



T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KALP AMELİYATI ESNASINDA HASTANIN
SAĞLIK DURUMUNUN BELİRLENMESİ
İÇİN BİR BULANIK SİSTEM TASARIMI

Gökhan ALTAN
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Elektronik ve Bilgisayar Eğitimi Anabilim Dalı

Temmuz-2011
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Gökhan ALTAN tarafından hazırlanan “Kalp Ameliyatı Esnasında Hastanın Sağlık Durumunun Belirlenmesi İçin Bir Bulanık Uzman Sistem Tasarımı” adlı tez çalışması 19/07/11 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektronik ve Bilgisayar Eğitimi Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan

Prof. Dr. Novruz ALLAHVERDİ

Danışman

Prof. Dr. Novruz ALLAHVERDİ

Üye

Yrd. Doç. Dr. Halife KODAZ

Üye

Yrd. Doç. Dr. Humar KAHRAMANLI

İmza

.....


.....


.....


.....


Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Bayram SADE
FBE Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

İmza

Gökhan ALTAN

Tarih:19/07/11

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KALP AMELİYATI ESNASINDA HASTANIN SAĞLIK DURUMUNUN BELİRLENMESİ İÇİN BİR BULANIK SİSTEM TASARIMI

Gökhan ALTAN

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Elektronik ve Bilgisayar Eğitimi Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Novruz ALLAHVERDİ

2011, 58 Sayfa

Jüri

Prof. Dr. Novruz ALLAHVERDİ
Yrd. Doç. Dr. Halife KODAZ
Yrd. Doç. Dr. Humar KAHRAMANLI

Günümüzde sık görülmeye başlanan hastalıklardan olan kalp rahatsızlıkları insanlar arasında bebek yaşlardan başlayıp, ileri yaşlardaki insanlara kadar tüm yaş gruplarında rastlanan bir rahatsızlıktır. Medikal alana, bilgisayar teknolojisinin de girmesi ve tıp alanında yapılan araştırmalar yardımıyla birçok hastalık da olduğu gibi kalp rahatsızlıklarında da tedaviler geliştirilmiş ve yüksek oranda başarılı sonuçlar alınmaya başlanmıştır. Kalp rahatsızlıkları için en sık kullanılan tedaviler olan anjiyo ve bypass ameliyatları, alanında uzman kişilerce yapılan ameliyatlar olarak göze çarpmaktadır. Kalp ve damar rahatsızlıkları tedavisinin gerçekleştirildiği ameliyatların en önemli safhaları şüphesiz hastanın ameliyat boyunca hayati değerlerinin takibinin yapıldığı safhalar olmuştur. Bu safhalarda görevli olan hemşireler ve anesteziistlerin ameliyat boyunca en fazla zorlandıkları bölüm, hastanın hayati fonksiyonlarının değerlerinin fazla olmasından kaynaklı takip zorluğu olan bölümdür. Takip zorluğunun yanı sıra bu hayati fonksiyonların değerlerinin birbirlerine göre durumlarının belirlenmesi, bu değerlerin yorumlanması işlemlerinin gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Bu değerlerin doğru yorumlanması, ameliyatın gidişatının kontrol edilmesini ve ameliyatın başarıyla sonuçlanmasını sağlayan en önemli etkenlerdendir. Bu çalışmada ameliyat sırasında karşılaşılan hayati fonksiyonların değerlerinin takip güçlüğünün ve takip sonrası elde edilen verilerin yorumlanmasını ve ameliyatın gidişatının belirlenmesi işlemlerinde karşılaşılan zorlukların bir bulanık uzman sistem ile giderilmesi işlemi gerçekleştirilmiştir. Hastadan alınan verilerin anlık olarak birbirlerine göre durumlarının bulanıklaştırılarak, belirli bir bilgi tabanından sorgulanıp durulaştırılması işleminin gerçekleştirilmesi ve hastanın durumunun görsel ve işitsel olarak bildirilmesi sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: betabloker, bulanık mantık, durulaştırma, kalp ameliyatı, medikal, nabız, tansiyon, uzman sistem

ABSTRACT

MS THESIS

A FUZZY LOGIC SYSTEM DESIGN TO DECIDE TO PATIENT HEALTH STATUS DURING HEART SURGERY

Gökhan ALTAN

**THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF
SELÇUK UNIVERSITY
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
IN ELECTRONIC AND COMPUTER SYSTEM EDUCATION BRANCH**

Advisor: Prof. Dr. Novruz ALLAHVERDİ

2011, 58 Pages

Jury

Prof. Dr. Novruz ALLAHVERDİ

Asst. Prof. Dr. Halife KODAZ

Asst. Prof. Dr. Humar KAHRAMANLI

In present day, common disease that is recently seen on humans between all age ranges from babies until older people is heart disease. New treatments are improved and started to be gotten new high succesful results like gotten on much field of medicine by integration between computer science and medical field and with the helps of researches in the field of medicine. Angiography and bypass surgery that are recently used treatments for heart disases, seem to be made by experts in the field of hearth disase. Certainly, the most important stages of the Hearth and vascular disases treatment operations are the stages that contain tracing vital functions of the patient during the surgery. The most difficult phase that is most insistant in coroner bypass surgery for nurses and anesthetists is tracing phase of the patient's more vital functions. As well as tracing difficulty of more vital functions, determining conditions of vital functions to comparing each other, achieving interpretation of vital functions's values must be done. Interpretation of all these values is in the the most important factors for controlling the course of the surgery and taking successfully concluded. In this study elimination of the difficulties of tracing vital functions and interpreting difficulty of the values that is resulted during tracing, the difficulty that is encountered in determination phase to course of the surgery is achieved by designing a fuzzy logic expert system. Fuzzification of the values of vital functions, determined to each other, that are taken instantly from patient during coroner bypass surgery, defuzzification of fuzzificated vital functions' values to each other by querying from doctor based information base and notification of patient's condition during surgery by visual and auditory are achieved.

Keywords: betabloker, blood pressure, defuzzification, expert system, heart surgery, fuzzy logic, medical, pulse

ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitimim ve tezin hazırlanması boyunca desteklerini esirgemeyen, çalışmalarımın yönlendirilmesi ve sonuçlanmasında yardımlarını esirgemeyen danışmanım Prof. Dr. Novruz ALLAHVERDİ'ye teşekkürü bir borç bilirim. Projenin yürütülmesi ve kodlanmasında katkılarını esirgemeyen Selçuk Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Elektronik ve Bilgisayar Eğitimi A.B.D. öğretim üyelerine teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmada tıbbi alan konusundaki bilgi destekleri için Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi öğrencisi, kıymetli arkadaşım Sinan İNCE ve hocalarına teşekkür ederim.

Yüksek lisans eğitimi boyunca hep yanımda bulunan ailem ve dostlarıma manevi desteklerinden dolayı saygılarımı sunarım.

Gökhan ALTAN
KONYA-2011

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
1. GİRİŞ	1
1.1. Mevcut Sistemler	1
1.2. Kaynak Araştırması	3
1.3. Tezin Önemi ve Amacı	7
1.4. Tezin Organizasyonu	9
2. KORONER BYPASS AMELİYATI.....	11
2.1. Kalp Ameliyatı Esnasında Takip Edilen Bazı Hayati Fonksiyonlar.....	14
2.1.1. Tansiyon.....	15
2.1.1.1. Normal Tansiyon.....	16
2.1.1.2. Düşük Tansiyon.....	16
2.1.1.3. Yüksek Tansiyon.....	17
2.1.2. Hemoglobün	17
2.1.3. Nabız.....	18
2.1.4. Beta-blokerler	19
3. BULANIK MANTIK.....	21
3.1. Medikal Alanda Bulanık Mantık Uygulamaları	24
3.2. Medikal Alanda Bulanık Mantık Uygulamalarının Faydaları	24
4. MATERYAL VE METOT.....	27
5. KORONER KALP AMELİYATI ESNASINDA HASTANIN SAĞLIK DURUMUNUN BELİRLENMESİ İÇİN BULANIK SİSTEM TASARIMI.....	31
5.1. Bulanık Sistemin Girişlerinin Bulanıklaştırılması, Üyeliklerinin Belirlenmesi ..	32
5.2. Uygulama Örnekleri	43
5.2.1. Uygulama örneği.....	43
5.2.2. Uygulama örneği.....	44
5.2.3. Uygulama örneği.....	46
5.2.4. Uygulama örneği.....	47
5.2.5. Uygulama örneği.....	49
6. SONUÇLAR.....	51
6.1. Sonuçlar	51
KAYNAKLAR	55
ÖZGEÇMİŞ	58

1. GİRİŞ

Ameliyat sırasında doktorların ve sağlık personellerinin en fazla zorlandığı durumlardan biri karmaşık cihazları takip etme süreci olmuştur. Bu cihazların gösterdiği hayati fonksiyonların sayısal değerlerini, riskli durumlarda ameliyata odaklanma sırasında aynı zamanda bu değerlerin doğru şekilde değerlendirilmesini ve bu hayati değerlerin birbirlerine göre durumlarını yorumlamak oldukça zor bir işlemdir. Çalışmada bu hayati fonksiyonların değerlerinin takip edilmesi ve alınan verilerin birbirlerine göre durumlarının belirlenmesi ve bu değerlerin yorumlanıp hastanın durumunu bulandırma işleminden geçirilerek sonuçlandıran, doktora ve ameliyata katılan ilgili sağlık personeline işitsel bir sinyalle bildirme imkânı sağlanması ve farklı cihazların takibinin yapılması yerine bunların tek bir yerden sonuç olarak görüntülenebildiği ve bulanık mantık yöntemine dayalı bir sistem tasarlanmıştır.

Çalışma, hastaya ameliyat sırasında enjekte edilen ve ameliyat sırasında hastanın kalp değerlerini belirli dengede tutulması için kullanılan betabloker isimli ilacın enjekte süresini gösteren cihazın, hastanın ameliyat sırasında kalp çarpma hızının değerini gösteren EKG cihazını ve kalp çarpma hızında meydana gelen değişikliklere göre diğer hayati fonksiyonların ayarlanmasını, hastanın kanındaki oksijen saturasyonunun belirlenmesinde ve değişiminde etkili olan kandaki hemoglobin miktarına yani hastanın kanındaki antijenlerin oksijen taşıma kapasitesinin durumunun belirlenmesinde kullanılan ve bu işlemi hastadan kan almaksızın parmağa takılan almaçlar sayesinde belirleyebilen cihazın ve hastanın zamana göre tansiyon durumunu görsel olarak takip edilmesini sağlayan EKG cihazından bu verilerin girilmesine müteakiben bu hayati değerlerin birbirlerine göre durumlarının belirlenmesini ve bu değerleri doktorlar tarafından oluşturulmuş bilgi tabanına göre değerlendirip hastanın anlık durumunun ve ameliyatın gidişatının belirlenmesi için oluşturulmuş olan bir bulanık sistemdir.

1.1. Mevcut Sistemler

Tıbbi alanda meydana gelen değişimler, teknolojik alanda olduğu gibi gün geçtikçe ilerleme kaydetmektedir. Günümüzde sürekli olarak yapılmaya devam eden bilimsel ve tıbbi araştırmalar hız kesmeden devam etmektedir. Var olan geleneksel tedavi yöntemleri ise geliştirilerek hastalığın teşhis, tedavi sürelerinin kısaltılması ve bu

safhalarda meydana gelen değişimlerin takibini yapmak amacıyla sürekli geliştirilmektedir. Tıbbi alanda kat edilen bu gelişmeler yeni tedavi yöntemlerinin geliştirilmesine ve tedavi sürecinin hastaya göre doğru biçimde devam ettirilmesini sağlamaktadır. Tıp alanında, kurumların tamamına yakınında hastalara uygulanan en küçük ilaç tedavisinin ve tedavi sürecine etki eden en küçük girişlerin bile kaydı tutulmaktadır. Bu sayede yıllardır elde edilen verilerle, çeşitli sistemlerin bilgi tabanı oluşturulmakta ve teşhis sürecini en minimum zamana indirme işlemleri gerçekleştirme imkânı sağlanmıştır. Kalp ameliyatı işlemi, ameliyat öncesi yapılan mide boşaltma işlemleriyle başlamaktadır. Kalp ameliyatına girmeden önce elde edilen bazı verilerle hastanın ameliyata girmeye uygun olup olmadığının tespiti yapılmaktadır. Çalışmada esas alınan kalp ameliyatı esnasında yapılan ve takip edilen hayati fonksiyonların değerleridir. Ameliyatta uygulanan narkoz değerleri ile bazı özel ilaçların değerlerinin takibi yapılmaktadır. Kalp ameliyatında narkoz verme işlemi gerçekleştirildikten sonra hastanın kan basıncını en aza indirmek için hastaya serumla birlikte damar yoluyla beta-bloker verilmektedir. Bunu serumun hastaya enjektesini sağlayan serum enjeksiyon cihazı yardımıyla yapılmaktadır. Ayarlanan değere göre milisaniye cinsinden hastaya ilaç serum yardımıyla belirli oranlarda enjekte edilmektedir. Bu ilaç ameliyatın gidişatına göre az ya da fazla oranda verilebilmektedir. Bu işlemi gerçekleştiren ekip kardiyo vasküler cerrahi alanında anestezi ekipleridir. Bu ekipler hastaya verilen narkozun ve beta-bloker ilacının hastaya etkilerini gözlemlemekle görevlidirler. Yaptıkları bir diğer işlem ise EKG cihazından takip edilen hayati fonksiyon değerlerinin değişimleri ve kanda oksijen saturasyonunu sağlayan kandaki hemoglobin proteininin miktara bağlı değişmesidir. Kardiyovasküler cerrahi bölümü, ameliyat sırasında EKG cihazından aldıkları oksijen saturasyonu, nabız, büyük ve küçük tansiyon değerleri, kalp çarpma hızı grafiğinin takibi ile değişmelerin meydana gelme sebeplerinin üzerinde durmaktadır. Hastanın oksijen taşıma kapasitesini belirleyen hemoglobin proteininin kandaki miktarı da bir başka cihaz sayesinde, hastadan kan almaya gerek kalmazın eline bağlanan bir prob sayesinde parmağa lazer ışınları göndermek suretiyle, hastanın bu değerinin belirlenmesi işlemi gerçekleştirilmektedir.

KVC bölümünde uygulanan geleneksel ameliyatlarda, tüm bu cihazların takibi yapılmaktadır. Bu işlem ameliyat sırasında anesteziistlere olan bağımlılığı artırmakta ve deneyimi olmayan anesteziistlerle operasyonların başarıyla sonuçlanmasından kaynaklı tedavi süreçlerine sürüklemektedir. Gözden kaçan küçük bir ayrıntı sebebiyle ameliyat sırasında hastanın olumsuz etkilendiği görülmektedir. Kalp ameliyatında süreci en çok

zorlaştıran hayati fonksiyonların değerlerinin takip edilmesi olmuştur. Bu değerler ayrı ele alındığında, hastanın ameliyatın akabinde ki sağlık durumunu belirleyici nitelikte olması, takip işleminin KVC ekibi tarafından ve hasta açısından ne kadar önemli olduğunun kanıtıdır. Bu değerlerin takibi ameliyatın gidişatını belirleyici ve ameliyatın başarıya ulaşmasını ya da başarısız olmasını sağlayıcı niteliktedir. Şuana kadar kalp ameliyatında bu değerlerin tek bir yerden takip edilebildiği ya da bu değerlerin takibini yaparak hastanın durumunu ve ameliyat sürecinin gidişatını KVC bölümü hekimleri ya da anestezi uzman grubuna bildirerek kolaylık ve pratiklik sağlayan bir sistem oluşturulmamıştır. Bu alanda yapılan araştırmalar, hastanın ameliyata uygun olup olmadığının belirlendiği, hastanın ameliyat sonrası sağlık durumunun değerlendirilmesinin yapıldığı, hastada meydana gelen kalp ya da damar tıkanıklıklarının teşhisi, kalp şikâyeti olan kişilere uygulanan anjiyo ya da bypass ameliyatlarının türüne karar veren sistemlerdir.

Yapılan çalışma, hayati fonksiyonların takibini yaparak giriş olarak almakta ve bunları bulanıklaştırma işlemine tabi tutmaktadır. Bu işlem sonrasında elde edilen bulanık girişleri, KVC hekimleri ve KVC stajı almış olan tıp fakültesi öğrencileri yardımıyla oluşturulmuş bilgi tabanında değerlendirmeye tabi tutularak üyeliklerin belirlenmesi sağlamıştır. Bu verilerin tekrar durulaştırılıp tek bir sonuç olarak ameliyatı yürüten ekibe hastanın durumunu bildirmesi açısından bir ilk olma özelliğini göstermektedir.

1.2. Kaynak Araştırması

Allahverdi (2002) kitabında, bilgi ve bilginin sunulması yöntemlerinden bilginin “Eğer - O Halde” kurallarıyla sunulması, bulanık mantık kavramları, tıpta uygulanmış uzman sistem uygulamaları konularında geniş ve ayrıntılı bilgi vermiştir. Bulanık mantık ve yapay sinir ağlarıyla uzman sistem tasarımı ve bunların örnekleri konusundan bahsedilmiştir.

Schuster, Adamson, Bell (1999) yayınlamış oldukları makalede uzman sistemlerin tıbbi alanda sağladığı kolaylıklara değinerek, uzman sistemler sayesinde kişilerin çeşitli girdilere bağlı olarak kalp hastalığı riskini hesaplamışlardır. Girdi olarak hastanın LDL ve Kolesterol değerlerini almış ve bunların birbirinin durumuna göre bulanıklaştırılma işlemlerini gerçekleştirerek uzman sistem yardımıyla hastanın bu

girdilere karşılık içerisinde bulunduğu riski tanımlanmaya çalışmıştır. 166 adet hastaya ait verilere göre uzman doktorlar tarafından gözlenen ve edinilen sonuçlara göre oluşabilecek risk değerleri ve sistemin kural tabanı doğrultusunda sonuca ulaştığı risk değerleri ele alınarak bu ikisi arasında karşılaştırmalar yapılmıştır.

Daniel ve Cayton (1997), bulanık sistemlerin tıbbi bilgi temsilcilerine gerekli ve yardımcı bir önceden tahmin ya da belirleme metodu sağlanabileceğini çalışmalarında göz önüne alarak ortaya çıkardıkları ve birkaç yıllık çalışmaları sonucunda geliştirdikleri uzman sistemi bir hastanede deneyerek ortaya çıkarmışlardır. Halk arasında uykuda nefes kesilmesi hastalığı olarak bilinen *apnoea* için, uzman sistem çalışmaları yapmışlardır. Çalışmaları sonucunda ortaya çıkan uzman sistemi CODASA olarak isimlendirmişlerdir. Geliştirdikleri uzman sistemin denenmesini bir hastanenin uyku kliniğinde gerçekleştirerek tamamlamışlardır. Uzman sistemdeki tıbbi bilgiyi, hastalık belirtileri ve hastalıklar arasında, belirtilerin kendileri, birbirine göre durumları, belirtilerin birlikte olması durumunda ortaya çıkabilecek farklılıkları ve bunların birbirine göre yorumlanarak sonuç elde edilmesinin sağlanmasını, hastalıklar arasındaki bulanık ilişkiden almışlardır. Gerçekleştirdikleri uzman sistemi 21 hasta üzerinde denemişler ve hastadaki belirtilerin varlığını, yüz yüze görüşme, fiziksel deneyler, laboratuvar testleri, oksijen doyumu ve kalp atış oranını ölçen bir gece *oksimetri* yardımıyla tespit etmişlerdir. Sistemdeki girişlere karşılık elde edilen sonucun ve girdilerin bulanıklaştırılması ile oluşan bulanık çıkarımı, gerçekleşen ve onaylanan ifadeler ile hesaplanan ve bulanıklaştırılarak elde edilen gösterge ilişkilerini max-min düzenli kurallar kullanarak gerçekleştirme işlemleri sonuçlandırılmıştır. Sonuç olarak oluşturulan uzman sistem kullanılarak girişlere karşılık bulanıklaştırma işlemlerinden sonra bulunan bulanık sonuçla; %95 oranında doğru teşhis sağladıklarını belirtmişlerdir.

Seker ve diğerleri (2003), hastaların vücuttaki bir hastalığa eşlik eden ve hastalığın göstergesini oluşturan belirtilere bağlı olarak geliştirdikleri metodun göğüs ve prostat kanserlerini teşhis etmeyi amaçlamışlar ve girişlere yapılan durulama ve bulandırma işlemleri sonrasında çıkışta elde edilen bulanık sonuçla, hedeflenen sonuç arası büyük benzerliklere rastlanmış ve tasarlanan bulanık sistemin başarılı olduğunu belirtilmiştir. Bu bulanık mantık uygulaması göğüs ve prostat kanserlerine kesin karar vermek için bir bulanık mantık tabanlı olan ve sistem için bir metot geliştirilmiş halidir. Hastaların hastalığın göstergesini oluşturan belirtilere bağlı olarak geliştirdikleri metodun bulanık mantıkla kullanılabilirliği sağlanmıştır.

Yücebaş (2006), klinik kararlarda destek sağlayan klinik karar destek sistemleri üzerinde araştırmalar yaparak, bunları hekimlere hastalara ait özel klinik bilgileri dikkate alarak karar verebilmeleri için yardım eder hale getirmek için kullanmıştır. Bu uygulamayla, sağlık bakım hizmetlerinin kalitesini geliştirme, erken teşhis, hataları önleme, uygun tedavi ve buna bağlı maliyetlerin azaltılması gibi konularda kazanç sağlamayı hedef almıştır. Yücebaş'ın geliştirdiği bu sistem tiroit hastalıkları üzerinde geliştirilmiş olup farklı tiroit çeşitlerini tespit edebilen bulanık mantık ve yapay zekâ kullanılarak oluşturulmuş bir sistemdir. Sistemin oluşturulabilmesi için elektronik ve elektronik olmayan hasta kayıtlarından yararlanılmıştır.

