

## Uzman Sistemler ve İstatistik

Duygu İçen

Hacettepe Üniversitesi,  
İstatistik Bölümü,  
06800, Beytepe Ankara, Türkiye  
[duyguicn@hacettepe.edu.tr](mailto:duyguicn@hacettepe.edu.tr)

Süleyman Günay

Hacettepe Üniversitesi,  
İstatistik Bölümü,  
06800, Beytepe, Ankara, Türkiye  
[sgunay@hacettepe.edu.tr](mailto:sgunay@hacettepe.edu.tr)

### Özet

Yapay zekanın alt dalı olan uzman sistemler günümüzde farklı alanlarda sıkça kullanılarak hayatımızı kolaylaştırmaktadır. Bu çalışmada, uzman sistemlerin istatistik alanında kullanılması ve bunun önemi incelendi.

**Anahtar sözcükler:** Yapay Zeka, Uzman Sistemler, İstatistik.

### Abstract

#### Expert Systems and Statistics

*Expert systems, which are subbranch of artificial intelligent, are widely used in different areas to make our life easier. In this study, the use of expert systems in statistic is discussed and examined.*

**Keywords:** Artificial Intelligent; Expert systems; Statistics.

### 1. Giriş

İnsanlık, tarih boyunca evreni ve doğayı anlama çabası içinde olmuştur. Bununla birlikte insanlar, hayatlarını kolaylaştırmak için zeki ve kontrol edilebilir yeni yöntemler bulmaya devam etmektedir. Günümüzde farklı alanlarda kullanımı artan kavramlardan biri olan yapay zeka, bu ihtiyacın bir sonucu olarak karşımıza çıkar.

Uzman Sistemler, yapay zekanın sahip olduğu alt dallardan biridir. Bir uzman sistem, belirlenen problemin çözümü ile ilgili bir veya daha fazla uzmanın bilgi ve becerisini kullanan bir bilgisayar sistemidir [1]. Uzman sistemler ele alındıkları alanla ilgili özelleşmiş bazı problemlerin çözümünde uzmanların bilgisini taklit etmeyi amaçlayan ve her zaman bilgiye dayalı işlem yapan danışman bilgisayar programları olarak kabul edilir [29].

Gerçek dünyadaki karmaşıklık genel olarak doğru veriye ulaşamama, belirsizlik ve kararsızlıktan kaynaklanır. Araştırılmak istenen pek çok konuda insan düşüncesinin olgunlaşmaması ya da yeterli veriye ulaşamaması gibi durumlardan dolayı belirsizlikler her zaman karşımıza çıkar. Belirsizliği ve kesin olmayan bilgiyi değerlendirmede Zadeh [34]'in önerdiği bulanık mantık temeline dayanan bulanık uzman sistemlerin kullanımına son yıllarda çok sık karşılaşılmaktadır. Uzman sistemler insan düşünce yapısını bilgisayar gücü ile birleştirerek çok karmaşık problemlerin kolaylıkla çözümünü sağladığı için, bulanık uzman sistemler ele alındığı problem hakkında gerçeğe çok daha yakın çözümler sunan farklı dilsel veya matematiksel sonuçları bulanık mantık temeline dayanarak üreten sistemlerdir.

Bilgisayar teknolojisindeki ilerlemelerle uzman sistemler hayatımızın her aşamasını kolaylaştırırken, neden bu sistemleri bazı istatistiksel analizlerde karşılaşılan sorunlara çözüm için kullanmıyoruz sorusuna cevap olarak istatistik ve uzman sistemlerin beraber kullanılması gündeme gelmiştir [6].

Ülengin [31] ülkemizde ilk kez uzman sistem ile regresyon analizini birleştirmiş ve regresyon analizi yapan bir uzman sistem geliştirmiştir. Bu sistemde regresyon analizi yapmak isteyen kullanıcı çoklu bağlantı ya da uç değerler problemiyle karşılaştığında, oluşturulan uzman sistem bu sorunları çözebilecek niteliktedir.

Köse [21]' nin yaptığı çalışma, istatistiksel uzman sistem konusunda bir kaynak taraması niteliğindedir. Çalışmada, istatistiksel uzman sistemin gelişme alanları üç ana başlıkta toplanmıştır. Bunlardan birincisi: istatistiğin bazı özel alanlarına hitap eden uzman sistemlerin geliştirilmesi yönündedir. İkincisi: genel amaçlı bir istatistiksel uzman sistem geliştirmektir. Ancak bunun yapılması çok zaman ve emek isteyen bir konudur. Üçüncüsü ise mevcut istatistiksel paket programlarının uzman sistemlerin bilgisiyle desteklenmesi yönündedir.

Rassafi ve diğ. [24] ulaşım sistemlerinde, ele alınan bölgedeki trafik yoğunluğunun tahmini için klasik regresyon modeli yerine bulanık uzman sistem kullanılmasını önermişlerdir. Çalışmalarında klasik regresyon model varsayımlarının her zaman sağlanmadığını, klasik regresyon modeline dayalı tahminlerde aralarında ilişki olduğu düşünülen bağımlı ve bağımsız değişkenlerin gelecekte bu ilişki yapısını koruyacaklarının garanti olmadığını belirtmişlerdir.

