

## İNTERNET TABANLI BULANIK GİRİŞLİ UZMAN SİSTEM TASARIMIYLA MİKROBİYOLOJİ TAHLİL SONUÇLARININ YORUMLANMASI

Fatih BAŞÇİFTÇİ<sup>a</sup>, Hayri İNCEKARA<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Selçuk Üniversitesi, Elektronik ve Bilgisayar Eğitimi Bölümü, 42003 KONYA

<sup>b</sup> Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 42003 KONYA

### Özet

Mikrobiyolojide, tanıya ulaşmak için muayene, sorgulama ve laboratuvar yöntemlerine başvurulur. Laboratuvar tetkikleri ve bu tetkiklerin değerlendirilmesi hastalık tanısında ayrı bir önem teşkil etmektedir. Bu çalışmada, gerçekleştirilen web ara yüzü bulanık girişli uzman sistem tasarımı ile mikrobiyoloji laboratuvarı tetkikleri analiz edilmiştir. Tahlil değer aralıklarına (düşük, normal, yüksek) göre risk faktörlerinin belirlenmesi ve kullanıcının anlamını bilmediği terimlerin anlaşılacak şekilde kullanıcıların bilgisine sunulması sağlanmıştır. Yapılan çalışmanın veri tabanı uzman doktorlarla oluşturulmuş ve bir ara yüz yazılarak sistem web ortamında yayınlanmıştır. Kullanıcılar, ‘Değerlendirmeyi nasıl buldunuz’ kısmından tasarlanan sistemi değerlendirmişlerdir. Bu sayede sistemin başarı oranı belirlenmiştir. Tasarlanan sistemi 617 kullanıcı değerlendirmiştir. Değerlendirme sonucunda tasarlanan sistemin, bayanlarda %86, erkeklerde %91 ve genelde de %89 başarı oranıyla değerlendirme yaptığı belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Uzman Sistem, Tıbbi Tahlil, Mikrobiyoloji, Laboratuvar Tetkikleri.

## INTERPRETING MICROBIOLOGY LABORATORY ANALYSIS VIA WEB BASED FUZZY INPUT EXPERTS SYSTEM

### Abstract

In order to reach the diagnosis, checking, questioning and lab methods are used in microbiology. Laboratory verifications and the evaluation of these verifications are of a great importance in the diagnosis of a disease. In this study, with the design of web page

expert system Microbiology Laboratory Verifications has been analyzed. According to the test value ranges, (low, normal, high) the risk factors has been identified and the users are made possible to learn the unknown terms in a comprehensible way. The data base of the study done has been formed by expert doctors and an interface has been written and it has been published in the web portal. The users have evaluated the system from the part named “How did you find the evaluation?” so, the success rate of the system has been determined. 617 users have evaluated the designed system. In the result of the evaluation it has been identified that 86% of women, 91% of men and 89% of all found the system successful.

**Keywords:** Expert System, Medical Analysis, Microbiology, Laboratory Verifications.

## **1. Giriş**

Bilim adamları, bilgisayarlara zeka ve düşünme yeteneği kazandırabilmek amacıyla, insanın zihinsel işlevlerinin taklit edilmeye çalışıldığı zeki algoritmalar ve donanımlar geliştirmeye çalışmaktadır. Bu çalışmalar “yapay zeka” çalışmaları olarak isimlendirilmektedir [1]. Günümüzde en çok kullanılan Yapay Zeka (YZ) teknikleri, yapay sinir ağları, Bulanık Mantık (BM), genetik algoritmalar, karınca kolonisi algoritmaları ve Uzman Sistemler (US) olarak sıralanabilir [2].

Bilimsel ve teknik alanlarda, bilgi ve becerilerin kazanılması uzun zaman alır. Ayrıca bu becerilerin başarı durumu kişiden kişiye değişmektedir. Uzmanlık alanlarında ortaklık olmasını sağlamak ve kişiye göre değişmesini önlemek amacı ile tecrübeye dayalı bilgilerin sınıflandırılması ve düzenli bir biçimde bir araya getirilmesi gerekmektedir [3].

