T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ASPİRASYON VE YIKAMA POMPASININ TASARIMI VE YAPAY ZEKÂ İLE KONTROLÜ

Muhammed Bakır DALMIZRAK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mekatronik Mühendisliği Anabilim Dalı

Ocak-2021
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ASPİRASYON VE YIKAMA POMPASININ TASARIMI VE YAPAY ZEKÂ İLE KONTROLÜ

Muhammed Bakır DALMIZRAK

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Mekatronik Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Adem GÖLCÜK

2021, 43 Sayfa

Jüri
Doç. Dr. Kadir SABANCI
Dr. Öğr. Üyesi Adem GÖLCÜK
Dr. Öğr. Üyesi Ali YAŞAR

Apse, vücudumuzun herhangi bir bölgesinde iltihaplı sıvı birikimine verilen genel bir isimdir. Apse oluşumu için öncelikle bakteri, mantar gibi değişik mikroplar oluşmaktadır. Bu mikroorganizmalar, vücut savunma mekanizmaları tarafından vücudun bir bölgesinde sınırlandırılarak yok edilmeye çalışılır. Kanımızda bulunan akyuvarlar mikropla savaşırken, vücudun bu bölgesinde iltihaplı bir sıvı birikmesi olmaktadır. Bu sıvıların temizlenmesi gerekmektedir. Apse tedavisi sırasında hastalar acı çekmektedir. Günümüz teknolojisini göz önünde bulundurursak günler geçtikçe yenilikler meydana gelmekte ve her yeni üretilen ürünler kendisinden bir öncekini geride bırakmaktadır. Teknolojik gelişmelere bağlı olarak sağlık sektöründe de yeni tedavi yöntemleri bulunmaktadır. Yapılan araştırmalar sonucunda apse tedavisi için yeni bir tedavi yöntemine ve cihaza ihtiyaç olduğu görülmüştür. Bu çalışmada apse tedavisinde kullanılmak üzere yeni bir cihaz tasarımı yapılmıştır. Cihaz tasarımında hasta şikayetleri ve sağlık çalışanlarının istekleri göz önünde bulundurulmuştur. Yapılan cihaz sayesinde hem hastalar acı çekmemekte hem de sağlık çalışanlarının zaman kaybı önlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Apse Tedavisi, Aspirasyon Cihazı, Yıkama Pompası, Peristaltik Pompa, Bulanık Mantık

ABSTRACT

MS THESIS

DESİGN AND CONTROL OF THE ASPİRATİON AND WASHİNG PUMP WITH ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Muhammed Bakır DALMIZRAK

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF SELÇUK UNIVERSITY
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
IN MECHATRONICS ENGINEERING

Advisor: Asst. Prof. Dr. Adem GÖLCÜK

2021, 43 Pages

Jury
Assoc. Prof. Dr. Kadir SABANCI
Asst. Prof. Adem GÖLCÜK
Asst. Prof. Dr. Ali YAŞAR

Abscess is a general name given to inflamed fluid accumulation in any part of our body. For the formation of abscess, different microbes such as bacteria and fungi are formed first. These microorganisms are restricted in one part of the body by body defense mechanisms and tried to be destroyed. While the white blood cells in our blood fight the germ, an inflamed fluid accumulates in this part of the body. These fluids need to be cleaned. Patients experience pain during abscess treatment. Considering today's technology, innovations occur day by day, and every newly produced product surpasses the previous one. Depending on the technological developments, there are new treatment methods in the health sector too. As a result of the researches, it has been observed that a new treatment method and device is needed for abscess treatment. In this study, a new device has been designed to be used in abscess treatment. Patient complaints and healthcare professionals' requests have been taken into account in device design. Thanks to the device, both patients do not suffer and the time loss of healthcare workers is prevented.

Keywords: Abcess Treatment, Aspiration Device, Washing Pump, Peristaltic Pompa, Fuzzy Logic

ÖNSÖZ

Tez çalışmamın tasarımında, planlanmasında ve yapımında yardımını ve desteklerini esirgemeyen değerli danışman hocam Sayın. Dr. Öğr. Üyesi Adem GÖLCÜK'e ve cihaz tasarımında destek veren Konya Başkent Üniversitesi Hastanesi, Genel Cerrahi Uzmanı Op. Dr. Ahmet TOLU'ya teşekkür eder, saygılarımı sunarım.

