

FUZZY LOGIC APPLICATION OF SEVOFLURANE ANESTHESIA CONTROL SYSTEM

Hülya Işık¹

¹Sakarya University, Electronic-Computer Education Department, Esentepe Campus,54187
Sakarya, Turkey

Abstract: In this work increases the security of the patient who is going to take in the anesthesia for arthroscopy operation and provides a healthier operation environment reducing the responsibility of the anesthetist. Moreover, fuzzy logic anesthetic controller uses optimum anesthetic agent and keeps the waste anesthetic agent value at the minimum degrees. So, it protects the environment and also, decreases the cost of the operation with the economy it provides. A fuzzy logic control system was devised by the result of all researches.

During the plan of the fuzzy system, the information of blood pressure and pulsation was seen suitable for the input variants of the system. Also, the variants of anesthesia was used as the output values according to blood pressure and pulsation values entered. Thus, the anesthesia proportion which should be given was estimated.

Keywords: Neural networks, fuzzy logic, fuzzy interference systems, Sevoflurane, Anesthesia, Arthroscopy operation

SEVOFLURAN ANESTEZİSİ KONTROL SİSTEMİ BULANIK MANTIK UYGULAMASI

Özet: Bu çalışmada Artroskopi operasyonu için anesteziye alınacak olan hastanın, güvenliğini artırma, anesteziistin de, yükünü azaltarak, daha sağlıklı bir operasyon ortamı sağlama amacıyla geliştirilen bulanık mantık anestezi kontrolörü, bu faydalarının yanında anestezi ajan kullanımında optimuma giderek atık anestezi ajan değerini olması gereken minimum değerlerde tutarak hem çevreyi koruyacak, hem de sağlayacağı ekonomi ile ameliyat maliyetlerini düşürecektir. Tüm araştırmalar sonucu elde edilen veriler ile bir bulanık mantık kontrol sistemi tasarlanmıştır.

Bulanık sistemin tasarlanmasında, sistemin girdi değişkenleri olarak kan basıncı ve nabız bilgilerinin alınması uygun görülmüştür. Burada girilen kan basıncı ve nabız değerlerine karşılık kontrol edilen çıkış değeri olarak ta anestezi değişkeni kullanılmıştır. Böylece verilmesi gereken anestezi oranı tahmin edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yapay sinir ağları, bulanık yaklaşımlar, Bulanık Mantık, Sevofluran ,Anestezi, Artroskopi operasyonu

Reference to this paper should be made as follows (bu makaleye aşağıdaki şekilde atıfta bulunulmalı):
Hülya IŞIK , 'FUZZY LOGIC APPLICATION OF SEVOFLURANE ANESTHESIA CONTROL SYSTEM', Elec Lett Sci Eng , vol. 3,(2) , (2007), 38-47

1 Giriş

Artroskopi operasyonuna alınacak hastalardan ASA I ve ASA II grubuna dahil olan hastalar üzerinde sevofluran inhalasyon anesteziyi kontrol edecek bir sistemin faydalı olacağı düşünülmüştür. Burada olumlu özelliklerinden dolayı anestezi ajan olarak sevofluran tercih edilmiştir. [1]

* Corresponding author; Tel.: +(90) 505 2421700 , E-mail:hulya2002@hotmail.com

Artroskopi-eklem hastalıklarının tanı ve tedavisinde, eklem için optik bir aletle görüntülenerek ekranda yansıtılması yoluyla yapılan cerrahi bir işlemdir. Artroskopi kelimesi latince'den alınmış olup, Artros[eklem] ve skopi [gözlemek] anlamına gelen köklerden türetilmiştir. Kelime olarak 'eklemin içine bakmak' anlamına gelir. Teknik olarak artroskopik işlem genel veya bölgesel anestezi altında açılan küçük bir kesitten eklem içerisine optik ile girilip eklem büyütülerek bir televizyon ekranına yansıtılması ile yapılan işlemdir. Genel, lokal veya spinal anestezi altında 2-3 adet 0,5 cm açılan kesitlerden artroskop cihazıyla eklem içine girilerek yapılır. Eklem içerisindeki görüntüler 6-10 kez büyütüldüğü için eklem içindeki bütün yapıların çok detaylı bir muayenesi mümkündür. Görüntüler videoya kaydedilebilir, fotoğraf alınabilir. En fazla Artroskopi uygulanan eklemler sırasıyla- diz, omuz, el bileği, dirsek, ayak bileği ve kalça eklemleridir.[3]

Her yaş grubuna başarıyla uygulanan artroskopik tedavi, eklem hastalıklarının tanı ve tedavisinde kullanılır. En çok diz eklemine uygulanan artroskopik yöntemle, sıklıkla menisküs yırtıkları ve kıkırdak lezyonları tedavi edilir.[4]

Sevofluran; metil isopropil eterin florlanmış türevi olan halojenlenmiş inhalasyon anesteziklerinden birisi olup 1, renksiz, herhangi bir koruyucu kimyasal madde içermeyen, hoş kokulu bir sıvıdır. Sevofluran, % 95-97 oranında pulmoner eliminasyona uğrayarak, vücutta % 2-5 oranında metabolize olmaktadır. [2]

Anesteziye alınacak hastanın güvenliğini artırma ve anestetistin de yükünü azaltarak, daha sağlıklı bir operasyon ortamı sağlama amacıyla bulanık mantık sistemi geliştirilmiştir. Sistemin girdi değişkenleri olarak, kan basıncı ve nabız bilgileri izlenmiştir.

