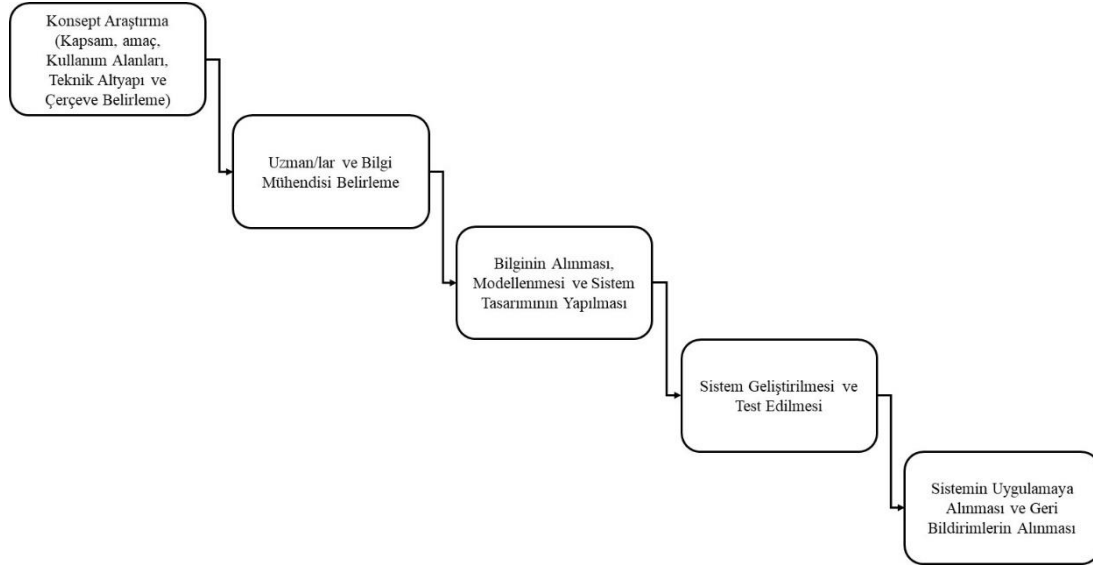
Uzman sistemleri geliştirmek amacı ile kabuk uygulamalar kullanılabilir. Bunun yanında farklı (Lisp ve Prolog gibi) yazılım geliştirme dilleri kullanılabilir.

### 3.1. Kural Tabanlı Uzman Sistem Geliştirme Aşamaları

Bilgi sistemi geliştirme aşamaları, şelale veya çevik yöntemler gibi farklı şekilde uygulansa bile ana hatları ile konsept araştırma, sistem analizi ve tasarımı, geliştirme ve test ile uygulama safhalarından oluşmaktadır. Bu yöntemlerde projenin bütünü ile yazılım geliştirme aşamalarının

alınış şekilleri farklılık arz etmektedir. Bu açıdan bakıldığında kural tabanlı uzman sistem geliştirme aşamalarında bilgi sistemi geliştirme aşamaları ile benzerlik arz etmektedir. Ancak, arada bazı farklılıklar yer almaktadır. Şekil 2’de kural tabanlı uzman sistem geliştirme aşamaları yer almaktadır. Şekil 2’de yer alan gösterim şelale yöntemi gibi gösterilse bile bu aşamalar çevik yöntemlerde de yaşanarak sistem uygulamaya alınmaktadır.

**Şekil 2:** Kural Tabanlı Uzman Sistem Geliştirme Aşamaları



Konsept araştırma diye tanımlanan ilk aşamada geliştirilecek olan uzman sistem ile ilgili olarak kapsamın, amacın, kullanım alanlarının, kullanılacak olan teknik altyapının ve sistemin çerçevesinin belirlenmesi gerekmektedir. Bunlar belirlendikten sonraki aşamada özellikle uzman sistemler için çok önemli bir aşama olan uzman veya uzmanların belirlenmesi aşaması gelmektedir. Bu aşamada özellikle uzman ile aynı dili konuşabilecek ve sistemi modelleyecek olan bilgi mühendisi de belirlenmektedir. Bilginin alınması, modellenmesi ve sistem tasarımının yapılması önceki aşamalarda ortaya konulan kapsam ve kişiler tarafından sistemin tasarımı çıkarılır ve bu aşamada ortaya konulan model bir sonraki aşamada geliştirilir ve test edilir. Geliştirme ve test aşaması sonrasında kural tabanlı uzman sistem başarılı ise uygulamaya alınır ve uygulamadan elde edilen geri bildirimler ile güncellenir veya var ise hataları giderilir.

Çoğu kural tabanlı uzman sistem küçük farklılıklar ile bu aşamalardan geçerek geliştirilir. Çalışmanın uygulama kısmında projenin başarısı için bu aşamalar dikkate alınarak kural tabanlı uzman sistem geliştirirken dikkate alınması gerekli olan kritik başarı faktörleri ele alınmıştır.