Muhammed Bakır DALMIZRAK
KONYA-2021

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **iv**

ABSTRACT ..... **v**

ÖNSÖZ ..... **vi**

İÇİNDEKİLER ..... **vii**

1. GİRİŞ **1**

1.1. Bulanık Mantık 2

1.1.1. Bulanık Mantığın Avantajları 4

1.1.2. Bulanık Mantığın Temel Kavramları 4

1.1.3. Bulanık ve Klasik Kümeler 5

1.1.4. Bulanık Kümelerin Gösterimi 6

1.1.5. Bulanık Küme İşlemleri 8

1.1.6. Sözel Değişkenler 11

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI **12**

3. ASPİRASYON VE YIKAMA POMPASI **17**

3.1. Aspirasyon Cihazı 17

3.1.1. Aspiratör Çeşitleri 17

3.1.2. İdeal Aspirasyon Cihazının Özellikleri 18

3.1.3. Aspirasyon Cihazının Kullanıma Hazır Hale Getirilmesi 18

3.1.4. Toplama Kavanozunun Temizlenmesi 18

3.2. Aspirasyon Çeşitleri 19

3.2.1. Ağız İçi (Oral) Aspirasyon Yöntemi 19

3.2.2. Nazal Aspirasyon Yöntemi 20

3.2.3. Endotrekeal Tüp İçi Aspirasyon 20

4. MATERYAL VE YÖNTEM **22**

4.1. Aspirasyon ve Yıkama Pompasının Tasarımı 22

4.1.1. Stm 32F407 Mikrodenetleyici 25
4.1.2. Dokunmatik Ekran 26
4.1.3. Sıvı Basınç Sensörü.....28
4.1.4. Sıvı Akış Sensörü.....29
4.1.5. Nema 23 Step Motor 30
4.1.6. Motor Sürücü Kontrol Devresi 31
4.1.7. Selenoid Valf 33
4.1.8. Peristaltik Pompa 34
4.2. Aspirasyon ve Yıkama Pompası İçin Bulanık Mantık Tabanlı Denetleyici Tasarımı 34
4.2.1. Bulanıklaştırma işlemleri (fuzzier) ve üyelik fonksiyonları 35
4.2.2. "FlowRateDifference" giriş üyelik fonksiyonu için oluşturulan bulanık kümeler 36
4.2.3. "Pressure" giriş üyelik fonksiyonu için oluşturulan bulanık kümeler.....37
4.2.4. "Time" giriş üyelik fonksiyonu için oluşturulan bulanık kümeler 38
4.2.5. "SpeedRangeDifference" Çıkış üyelik fonksiyonu için oluşturulan bulanık kümeler 39
4.2.6. "Direction" Çıkış üyelik fonksiyonu için oluşturulan bulanık kümeler....40
4.3. Kural tabanının oluşturulması 40
4.4. Çıkarım mekanizması ve durulaştırma.....41

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 42

5.1. Sonuçlar.....42
5.2. Öneriler.....43

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

A : Amper
$\bar{A}$: A'nın değili
A\B : A'nın B'den farkı
∪ : Birleşim
> : Büyük
≥ : Büyük eşit
dk : Dakika
Hz : Hertz
∩ : Kesişim
< : Küçük
≤ : Küçük eşit
m : Metre
mA : Miliamper
mbar : Milibar
ml : Mililitre
mm : Milimetre
ms : Milisaniye
sn : Saniye
cm : Santimetre
℃ : Santigrat derece
μ : Üyelik fonksiyonu
V : Volt
W : Watt

Kısaltmalar

ADC : Analog to Digital Converter
CLK : Clock
CPU : Central Process Unit
DC : Direct Current
Ekg : Elektro Kardiyo Gram
Freq : Frequency
GND : Ground
I^2C : Inter Integrated Circuit
LED : Light Emitting Diode
LCD : Liquid Crystal Display
MB : Megabyte
MHz : Megahertz
NC : Nonfunctional Connect
RPM : Revolutions Per Minute
SCL : Serial Clock Line
SDA : Serial Data Line
SRAM : Static Random Access Memory
TFT : Thin Film Transistor

1. GİRİŞ

Günümüz teknolojisini göz önünde bulundurursak her geçen gün yenilikler meydana gelmekte ve yeni üretilen ürünler kendisinden bir önceki ürünü geride bırakmaktadır. Teknolojik gelişmelere bağlı olarak yeni nesil aspirasyon ve yıkama pompaları üretilmektedir. Aspirasyon ve yıkama pompası ile apse içi, kist içi, mide yıkaması ve zararlı sıvıların vücuttan atılması işlemleri yapılmaktadır. Günümüzde kullanılan cihazlar manuel olarak çalışmaktadır. Örneğin; hasta vücudundaki zararlı sıvıların vücuttan atılması gerektiği durumlarda sağlık çalışanlarının hasta başında beklemesi ve yapılan işlemi sürekli takip etmesi gerekmektedir. Bu tür sorunların giderilmesi için tez çalışmamızda cihaz tasarımı yapılmıştır.

Günümüzdeki aspirasyon ve yıkama pompalarının tasarımı ve kullanım yöntemleri araştırılmıştır. Bu cihazın kullanımı sırasında hem hastaların acı çektiği hem hem de sağlık çalışanlarının zaman kaybına uğradığı sonucuna ulaşılmıtır. Zararlı sıvıların temizlenmesi sırasında mevcut cihazlarda işlemin oldukça uzun olduğu ve cihazın emme hortumunda tıkanıklık olduğu görülmüştür. Bu tıkanıklıklardan dolayı hasta acı çekmekte ve sağlık çalışanları hasta başından ayrılamamaktadır. Bu sorunun çözümü için yapılan araştırmalar sonucunda hemodiyaliz cihazının çalışma mantığından hareketle yeni bir aspirasyon ve yıkama pompası tasarımı yapılmıştır.

Çalışmada tasarımı yapılan pompa ve step motoru kullanılmıştır. Hastadan toplanan zararlı sıvıların tekrar hastaya gitmemesi için selenoid valfler kullanılmıştır. Ayrıca tasarlanan cihazda, zararlı sıvıların vücuttan atma işlemini kontrol etmek için sıvı akış sensörü ve basınç sensörü kullanılmıştır. Bu cihaz sayesinde sağlık çalışanları zararlı sıvıların atılması işlemini manuel olarak yapabileceği gibi işlem süresini ve sıvı akış hızını belirleyerek otomatik olarak da yapabilmektedirler.

Yapay zeka teknolojilerinin hayatımızdaki yeri her geçen gün artmaktadır. Çok çeşitli alanlarda faydalanılan yapay zeka teknolojileri hayatımıza sağladığı en büyük fayda hızı ve kolaylıklarıdır. Aspirasyon ve yıkama pompası ile ilgili yapılan araştırmalarda, cihazların kontrolünde yapay zeka teknolojilerinin kullanılmadığı görülmüştür. Cihaz tasarımı gerçekleştirilirken, güncel teknoloji kullanılarak üretilen aspirasyon ve yıkama pompasına ilave olarak işlem süresi ve sıvı akış hızı değerleri girildikten sonra cihazın otomatik olarak çalışması gerçekleştirilmiştir. Bu konuda yapay zekanın avantajları da kullanılarak programlama yapılmıştır. Programlamanın

yanı sıra yapay zekanın da sağlık çalışanlarının işlerini rahatlatacağı görülmüştür. Bu sebeple yapılan çalışmada sağlık çalışanlarının işlerini kolaylaştırmak ve zamandan tasarruf etmek için aspirasyon ve yıkama pompasının kontrolü, yapay zeka teknolojilerinden olan bulanık mantık ile yapılmıştır.