Najjaran ve diğ. [22] gömülü demir su borularının toprak çeşidine göre bozulma tahmini için bulanık uzman sistem ve regresyon analizini beraber kullanmıştır. Çalışma, borulardaki çürüme miktarının “çürümüş” ya da “çürümemiş” olarak belirlenemeyeceğini temel almaktadır. Çürüme miktarı ya da buna neden olan değişkenler ile ilgili sayısal ilişkiler uzman görüşüne göre belirlenemez. Bunun yanında borunun bulunduğu derinlik ya da borunun kırılma sıklığı ölçülebilir değerlerdir. Bu nedenlerle, çalışmada oluşturulan bulanık uzman sistemin bilgi tabanına klasik regresyon analizi dahil edilmiştir. Böylece çürüme miktarının tahmini için hem nesnel hem de öznel bilgiye yer verilmiştir.

Chou [5]' ya göre deniz ve liman işletmeciliğinde yapılan çalışmaların hepsi ithalat/ihracat konteyner hacmini belirlerken, ekonomik değişkenlerin durağan olmayan belirsiz ilişkilerini dikkate almaz. Yaptığı çalışmada, bulanık uzman sistem ve regresyon analizini beraber kullanarak literatürdeki bu eksiği gidermiştir. Tayvan verisi ile yapılan uygulamada önerilen karma bulanık uzman sistem ve regresyon modelinin etkinliğini araştırmıştır. Elde ettiği sonuçlara göre önerdiği karma bulanık uzman sistem ve regresyon analizinin önceki modellere göre daha doğru tahminler verdiğini belirlemiştir.

Günümüzde, bulanık uzman sistemlerin diğer yapay zeka teknikleriyle beraber kullanıldığı çalışmalarla daha sık karşılaşırız. Fazlollahtabar ve diğ. [7], belirsizlik durumunda masraf tahmini yapmak için sinir ağları, bulanık mantık ve regresyon analizini birleştirerek yeni bir uzman sistem önermişlerdir. Bu uzman sistemde yapay sinir ağlarındaki geriye dönüş kuralları bulanık mantığa dayanır. Buradaki uygun bulanık kuralları seçmek için regresyon analizini kullanmışlardır.

Bu çalışmada, uzman sistemler ve bulanık uzman sistemler tanıtılmış, istatistik alanında karşılaşılan bazı problemlerin çözümü için neden uzman sistemlerin kullanılmasının gerektiği tartışılmıştır.

## 2. Yapay Zeka ve Uzman Sistemler

Yapay zeka, karmaşık problemlerin çözümü için makinelerin, insanın düşünme yapısını temel alarak çözüm üretmesini sağlayan, uygulamalı bilgisayar biliminin bir alt dalıdır. Bir başka tanıma göre yapay zeka, bir problemin çözümü için düşünme, anlama, kavrama, yorumlama, öğrenme yapılarının programlama ile taklit edilmesidir. Kısacası, zeka ve düşünme gerektiren işlemlerin, bilgisayarlar tarafından yapılmasını sağlayarak araştırmaların ve yeni yöntemlerin geliştirilmesi konusyla ilgili bir bilim dalıdır.

Uzman sistemler, belirlenen problemin zm ile ilgili bir veya daha fazla uzmanın bilgi ve becerisini kullanan bilgisayar sistemidir [11]. Uzman sistemler herhangi bir alanla ilgili zelleŖmiŖ bazı problemlerin üzümünde uzmanların bilgisini taklit etmeyi amaçlayan ve her zaman bilgiye dayalı iŖlem yapan danıŖman bilgisayar programları olarak kabul edilir [29].

### 2.1. Yapay zeka

Yapay zekanın sınırları net olarak izilememektedir. Yapay zekayı farklı alanlarda kullanan bilim insanlarının yaptıkları yapay zeka tanımları birbirinden farklıdır. Bu nedenle herkes tarafından kabul edilen tek bir yapay zeka tanımından söz etmek mümkün değildir. Günümüzde altmıŖtan fazla yapay zeka teknolojisinden bahsedilmektedir [1].

Yapay zeka alıŖmalarıyla, insanların günlük hayatlarını kolaylaŖtıran yeni yaklaŖım ve tekniklerin sayısı her geçen gün artmaktadır. Bunları gerekleŖtirmek için bir bilgisayar programına gerek duyulur. Çünkü yapay zekadaki standart iŖlemler, bilgisayar programlarındaki modeller için gerçekçi ve daha anlaşılır olmaktadır. Bununla birlikte yapay zeka, standart bilgisayar programlama konusunun dıŖında, matematiksel kavram ve kuralları da desteklemektedir [27].

Geleneksel bilgisayar programcılarının yaptığından farklı olarak, yapay zeka programcısı bilgisayara her durumda ne yapacağını anlatmak yerine, bilgisayarın neyi bilmesi gerektiğini bilgisayara aktarır. Kısacası ele alınan konu hakkında deėiŖen durumlara göre bilgisayarın neyi uygulayacağını gösteren gerçekleri ve bu gerçekleri elde etmesi için gerekli kuralları bilgisayara tanıtır [10].

Belirlenen bir problemin üzümünde kullanılacak yapay zekayı oluŖturmak için yapay zekanın alıŖma mantığını bilmek ve bilgisayarın anlayacağı kodları yazabilmek gerekir. Yapay zekayı oluŖturmak için yapılan bu alıŖmalar sırasında geliŖtirilen programlardan bazıları, gerçek sorunlarla karŖılaŖtıėında baŖarısız olmuŖtur. Dolayısıyla, her sorunu ozecek çok genel amaçlı programlar kullanmak yerine belirli bir alanda uzman bilgisiyle donatılmıŖ programlar kullanma fikri yapay zeka alanında yeni bir alt dal olan uzman sistemlerin ortaya çıkmasına neden olmuŖtur [20].