Hastaların isimleri, cinsiyetleri ve yaşları operasyon süresince her beş dakikada bir kan basıncı ve nabız değerleri ve o an uygulanan anestezi ajan oranı bir tabloya kaydedilmiştir. Veriler, kan basıncı için, kaf yöntemi, nabız için, kardiyotakometre kullanılarak Drager Julian Anestezi İstasyonu üzerinden alınmıştır.[1]

2 Kan Basıncı, Nabız ve Anestezi Değişkenlerinin Aralıkları

Hastalardan elde edilen verilere bakarak, her bir hasta için, giriş ve çıkış değişkenlerine ait maksimum ve minimum sınır değerleri belirlenmiştir. Sonuçlar incelenerek değişkenler için en yüksek ve en düşük değerler belirlenmiştir. Kan basıncı için sistolik ve diastolik değerler $MAP = (2 \text{ Sistolik} + 1 \text{ Dastolik}) / 3$ eşitliğinden yararlanılarak ana arter basıncı (Main Arteriyel Pressure-MAP) değeri bulunmuştur. Aşağıdaki tabloda kan basıncı, nabız ve anestezi çıkış değeri için oluşturulacak olan üyelik fonksiyonunun alt ve üst limitleri görüldüğü gibi belirlenmiştir.[1]

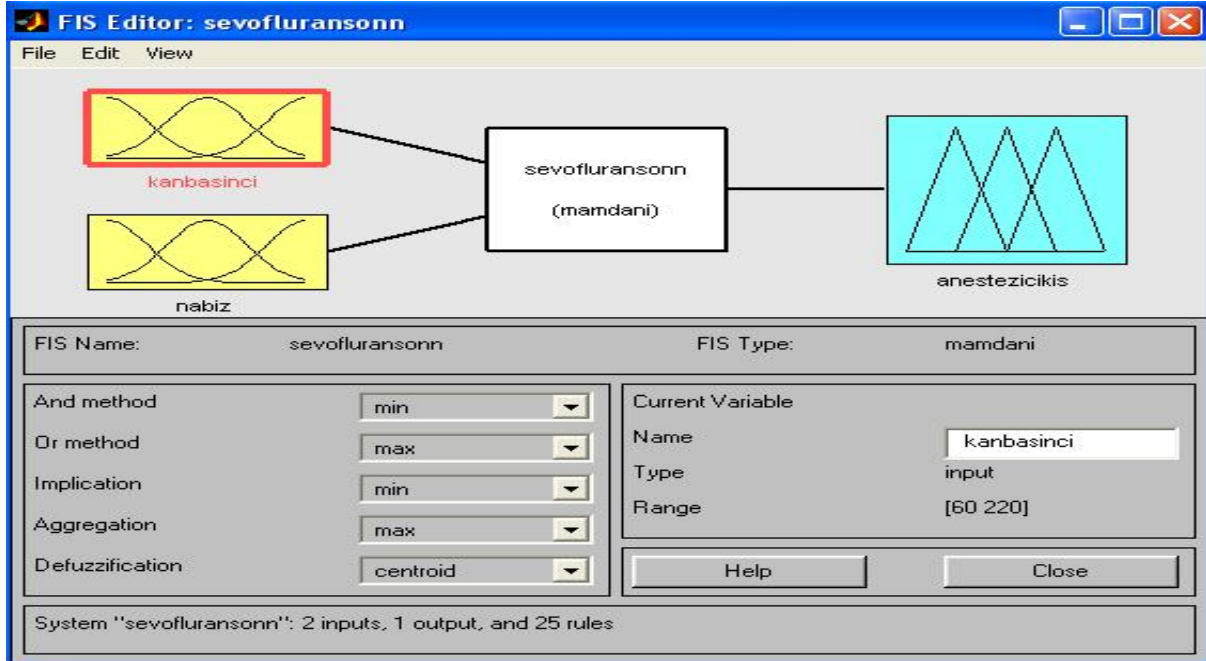
Tablo 1.1 Kan Basıncı, Nabız ve Anestezi Oranı aralıkları

| Değişken Adı | Minumum Değer | Maksimum Değer |
|--------------------|---------------|----------------|
| Kan basıncı(mmHg) | 60 | 220 |
| Nabız(p/m) | 40 | 130 |
| Anestezi oranı(%u) | 0 | 4 |

3 Bulanık Mantık Kontrol Sistemi

Sistem Tasarımı Matlab 6.5 yazılımının Fuzzy Tool' u kullanılarak yapılmıştır. Kullanılan fonksiyon MAMDANI dir. Sistemin iki giriş ve bir çıkış değişkeni vardır. Giriş değişkenleri Kan Basıncı ve nabız,çıkış değişkeni ise anestezi oranıdır. [5]

Çalışma için tasarımı yapılan bulanık mantık kontrol sisteminin blok şeması Şekil 1.1 de verilmiştir.