#### 4. UYGULAMA VE BAŞARI FAKTÖRLERİ

Uzman sistem geliştirme proje aşamaları olarak aşağıda yer alan aşamalar izlenmelidir. Her bir aşamada örnek proje kapsamında nelerin yapıldığı ve başarı faktörleri açısından bu konuda nelere dikkat edilmesi gerektiği açıklanmıştır.

##### 4.1. Projenin Kapsamının, Amacının, Kullanım Alanlarının, Teknik Altyapısının ve Çerçevesinin Belirlenmesi

Uzman sistem geliştirme projesi kapsamında ele alınacak olan konunun ve kapsamın net bir şekilde belirlenmesi aşamasıdır. Bu aşamada özellikle ne tür bir uygulama geliştirilecek ve amacı nedir belirlenmelidir. Bu kapsam, tıp alanında bir hasta şikayetlerinin nedenlerinin tahmini, servis



hizmeti veren bir işletmede cihazlardan gelen hata veya arıza durumlarına göre bakım hizmeti sunulması için bakım önerilerinin yapılması, kredi için başvuran bir kişiye kredi verilip verilmeyeceğinin değerlendirilmesi veya bir ürünün pazar araştırmasının yapılması gibi çok farklı nedenler olabilir.

Örneğin, uygulama olarak servis işletmesinden cihazlardan gelen arızaların yönetimi için bir uygulama geliştirilmesi durumunda bu uygulama hem sorun alınması hem de daha sonra sorun teşhisi için kullanılabilir olması gerekmektedir. Kişinin sorunu işletmenin web sayfasından girmesi durumunda, ilgili sistemin hatayı bildirene soracağı sorular ile problemi doğru ustaya yönlendirmesi; diğeri ise, sorun yaşayan müşterinin işletmeyi telefon ile araması durumunda, müşteriye cevaplayan servis sorumlusunun sorunu müşteriden aldığı bilgiler ve sistem ile doğru ustaya yönlendirmesinin sağlanmasıdır. Sorun çözümü esnasında öncelikle işe yeni başlayan personelin eğitiminde kullanılabilir. Bir diğer kullanım amacı ise, arıza ve bakım işlemleri için cihaz başına gidildiği durumda karşılaşılan sorunlara çözüm bulmak amacı ile de kullanılabilir.

Böyle bir sistemin geliştirilme nedenleri şu şekilde sıralanabilir. Arıza bilgileri çok farklı ortamlardan ulaşmakta ve bazı durumlarda doğru bilginin alınması, doğru teşhisin konulması ve doğru ustanın yönlendirilmesi sorunları olabilmektedir. Bunlar da işletmeye zaman ve para kaybı olarak yansiyabilmektedir.

### **Başarı faktörleri:**

Bu kapsamda uygulamanın yapılacağı alanın seçimi çok önemlidir. Bu uygulama için uzman sistem geliştirilip geliştirilmeyeceği incelenmelidir. Bunun bir ön analizi yapılmalıdır. Bu alanda uygulanmış olan diğer çalışmalar incelenmelidir ve ilgili uygulamalardan alınan dersler bir kenara yazılmalıdır. Uygulamanın bu alanda geliştirilmesi durumunda elde dilecek olan kazanç durumu da değerlendirilmelidir. Eğer böyle bir uygulama yapılmasaydı ne kaybedilirdi, böyle bir uygulama bize ne kazandıracak analizi çok önemlidir. Kazancının veya kullanım alanının düşük olduğu bir uygulamayı geliştirmek hem işletme çalışanlarını hem de ileride uygulamaya alındığında işletme sahiplerini olumsuz yönde etkileyebilecektir.

Bunun yanında teknoloji seçimi de büyük önem arz etmektedir. Hem geliştiriciler açısından hem de ileride kullanımı ve idamesi kolay bir altyapının seçimi önemlidir. Bazı durumlarda sorun uzman sistem ile değil mevcut bilgi sistemi ile çözülebilecek durumunun da bu aşamada sorunun iyi bir şekilde analiz edilmesi gerekmektedir. Yanlış teknolojiye yatırım yapmak, ileride uzman sistemin kazancından daha çok maliyete neden olur. Böyle bir durumda sisteme olan bakış ve destek zayıflayacağı için sistem çok kısa bir sürede kullanılamaz duruma düşebilecektir. Ayrıca teknolojik altyapı, kullanımı kolay bir şekilde kullanıcının önüne sunulabilecek bir yapıda belirlenmelidir. Kullanımı zor olan bir çözüm tabii ki ileride kullanıcılar tarafından sistemin az kullanımı veya hiç kullanılmama durumuna bizi sürükleyebilecektir. Bunların yaşanmaması için bu konularda uzman birilerinden destek alınmalı veya uzman birileri ile proje gerçekleştirilmelidir.