### 2.2. Uzman sistemler

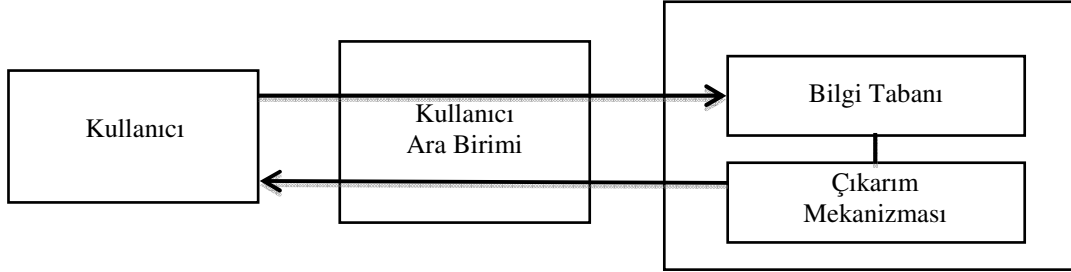
Uzman sistemler, özel bir alanda ele alınan problemi konu ile ilgili uzmanların zdğu Ŗekilde ozebilen bilgisayar programlarıdır. Uzman sistemlerin kökeni, insan zekasının bilgiyi iŖleme sürecinin makine tarafından otomatik olarak gerekleŖtirilebilmesi amacıyla sürdürülen alıŖmalardır. Bunu yapabilmek için uzmanların sahip olduğu bilgi ve tecrübelerin bilgisayara aktarılabilmesi ve yine bilgisayar tarafından saklanması gerekmektedir. Böylelikle uzman sistemler, bilgi tabanında saklanan bilgileri kullanarak insan karar verme sürecine benzer bir yapıyla ele alınan probleme zm üretir. Uzman sistemler probleme zm üretirken elde ettiği sonuca "nasıl" ve "neden" vardığı bilgisini de verir [32]. Ayrıca uzman sistemler problem üzümünde hiyerarŖik bir yaklaŖım izler. Öncelikle içerdiği bilgi seviyesi daha dŖk olan ve farklı noktalardan gelen uzmanlık bilgisini birleŖtirir. Böylelikle farklı noktalardan gelen bilgiyi birleŖtirerek ele alınan problemin zm için mevcut uzmanlık bilgisini daha da geniŖletir [33].

Uzman sistemlerin literatürde pek çok farklı tanımı vardır. Shafer [25]' e göre uzman sistemler, insan zekasının gösterdiği fonksiyonları bilgisayara yaptırabilmek için yazılan bilgisayar programlarıdır. Charniak ve McDermott [4] uzman sistemleri uzmanlık gerektiren bir problemin üzümünde kullanılan kural tabanlı bir yapay zeka uygulama programı olarak tanımlar. Turban [28] ile Turban ve diğ. [30] uzman sistemleri, özel bir alanda ele alınan problemlerin üzümünde, uzmanların bilgisini ve bu bilgiden sonuç çıkarma sürecini taklit eden danıŖman bir bilgisayar programı olarak tanımlamıŖtır. Jackson [18]' a göre uzman sistemler, uzman bilgisi ve yargılama yeteneği ile problem ozebilen ve önerilerde bulunabilen bir bilgisayar programıdır.

Uzman sistemler, karmaŖık sorunlarla baŖa çıkabilmek için ilk olarak tıp alanında hastalık tanı problemlerinde kullanılmak üzere 1960'lı yıllarda yapay zekanın bir alt dalı olarak geliŖtirilmiŖtir [11].

Günümüzde uzman sistemler tanı, izleme, analiz, danışma, plan, açıklama, öğrenme, anlatım, fikir verme ve daha pek çok konuda uygulanmaktadır [18]. Ayrıca uzman kişilerin olmadığı durumlarda çalışma verimliliğini ve alınan kararların kalitesini artırarak problemlerin hızlı ve doğru çözülmesini amaçlar.

Uzman sistemlerin temel bileşenleri: bilgi tabanı, kullanıcı ara birimi ve çıkarım mekanizması olarak belirlenmiştir [11]. Temel çalışma prensibinde ise programı kullanan kişi uzman sisteme gerçekleşen durum bilgisini verecek ve karşılığında uzman tavsiyesi alacak şekilde düzenlenmiştir.



