

# TIBBİ AMAÇLI BULANIK MANTIK KONTROL SİSTEMİ ÇALIŞMALARI

Ahmet YARDIMCI\*, Abdullah FERİKOĞLU\*\*

\*Akdeniz Üniversitesi TBYO Kampüsü, 07059 Antalya

E-mail: [yardimci@teknik.akdeniz.edu.tr](mailto:yardimci@teknik.akdeniz.edu.tr)

\*\* Sakarya Üniversitesi Muh.Mim.Fak., Esentepe Kampüsü, Adapazarı

E-mail: [af@esentepe.edu.tr](mailto:af@esentepe.edu.tr)

## ABSTRACT

This paper will serve as a guide in developing new fuzzy logic control systems for medical units. All the papers concerning the fuzzy logic in medical area were given. Intelligent systems have appeared in many technical areas. Many of these intelligent systems are based on fuzzy control strategies which describe complex systems mathematical model in terms of linguistic rules. Since the 1980s new techniques have appeared from which fuzzy logic been applied extensively in medical systems. The potential benefits of the fuzzy logic systems for medical are as follows; to increase patients' safety and comfort, to economize by lessening the expenditures of medical units.

## 1. GİRİŞ

Akıllı sistemler, ev elektroniği, robotik ve endüstriyel kontrol sistemleri gibi bir çok teknik alanda yerlerini almaktadırlar. Bu akıllı sistemlerin birçoğu kompleks sistemlerin matematiksel modellerini dilsel kurallarla tanımlayan bulanık kontrol mantığı temellidir. Klasik mantığın birçok alanda yetersiz gelmesi, insan aklının işleyişini yeterince yansıtmaması, bilim adamlarının bulanık mantığın üzerine eğilmesine neden olmuştur.

Günümüzde ilerleyen bilimin amacı gittikçe daha akıllı sistemler oluşturmaktır. Daha akıllı kavramı kuşkusuz insan zekasından ve insan dilinden anlayın anlamına gelmektedir. Şimdiye değin kullanılan kontrol yöntemleri, katı ve kesin sonuçlar bulmak üzerinedir. Oysa insan düşüncesinde böylesine katı ve kesin kurallar yoktur. Kuşkusuz ki insan zekasının gelişimin de, insan düşüncesinin esnekliği yatar. Öyleyse daha zeki sistem, daha esnek düşünceli sistem anlamına gelmelidir. Akıllı sistemler öğrenme, karar verme, yargılama yeteneklerine sahip olmalıdır. Dolayısıyla böyle bir sistem insan aklına olabildiğince benzerdir. Geleneksel denetim kuramı bu özellikleri sağlamaya yeterli

değildir. Buna karşın belirsizliklerle dolu olan insan yaşamını bir ölçüde olsa ifade edebilen bulanık kontrol kuramı ortaya atılmıştır. İkili mantık ve bulanık mantık arasındaki fark; bir konçertoyu bir müzik bilgisayarının çalması ile Viyana Filarmoni Orkestrasının yorumlaması arasındaki farka benzetilebilir. Öyleyse gerçek çözüm ya da yorum insan zekasının bulanık yolundan geçmektedir. Kısaca, insana, insanca çözümler gerekmektedir.

Bulanık mantığın kilit kavramını mantıkçılar ilk olarak 1920' lerde " her şey bir derecelendirme sorunudur" diyerek ortaya attılar. Bu yüzyılın başında Bertrand Russel modern küme kuramı ve mantığın tam merkezinde eski bir Yunan paradoksunu bulmasıyla mantık üzerine modern incelemelere başladı.