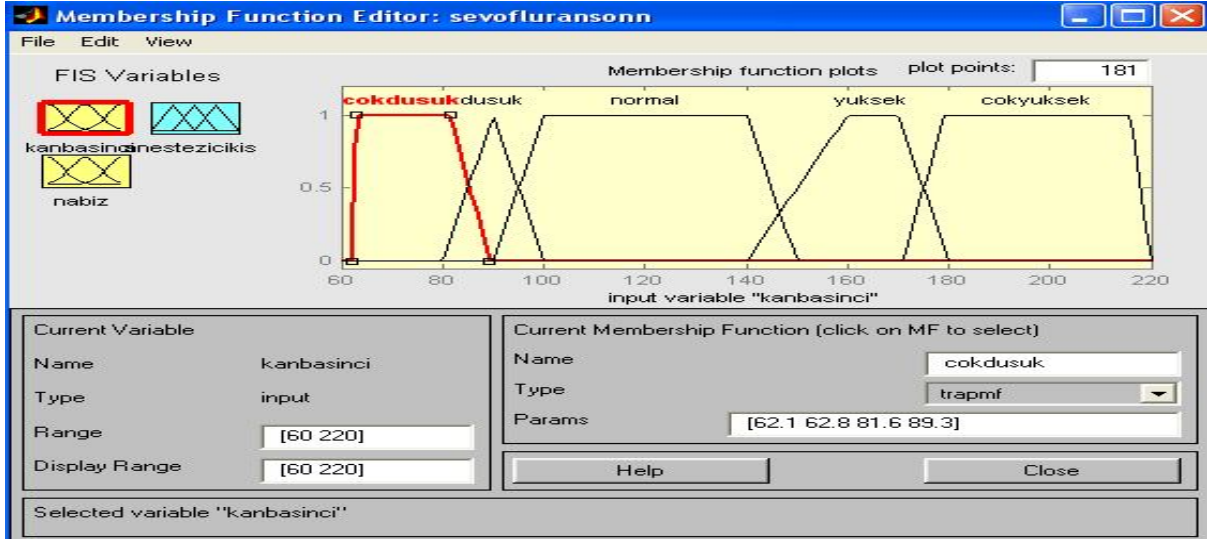


Şekil 1.1. Bulanık Mantık Kontrol Sistemi Blok Diyagramı

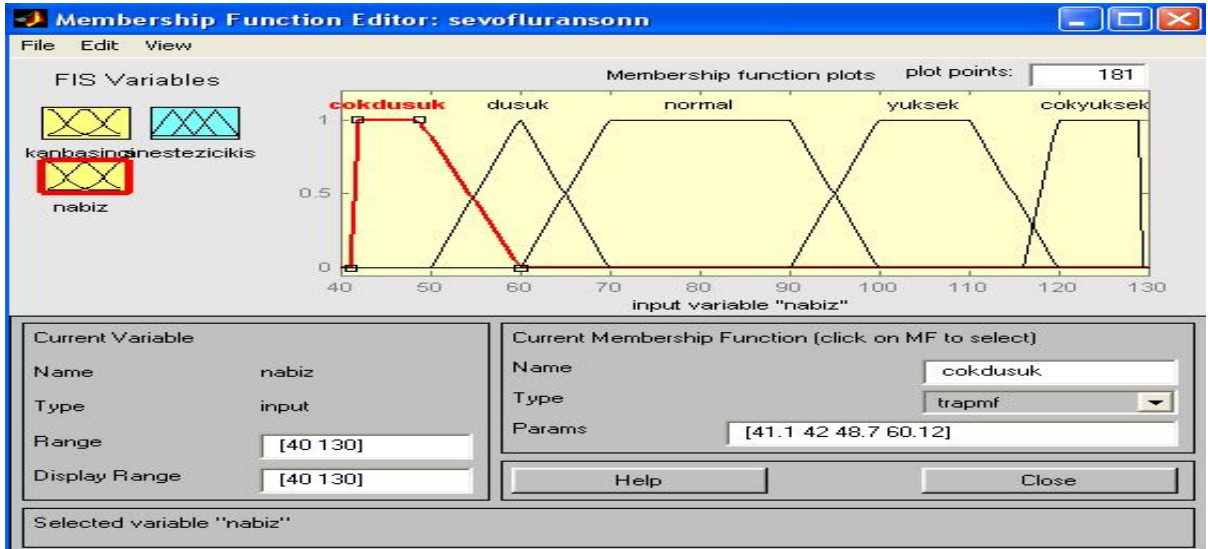
3.1 Bulanık Küme,dilsel değişken ve üyelik fonksiyonları

Kan Basıncı ve Nabız bulanık kümeler için beşer adet, anestezi oranı bulanık kümesi için altı adet dilsel değişken kullanılmıştır. Kan basıncı ve nabız için belirlenen dilsel değişkenler çokdusuk, dusuk, normal,yukse ve cokyukse dir. Anestezi oranı için belirlenen dilsel değişkenler ise, gecersiz, çokdusuk(sıfır),dusuk, normal,yukse ve cokyukse' tir.