Şekil 1. Uzman sistemlerin genel yapısı

Şekil 1 incelendiğinde uzman sistemlerin bilgiyi belirli bir formda temsil edip, saklayabildiği görülmektedir. Uzman sistemlerde bulunan “Bilgi Tabanı”, doğruluğu önceden bilinen bilgiyi içerir. Uzman sistemlerin sahip olması gereken uzmanlık bilgisini bilgisayara aktarması için eldeki bilginin istenen formatta yazılması gerekir. Uzman sistemlerde bulunan “Bilgi Tabanı”, veri tabanı ve kurallar tabanından oluşur. Eldeki veriyi kullanarak kullanıcıya uzman bilgisini sunmak için kurallar tabanındaki kurallardan faydalanır. Çıkarım Mekanizması ise, bilgi tabanında bulunan bilgiyi kullanarak kullanıcının sorduğu soruya uygun cevapların oluşturulduğu yerdir. Ayrıca kullanıcı ile sıkı temas halinde olan uzman sistemler, kullanıcıdan sadece gerçekleşen duruma ilişkin bilgiyi alır. Bu “Kullanıcı Ara Birimi” sayesinde mümkündür. Ele aldığı bu bilgiyi “Çıkarım Mekanizmasında” işler ve bilgi tabanından çıkarabileceği sonuçları yine “Kullanıcı Ara Birimi” ile kullanıcıya aktarır. Uzman sistemler doğru bir şekilde tasarlanmışsa kendini geliştirme özelliğine de sahip olabilir.

Uzman sistemler veri işleme aşamasından, bilgi işleme aşamasına bir geçiş olarak değerlendirilmektedir. Veri işlemede, veri tabanı bir algoritmaya bağlı olarak kullanılırken bilgi işlemede herhangi bir algoritma temel alınmadan tecrübeye dayalı elde edilen kurallar ve gerçeklerden oluşan bilgi tabanı etkin bir şekilde kullanılır. Bu durum aşağıdaki gibi özetlenmiştir [1].

Geleneksel Programlar → Algoritma + Veri Tabanı  
Uzman Sistemler → Çıkarım Mekanizması + Bilgi Tabanı.

Uzman sistemlerde bilginin temsili, işlenmesi ve düzenlenmesi için yazılıma ihtiyaç vardır. Bu amaçla pek çok bilgisayar programı geliştirilmiştir. Bu programlar, uzman bilgisini düzenleyerek bilgi tabanına aktarır. Gerektiğinde bilgi tabanındaki bu bilgiyi kullanarak problemin çözümünü gerçekleştirir. Bilgi tabanında ayrıca ele alınan problem için çözüm stratejileri ve sonuç çıkarma mekanizmaları da bulunmaktadır.

Uzman sistemler uzman bilgisini uzmanlaştıkları alanda kullanan bilgisayar programlarıdır. Program sonuca varıncaya kadar sorular sorar. Sonuçlar bir ya da birden fazla olabilir. Uzman sistemler ulaştıkları sonuçla beraber bu sonuca neden ulaştıkları bilgisini de verebilir [2].

Uzman sistemlerin oluşturulması “Bilgi Mühendisliği” olarak adlandırılır. Uzman sistemler oluşturulurken sadece tek bir uzman bilgisi yeterli değildir. Bu nedenle bir ya da birden çok uzman bilgisinin etkileşim içinde olması gerekir. Bu etkileşimin yanında bilgi mühendisi için diğer bilgi kaynakları, kitaplar, veri tabanları, özel araştırma raporları ve kullanıcının kendi deneyimi de uzman sistem oluşturmak için kullanılabilir. Tüm bu bilgiyi, bilgisayara tanıtmak ise bilgi mühendisinin görevidir. Dolayısıyla bilgi mühendisi yapay zeka konusunda bilgi sahibi ve uzman sistemin nasıl yapılacağını bilen kişidir. Bu amaçla ele alınan problemin çözümü için uzmanlarla görüşür, uzman bilgisini organize eder ve bu bilginin

uzman sistem içinde nasıl temsil edileceğine karar verir. Ayrıca yazılımın hazırlanması ve düzenlenmesi sırasında programcılara yardım eder [23].

Uzman sistemler esnek yapıda olduğu için işlem basamaklarının önceden tanımlanması zordur. Farklı alanlarda hazırlanan uzman sistemlerin her biri farklı bilgi mühendisleri tarafından oluşturulduğu için her biri kendine özel işlem basamaklarına sahiptir. Bunun yanında, uzman sistemler oluşturulurken birbirini izleyen sistem geliştirme adımlarından bahsedilir. Bunlar sırasıyla tanımlama, kavramsallaştırma, yapısallaştırma, tamamlama ve denemdir.



Şekil 2. Uzman sistem geliştirme adımları

Tanımlama adımında, bilgi mühendisi ve alan uzmanı ele alınan problemin önemli özelliklerini belirler. Kavramsallaştırmada ise problemi zmek için gerekli olan bağlantıların ve kavramların ne olduğuna karar verilir. Burada problemi zmek için alt görevler tanımlanır. Yapısallaştırma adımında eldeki bilginin hangi uzman sistem dili ile temsil edileceğine karar verilir. Tamamlama adımında, toplanan bilgi düzenlenir ve problemin zm için izlenmesi gereken seçenek yollar belirlenir. Son olarak daha küçük ve anlaşılır bir problem ile oluşturulan program test edilir. Deneme adımında ele alınan küçük problemde karşılaşılan sorunlara göre uzman sistemde gerekirse düzenlemeler yapılır [20].

Uzman sistemlerin kullanıldığı alana göre çok çeşitli yararları vardır. Bunlardan en temel olanları aşağıdaki gibi sıralanmıştır.