1.1. Bulanık Mantık

Bulanık mantığı ilk olarak 1960'ta University of California, Berkeley'den Dr. Lotfi Zadeh ortaya koymuştur. Zadeh doğal dildeki belirsizliği modellemeyi amaçlamıştır. Zadeh bulanık mantığı bulanıklaştırma metodunun (*fuzzification*), bilinmeyen bir yöntemin ayrık (*crisp, discrete*) formundan temelli (*continuous, fuzzy*) yöntemine dönüştürerek genelleştirmiştir (Zadeh, 1996).

1973 yılında Queen Mary College'de Prof. Dr. H. Mamdani bulanık mantığı ilk olarak buhar makinesinde denemiştir. 1980 yılında Danimarka'da bulunan çimento fabrikasının fırınını kontrol etmek için bulanık mantık ticari amaçla kullanılmıştır. Fırın değirmeninde hassas denge ile oksijen miktarı ve sıcaklık derecesi en standart olacak şekilde yapılmıştır (Günal, 1997).

1987 yılında Japon Hitachi firması Japonya'daki Sendai metrolarında bulanık mantığı kullanmıştır. Bulanık mantık sayesinde metroların istenilen yerde, istenilen zamanda durması ve metroların daha verimli çalışması sağlanmıştır. Tüm bunlara ek olarak enerji tüketimi %10 oranında azaltılmıştır. Daha sonra Hitachi firmasından aynı yöntemi Tokyo metroları için de kurması istenmiştir. Buradaki başarılardan dolayı bulanık mantığa ilgi artmış ve bulanık mantığın yaygınlaştırılması için Laboratory for Interchange Fuzzy Engineering (LİFE) laboratuvarını kurmuşlardır. LİFE laboratuvarlarına ek olarak Fuzzy Logic Systems Institute (FLSI) enstitüsü bulanık mantığı otomotiv, elektronik ve üretim sektöründe de kullanmak için kurulmuştur (Abduljabar, 2011).

Bulanık mantığın, klasik mantıktan farkı insan düşüncesine ve insan diline daha yakın olmasıdır. Bulanık mantığın temelinde gerçek dünyadaki eksiklikler ve yaklaşık özellikleri yakalamak vardır. Bulanık mantık matematiksel modelleri ve ölçülen değerleri insan düşüncesine formüle eder (Çobanoğlu, 2000).

Bulanık mantıkta kesin ifadelerden ziyade günlük konuşmada kullanılan ifadeler kullanılmaktadır. Sıcak, çok sıcak, ılık, soğuk, çok soğuk, kısa ve uzun gibi kelimeler sayesinde insan düşünce yapısına denetimi sağlamaktadır. Bulanık mantık denetleyicisi

endüstriyel teknolojiler, elektronik ev aletleri, uzay sanayisi, havacılık, tarım, otomatik kontrol sistemleri ve otomasyon sistemleri gibi birçok alanda kullanılmaktadır (Çobanoğlu, 2000).

İkili mantık, iki farklı değer alan değişkenlerin yanı sıra mantıksal anlam taşıyan işlemleri yapar. İki faklı değer alabilen değişkenler evet ve hayır veya doğru ve yanlış şeklinde tanımlanabilir. Burada belirtilen değişkenler sadece 1 veya 0 değerini alır (Çobanoğlu, 2000).

Ancak bulanık mantık ikili mantık sisteminden faklı çalışmaktadır. Bulanık mantık günlük konuşma dilinde kullandığımız durumları veya uzman kişi tarafından geliştirilen durum değişkenlerini kullanarak o olayın ne kadar oranda gerçekleşebileceğini belirleyerek olayların ne kadar oranda gerçekleşeceğini bize gösteren çoklu mantık sistemidir (Xinqing ve ark., 1996; Çobanoğlu, 2000).

Bulanık mantık birden çok değer alan mantık kavramıdır. Klasik mantık 1 veya 0 sonucu vermesine karşın bulanık mantık çok daha fazla sonuç vermektedir. Yani bu bulanık mantıkta küme elemanları derecelendirilir. Başka bir ifadeyle beyaz ile siyah arasında sınırsız sayıda gri tonları vardır. Örnek verecek olursak mesafe ile ilgili problemde çıktı sadece yakın veya uzak değildir. Bulanık mantıkta çıktı mesafenin ne kadar yakın ne kadar uzak olduğunu da belirtmektedir (Günal, 1997).

Klasik mantıkta kısalık-uzunluk, küçüklük-büyüklük gibi terimlerin kesin ve net sınırları vardır. Mesela uzun insanların alt limiti 1.75 m'dir. Klasik mantığa göre "Mehmet uzun boylu mudur?" sorusu sorulduğu zaman, klasik mantık bu sınıra bakıp ona göre cevap vermektedir. Eğer ki Mehmet'in boyu 1.75 m'nin üstünde ise Mehmet uzun boyludur, 1.69 m ise kısa boyludur diye cevap vermektedir. Ancak bulanık mantıkta bu durum farklıdır. Mehmet'e ne kadar kısa veya ne kadar uzun olduğunu sorar. Klasik mantıktaki olduğu gibi kısaya 0 uzuna 1 gibi net sonuçlar vermez. 0.9, 0.8, 0.7… gibi daha hassas sonuçlar verir. Bu sayede 1.69 m boyunda olan bir kişiye kısa yani 0 demez, 0.2 kadar uzundur denir. Elbette bulanık mantığında bir sınırı vardır. Bu sınırlar eldeki durumlara, şartlara göre değişmektedir. Bulanık mantığın klasik mantıktan farkı daha esnek olmasıdır (Çobanoğlu, 2000).