Bu çalışmada Mikrobiyoloji Laboratuvarı Tetkiklerini (MLT) analiz etmek, hastaları bilgilendirmek, doktor-hasta arasında oluşabilecek olumsuz iletişimi minimum düzeye indirmek, zamandan, mekandan ve emekten tasarruf sağlamak amacıyla web ara yüzü bir Bulanık Girişli Uzman Sistem (BGUS) tasarımı yapılmıştır. BGUS kural tabanı Selçuk Üniversitesi Selçuklu Tıp Fakültesi Laboratuvarından elde edilen 895 hastaya ait tahlil verileri alanında uzman doktorlarla değerlendirilerek oluşturulmuştur. Oluşturulan BGUS tasarımı web ortamına aktarılarak kişilerin kullanımına sunulmuştur.

MLT analizinde BGUS tasarımında, normal sistemlerden farklı olarak kullanıcı kesin analiz sonuç değerlerini sisteme gireceği için bireysel etkiler ortadan kalkmış ve daha doğru sonuçlar alınmıştır.

## **2. Materyal ve Metot**

Yapılan çalışmada, MLT, MLT' ye ait değişkenler, US, bulanık giriş, uzman bilgisi ve kullanıcılara ait tahlil sonuçları kullanılmıştır. Kullanıcı tahlil sonuçları BGUS kullanılarak analiz edilmiştir.

### **2.1. Uzman sistemler ve bulanık giriş**

Bulanıklık, bilimsel olarak belirsizlik olarak tanımlanmıştır. Bu belirsizlikleri ifade edebilmek amacıyla BM geliştirilmiştir. Klasik mantıkta bir şey ya doğrudur ya da yanlıştır. BM' da ise doğru ile yanlışın arasında birçok durum vardır. BM düşünüşüne uygun düşen modelleme problemleriyle karşılaşıldığında, genellikle bir uzmanın bilgi ve deneyimlerinden yararlanma yoluna gidilir. Uzman operatör, dilsel değişkenler olarak tanımlanabilen “düşük, normal, yüksek, çok yüksek” gibi günlük yaşantımızda sıkça kullandığımız kelimeler doğrultusunda esnek bir denetim mekanizması geliştirir [4,5,6].

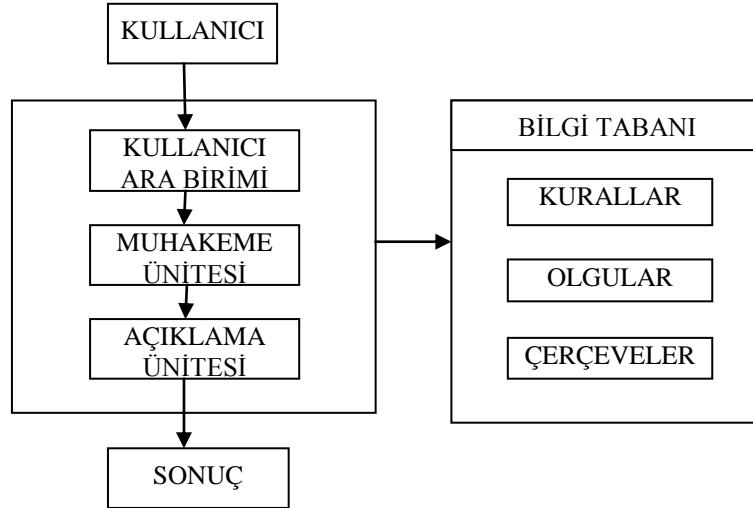
US' lere ait ilk çalışmalar Standford Üniversitesi'nde yapılmaya başlanmıştır. Standford Üniversitesi profesörlerinden Edward Feigenbaum US tanımını “bilgi ve çıkarım prosedürlerini kullanarak uzman bilgisi gerektiren zor problemleri çözen akıllı bilgisayar programları” şeklinde yapmıştır [7]. US, bir konuda uzman kişi ya da kişilerce yapılabilen muhakeme ve karar verme işlerini modelleyebilen bilgisayar sistemleridir [8]. US temel yapısı Şekil 1' de görülmektedir.