Babalık ve Güler (2007), boğaz enfeksiyonlarının teşhis ve tedavisinde kullanılabilir bir tıbbi uzman sistem geliştirilmesi amaçlamıştır. Çıkarım motorunda geri zincir algoritması kullanmıştır. Oluşturdukları tıbbi uzman sistemin bilgi tabanında 76 kural bulunmaktadır. Geliştirilen uzman sistem, çalışmalar sonunda hekimlerin karar vermesine yardımcı olmayı sağlamış, alınan sonuçlar ve bunların kayıt edilmesi işlemlerinden sonra alınan kayıtların personel eğitilmesinde kullanılması ve hasta bilgilerinin arşivlenmesinde kullanılmıştır.

Sarıtaş, Allahverdi, Sert (2003) makalede belirli girişlere bağlı olarak çıkışta prostat kanseri hastalığının teşhisi, elde edilen verilerin analizi ve öğrenme amacı için tıbbi alanda bir bulanık uzman sistem tasarımı tanımlanmıştır. Bu çalışmanın giriş parametrelerinden biri Prostat seviyesi (PV), diğerı yaş ve prostata özgü antijen (PSA), çıkış parametresi olarak da prostat kanser riski (PCR) kullanılmıştır. Hastalığın teşhisi için biyopsiye ihtiyaç varsa tıbbi alanda oluşturulan bu uzman sistem biyopsinin gerekli olup olmadığını belirlemeyi sağlar ve girdilere göre hastada oluşabilecek kanser riskinin bir aralığını kullanıcıya verir. Sistemin en önemli özellikleri arasında geleneksel tedavi sistemlerinden daha risksiz olduğu, hastalığın teşhisinde kullanılan malzeme ve zaman bakımından ekonomik ve hızlı olduğu ayrıca elde ettiği sonuçların tutarlılığı konusunda yüksek bir güvenilirliğe sahip olduğu ve tıp öğrencileri için öğretim sistemi olarak kullanılabilir olduğu gözlenmiştir.

Yardımcı ve diğerleri (1998), ameliyatlarda anestezi uygulaması esnasında, kan basıncının düzenli tutulmasının kontrolü için bilgisayar tabanlı bir bulanık kontrol metodu geliştirmişlerdir. Hastanın beyin aktivitelerinin doğrudan ölçümünden (EEG) ve hastanın kalp atış oranı ile atardamarda çeperlerde hissedilen kan basıncı gibi kardiyovasküler fonksiyonları giriş olarak ele alan ve sonuç olarak bulanık bir çıktı olarak anestezi uzmanlarının kullanabileceği çıkarımlar veren bilgi işlemenin etkili ve yeni bir

metodunun bulanık mantık muhakemesinin olduğunu ifade etmişlerdir. Çoğu elektronik gösterge sistemlerinin, kan basıncı, kalp frekansı gibi hayati insan değişkenleri hakkında sürekli bilgi verdiği görülmüştür. Fakat diğer ölçülemeyen bilgilerin sadece bir anestezi uzman tarafından gösterilebileceğini, herhangi bir operasyon sırasında bu sebeplerden dolayı çok kritik personel haline gelen anestezi uzmanların ve hastanın hayati değişkenlerinin bir anestezi uzman tarafından sürdürülmek zorunda olduğunu ifade etmişlerdir. Tıbbi alanda geliştirilen bu sistemin, hasta hakkındaki bilgilerden anestezi uzmanın rutin görevlerinin bazılarını üzerine alabilen, anestezi uzman üzerindeki görev ve anestezi uzman ameliyat sırasındaki hastanın durumuyla ilgili veri ve hastanın hayati bağıllığı gibi özellikleri aza indiren ve bu sebeplerden ötürü anestezi uzman bulma konusunda sıkıntı yaşanmasını önleyen bir uzman kontrol sistemi olduğunu belirtmişlerdir.

Babalık (2000), yayınladığı yüksek lisans tezi çalışmasında uzman sistemlerin tıpta teşhis amaçlı kullanımı konusunda çalışmalar yapmış ve yapılan çalışmaları derlemiştir. Yapılan çalışmalarda, tıbbi alanlar içerisinde yapısal soruları ve yanıtları sağlamak amacıyla geliştirildikleri söylenmiştir. Tıbbi uzman sistemlerin amacının hekimlerin yerini almaktan çok hastaya ait verilere dayanarak, hekime tavsiye ve önerilerde bulunmakta olduğuna değinilmiştir. Oluşturulan tıbbi uzman ve bulanık sistemlerin tıp eğitiminde kullanılmakta olduğunu belirtmişlerdir.

Allahverdi, Sarıtaş, Özkan, Argınoğan (2006), kronik bağırsak hastalığı konusunda bulanık uzman sistem çalışmalarını yayınlamıştır. Yayımlanan makalede sedimentasyon ve prostata özel antijen gibi kronik bağırsak hastalığı belirtilerinde kullanılan ilaçların her hastaya özgü dozajının belirli girdilere göre belirlenmesinin tasarımı işlemini bulanık uzman sistemlerle gerçekleştirilmiştir. 10 hastanın verileri kullanılarak uygun ilaç dozajı belirlenmesi gerçekleştirilmiştir ve her hasta için sonuçlar elde edilmiştir. Aynı hastaların kronik bağırsak hastalığı teşhis sistemin oluşturulmasında ele alınan girişlere bağılı olarak elde edilen bulanık çıkışlarla, doktor tarafından belirlenen dozajlar karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak, ilaç dozajını belirlemede hekimlere yardımcı olmak için sistemin negatif etkileri minimize ettiği veya kaldırdığı görülmüştür.

Innocent ve diğerleri (2000), tıpta kullanılan, çalışmaları devam eden veya tamamlanan bulanık sistem ve bulanık mantık araştırma projelerini özetlemişlerdir. Bunlar; bulanık semptomlar kullanılarak teşhis için bulanık işlem, radyografik imaj sınıflandırmada sinir ağrı modelleri ile bulanık mantık uygulamaları, göbeğe bağılı kordan kanı analizi için bir bulanık uzman sistem ve bulanık sistem kullanarak sezgisel

hemşirelik modellemeleridir. Bahsedilen bu projelerin ölçümlerden daha çok algıların olduğu, tıp alanlarında yaygın olarak bulunan belirsizlik ve dilsel bilgiyi ele almak için geliştirildiğini belirtmişlerdir.

Kaynak araştırmasından da görüldüğü gibi hastalık tespiti üzerine yapılan uzman sistemler bulunurken tedavi sürecinde kullanılan uzman sistem sayısı azdır. Özellikle koroner bypass ameliyatı sırasında hayati fonksiyonların takibin sağlanmasıyla ameliyat sürecinde başarı elde etmeye yönelik eksikliklerin giderilmesi gerektiği görülmektedir.

1.3. Tezin Önemi ve Amacı

Günümüzde sigara kullanımı, içerisinde bulunduğumuz iş yoğunlukları, kalıtsal sebepler, stres, düzensiz beslenme ve çeşitli sebeplerden kalbin yorulması gibi sebeplere bağlı olarak en sık karşılaşılan hastalıkların içerisinde kalp rahatsızlıkları yer almaktadır. Bu rahatsızlıklar belirli tanıların konulması sonrasında belirli oranlarda ilaç kullanılması, anjiyo isimli operasyon ya da ileri seviyedeki kalp rahatsızlıklarının kaçınılmaz tıbbi müdahalesi gibi seçeneklerle tedavi edilme yoluna gidilmektedir. Kalp rahatsızlıklarının artmasına bağlı olarak bu tedavilere duyulan ihtiyacın da artmasına bağlı olarak bu yöntemler geliştirilme yoluna gidilmekte ve bu konuda sürekli araştırmalar yapılmaktadır.

Yapılan araştırmalar yeni yöntemler denenerek ve mevcut sistemlerin geliştirilmesi ve teknolojikleştirilmesi gibi işlemlerle bütünleştirilmektedir. Yeni yöntemlerin denenmesi seçeneğine oranla üzerinde daha fazla çalışılan konu olan mevcut sistemlerin bilgisayar ile bütünleştirilerek daha teknolojik ve başarılı sonuçlar almaya yönelik yapılan işlemler sürekli gündeme taşınan bir konudur. Mevcut sistemler ve tedavi şekillerinin, hastanın verilerini kaydetmek, hastanın vücudunun bu tedavilere verdiği tepkileri ölçmek, bu tepkilerin her hastanın özel verilerine göre kayıt ve değerlendirmesini yapmak, bazı tıbbi personellere karar verme ve tedavi süreçlerinde oluşan bağlılığı azaltmak, önceden karşılaşılan benzer şartlardaki benzer durumlara karşı hastalıkta meydana gelmiş durumları yorumlayarak hastalığın ve tedavi sürecinin seyrini belirlemek işlemleri eklenmeye yönelik çalışmalar yapılmaktadır. Bu şartları yerine getirmek için medikal alanla bulanık sistem ve uzman sistemlerin bütünleştirilmesi gerçekleştirilmektedir.

Medikal alanda yapılmış ve büyük oranda başarıya ulaşmış, gerçek kurallarla oluşturulmuş bulanık sistemler incelenerek, bulanık ve uzman sistemler gerek hastalık teşhisi, gerekse hastalık teşhisi sonrasında yapılan tedavi sürecinde doktorlara ve tıbbi personel yetiştiren fakültelerde büyük faydalar sağladığı görülmüştür. Kalp ameliyatları sırasında operasyona katılan personellerin en fazla zorlandığı durumlardan biri karmaşık cihazları takip etme süreci olmuştur. Bu cihazların gösterdiği değerleri riskli durumlarda ameliyata odaklanma sırasında doğru değerlendirmek ve bunların birbirlerine göre durumlarını yorumlamak oldukça zor bir durumdur. Koroner bypass ameliyatı ve benzeri gibi hayati risk taşıyan operasyonlar boyunca hastanın çok fazla hayati fonksiyonunun ve bazı önemli değerlerin takibinin yapılması gerekmektedir. Ameliyatın karmaşık yapısına ve tıbbi teknolojinin de gelişmesiyle hastanın çok fazla sayıda hayati fonksiyonlarının değerleri kontrol edilmesi ve hastanın durumunda meydana gelen anlık değişmelerin takibi ve birbirine göre durumlarının belirlenmesi işleminin gerçekleştirilmesi ve tedavi sürecine verimli biçimde aktarılması, ameliyat boyunca büyük zorluklar yaşanmasına sebep olmaktadır.

Bu tez çalışmasında koroner bypass ameliyatı ve benzeri kalp ameliyatlarında karşılaşılan yukarıda belirtilmiş durumların giderilmesi, mevcut sistemlerden farklı olarak aşağıda listelenen üstünlükler hedeflenmektedir:

- Klinik konularda daha önce karşılaşılan bilgi tabanına kayıt edilmiş durumlar hakkında akıl yürütme yetisine sahip yazılım oluşturularak kritik personele olan bağımlılığın azaltılması
- Kalp rahatsızlığına karar verme ve rahatsızlığın tedavi süreçlerinde sonuca ulaşmayı hızlandırarak verimin artırılması
- Koroner bypass ameliyatının seyrinin başarılı şekilde yürütülmesinin sağlanması
- Tıbbi alanda eğitim gören uzman adaylarına, alanlarındaki gerçek durumlardan oluşturulmuş bilgi birikiminden yararlanmasının sağlanması ve hastanın, operasyon sırasında gerçek durumlara vereceği tepkilerin eğitimini verebilecek yazılımın oluşturulması
- Kalp ameliyatı sırasında kullanılan mevcut sistemlerin bulanık sistemlerle bütünleşmesinin sağlanması

- Gelecekte kalp ameliyatı alanında geliştirilecek olan daha karmaşık ve detaylı yeni bulanık ve uzman sistemlere temel teşkil etmesi
- Koroner bypass ameliyatı sırasında hastanın 4 hayati fonksiyonunun tek bir sinyalle bildirilmesi işlemiyle hastanın takibini kolaylaştırması
- Koroner bypass ameliyatı esnasında hastanın durumuna ve ameliyatın seyrine karar verme aşamasında tıbbi personele yarar sağlaması
- Daha önce karşılaşılan durumları da ele alarak doğru bir karar destek sistemi oluşturulmasının sağlanması
- Hastanın ameliyat boyunca takip edilen hayati değerlerine karşılık tıbbi personelin vereceği tepki süresinin azaltılması
- Kalp ameliyatı konusunda bilgi takibinde ve hastalığın tanılara göre yorumlanmasında zorlanan hekimlere, uygun seçenekler arasından karar verebilme imkânının sağlanması ve bu sayede hekimlere zaman kazandırıp yön gösterme konusunda destek sağlaması hedeflenmektedir.

1.4. Tezin Organizasyonu

Bu tez çalışmasında bölümlere göre izlenen yollar ve bölümlerde konu alınan başlıkların açıklamaları aşağıda açıklanmıştır.

Birinci bölümde, yapılacak çalışma ile ilgili açıklamalar yer almıştır. Günümüzde koroner bypass ameliyatında kullanılan mevcut sistemler hakkında ve medikal alanda kullanılan bulanık uzman sistemler hakkında genel bilgi yer almaktadır. Medikal alanda yapılmış olan bulanık sistem çalışmaları ve uzman sistem çalışmaları hakkında yayınlanmış olan çalışmaların özetleri yer almaktadır. Bu çalışmanın yapılma amacı ve sağladığı faydalara değinilmiştir.

İkinci bölümde, koroner bypass ameliyatı ve ameliyat sırasında takip edilen ve bu çalışmaya kaynaklık eden bazı hayati fonksiyonlar ve beta-bloker isimli ilaç hakkında bilgi verilmiştir.

Üçüncü bölümde, bulanık mantığın tanımı, durulaştırma, üyelik fonksiyonları, bulanıklaştırma yöntemleri ve günümüzde üzerinde çalışmalar yapılmış bazı medikal

bulanık sistemler ve medikal alan ile bulanık sistemleri bütünleştirmenin faydaları hakkında bilgi verilmiştir.

Dördüncü bölümde, tez çalışması sırasında kullanılan materyal ve metot hakkında bilgi verilmiştir. Sistemin oluşturulması sırasında girdi olarak ele alınacak fonksiyonlar ve değer gösterilmiştir. Kalp rahatsızlığı olan belirli bir gruba göre yapılan çalışmadaki kriterler açıklanmıştır.

Beşinci bölümde, koroner kalp ameliyatı esnasında hastanın sağlık durumunu belirleyen bulanık sistem tarsımı hakkında bilgi verilmiştir. Sistemin girişleri, giriş değerlerinin üyelik fonksiyonları, durulaştırma işlemleri ve çıkış değerinin bulanıklaştırılmış değerleri oluşturmada izlenen yollar anlatılmıştır.

Altıncı bölümde, tez çalışmasıyla ilgili öneriler ve kullanılabileceği alanlar hakkında bilgi verilmiştir. Çalışmanın sonunda alınan sonuçlara değinilmiş, çalışmanın avantajları ve dezavantajları anlatılmıştır. Çalışmanın gerçek şartlara olan uygunluğu gösterilmiştir.

Yedinci bölümde, tez çalışması sırasında faydalanılan yayınlanmış kaynakların alfabetik olarak sıralanması işlemi gerçekleştirilmiştir.

2. KORONER BYPASS AMELİYATI

Her organ gibi kalbimizde yaşamak ve görevini yapmak için kanla beslenmeye gereksinim duyar. Kan, kalp kasımıza koroner arter adı verilen atardamarlar yoluyla gelir. Damar sertliği hastalığı (ateroskleroz), tüm vücuttaki damar iç duvarında yerleşebilen ve yerleştiği bölgede darlıklara neden olan bir hastalıktır. Koroner arterler de damar sertliğinden önemli oranda etkilenir. Bunun sonucunda kalp kasının beslenmesi için tek kaynak olan koroner arterlerde daralmalar ve tıkanmalar oluşabilir. İstemik kalp hastalığı denilen bu tablo kendini genellikle “anjina” adı verilen bir ağrı ile gösterir. Anjina her hastada olmamakla birlikte, genellikle bir kalp krizinin en önemli habercisidir. Bazen de hastalar hiç ağrı tanımlamadan da kalp krizi geçirebilir (Aksoy, 2011).

Koroner arterlerdeki daralmalar belli bir seviyenin üzerine çıktığında kanın akışında engel oluşturur. Bu da kalbin yeterince beslenememesi ve dolayısıyla görevini tam anlamıyla yapamaması anlamına gelir. Göğüs ağrısına ve kalp krizine neden olan bu olumsuz tabloyu ortadan kaldırmak amacıyla uygulanan cerrahi işleme koroner bypass ameliyatı denilir. Koroner bypass ameliyatının amacı; varsa göğüs ağrısını ortadan kaldırmak ve oluşabilecek bir kalp krizinin önüne geçmektir. Böylece hastanın yaşam kalitesinin iyileştirilmesi ve ömrünün uzatılması amaçlanır (Filizoğlu, 2011).

Birçok faktör arter hastalığına yol açabilir. Bunlardan en iyi bilinen ve en önemlileri, genetik geçiş, birinci derece yakınlarında kalp ve damar hastalığı bulunan veya bu hastalıklara bağlı ameliyat olan kişiler, sigara, içerdiği toksin gazlardan ötürü damar duvarları üzerine direk zararlı etki göstererek damarların daralmasına yol açar, diyabet (Şeker Hastalığı), vücutta nerede damar varsa hepsini etkileyebilen bir hastalıktır düzenli ve uygun ilaç kullanmayan kişiler üzerinde daha etkindir, hipertansiyon (Tansiyon yüksekliği), özellikle düzenli ve uygun ilaç kullanmayan kişilerde daha etkindir, hiperkolesterolemi (Kolesterol Yüksekliği), kişi bu durumun farkında olmayabilir. Farkına varıldığında ise damar tıkanıklığı gelişmiş olur, alkol kullanma, uzun süre, devamlı, aşırı dozda alkol tüketimi etkindir, ileri yaş, stres, hareketsizlik, obezite gibi faktörlerdir.

Koroner kalp hastalığı tanısı, koroner anjiyografi ile kesinleştirilir. Efor testi hastanın hastanede yatması gerekmeden yapılan ve hastalık hakkında bilgi verebilen bir yöntemdir. Koroner anjiyografi hasta hastanede yapılır. Katater adı verilen bir ince tüp

kasık veya koldan atardamar içine yerleştirilerek kalbi besleyen damarlara kadar ilerletilir. Özel bir ilaç verilerek kalbi besleyen damarlar ve sol kalp boşluğunun filmleri çekilir. Bu yolla damarlardaki darlık, tıkanıklar ve kalp kasının kasılma gücü, hastalıktan hasar görüp görmediği saptanır. Koroner anjiyografi yapılmadan doğru tedavi yöntemi önermek ve herhangi bir girişimde bulunmak (balon uygulama, kafes takma, ameliyat) mümkün değildir (Çatav, 2011).

Koroner arterlerin daralmalarında tedavi için üç seçenek söz konusudur. Bunlar; ilaç tedavisi, koroner balon anjioplasti ve stent uygulamaları, koroner bypass ameliyatıdır. Hangi tedavi şeklinin seçilmesi gerektiğine, hastanın ve hastalığın durumuna göre kalp damar cerrahi ve kardiyolog birlikte karar verir. Tedavi yönteminin seçiminde; hastanın genel durumu, koroner arterlerin yapısı ve kalbin kasılma gücü gibi birçok faktör etkili olur (Aksoy, 2011).

Koroner Bypass ameliyatında kullanılan yöntemde, ameliyat öncesi hasta genel anestezi ile tamamen uyutulur. Ameliyat safhasında herhangi bir şey hissetmez ve ağrı duymaz. Ameliyatı yapan cerrah kalbe erişebilmek için göğüs kemiğini yukarıdan aşağıya doğru özel bir cihazla keser. Daha sonra kalp ve akciğer kan dolaşımı özel bir süre durdurulabilir, bu safhada kalp ve akciğerin görevini kalp-akciğer makinesi üstlenir. Cerrah, kansız ve hareketsiz hale gelen kalpte istediği işlemi yaptıktan sonra kalp tekrar çalışır. Daha sonraki aşamada kalp-akciğer makinesiyle kurulmuş olan bağlantılar çekilir, kesilmiş olan göğüs kemiği özel çelik tellerle dikilerek eski durumuna getirilir (Aksoy, 2011).

Tedavi yöntemleri, daha iyi sonuçlar sağlamak ve hastaların daha az rahatsız olup daha kısa sürelerde iyileşmesini sağlamak amacıyla geliştirilmektedir. Ancak halen altın standart kalp-akciğer makinesi yardımıyla yapılan açık tekniktir. Diğer teknikler ya bazı zorunluluklar nedeniyle açık tekniğin kullanılmadığı hastalarda ya da o işleme uygun özellikte olan hastalarda uygulanmakta ve geliştirilmektedir. Sonuçların daha iyi olması için uygulanan yöntemlerden birisi bypassların hepsinin atardamarlar kullanılarak yapılmasıdır. Atardamar kullanılarak yapılan bypasslar daha uzun süre açık kalmaktadır ve hastaların yeniden ameliyata ihtiyaç oranları azalmaktadır. Sonuçların iyileştirilmesi ve hastaları kalp-akciğer makinesinin olası zararlarından korumak için uygulanan bir diğer teknik çalışan kalpte bypass işlemidir. Cerrah uygun olgularda işlemi, kalp normal işlevini sürdürürken yapar. Bunların dışında küçük kesitlerle veya endoskopik (açılan küçük deliklerden sokulan) aletlerle yapılan işlemler uygun

hastalarda veya bazı zorunluluklar nedeniyle yapılabilmektedir. Ayrıca robotik cerrahide deneme aşamasında yapılabilmektedir (Çatav, 2011).