1.1.1. Bulanık Mantığın Avantajları

- Gündelik yaşamda olduğu gibi zamanla değişen, belirsiz, karışık, iyi açıklanmamış sistemin denetlenmesine basit çözümler sunarak belirsiz durumları ortadan kaldırır (Abduljabar, 2011).
- Basit matematiksel modelle tanımlanan sistemin denetimi için geleneksel bir denetim mekanizması yeterli olacaktır. Ancak karmaşık sistem için klasik mantık uygulamak yüksek maliyetli olmanın yanı sıra oldukça da zordur. Bu yüzden bulanık mantık denetimi klasik mantık denetimine göre hem daha ekonomik hem de daha iyi analiz etmektedir (Abduljabar, 2011).
- Bulanık mantıkta denetimin küçük yazılım ile ve hızlı bir şekilde olması isteniyor ise işaretler ön işlemden geçirilmeli ve geniş alandaki değerler az sayıda olan üyelik fonksiyonlarına indirgenmelidir (Abduljabar, 2011).
- Bahsedilen az sayıdaki veriler üzerinde uygulanacak kurallar da az olduğu için sonuç elde etmek daha kolay olacaktır. Bilgisayar ortamında bu durum böyledir. Donanımı özel olarak geliştirerek sonuca daha çabuk varmak mümkündür. Örneğin Sanyo-Fisher şirketi, video kayıt yapan bir cihazda mikro bilgisayarlar kullanmayı düşünmüşlerdir. Ancak kullanılacak olan mikro bilgisayarlar yetersiz olduğu için, bulanık denetimi kullanmışlardır. Bulanık denetim sayesinde yazılım boyutları küçük olduğu için, ekstradan bir dış bellek kullanmamışlardır (Abduljabar, 2011).
- Bulanık mantık denetimi uzman kişiden alınan bilgilerin girişine ve uzman kişilerin tecrübesinden faydalanabilmesine olanak sağlamaktadır (Abduljabar, 2011).

1.1.2. Bulanık Mantığın Temel Kavramları

Bulanık mantığın dört ana kavramı vardır. Bunlar;

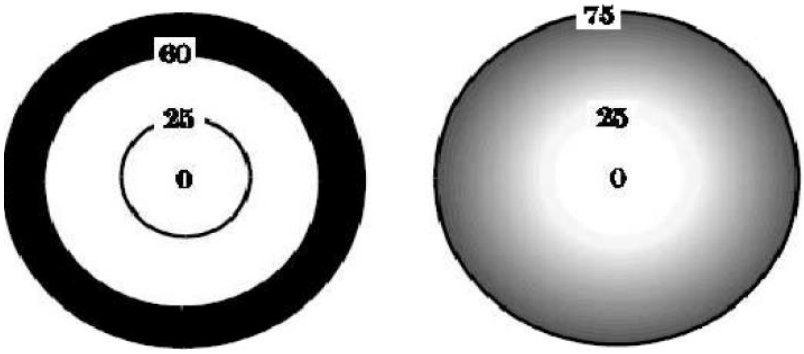
- Bulanık kümelerin net olmayan limitlere kurulmuş kümelerden oluşmaktadır.
- Bulanık mantıkta sözel değişkenler nicel ya da nitel olarak tanımlanmış değerlerdir.
- Bulanık kümede olasılık dağılımları belirtilmiş sözel değişkenlerin değer sınırlarıdır.

- İki farklı değeri mantıksal gösterimini genelleyen fonksiyonel haritalama ya da mantıksal formülü tanımlamak, bilgi dizayn gösterimi olarak ifade etmek için EĞER-İSE kuralları kullanılır (Mahmood, 2010).

Yukarıda ifade edilen kavramların ilk üç tanesi, bulanık mantıkta bütün alt alanlar için temel kavramlardır. Son kavram ise çoğu bulanık kontrol sistemini içermektedir. Ayrıca günümüzdeki çoğu endüstriyel uygulamalar için de alt yapı oluşturmaktadır (Mahmood, 2010).

1.1.3. Bulanık ve Klasik Kümeler

Bulanık mantığın temelinde bulanık küme ve alt kümeleri vardır. Klasik küme yaklaşımında bir nesne kümenin elemanıdır veya kümenin elemanı değildir. Matematiksel olarak ifade edersek nesne ile küme arasındaki ilişki nesne kümenin elemanı olduğu zaman "1" kümenin elemanı olmadığında "0" değerini almaktadır. Klasik küme gösteriminin genişletilmiş hali bulanık mantıktır. Bulanık mantıkta nesnelerin üye olma dereceleri vardır. Her nesnenin üye olma derecesi vardır. Nesnelerin üye olma dereceleri (0,1) aralığında bir değer olabilir. Üye olma fonksiyonu μ(x) ile ifade edilir. Bulanık kümenin üye olma fonksiyonu tanım kümesinde bulunan tüm elemanları, genellikle birim aralık olarak bilinen aralığa atamaktadır (Mahmood, 2010).

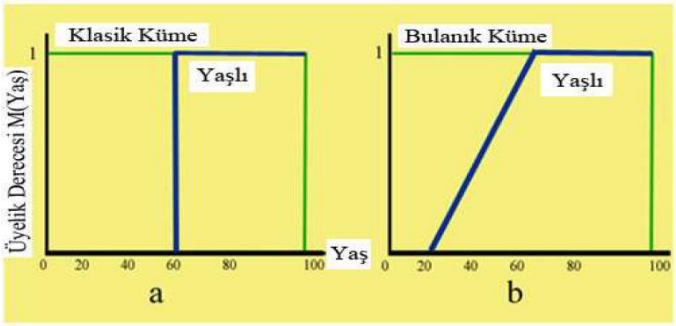


(a) (b)

Şekil 1.1. a) Klasik küme ile yaşlılar kümesinin gösterimi, b) Bulanık küme ile yaşlılar kümesinin gösterimi (Mahmood, 2010).