US temel çalışma prensipleri şöyledir: Programı kullanan kişi US programına gerçekleri verir ve karşılığında uzman tavsiyesi veya uzmanlık alır. US genelde iki ana unsurdan oluşur. Bunlar Bilgi-Tabanı (Knowledge-Base) ve Karar Motoru (Inference Engine)' dur. US' lerde, bilgi tabanlarındaki bilgileri saklamanın en çok kullanılan biçimi üretim kurallarıdır. Üretim kuralları [5, 9, 10, 11, 12],

**IF** şart **THEN** eylem yapısındadır.

Örneğin;

**IF** ‘AMA Pozitif’ **THEN** ‘Primer biliyer siroz, Kronik aktif hepatit, Siflis’



Şekil 1. Uzman sistemin yapısı

## 2.2. Mikrobiyoloji tetkikleri ve değişkenler

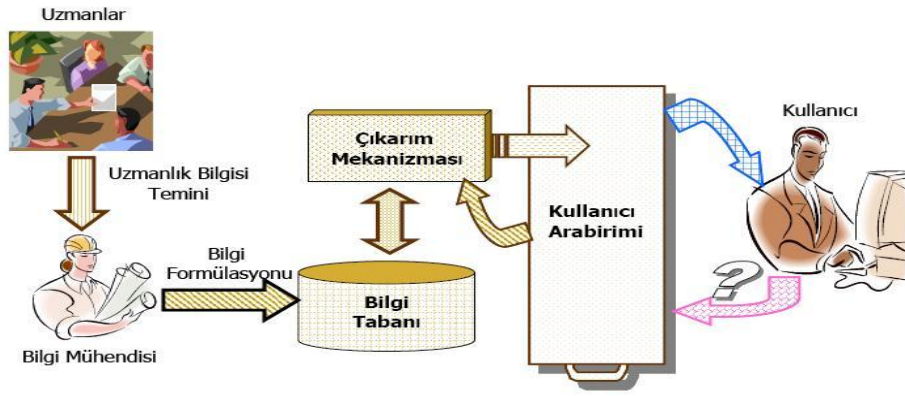
Tasarlanan sistemde hastaların MLT' ne ait tahlil sonuçlarının analiz edilmesi amacıyla 7 farklı tetkike ait tahlil değişkenleri incelenmiştir. İncelenen tetkikler ve kısa açıklamaları Tablo 1' de verilmiştir. Tablo 1' de açıklamaları verilen MLT değişkenleri tasarlanan web ara yüzü BGUS ile değerlendirilmiştir.

Tablo 1 MLT analizinde kullanılan tetkikler ve kısa açıklamaları

TETKİKLER	AÇIKLAMA
MİKOLJİ TETKİKLERİ	İnsanda hastalık yapan mantarları inceleyen bilim dalına mikoloji denir. Mantarlar da bakteriler gibi belirli bir hücre yapısına sahiptirler.
BAKTERİYOLOJİ TETKİKLERİ	Bakterilerin ve genel olarak mikropların biçimlerini, niteliklerini inceleyen bilim dalı. Mikroskopun kullanılmasıyla birlikte başlamıştır.
PARAZİTOLOJİ TETKİKLERİ	Parazitoloji, parazitleri, parazitlerin konukçuları ve aralarındaki ilişkileri konu alan bilim dalıdır. Asalak olarak yaşayan canlıları inceler.
SEROLOJİ (SERUM BİLİM) TETKİKLERİ	Kanda antijenler ile antikorlar arasında olası tanı ve tedavi uygulamaları sonucunda ortaya çıkan bağışıklık reaksiyonlarını inceleyen disiplin.
FLORESAN VE IMMİNBLOTH TETKİKLERİ	Floresan bileşikler ile işaretli antikor kullanılarak, şüpheli materyalde bulunan antijen ya da bunlara karşı oluşmuş antikor varlığının araştırıldığı, immunositokimyasal bir yöntemdir.
TÜBERKÜLOZ TETKİKLERİ	Tüberküloz (Verem), soluduğumuz hava ile akciğerlere giren Tbc mikrobunun yol açtığı, asıl olarak akciğerlerde yerleşen, fakat kan ve lenf yoluyla tüm vücuda dağılabilen mikrobik, bulaşıcı, süregelen bir hastalıktır.
TORCH PANELİ TETKİKLERİ	Hamilelik sırasında bebeğe geçip sakatlıklara yol açan mikroplar için kullanılan kısaltmadır. Birden fazla enfeksiyon araştırılmaktadır.