Hastalara daha az travma ve daha kısa sürede iyileşme anlamına gelen minimal invaziv yöntemler ancak belli şartlarda uygulanabilir. Hatanın yapısı, ek hastalıklarının bulunup bulunmaması, her şeyden önemlisi tıkalı damarın yeri ve sayısı bu yöntemin seçiminde etkili rol oynar. Genellikle kalbin ön inen dalındaki (kısaca LAD olarak bilinir) darlıklarda uygulanan bir yöntemle de sol meme altından 5-6 santimlik bir kesik ile ameliyat gerçekleştirilir. Ameliyat çalışan kalpte gerçekleştirilir ve tüm bu işlemler bu küçük açıklıktan yapılır. Erken iyileşme ve kısa süreli hastane yatışı nedeniyle cazip bir yöntem olmakla birlikte, görüş alanının kısıtlı olmasına bağlı olarak koroner bypass için kullanılan meme atardamarının yeterli kalitede hazırlanamaması gibi dezavantajları da bulunur (Aksoy, 2011).

Koroner bypass işlemi darlık olan arter bölgesinin arkasına yeni bir damarla kan götürmek demektir. Darlığın arkasına yeterli kan taşımak için kullanılan bu yeni damara “greft” adı verilir. Greftler hastanın kendi atar veya toplardamarlarından hazırlanabilir. Atardamarlardan (arter) hazırlanan greftlerin, toplardamarlardan (ven) hazırlanan greftlere göre daha uzun süre açık kalma gibi bir avantajı vardır (Aksoy, 2011).

İnternal Mammarian Arter (Meme Atardamarı): Uzun süreli açıklık oranı nedeniyle koroner arter cerrahisinde en sık kullanılan grefttir. Meme atardamarı göğüs uvarının iç kısmında, akciğerlere bakan yüzünde, göğüs kemiğinin iki yanında yukarıdan aşağıya doğru seyreder (Aksoy, 2011).

Radial Arter (Kol Atardamarı): Atardamar greftleri arasında ikinci sıklıkla tercih edilendir. Ön kolumuzda birbirine paralel iki atar damar mevcuttur. Bunlardan biri radial, diğeri ise unlar arterdir. Birçok insanda radial arter olma bile unlar arter ön kolun ve elin kanlanması için yeterli olur. Bu nedenle uygun hastalarda radial arter greft olarak kullanılabilir. Doktorunuzun ameliyat öncesi yapacağı basit bir test sonucu radial arterin kullanılıp kullanılmayacağına karar verebilir. Radial arterin greft olarak kullanıldığı hastalarda ameliyat sonrası en az altı hafta ilaç kullanımı gerekir.

Safen Ven (Bacak Toplardamarı): Koroner Bypass cerrahisinin ilk dönemlerinden beri kullanılır. Açık kalma oranı atardamar greftlerine göre daha düşüktür. Ancak arteriyel greftlerin herhangi bir nedenle kullanılmadığı durumlarda veya dört ya da daha fazla damara bypass gereksinimi olduğu durumlarda hastalarda toplardamar greftleri de kullanılabilir (Aksoy, 2011).

2.1. Kalp Ameliyatı Esnasında Takip Edilen Bazı Hayati Fonksiyonlar

Ameliyat sırasında doktorların en fazla zorlandığı durumlardan biri karmaşık cihazları takip etme süreci olmuştur. Bu cihazların gösterdiği değerleri riskli durumlarda ameliyata odaklanma sırasında doğru değerlendirmek ve bunların birbirlerine göre durumlarını yorumlamak oldukça zor bir durumdur. Koroner bypass ameliyatı ve benzeri gibi hayati risk taşıyan operasyonlar boyunca hastanın çok fazla hayati fonksiyonunun ve bazı önemli değerlerin takibinin yapılması gerekmektedir. Takip edilen bu değerlerin her biri, ameliyat sırasında gidişatı belirleyen ve hastanın ameliyat sonrası sağlık durumunun en iyiye getirilmesini sağlamayı amaçlayan her biri özel değerlerdir. Ameliyatın kompleks yapısına ve tıbbi teknolojinin de gelişmesiyle hastanın çok fazla sayıda hayati fonksiyonlarının değerleri kontrol edilebilmekte ve anlık değişimler görüntülenebilmektedir. Tüm bu gelişmelerin sonucu olarak, ameliyat sırasında tıbbi personelin takip yapması güçleşmektedir. Bunun yanı sıra takip edilmesi gereken hayati fonksiyonların ve bunları görüntüleyen cihazların anlık takibinin yapılması gerekmektedir. Bu durum ameliyat ortamını tam bir makine deposu haline getirmiştir.



Şekil 2.1. Koroner Bypass Ameliyathanesi

Çalışmada, hastanın koroner bypass ameliyatı sırasında takip edilen birçok değerden yalnızca en önemlilerinden sayılan ve ameliyatın gidiş durumunu belirten değerlerin takibi ve kontrolü ve bu değerlerin birbirlerine göre durumlarının belirlenmesinde kullanılan kısmı ele alınmıştır. Bu değerler hastayı ameliyat sırasında enjekte edilen betabloker isimli ilacın enjekte süresi, hastanın ameliyatın devamı sırasında EKG cihazında görüntülenen nabız, dakikadaki atım sayısı, kalp çarpma hızında meydana gelen değişikliklerin takibi, hastanın kanındaki ölçülen hemoglobinin miktarına yani oksijen taşıma kapasitesinin durumunun değeri ve hastanın sistolik ve

diastolik tansiyon durumunu takip edilen değerler olarak ele almış ve bu değerlerin birbirine göre durumlarını değerlendirmiştir.

2.1.1. Tansiyon

İnsan bedeninde trilyonlarca hücre vardır. Bunlar mkemmел bir işbölümüyle çalışırlar. Ama çalışabilmeleri için yakıt ve oksijene gereksinimleri vardır. Bu yakıtı, hücrede oksijenle yakıp, çalışabilmeleri için gerekli enerjiyi sağlarlar. Sonra bu yanmadan arta kalan artıkların ve açığa çıkan karbondioksitin hücreden uzaklaştırılması gerekir. İşte hücrenin gereksindiği yakıt ve oksijenin hücreye taşınması, oluşan artık ve karbondioksitin hücreden uzaklaştırılması işini kan üstlenir. Kanla hücre arasında alışverişin yapılabilmesi için, tüm hücrelerin kanla temas etmesi gerekir. Bu yüzden, nasıl ki, dallar incelerек tüm yapraklara kadar ulaşıyorlarsa, kan damarları da benzer biçimde damarlarla tüm hücelere kadar uzanırlar. Ne var ki, kanın hücelere kadar bir kere gitmesi yetmez. Sürekli yeni yakıtın, taze oksijenin hücelere taşınması, artıkların da sürekli uzaklaştırılması gerekir, yani kanın sürekli hareket etmesi gerekir. Bu döngüyü, doğumdan ölüme kadar hiç durup dinlenmeden kalp üstlenir. Bir kaç dakika bile dursa, insan yaşamı için felaket olur. Kalp, akciğerden gelen temizlenmiş, bol oksijenli kanı hücelere kadar, atardamarlarla pompalar. Kirlenmiş kan ise toplardamarlarla yeniden kalbe taşınır. Yani kalp her atımda, önce kanı pompalar, sonra da kanın yeniden kalbe dolması için istirahataya geçer. Bu durmadan tekrarlanır. Öyle ki, kalp her dakikada 70-80 defa pompalama işlemini gerçekleştirmektedir (evik, 2010).

Tansiyon, damarlardaki kanın basıncı ile damarların bu basınca karşı direnmesinin gerilim derecesine denir. Tansiyon, genellikle atardamarların, az oranda da toplardamarların gerilim derecesi olarak kullanılır. Ayrıca sinir gerginliklerine, karın içi sıvı fazlalığından ileri gelen gerilimlere, kafa içi basınçlarına da tıp dilinde tansiyon denilir (Genel Sağlık, 2010).

Tansiyon, düşük, normal ya da yüksek olabilir. Düşük tansiyona hipotansiyon yüksek tansiyona da hipertansiyon denir. Damarın içinde kanın akabilmesi için belirli bir basıncının olması gerekir. Bu basıncı, kalbin kasılmasıyla kanı damarların içine pompalaması ve atardamarların elastikliğiyle bu basıncı dengelemesi sistemleri oluşturur. Kalp kasıldığı zaman atardamarların içine kanı belirli bir basınçla pompalar. Bu sırada damar içindeki basınç en yüksek düzeye ulaşır. Bu basınca tıpta sistolik basınç, halk arasında büyük tansiyon adı verilir (Baş, 2010).

Kalbin gevşemesiyle, damar içine pompalanan kan durur. İşte bu sırada devreye damarın elastikliği girer. Önce genişlemiş olan damar, kana bir basınç uygulayarak kalbin gevşemesi anında da kan akımını sağlar. İşte bu sırada oluşan en düşük basınca da tıpta diastolik tansiyon, halk arasında da küçük tansiyon denilir (Baş, 2010).

Bu basınç, 1 cm² alanındaki cıva sütununun tabanına yaptığı basınçla karşılaştırılarak belirtilir. Örneğin bir kişinin tansiyonu 12 denildiği zaman, bu basınç 12 cm yüksekliğindeki cıva sütununun tabanına yaptığı basınca eşdeğerdir. Tıpta bu ölçüler, mm olarak belirtilir. Yani halk arasında 12-14 gibi cm cinsinden söylenen ölçüler tıpta 120-140 gibi, mm cinsinden ifade edilir (Baş, 2010).

Kalp kanı pompaladığında, atardamarların duvarı daha fazla gerilir; bekleme sırasında ise bu gerginlik daha azdır. Yani iki farklı tansiyon vardır. İlki pompalama sırasında, daha fazla olanı. Buna büyük ya da sistolik tansiyon denir. İkincisi, kalbin istirahatı sırasında, daha düşük olanıdır. Buna küçük ya da diastolik tansiyon denir (Çevik, 2010).

2.1.1.1. Normal Tansiyon

Tam sağlıklı bir insanın atardamarlarındaki gerilim derecesine normal tansiyon denir. Normal tansiyon, yaşa, vücudun durumuna, beden ve kafa çalışma derecesine ve günün her saatine göre değişiklik gösterir. Normal tansiyon dinlenme sırasında en düşük derecededir (Genel Sağlık, 2010).

Yapılan uzun araştırmalar sonucu, yaşın artışıyla küçük değişimler olmakla beraber sistolik (büyük) tansiyon için 120 mmHg ile 140 mmHg, diastolik (küçük) tansiyon için 70 mmHg – 90 mmHg ya da 7 cmHg ile 9 cmHg arası olması halinde tansiyona bağlı olarak bir sağlık sorunu riski doğmadığı belirlenmiştir (Baş, 2010).

2.1.1.2. Düşük Tansiyon

Kan damarlarının çapını düzenleyen sinirlerin görevlerini tam olarak yerine getirememesinden düşük tansiyon ortaya çıkar. Düşük tansiyon genellikle sinir bozukluklarında, yorgunluklarda, üzüntülü durumlarda olur. Ciddi kalp hastalıklarında da tansiyonun düşüklüğü önemli bir belirti olmaktadır. Düşük tansiyon böbreküstü muhafazası hastalıklarında da görülür. Tansiyonu düşük olanlarda enerji azlığı, baş dönmesi, göz kararması, çekingelik belirtiler olur (Genel Sağlık, 2010).

Tıp dilinde hipotansiyon olarak adlandırılan düşük tansiyon, belirli bir düzeye kadar sorun yaratmaz. Tam tersine normalin biraz altında olması kalp-damar hastalıklarından uzak daha sağlıklı bir yaşam sürme nedenidir. Düşük tansiyonun sorun olduğu durum, sistolik tansiyonun çok uzun süreler için 70 mmHg den düşük kalması halleridir. Böyle hallerde şok durumundan söz edilir (Baş, 2010).

2.1.1.3. Yüksek Tansiyon

Yüksek tansiyon da bir ya da birkaç hastalığın belirtisi olarak ortaya çıkar. Özellikle böbrekten kan geçmesini engelleyen, idrarı önleyen hastalıklarda görülür. İlerlemiş böbrek hastalığı, damar sertliği tansiyonu yükselten sebepler arasındadır. Yüksek tansiyon, beyin damarlarının tıkanması ve yırtılması gibi çok tehlikeli durumlara yol açar (Genel Sağlık, 2010). Büyük tansiyonu 140mmHg ve/veya küçük tansiyonu 90mmHg'in üstündekilerin yüksek tansiyonu olduğu kabul edilir ve bunlara "Hipertansiyon hastası" denir.

2.1.2. Hemoglobin

Hemoglobin, omurgalıların solunum pigmentlerinden, demir içeren kırmızı renkli proteinlerdir. Alyuvarlara niteleyici renklerini veren ve oksijen taşıma yeteneği çok yüksek olan hemoglobin, bir litre kanın 200 ml oksijen yüklenmesini sağlayabilir. Hemoglobin molekül oksijenin yanı sıra, karbondioksit de sağlayabildiğinden, karbondioksit yoğunluğunun yüksek olduğu dokulardan, geçerken, oksijeni bırakarak karbondioksiti yüklenir. Karbon monoksit solunması durumunda, karbon monoksit akciğerlerde hemoglobinle bir daha ayrılmayacak biçimde birleşerek karboksihemoglobin adı verilen bileşiği oluşturur ve kan dokulara yeterli oksijen iletemediğinden, karbon monoksit soluyan kişi çok geçmeden ölür (Bilim ve Teknik, 1998).

Hemoglobin, kanda solunum organından dokulara oksijen, dokulardan solunum organına ise karbondioksit ve proton taşıyan proteindir. Eritrositlerin içerisinde bulunur. Oksijeni +2 değerlikli demir içeren hem molekülleri ile bağlar. Başlıca sentez yeri eritrosit üretimi sırasında kemik iliğidir. Yaş, cinsiyet ve türe göre küçük farklılıklarla da olsa kanda belli bir değer altında bulunmasına anemi denir. Yüksek miktarda bulunmasına ise polisitemi denir. Hemoglobinin prostetik grubu hem, proteiniyse globulindir (Arthur, 1989).

Molekül ağırlığı 16.700 dür. Oksijen taşıyan cisimdir, 1 gram hemoglobin, 136 santimetreküp oksijenle birleşir. Bu bileşim sabit değildir ve kolaylıkla oksijen geri verilir. Hemoglobinde kimyasal bakımdan bir (kükürtlü protein) iki kıymetli demir ve protoporfirin vardır (Guyton & Hall, 2005).

Vücutta her gün yıkıma uğrayan hemoglobin miktarını yerine koymak üzere yaklaşık 5-6 gram kadar hemoglobin sentez edilir. Hemoglobin sentezi hücrenin mitokondri ve sitoplâzmasında Fe^{2+} ve globuline ihtiyaç vardır. Pantotenik asit, piridoksal fosfat, B12 vitamini ve intrinsik faktör bu sentez için gereklidir. Proeritroblastlarretikülositte hemoglobin sentez etme oldukça düşmüştür. Olgun eritrositler, hemoglobin sentez edemezler. Hemoglobin sentezi için protoporfirin IX endojen olarak vücutta sentez edilir. Eğer organizmaya protoporfirin şırınga edilirse veya besinlerle eksojen olarak verilirse organizma bundan yararlanamaz. Dışkı ve idrarla olur. Hemoglobin sentezi için protoporfirin IX, hemoglobin sentezinin önemli kısmını gerçekleştirirler; dışarı atar. Hemoglobin retiküloendeteriyal sistemin ribozomlarında sentez edilir (Arthur, 1989).

İnsanın normal hemoglobin değerleri yaşa göre çeşitli değer aralıklarında bulunmaktadır. Hemoglobin değerine yalnızca yaş değil, yaşanılan iklim, yaşanılan bölgenin rakımı, cinsiyet, çalışılan iş, vb. birçok hayat faaliyetinin etkisi vardır. Bu durumu ortadan kaldırmak için koroner bypass ameliyatı geçiren hastaların genelde sahip olduğu, hemoglobin değerleri ele alınmıştır. Bu değer aralıkları, çocuklarda 11.0 g/dl ile 11.9 g/dl arasında, yetişkinlerde ise 12.0 g/dl ile 13.9 g/dl arasında değişebilmektedir. Bu değerler koroner bypass ameliyatında alınan ilaçların etkisiyle 3.0 g/dl 'e kadar gerileyebilmektedir.

2.1.3. Nabız

Nabız, kalbin kasılıp gevşeyerek damarlara yaptığı basınca, halk arasında "kalp atışı" , "Kalp çarpma hızı" denir. Kalp dakikada yaklaşık 60-80 defa kasılma (basınç) yapar. Buna vuruş sayısı veya nabız adı verilir (Sağlıklı Dünya, 2010).

Nabız, atardamarlara, özellikle bilekteki atardamarlara parmakla basıldığında duyulan ve kalp vuruşunun oraya kadar yansımından ileri gelen kımıldır. Her kalp vuruşundan sonra atardamarlardaki kanın kalp kuvveti etkisi altında basıncının değişmesi, vücudun sert bölümleri üzerinden geçen arterler üzerine bastırılan parmakla duyulur. Bu duyulma, arter içindeki kanın kalpten nabza kadar gidip parmakla

çarpmasından değil, kanın basınç altında kalmasıyla beraber arter duvarlarının kasılan kalp kuvvetinin etkisiyle titreşmesinden kaynaklanır (Dorland, 2000).

Nabız, kalp vuruşuyla hemen eş zamanda değilse de bu ara, bir saniyenin 1/10 kadar olduğu için hemen eş zamandaymış gibi ele alınır. Nabız dalgasının hızının saniyede dokuz metre olduğu hesap edilmiştir. Nabız sayısı kalbin vuruşu kadardır. Kalbin vuruş sayısı üzerinde etki yapan etmenler, nabız sayısı üzerine de etki yapar. İntizamı, dolgunluğu, zayıflığı kalbin vuruş intizamı ve kuvvetiyle ilgilidir. Bu yüzden nabız sayısı da kalbin vuruş sayısı gibi yetişkinlerde dakikada 60 - 80 arasındadır. Yeni doğanlarda 130, bir yaşında bir bebekte 120, çocuklarda 90 kadardır. Nabız sayısı harareti yükselten hastalıklarda, sinirlilikte, yemeklerden sonra, yorgunluklarda artarken, tifo hastalığında, uykuda, istirahatatta yavaşlar (Dorland, 2000). Nabzın her atışı, kasılma ve gevşeme olarak iki hareketten oluşmuştur. Kalp her kasılmasıyla bir miktar kanı atardamarlar içine fırlatır ve damarların esneyebilme özelliğinden dolayı atardamarlarda buna bağlı bir genişleme olur ve ardından eski duruma dönmek ister. Bu genişleme, damarların yüzeysel seyrettiği el bileği, dirsek içi, kasık, şakak, ayak bileği gibi yerlerde nabız dalgası olarak hissedilir (Sağlıkname, 2010).

Normalde dakikada 80 civarında olan nabız sayısının 100'ün üzerinde olması taşikardi, 50'den yaşa olması bradikardi adını alır. Nabız atımındaki düzensizlikler ise kalp atımındaki düzensizlikleri (aritmi) gösterir (Dorland, 2000).

2.1.4. Beta-blokerler

İlk defa 1960 yılında kullanılan betablokerler, hızlı kalp atışına yol açabilen sempatik sinir sisteminin (stres sırasında vücudumuzdaki olaylardan sorumlu sistem) belli etkilerini bloke ederek kalbin iş yükünü azaltan ilaçlardır. Kalpteki "beta reseptörler" adı verilen bölgeleri bloke ettikleri için "beta-blokerler" olarak adlandırılırlar. Bu beta reseptörler, normal olarak, stres sırasında salınan belli hormonlarca (adrenalin gibi) aktive edilirler. Beta-blokerler ise beta reseptörlere bağlanarak, stres hormonlarının bu reaksiyonu tetiklemesini önlerler. Böylece, beta-blokerler kalp hızını yavaşlatarak ve kalp kaslarının kasılma gücünü (pompa işlevi) azaltarak kardiyak stresi azaltır. Ayrıca, kalp, beyin ve vücuttaki kan damarlarının spazmını (daralma) da azaltır (Alpman, 2010).

Kardiyak outputu azaltmaları, baroreseptör cevaplarını düzenlemeleri, renal korteksten renin açığa çıkmasını azaltmaları, periferel direnci azaltmaları bazılarının da

santral antihipertansif etkileri mevcuttur. Etkileri içerdikleri özelliklere göre değişiklik gösterir. B1 ve B2 adrenoreceptor selektiviteyi intrensek sempatikomimetik etkileri, membran stabilize aktiviteleri, yağda eriyebilmeleri, etki sürelerine göre tedavi etkinlikleri farklılıklar yaratır. Yaşlılarda özellikle yavaş salınan kısa etkili beta blokerler günde tek doz verilerek etkin bir tedavi sağlanmaktadır. İlk kuşak beta blokerler (propranolol [dideral] ve oxprenolol [trasicor] kardioselektif değildir. Yan etkileri nedeni ile tercih edilmez. İkinci jenerasyon beta-blokerler (atenolol [tensinor, nortan], biosoprolol [concor] ve metoprolol [Beloc, lepressor] daha kardioselektiftir fakat yine de lipid profiline yan etkileri mevcuttur. Atenolol yağda az eridiğinden santral sinir sistem yan etkileri görülmez. Üçüncü jenerasyon beta-blokerler (celiprolol) periferik vazodilatördür ve lipid profilini etkilemezler (Stoschitzky, 1999).