- Verimlilik artışı: Uzman sistemler insandan daha hızlı çalışır. Bu nedenle daha az işgücü ve daha az maliyet gerektirir. Sonuç olarak, uzman sistemlerin kullanımı verimlilik artışını sağlar.
- Kalite artışı: Uzman sistemler tutarlı ve uygun sonuçlar üreterek sistem kalitesine katkıda bulunur.
- Tutarlılık: Bir uzman, ele alınan konu hakkında hata yapabilir ya da önemli bir ayrıntıyı gözden kaçırabilir. Oysa uzman sistem doğru olarak geliştirilirse, konu hakkındaki tüm detayları gözden geçirerek uygun sonuca ulaşır.
- Esneklik: Uzman sistemler esnek yapıdadır. Bilgi tabanları güncellenebilir.
- Kapsamlılık: Bir konu hakkında birden çok uzman kişinin aynı fikirde olması imkansızdır. Oysa uzman sistemler yardımıyla birden fazla uzmandan alınan uzmanlık bilgisi birleştirilebilir.
- Karar alma sresinin kısalması: Uzman sistemlerin karar alma süresi, uzmanlardan daha kısadır.
- Güvenilirlik: Uzman sistemler çok hızlı çalışan bilgisayar programlarıdır. Bu süre içinde bilgi tabanındaki bilgiyi kullandığı için güvenilir sonuçlara ulaşır.

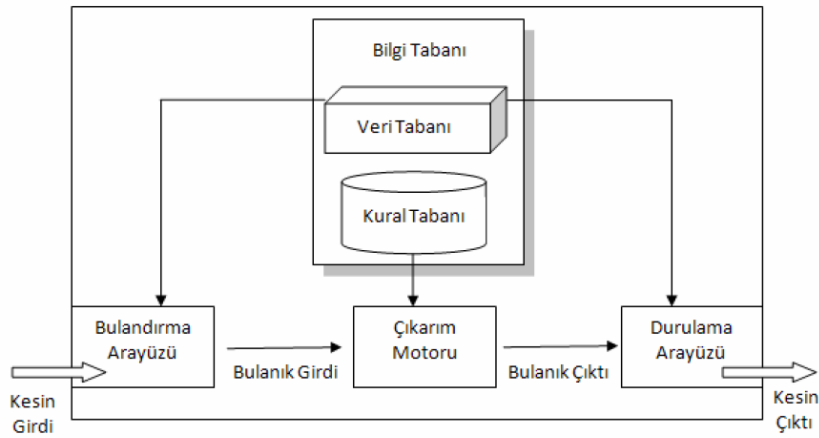
### 2.3. Bulanık Uzman sistemler

Bulanık mantık kurallarına dayanan bulanık küme teorisi, Zadeh [34] tarafından belirsiz ve kesin olmayan problemlerin zm için önerilmiştir. Bu teori insanlar tarafından duruma göre kontrol edilebilen karmaşık sistemler için bir modelleme aracı olarak kullanılmaktadır [12].

Bulanık mantık teorisi esnekler. Kesin olmayan veriyi ve olasılığı, doğrusal olmayan fonksiyonları kullanarak uzman görüşüne dayandırabilir. Böylelikle bulanık mantığın uzman sistemler içinde kullanımı, uzman sistemlerin mevcut yeteneğini artırır [3].

Bulanık uzman sistemler veri üzerinde akıl yürütme yapabilmek için klasik mantık yerine, fonksiyon ve kuralların bulanık üyelik derecelerini kullanan sistemlerdir [1]. Literatürde iki çeşit bulanık uzman sistem vardır. Bunlardan birincisi bulanık kontrol, ikincisi ise bulanık çıkarsama olarak adlandırılır. Her iki sistem de bulanık üyelik derecelerini kullanır. Ancak bulanık kontrol sadece bulanık sayıları kullanırken, bulanık çıkarsama hem bulanık sayıları hem de dilsel ifadeleri kullanır [26].

Bulanık uzman sistemlerde genel olarak, bulandırma ara yüzü, bilgi tabanı, çıkarım motoru (karar verme mantığı) ve durulama ara yüzü olmak üzere dört bölümden söz edilir. Bu bölümler Şekil 3 ile verilmiştir [3].



Şekil 3. Bulanık uzman sistemlerin genel yapısı

Şekil 3 ile verilen bulanık uzman sistemin yapısının her bir bölümü aşağıda açıklanmıştır.

**Bulanırma ara yüzü:** Sistemde kullanılacak her bir kural ve varsayımın doğruluk derecesini saptamak için sistemin giriş değerlerine ait üyelik fonksiyonlarını belirler. Sisteme giren kesin girdi değerlerini alır ve her birini bulanık değerlere çevirir.

**Bilgi Tabanı:** Veri tabanı ve kural tabanından oluşur. Bünyesinde olaylar ve durumlar hakkında bilgi ve bunların arasındaki mantıksal ilişki yapılarını barındırır. Böylece problemlerin anlaşılması, formülasyonu ve çözümü için gerekli olan tüm bilgiyi içerir. Bilgi tabanı uzman bilgisi ile oluşturulur. Bulanık uzman sistemdeki kural formu için aşağıdaki örnek verilmiştir.

EĞER x sıcak VE y soğuk İSE z ılık' tır.

Burada x ve y değişkenleri giriş, z değişkeni çıkış değerleridir. x giriş değişkeni sıcak tanımlı bir üyelik fonksiyonunu, y giriş değişkeni soğuk tanımlı üyelik fonksiyonunu ve z çıkış değişkeni ılık tanımlı bir üyelik fonksiyonu olarak belirlenmiştir. Kuraldaki EĞER bölümü koşul, İSE bölümü de sonuçtur. Kuralın koşul kısmı doğru ve yanlışları değerlendirecek biçimde, İSE bölümü de faaliyetleri yerine getirecek ve sonuçlandırarak biçimde yazılır [26].