Bu aşamada özellikle yönetimin, proje ile ilgili stratejileri net olarak ortaya koyması ve sistem kapsamının belirlenmesinde öncü rol oynaması önemlidir. Bunun yanında sistemi kullanacak olan kullanıcıların da bu aşamada sistemden beklentilerini ve son kullanıcı olarak gereksinimlerini net bir şekilde ortaya koymaları gerekmektedir. Ayrıca, bilgi mühendisinin de bu işin teknik olarak yapılabilirliğini ortaya koyması önemlidir. Son olarak, uzman veya uzmanlara, böyle bir sistem ile ilgili olarak bilgilerinin sisteme dökülmesi durumunda nasıl bir etki olacağı ve bunun kendilerinin olmadığı durumda nasıl fayda sunacağı ve katkısının açıklanması önem arz etmektedir.

Proje kapsamında yapılacak olan uzman sistemin klasik yazılım geliştirme çalışmaları ile ele alınması durumunda başarı getirmeyeceğine emin olunması ve ondan sonra uzman sistem geliştirme çalışmasına başlanması önem arz etmektedir.

Diğer sistem geliştirme projelerinde olduğu gibi uzman sistem geliştirme projelerinde de yönetim desteğinin projenin arkasına alınması büyük önem arz etmektedir. Bu destek alınmaması durumunda en ufak bir kötü gidişte projenin bırakılması veya projenin eksik bir şekilde tamamlanması söz konusu olabilecektir.

Projenin kapsamının belirlenmesi aşamasında özellikle uzmanların ve bazen de son kullanıcıların geliştirilecek olan uzman sistemin kendilerinin yerlerini alacağını düşünmeleri, projeye verecekleri desteği olumsuz yönde etkileyebilecektir. Bunun önüne geçilmesi için sistemin ne amaçla geliştirildiği çok net bir şekilde ifade edilmeli ve kendilerinin bu sistem geliştirilmesi sonrasında herhangi bir şekilde zarar görmeyecekleri kendilerine açıklanmalıdır.

Projenin kapsamının belirlenmesi aşamasında bütçe veya uzman bulamama gibi farklı nedenler ile ilk baştaki tüm kapsam ele alınamıyor ise bu aşamada nereden başlanacağı çok iyi bir şekilde irdelenmelidir. Özellikle ilk aşamada ses getirecek kısımlardan başlamak, bazı durumlarda ilerleyen aşamalarda başarının görülmesinden sonra bütçe ve destek bulma açısından önemlidir. Projede ortaya koyulan veya koyulacak olan çabanın, ilerleyen aşamada ne kadar bir kazanç sağlayacağı ile ilgili olarak bir çalışma yapılması da projenin başarı şansını arttıracaktır. Bu sayede hem bütçe hem de destek bulmak açısından faydalar elde edilebilecektir.

#### **4.2. Proje Kapsamındaki Bilgi Alınacak Uzman veya Uzmanlar ile Bilgi Mühendisinin Belirlenmesi**

Yukarıda verilen arıza teşhis ve çözüm önerisi uzman sistemi örneğinde uzman olarak çok uzun yıllar bu konuda çalışmış, ilgili ekipman konusunda bilgi ve deneyim sahibi bir veya iki personel ile çalışmalar sürdürülebilir. Her uzmana çalışmaya başlamadan önce ne yapılacağı ve bu çalışmada uzmanların rollerinin ne olacağı, nereye varılmak istendiği ve proje geliştirme süreci ile ilgili kısa bir eğitimin de verilmesi gerekir.

Bilgi mühendisi olarak bu konuda pratik çalışmalar yapmış ve uygulamış bir veya iki kişi yer alabilir.

##### **Başarı Faktörleri:**

Alan uzmanı seçimi esnasında çok dikkatli olunmasında fayda vardır. Herkes alan uzmanı olamayabilir. Çünkü alan uzmanının bilgisini, muhakemesini ve deneyimini yeni geliştirilecek olan uzman sisteme yansıtması gerekmektedir. Özellikle alan uzmanı olabilmek için belirli kriterlerin belirlenmesinde fayda vardır. Alan uzmanı, hakikaten alanının uzmanı olmalı ve bunu özellikle kanıtlamış olmalıdır. Bununla ilgili olarak alanında diğer personele liderlik yapan, konusunu derinlemesine bilen bir kişi olmalıdır. Bunun yanında alan uzmanının karakteristiği de çok önemlidir. Özellikle bu konudaki bilgisini ve tecrübesini aktaracağı için bu bilgiyi kendisinden süzecek olan ilgili bilgi mühendisi ile çok iyi iletişimde olmasında fayda vardır. Bu konuda karar verme becerisi de çok önemlidir. Kararsız kalma durumları irdelenmeli, bunun nedeni incelenmelidir. İletişimi kuvvetli ve uyum içinde çalışan bir karakterde olması önemlidir. Ayrıca bu kişinin üzerinde çok iş olması ve bu sistemin geliştirilmesine zaman ayıramaması da bir sorun oluşturacaktır. Alan uzmanı, sistem geliştirmeyi kendi işi olarak görmeli ve burada harcadığı zamanı kayıp zaman olarak değil tamamen mevcut işini yapmakta olduğu gibi bir hissiyat içinde olması da projenin başarısını arttıracaktır.