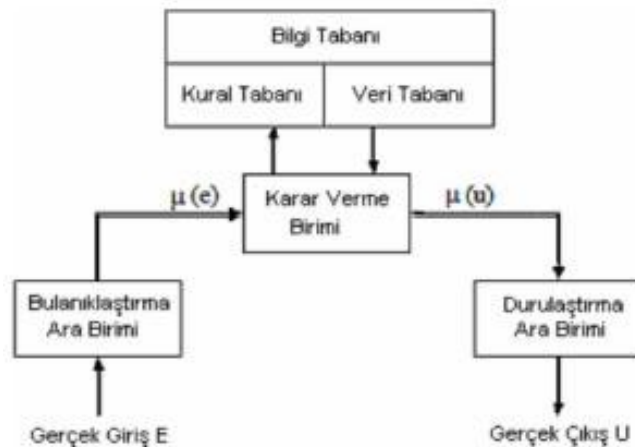
Beta-blokerler, negatif inotrop (kontraktiliteyi azaltıcı), negatif batmotrop (kalbin spontan uyarılabilirliğini azaltıcı), negatif kronotrop (kalp hızını azaltıcı), negatif dromotrop (kalbin ileti hızını azaltıcı) etkilidirler. Negatif inotropik etkileri nedeniyle kalp yetmezliğini dekompanze edebilirler. Bronkokonstriktif yan etkileri nedeniyle kronik astmatiform bronşiti olanlarda ve astımlılarda kullanılmamalıdır. Birinci dereceden fazla AV bloğu olan hastalarda, bradikardisi olanlarda, negatif dromo-tropik etkileri nedeniyle kontrendikedirler. Ayrıca Reynoud fenomeni olanlarda, claudicationu olanlarda, periferik arter hastalığı olanlarda kontrendikedirler. Alfabloker ile kombine edilmemiş olan betabloker kullanımından Feokroma düşünülen veya Feokromasitoması olan hastalarda mutlaka kaçınılması gerekir. Nadolol ve atenolol gibi renal atılımı olan betablokerlerin renal yetmezliği olan hastalarda kullanımında çok dikkatli olunmalıdır. Sulfonilüre ve insulin kullanan diyabetik hastalarda hipoglisemiye maskeleydikleri ve daha ağır hipoglisemiye neden olabildikleri için çok dikkatli olunmalı veya kullanımından kaçınılmalıdır (Heper, 2010).

Beta-blokerler, akut kalp krizlerinin tedavisinde ve tekrarlayan kalp krizlerinin önlenmesinde önemli ilaçlardır. Kalp krizi hastalarında beta-blokerlerin kalp kasının oksijen ihtiyacını azalttığı, tehlikeli kalp ritimlerinin riskini azalttığı ve kalp fonksiyonlarını düzelttiği gösterilmiştir. Ancak, beta-blokerler, astımı, ciddi bradikardisi ve akciğerlerinde sıvı birikmesi olan kalp krizi hastalarında kullanılmamalıdır. Araştırmalar ayrıca ameliyat sonrası atriyal fibrilasyonun önlenmesinde beta-blokerlerin yararını göstermiştir. Bypass cerrahisi öncesi beta-bloker kullanımının yüksek riskli hastalarda karmaşa riskinin azaltılması yanında sağ kalım oranlarını artırdığı gösterilmiştir (Alpman, 2010).

3. BULANIK MANTIK

Bulanık mantık; her gün kullandığımız ve davranışlarımızı yorumladığımız yapıya ulaşmamızı sağlayan matematiksel bir disiplindir. Temelini "doğru" ve "yanlış" değerlerin belirlendiği Bulanık Küme Kuramı (Fuzzy Set Theory) oluşturur. Burada yine geleneksel mantıkta olduğu gibi (1) ve (0) değerleri vardır. Ancak Bulanık mantık yalnızca bu değerlerle yetinmeyip bunların ara değerlerini de kullanarak; bir uzaklığın yalnızca yakın ya da uzak olduğunu belirtmekle kalmayıp ne kadar yakın ya da ne kadar uzak olduğunu da söyler. Bulanık küme kavramı, hayattaki kesin olmayan, örneğin "sıcak" ve "soğuk" kesin ifadelerinin arasında kalan "az soğuk" veya "soğuğa yakın" şeklindeki belirsizlikleri de matematiksel olarak ifade etmeye yönelik bir teoridir. Bu dilsel değerlerin de arkasında net olmayan bir sayısal değer mevcuttur (Sarıtış, 2003).

Bulanık mantık, matematiksel olarak ifade edilemeyen, sadece girdi-çıkı ilişkisi bilinen fonksiyonların çözümünde kullanılır. Bulanık mantık, dilsel terimler olarak ifade edilen girdi ve çıktı arasındaki ilişkiyi kullanarak matematiksel denklemler bilinmeyen herhangi bir fonksiyonun özelliklerine yakın özellikler gösteren bir model oluşturulmasına imkân vermektedir. Bu anlamda bulanık mantık, modelden bağımsız, belirli bir yapısı olan ve fonksiyon yakınsamada kullanılan önemli bir araçtır (Ross, 1995).



Şekil 3.1. Bulanık Sistemlerin Yapısı

Bulanık Kontrol ve bulanık mantık teorisinin en etkin uygulama alanı kontrol sistemleridir. Geleneksel kontrol sistemleri bulanık teorisinin yardımıyla bulanık kontrol

sistemlerine dönüştürülebilir ve böyle sistemlerin uygulanması birçok avantajlar elde etmeğe olanak verir.

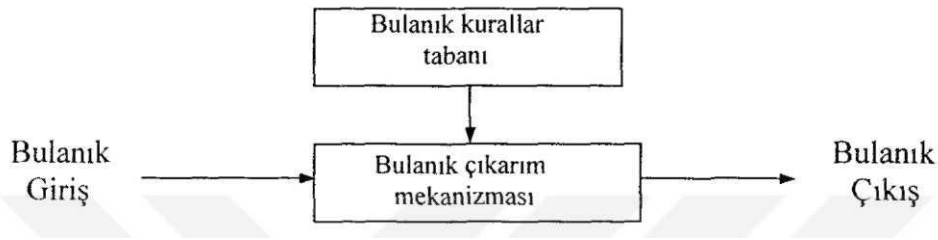
Genelde, bulanık sistemler bilgiye dayalı veya kurala dayalı sistemlerdir. Yani bir bulanık sistemin temelinde "Eğer- O halde" kuralları durmaktadır.

Bir bulanık sistem tasarlanmasına karar verildikten sonra ilk yapılacak iş "eğer o-halde" kurallar toplusunu elde etmektir. Bu kurallar çoğu zaman uzmandan yararlanılarak toplanır (Allahverdi, 2002, 2007).

Kaynaklarda genelde üç tip bulanık sistemden söz edilmektedir.

- 1- Temiz (*püre*) bulanık sistemler
- 2- Bulanıklaştırıcı ve durulaştırıcı sistemler
- 3- *Takaği - Sugeno ~ Kang* (TSK) bulanık sistemler.

Temiz bulanık sistemlerde sistemin giriş ve çıkışları bulanıktır. Bulanık çıkarım mekanizması (*Fuzzy Inference Engine*) bulanık girişlere uygun kuralları bulanık kurallar tabanından (*Fuzzy Rule Base*) alarak imal edilir ve vardığı sonuçta bulanık olur (Şekil 3.2) (Allahverdi, 2007).



Şekil 3.2. Temiz Bulanık Sistemlerin Temel Şeması (Allahverdi 2007)

Temiz bulanık sistemlerde giriş ve çıkış değerleri dilsel olarak kullanılmaktadır, hâlbuki gerçek sistemlerde bu değerler kesindir, bulanık değildir. Bu dezavantajı kaldırmak için sisteme girişteki kesin değerleri bulanık değerlere dönüştüren bulanıklaştırıcı (*fuzzitier*) ve çıkıştaki bulanık değerleri kesin değerlere dönüştüren durulaştırıcıyı (*defuzzitier*) uygun olarak sistemin girişine ve çıkışına ilave edilirler. Böyle sistem bulanıklaştırıcı ve durulaştırıcı sistem olarak adlandırılmaktadır (Şekil 3.3) (Allahverdi, 2007).



Şekil 3.3 Bulanıklaştırıcı ve Durulaştırıcı Bulanık Sistem (Allahverdi 2002)

Bulanık çıkarım mekanizması, veritabanı ve bilgi tabanındaki verileri ve kuralları yorumlayarak, kural tabanına yeni verilerin eklenmesi görevini yerine getirip bunların bir dizi içerisinde sunulması ve yani sisteme öğretme işlemini gerçekleştirme işlemini sağlayan sistemdir. Bu olaylara bağlı olarak kendine göre yeni çıkarımlar yapabilmesidir. Aynı zamanda bu çıkarımları yönetebilme özelliğinin de var olması ayrı bir avantajdır (Allahverdi, 2007).

Bulanık sistem ve bulanık kontrollerde birçok çıkarım mekanizması vardır fakat bunlar arasından en yaygın kullanılan kişisel kurallara dayalı çıkarımlardan “minimum çıkarım mekanizması” ile kompozisyona dayalı çıkarımlardan “mamdani kombinasyonu çıkarım mekanizması”dır. Çünkü bunların ana avantajları hesaplama basitliğidir. Ayrıca bunlar özellikle bulanık kontrollerde uygulamalı problemler için sezgisel yaklaşımlardır (Wang, 1997).

Bulanık değerlerin durulaştırma işlemleri, kesin değerlere dönüştürülmesi yani bulanık $B' \subset V$ kümesinden kesin bir y^* e V noktasına gömülme süreci durulaştırıcı olarak adlanır. Burada V_R bulanık çıkarım mekanizmasının çıkışıdır. B özel yollarla elde edildiğinden dolayı ona en iyi denk gelen noktayı seçmek için birkaç yöntem vardır. Durulaştırıcı için aşağıdaki üç kriter istenmektedir:

- Akla yakınlık (*plausibility*): y^* noktasının B nü temsil etmesi sezgisel (*intuitive*) yolla belirlenir. Örneğin bu nokta yaklaşık olarak B desteğinin ortasında yerleşebilir ve ya B üyeliğinin en yüksek derecesini alabilir.
- Hesaplama basitliği: Bu kriter gerçek zaman ölçeğinde çalışan kontrol sistemleri için çok önemlidir.
- Devamlılık (*continuity*): B 'deki küçük bir değişiklik y^* de büyük değişikliğe neden olmamalıdır.

Herhangi bir çıkarım mekanizması yardımı ile B bulanık kümesinin elde edilmiş olduğunu varsayalım. Bu durumda üç tip durulaştırıcıdan bahsedebiliriz (Wang, 1997).

3.1. Medikal Alanda Bulanık Mantık Uygulamaları

Sağlık hizmeti sunumunda bilgisayar sistemlerinin kullanımı son 30 yılda giderek yaygınlaşmıştır. Bu kullanım önceleri idari ve finansal alanlarla sınırlı iken günümüzde klinik karar verme süreçlerine yardımcı sistemler geliştirilmektedir. Klinik karar destek sistemleri, hekimlere ve diğer sağlık personeline tanısal ve tedaviye yönelik klinik karar süreçlerinde destek sağlayan bulanık mantık ve uzman sistem uygulamalarıdır. Klinik konularda akıl yürütme özelliğine sahip karmaşık bilgisayar programları olan bu uygulamalar, tıbbi bilginin miktarında meydana gelen artış nedeniyle bu bilginin yönetiminde zorlanan hekimlere uygun seçenekler arasından karar verebilme konusunda destek sunan sistemlerdir (Persidis, 1991). Hastalığın tanısı, tedavi seçenekleri, hangi ilaç kullanılması gerekliliği ve ilaç yan etkileri konularında güncel ve kaliteli alan bilgisine sahip sistemlerdir. Medikal alanda kullanılan bulanık mantık uygulamaları, güncel bilgileri kullanmanın yansıra hastaya özel bilgileri de dikkate alarak, hekimlerin hastayı en iyi biçimde değerlendirmesi yönünde yardım ederler. Diğer bazı işlevleri; hastalara özel değişkenlere bağlı olarak özel ilaç tavsiyesinde bulunmak (Trovbridge, 2010), hastalara ait özel bilgileri uzman bilgi tabanı ile mukayese ederek hasta yönetimi ve konsültasyon işlevini gerçekleştirmek, klinik ve finansal bilgi depolarını bir araya getirerek, hizmet kullanımının, maliyet bileşenlerinin ve klinik performansın değerlendirilmesi, tıpta yeni görev alan ya da tıp fakültesi öğrencilerine alanlarında daha önce yaşanmış ve tecrübe edilmiş hastalık tanıları ve bunlara karşı koyulan teşhise sonuç olarak bu teşhise karşılık alınabilecek önlem ya da uygulanabilecek tedavi konusunda personele eğitim vermek işlevini yerine getirmektedir.

3.2. Medikal Alanda Bulanık Mantık Uygulamalarının Faydaları

Medikal alanda kullanılan uzman sistem ve bulanık mantık uygulamaları, klinisyenlerin daha iyi ve daha çabuk kararlar almalarına yardımcı olmaktadır. Medikal alanda kullanılan uygulamalar 'Eğer O halde' kurallına göre işleyen ve verilen

girişlere göre bir sonuç çıkararak sistemlerdir. Kullanılan bu 'Eğer O halde' kuralı bazen basit kurallarla gerçekleştirilirken bazı uygulamalarda birbirine bağlı olarak birbirinden etkilenen yüzlerce kuralın sıralanmasıyla oluşmuş karmaşık bulanık sistemlerdir. Oluşturulan bu kural tabanlarının her biri karmaşık klinik kılavuzların kullanımına dayalı olarak geliştirilen her biri farklı hastalara göre özelleştirilen farklı girişlerin bulanıklaştırılarak işleme sokulup aldığı bulanık değerlerin durumuna göre sonuç üreten tıbbi tecrübe ve bilgilerdir.

Medikal alanda geliştirilmiş bulanık mantık uygulamaları, karar vermeye yardımcı verilere erişimin kolaylaştırılmasını sağlayabilmektedir. Laboratuvar sonuçlarının grafik olarak gösterimi uzun süredir tıbbi personelin yararlanılmakta olan bir kolaylıktır. Bu gösterimlere ilaç-girişim bilgilerinin de eklenmesi ile hastalığın seyri gözlenebilmekte ve karar vermeye yardımcı sunumlar kolaylıkla elde edilebilmektedir (Powsner, 1994).

Medikal alanda geliştirilmiş bulanık mantık ve uzman sistem uygulamaların bir başka özelliği ise hatırlatıcı ve uyarıcı notları sağlanmasıdır. Hatırlatıcılar tıbbi personelin davranışını değiştirmekte ve kronik, akut ve koruyucu sağlık hizmetlerinin sunumunu iyileştirmektedir (Hunt, 1998). Hatırlatıcıların aktif olması için kullanılan ilişkisel kurallar ise farklı karar destek sistemlerinde farklı özelliklerde olabilmektedir.

Medikal bulanık sistemler, komut (order) girişine yardımcı olmaktadır. Tıbbi personelin girdiği komutların eşzamanlı olarak kontrolü yapılabilmektedir. Hızlı geribildirim notları sayesinde personelin ilaç hassasiyetleri, ilaç alerjileri, ilaç-ilaç, ilaç-hastalık, ilaç-laboratuvar etkileşimleri ve olası hizmet duplikasyonları konusunda uyarılabilmektedir. Testler için istemde bulunulurken o test için hastanın daha önceki sonuçlarının ekranda verilmesinin genelde test istemlerini %13 azalttığı gösterilmiştir (Tierney, 1987). İlaç komutlarının doğrudan bilgisayardan verilmesi, geliştirilmesi en zor klinik bilgisayar uygulamalarından birisi olmakla birlikte ciddi tıbbi hatalarını önemli oranda azalttığı gösterilmiştir.

Bu sistemler, tanıya yardımcı olunması yolunda personele destek sağlamaktadır. Hastanın öyküsü, fizik muayene bulguları, laboratuvar ve test sonuçlarının gözden geçirilerek bu bulguları açıklayan birkaç tanının tıbbi personele sunulması amacıyla geliştirilen bulanık mantık uygulamaları mevcuttur. Bu sistemler bulguların varlığı veya yokluğunu hastalıkların/durumların varlığı veya yokluğu ile ilişkilendiren çok sayıda kuraldan oluşan bilgi ya da kural tabanından ve tablolardan oluşmaktadır. İyi sonuçlar vermelerine karşın büyük miktarlarda bilgi ile beslenmeleri gerekliliği klinik sağlık

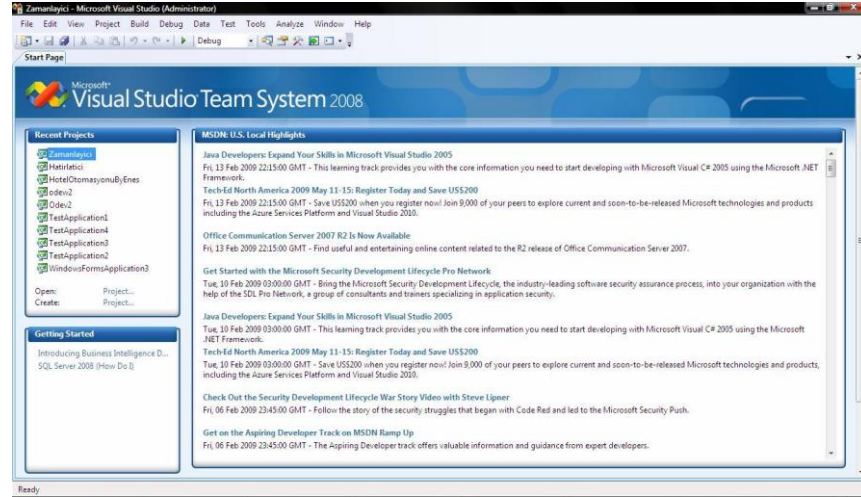
hizmetlerinde yaygın kullanımlarını kısıtlamıştır. Günümüzde ilişkisiz sistemler yerine veri depoları veya elektronik hasta kayıtları ile ilişkilendirilmiş sistemler daha geçerlidir (Miller, 1990).

Medikal bulanık sistemler, daha önceden karşılaşılmış ve yeni oluşan klinik verilerin gözden geçirilerek benzer veya aynı sonuçların çıkarılması ve girilen verilere göre tıbbi personelin bu konu üzerinde yönlendirilmesi ya da tedavi sürecine gerek ilaç gerekse bilgi yönünden destek olması gibi özellikleri üzerinde taşır. Daha önceki durumlarla önemli ilişkiler bulunması halinde uyarı verilmesinin sağlanmasını gerçekleştirir. Olay monitörleri ya da görsel işitsel çıkış değerleri sayesinde bazı laboratuvar değişiklikleri veya hastanın taburculuğu, hastane başvurusu, hastanın tetkiki gibi olayların oldukları sırada tıbbi personelin dikkatine sunulmalarıdır (Torun, 2007). Örneğin olay monitörleri ya da görsel işitsel çıktı değerleri yeni elde edilen bir kültür sonucu ile hastanın kullandığı antibiyotik arasında bir uyumsuzluk varsa tıbbi personeli bu konuda uyarabilir.

4. MATERYAL VE METOT

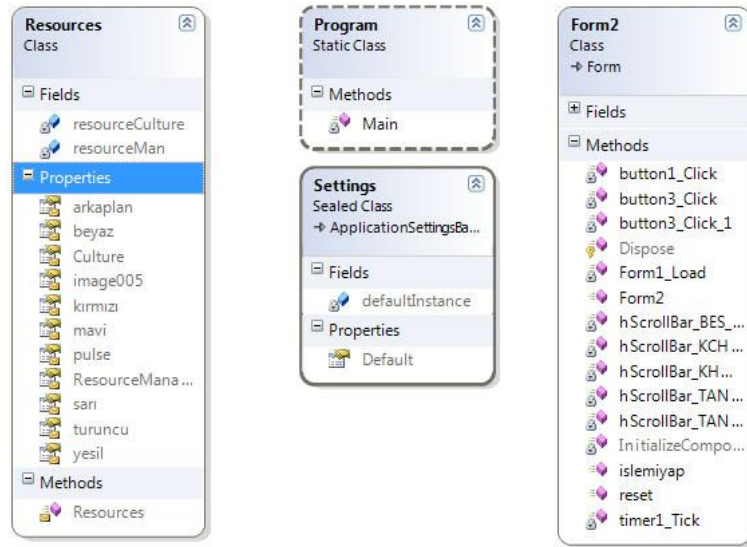
Bu çalışmada kalp rahatsızlığı olan ve hastalığın tedavisi olarak koroner kalp ameliyatı uygulanmasına karar verilen hastaların incelenmesi yer almaktadır. Çalışma esnasında ameliyattaki hastaların hayati fonksiyonlarının kontrol takip edilmesi istemektedir. Bu değerlerin belirli seviyede kontrol altında tutulmasının için hayati fonksiyonlarının değerlerine göre, hastanın durumunun ve ameliyatın gidişatının belirlenmesi işlemlerinin gerçekleştirilmesi sağlanmıştır. Koroner kalp ameliyatı geçiren 13 hastanın, bu işlem sırasında hayati fonksiyonlarından tansiyon, nabız, tansiyon değerlerinde meydana gelen değişimler izlenmiş ve bu değerlere göre bulanık sistem ve bulanık sistemin kural tabanı oluşturulmuştur. Kural tabanı oluşturulurken, KVC alanında uzman doktor ve öğrencilerinin fikir ve deneyimleri kullanılmıştır.