## 3. Uygulama

Son yıllarda elektronik ve bilgisayar teknolojisi hızlı bir gelişim göstermiştir. Bilgisayar teknolojisindeki gelişim, insanların sadece fiziksel değil zihinsel faaliyetlerinde de makineleri yardımcı araç olarak kullanmalarına fırsat vermiştir. Bu olgudan yola çıkılarak, geliştirilen BGUS web ortamına taşınmıştır. Web site aracılığı ile MLT analiz edilmesi, tahlil değişkenlerinin referans aralıkları, değişkenlerle ilgili bilgi ve değişkenlerin düşük veya yüksekliğinde görülebilen sağlık sorunları listelenmiştir. Analiz edilecek tahlil değişkenlerine ait değerler girildikten sonra tahlil analiz sonuçları anlaşılabilir şekilde kullanıcıya sunulmaktadır [13, 14]. Şekil 2’ de web ara yüzü US yapısı gösterilmiştir.



Şekil 2. Web ara yüzü US yapısı

Web ara yüzü Tıbbi Uzman Sistemler (TUS)’ larde, programa internet üzerinden ulaşan kullanıcı sisteme verileri (sistem tarafından istenilen bilgiler için cevapları) girer ve karşılığında uzman tavsiyesi veya uzmanlık alır. Uzmanlardan alınan bilgilere göre Bilgi mühendisi bilgi tabanını oluşturur. Çıkarım mekanizması ise kullanıcıların, kullanıcı ara yüzü ile sisteme girdiği bilgileri kullanarak kullanıcının sorduğu sorulara veya sisteme girdiği bilgilere uygun sonuçlar üretir. Üretilen sonuçlar internet üzerinden, tasarlanan sistem aracılığıyla kullanıcıya aktarılır. Şekil 3’ de tasarlanan sisteme ait Test Yap ekranı web ara yüzünün bir kısmı gösterilmiştir.

MLT analizinde BGUS tasarımı normal hastalık teşhisi ve belirli nitelikteki çıkışların değerlendirilmesi amacıyla yapılan çalışmalardan farklılık göstermektedir. Normal teşhis için tasarlanmış US’ larda sorulan sorulara verilen cevaplar kişinin o anki durumuna, çevresel faktörlere, psikolojik etkenlere ve daha birçok sebebe bağlı olarak değişebilmekte ve sistemin başarı yüzdesi düşmektedir. Bu da kullanıcının yanlış bilgilendirilmesine veya yönlendirilmesine sebebiyet vermektedir. MLT analizinde

BGUS tasarımında ise kullanıcı kesin analiz sonuç değerlerini sisteme gireceği için bireysel etkiler ortadan kalkmış ve daha doğru sonuçlar alınmıştır [15].

Geleneksel bulanık kontrol sistemlerin aksine az sayıda giriş ve çıkışın olmadığı bu çalışma diğer çalışmalardan farklılık göstermektedir. Giriş olarak 101 farklı tahlil değişkeni bulunmaktadır. Ancak sistem tarafından kullanılacak giriş değişken sayısı kullanıcının seçimine bağlı olarak değişmektedir. Tasarlanan BGUS yönetim panelinden değişkenlerin ayrı ayrı referans aralıkları girilmiştir. Sisteme yüklenen MLT kullanıcı tahlil (giriş) değişkenlerinin BGUS tarafından değerlendirilmesi sonucu kullanıcıda bulunabilecek hastalık ihtimalleri, kullanıcının risk sınırlarındaki tahlil analiz değer sonuçları, risk grubundaki kullanıcılara ait uzman görüşü ve yorumlarıyla oluşturulmuş ön bilgilendirme amaçlı bir çıkış verilmiştir.