Bulanık uzman sistemlerde birden fazla kural oluşturulur. Kullanılan her kural için farklı ağırlıklar verilerek kuralların önem sıralaması bilgi tabanına aktarılabilir.

**Çıkarım Motoru:** Her bir kuralın koşul kısmı için doğru değerleri hesaplar ve bu değerleri sonuç kısmına uygular. Kısacası, bulanık girdileri alır ve bulanık kuralları kullanarak bulanık çıktıları hesaplar. Başlıca bulanık çıkarım sistemleri; Mamdani, Sugeno ve Tsukamoto tipi bulanık çıkarımlardır [3].

**Durulama ara yüzü:** Çıkarım motorundan sonra elde edilen bulanık çıkış kümesini kesin sayılara çevirir. Durulaştırma için farklı yöntemler kullanılmaktadır. Bunların bazıları; ağırlık merkezi, en büyüğün ortası, en büyüğün ağırlıklı ortalaması yöntemleridir [26].

### 3. Uzman sistemler ve istatistik

Sadece genel problemlerin çözümüne yoğunlaşan yapay zeka, 1960'lerden sonra belli bir alanda uzman olan kişilerin problem çözüme davranışlarını modellemeye doğru yönelmiştir. Bu alanlardan biri de istatistiktir. Gaul [9]' a göre istatistikte veri analizi için izlenen yol aşağıdaki gibidir

Problemin tanımlanması →verinin toplanması ve hazırlanması→veri analizi→karar

Yukarıdaki her bir adım ve her adımdan bir diğerine geçiş istatistiksel uzmanlık gerektirir. Hand [15] ise istatistiksel uzmanlık alanlarını şöyle sıralamıştır:

1. Verinin nasıl sunulacağını bilmek gerekir.
2. İstatistiksel yazılımları bilmek ve elde edilen sonuçları açıklamak gerekir.
3. İstatistiksel bilgi edinme adımlarını doğru bir şekilde izlemek gerekir. Bu durum istatistikçi ve bilgi mühendisinin ortak noktasını temsil eder.

Uzman sistemlerin, istatistik biliminde uygulanmasıyla birlikte istatistiksel uzman sistemler kavramı ortaya çıkmıştır [8]. İstatistikçiler deney düzeni, veri analizi ve sunumu konusunda uzman kişilerdir. Uzmanlık kavramının içine istatistiksel uzmanlık eklendiğinde günlük hayatta bu kişilerin bilgisine ulaşmak çok zorlaşır [6]. Hand [14]' a göre uzman bir istatistikçinin yetişmesi yaklaşık on yıl sürer. Bu nedenle istatistiksel uzman sistemler, uzman sistemlerin temel özelliklerine sahip olan istatistiksel yazılımları ifade eder [19]. İstatistik ve uzman sistemlerin arasında temel olarak iki tür ilişki vardır. Bunlar,

1. Uzman sistemler için istatistik
2. İstatistik için uzman sistemler

olmak üzere iki başlık altında toplanır [16].

İstatistik alanı için geliştirilmiş ve günümüzde kullanılan SPSS, MINITAB, SAS gibi paket programların kullanımı gün geçtikçe daha da kolaylaşmakta ve herkes tarafından kullanılabilir. Bu programlar kullanıcının yeterli istatistiksel bilgi ve deneyime sahip olduğunu varsayar. Bu programların kullanılacak istatistiksel analiz yöntemi ve elde edilen sonuçların istatistiksel olarak yorumlanması konusunda kullanıcıyı yönlendirme özelliği yoktur. Bu nedenle istatistik bilgisinin olmaması bir kullanıcı için programın yetersiz kullanılmasına ve yorum hatalarına sebep olur. Hand [15]'a göre de istatistik yazılımlarının kullanımı kolaylaştıkça hata yapma da kolaylaşır. İstatistik yazılımlarının bu eksikliklerini tamamlamak için uzman sistemlerin istatistik ile beraber kullanılması kaçınılmazdır [8]. Kullanıcının problemi çözmesinin yanında onu hata yapmaktan koruyan programların ortaya çıkmasıyla beraber uzman sistemlerin istatistiksel kullanımı ve gelişimi hızla artmıştır [6]. Aşağıdaki örnekler istatistik için oluşturulan bazı uzman sistemlerdir.

İstatistiksel uzman sistemler kullanılarak geliştirilen ilk kapsamlı çalışma REX [8]' tir. REX' in amacı istatistik uzmanı olmayan kullanıcının regresyon analizini doğru olarak yapmasını sağlamaktır. Bu amaçla kullanımı esnasında kullanıcıya sorular sorar ve aldığı cevaplara göre onu yönlendirir.

ESTES [17] ise zaman serileri analizine geçmeden önce yapılması gerekenler için oluşturulmuş bir istatistiksel uzman sistemdir. Bu sistem, zaman serisi analizine geçilmeden önce gerekli olan çeşitli

varsayımların kontrolünü yapmaktadır. Trend ya da mevsimselliği test etmek, aykırı değerleri araştırmak gibi görevleri yerine getirir.