Bulanık uzman sistemin tasarlanması sırasında Microsoft'un geliştirmiş olduğu bir derleyici programı olan Visual Studio 2008 platformu kullanılmıştır. Microsoft Visual Studio 2008 platformu ile birçok dilde program yazarak bunların tek bir yerden yönetimi gerçekleştirilebilmektedir. En önemli özelliklerinden görsellik ön plandadır. Genel olarak "sürükle bırak" mantığı ile çalışarak belirli bileşenlerin tıklanması ve diğer olaylarına kod parçacıkları yazılarak esnek ve kullanımı kolay özellikler sunmaktadır. Platformun genel özelliklerinden olan bazı standart kodların programa otomatik olarak yazılması ve yürütülmesi işlemleri de programcılara projelerin organizasyonunu gerçekleştirme hususunda avantajlar sunmaktadır. Platformun çalışma mantığında, ister lokal, ister server, tekil veya çoğul çalışmaya olanak tanımaktadır. Bu şekilde bu program sayesinde tüm işlemlerinizi tek bir ortak yerden yönetme imkânına sahip olursunuz. Farklı dillerde yazılmış olan modüller yürütme ve framework 3.5 uygulaması sayesinde tek bir projede birleştirilebilmektedir. Şekil 4.1'de, Visual Studio 2008 platformunun başlangıç penceresi görülmektedir. Platformun başlatılması ile yeni proje ekleme özelliklerini C#, Java, C++, Visual Basic gibi programlardan herhangi biri seçilerek yapılabilmektedir. Daha sonra istenilen zamanda farklı programlama dillerine geçerek farklı modüllerin yazımı ve tek bir çerçevede birleştirilmesi gerçekleştirilebildiği için bu platform seçilmiştir.



Visual Studio 2008 platformu için yeni geliştirilen bir dil olan C#, kendinden önce sıklıkla kullanılan ve programlama konusunda köklü özelliklere sahip gözde programlama dilleri C, C++ ve Java dillerinin en etkili özelliklerini bünyesinde desteklemesi özelliğiyle beraber, bu dillerin bugüne kadar destek veremediği nesne yönelimli (object oriented) uygulama gerçekleştirme özelliğine de sahiptir ve kolay öğrenilir bir dildir. Platform ile birlikte hızla tanınan ve kullanıcı sayısı olarak günümüzde diğer dilleri geride bırakan C#, profesyonel yazılımcılar ve amatör yazılımcılar için ideal bir çözüm olarak ortaya çıkmaktadır. C# programının uygulama desteği ise oldukça geniş; konsol uygulamalarından, Windows tabanlı uygulamalara, ASP .NET desteğinden Web servisleri desteğine, Mobil uygulamalardan DLL yazımına kadar birçok konuda C# dili kullanılabilirliği ile öne çıkıyor. Bütün bu konuların yanında, bellek yönetimi, hata ayıklama, sınıf yazımı, birçok veritabanı yönetim sistemine destek vermesi gibi ileri düzey programlama konularını da her yönüyle içermektedir. Profesyonel programlamada, türden bağımsız algoritma geliştirme önemli bir tekniktir. Türden bağımsız algoritmalar geliştirici için büyük kolaylıklar sağlamaktadır. C#, türden bağımsız algoritma geliştirmeye doğrudan destek vermiyor olsa da dolaylı yollardan türden bağımsız işlemler yapabilmek mümkündür. Veri türleri arasındaki dönüşümlerde kayıplar en aza indirilerek yapılabilmektedir. Gerçekleştirilen uygulamada da hassas hesaplamalar yapabilme açısından etkin olarak kullanılmıştır. Nesne tabanlı programlama olması sebebiyle, oluşturulan tek bir sınıftan kalıtım yardımıyla yeni nesnelere üretilerek sınıf gibi kullanılabilir. Bu özelliği sayesinde yapılacak olan hesaplamalar daha kısa sürede gerçekleştirilebilmektedir. Bulanık uzman sistemde, cihazlardan gelen hayati fonksiyonların değerleri anlık olarak sürekli kontrol

edileceği için nesne yönelim özelliği ve kalıtım özelliği kullanılarak, sınıf bir kere yazılmış ve her hesaplamada sınıfın tekrar oluşması önlenerek performans açısından avantaj sağlanmıştır. Sınıf tek bir kez kalıtım sayesinde nesneye dönüştürülüyor ve anlık değerler, parametre olarak kalıtım yoluyla oluşturulmuş nesneye yönlendiriliyor ve gerekli çıkış değeri hesaplanıyor. Aşağıda Şekil 4.2 de, oluşturulan bulanık uzman sistemin sınıf ve değişken yapıları gösterilmektedir.



Şekil 4.2 Bulanık Uzman Sistemin Sınıf Yapısı

Koroner bypass Ameliyatı ve buna benzer hayati riski yüksek ameliyatlarda, hastanın birçok alanda takibi yapılmaktadır. Bu çalışmada bunların tümü izlenemeyeceği için ameliyatın seyrine etki eden en önemli 4 giriş ele alınmıştır. Kural tabanının oluşturulmasında ele alınan gerçek veriler 35 – 50 yaşları arasındaki erkek hastaların değerlerinden yararlanılarak oluşturulmuştur. Bu hastalar seçilirken sigara içmemeleri, cinsiyetlerinin erkek olması, şeker hastalığının bulunmaması, hastaya ameliyat esnasında verilen ilaçlara klinik bir alerjisinin bulunmaması, daha önce uyuşturucu madde kullanamaması gibi şartlar göz önüne alınmıştır. Çalışmada ele alınan nabız, hastanın anlık hemoglobin miktarı cinsiyete göre farklı değerler aldıkları için tek cinsiyetten olmasına özen gösterilmiştir. Şeker hastası olanlara verilen betabloker ilacı ile olmayanlara verilen betabloker ilacı değerlerinin farklı olması sebebiyle hastalar arasında şeker hastalığının bulunmaması özelliğine dikkat edilmiştir.

Ameliyat öncesi tüm vakaların rutin kan tetkikleri, hepatit ve HIV marker'ları, kanama ve pıhtılaşma zamanları, EKG ve akciğer filmleri kontrol edilmiştir. Tüm hastalara preoperatif en az 3 ünite eritrosit süspansiyonu hazırlanma işlemleri gerçekleştirilmiştir. Ameliyat sırasında oksijen satürasyonu seyretmesi gereken değer olan %97 oranında olduğu ele alınmıştır.

5. KORONER KALP AMELİYATI ESNASINDA HASTANIN SAĞLIK DURUMUNUN BELİRLENMESİ İÇİN BULANIK SİSTEM TASARIMI

Bilgisayar teknolojisinin ve medikal alandaki kontrol sistemlerinin gelişmesine bağlı olarak tıp alanında yeni tedaviler geliştirilmeye başlanmış ya da var olan tedavi şekilleri, teknolojiyle bütünleştirilerek daha başarılı sonuçlar alınmaya çabası içerisinde girilmiştir. Günümüz rahatsızlıkları arasında ilk sıralarda yer alan kalp ve damar rahatsızlıkları üzerindeki çalışmalar da azımsanmayacak ölçüde başarıya ulaşmaktadır.

Çalışmada Koroner Bypass Ameliyatına alınmış olan bir hastanın, ameliyat boyunca belirli hayati fonksiyonlarının takibinin yapılması ve bu fonksiyon değerlerinin makine tarafından yorumlanarak birbirine göre değerlendirilmesi işlemini gerçekleştirmektedir.

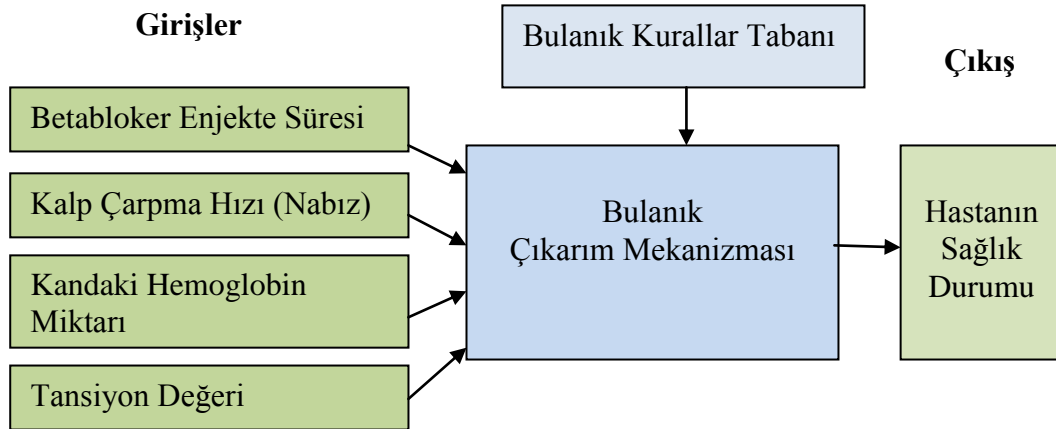
Takip edilen değerler arasında hastanın anlık değişen tansiyon değerleri, hastanın kanda oksijen taşınmasını ve hücrelere temiz havanın aktarılmasını sağlayan hemoglobin değerindeki değişimler, hastanın ameliyat boyunca takip edilen nabız sayısı ve nabız değişimleri, kan basıncını düşürmek ve düşürdükten sonra sabit tutma işlemini gerçekleştirmek için hastaya verilen betablocker isimli ilaçların hastaya enjekte süresinin takibi işlemleri gerçekleştirilmektedir. Takip esnasında bu fonksiyonların değerleri ele alınarak belirli gruplandırmalara tabi tutulmakta ve gruplandırmalar sonrası üyeliklerin belirlenmesi ve değerlerin bilgisayar tarafından bulanıklaştırılması gerçekleştirilmektedir. Bulanıklaşan verilerin üyelikleri tekrar ele alınmaktadır. Ortaya çıkan değerlere göre hastanın içerisinde bulunabileceği tıbbi olasılıkların kural tabanında tespiti ve birbirlerine göre durulaştırılması işlemleri gerçekleştirilmektedir. Bu durumların hepsi değerlendirildikten sonra hastanın durumu sayısal olarak belirlenmiş bir ifade ile tıbbi personele gösterilmektedir. Bu değerlerin yanı sıra hastanın durumu program içerisinde görüntülenen bir lamba sayesinde, hastanın durumuna bağlı olarak 5 farklı renkte yanarak görsel olarak izleyicilere aktarılmaktadır. Oluşturulan bulanık sistem, izleme gereği duyulmaması için bu görsel lambanın işlevini işitsel olarak da gerçekleştirmek üzere bu farklı 5 durumu her biri farklı durumları anlatabilecek ve acili yete göre sıklığı belirlenen farklı 5 sinyal şeklinde kullanıcıya aktarabilmektedir.

Bulanık Sistem tasarlanırken yukarıda belirtilen dört hayati fonksiyon değerleri giriş olarak alınmıştır. Bunların ait oldukları üyelik fonksiyonları belirlenmiştir. Her girişin kendi içerisinde üyelik fonksiyonları bulunmaktadır. Bu girişlerin üyelik

fonksiyonu sayılarına göre de kural tabanında bulunacak olasılıkların sayısının belirlenmesi yapılmıştır. Kural tabanı, koroner bypass ameliyatı geçirmiş 15 erkek hastanın gerçek değerleri ve bu değerlere karşılık hastanın gerçek durumları belirlenerek oluşturulmuştur.

5.1. Bulanık Sistemin Girişlerinin Bulanıklaştırılması ve Üyeliklerinin Belirlenmesi

Tasarlanan sistemin giriş çıkışları ve genel yapısı Şekil 5.1 de gösterilmektedir. Betabloker enjekte süresi, hastanın nabız değerleri, hastanın kanındaki hemoglobin miktarı ve hastanın EKG cihazından ölçülen tansiyon değerleri olmak üzere dört adet girişe sahip olan sistem, kalp ve kalp ameliyatı konusunda uzman kişiler tarafından bulanık kural tabanına göre çıkarımda bulunacak ve hastanın durumunu sinyal yardımıyla bildirilmesi planlanmaktadır.



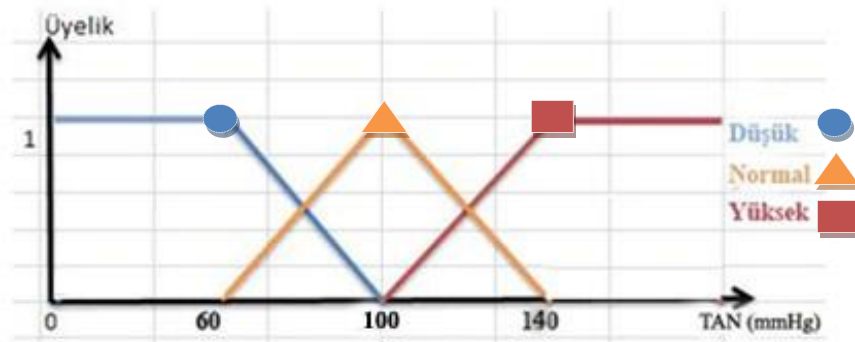
Şekil 5.1 Ameliyat Sırasında Hastanın Durumunu Belirten Bulanık Sistemin Yapısı

Bulanıklaştırma işlemi yaparken her giriş için belirli aralıklar belirlenerek, giriş olarak ele alınan değerlerle gerekli karşılaştırma işlemleri yapılmıştır. Bu girişe karşılık gelen ifadenin bulanıklaştırılmış şekli yani sayısal ifadeye çevrilmiş şekli ile işlem yapılmıştır. Bulanıklaştırma işlemi sonrasında bulanık durumu sayısal ifadeye çevirerek programda girişlerin ve çıkışın hem sözel ifadesi hem de bu sözel ifadenin ve giriş her bir giriş sayısının kontrolü ile bulanıklaştırma işlemi tamamlanmıştır. Tüm girişlerde kullanılan bulanıklaştırma formülü:

$$A = \int_a^x \mu_A(X)/X \quad ; \quad \tilde{\text{sayı}} = \int_a^{\text{sayı}} (x-a)/x + \int_{\text{sayı}}^{\text{sayı}+1} (\text{sayı}+1-x)/x \text{ ifadesidir.}$$

Yukarıda belirtilen girişlerin üyelik fonksiyon aralıkları ve alacağı değerler belirtilen formüle göre her giriş için ayrı olarak belirlenmiştir.

Koroner bypass ameliyatı sırasında hastadan EKG cihazı aracılığıyla alınan anlık tansiyon giriş değeri, 3 farklı aralıkta üyelik fonksiyonu değeri belirlenmiş ve seviyeleri gösterilmiştir. Belirlenen bu üyelik fonksiyonları: Düşük, Normal, Yüksek değerleridir. Oluşturulan bulanık sistemde, hastanın koroner bypass ameliyatı sırasında monitorizasyon işleminde en faal olarak kullanılan EKG cihazından alınabilecek verilerden olan hastanın anlık büyük ve küçük tansiyon değerlerinin bulanıklaştırma işlemi gerçekleştirilmiş, yukarıda belirtilen formüle göre bulanıklaştırılan bu giriş değerinin hem sayısal değeri hem de bu sayısal değere karşılık gelen komşu aralıkların üyelik dereceleri hesaplanmıştır. Aynı zamanda bulunan bu üyelik derecesi değerine göre bu değerın sözel üyelik fonksiyonu derecesi belirlenmiş bulanık sistem oluşturulmuştur. Büyük tansiyon ve küçük tansiyon arasındaki fark en fazla 50 mmHg olabildiğinden ameliyat sırasında yalnızca tansiyonun büyük veya küçük değerlerinden biri ele alınmıştır. Bu tansiyon değerlerinin birbirine göre durumlarını değerlendirmede yalnızca büyük tansiyonun değeri alınarak küçük tansiyonun değerine göre yorumlanması yazılımsal olarak sağlanmıştır. Kalp ameliyatlarında karşılaşılan büyük tansiyon durumu 60 mmHg ve 150 mmHg arası değerler almaktadır. Oluşturulan bulanık sistemde hemoglobun miktarı bahsedilen cihazdan alınan değerler kullanılarak, değişkenine sözel ifade olarak “Düşük, Normal, Yüksek” üyeliklerinden bir tanesi verilmiştir. EKG cihazından alınan verinin bulanıklaştırılarak sayısal ifadeye çevrilmesi, bu sayısal ifadeye karşılık gelen üyelik fonksiyonlarının belirlenmesi işlemi Şekil 5.1’de belirtilen aralıklara göre yapılmıştır.



Şekil 5.2 Hastanın Büyük Tansiyonu üyelik fonksiyonu grafiği

$$\mu_{Düşük}(x) = \left\{ \begin{array}{ll} 1 & \text{Eğer } x \leq 60 \text{ ise;} \\ \frac{100-x}{100-5} & \text{Eğer } 60 < x < 100 \text{ ise;} \end{array} \right\} \quad (5.1)$$

$$\mu_{Normal}(x) = \left\{ \begin{array}{ll} \frac{x-60}{100-60} & \text{Eğer } 60 < x \leq 100 \text{ ise;} \\ \frac{140-x}{25-100} & \text{Eğer } 100 < x < 140 \text{ ise;} \end{array} \right\} \quad (5.2)$$

$$\mu_{Yüksek}(x) = \left\{ \begin{array}{ll} \frac{x-100}{140-100} & \text{Eğer } 100 < x \leq 140 \text{ ise;} \\ 1 & \text{Eğer } x > 140 \text{ ise;} \end{array} \right\} \quad (5.3)$$

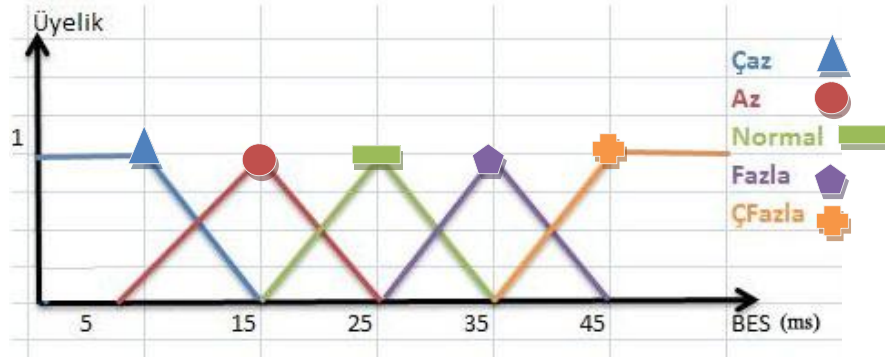
Yukarıdaki hastanın büyük tansiyonu değerleri için oluşturulmuş bulanıklaştırma formüllerinde bu değerlere karşılık gelen üyelik değeri belirli girdilere göre hesaplanarak aşağıda gösterilmiştir.

$$\mu_{Düşük}(x) = \{1/0, 1/20, 1/40, 1/60, 0.5/80, 0/100, 0/120, 0/140, 0/160\}$$

$$\mu_{Normal}(x) = \{0/0, 0/20, 0/40, 0/60, 0.5/80, 1/100, 0.5/120, 0/140, 0/160\}$$

$$\mu_{Yüksek}(x) = \{0/0, 0/20, 0/40, 0/60, 0/80, 0/100, 0.5/120, 1/140, 1/160\}$$

Beta-bloker Enjekte Süresi girişi değeri, 5 farklı aralıkta üyelik fonksiyonu değeri belirlenmiş ve seviyeleri gösterilmiştir. Belirlenen bu üyelik fonksiyonları: Çok Az, Az, Normal, Fazla, Çok Fazla değerleridir. Oluşturulan bulanık sistemde, betabloker enjekte süresinin bulanıklaştırma işlemi gerçekleştirilmiş, yukarıda belirtilen formüle göre bulanıklaştırılan bu giriş değerinin hem sayısal değeri hem de bu sayısal değere karşılık gelen komşu aralıkların üyelik dereceleri hesaplanmıştır. Aynı zamanda bulunan bu üyelik derecesi değerine göre bu değerlerin sözel üyelik fonksiyonu derecesi belirlenmiş bulanık sistem oluşturulmuştur. Betabloker enjekte süresi, kalp ameliyatlarında 5 ms ve 45 ms arası değerler almaktadır. Oluşturulan bulanık sistemde betabloker enjekte süresinin enjeksiyon cihazından alınan değerler değişkenine sözel ifade olarak “ÇAz, Az, Normal, Fazla, ÇFazla” üyeliklerinden bir tanesi verilmiştir. Cihazdan alınan verinin bulanıklaştırılması ve bu değerlerin üyelik fonksiyonlarının belirlenmesi işlemi aşağıdaki grafikte belirtilen aralıklara göre yapılmıştır.