Şekil 3. Tasarlanan sistem test yap ekranı web ara yüzü

BGUS giriş değerleri literatürdeki verilere ve alanında uzman doktorların görüşlerine göre aşağıdaki üç dilsel ifade ile tanımlanmıştır.

*Düşük, Normal, Yüksek*

Giriş değişkenleri 101 adettir. Bu tahlil değişkenlerinden bazılarının sınır değerleri aşağıdaki Tablo 3' de gösterilmiştir.

Geliştirilen BGUS' deki değişkenler alanında uzman doktorlar yardımıyla bulanıklaştırılmıştır. Bulanıklaştırma yöntemi olarak üçgen bulanıklaştırma yöntemi seçilmiştir.

Tablo 3 Bazı MLT tahlil değişkenlerinin sınır değerleri

TETKİK	GİRİŞ DEĞİŞKENİ	ALT	ÜST
--------	-----------------	-----	-----

		<b>LİMİT</b>	<b>LİTMİT</b>
MİKOLOJİ	BOĞAZ (Kültür+Nativ)	-10000	10000
BAKTERİYOLOJİ	GAİTA KÜLTÜRÜ	-10000	10000
SEROLOJİ	Salmonella PAO	-1000000	1000000
TORCH	KABAKULAK IGG	-10000	10000
TÜBERKÜLOZ	ARB	-1000000	1000000

Sistemde bütün girişler işleme tabi tutulmamaktadır. Kullanıcının seçtiği giriş değişkenleri işleme tabi tutularak ‘giriş değişkeni’ olarak kullanılmaktadır.

Seçilen değişkenlere girilen değerler yüksek veya düşük dilsel değer sınırında ise, tahlil analizi (uzman yorumu) verilmektedir. Girilen değerler normal değer sınırında ise tahlil analizi verilmemektedir. Ancak tüm kullanıcılara, değişkenler hakkında genel bilgi, değişkenlerin alt ve üst sınır değerleri, değişkenlerin birimleri ve değişken değerlerinin yüksek veya düşük olduğu durumlarda oluşabilecek hastalıklar ve risk faktörleri çıktı olarak verilmektedir.

Tasarlanan sistemde hastaların yaşı ve cinsiyeti de sistemin çalışmasını doğrudan etkilemektedir. Sistemde toplam 529 adet kural bulunmaktadır. Tasarlanan sistem web üzerinde yayınlandığı için kural tabanı her zaman geliştirilmeye ve güncellenmeye açıktır. Aşağıdaki Tablo 4’ de BGUS kural tabanında mevcut olan kurallardan 2 kuralın gösterimi yapılmıştır. BGUS kural tabanının oluşturulmasında “IF (EĞER) şart THEN (O HALDE)” eylem yapısı kullanılmıştır.

Tablo 4. BGUS kural tabanı örnek gösterimi

<b>KURAL NO</b>	<b>GİRİŞ (EĞER)</b>	<b>ÇIKIŞ (O HALDE)</b>
1	<b>EĞER</b> dsDNA Yüksek	Kronik Hepatit, Biliyer Siroz, Sistemik Lupus Eritematozus
2	<b>EĞER</b> Anti MPO Yüksek ve PR3 Yüksek	İlerlemiş böbrek yetersizliği olan hastalarda vaskulitin bir göstergesidir.

Tasarlanan sisteme web ortamından ulaşan kullanıcılardan 241 (%39) bayan ve 376 (%61) erkek olmak üzere toplam 617 kullanıcı tahlil sonuçlarını değerlendirdikten sonra ‘değerlendirmeyi nasıl buldunuz’ kısmından tasarlanan sistemi de değerlendirmişlerdir. Yapılan değerlendirmelerden, yetersiz ve normal değerlendirmeler ‘Sistem Başarısız’ veya ‘Geliştirilebilir’, yeterli değerlendirmeler ise ‘Sistem Başarılı’

şeklinde yorumlanmıştır ve başarı oranları buna göre belirlenmiştir. Aşağıdaki Tablo 5’ da tasarlanan sistemi değerlendiren kullanıcıların değerlendirme sonuçları verilmiştir.