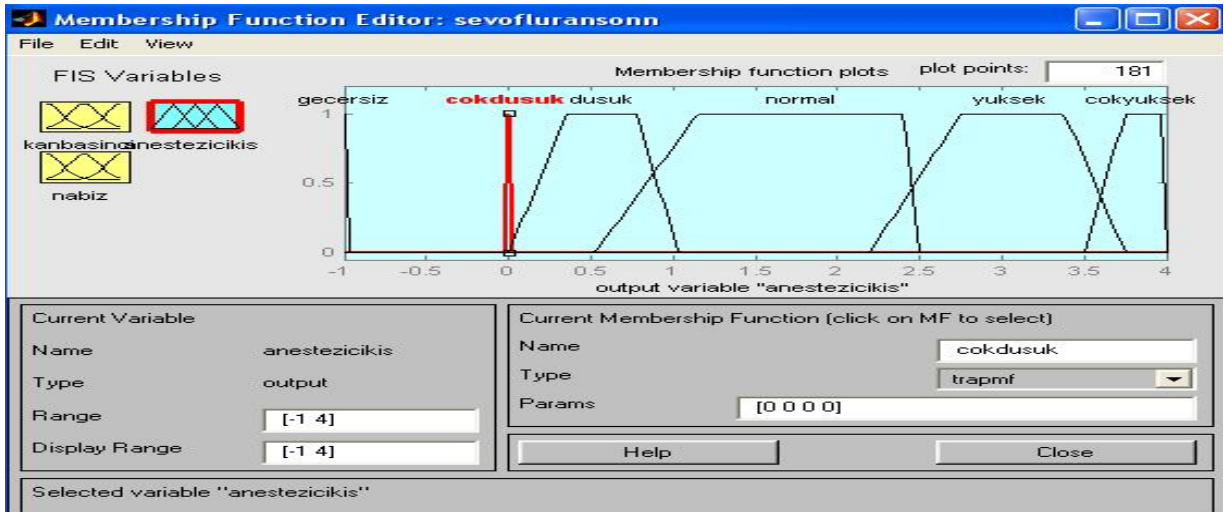
Şekil 1.2 a, Şekil 1.2 b ve Şekil 1.2 c' de giriş ve çıkış değişkenlerine ait üyelik fonksiyonları verilmiştir. Tablo 1.2. ise her bir bulanık küme için dilsel değişkenlerin hangi aralıklarda üyeliğinin 1 olduğu gösterilmiştir.



Şekil 1.2a Kan basıncı üyelik fonksiyonu



Şekil 1.2b Nabız üyelik fonksiyonu



Şekil 1.2c Anestezi oranı üyelik fonksiyonu

Tablo 1.2. Üyelik fonksiyonlarında dilsel değişken üyelik değerlerinin 1 olduğu aralıklar

| Dilsel Değişkenler | gecersiz | cokdusuk | dusuk | normal | yuksekk | Cok yuksek |
|--------------------|----------|----------|---------|---------|---------|------------|
| Kan Basıncı | ----- | <80 | 90 | 100-140 | 160-170 | >190 |
| Nabız | ----- | <50 | 60 | 70-90 | 95-110 | >120 |
| Anestezi Oranı | -1 | 0 | 0,5-0,8 | 1-2,5 | 3-3,6 | 4 |

Bulanık mantık sistem tasarımının bundan sonraki adımları, kural tabanının hazırlanmasıdır.

3.2 Kural Tabanı

Üyelik fonksiyonlarının belirlenmesinden sonra, giriş değişkenlerinin alacağı dilsel değerlere karşılık hastaya uygulanacak anestezi oranının ne olacağını gösteren kural tabanının hazırlanması kısmına geçilmiştir. Kural tabanı tamamen uzman bilgisi ile oluşturulmuştur. Yüzeysel anesteziye kan basıncı ve nabız değerleri yüksektir. Uygulanan anestezi oranı arttıkça, anestezi derinliği artar. Anestezi derinliğinin artması kan basıncı ve nabız düşürür. Derin anesteziye kan basıncı ve nabız düşüktür. Kan basıncı ve nabız arasındaki ilişki göz önüne alındığında, bazı giriş koşullarının gerçekleşmeyeceği tespit edilmiş ve bunlar kural tabanında -1 çıkışı ile gösterilmiştir.[1]

Sistemde gerçekleşebilecek kurallar 17 tanedir. Gerçekleşmeyecek giriş koşulları ise 8 tanedir. Toplam olarak sistemde 25 kural tanımlanmıştır. Tablo 1.3 de sistem için geçerli kurallar, Tablo 1.4 de ise geçersiz kurallar verilmiştir. Şekil 1.3 de sistem kural tabanı gözükmektedir.