Şekil 5.3 Beta-bloker Enjekte Süresi Girişi üyelik fonksiyonu grafiği

$$\mu_{\text{Çaz}}(x) = \begin{cases} 1 & \text{Eğer } x \leq 5 \text{ ise;} \\ \frac{15-x}{15-5} & \text{Eğer } 5 < x < 15 \text{ ise;} \end{cases} \quad (5.4)$$

$$\mu_{\text{Az}}(x) = \begin{cases} \frac{x-5}{15-5} & \text{Eğer } 5 < x \leq 15 \text{ ise;} \\ \frac{25-x}{25-15} & \text{Eğer } 15 < x < 25 \text{ ise;} \end{cases} \quad (5.5)$$

$$\mu_{\text{Normal}}(x) = \begin{cases} \frac{x-15}{25-15} & \text{Eğer } 15 < x \leq 25 \text{ ise;} \\ \frac{35-x}{35-25} & \text{Eğer } 25 < x < 35 \text{ ise;} \end{cases} \quad (5.6)$$

$$\mu_{\text{Fazla}}(x) = \begin{cases} \frac{x-25}{35-25} & \text{Eğer } 25 < x \leq 35 \text{ ise;} \\ \frac{45-x}{45-35} & \text{Eğer } 35 < x < 45 \text{ ise;} \end{cases} \quad (5.7)$$

$$\mu_{\text{ÇFazla}}(x) = \begin{cases} \frac{x-35}{45-35} & \text{Eğer } 35 < x \leq 45 \text{ ise;} \\ 1 & \text{Eğer } x > 45 \text{ ise;} \end{cases} \quad (5.8)$$

Yukarıdaki hastaya ameliyat sırasında enjekte edilen beta-bloker değerleri için oluşturulmuş bulanıklaştırma formüllerinde bu değerlere karşılık gelen üyelik değeri belirli girdilere göre hesaplanarak aşağıda gösterilmiştir.

$$\mu_{\text{CAz}}(x) = \{1/0, 1/5, 0.5/10, 0/15, 0/20, 0/25, 0/30, 0/35, 0/40, 0/45, 0/50, 0/55\}$$

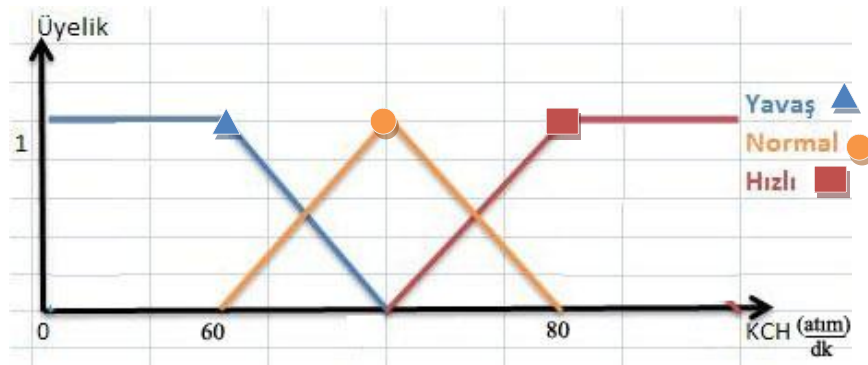
$$\mu_{\text{Az}}(x) = \{0/0, 0/5, 0.5/10, 1/15, 0.5/20, 0/25, 0/30, 0/35, 0/40, 0/45, 0/50, 0/55\}$$

$$\mu_{Normal}(x) = \{0/0, 0/5, 0/10, 0/15, 0.5/20, 1/25, 0.5/30, 0/35, 0/40, 0/45, 0/50, 0/55\}$$

$$\mu_{Fazla}(x) = \{0/0, 0/5, 0/10, 0/15, 0/20, 0/25, 0.5/30, 1/35, 0.5/40, 0/45, 0/50, 0/55\}$$

$$\mu_{\text{ÇFazla}}(x) = \{0/0, 0/5, 0/10, 0/15, 0/20, 0/25, 0/30, 0/35, 0.5/40, 1/45, 1/50, 1/55\}$$

Kalp Çarpma Hızı (Nabız) giriş değeri, 3 farklı aralıkta üyelik fonksiyonu değeri belirlenmiş ve seviyeleri gösterilmiştir. Belirlenen bu üyelik fonksiyonları: Yavaş, Normal, Hızlı değerleridir. Oluşturulan bulanık sistemde, hastanın koroner bypass ameliyatı sırasında EKG cihazından alınan nabız değerinin bulanıklaştırma işlemi gerçekleştirilmiş, yukarıda belirtilen formüle göre bulanıklaştırılan bu giriş değerinin hem sayısal değeri hem de bu sayısal değere karşılık gelen komşu aralıkların üyelik dereceleri hesaplanmıştır. Aynı zamanda bulunan bu üyelik derecesi değerine göre bu değerın sözel üyelik fonksiyonu derecesi belirlenmiş bulanık sistem oluşturulmuştur. Kalp çarpma hızı, kalp ameliyatlarında 0 atım/dk ve 150 atım/dk arası değerler almaktadır. Oluşturulan bulanık sistemde betabloker enjekte süresinin enjeksiyon cihazından alınan değerler değişkenine sözel ifade olarak “Yavaş, Normal, Hızlı” üyeliklerinden bir tanesi verilmiştir. EKG cihazından alınan verinin bulanıklaştırılarak sayısal ifadeye çevrilmesi, bu sayısal ifadeye karşılık gelen üyelik fonksiyonlarının belirlenmesi işlemi aşağıdaki grafikte belirtilen aralıklara göre yapılmıştır.



Şekil 5.4 Nabız Girişi üyelik fonksiyonu grafiği

$$\mu_{Yavaş}(x) = \begin{cases} 1 & \text{Eğer } x \leq 60 \text{ ise;} \\ \frac{70-x}{70-60} & \text{Eğer } 60 < x < 70 \text{ ise;} \end{cases} \quad (5.9)$$

$$\mu_{Normal}(x) = \begin{cases} \frac{x-60}{70-60} & \text{Eğer } 60 < x \leq 70 \text{ ise;} \\ \frac{80-x}{80-70} & \text{Eğer } 70 < x < 80 \text{ ise;} \end{cases} \quad (5.10)$$

$$\mu_{Hızlı}(x) = \begin{cases} \frac{x-70}{80-70} & \text{Eğer } 70 < x \leq 80 \text{ ise;} \\ 1 & \text{Eğer } x > 80 \text{ ise;} \end{cases} \quad (5.11)$$

Yukarıdaki hastanın ameliyat sırasında EKG cihazından alınan Kalp çarpma hızı (Nabız) değerleri için oluşturulmuş bulanıklaştırma formüllerinde bu değerlere karşılık gelen üyelik değeri belirli girdilere göre hesaplanarak aşağıda gösterilmiştir.

$$\mu_{Yavaş}(x) = \{1/55, 1/60, 0.75/63, 0.5/65, 0.25/68, 0/70, 0/73, 0/75, 0/78, 0/80, 0/83, 0/85\}$$

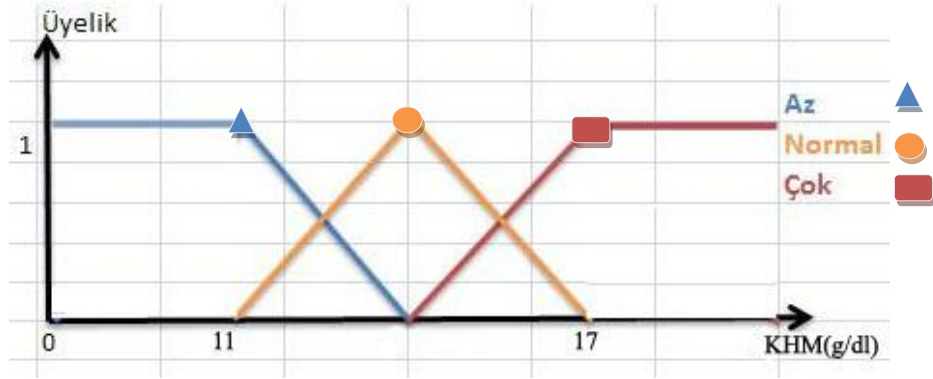
$$\mu_{Normal}(x) = \{0/55, 0/60, 0.25/63, 0.5/65, 0.75/68, 1/70, 0.75/73, 0.5/75, 0.25/78, 0/80, 0/83, 0/85\}$$

$$\mu_{Hızlı}(x) = \{0/55, 0/60, 0/63, 0/65, 0/68, 0/70, 0.25/73, 0.5/75, 0.75/78, 1/80, 1/83, 1/85\}$$

Kandaki hemoglobin miktarı giriş değeri, 3 farklı aralıkta üyelik fonksiyonu değeri belirlenmiş ve seviyeleri gösterilmiştir. Belirlenen bu üyelik fonksiyonları: Az, Normal, Çok değerleridir. Oluşturulan bulanık sistemde, hastanın koroner bypass ameliyatı sırasında parmağından ultraviyole ışınlar yollanarak kan almaya gerek kalmaksızın hastanın hemoglobin değerini belirleyebilen yeni geliştirilmiş hemoglobin cihazından alınan hemoglobin değerinin bulanıklaştırma işlemi gerçekleştirilmiş, yukarıda belirtilen formüle göre bulanıklaştırılan bu giriş değerinin hem sayısal değeri hem de bu sayısal değere karşılık gelen komşu aralıkların üyelik dereceleri hesaplanmıştır. Aynı zamanda bulunan bu üyelik derecesi değerine göre bu değer için sözel üyelik fonksiyonu derecesi belirlenmiş bulanık sistem oluşturulmuştur.

Koroner bypass ameliyatında hastanın hemoglobin miktarı, 8 g/dl ve 18 g/dl arası değerler almaktadır. Oluşturulan bulanık sistemde hemoglobin miktarı bahsedilen cihazdan alınan değerler kullanılarak, değişkenine sözel ifade olarak “Az, Normal, Çok” üyeliklerinden bir tanesi verilmiştir. EKG cihazından alınan verinin bulanıklaştırılarak

sayısal ifadeye çevrilmesi, bu sayısal ifadeye karşılık gelen üyelik fonksiyonlarının belirlenmesi işlemi aşağıdaki grafikte belirtilen aralıklara göre yapılmıştır.



Şekil 5.5 Kandaki Hemoglobin Miktarı girişi üyelik fonksiyonu grafiği

$$\mu_{Az}(x) = \begin{cases} 1 & \text{Eğer } x \leq 11 \text{ ise;} \\ \frac{14-x}{14-11} & \text{Eğer } 11 < x < 14 \text{ ise;} \end{cases} \quad (5.12)$$

$$\mu_{Normal}(x) = \begin{cases} \frac{x-11}{14-11} & \text{Eğer } 11 < x \leq 14 \text{ ise;} \\ \frac{17-x}{17-14} & \text{Eğer } 14 < x < 17 \text{ ise;} \end{cases} \quad (5.13)$$

$$\mu_{Çok}(x) = \begin{cases} \frac{x-14}{17-14} & \text{Eğer } 14 < x \leq 17 \text{ ise;} \\ 1 & \text{Eğer } x > 17 \text{ ise;} \end{cases} \quad (5.14)$$

Yukarıdaki hastanın ameliyat sırasında cihazdan alınan hemoglobin değeri için oluşturulmuş bulanıklaştırma formüllerinde bu değerlere karşılık gelen üyelik değeri belirli girdilere göre hesaplanarak aşağıda gösterilmiştir.

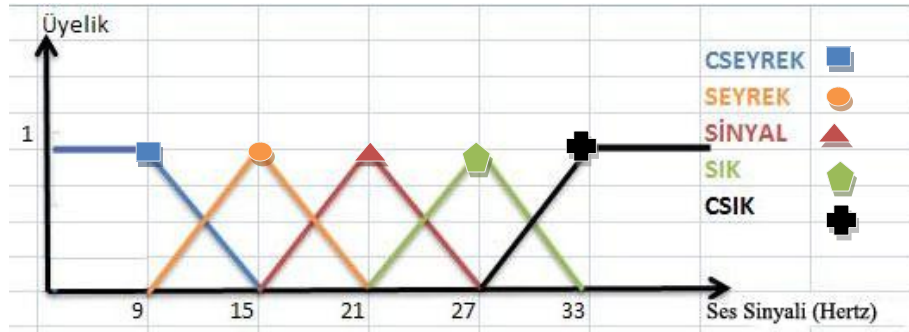
$$\mu_{Az}(x) = \{1/10, 1/11, 0.66/12, 0.33/13, 0/14, 0/15, 0/16, 0/17, 0/18, 0/19\}$$

$$\mu_{Normal}(x) = \{0/10, 0/11, 0.33/12, 0.66/13, 1/14, 0.66/15, 0.33/16, 0/17, 0/18, 0/19\}$$

$$\mu_{Çok}(x) = \{0/10, 0/11, 0/12, 0/13, 0/14, 0.33/15, 0.66/16, 1/17, 1/18, 1/19\}$$

Dört farklı girişin bu durumları ele alınırsa, verilen üyelik fonksiyon derecelerinin sayısına göre kombinasyon oluşturulması gerekmektedir. Bu durum

hesaplanırsa birinci girişin 5 adet durumu, diğer girişlerin 3 adet durumları ele alınırsa sonuçta $5*3*3*3= 135$ adet kuralın belirlenerek şart belirtilmesi işlemi ve kural tabanının oluşturulması gerçekleştirilmiştir. Giriş değerlerine göre ele alınacak bulanık değerlerin belirli kural tabanına göre çıktının belirlenmesi ve alınacak olan çıktının durulaştırılma işlemleri gerçekleştirilmiştir. Çıkışta ameliyattaki hastanın sağlık durumunu işitsel bir sinyalle anesteziist ya da diğer tıbbi personele işitsel olarak aktarılacağı bir sinyal verilmektedir. İşitsel bir sinyal söz konusu olduğu için verilecek sinyalin çıkışta üyelik fonksiyonunu belirlemede sesin frekansı ele alınmıştır. Hastanın durumunun acil ya da normal olmasına göre 9 ile 33 hertz arası bir değer alınmış ve durulanan değer “CSEYREK, SEYREK, SINYAL, SIK, CSIK” olarak ele alınması sağlanmıştır. Bu değerlerin üyeliklerini gösteren grafik aşağıda verilmiştir.



Şekil 5.6 Hastanın Durumunu Belirten Ses Sinyali üyelik fonksiyonu grafiği

$$\mu_{\text{Cseyrek}}(x) = \begin{cases} 1 & \text{Eğer } x \leq 9 \text{ ise;} \\ \frac{15-x}{15-9} & \text{Eğer } 9 < x < 15 \text{ ise;} \end{cases} \quad (5.15)$$

$$\mu_{\text{Seyrek}}(x) = \begin{cases} \frac{x-9}{15-9} & \text{Eğer } 9 < x \leq 15 \text{ ise;} \\ \frac{21-x}{21-15} & \text{Eğer } 15 < x < 21 \text{ ise;} \end{cases} \quad (5.16)$$

$$\mu_{\text{Sinyal}}(x) = \begin{cases} \frac{x-15}{21-15} & \text{Eğer } 15 < x \leq 21 \text{ ise;} \\ \frac{27-x}{27-21} & \text{Eğer } 21 < x < 27 \text{ ise;} \end{cases} \quad (5.17)$$

$$\mu_{\text{Sık}}(x) = \begin{cases} \frac{x-21}{27-21} & \text{Eğer } 21 < x \leq 27 \text{ ise;} \\ \frac{33-x}{33-27} & \text{Eğer } 27 < x < 33 \text{ ise;} \end{cases} \quad (5.18)$$

$$\mu_{CSik}(x) = \begin{cases} \frac{x-27}{33-27} & \text{Eğer } 27 < x \leq 33 \text{ ise;} \\ 1 & \text{Eğer } x > 33 \text{ ise;} \end{cases} \quad (5.19)$$

Yukarıdaki hastaya ameliyat sırasında enjekte edilen beta-bloker, hastadan anlık olarak alınan nabız değeri, hastadan ölçülen hemoglobinin değeri, hastanın büyük tansiyonu olarak ölçülen değerlerin kural tabanına göre atışlenmesiyle elde edilen sözel çıktı verileri için oluşturulmuş bulanıklaştırma formüllerinde bu değerlere karşılık gelen üyelik değeri belirli girdilere göre hesaplanarak aşağıda gösterilmiştir.

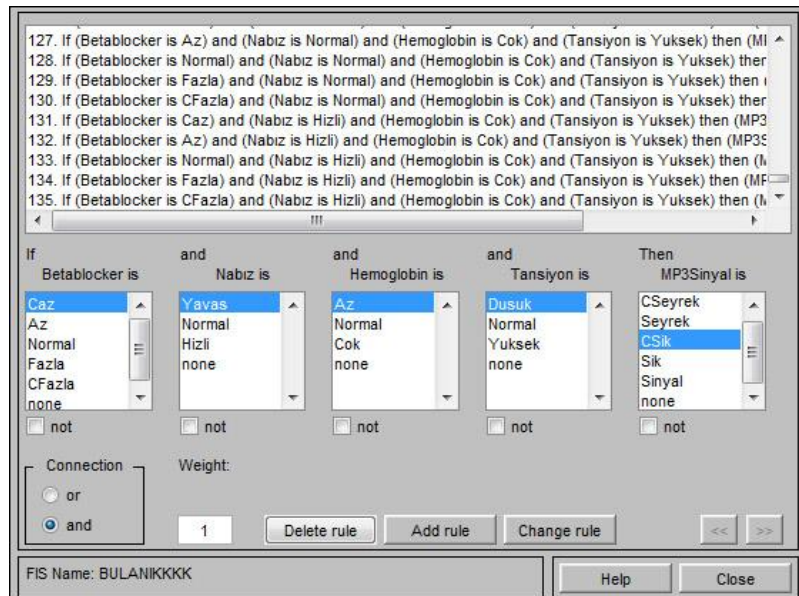
$$\mu_{CSeyrek}(x) = \{1/6, 1/9, 0.5/12, 0/15, 0/18, 0/21, 0/24, 0/27, 0/30, 0/33, 0/36\}$$

$$\mu_{Seyrek}(x) = \{0/6, 0/9, 0.5/12, 1/15, 0.5/18, 0/21, 0/24, 0/27, 0/30, 0/33, 0/36\}$$

$$\mu_{Sinyal}(x) = \{0/6, 0/9, 0/12, 0/15, 0.5/18, 1/21, 0.5/24, 0/27, 0/30, 0/33, 0/36\}$$

$$\mu_{Sik}(x) = \{0/6, 0/9, 0/12, 0/15, 0/18, 0/21, 0.5/24, 1/27, 0.5/30, 0/33, 0/36\}$$

$$\mu_{CSik}(x) = \{0/6, 0/9, 0/12, 0/15, 0/18, 0/21, 0/24, 0/27, 0.5/30, 1/33, 1/36\}$$



Şekil 5.7 Matlab Programında Oluşturulan Kural Tabanı

Sistemin çalışması sırasında giriş olarak belirlenen değerlere göre, bu değerlerin üyeliklerinin oluşturulması ve giriş değerlerinin bu üyelik fonksiyonlarına göre bulanıklaştırılması işlemi gerçekleştirilir. Değerlerin ait olduğu sözel ifadelerin

birbirlerine göre durumları sistemde yan yana yazılır. Bu durumlar birbirine göre değerlendirilir ve ilgili kuralın, kural tabanından ateşlenmesi gerçekleştirilir. Sistemde ele alınan giriş değerlerine karşılık hangi kuralların ateşlendiğini gösteren bir pencere eklenmiştir. Bu pencere Şekil 5.7 de gösterilmiştir. Pencerede sistemde ateşlenen kurallar ve kuralların ateşlenmesi sonucunda ele alınan giriş değerlerinin minimum değeri hesaplanır. Bu minimum değerlerden de minimumların maksimumu kuralı baz alınarak durulaştırma işlemi ve gerçek çıktının hesaplanması sağlanır.

Program	Kurallar	Lamba	KURALLAR							
Kural	BFS		KCH		KHM		TAN		Hastanın Durumu	
47	Az	0.9	Yavaş	1	Az	1	Normal	0.5	SINYAL	0.5
48	Normal	0.1	Yavaş	1	Az	1	Normal	0.5	SEYREK SINYAL	0.1
92	Az	0.9	Yavaş	1	Az	1	Yüksek	0.5	COK SIK SINYAL	0.5
93	Normal	0.1	Yavaş	1	Az	1	Yüksek	0.5	SIK SINYAL	0.1

Şekil 5.8 Sistemde Ateşlenen Kurallar

Bu şartlara karşılık giriş değerlerinin bulanık durumları ele alınarak bir çıktı hesaplanmıştır. Kural tabanı yazılırken konuda uzman kişilerin cihazlar, ilaçlar ve kalp çarpma hızıyla birlikte, kandaki hemoglobin miktarının yorumlanması ve hastanın ameliyat sırasındaki tansiyonunun yorumlanarak, gerekli çıkarımlar yapması sağlanmıştır. Bu sırada gerekli durulamalar yapılmıştır. Sonuç olarak hastanın 4 hayati fonksiyonunun değerlerinin bulanıklaştırılması ve birbirlerine göre durumlarının belirlenmesi sağlanmıştır. Belirlenen bu durumlar sonucunda hastanın ameliyat sırasında hayati durumun kontrol altında tutulması sağlanmıştır. Aynı zamanda ameliyatın seyrine karar verecek ilaç takviyesi ve tetkiklere tıbbi personel hazır duruma getirilmesi sağlanmıştır.

Ara yüz tasarlanırken, tıbbi personele görsel olarak hangi değerlerin hangi cihazdan geldiğini gösteren bir sistem oluşturulmuştur. Bu sayede Matlab programında gerçekleştirilen işlem kalabalığının önüne geçilmiş ve direk sonucun görüntülenmesi işlemi sağlanmıştır. Sistem sayesinde gelen değerler direk olarak tıbbi personele sayısal sonuç vermiş ve bu değerlerin ses sinyali ve görsel olarak renkli lamba yakılması işlemi gerçekleştirilmiştir. Çalışmada belirli değerleri görüntüleyebilmek için rastgele giriş değerleri üreten bir fonksiyon da hazırlanmıştır. Sistemin 135 kuralından bazıları Çizelge 5.1’de gösterilmektedir.