Tablo 5. Değerlendirme sonuç dağılımları (geliştirilen uzman sistemin başarı oranları)

YAŞ	BAYAN			ERKEK			GENEL
	0-20	20-40	40-60	0-20	20-40	40-60	0-60
HASTA SAYISI	62	81	98	92	156	128	617
YETERSİZ	4	8	9	2	5	9	37
NORMAL	2	3	8	4	9	6	32
YETERLİ	56	70	81	86	142	113	548
DOĞRULUK ORANI (%)	%90	%86	%83	%93	%91	%88	%89
GENEL DOĞRULUK	%86			%91			%89

Yukarıdaki Tablo 5’ de değerlendirmeye katılan bayan ve erkek kullanıcıların değerlendirmeleri yaş aralıklarına göre gruplandırılarak verilmiştir. Kullanıcılar (hastalar), laboratuvar sonuçlarını tasarlanan sistem üzerinde analiz etmişlerdir. Analiz işlemlerini müracaat ettikleri uzman doktor ile beraber gerçekleştirmişlerdir. Dolayısıyla elde edilen sonuçlar uzman doktorlarında görüşlerini belirtmektedir. Değerlendirme sonucunda tasarlanan sistemin, erkeklerde %91, bayanlarda %86 ve genelde de %89 başarı oranıyla değerlendirme yaptığı belirlenmiştir.

#### 4. Sonuçlar

Bu çalışmada MLT sonuçlarının analiz edilmesi için 101 farklı tahlil değişkeni hakkında genel bilgi, alt ve üst sınır değerleri verilmiştir. Değişkenlerin sınır değerlerin altında veya üstünde olması durumunda oluşabilecek hastalıklar ve risk faktörleri anlaşılabilir biçimde kullanıcıların bilgisine sunulmuştur. İlk etapta alanında uzman doktorların sıklıkla karşılaştıkları durumlar değerlendirilerek 529 farklı kural oluşturulmuştur. Oluşturulan bu kurallar sisteme yüklenmiş ve kullanıcıların hizmetine sunulmuştur. Sistemi kullanan 241 (%39) bayan ve 376(%61) erkek olmak üzere toplam 617 kişi geliştirilen sistemi alanında uzman bir doktor ile genel olarak değerlendirmiştir.

Değerlendirme sonucunda bayanlarda en yüksek oranda başarı %90 başarı yüzdesiyle 0-20 yaş grubundan en düşük başarı ise %83 başarı yüzdesiyle 60-80 arası yaş grubundan elde edilmiştir. Erkeklerde en yüksek başarı %93 başarı yüzdesiyle 0-20 yaş grubundan, en düşük başarı %88 başarı yüzdesiyle 60-80 arası yaş grubundan elde



edilmiştir. Sistemin genel başarı oranı %89 olarak belirlenmiştir. Sistem genel olarak değerlendirildiğinde yaş aralığı küçüldükçe yapılan değerlendirmelerin daha isabetli olduğu görülmüştür. Yaş ortalaması yükseldikçe yaşlılıktan kaynaklanan çeşitli sebeplerden dolayı sistemin başarı oranının düştüğü gözlenmiştir. Bu durumun geliştirilen sistemin genel başarısını etkilemediği görülmektedir.

Tasarlanan sistem ile bir hastanın, tahlil sonuçlarını değerlendirmesi ve tahlil değişkenleri hakkında detaylı bilgi alması için gerekli olan bilgiler programlanmıştır. Böylece, bu çalışma, tahlil sonuçlarının nasıl değerlendirileceği, değerlendirmede ne gibi özelliklere dikkat edileceği, kriterlerin nasıl yorumlanacağı vb. konularda bundan sonra bu alanda yapılabilecek tüm çalışmalara yol gösterecektir. Mevcut sistemlerden farklı olarak MLT analizinde BGUS tasarımında kullanıcı sorulan sorulara kesin analiz sonuç değerlerini girdiği için bireysel etkiler ortadan kalkmış ve daha doğru sonuçlar alınmıştır. Değerlendirme sırasında kullanıcıya sunulan MLT tahlil değişken bilgilerinin ve BGUS' a girilen değerlere göre üretilen sonuçların, mantıklı, kurallara uygun ve gerçekçi olduğu görülmektedir.