Bunların yanında uzmanların tek kişi veya birden fazla kişiden oluşması, projenin durumuna göre karar verilmesi gereken bir durumdur. Eğer bir uzman yeterince zaman ayıramıyor ise ilgili uzman yanında diğer bir uzman veya uzmanlar projeye dahil edilebilir. Eğer tek bir uzmanın bakış açısı ve yukarıda ifade edilen karakteristik özellikleri uzman sistem geliştirmeye yeterli değil ise, uzmanın verdiği bilgilerde tutarsızlıklar saptanırsa veya uzman ilgili alanın sadece belirli kısımlarında uzmanlaşmış ve diğer kısımları bilmiyor ise başka uzmanların da projeye dahil

edilmesinde fayda vardır. Birden fazla uzmanın projeye dahil edilmesi durumunda ise çalışılan konu ile ilgili olarak tüm alanların işin içine dahil olduğundan daha emin olunur. Elde edilen uzmanlık bilgileri diğerleri tarafından da doğrulanacağı için daha kaliteli bir uzmanlık bilgi bankası oluşmuş olur. Ayrıca, uzmanların uyumsuzluk durumunda birbirleri ile tartışmaları ve en uygun çözüme gidilmesi de sistemin kalitesine katkı sağlayacaktır. Bazı durumlarda birden fazla uzmanın projenin içinde olması sinerji etkisi oluşturacak, projenin ve geliştirilen uzman sistemin başarı şansını arttıracaktır.

Uzman sistem alanında uzman bulunabileceğinden emin olunması gerekmektedir. Bazı durumlarda yeni bir alan olması nedeni ile uzman bulmakta sorunlar yaşanabilmektedir. Ancak zaten alanın yeni olması nedeni ile uzman eksikliğinden dolayı uzman sistem geliştirileceğinden bu konuda en bilgili uzmana ulaşmak önem arz etmektedir.

Alan uzmanının alanında iyi bilinen ve bu konuda kendini ispatlamış kişiler arasından seçilmesi projenin başarısı açısından önem arz etmektedir. Çünkü bu sayede alan uzmanının ortaya koyduğu kurallar ve sonuçta ortaya çıkan uzman sistem herkes tarafından kolayca kabullenilecek ve sistemin kullanım şansı artarak projenin başarısı da artacaktır.

Uzmanın sağlayacağı bilginin çok büyük değişkenlik arz etmemesi gerekmektedir. Eğer uzman bilgisini verdikten sonraki görüşmede veya bir şekilde başka bir zamanda bunu değiştiriyor ise sistemin mimarı olan bilgi mühendisinin işi zorlaşacak, projenin zamanında bitirilme şansı azalacak ve sonunda oluşacak olan sistemin güvenilirliği azalabilecektir. Bunun için uzman veya uzmanlar bilgi aktarımı sırasında bilgi mühendisi tarafından uyarılmalıdır. Ayrıca farklı yöntemler kullanılarak uzmandan ilk seferde doğru bilginin alınabilmesi için bilgi mühendisi tarafından çalışma yapılmalıdır.

Bilgi mühendisi ve alanda çalışacak kişilerin seçimi ile uzman veya uzman grubundan bilginin nasıl alınacağı konusunda bilgi ve tecrübe sahibi olmak önemlidir. Bilgi, bir noktaya kadar kişinin üzerinde etki etmektedir. Asıl olan bu bilgiyi uygulamaya dökülmektir. İşte bu da kişinin bu konudaki deneyimi ve karakteristiği ile ilgilidir. Dolayısı ile herkes bu işi tam hakkı ile yapamayabilir. Bilgiyi aldıktan sonra bunu modelleme ve uzman sistemin çalışabileceği yapıya döndürebilmekte ayrı bir beceri gerektirmektedir. Özellikle bu kişilerin iletişim becerilerinin de çok yüksek olması gerekmektedir.

### **4.3. Bilginin Alınması, Modellenmesi ve Sistem Tasarımının Yapılması**

Arıza teşhis ve çözüm önerisi uzman sistemi örneğinden ilerleyecek olursak, öncelikle sorunun net olarak hangi ekipmandan kaynaklandığını anlamak amacı ile o kısımdaki sorunlar ve bu sorunlarda nasıl ilerleniyor şeklinde bir çalışma yapılmasında fayda vardır.

Ardından sorun net olarak belirli bir gruba ve ekipmana indirildiğinde, o gruptaki detay olarak sorunlar ve bunların çözümü üzerinde durulabilir. Ayrıca iki uzmanın olması durumunda, bu süreçteki bir uzmanın verdiği bilgiler diğer uzman tarafından da doğrulanarak en uygun ve doğru sonuca ulaşılması sağlanabilir.