İstatistiksel yazılımlara uzman görüşü katmak çok zordur. Ancak son derece önemli bir girişim olarak kabul edilir. Hahn [13]' a göre istatistiksel hesaplamaların gerçek gelişimi, kullanıcı tanımlı bir problem, kullanıcı tanımlı bir istatistiksel analiz yöntemi ile çözümlendiğinde ve çözüm sonuçları bu kullanıcı tarafından yorumlanabildiğinde gerçekleşecektir.

Dami ve Vella [6] istatistiksel uzman sistemin sahip olması gereken özellikleri şöyle sıralamıştır:

1. İstatistiksel uzman sistem hem istatistikçi olmayanlar, hem de uzman istatistikçiler için tasarlanmalıdır.
2. Sistemin kendini ifade etme özelliği olmalıdır. Hangi sonuca neden ulaştığını analiz sonucunda vermelidir.
3. Kullanıcıya verdiği sonuçlar istatistiksel terminolojiye uygun olmalıdır.
4. Gerektiğinde kullanıcı hatasını fark edip kullanıcıyı uyarmalıdır.
5. Uygun koşullar sağlanmışsa, sistem birden çok cevap verebilmelidir.
6. Elde ettiği sonuçları gerektiğinde daha sonraki analizlerde kullanmak üzere saklamalıdır.
7. Analiz ilerledikçe değişen durumlara uyum sağlamalıdır.
8. Gerektiğinde sisteme yeni tekniklerin eklenmesi için, uygun yapıda tasarlanmalıdır.

İstatistikte uzman sistemlerin kullanılması için üç ana kavramın birbiriyle yoğun olarak etkileşimde olması gerekir. Bu kavramlar, uzman bir istatistikçi, uzman sistem bilgisi ve özel bir amaç olarak verilmiştir. Bu başlıklardan en önemlisi özel bir amacın belirlenmesidir. İstatistikte uzman sistemlerin kullanılmasında, özel amaçlar olarak daha çok regresyon analizi veya varyans analizi düşünülür. Amaç belirlendikten sonra uzman istatistikçi görüşü ile uzman sistemlerin birleşmesi daha kolay sağlanır. Ancak istatistiksel testlerin teorik olarak uzman sistem tarafından kullanılması çok zor bir konudur. Bunun için çok iyi bir matematiksel istatistik bilgisine ihtiyaç vardır. Bu nedenle istatistikte uzman sistemlerin kullanımını kolaylaştıracak Monte Carlo yöntemlerinden yararlanmak gerekir [8].

#### 4. Sonuç ve öneriler

Bu çalışmada uzman sistemlerin istatistik bilimi içindeki kullanımı ele alınmış ve tartışılmıştır. Bunun yanında son yıllarda istatistik bilimi ile uzman sistemlerin beraber kullanıldığı çalışmalar özetlenmiştir.

Yapay zekanın bir alt dalı olan uzman sistemler günümüzde hemen hemen her alanda kullanılarak hayatımızı kolaylaştırmaktadır. Kesin olamayan bilginin kullanılmasında bulanık uzman sistemler klasik yöntemlere göre büyük avantaj sağlar. Bu nedenle istatistikçilerin karşılaştığı problemler uzman sistem ya da bulanık uzman sistemlerle desteklenebilir. Ayrıca uzmanlara daha geniş zamanda çalışma fırsatını vererek istatistiğin ilerlemesine imkan sağlayacağı düşünülmektedir [19].

Bilgisayar teknolojisindeki ilerlemeler sayesinde istatistik biliminde karşılaşılan özelleşmiş bir problemin çözümünde uzman sistemler ya da bulanık uzman sistemlerin kullanılması istatistikçilerin işini büyük ölçüde kolaylaştırır ve daha kısa zamanda sonuçlara ulaşılmasını sağlar.

#### Kaynaklar

- [1] N. Allahverdi, 2002, *Uzman Sistemler Bir Yapay Zeka Uygulaması*, Atlas Yayın Dağıtım, Ankara.
- [2] C.V. Armstrong, 1997, *The Basics of Expert Knowledge*, JM & Co/AJRA, <http://www.ajrhem.com/EXPERT.pdf> erişim tarihi: 03/09/2013.
- [3] N. Baykal, T. Beyan, 2004, *Bulanık Mantık Uzman Sistemler ve Denetleyiciler*, Bıçaklar Kitabevi, Ankara.
- [4] E. Charniak, D. Mcdermott, 1985, *Introduction to Artificial Intelligence*, Addison-Wesley Pub.Company.
- [5] C. C. Chou, 2010, A Mixed Fuzzy Expert System And Regression Model for Forecasting the Volume of International Trade Containers, *Int. J. Innov. Comput. Inf. Control*, vol. 6, no. 6, pp. 2249–2457.