Polonyalı mantıkçı Jan Lukasiewicz 1920'li yıllarda Russel' den bağımsız olarak önermelerin, ikili mantığın 1 ve 0 değerleri arasında kesirli değerleri alabildiği çok değerli mantık ilkelerini çıkardı. Kuantum felsefecisi Max Black "Philosophy of Science" ta 1937 yılında yayınlanan bir yazısında liste ya da nesnelere oluşan kümelere çok değerli mantık kurallarını uygulayarak ilk bulanık küme eğrilerini çizmiş oldu. Bundan aşığı yukarı 30 yıl sonra University of California at Berkeley' de Elektrik Mühendisliği Bölüm Başkanı olan Lotfi A.Zadeh bu alana adını veren "Bulanık Kümeler" adlı çığır açıcı yazısını yayınladı. Zadeh bir kümenin tüm nesnelere Lukasiewicz' in mantığını uygulayarak bulanık kümeler için eksiksiz bir cebir geliştirdi. Fakat 1970'li yılların ortalarına kadar Londra' daki Queen Mary College' den Prof. Ebrahim H. Mamdani' nin bir buhar makinesi için bulanık mantıkla çalışan bir denetleyici tasarlayıncaya kadar kullanım alanı bulamadı. Daha sonra hızla gelişerek modern bir denetim alanı olarak pek çok bilim adamının ilgisini çekmiştir. Bulanık mantığın ilk uygulama alanları çimento sanayii ve su arıtma sistemleri olmuştur. Daha sonra buhar türbini, nükleer, reaktör, asansör ve vinç denetimi gibi değişik alanlarda da bulanık mantıktan yararlanılmıştır.

## 2. BULANIK MANTIK

Bulanıklık, bir düşüncenin tanımında veya bir kelimenin anlamında bulunabilen belirsizliktir. İlk olarak 1965'te Prof. Zadeh tarafından matematiksel bir düşünce olarak öne sürüldü. Temel olarak çok değerli ( multivalued) mantık, olasılık kuramı, yapay zeka ( artificial intelligence) ve yapay sinir ağları ( neural networks) alanları ile ilişkilidir. 1920'lerde mantıkçıların "Her şey bir derecelendirme sorunudur". Kavramı bulanık mantığın temelini oluşturmaktadır. Diğer bir deyişle bulanık mantık; olayların oluşum olasılığından çok oluşum derecesiyle ilgilidir [2]. Bundan dolayı bazı bilim adamları bulanık mantığı, olasılığın bir devamı olarak düşünmüşlerdir. Fakat olasılık ve bulanıklık birbirlerinden oldukça farklı kavramlardır. Olasılık, bir şeyin olup olmayacağını ölçer. Rasgelelik fikri ile sembolize edilen doğa olaylarına bağlı bir belirsizliğe sahiptir. Bulanıklık ise bir olayın ne dereceye kadar olduğunu, bir koşulun ne dereceye kadar var olduğunu ölçer.

Farkı anlamak için ilginç bir örnek verelim. Bir çölde bulunuyorsunuz, bir haftadan beri su içmemişsiniz iki cam şişe ile karşılaşıyorsunuz. Birinin üzerinde 0,91 olasılıkla içilebilir su, diğerinin içerisinde ise içilebilir su sınıfına 0,91 olasılıkla aittir hangisini içmelisiniz.

Birincisinde 0,91 olasılıkla su olması demek; % 9 olasılıkla da renksiz bir sıvı içilebilir demektir. Bu renksiz sıvı, örneğin HCl asit olabilir. "İçilebilir su" sınıfına belirli bir üyelikle ait olması demek bu su yağmur suyu olabilir. Yani 0,91 kalitede iyi bir sudur. Sonuç olarak bu iki ifade de belirsizliği tanımasına rağmen birbirinden farklıdır.

Bulanık Mantık, bir kişinin diğeri ile konuşması veya diğeri açıklama yapmasına benzer olarak "soğuk", "sıcak", "az", "çok" gibi dilsel değişkenleri kullanır. İkili (geleneksel) mantıktan ( sıcak-soğuk) farklı olarak bulanık mantık, değişiklikleri için ara durumları (az sıcak - az soğuk gibi) kullanılır.

Bulanık mantığın elemanları şöyle verilebilir:

1) Bulanık küme dilsel değişkenleri göstermek için kullanılır

2) Üyelik fonksiyonları bir bulanık kümede ( sıcak, yüksek, hızlı) bir fiziksel değişkenin ( ısı derecesi, basınç, hız gibi) üyelik derecesini tanımlamak için kullanılır.