Bu kapsamda her bir sorunda sorunun netleştirilmesi, tanı kısmı ve ardından bu tanıya göre olası teşhisler ve son olarak da bu tanıya uygun çözümler ve tedavi durumları modellenmelidir. Her bir teşhis ve tedaviye yüzde olasılıkları da eklenerek, farklı bir yardımcı kısım da modele eklenebilir.

#### **Başarı Faktörleri:**

Uzmanlar ile çalışma esnasında bazı durumlarda birden fazla uzman ile çalışılması durumunda bilginin alınmasında sıkıntılar yaşanabilmektedir. Özellikle her uzmanın bilgisinin, tek bir çözüme doğru birleştirilmesine bu aşamada çok dikkat edilmesi gerekmektedir. Bazı durumlarda bilgi

çıkarma ve bunları modelleme tekniklerinden yararlanmakta fayda vardır. Bilgi sistemi iş analizi teknikleri bu aşamada çok büyük faydalar sağlayacaktır.

Bilginin alınması aşamasında farklı teknikler kullanılabilir. Bunların en başında uzman veya uzmanlar ile yüz yüze toplantılar yapılması gelmektedir. Bazen uzmandan yüz yüze bilgi alınmasının zor olması durumunda teknolojik çözümlerin devreye sokulup uzaktan toplantı yapılarak çalışmalar sürdürülebilir. Bu toplantılar esnasında da farklı teknikler kullanılabilir. Uzmanı gözlemlemek diğer bir yöntemdir. Uzman bazı durumlarda kendisinin gözlemlenmesinden rahatsız olabilir ve yapması gereken işlemleri atlayabilir veya yanlış yapabilir. Bu aşamada uzmana bu durumu hissettirmeden yapmak en büyük faydayı sağlayacaktır. Uzmana bir problem vererek çözmesini istemek veya uzmandan alanı ile ilgili bilgileri önceden hazırlanmış bir formatta ve içerikte yazmasını istemek de başka bir yöntem olabilmektedir. Uzman ile karşılıklı görüşme en çok kullanılan tekniktir. Ancak bu görüşme için önceden hazırlıklı olunması her iki taraf için de önemlidir. Bu görüşme esnasında uzman sıkılmamalı, normal yaşantısında yaptığı gibi davranabilmeli ve bilgisini aktarabilmelidir. Bilgi mühendisi, soruları ile veya başka bir şekilde uzmanın konu dışına çıkması durumunda onu yönlendirecek tekniklere sahip olmalıdır. Birden fazla veya tek uzman olsa bile beyin fırtınası yöntemi de bilginin alınması esnasında kullanılabilir. Ancak bu durumda konunun veya beyin fırtınası sürecinin çok iyi bir şekilde organize edilmesi başarı için kaçınılmazdır. Bunun yanında grup halinde çalışmada ana hatları ile öncelikle problemin tanımlanması, çözümün bulunması ve sonucun netleştirilmesi gibi teknikler kullanılabilir. Ayrıca delfi tekniği olarak bilinen yöntem de kullanılabilir. Kararsız kalınan durumlarda veya birden fazla çözümün olması durumunda oylama tekniği en büyük yardımcı teknik olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bu aşamada ortaya konulan modelin bazı kriterler doğrultusunda incelenmesinde fayda vardır. Bunlardan modelin tamlığı, doğruluğu, kuralların ve içeriğin uyumu, kullanılabilirlik ve yeterlilik açıları büyük önem arz etmektedir. Bunların yanında farklı açılardan da doğrulama yapılabilir.

#### 4.4. Sistemin Geliştirilmesi ve Test Edilmesi

Örneğimizde yer alan arıza teşhis ve çözüm önerisi uzman sisteminin, öncelikle belirlenen kapsam içinde geliştirilme çalışması yapılmalıdır. Ardından hem uzmanlar ile hem de işletme içinde sistemi kullanması düşünülen kişiler ile sistemin test edilmesi ve görüşlerinin alınarak, sistemin başlangıçta ortaya konulan amaca uygun şekilde geliştirilip geliştirilmediği değerlendirilmelidir. Ayrıca sistemin içinde yer alan verilerin sınanması da yapılmalıdır. Bir kişi sistemin yönlendirmesi ile bir kişi de sistemin yönlendirmesi dışında bir yaklaşım ile sorunu çözmeye çalışmalı ve sonuçlar karşılaştırılmalıdır. Bazı durumlarda geriye doğru sistemde ve bilgi bankasında güncelleme ve düzeltmelerin yapılması gerekmektedir.

##### **Başarı Faktörleri:**

Sitemin geliştirilmesi aşamasında bu konuda uzman olan yazılım dilleri kullanılabileceği gibi hazır olarak ortaya konulan kabuk uygulamalar da kullanılabilir. Her iki yönteminde avantaj ve dezavantajları vardır. Hızlı bir uygulama geliştirmek açısından kabuk uygulamalar daha fazla zaman kazandırır. Ayrıca kabuk uygulamalar tüm uzman sistem geliştirme ihtiyaçlarını içinde barındırdıkları için başka tür yazılımlara ihtiyaç bulunmamaktadır.