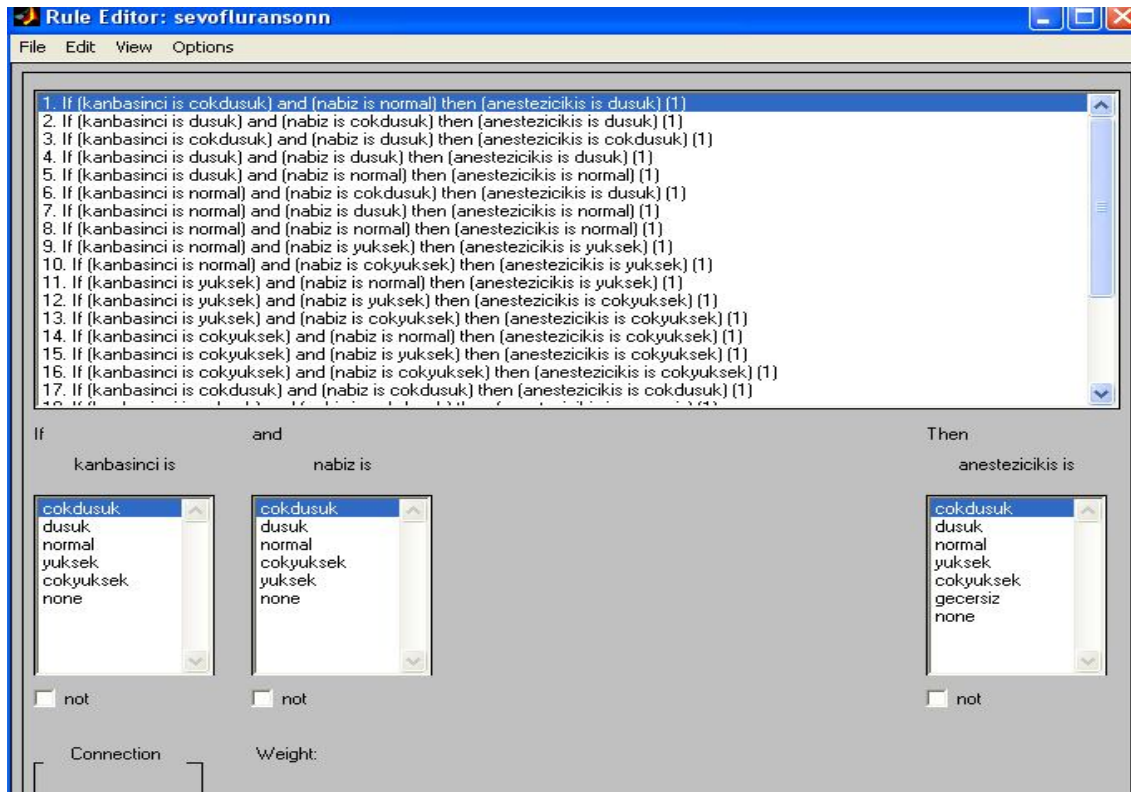
Tablo 1.3 Sistem için geçerli kurallar

| | Kan Bas | Nabız | Anestezicikısı |
|----|----------------|--------------|-----------------------|
| 1 | Cokdusuk | Cokdusuk | Sifir |
| 2 | Cokdusuk | Dusuk | Sifir |
| 3 | Cokdusuk | Normal | Dusuk |
| 4 | Dusuk | Cokdusuk | Dusuk |
| 5 | Dusuk | Dusuk | Dusuk |
| 6 | Dusuk | Normal | Normal |
| 7 | Normal | Cokdusuk | Dusuk |
| 8 | Normal | Dusuk | Normal |
| 9 | Normal | Normal | Normal |
| 10 | Normal | Yuksekk | Yuksekk |
| 11 | Normal | Cokyuksekk | Yuksekk |
| 12 | Yuksekk | Normal | Yuksekk |
| 13 | Yuksekk | Yuksekk | Cokyuksekk |
| 14 | Yuksekk | Cokyuksekk | Cokyuksekk |
| 15 | Cokyuksekk | Normal | Cokyuksekk |
| 16 | Cokyuksekk | Yuksekk | Cokyuksekk |
| 17 | Cokyuksekk | Cokyuksekk | cokyuksekk |

Tablo 1.4 Sistem için geçersiz kurallar

| Kan Basıncı | Nabız | Anestezi Oranı |
|-------------|-----------|----------------|
| Yüksek | Çokdusuk | Koşul geçersiz |
| Çokyüksek | Çokdusuk | Koşul geçersiz |
| Yüksek | Dusuk | Koşul geçersiz |
| Çokyüksek | Dusuk | Koşul geçersiz |
| Çokdusuk | Yüksek | Koşul geçersiz |
| Dusuk | Yüksek | Koşul geçersiz |
| Çokdusuk | Çokyüksek | Koşul geçersiz |
| Düşük | Çokyüksek | Koşul geçersiz |

Sistem için geçersiz kurallar kural veri tabanına **gecersiz** dilsel değişken adıyla -1 sonuç verecek şekilde eklenmiştir.