3) Bulanık operatörler bulanık ifadeler arasında mantıksal işlemlere hız verir. Bunlarla EĞER- O HALDE ( IF- THEN) türünden işlem

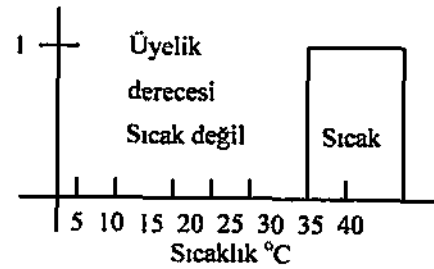
kuralları, uzman sistemlerde kullanılan yöntemle benzer olarak, sembolik yoldan formüle edilebilir.

4) Bulanık çıkarım, var olan bilgiden kurallara dayanarak yeni bilgiler elde etme yoludur.

## 3. BULANIK VE KLASİK MANTIK KARŞILAŞTIRMASI

Klasik ( geleneksel) mantıkla, herhangi bir nesne bir kümeye ya aittir ya da ait değildir. Bu 0 ya da 1 değerinde oluşan ikili mantıktır. Bunun ortası yoktur. Örneğin 7 sayısı kesinlikle tek sayılar kümesine aittir ve asla çift sayılar kümesine ait olamaz. Aynı zamanda iki kümeden hiçbirine ait olmaması da söz konusu değildir. Bulanık mantıkta ise elemanlar bulanık kümeye kısmen aittir. Ayrıca aynı anda birden çok kümeye de ait olabilirler.

Örneğin hava yüzde 20 "serin" olabilir ve aynı zamanda yüzde 80 "serin değil" olabilir. Bulanık mantıktaki tek kısıtlama, bir nesnenin tamamlayıcı gruplardaki üyelik derecelerinin toplamının bir olması koşuludur.

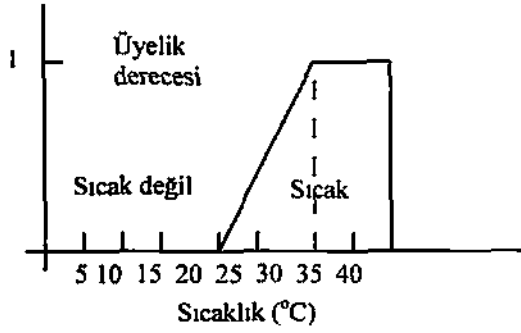


Şekil 1.1 Klasik küme anlayışı

Farkı daha iyi anlamak için bir örnek ele alalım. Klasik mantık teorisinde Şekil 1.1' de görüldüğü gibi 35°C' de hava sıcak 34,5°C' de ise hava sıcak sayılmaz.

Doğal olarak bu mantığın hiçbir esnekliği yoktur. Gerçek dünyada ise sınırlar bu kadar esnek değildir. Tam tersine, olayların belli bir esneklikte olması istenir. Bulanık mantık kesin ifadeleri ( açık/kapalı, soğuk/sıcak) az, çok ve biraz gibi terimlerle yumuşatıp az açık/az kapalı, serin/ılık gibi ifadelere dönüştürerek gerçek dünyaya benzetir.

Şekil 1.2' de görüldüğü gibi sıcaklık 35°C'de maksimum üyelik derecesine 25°C'de minimum üyelik derecesine sahiptir.



Şekil 1.2 Bulanık gösterim

#### 4. BULANIK MANTIĞIN UYGULAMA ALANLARI

Bulanık mantığın uygulama alanları denetim sistemlerinin de ötesine uzanmaktadır. Geliştirilen son teoremler bulanık mantığın ilke olarak, ister mühendislik, ister fizik, isterse biyoloji ya da ekonomi olsun, her türlü konuda sürekli sistemleri modellemek üzere kullanılabilirliğini göstermektedir. Çoğu alanda, bulanık mantıklı sağduyu modellerinin standart matematik modellerinden daha yararlı sonuçlar verdiği görülmektedir[1].