Bu aşamada ilk safhada ortaya konulan teknoloji çözümü ile sistemin geliştirilme çalışması yapılmaktadır. Ancak sistem geliştirildikten sonraki aşama olan test aşaması büyük önem arz etmektedir. Sistemi uygulamaya almadan önce bu aşamada gerçek senaryolar eşliğinde test etmek ve her durumu kapsayacak şekilde test senaryoları hazırlamak önemlidir. Bazı durumlarda sistemi şaşırtmak amacı ile farklı durumların da bu senaryoların içine dahil edilmesi gerekebilmektedir. Bu gibi durumlarda önceden sistemin nasıl hareket ettiğini bilmek uygulama öncesi geliştiricilere büyük fayda sağlayacaktır. Tüm sistemin geliştirilmesinden önce bu aşamada belki de sistemin

prototiplemesinin yapılması ve sistemin başarı veya başarısızlık durumları hakkında fikir elde edilebilmesi için önemli olabilir. Ayrıca adım adım ilerleyerek her bir adımın başarısı sırandıktan sonra diğer adıma geçilmesi de başarılı bir sistem geliştirme açısından önemlidir. Bu aşamada ortaya çıkan sonuçlar geliştirici ve bilgi mühendisinin çok işine yarayacaktır. Çünkü sistemde eksik kalan hususlar, bu aşamada ortaya çıkabilmekte ve onların uygulamaya alınmadan önce tamamlanması için zaman kazanılmış olmaktadır. Eğer ortaya konulan kurallar tam olarak doğru değil ise geriye dönüp kural tabanında gerekli değişikliklerin yapılması gerekmektedir.

Bunun yanında kural seti ve kurgunun tam ve uyumlu olması, sistemin başarısı için önem arz etmektedir. Eksik ve uyumsuz bir şekilde tanımlanmış olan kurgu mantığı ve kural seti, sistem devreye alındığında sorun çıkaracak ve sık sık geriye doğru düzeltmeler yapmak zorunda kalınabilecektir. Bunun için bu evrede bunların kontrol ve test edilmesi önemlidir.

Buradaki diğer bir başarı faktörü ise sistemin ortaya koyduğu sonuca nasıl ulaştığının açıklamasının çok iyi bir şekilde irdelenmesi gerekmektedir. Eğer bu kısımda bir yanlışlık var ise sisteme müdahale edilmeli ve gerekli düzeltmeler yapılmalıdır.

#### 4.5. Sistemin Uygulamaya Alınması ve Geri Bildirimlerin Düzenlenmesi

Sistem tam olarak test edildikten sonraki aşamada herhangi bir sorun yok ise uygulamaya alınabilir. Bu aşamadan sonra artık sistemin izlenmesi gerekmektedir. Bu izleme esnasında bazı aralıklar ile sistemin sonuçları kontrol edilmeli ve gelen bir soruna doğru çözüm üretip üretmediği irdelenmelidir. Bunun yanında ortaya çıkan yeni durumlarda sistem güncellemeleri yapılmalı ve sistem yeni kurallar ile zenginleştirilmelidir. Bunların yapılmaması durumunda sistem güncel durumdan geri kalmış olacak ve ilerleyen zamanda kullanılamaz duruma düşebilecektir.

##### **Başarı Faktörleri:**

Sistem, uygulamaya alındıktan sonraki aşamada bazı durumlarda tam olarak istenen sonuca ulaşmayabilir veya sorunlara yüzde yüz çözüm üretmeyebilir. Bu durumda, sistemin ilk evrelerinde büyük hayal kırıklıkları oluşur ve sistemin kullanımına devam edilmesi sorunlara sebep olacaktır. Sonuçta sistem hemen bırakılıp eski usule devam edilirse sistemin ve dolayısı ile projenin başarısı oluşmayacaktır. Bunun için ilk zamanlarda sistem kendini ispatlayana kadar daha dikkatli olunmalı ve ekstra çaba sarf edilmelidir.

## 5. SONUÇ

İnsanın beyni tam olarak çözümlenmiş değildir ve bazı durumlarda farklı bir algıdan dolayı farklı kararlar alabilmektedir. Uzman sistem, geliştirme aşamasında bilgiyi uzman olan insandan alır ve sonrasında bu bilgiyi ihtiyacı olan başka bir insanın hizmetine sunar. Uzman sistemler daha çok kural tabanlı oldukları için kendisine verilen bilgi ve çizilen sınırlar içinde insanın kararlarına yakın kararlar alabilmektedir. Ancak yeni bir durumda veya muhakeme edilme durumunda sorunlar yaşayabilmektedir. Dolayısı ile uzman sistemlerin geliştirmeye açık alanları vardır. Uzman sistemlerin daha başarılı bir şekilde geliştirilmesine yardımcı olması açısından bu çalışmadaki başarı faktörlerinin çok iyi özümsemesi önemlidir.