- [6] M. Dami, A. Vella, 2014, Expert System in Statistics, 2014, Cranfield Institute of Technology Cranfield, Bedford England, erişim tarihi: 01/04/2014.  
<http://digilib.lib.unipi.gr/spoudai/bitstream/spoudai/428/1/t38%20n%201-4%20%28390-402%29.pdf>
- [7] H. Fazlollahabbar, N. M. Amiri, 2013, Design of a neuro-fuzzy-regression expert system to estimate cost in a flexible jobshop automated manufacturing system, *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, vol. 67, pp. 1809–1823.
- [8] W. A. Gale, D. Pregibon, 1984, Artificial Intelligence Research in Statistics, *AI Magazine Volume 5 Number 4*, 72-75.
- [9] W. Gaul, W. Schader, 1989, Data analysis and design support, *Applies Stochastic Models and Data Analysis*, 15, 341-356.
- [10] W. B. Gevarter, 1985, *Intelligent machines: an introductory perspective of artificial intelligence and robotics*. Englewood Cliffs, NJ : Prentice-Hall.
- [11] J. Giarratano, G. Riley, 1989, *Expert Systems: Principles and Programming*, Fourth edi. course technology.
- [12] Z. Gngr, F. Arıkan, 2000, Application of fuzzy decision making in part-machine grouping, *Int. J. Prod. Econ.*, vol. 63, no. 2, pp. 181–193.
- [13] G. J. Hahn, 1985, More Intelligent Statistical Software and Statistical Expert Systems: Future Directions, *The American Statistician*, 39, 1-16.
- [14] D. J. Hand, 1984, Expert Systems in Statistics, *The knowledge Engineering Review*, 1(3):2-10.
- [15] D. J Hand, 1987, A Statistical Knowledge Enhancement System, *Journal of the Royal Statistical Society*, 150(4) 334-345.
- [16] G. Hatabian, H. Augendre, 1991, Expert Systems as a Tool for Statistics: A Review, *Applied Stochastic Models And Data Analysis*, 7, 183-194.
- [17] P. Hietala, 1990, ESTES: A Statistical Expert System for Time Series Analysis, *Annals of Mathematics and Artificial Intelligence*, 2: 221-236.
- [18] P. Jackson, 1998, *Introduction To Expert Systems (3rd Edition)*, Pearson, Addison Wesley.
- [19] T. Kesici, N. Arici, 1997, İstatistik Uzman Sistemlerin İstatistik Yazılım Sistemleri içindeki Yeri ve nemi. *G..ESEF Dergisi*, 5(5):29-37.
- [20] N. Koçyiğit, 2008, Merkezi klima sistemlerinde arıza giderme ve işletim için bilgi tabanlı uzman sistem geliştirilmesi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Eğitimi Anabilim Dalı, Makine Eğitimi Programı, Doktora Tezi.
- [21] T. Köse, 1992, İstatistiksel Uzman Sistemler zerine Bir alışma, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar Mühendisliği Bilimleri, Yksek Lisans Tezi.
- [22] H. Najjaran, B. Rajani, R. Sadiq, 2004, A fuzzy expert system for deterioration modeling of buried metallic pipes, *IEEE Annu. Meet. Fuzzy Information, Process. NAFIPS '04.*, pp. 1–6.
- [23] C. Nikolopolous, 1997, *Expert Systems*, Teller Road, Newbury Park California, United States of America: CRC Press.
- [24] A. A. Rassafi, R. Rezaei, M. Hajizamani, 2012, Predicting urban trip generation using a fuzzy expert system, *Iran. J. Fuzzy Syst.*, vol. 9, no. 3, pp. 127–146.
- [25] G. Shafer, 1990, Why Should Statisticians Be Interested in Artificial Intelligence,  
<http://www.glennshafer.com/assets/downloads/articles/article45.pdf> erişim tarihi: 3/11/2013.
- [26] W. Siler, J. J. Buckley, 2005, *Fuzzy Expert Systems and Fuzzy Reasoning*. Wiley-Blackwell.
- [27] Türkiye Bilişim Derneği, 2013, BG4-2006-1, *Kamu-Bib alışma Grubu, Kamu Bilişim Platformu Viii Bilgi Yönetimi El Kitabı*, 2013.  
[http://www.google.de/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0CC4QFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.tbd.org.tr%2Fusr\\_img%2Fcd%2Fkamubib12%2Fdiger%2FBG4-2006.doc&ei=4bqhUpzOK6PpywPi\\_4H4DQ&usg=AFQjCNGa2SXLplkf3FuXdYq4I0eMdijw2g&bvm=bv.57752919.d.bGQ](http://www.google.de/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0CC4QFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.tbd.org.tr%2Fusr_img%2Fcd%2Fkamubib12%2Fdiger%2FBG4-2006.doc&ei=4bqhUpzOK6PpywPi_4H4DQ&usg=AFQjCNGa2SXLplkf3FuXdYq4I0eMdijw2g&bvm=bv.57752919.d.bGQ) erişim tarihi:8/5/2014
- [28] E. Turban, 1986, Expert systems—another frontier for industrial engineering,” *Comput. Ind. Eng.*, vol. 10, no. 3, pp. 227–235.
- [29] E. Turban, 1993, *Decison support systems*, Third edit. Prentice Hall PTR Upper Saddle River, NJ, USA.
- [30] E. Turban, J. Aronson, 2005, *Decision Support Systems and Intelligent Systems*. Pearson, Prentice Hall.
- [31] B. lengin, 1987, Regression Expert System, Boğazii University, Fen Bilimleri Enstits, Endstri ve Endstri Mhendisliği, Yksek Lisans Tezi.
- [32] D. A. Waterman, 1986, *A Guide to Expert Systems*, Addison-Wesley.
- [33] P. H. Winston, 1992, *Artificial Intelligence*, Third Edit. Addison-Wesley Longman Publishing Co. Boston.
- [34] L. A. Zadeh, 1965, Fuzzy Sets, *Inf. Control*, vol. 8, no. 3, pp. 338–353.