Çizelge 5.1 Sistemin Kural Tabanı

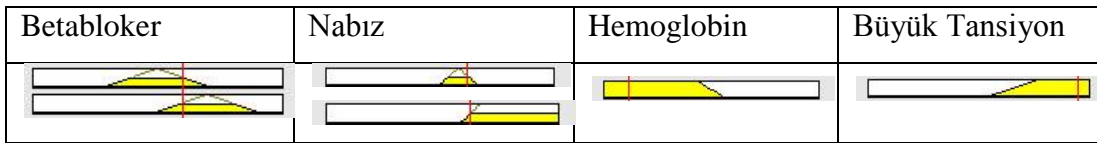
		Betabloker		Nabız		Hemoglobin		Tansiyon		Frekans
1	Eğer	Çaz	ve	Yavaş	ve	Az	ve	Düşük	O Halde	Csık
2	Eğer	Az	ve	Yavaş	ve	Az	ve	Düşük	O Halde	Csık
...
12	Eğer	Az	ve	Hızlı	ve	Az	ve	Düşük	O Halde	Sinyal
13	Eğer	Normal	ve	Hızlı	ve	Az	ve	Düşük	O Halde	Sinyal
14	Eğer	Fazla	ve	Hızlı	ve	Az	ve	Düşük	O Halde	Seyrek
15	Eğer	Çfazla	ve	Hızlı	ve	Az	ve	Düşük	O Halde	Seyrek
16	Eğer	Çaz	ve	Yavaş	ve	Normal	ve	Düşük	O Halde	Csık
...
50	Eğer	Çfazla	ve	Yavaş	ve	Az	ve	Normal	O Halde	Cseyrek
51	Eğer	Çaz	ve	Normal	ve	Az	ve	Normal	O Halde	Sinyal
52	Eğer	Az	ve	Normal	ve	Az	ve	Normal	O Halde	Sinyal
56	Eğer	Çaz	ve	Hızlı	ve	Az	ve	Normal	O Halde	Seyrek
57	Eğer	Az	ve	Hızlı	ve	Az	ve	Normal	O Halde	Cseyrek
...
74	Eğer	Fazla	ve	Hızlı	ve	Normal	ve	Normal	O Halde	Cseyrek
75	Eğer	Çfazla	ve	Hızlı	ve	Normal	ve	Normal	O Halde	Seyrek
76	Eğer	Çaz	ve	Yavaş	ve	Çok	ve	Normal	O Halde	Seyrek
77	Eğer	Az	ve	Yavaş	ve	Çok	ve	Normal	O Halde	Seyrek
...
95	Eğer	Çfazla	ve	Yavaş	ve	Az	ve	Yüksek	O Halde	Seyrek
96	Eğer	Çaz	ve	Normal	ve	Az	ve	Yüksek	O Halde	Csık
97	Eğer	Az	ve	Normal	ve	Az	ve	Yüksek	O Halde	sık
...
113	Eğer	Normal	ve	Normal	ve	Normal	ve	Yüksek	O Halde	Sık
114	Eğer	Fazla	ve	Normal	ve	Normal	ve	Yüksek	O Halde	Sinyal
115	Eğer	Çfazla	ve	Normal	ve	Normal	ve	Yüksek	O Halde	Cseyrek
116	Eğer	Çaz	ve	Hızlı	ve	Normal	ve	Yüksek	O Halde	Seyrek
117	Eğer	Az	ve	Hızlı	ve	Normal	ve	Yüksek	O Halde	Cseyrek
...
132	Eğer	Az	ve	Hızlı	ve	Çok	ve	Yüksek	O Halde	Csık
133	Eğer	Normal	ve	Hızlı	ve	Çok	ve	Yüksek	O Halde	Sık
134	Eğer	Fazla	ve	Hızlı	ve	Çok	ve	Yüksek	O Halde	Seyrek
135	Eğer	Çfazla	ve	Hızlı	ve	Çok	ve	Yüksek	O Halde	Seyrek

5.2. Uygulama Örnekleri

5.2.1. Uygulama örneği

Giriş olarak; Betabloker=30ms, Nabız=75atım/dk, Hemoglobın=3gr/dl ve Büyük Tansiyon=180 mmHg alınır. sonuç olarak hesaplanması gereken frekans değerine bakalım:

Çizelge 5.2. Birinci Uygulama Örneğinin Giriş değerlerinin üyelik fonksiyonlarının grafikleri



Betabloker = 30 ms girişi, 5.6 numaralı formüle göre 0.5 değerinde Normal Üyelik sınıfına, 5.7 numaralı formüle göre 0.5 değerinde Fazla Üyelik sınıfına dâhildir.

Nabız = 75 atım/dk girişi, 5.10 numaralı formüle göre 0.5 değerinde Normal Üyelik sınıfına, 5.11 numaralı formüle göre 0.5 değerinde Hızlı Üyelik sınıfına dâhildir.

Hemoglobın=3 gr/dl girişi, 5.12 numaralı formüle göre 1 değerinde Az Üyelik sınıfına dâhildir.

Büyük Tansiyon=180 mmHg girişi, 5.3 numaralı formüle göre 1 değerinde Yüksek üyelik sınıfına dâhildir.

Bu üyeliklerin kullanılmasıyla $2*2*1*1=4$ kural ateşlenecektir.

Çizelge 5.3. Birinci Uygulamanın ateşlenen kuralları

Kural No	Betabloker	Nabız	Hemoglobın	Tansiyon	Sonuc
98	Normal	Normal	Az	Yüksek	Seyrek
99	Fazla	Normal	Az	Yüksek	Seyrek
103	Normal	Hızlı	Az	Yüksek	Seyrek
104	Fazla	Hızlı	Az	Yüksek	Seyrek

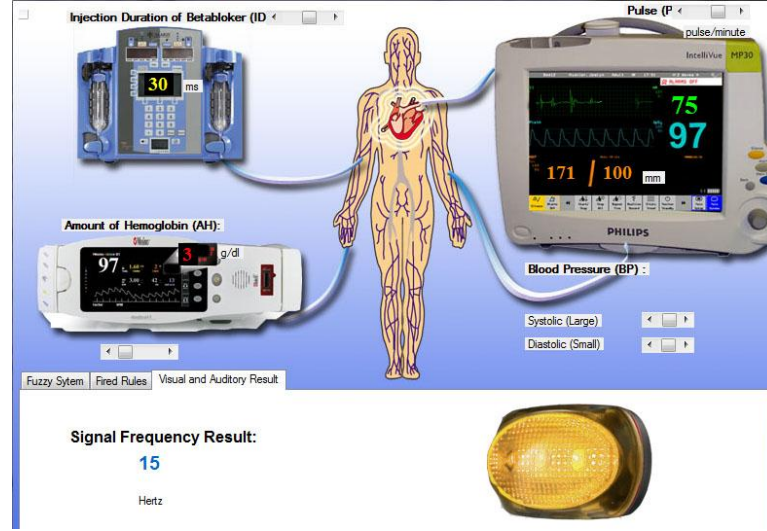
Sonuç olarak sadece “Seyrek” üyeliğine aittir. Seyrek Üyelik fonksiyonunun tepe değeri 15’dir. Ateşlenen kurallar arasında minimumların maksimumu metodu kullanılarak hesaplama aşağıdaki gibi yapılır.



Şekil 5.9. Birinci Uygulamanın Sonuç Üyelik Fonksiyonu Grafiği

$$\text{Ağırlık merkezi} = \frac{(\text{Seyrek Tepe Noktası} * \text{Max (seyrek)})}{\text{Max (seyrek)}}$$

$$= \frac{(15 * 0.5)}{0.5} = 15 \text{ hertz}$$



Şekil 5.10. Birinci Uygulamanın Bulanık Uzman Sitemde Sonucunun Gösterimi

5.2.2. Uygulama örneği

Giriş olarak; Betabloker=28ms, Nabız=43atım/dk, Hemoglobin=4.2gr/dl ve Büyük Tansiyon=160 mmHg alınırsa sonuç olarak hesaplanması gereken frekans değerine bakalım:

Çizelge 5.4. İkinci Uygulama Örneğinin Giriş değerlerinin üyelik fonksiyonlarının grafikleri

Betabloker	Nabız	Hemoglobin	Büyük Tansiyon

Betabloker = 28 ms girişi, 5.6 numaralı formüle göre 0.7 değerinde Normal Üyelik sınıfına, 5.7 numaralı formüle göre 0.3 değerinde Fazla Üyelik sınıfına dahildir.

Nabız = 43 atım/dk girişi, 5.10 numaralı formüle göre 1 değerinde Yavaş Üyelik sınıfına dahildir.

Hemoglobin=4.2 gr/dl girişi, 5.12 numaralı formüle göre 1 değerinde Az Üyelik sınıfına dahildir.

Büyük Tansiyon=160 mmHg girişi, 5.3 numaralı formüle göre 1 değerinde Yüksek üyelik sınıfına dahildir.

Bu üyeliklerin kullanılmasıyla $2*1*1*1=2$ kural ateşlenecektir.

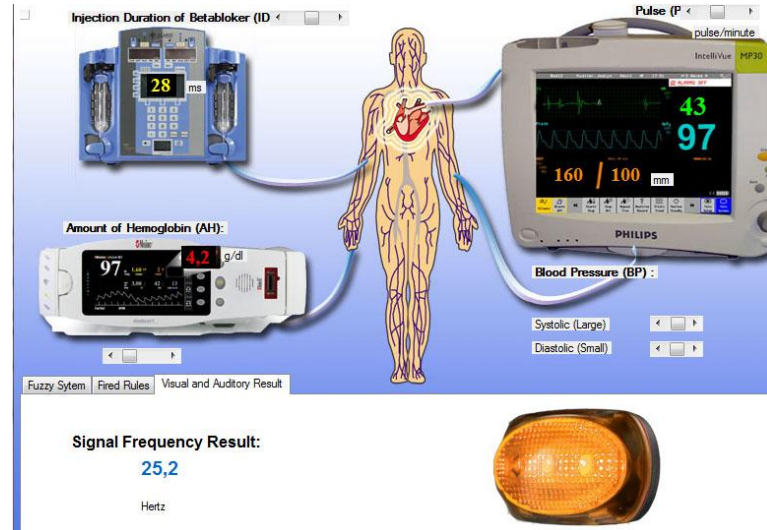
Çizelge 5.5. İkinci Uygulamanın ateşlenen kuralları

Kural No	Betabloker	Nabız	Hemoglobin	Tansiyon	Sonuc
93	Normal	Yavaş	Az	Yüksek	Sık
94	Fazla	Yavaş	Az	Yüksek	Sinyal

Sonuç olarak sadece “Sık” ve “Sinyal” üyeliklerine aittir. Sık Üyelik fonksiyonunun tepe değeri 27, Sinyal Üyelik fonksiyonunun tepe değeri ise 21’dir. Ateşlenen kurallar arasında minimumların maksimumu metodu kullanılarak hesaplama aşağıdaki gibi yapılır.



Şekil 5.11. İkinci Uygulamanın Sonuç Üyelik Fonksiyonu Grafiği



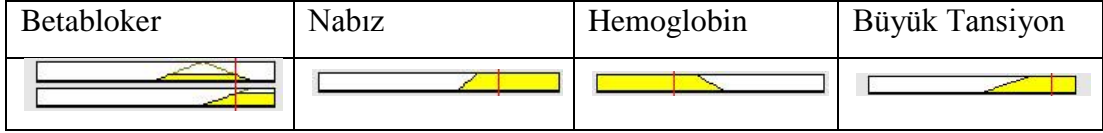
Şekil 5.12. İkinci Uygulamanın Bulanık Uzman Sitemdeki Sonucunun Gösterimi

$$\begin{aligned}
 \text{Ağırlık merkezi} &= \frac{(\text{Sık Tepe Noktası} * \text{Max (sık)} + \text{Sinyal Tepe Noktası} * \text{Max (sinyal)})}{\text{Max (sık)} + \text{Max (sinyal)}} \\
 &= \frac{(27 * 0.7 + 21 * 0.3)}{0.7 + 0.3} \\
 &= 25.2 \text{ hertz}
 \end{aligned}$$

5.2.3. Uygulama örneği

Giriş olarak; Betabloker=42ms, Nabız=90atım/dk, Hemoglobın=8.5gr/dl ve Büyük Tansiyon=171 mmHg alınırsa sonuç olarak hesaplanması gereken frekans değerine bakalım:

Çizelge 5.6. Üçüncü Uygulama Örneğinin Giriş değerlerinin üyelik fonksiyonlarının grafikleri



Betabloker = 42 ms girişi, 5.7 numaralı formüle göre 0.3 değerinde Normal Üyelik sınıfına, 5.8 numaralı formüle göre 0.7 değerinde Fazla Üyelik sınıfına dahildir.

Nabız = 90 atım/dk girişi, 5.11 numaralı formüle göre 1 değerinde Yavaş Üyelik sınıfına dahildir.

Hemoglobın=8.5 gr/dl girişi, 5.12 numaralı formüle göre 1 değerinde Az Üyelik sınıfına dahildir.

Büyük Tansiyon=171 mmHg girişi, 5.3 numaralı formüle göre 1 değerinde Yüksek üyelik sınıfına dahildir.

Bu üyeliklerin kullanılmasıyla $2*1*1*1=2$ kural ateşlenecektir.

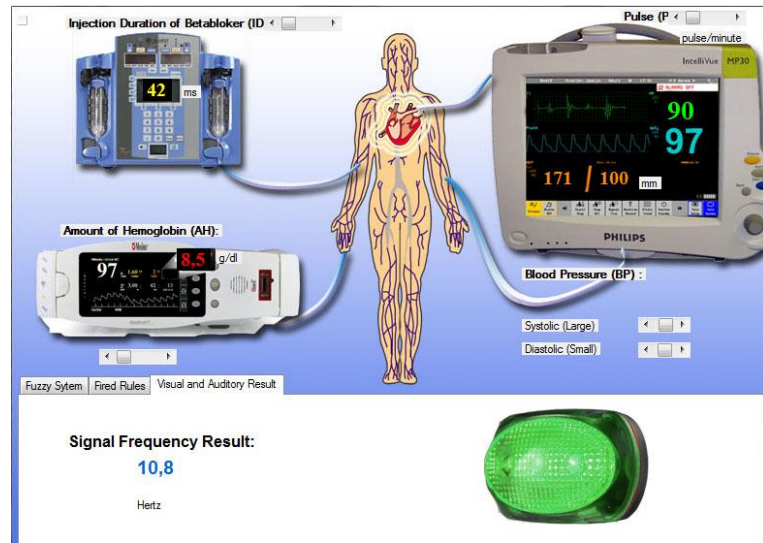
Çizelge 5.7. Üçüncü Uygulamamın ateşlenen kuralları

Kural No	Betabloker	Nabız	Hemoglobın	Tansiyon	Sonuc
104	Fazla	Hızlı	Az	Yüksek	Seyrek
105	ÇFazla	Hızlı	Az	Yüksek	CSeyrek

Sonuç olarak sadece “Seyrek” ve “CSeyrek” üyeliklerine aittir. Seyrek Üyelik fonksiyonunun tepe değeri 15, CSeyrek Üyelik fonksiyonunun tepe değeri ise 9’dur. Ateşlenen kurallar arasında minimumların maksimumu metodu kullanılarak hesaplama aşağıdaki gibi yapılır.



Şekil 5.13. Üçüncü Uygulamamın Sonuç Üyelik Fonksiyonu Grafiği



Şekil 5.14. Üçüncü Uygulamanın Bulanık Uzman Sitemdeki Sonucunun Gösterimi

$$\begin{aligned} \text{Ağırlık merkezi} &= \frac{(\text{Seyrek Tepe Noktası} * \text{Max (seyrek)}) + (\text{Cseyrek Tepe Noktası} * \text{Max (cseyrek)})}{\text{Max (seyrek)} + \text{Max (cseyrek)}} \\ &= \frac{(15 * 0.3 + 9 * 0.7)}{0.3 + 0.7} \\ &= 10.8 \text{ hertz} \end{aligned}$$

5.2.4. Uygulama örneği

Giriş olarak; Betabloker=4ms, Nabız=59atım/dk, Hemoglobin=8.8gr/dl ve Büyük Tansiyon=60 mmHg alınır. sonuç olarak hesaplanması gereken frekans değerine bakalım:

Çizelge 5.8. Dördüncü Uygulama Örneğinin Giriş değerlerinin üyelik fonksiyonlarının grafikleri

Betabloker	Nabız	Hemoglobin	Büyük Tansiyon

Betabloker = 4 ms girişi, 5.4 numaralı formüle göre 1 değerinde ÇAz Üyelik sınıfına dahildir.

Nabız = 59 atım/dk girişi, 5.11 numaralı formüle göre 1 değerinde Yavaş Üyelik sınıfına dahildir.

Hemoglobin=8.5 gr/dl girişi, 5.12 numaralı formüle göre 1 değerinde Az Üyelik sınıfına dahildir.

Büyük Tansiyon=60 mmHg girişi, 5.1 numaralı formüle göre 1 değerinde Yüksek üyelik sınıfına dahildir.

Bu üyeliklerin kullanılmasıyla $1*1*1*1=1$ kural ateşlenecektir.

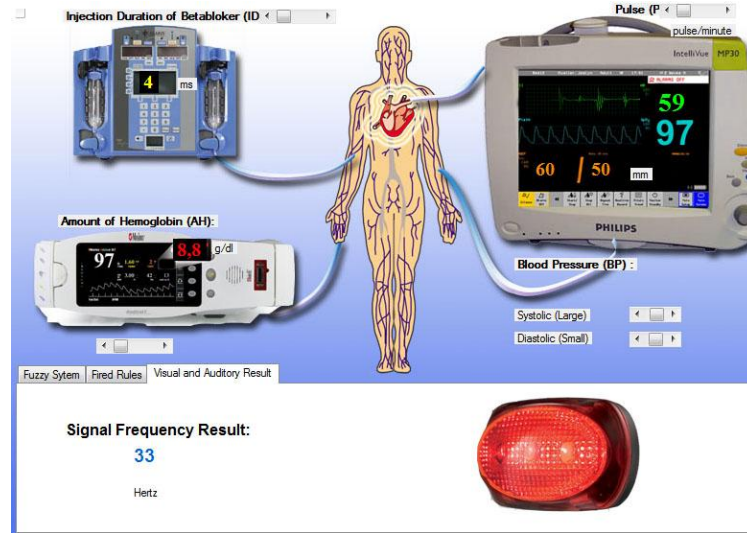
Çizelge 5.9. Dördüncü Uygulamanın ateşlenen kuralları

Kural No	Betabloker	Nabız	Hemoglobin	Tansiyon	Sonuc
1	Çaz	Yavaş	Az	Düşük	Csık

Sonuç olarak sadece “CSık” üyeliğine aittir. CSık Üyelik fonksiyonunun tepe değeri 33’dür. Ateşlenen kuralın minimumların maksimumu metodu kullanılarak hesaplama aşağıdaki gibi yapılır.



Şekil 5.15. Dördüncü Uygulamanın Sonuç Üyelik Fonksiyonu Grafiği



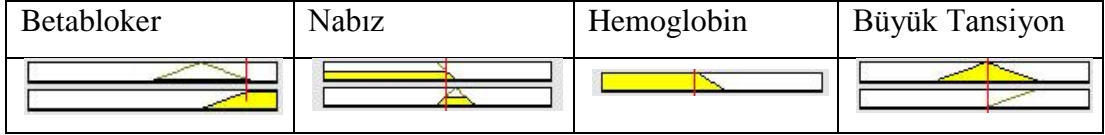
Şekil 5.16. Dördüncü Uygulamanın Bulanık Uzman Sitemdeki Sonucunun Gösterimi

$$\begin{aligned} \text{Ağırlık merkezi} &= \frac{(\text{CSık Tepe Noktası} * \text{Max}(csık))}{\text{Max}(csık)} \\ &= \frac{(33 * 1)}{1} \\ &= 33 \text{ hertz} \end{aligned}$$

5.2.5. Uygulama örneği

Giriş olarak; Betabloker=44ms, Nabız=65atım/dk, Hemoglobın=10.6gr/dl ve Büyük Tansiyon=101 mmHg alınırsa sonuç olarak hesaplanması gereken frekans değerine bakalım:

Çizelge 5.10. Beşinci Uygulama Örneğinin Giriş değerlerinin üyelik fonksiyonlarının grafikleri



Betabloker = 44 ms girişi, 5.7 numaralı formüle göre 0.1 değerinde Fazla Üyelik sınıfına, 5.8 numaralı formüle göre 0.9 değerinde ÇFazla Üyelik sınıfına dahildir.

Nabız = 65 atım/dk girişi, 5.9 numaralı formüle göre 0.5 değerinde Yavaş Üyelik sınıfına, 5.10 numaralı formüle göre 0.5 değerinde Normal Üyelik sınıfına dahildir. Hemoglobın=10.6 gr/dl girişi, 5.12 numaralı formüle göre 1 değerinde Az Üyelik sınıfına dahildir.

Büyük Tansiyon=101 mmHg girişi, 5.2 numaralı formüle göre 0.975 değerinde Normal Üyelik sınıfına, 5.3 numaralı formüle göre 0.025 değerinde Yüksek Üyelik sınıfına dahildir.

Bu üyeliklerin kullanılmasıyla $2*2*1*2=8$ kural ateşlenecektir.