Çalışmanın özellikle beş adımda açıklanmış olan uzman sistem geliştirme aşamaları baz alınarak ele alınmış olması uygulayıcılara hangi aşamada hangi kritere dikkat etmeleri açısından önem arz etmektedir. Projenin kapsamının, amacının, kullanım alanlarının, teknik altyapısının ve çerçevesinin belirlenmesi aşamasında yanlış alınacak bir karar ileride daha yüksek bir maliyet ile telafi edilmesine neden olacaktır. Onun için bu aşamada dikkatli olunması gerekmektedir. Proje kapsamındaki bilgi alınacak uzman veya uzmanlar ile bilgi mühendisinin belirlenmesinin önemi ise bilginin kaynağının ve onu inşa edecek olan kişilerin yanlış seçilmesi oluşturulacak olan uzman

sistemin tam ve doğru kararlar almasında sorunlara neden olabilecektir. Bilginin alınması, modellenmesi ve sistem tasarımının yapılması aşaması sonucunda uzman sistemin temelini belirlemesi nedeni ile bu aşamadan sonra yapılanlar bu temelin üzerine inşa edilecektir. Dolayısı ile sistemin temelini bu aşamada sağlam bir şekilde atılması önemlidir. Sistemin geliştirilmesi ve test edilmesi aşamasının önemi ise sistemin doğru bir şekilde inşa edilmesi ve inşa edilen sistemin kullanım esnasında nasıl davranacağını test edilmesidir. Sistemin uygulamaya alınması ve geri bildirimlerin düzenlenmesi aşamasındaki geri bildirimler çok önemlidir. Bu aşamadaki geri bildirimler ile geliştiriciler tarafından sistem modifiye edilerek yeni durumlar karşısında daha doğru karar verebilmesi sağlanacaktır. İş hayatında, finans, turizm, sağlık, üretim sektöründe ve bunların dışında birçok alanda uzman sistem kullanılmaktadır. Hangi sektörde olursa olsun karar alma esnasında uzmanın görüşüne dayanan yeni geliştirilecek uzman sistemler veya mevcut geliştirilmiş uzman sistemlerin bakımları ve işletmeleri esnasında da bu faktörlerden yararlanılabilir.

Bu çalışma kapsamında yer alan başarı faktörlerinin ilerleyen aşamalarda farklı versiyonları geliştirilebilir veya başarı faktörleri gibi ters bakış açısı ile başarısızlık durumları da incelenebilir. Uzman sistemlerden bir sonraki aşama kendi kendine öğrenebilen yapay zeka ve altında yatan farklı yaklaşımlara bakılarak uzman sistemler başka bir boyuta taşınabilir. Uzman sistemlerin her problemi çözebilen bir sistem olarak geliştirmesi, gelecekte uzman sistemlerden beklentiye ortaya koymaktadır. Uzman sistem geliştirme aşamalarında, bu çalışma kapsamında yer alan başarı faktörlerinin hem araştırmacılar hem de uygulayıcılar için bir yol gösterici olması beklenmektedir. Sonuçta bu başarı faktörlerinin uygulanması, uzman sistemin geliştirilmesi ve sonrasında işletimi esnasındaki başarı şansını arttırabilecektir.

## KAYNAKÇA

- Abu Naser, S. S. Ve Ola, A. A. (2008). An Expert System For Diagnosing Eye Diseases Using Clips. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 4 (10), 923-930.
- Akgöbek, Ö. ve Çakır, F. (2009). Veri Madenciliğinde Bir Uzman Sistem Tasarımı. *Akademik Bilişim'09 - XI. Akademik Bilişim Konferansı Bildirileri* (s. 801-806). Şanlıurfa: 2009.
- Asal, Ö., Kayır, Y. ve Mergen, R. (2019). Rulman Seçimi İçin Bir Uzman Sistem. *Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi (GMBD)*, 5 (3), 216-226.
- Başak, H. (1999). Uzman Sistem Yaklaşımı ile Vida Açma Operasyonları İçin Kılavuz Seçimi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 5 (1), 901-910.
- Buchanan, B. G. ve Duda, R. O. (1983). *Principles of Rule-Based Expert Systems*. *Advances in Computers*, (22), 163-216.
- Durkin, J. (2002). *History And Applications*. J. Durkin ve C. T. Leondes (Ed.), *Expert Systems. The Technology of Knowledge Management and Decision Making for the 21st Century* (s. 1-22) içinde. Academic Press.
- 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.
- Exsys case studies. (2020). Erişim Adresi: <http://www.exsys.com/pdf/CaseStudies.pdf>
- Girgin, C. ve Diri, B. (2013). Kredi Kartı Başvurularının Değerlendirilmesi için Uzman Sistem Gerçekleştirimi. *Akademik Bilişim 2013 – XV. Akademik Bilişim Konferansı Bildirileri* (s. 2-6) içinde. Antalya: Akdeniz Üniversitesi.
- Grosan, C. ve Abraham, A. (2011). *Intelligent Systems A Modern Approach*. Berlin: Springer.
- Hebb, O. D. (1949). *The Organization of Behaviour*. John Wiley & Sons.