Bir metro sisteminde kullanılan bulanık mantık çok başarılı olmuştur. Japonya' da bulanık mantık çok rağbet görmüştür. 1990' da bulanık mantık fotoğraf makinelerinden ev aletlerine ve hatta borsaya kadar çok değişik alanlarda kullanılmıştır. Günümüzde, bulanık mantık ve uygulamalarına yönelik yazılım ve donanımlar piyasada hazır şekilde bulunmaktadır. Ayrıca bulanık mikroişlemcilerde pazarlanmaktadır. Japonya ve Kore' de şirketler geleneksel örneklerinden daha doğru kontrol sağlayan bir dizi bulanık mantığa dayalı tüketim malı yapmaktadırlar. Örneğin bulanık mantıkla çalışan çamaşır makineleri çamaşır temizlendikçe strateji değiştirerek her çamaşır kümesi için yıkama döngüsünü yeniden düzenlemektedir. Bulanık çamaşır makinesi değişmez komutlarla çalışan " aptal" bir makineden daha temiz yıkamaktadır. Bu tür en basit makinelerde optik bir algılayıcı yıkama suyunun bulanıklık ya da berraklığını ölçer; kontrolörde bir lekenin suda çözülme ya da su sıcaklığını değiştirmek için bir yük algılayıcısı kullanır. Bir çamaşır makinesi yalnız 10 tane bulanık kural kullanarak çok sayıda yıkama stratejisi çeşidi geliştirilebilir. Peki bulanık mantığın kullanılmasının doğru olmayan alanlar var mıdır? Şu şekilde bir ayırım yapılabilir.

Geleneksel optimal kontrol denklemleri elde edilmiş veya tamamıyla yeterli olan sistemlerde bulanık bir yaklaşım kullanmak pek tavsiye edilmez. Fakat istenirse karşılaştırma yapmak için kullanılabilir. Bulanık mantığın;

- 1) Geleneksel yöntemlerle yeterli doğrulukta modellenmeyen çok karmaşık sistemlerde,
- 2) Önemli olmayan lineer sistemlerde,
- 3) Başlangıç koşullarında, girişlerinde veya tanımlarında belirsizlikler olan sistemlerde, kullanılması en iyi çözümü verir.

Bu nitelikleri taşıyan uygulamalar için gerekli yöntemleri içerecek şekilde bulanık kontrol geliştirildi. Bu modelleme, değerlendirme, optimizasyon, karar verme, denetim, teşhis ve bilgi gibi uygulamalar olabilir. Bulanık kontrol, yapay zeka ve yönetim gibi çok çeşitli alanlarda denenmiştir. Bulanık mantık teori fikrini geniş alanlara yaymak için projeler vardır. Bulanık sistem teorisini belirsiz düşünce ve karar süreçlerinin gelişen modellerine ait başlama noktası kabul ettiğimiz için aşağıdaki uygulama alanları geliştirilebilir.

- 1) Yönetim ve sosyal problemler için kullanılabilen insan modellerinin yapılması
- 2) Otomasyon ve bilgi sistemlerinde kullanım için yüksek derecede insan yeteneklerinin taklidi
- 3) İnsan ve makine arasındaki insan orijinli arabirimlerin oluşumu
- 4) Diğer sosyal ve yapay zeka uygulamaları ( risk analizi ve tahmin, fonksiyonel aygıtların gelişimi).

#### 5. TIPTA BULANIK MANTIK UYGULAMALARI

Medikal sistemlerde de, 1980 lerden beri bulanık mantığın geniş bir şekilde uygulandığı yeni teknikler ortaya çıkmaktadır[2]. Geçtiğimiz yirmi yıl içerisinde kontrol sistemleri teknolojisinde önemli gelişmeler olmuş, bu dönemde elektronik ve bilgisayardaki gelişmeler kontrol teorisinde alanak sağlamıştır. Tıp, kontrol mühendisliği ile ilişkili bir bilim dalı olmamasına rağmen, etkilenmiş ve bugün özellikle cerrahi operasyon ve yoğun bakım ünitelerindeki on-line cihazlar, kontrol tekniklerinin ürünü olarak ortaya çıkmışlardır[3]. Tıpta " Ölçebileceğin herşeyi ölç, hiç ölçülememişleri de ölçülebilir hale getirmeye çalış" (Galileo) prensibi hala geçerliliğini korumakta olsa da bazı temel sınırlar hala tanımlanamamıştır. Gerçek dünya