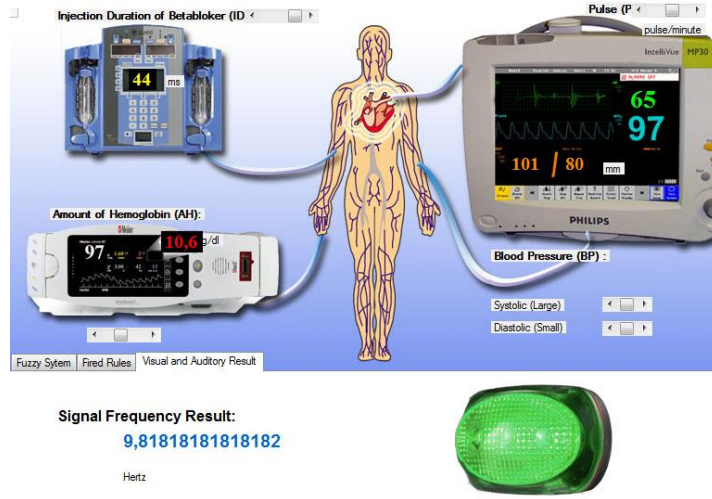
Çizelge 5.11. Beşinci Uygulamanın ateşlenen kuralları

	Betabloker	Nabız	Hemoglobın	Tansiyon	Sonuc
49	Fazla	Yavaş	Az	Normal	Cseyrek
50	Çfazla	Yavaş	Az	Normal	Cseyrek
54	Fazla	Normal	Az	Normal	Cseyrek
55	Çfazla	Normal	Az	Normal	Cseyrek
94	Fazla	Yavaş	Az	Yüksek	Sinyal
95	Çfazla	Yavaş	Az	Yüksek	Seyrek
99	Fazla	Normal	Az	Yüksek	Seyrek
100	Çfazla	Normal	Az	Yüksek	Cseyrek

Sonuç olarak sadece “Seyrek”, “CSeyrek” ve “Sinyal” üyeliklerine aittir. Sinyal Üyelik fonksiyonunun tepe değeri 21, Seyrek Üyelik fonksiyonunun tepe değeri 15, CSeyrek Üyelik fonksiyonunun tepe değeri ise 9’dur. Ateşlenen kurallar arasında minimumların maksimumu metodu kullanılarak hesaplama aşağıdaki gibi yapılır.



Şekil 5.17. Beşinci Uygulamanın Sonuç Üyelik Fonksiyonu Grafiği



Şekil 5.18. Beşinci Uygulamanın Bulanık Uzman Sitemdeki Sonucunun Gösterimi

$$\begin{aligned}
 \text{Agirlik merkezi} &= \frac{(\text{Seyrek TN}) * \text{Max}(\text{seyrek}) + \text{CSeyrek TN} * \text{Max}(\text{cseyrek}) + \text{Sinyal TN} * \text{Max}(\text{sinyal})}{\text{Max}(\text{seyrek}) + \text{Max}(\text{cseyrek}) + \text{Max}(\text{sinyal})} \\
 &= \frac{(15 * 0.025 + 9 * 0.5 + 21 * 0.025)}{0.025 + 0.025 + 0.5} \\
 &= 9.818182 \text{ hertz}
 \end{aligned}$$

6. SONUÇLAR

6.1. Sonuçlar

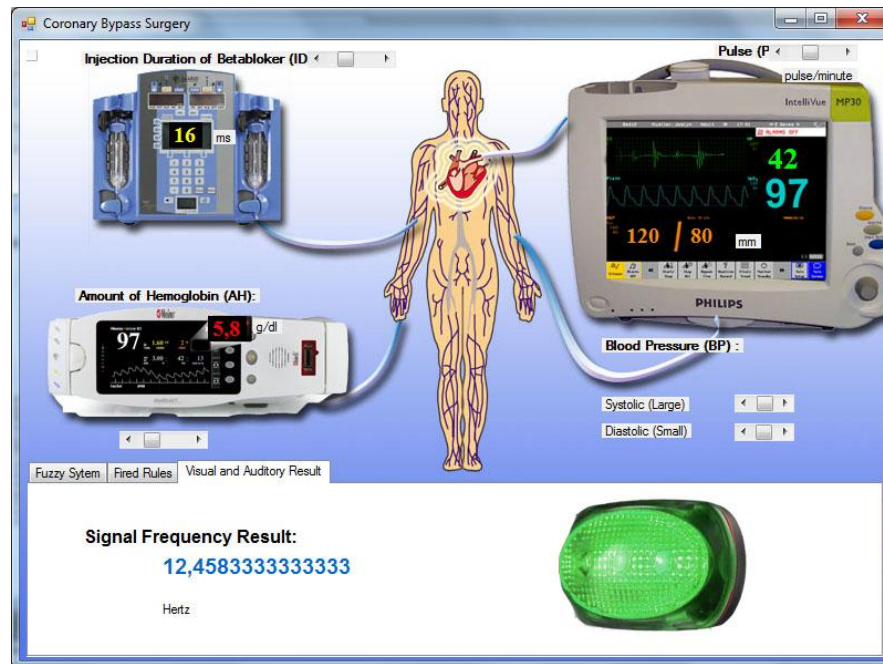
Bulanık uzman sistemlerin, özellikleri itibariyle çeşitli karar mekanizmalarına sahip, değişik sayıda girişleri olan ve bu girişlerin durumlarına göre çıkışa ya da çıkışlara çeşitli sözel ya da sayısal sonuçlar üreten sistemler olduğu görülmüştür. Tasarlanan bulanık uzman sistem, koroner bypass ameliyatı sırasında 3 ayrı cihazın takibini doktor ya da yardımcılarına bırakmaksızın takibini sağlayan, bu cihazlardan alınan verilerin birbirlerine göre durumlarını ve olası problemleri belirleyen bir sistem olmuştur. Sistem giriş olarak aldığı koroner bypass ameliyatı sürecine etki eden en önemli 4 hayati fonksiyonun değerlerini giriş olarak almaktadır. Bu giriş değerlerine karşılık çıkışta hastanın ameliyat esnasındaki sağlık durumunu veren tek bir sinyal ile çıkışın bulanık olarak hesaplanmasını gerçekleştirmiştir. Bulanık uzman sistemin kural tabanı kalp ameliyatında uzman kişilerce daha önceden karşılaşılan gerçek durumları içerdiği için gerçek değerlere çok yakın sonuçlar üretmektedir.

Medikal alanda kullanılan bulanık uzman sistemlerin birçoğu hastalığın tanısını koyma, hastalık riskini belirleme, belirlenen hastalığa tedavi seçenekleri sunma, tedavi sırasında hangi ilaçların ne ölçüde kullanılması gerektiğini belirleme, tıbbi personele ya da uzman adaylarına alanlarında bilgi birikiminden yararlanmalarını sağlama ve alan eğitimi verme konuları üzerinde kodlandığı görülmüştür. Bu çalışmada bu özelliklerden farklı olarak, hastalığın tedavisi için seçilen bir yöntem olan koroner bypass ameliyatının seyrinin belirlenmesine ve ameliyatın daha önceden karşılaşılan benzer durumlarındaki deneyimlerden yararlanarak ameliyatın başarılı şekilde sonuçlanmasını sağlamayı gerçekleştirmiştir.

Günümüzde tıbbi bilginin miktarında meydana gelen artış nedeniyle, hem bilgilerin takip edilebilirliği hem de bilginin yönetiminin zorlaştığı görülmüştür. Bu artışın sonucunda bilgi takibinde ve tanılara göre yorumlanmasında zorlanan hekimlere, uygun seçenekler arasından karar verebilme ve bu sayede hekimlere zaman kazandırıp yön gösterme işlemini gerçekleştirme konusunda destek sunan bir bulanık uzman sistem tasarlanmıştır. Medikal alanda eksikliği hissedilen bulanık uzman sistemler, klinik konularda akıl yürütme özelliğine sahip olması gereken karmaşık yazılımlardır. Araştırmalarda bu eksikliği gidermenin yolunun deneyim edilmiş tanılara ve rahatsızlıklara belirli kriterlere göre sıralama ve bu sıralamalara uygun kaliteli, doğru ve

güncel alan bilgileriyle donatılmış kural tabanları oluşturmak olduğu anlaşılmıştır. Alanında uzman doktorlar tarafından yazılmış daha önce karşılaşılmış durumların değerlendirilmesinden elde edilmiş bir kural tabanı oluşturulması sağlanmıştır.

Oluşturulan bulanık uzman sistem, ameliyat sırasında hastanın tedavisinin sağlanması, hastalığın teşhisinde, hastalığın tedavisinde tıbbi personele kolaylık sağlamıştır. Ameliyat sırasında hastanın uzmana bağlı olmaksızın kontrolü ve hastanın durumunu ameliyat boyunca girişlere bağlı olarak takibini gerçekleştirmiştir.



Şekil 6.1 Bulanık Uzman Sistemin Ara yüzü

Uzmanlar tarafından önceden karşılaşılan durumlara göre oluşturulmuş kural tabanı ele alınarak sistem, gerçek durumlara sistemlerin benzerliğinin belirlenmesi için kullanılan Matlab Fuzzy Logic Toolbox programı ile de gerçekleştirilmiştir. Programın bulanık mantık eklentisi kullanılarak girişlerinin ve çıkışın üyelik fonksiyonları yazılmış ve ilgili giriş ve çıkışın kural tabanı Şekil 6.1 de görüldüğü gibi yazılıma girilmiştir. Gerçekleştirilen sistem ile Matlab Fuzzy Logic Toolbox programına aynı değerler ile giriş yapılmış ve elde edilen sonuçlar Tablo 6.1 de gösterilmiştir. Elde edilen sonuçların bazı giriş değerleri için aynı; bazı giriş değerleri içinse küçük farklılıklar olduğu görülmüştür. Bu farklılıkların %5 oranını geçmemesi durumunda sistemin başarılı olduğunun ve karşılaşılan durumların değerlendirilmesinde gerçeğe çok yakın sonuçlar elde edildiğinin göstergesidir.

Çizelge 6.1 Aynı Girişlere karşılık Matlab Fuzzy Logic Toolbox programı ve Oluşturulan Bulanık Sistemin Çıktılarının Karşılaştırılması

Girişler				Çıkış	
Betabloker	Nabız	Hemoglobin	Tansiyon	Matlab	BUS
4	83	5,5	90	18,8	18
8	50	18	50	25	25,2
20	50	18	50	21	21
9	80	9	120	13,4	15,42
30	75	3	171	15	15
10	100	3	80	15,7	18
28	80	3,4	80	12,7	14,9
28	43	4,2	160	25	25,2
5	82	7,1	170	21	21
43	9	10,2	90	9,5	12,2
7	12	9,6	150	34,7	33
9	4	9,4	70	30	29
6	99	9,2	80	19,4	20
13	51	8,1	90	25,7	24,6
6	63	4,2	100	25	25,2
18	2	4,9	60	32,8	31,2

Sistemlerde tahmin edilen ve gerçek değerler arasında farklılıkların çıkması olasıdır. Bu farklılıklar, istatistiksel ölçümlerle nicelleştirilmektedir. Sistemler ile gerçek sonuçlar arasında benzerlikler bu yollarla ölçülmektedir. Bu amaçla yazılan bulanık uzman sistemde elde edilen değerler ve gerçek değerler arasındaki benzerlikler mean percentage error (MPE), mean absolute percentage error (MAPE) ve determinasyon katsayısı, R^2 hesapları kullanılarak belirlenmektedir. MPE ve MAPE sonuçlarının sifıra yakınlığı; determinasyon katsayısının bire yakınlığı sistemin gerçek sistemle benzerliklerini belirlemektedir (Allahverdi,2011). Ne kadar yakınsa sistem o kadar başarılıdır denilebilir. Oluşturulan bulanık uzman sistemde 75 farklı giriş değerine bağlı olarak alınan çıkış değerleri ile aynı giriş değerlerine karşılık Matlab Fuzzy Logic Toolbox programından alınan çıkış değerleri belirlenen hesaplamalara tabi tutularak oluşturulan sistemin gerçek şartlara uygunluğu denenmiştir. Bu değerlere göre MPE=0.0237, MAPE=0.0572 , $R^2=0,9573$ olarak bulunmuştur. Bu da programın başarılı olduğunu göstermektedir.

Bu tez çalışmasında koroner bypass ameliyatı ve benzeri kalp ameliyatlarında karşılaşılan yukarıda belirtilmiş durumların giderilmesi hedefleri gerçekleştirilmiştir.

Çalışma sonrası elde edilen durumla mevcut sistemlerden farklı olarak aşağıda listelenen üstünlükler elde edilmiştir:

- Klinik konularda daha önce karşılaşılan bilgi tabanına kayıt edilmiş durumlar hakkında akıl yürütme yetisine sahip yazılım oluşturularak kritik personele olan bağımlılık azaltılmıştır
- Koroner bypass ameliyatı sırasında hastanın 4 hayati fonksiyonunun tek bir sinyalle bildirilmesi işlemiyle takibi kolaylaştırmıştır
- Koroner bypass ameliyatı esnasında hastanın durumuna ve ameliyatın seyrine karar verme aşamasında tıbbi personele yarar sağlamıştır
- Kalp rahatsızlığına karar verme ve rahatsızlığın tedavi süreçlerinde sonuca ulaşmayı hızlandırarak verimi artırılmıştır
- Koroner bypass ameliyatının seyrinin başarılı şekilde yürütülmesi sağlanmıştır
- Tıbbi alanda eğitim gören uzman adaylarına, alanlarındaki gerçek durumlardan oluşturulmuş bilgi birikiminden yararlanması sağlanmış ve hastanın, operasyon sırasında gerçek durumlara vereceği tepkilerin eğitimini sağlayan yazılım oluşturulmuştur
- Kalp ameliyatı sırasında kullanılan mevcut sistemlerin bulanık sistemlerle bütünleşmesi sağlanmıştır
- Gelecekte kalp ameliyatı alanında geliştirilecek olan daha karmaşık ve detaylı yeni bulanık ve uzman sistemlere temel teşkil etmektedir
- Daha önce karşılaşılan durumları da ele alarak doğru bir karar destek sistemi oluşturulması sağlanmıştır
- Hastanın ameliyat boyunca takip edilen hayati değerlerine karşılık tıbbi personelin vereceği tepki süresi azaltılmıştır
- Kalp ameliyatı konusunda bilgi takibinde ve hastalığın tanılara göre yorumlanmasında zorlanan hekimlere, uygun seçenekler arasından karar verebilme imkânı sağlamış ve bu sayede hekimlere zaman kazandırıp yön gösterme konusunda destek sağlamıştır

KAYNAKLAR

- Alpman, A. (2011), Betabloker, <http://www.ahmetalpman.com/defilacoku.asp?id=1543>, [Erişim Tarihi: 10 Ocak 2010].
- Aksoy, A. 2011. Koroner Bypass Ameliyatı. http://www.doktorsitesi.com/yazi/5361/Koroner-Bypass-Ameliyati?a_id=9 [Erişim Tarihi: 17 Şubat 2011]
- Allahverdi, N. (2002). *Uzman Sistemler. Bir Yapay Zeka Uygulaması* (248 pp). İstanbul: Atlas.
- Allahverdi, N. (2007). *Bulanık Mantık ve Kontrol* <http://farabi.selcuk.edu.tr/egitim/blanik/index.html>. [Erişim Tarihi: 21 Haziran 2010]
- Allahverdi, N., (2009). *Some examples of Fuzzy Logic in Medical Area. Proceedings on 3rd International Conference on Application of Information and Communication Technologies (AICT2009), IEEE, 14-16 Ekim 2009, Azerbaijan, Bakü*
- Allahverdi, N., Tunali, A., Kahramanlı, H., Isik, H. (2011). *A Takagi–Sugeno type neuro-fuzzy network for determining child anemia, Expert System with Applications, 7415-7418*
- Arthur, C. Guyton, (1989) *Tıbbi Fizyoloji*, 7. Basım, Nobel Tıp Kitabevi, sf. 66-67-68
- Baş, K. , (2010) *Tansiyon Nedir*, <http://www.genetikbilimi.com/gen/tansiyon.htm>, [Erişim Tarihi: 10 Aralık 2010]
- Bilim ve Teknik, Tübitak Yayınları, Şubat 1998, Sayı 363, sf. 61
- BUMAT, 2003. *Bulanık Mantık ve Bulanık Sistemler*, www.bumat.itu.edu.tr/dokumanBULANIKKUMELER.doc [Erişim Tarihi : 21 Aralık 2010]
- Çatav.Z. (2011). Koroner Bypass Ameliyatı. <http://zekicatav.tyih.gov.tr/korbilgi.html>, [Erişim Tarihi: 4 Mart 2011]
- Çevik, K. , *Tansiyon Nedir ,Nasıl Ölçülür* ,<http://www.drpozitif.com/Tansiyon.htm> [Erişim Tarihi: 24 Aralık 2010]
- Dorland, *Dorland's Cardiology Word Book for Medical Transcriptionists* (2000) , ISBN 072169151X
- Filizoğlu, H. 2011 . Koroner Bypass Ameliyatı, <http://www.yucelenhospital.com/x2.aspx?x=5>, [Erişim Tarihi: 5 Mart 2011]
- Guyton ve Hall, 2005, *Text Book of Medical Physiology*, 9. Basım, s.432 , 2005

- Heper, C. , *Aritmiler*, <http://www.kardiyo.net/kitap/aritmiler1.shtml>,
[Erişim Tarihi: 24 Aralık 2010]
- Hripcsak G, Cimino JJ, Johnson SB, The Columbia-Presbyterian Medical Center decision-support system as a model for implementing the Arden Syntax. *Proc Annu Symp Comput Appl Med Care* 1991; 1:248-252
- Hunt DL, Haynes RB, Hanna SE, et al. Effects of computerbased clinical decision support systems on physician performance and patient outcomes: a systematic review. *JAMA* 1998; 280:1339-1346
- Jon R., Cohen , *Vascular Surgery for the House Officer*, 2nd edition , 1991
- Kern, S. E., Johnson, J. O., & Westenskow, D. R. (1997). Fuzzy logic for model adaptation of a pharmacokinetic-based closed loop delivery system for pancuronium. *Artificial Intelligence in Medicine*, 11(1), 9–31.
- Kilic, K., Sproule, B. A., Türksen, I. B., & Naranjo, C. A. (2004). Pharmacokinetic application of fuzzy structure identification and reasoning. *Information Science*, 162(2), 121–137.
- Lada, P., Brier, M. E., & Zurada, J.M. (1999). Therapeutic drug dosing prediction using adaptive models and artificial neural networks. In *IEEE International Joint Conference on Neural Networks*, Washington, DC, USA (pp. 3699–3673).
- Miller RA, Masarie FE Jr, The demise of the “Greek Oracle” model for medical diagnostic systems. *Methods Inf Med* 1990; 291:1-2
- Mutahhar, Y., *İnsan Biyokimyası*, Beta Basım Yayın Dağıtım, sf. 484,486 , 1988
- Persidis A , *Medical Expert Systems: An Overview*. *Journal of Management in Medicine*, 5(3):Abstract 1991.
- Per, K. K., Lim, C. P., & Khoh, K. H. (2000). Use of artificial neural networks to predict drug dissolution profiles and evaluation of network performance using similarity factor. *Pharmaceutical Research*, 17(11), 1384–1388.
- Powsner SM, Tufte ER. Graphical summary of patient status. *Lancet* 1994
- Ross, T.J., 1995. *Fuzzylogic with engineering applications*. McGraw-Hill. 600 pages.
- Sağlıklı Dünya, 2011 Nabız nedir, Nasıl atar ve Nasıl Ölçülür ,
<http://www.zayiflamabilgileri.com/Saglik/Nabiz-Nedir-Nabiz-Nasil-Atar-Nabiz-Nasil-olculur.html>, [Erişim Tarihi: 24 Kasım 2010]
- Sarıtaş, İ. (2003). *Medikal Alanda Bulanık Kontrol*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi
- Sarıtaş, İ., Ozkan, İ.A., Allahverdi, N., Argindogan M. (2009); Determination of the Drug Dose by Fuzzy Expert System in Treatment of Chronic Intestine

Inflammation, Journal of Intelligent Manufacturing, V. 20,
Issue 2, pp. 169-176, 2009.

Stoschitzky K, Sakotnik A, Lercher P, et al. (1999). "Influence of beta-blockers on melatonin release". Eur. J. Clin. Pharmacol. 55

Tierney WM, McDonald CJ, Martin DK, Computerized display of past test results: effect on outpatient testing. Ann Intern Med 1987; 107:569-574

Torun, S. (2007). *Koroner kalp rahatsızlığı riskinin teşhisi ve tedavisi için bir bulanık sistem tasarımı*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi

Trovbridge R and Weingarten S (2011). Clinical Decision Support Systems, İnternet; University of California, San Fransisco School of Medicine, www.apchr.gov/clinic/ptsafety/chap53.htm, [Erişim Tarihi: 23 Ocak 2011]

Wang, L., 1997. A course in fuzzy systems and control. Pearson Education POD, 1st Edition (January 1997), 424 pages.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Gökhan ALTAN
Uyruğu : T.C
Doğum Yeri ve Tarihi : Hatay , 08.10.1986
Telefon : 05442544389
Faks :
e-mail : altan_1986@hotmail.com

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: Süleyman Demirel Anadolu Lisesi, Dörtyol, Hatay	2004
Üniversite	: Selçuk Üniversitesi T.E.F, Selçuklu, Konya	2008
Yüksek Lisans :		
Doktora :		

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2008	Yavuzeli Ç.P.L	Bilişim Tekn. Öğrt.
2009	Yavuzeli ARGE	ARGE Sorumlusu
2010	Yavuzeli Ç.P.L	Bilişim Tekn. Öğrt.

UZMANLIK ALANI

Veritabanı Programlama, Yazılım, Algoritma, Webtasarımı, Web Programcılığı

YABANCI DİLLER

İngilizce

YAYINLAR