Bu çalışmada bilimin her alanında gerekli olan ve diğer bilimlerle iç içe olan bilgisayar bilimi, YZ biliminin bir alt dalı olan US ve tıp bilimleri bütünleştirilmeye çalışılmıştır. Tıbbi tahlil sonuçlarının analizinde BGUS üzerinde çalışma yapılmamış olması sebebiyle araştırılmaya ve geliştirmeye elverişli olan bu alanda ileride yapılacak olan çalışmalara tasarladığımız sistem örnek teşkil etmektedir.

Geliştirilen BGUS' un, hastalıkların ülke ekonomisine olan yüklerinin azaltılması, bireylerin mutlu bir hayat yaşayabilmesi ve sağlık sorunlarından dolayı oluşabilecek maddi-manevi sorunların minimum düzeye indirgenebilmesi için araştırma ve geliştirmeye uygun olduğu düşünülmektedir.

**Teşekkür:** Bu çalışma Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından desteklenmiş 10201051 numaralı projenin bir parçasıdır.

### **Kaynaklar**

- [1] Penrose R. Bilgisayar ve Zeka, Tübitak Yayınları, Ankara; 1998.
- [2] Sağiroğlu Ş, Beşdok E, Erler M. Mühendislikte Yapay Zeka Uygulamaları-I, Ufuk Yayınları, Kayseri; 2003.

- [3] Özkan MT, Gülesin M. Uzman sistem yaklaşımı ile civata ve dişli çark seçimi, Turk. J. Engin. Environ. Sci., 2001; 25(3): pp. 169-177.
- [4] Göksu A, Güngör İ. Bulanık analitik hiyerarşik proses ve üniversite tercih sıralamasında uygulanması, Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Dergisi, 2008, C.13, S.3, Sayfa: 1-26.
- [5] Allahverdi N. Uzman Sistemler, (1.Baskı), İstanbul, Atlas Yayınları; 2002.
- [6] Yıldız ÖF. Bir bulanık mantık sistem tasarımı, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2005.
- [7] Tatlı Eİ. Uzman sistemler, Seminer çalışması, Yıldız Teknik Üni., İstanbul; 2000.
- [8] Nabiye VV. Yapay Zeka, Ankara, Seçkin Yayınları; 2003.
- [9] Kılağız Y. Yapay zeka bilgi işlem teknolojisi ve tek aşamalı karar verme problemleri için bir uzman sistem denemesi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, 1996.
- [10] Chang CC, Tseng CT. A network problem diagnosis expert system based on web services. Proceedings of the Seventh International Conference on Machine Learning and Cybernetics, Kunming, IEEE, 2008; pp. 3726-3731.
- [11] Babalık A, Güler İ. Boğaz enfeksiyonlarının teşhis ve tedavisinde uzman sistem kullanımı. Selçuk Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu Teknik-Online Dergi, 2007; 6(2): Sayfa: 110-119.
- [12] Hayes FR. Rule-based system. CACM, 1985; Vol. 28, No. 9.
- [13] Chorbev I, Mihajlov D, Jolevski I. Web based medical expert system with a self training heuristic rule induction algorithm, First International Conference on Advances in Databases, Knowledge and Data Applications, IEEE, Mexico, 2009; pp. 143-148.
- [14] Tsumoto S. Web based medical decision support system for neurological diseases, Proceedings of the IEEE/WIC International Conference on Web Intelligence, Canada, 2003; pp. 629-632.
- [15] İncekara H. Tıbbi tahlil sonuçlarının analizinde web ara yüzü bulanık uzman sistem tasarımı, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya, 2010.