Şekil 1.3. Sistem kural tabanı

4 Bulanıklaştırma

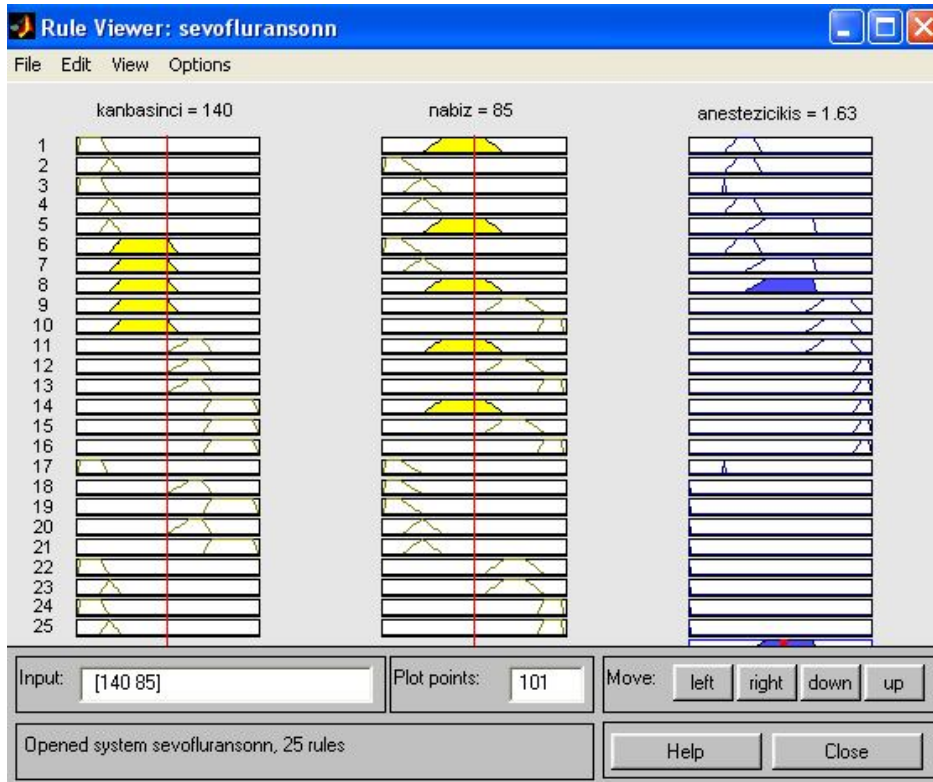
Bulanıklaştırma, işlemin özel bir anında, her bir dilsel değer için üyelik derecesini veya geçerlilik derecesini hesaplamak için üyelik fonksiyonunu kullanma olarak tanımlanabilir.

Birçok bulanık mantık tabanlı uygulama çözümü, dilsel değerlerle sensörlerden alınan girdi değerleri arasındaki ilişkiyi göstermek için bir üretim kuralları kullanır. Üretim kuralları bir ön koşul (IF-bölümü) ve bir sonuç (THEN- bölümü) içerir. IF bölümü AND ve OR gibi dilsel bağlaçlarla birbirine bağlanmış birden fazla koşul içerebilir.