bilgisi bütün olamama, kesin olamama ve tutarlı olamama ile karakterize edilir. Zadeh tarafından geliştirilen bulanık küme teorisi kesin olmayan *medikal ifadeleri bulanık kümeler* şeklinde tanımlamaya olanak tanır. Medikal ifadeler için mükemmel bir yaklaşım sağlar. Bulanık kontrol ve görüntüleme teknolojisi tıp için önemli gelişmelere imkan tanıyacaktır. Medikal aktiviteler alanlara bölünmüştür. Bunlardan her biri de o alana ait özel uygulamaları ile tekrar ileri alanlara bölünmüşlerdir. Toplam 34 alan tanımlanmıştır. Bu alanlar medikal prosedüre bağlı olarak hiyerarşik bir şemayla organize edilir. Burada amaç önemli metodoloji ilişkilerini ve talepleri bağlantılandırmaktır. Bu şema, herhangi bir bölümdeki başarılı bir uygulamanın komşu

bölümdeki başka başarılı bir uygulamaya önderlik etmesini sağlar. 1999 yılına kadar toplanılan bilgilerle medikal bölümlerde yapılan *çalışmalara ait yayınların zamana göre dağılımı* Linkens' in bu konuda yayınladığı bir makaleden alınarak Tablo 6.1' de verilmiştir. Tablo 6.2' de her bir medikal alandaki bulanık mantık uygulama türü ve sayısı gösterilmiştir. Tablo 6.3' ise Tablo 6.1' de verilen yayınlarda yer alan, tıp ve sağlık alanında yapılan bu çalışmaların içerdikleri bulanık mantık kontrol tipleri göstermektedir. Bu aynı zamanda son on yılda tıp alanında uygulanan bulanık mantık teknolojisi tiplerindeki gelişmeleri de göz önüne getirmektedir[1].

Tablo 5.1 Yıllara göre her bir medikal bölüme uygulanan bulanık teknolojiye ait yayınların sayısı (Linkens 1999)

Yayınlanma yılı	<89	90	91	92	93	94	95	96	97	98
<b>Conservative disciplines</b>										
Internal medicine	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-
Cardiology	-	-	-	-	-	2	2	-	2	3
Invasive care	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1
Paediatrics	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Endocrinology	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Oncology	-	-	-	-	-	1	2	-	2	1
Gerontology	-	-	-	-	1	-	-	2	2	2
General practise	1	1	-	-	1	1	1	2	4	2
<b>Invasive medicine</b>										
Surgery	-	-	-	-	2	1	-	2	3	1
Orthopaedics	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-
Anaesthesia	4	1	1	4	4	4	2	5	7	2
Artificial organs	-	-	-	-	-	-	2	2	5	3
<b>Regionally defined medical disciplines</b>										
Gynaecology	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dermatology	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dental medicine	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
Ophthalmology	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Otology, Rhinology	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Urology	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Neuromedicine</b>										
Neurology	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Psychology	-	-	-	-	1	-	1	2	1	2
Psychiatry	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
<b>Image and signal processing</b>										
Signal processing	1	-	-	-	-	1	1	2	2	2
Radiation medicine	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Radiology	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-
<b>Laboratory</b>										
Biochemical&tests	3	1	-	-	1	1	-	-	-	-
<b>Basic science</b>										
Medical information	2	-	2	1	2	4	1	1	1	-
Anatomy, Pathology	-	1	-	-	2	1	2	-	1	2
Physiology	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-
Pharmacology	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-
Education	1	-	-	-	1	1	-	-	1	1
Nursing	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Healthcare	1	-	-	-	-	-	2	-	1	1

Tablo 5.2 Her bir medikal alandaki bulanık mantık uygulama türü ve sayısı (Linkens 1999)

Notasyon: C-L: kapalı döngü, O-L: açık döngü, PID: oransal-integral-türevsel, İden: tanımlama, M-B: model-based, Adp: adaptif kontrol, Mnt: monitoring, Clas: sınıflandırma, S-L: self-learning, Hyb: hibrid kontrol