Şekil 1.1.'de yaşlı kişiler için klasik küme ve bulanık küme gösterimi verilmiştir. Bu şekilde beyazdan siyaha gidildikçe yaş büyümektedir. Şekil 1.1.a'ya göre yaşı 60 ve daha fazla olan kişiler yaşlı ve siyah renkte gösterilmiş, 60'dan daha küçük olanlar ise

yaşlı olmayan kişiler ve beyaz renkte gösterilmiştir. Şekil 1.1.b'de ise yaşı 25 ile 75 arasında olan kişilerin yaşlılık oranları gri olarak gösterilmiştir (Mahmood, 2010).



Şekil 1.2. a) Klasik üyelik fonksiyonları b) Bulanık üyelik fonksiyonları (Mahmood, 2010).

Şekil 1.1.'de verilen klasik kümeler ve bulanık kümelerin üyelik fonksiyonları şekil 1.2.'de gösterilmiştir.

1.1.4. Bulanık Kümelerin Gösterimi

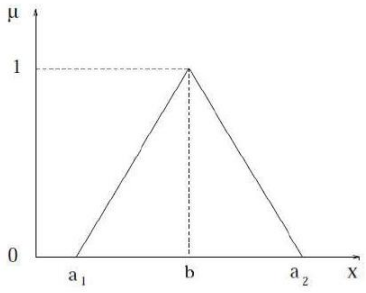
Bulanık kümeler de klasik kümeler gibi 2 farklı şekilde gösterilir. Birinci gösterim şekli kümenin elemanlarının üyelik derecesine göre sıralamak, ikinci gösterim şekli ise matematiksel ifade ile üyelik fonksiyonunu tanımlamaktır. Bulanık kümelerde üyelik dereceleri arasındaki geçişler klasik kümelerdeki kadar keskin değildir. Tam aksine geçişler sürekli ve yumuşaktır. Pratikte kullanılan dört fonksiyon tipi şu şekildedir (Doğueri, 1996; Mahmood, 2010).

- Üçgen üyelik fonksiyonu
- Yamuk üyelik fonksiyonu
- Gaussian üyelik fonksiyonu
- Genelleştirilmiş bell (çan şekilli) üyelik fonksiyonu

Üçgen Üyelik Fonksiyonu

Üçgen üyelik fonksiyonu a_1, b ve a_2 şeklinde üç ayrı parametre ile tanımlanmaktadır. Üçgen üyelik fonksiyonu Şekil 1.3.'te gösterilmiştir (Mahmood, 2010). Denklem 1.1'de üçgen üyelik fonksiyonunun matematiksel ifadesi verilmiştir.

$$\mu(x; a_1, b, a_2) = \begin{Bmatrix} a_1 \le x \le b \; ise \; (x - a_1) \,/\, (b - a_1) \\ b \le x \le a_2 \; ise \; (a_2 - x) \,/\, (a_2 - b) \\ x > a_2 \; veya \; x < a_1 \; ise \; 0 \end{Bmatrix} \quad (1.1)$$

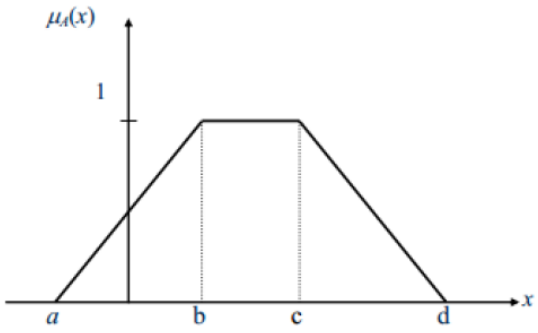


Şekil 1.3. Üçgen üyelik fonksiyonu (Mahmood, 2010).

Yamuk Üyelik Fonksiyonu

Yamuk üyelik fonksiyonu a, b, c ve d şeklinde dört değişken ile tanımlanmaktadır (Şekil 1.4.). Üçgen üyelik fonksiyonu aslında yamuk üyelik fonksiyonunun özel bir halidir (Mahmood, 2010). Yamuk üyelik fonksiyonu denklem 1.2'de gösterildiği gibi matematiksel olarak ifade edilmektedir.

$$\mu(x,a,b,c,d) = \begin{Bmatrix} x < a \quad ise \quad 0 \\ a \le x \le b \quad ise \quad (x-a)/(b-a) \\ b \le x \le c \quad ise \quad 1 \\ c \le x \le d \quad ise \quad (x-d)/(c-d) \\ d < x \quad ise \quad 0 \end{Bmatrix} \tag{1.2}$$

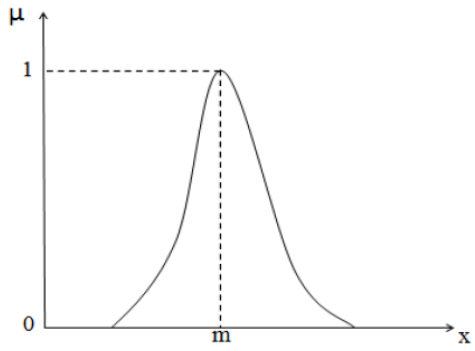


Şekil 1.4. Yamuk üyelik fonksiyonu (Mahmood, 2010).