- Kaya, İ. ve Gözen, Ş. (2005). Personel Seçim Sürecinde Uzman Sistem Yaklaşımı ve Konya Büyükşehir Belediyesinde Bir Uygulama. Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 14, 341-354.
- Korukoğlu, S., Ballı, S. ve Korukoğlu, A. (2016). Emeklilik Fonlarının Performans Değerlendirmesinde Bulanık Uzman Sistem Kullanımı. Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 23 (2), 213-227.
- Kütük, Y. ve Zor, Ü. (2020). Muhasebe Alanında Geliştirilen Uzman Sistemler. Muhasebe ve Denetime Bakış, 20 (61), 193-208.
- Lee, H.-J., Ahn, B.-S. ve Park, Y.-M. (2000). A Fault Diagnosis Expert System for Distribution Substations. IEEE Transactions on Power Delivery, 15(1), 92-97.
- Liao, S. H. (2005). Expert System Methodologies and Applications-a Decade Review from 1995 to 2004. Expert Systems with Applications, 28(1), 93-103.
- Mansiya, K., Alma, Z., Torgy, M., Marzhan, M. and Kanat, N. (2014). The Methodology of Expert Systems. IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security, 14(2), 62-66.
- Mcculloch, S. W., Pitts W. (1943). A Logical Calculus of the Ideas Immanent in Nervous Activity. The Bulletin of Mathematical Biophysics, (5), 115-133.
- Monsef, H., Ranjbar, A. M. and Jadid, S. (1997). Fuzzy Rule-Based Expert System for Power System Fault Diagnosis. IEE Proceedings- Generation, Transmission and Distribution, 144(2).
- Negnevitsky, M. (2011). Artificial Intelligence A Guide to Intelligent Systems (Üçüncü Baskı). Harlow: Pearson.
- O'keefe, R. M., Balci, O. and Smith, E. P. (1986). Validation of Expert System Performance. Virginia Tech. Erişim Adresi: <https://vtechworks.lib.vt.edu/bitstream/handle/10919/19914/TR-86-37.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Önderoğlu, M. Ö. (2018). Rota Seçimi Yapabilen Uzman Sistem Yaklaşımı. Artificial Intelligence Studies Yapay Zeka Çalışmaları, 1(1), 30-38.
- Öz, E. ve Baykoç, Ö. (2013). Tedarikçi Seçimi Problemine Karar Teorisi Destekli Uzman Sistem Yaklaşımı. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 19 (3).
- Rutkauskas, A. V. ve Stasytyt, V. (2020). Stochastic Informative Expert System For Investment. Journal of Business Economics and Management, 21(1), 136-156.
- Sdeek, R. ve Saraçoğlu, R. (2016). A Mobile Expert System Application For Solving Personal Computer Problems. Selçuk-Teknik Dergisi, 15(3), 173-185.
- Sedelnikov, A. V. and Khnyryova, E. S. (2020). Developing the Expert System for Assessing the Resilience to Crisis of Enterprises with Weak Dynamics. International Scientific Conference "Far East Con" (ISCFEC 2020) (s. 2612-2616) içinde. Atlantis Press
- Seto, E., Leonard, K. J., Cafazzo, J. A., Barnsley, J., Masino, C. and Ross, H. J. (2012). Developing Healthcare Rule-Based Expert Systems: Case Study of a Heart Failure Telemonitoring System. International Journal of Medical Informatics, 81(8), 556-565.
- Şahin, İ., Calp, M., Akça, Ö. (2011). Kredibilite Notu Değerlendirmeye Yönelik Bir Uzman Sistem Yaklaşımı. Politeknik Dergisi, 14 (1), 79-83.
- Şahin, İ., Calp, M. ve Sönmez, A. (2012). Elektronik Cihazlarda Arıza Teşhisi İçin Bir Uzman Sistem Uygulaması. Selçuk-Teknik Dergisi, 11(1), 8-18
- Turing, A.M. (1950). Computing Machinery and Intelligence. Mind, LIX (236), 433-460.

- Ünal, C. ve Şahin, İ. (2017). İstenmeyen Elektronik Postaların (SPAM)Filtrelenmesi için Bir Uzman Sistem Tasarımı ve Gerçekleştirilmesi. Politeknik Dergisi, 20(2), 267-274.
- Vansteenkoven, P., Souffriau, W., Berghe, G. V. and Oudheusden, D. V. (2011). The City Trip Planner: An Expert System for Tourists. Expert Systems with Applications, 38(6), 6540-6546.
- Vermaa, R., Koulb, S. ve Prasada, B. (2020). Expert system – A case of Indian Railway’s Track Maintenance and Renewal Operations, 28 Mart 2020, 3rd International Conference On Innovative Computing And Communication (ICICC) 2020.