5 İnteraktif Sistem Testi

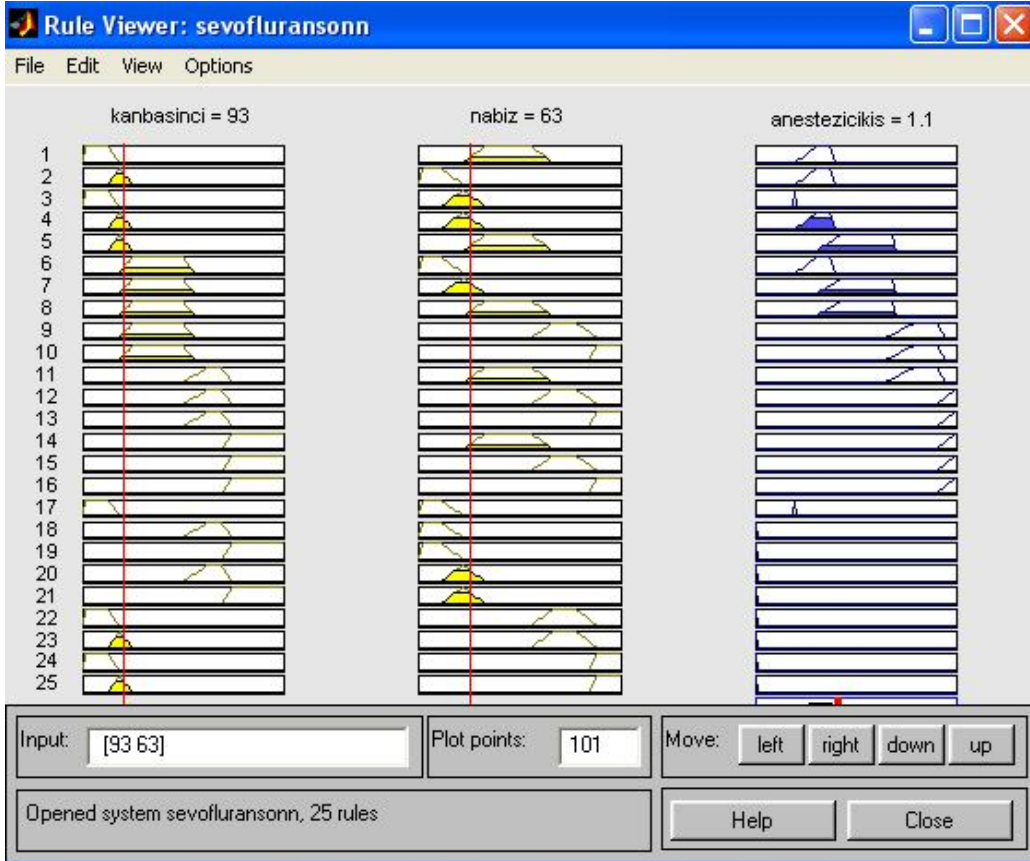
Sistem tasarlandıktan sonra, sistemi test etmek amacıyla gerçek değerlere ne gibi cevaplar verdiği belirlenmiştir.

Bunu yapmak için öncelikle matlab programında view menüsünden Rules komutu ile Şekil 1.4 de gösterilen şekil kullanılmıştır. Burada Input kısmına giriş verileri girilerek programın hangi çıkışı verdiği ve o çıkış sırasında hangi kuralların aktif olduğuna bakılmıştır.

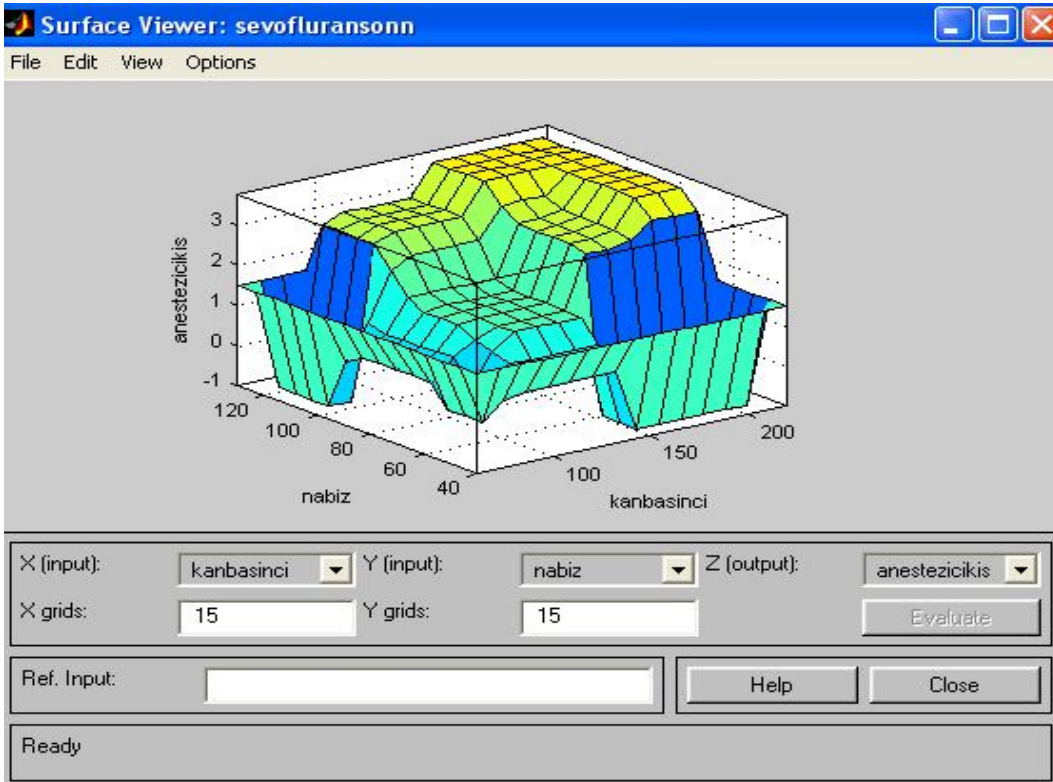


Şekil 1.4 Matlab programında sistem testi

Sistemin çalışmasına örnek bir giriş değeri ile izleyelim. Hastadan alınan kan basıncı değerinin 93 mmHg, nabızın ise 63 p/m olduğunu kabul edelim. Şekil 1.5 de girilen bu değerlere karşılık sistemin ne cevap verdiği ve hangi kuralların aktif olduğu gözükmektedir. Sistemin verdiği cevaba göre hastaya % 1.1 lik anestezi oranı uygulanmalıdır.