Gaussian üyelik fonksiyonu

Bu tür üyelik fonksiyonları m ve s değişkenleri ile tanımlanmaktadır (Şekil 1.5.). Bu üyelik fonksiyonunda m fonksiyonun merkezini ve s fonksiyonun genişliğini ifade etmektedir. S'nin değeri değiştirilerek, fonksiyonun şeklini değiştirilebilir. Eğer ki s değeri küçük olursa üyelik fonksiyonu ince olurken s değeri büyük oldukça üyelik fonksiyonu da büyüyecektir (Mahmood, 2010). Denklem 1.3'te gaussian üyelik fonksiyonunun matematiksel ifadesi verilmiştir.

$$\mu\,(x\,;m,s) = \exp\left\{\frac{-(x-m)^2}{2s^2}\right\} \quad (1.3)$$

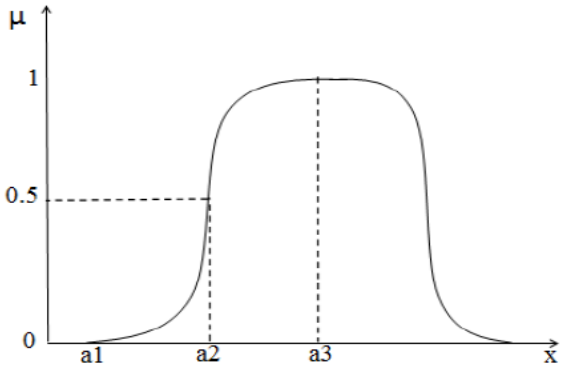


Şekil 1.5. Gaussian üyelik fonksiyonu (Mahmood, 2010).

Çan şekilli üyelik fonksiyonu

Bu tür üyelik fonksiyonları a_1, a_2 ve a_3 olarak 3 farklı parametre ile tanımlanmaktadır (Mahmood, 2010). Çan üyelik fonksiyonu şekil 1.6.'da gösterilmiştir. Çan üyelik fonksiyonunun matematiksel ifadesi denklem 1.4'te verilmiştir.

$$\mu\,(x\,;a_1,a_2,a_3) = \left\{\frac{1}{1+\left|\frac{x-a_3}{a_1}\right|^{a^2}}\right\} \quad (1.4)$$



Şekil 1.6. Çan şekilli üyelik fonksiyonu (Mahmood 2010).

1.1.5. Bulanık Küme İşlemleri

Klasik küme teorisinin genişletilmiş hali bulanık küme teorisidir. Bu yüzden bulanık kümede işlemleri tanımlanırken, U uzayındaki klasik alt kümelerin içinde bulunan bağlantıların genişletilmesi yeterlidir (Çobanoğlu, 2000).

A ve B kümeleri µA ve µB üyelik fonksiyonlu U uzayında bulunan iki ayrı bulanık küme olarak tanımlansın. Bu iki ayrı bulanık küme için kesişim, birleşim ve tümleyici küme gibi teorik işlemler kendi üyelik fonksiyonlarıyla ifade edilir (Çobanoğlu, 2000).

Küme teorisi için gerekli olan özellikler:

Kümelerde De Morgan Kanunu:

$$\overline{(A \cap B)} = \bar{A} \cup \bar{B} \text{ ve } \overline{(A \cup B)} = \bar{A} \cap \bar{B}$$

Kümelerde Dağılma Özelliği:

$$A \cap (B \cup C) = (A \cap B) \cup (A \cap C) \text{ ve } A \cup (B \cap C) = (A \cup B) \cap (A \cup C)$$

Kümelerde Yutma ve Tek Kuvvet Özelliği:

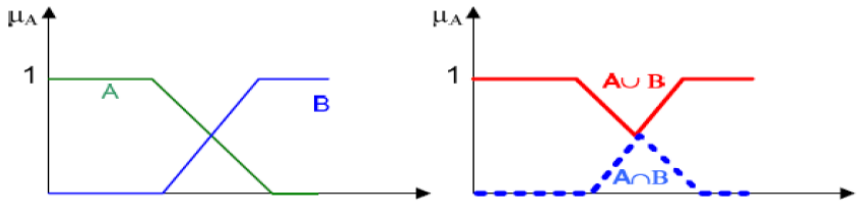
$$A \cup (A \cap B) = A \text{ ve } A \cap (A \cup B) = A$$

$$A \cup A = A \text{ ve } A \cap A = A$$

Kesişim özelliği: A kümesinin ve B kümesinin kesişimi "A∩B" şeklinde ifade edilmektedir. Bulanık kümelerde kesişim işleminde iki tane alt kümenin kesişimi durumunda her kümeye ait olan öğelerin ait oldukları kümelerdeki üyelik derecelerinden küçük olan alınır. Kesişim özelliğinin boole cebrinde karşılığı VEYA (OR) işlemidir. Üyelik fonksiyonları denklem 1.5 ve denklem 1.6'da gösterildiği gibi matematiksel olarak ifade edilmektedir (Çobanoğlu, 2000; Abduljabar, 2011).

$$U\,[\mu_A(x), \mu_B(x)] = \min\,[\mu_A(x), \mu_B(x)] \qquad (1.5)$$

$$\mu_{A \cap B}(x) = \min\,[\mu_A(x), \mu_B(x)] \qquad (1.6)$$



Şekil 1.7. Bulanık kümelerin kesişim ve birleşim işlemlerinin grafiksel gösterimi (Mahmood, 2010).

Birleşim özelliği: A kümesinin ve B kümesinin birleşimi "A∪B" şeklinde ifade edilir. Bulanık kümelerde birleşim işleminde iki alt kümenin birleşimi durumunda her kümeye ait olan öğelerin ait oldukları kümelerdeki üyelik derecelerinden büyük olan alınır. Birleşim özelliğinin boole cebrinde karşılığı VE (AND) işlemidir. Üyelik

fonksiyonları denklem 1.7 ve denklem 1.8'de verilmiştir (Çobanoğlu, 2000; Abduljabar, 2011).

$$U[\mu_A(x), \mu_B(x)] = \max[\mu_A(x), \mu_B(x)] \quad (1.7)$$

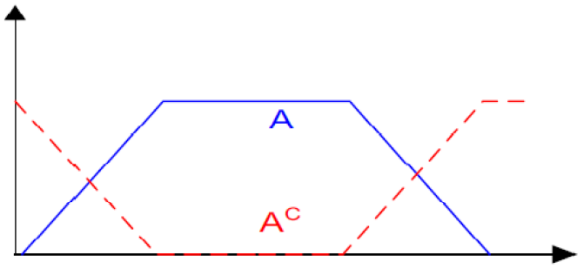
$$\mu_{A \cup B}(x) = \max[\mu_A(x), \mu_B(x)] \quad (1.8)$$

Şekil 1.7.'de bulanık kümede birleşim ve kesişim işlemleri gösterilmiştir.