	C-L	O-L	PID	İden	M-B	Adp	Mnt	Clas	S-L	Hyb
<b>Conservative disciplines</b>										
Internal medicine	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-
Cardiology	-	-	-	-	1	2	2	2	-	2
Invasive care	1	-	-	-	2	-	-	-	-	-
Paediatrics	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Endocrinology	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Oncology	1	-	-	-	-	-	2	1	-	2
Gerontology	-	-	-	2	1	-	1	2	-	1
General practise	3	-	-	1	3	1	-	3	-	2
<b>Invasive medicine</b>										
Surgery	3	-	-	-	2	-	2	-	-	2
Orthopaedics	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1
Anaesthesia	18	2	3	-	1	4	-	-	3	3
Artificial organs	7	-	-	-	-	1	-	2	-	2
<b>Regionally defined medical disciplines</b>										
Gynaecology	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dermatology	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dental medicine	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Ophthalmology	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Otology, Rhinology	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Urology	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Neuromedicine</b>										
Neurology	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Psychology	-	-	-	-	1	-	2	3	-	1
Psychiatry	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
<b>Image and signal processing</b>										
Signal processing	-	-	-	-	2	-	2	3	-	2
Radiation medicine	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Radiology	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-
<b>Laboratory</b>										
Biochemical&tests	-	-	-	-	-	-	-	4	-	2
<b>Basic science</b>										
Medical information	-	2	-	-	4	2	3	2	-	2
Anatomy, Pathology	-	3	-	3	1	-	-	2	-	-
Physiology	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-
Pharmacology	3	-	-	-	-	-	2	-	-	-
Education	-	2	-	-	2	-	1	-	-	-
Nursing	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Healthcare	-	1	-	-	2	-	1	1	-	-

Tablo 5.3 Günümüze değin tıp ve sağlık alanında uygulanan bulanık mantık türlerinin dağılımı (Linkens 1999)

Yayınlanma yılı	<89	90	91	92	93	94	95	96	97	98
Kapalı döngü kontrol	4	1	-	1	3	5	3	6	9	3
Açık döngü kontrol	-	1	-	1	1	3	-	-	-	2
PI, PID	-	-	-	1	-	-	-	-	1	1
Tanımlama	-	-	-	-	1	-	1	-	1	1
Model-based	3	1	-	-	3	1	5	4	8	6
Adaptif	2	-	1	-	-	2	4	-	-	1
Monitoring	-	-	-	-	-	-	3	2	1	-
Sınıflandırma	1	1	-	-	1	3	1	3	8	-
Self-learning	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2
Hybrid	-	-	-	2	-	2	3	1	4	3

## 6.SONUÇ

Bulanık mantık, biyomedikal biliminde kontrol, modelleme, veri analizi, diagnostik, karar verme ve diğer çalışma alanlarına yeni imkanlar getirmektedir.

Hekimlerin üzerlerindeki görev yükünü azaltacak, hastalara daha emniyetli ve konforlu bir tedavi sunmaya yardımcı olacak olan tıbbi amaçlı bulanık kontrol tabanlı sistemlerin geliştirilmeleri gerekmektedir. Optimizasyon söz konusu olduğunda en doğru karar veren sistemlerin bilgisayar destekli sistemler olduğu açıktır. Uzman hekim bilgileri ile donatılan bulanık tabanlı kontrol sistemleri karar verme, görüntü işleme amaçlı olarak kolaylıkla mevcut sistemlere adapte edilebilirler. Tablolar 5.1, 5.2. ve 5.3 den görüldüğü üzere bu konuda yurtdışında çalışmalar yürütülmektedir. Modern bir tıp için bu konuda ülkemizde de daha çok çalışma ve araştırma yapılmalıdır.

## KAYNAKLAR

[1].LINKENS, D.A., ABBOD, M.F., MAHFOUF, M., "An initial survey of fuzzy logic monitoring and control utilisation in medicine", Journal of Biomedical Engineering , Applications, Basis Communications, Special Issues on Control methods in medicine, Taiwan, August 1999

[2].VİRANT-KLUN, I., VİRANT, J., "Fuzzy Logic Alternative for Analysis in the Biomedical Sciences". Computers and Biomedical Research 32, 305-321, 1999.

[3].YARDIMCI, A., FERİKOĞLU, A., "Analysis of Biological Process with Microcontroller based Fuzzy Logic Systems", Workshop on Biomedical Information Engineering,p.p:261-269 25-27 June 2000, Istanbul, Turkey