Şekil 1.5 Matlab da sistemin 93 mmHg kan basıncı ve 63 p/m nabız değeri için %1.1 değerinde anestezi oranı verdiği gösteren örnek



Şekil 1.7 Matlab programından alınan sistemin üç boyutlu yüzey analizi

5.1 Veri Tabanı Kayıtlı Gerçek Operasyon Değerleri İle Sistem Cevaplarının Karşılaştırılması

Veri tabanına kayıtlı operasyonlardan en genç hastaya ait ve en yaşlı hastaya ait kayıtlar sistemde test edilmiş ve karşılaştırılmış sonuçlar Tablo 1.6 ve Tablo 1.7 de sunulmuştur.

Tablo 1.6 En genç hasta verileri ve sistem testi

Hasta
Adı Soyadı: Tahir Turker
Cinsiyeti: E
Yasi: 16

| | Kan_Basinci | Nabiz | Anestezi | Gerçek kayıt |
|------------|-------------|-------|----------|--------------|
| Anestezi_1 | 105 | 69 | 1.62 | 1.2 |
| Anestezi_2 | 97 | 60 | 1.45 | 1 |
| Anestezi_3 | 95 | 60 | 1.31 | 0.8 |
| Anestezi_4 | 102 | 57 | 1.45 | 1.2 |
| Anestezi_5 | 98 | 90 | 1.61 | 1.4 |
| Anestezi_6 | 118 | 85 | 1.63 | 1.4 |
| Anestezi_7 | 114 | 87 | 1.63 | 1.4 |
| Anestezi_8 | 113 | 88 | 1.63 | 1.4 |

Tablo 1.7 En yaşlı hasta verileri ile sistem testi

Hasta
Adı Soyadı: Kazım Yılmaz
Cinsiyeti: E
Yasi: 69

| | Kan_Basinci | Nabiz | Anestezi | Gerçek kayıt |
|-------------|-------------|-------|----------|--------------|
| Anestezi_1 | 163 | 73 | 3.09 | 2.3 |
| Anestezi_2 | 131 | 56 | 1.38 | 1.5 |
| Anestezi_3 | 104 | 51 | 0.801 | 0.8 |
| Anestezi_4 | 100 | 52 | 0.966 | 0.8 |
| Anestezi_5 | 125 | 53 | 1.1 | 0.8 |
| Anestezi_6 | 134 | 52 | 0.966 | 0.8 |
| Anestezi_7 | 131 | 51 | 0.8 | 0.8 |
| Anestezi_8 | 127 | 52 | 0.966 | 0.8 |
| Anestezi_9 | 121 | 52 | 0.966 | 0.8 |
| Anestezi_10 | 120 | 52 | 0.966 | 0.8 |
| Anestezi_11 | 142 | 57 | 1.44 | 1.5 |
| Anestezi_12 | 132 | 53 | 1.1 | 0.8 |
| Anestezi_13 | 124 | 85 | 1.63 | 1.6 |

6 Sonuç

Yapılan çalışmada amaç Artroskopi operasyonu için anesteziye alınacak olan hastaya anestetist in verdiği anestezi oranını belirlemektir. Operasyonda kullanılan anestezik ajan olarak sevofluran tercih edilmiştir. Sistemin bulanık olarak tasarlanmasının nedeni uygun durum için optimum değeri bularak sağlıklı bir ortam yaratmak ve anestezistin yükünü azaltmaktır. Sistemde kan basıncı ve nabız değerleri girdi değişkeni anestezi oranı ise kontrol değişkeni olarak belirlenmiştir. Bu iki değişken arasındaki ilişkiye bakılarak hastaya verilmesi gereken sevofluran miktarı tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu noktada güzel olan bulanık mantık teoremine uygun olarak problemin insan mantığıyla kavranıp iyi bir şekilde analiz edilmesi ve sonuçlar vermesidir.

Sonuç olarak sisteme verilen doğru aralıklar ile uygulama Tablo 1.7 ve Tablo 1.6 dan da görüldüğü gibi gerçeğe yakın sonuçlar vermiştir ve başarılı olmuştur.

References (Referanslar)

1. Yardımcı, A., Mikrokontrolör Tabanlı FuzzTech programı ile Bulanık Mantık Sevofluran Anestezisi Kontrol Sistemi, Akdeniz Üniv.,Antalya/ Türkiye,2000,76-107
2. <http://www.firattipergisi.com/text.php?id=325#TOP>
3. <http://www.bayindirhastanesi.com.tr/haber.asp?haber=734#sayfabasi>
4. <http://www.almanhastanesi.com.tr/makale/makaleler/atroskopi.htm>
5. MATLAB® Documentation (2004) Neural Network Toolbox Help, Version 6.5, Release 14, The MathWorks, Inc.,