Tümleme Özelliği: Bir bulanık kümenin tümleyenini bulabilmek için A kümesinin elemanlarının üyelik derecesi 1'den çıkarılmalıdır. Bu bulanık kümenin tümleyenini klasik kümelerdeki gibi de bulunabilmektedir. Şekil 1.8.'de bulanık kümede tümleme özelliğinin grafiksel görüntüsü verilmiştir. Tümleme özelliğinin boole cebrindeki karşılığı DEĞİL (NOT) işlemidir. Üyelik fonksiyonları denklem 1.9 ve denklem 1.10'da verilmiştir (Çobanoğlu, 2000; Abduljabar, 2011).

C(a) = 1-a ya da (1.9)

$$\mu_{\bar{A}}(x) = 1 - \mu_A(x) \quad (1.10)$$



Şekil 1.8. Bulanık kümelerin tümleme işlemlerinin grafiksel gösterimi (Mahmood, 2010).

Fark Özelliği: Bulanık A kümesinin ve B kümesinin farkı şu şekilde ifade edilir.

$A \backslash B = A \cap \bar{B}$

$\mu_{\bar{B}}(x) = 1 - \mu_B(x)$ olduğu için

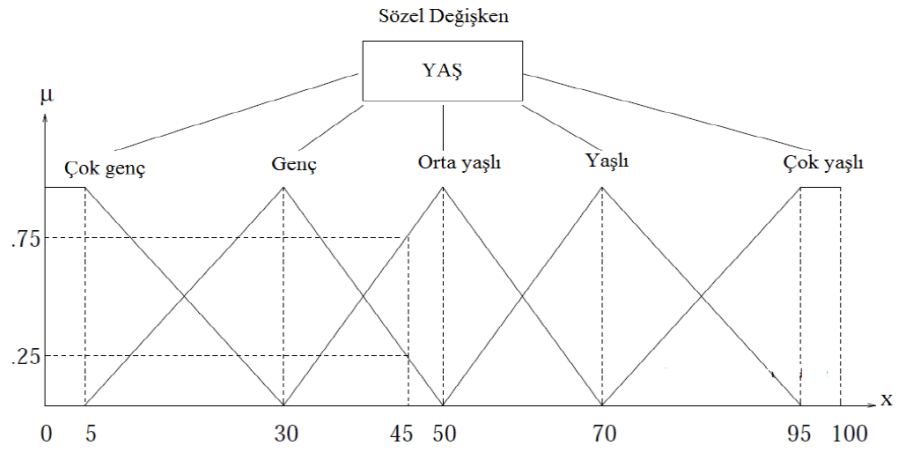
$$\mu_{A \cap \bar{B}}(x) = min[\mu_A(x), 1 - \mu_B(x)] \quad (1.11)$$

olarak ifade edilmektedir (Çobanoğlu, 2000; Abduljabar, 2011).

1.1.6. Sözel Değişkenler

İnsanın temel düşüncesi özellikle zihinsel örüntüler ve kavramsal şekillerdir. Bunların olgunlaşmasıyla sayısal belirginlik ortaya çıkar. Aslında insan düşünce yapısının ilk oluşumu bulanıktır. Matematikte integral ve diferansiyel hesaplarda bulanıklığı ifade etmek imkansızdır. Çünkü bu matematiksel yöntemler kesinlik gerektirir. Yani sözel ifadeden sayısal ifadeye geçişte bulanık mantık bir köprü işlevi görmektedir (Mahmood, 2010).

Sözel değişkenler değerini günlük konuşma dilinden ala cümle ve kelimelerdir. Sözel değişkenler ifadesini daha iyi anlamak için günlük konuşma dilinde kullandığımız yaş sözcüğünü örnek alalım. Yaş sözcüğü sözel bir değişkendir. Yaş sözcüğünün değerleri; orta yaşlı, çok yaşlı, yaşlı, çok genç ve genç gibi sözcüklerle tanımlanmaktadır. Bu değerler yaş sözcüğünün terimleridir ve bu sözcükler bulanık kümelerde temsil edilebilir (Mahmood, 2010).



Şekil 1.9. Sözel değişken yaş sözcüğünün terimleri

Şekil 1.9.'da verilen örnekte yaş sözcüğünün sözel değişkenleri için üyelik fonksiyonları gösterilmiştir. Bu değişkenler [0-100] arasında değerler ile tanımlanmıştır. Örneğin 50 yaşındaki bir kişi orta yaşlıdır ve o kişinin orta yaşlı olma üyelik değeri 1'dir. 45 yaşında olan bir kişinin orta yaşlı olma üyelik değeri 0.75 iken aynı kişinin genç olma üyelik değeri 0.25'tir. Bulanık mantığın en önemli değişkenlerinden biri sözel değişkenlerdir. Çünkü matematik ile günlük konuşma dili arasında bir köprü kurmaktadır (Mahmood, 2010).

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Stephanov beyin apsesinin cerrahi tedavi yöntemlerini incelemiştir. Bu yöntemleri altı kategoride sınıflandırmıştır; keseleştirme, tüp drenajı, sadece dokunma, Kahn'ın migrasyon yöntemi, eksizyon ve aspirasyon. Stephanov bu yöntemlerden sadece aspirasyon ve eksizyon yöntemlerinin kullanıldığını belirtmiştir. Beyin apsesinin cerrahi tedavisinde bilgisayarlı tomografik ve antibiyotikler önemli rol oynadığını söylemiştir. Beyin apsesinin erken ve kesin lokalizasyonunun belirlenmesinin önemli olduğunu belirtmiştir (Stephanov, 1988).

Sakuraba ve ark. National Hospital Organization Tokyo hastanesinde 1994-2003 yıllarında yaptıkları çalışmada göğüs duvarındaki tüberküloz apse tedavisi gören 13 hastayı incelemiş ve tedavi yöntemlerini analiz etmişlerdir. Hastaların tamamına postoperatif antitüberküloz tedavi uygulamışlar. Bu tedavi yönteminin tekrar apse oluşumunu azalttıklarını öne sürmüşlerdir (Sakuraba ve ark., 2005).

Oliveira ve ark. 1998-2000 yılları arasında, prostat apsesi teşihisi konulan ve tedavisi yapılan 9 hastanın tedavi yöntemlerini incelemişlerdir. Medline verilerini literatürde açıklananlarla karşılaştırmışlardır. Yapılan çalışma sonucunda mikro apselerin ameliyatsız iyileşebileceğini söylemişlerdir. Ayrıca prostat apsesinin geniş spektrumlu antibiyotikler ve cerrahi drenaj ile tedavi edilmesi gerektiğini önermişlerdir (Oliveira ve ark., 2003).

Yu ve ark. yaptıkları çalışmada, piyojenik karaciğer apsesinin iğne ile tedavisini incelemişler ve deneyimlerini bildirmişlerdir. Ayrıca piyojenik karaciğer apsesinin tedavisinde iğne aspirasyonunun etkili ve güvenli olduğunu söylemişler. Ayrıca çoklu apselerde drenaj yöntemine alternatif olarak ilk seçenek olarak düşünülmesi gerektiğini bildirmişlerdir (Yu ve ark., 1997).

Malik ve ark. yaptıkları bu çalışmada, piyojenik karaciğer apsesinin optimum yöntemini araştırmış ve yeni tedavi yöntemi sunmuşlardır. Hindistan'da 2001-2006 yılları arasında tedavi edilen piyojenik karaciğer apsesi olan 169 hastayı incelemişlerdir. İnceleme sonucunda cerrahi olarak tedavi gören hastalardaki ölüm oranının, cerrahi olmayan tedavi yöntemlerindekine göre daha düşük olduğunu görmüşlerdir. Bu yüzden cerrahi drenaj ve antibiyotiklerin tedavi için gerekli olduğunu söylemişlerdir (Malik ve ark., 2010).

Wang ve ark. yapmış oldukları çalışmada, böbrek hastalarında oluşan apselerin yanlış tanı ve tanıda gecikme olduğunu görmüşlerdir. Hemodiyaliz tedavisi gören bir

hasta üzerinde çalışmışlardır. Hastadaki böbrek apsesi tomografi eşliğinde iğne aspirasyonu ile teşhis edilmiştir. Hastayı antibiyotik ve aspirasyon ile tedavi etmişlerdir (Wang ve ark., 2003).

Jang ve ark. prostat apsesinin transüretral rezesiyonu ve iğne aspirasyonu ile tedavi edilmesindeki farkları araştırmışlardır. Gangnam Severance Hastanesinde 10 yıl boyunca prostat apsesi tanısı konulan hastaları incelemişlerdir. Transüretral rezeksiyonu tedavi yönteminde 23 vakayı, iğne aspirasyonu ile 18 hastayı tedavi etmişlerdir. Transüretral rezeksiyonu yönteminde hastaların tedavi süresi ortalama 10,2 gün iken iğne aspirasyonunda ise ortalama tedavi süresinin 23,5 gün olduğunu görmüşlerdir (Jang ve ark., 2012)

Juul ve ark. yaptıkları çalışmada, karaciğer apsesi olan 22 hastayı 9 yıl boyunca kateter drenajı ile tedavi etmişlerdir. 17 hastayı cerrahi müdahale olmadan tedavi etmişlerdir. 4 hastayı cerrahi müdahaleden sonra tedavi etmişlerdir. 1 hasta ise ölmüştür. Yapılan çalışma sonucunda karaciğer apselerinin tedavisi için kateter drenajını önermişlerdir. Karaciğer apsesi olan hastaların cerrahi tedaviye ihtiyaçlarının olduğunu belirtmişlerdir (Juul ve ark., 1990).

Jansen ve ark. karın içi apselerin tedavisi için yeni bir yöntem sunmuşlardır. Ultrason ile peruktan katater drenajı, karın içindeki apselerin tanısında ve tedavisinde yararlı odluğunu söylemişlerdir. Endikasyonun apsenin nedenine ve lokalizasyonuna bağlı olduğunu söylemişlerdir. Jansen ve ark. endikasyonları koruyarak 62 hastayı ultrason ile peruktan kateter drenajı ile tedavi etmişler. %90 oranında başarı yakalamışlardır. Yaptıkları çalışmalarda bağırsak delinmesi ve kanama olmamıştır (Jansen ve ark., 1997).

Heironimus ve ark. yaptıkları çalışmada tehlikeli sıvıların toplanması, muhafaza edilmesi ve üzerinde işlem yapılabilmesi için bir aspiratör cihazı yapmışlardır. Özellikle AİDS'li kişilerin kanına veya sıvılarına temas edilmemesi gerektiği için böyle bir aspiratör cihazı yapmışlar. Yaptıkları cihaz tehlikeli sıvıları toplamak için bir kap ve sıvıyı kaba çekmek için bir motorlu pompadan oluşmaktadır. Ayrıca pıhtıların pompada birikmesi, pompanın paslanmasına ve pompayı çalıştıran motorun fazla ısınmasına neden olacağı için pompa yıkama sıvısı ile temizlenmiştir. Potansiyel olarak tehlikeli sıvıların pompa içinde dolaşmaması için gelişmiş arıtma ve muhafaza sistemi de gerçekleştirmişlerdir. Ayrıca tehlikeli sıvının tutulduğu kap, tehlikeli sıvıların taşınma sırasında sağlık çalışanlarına temas etmeyecek ve güvenli bir şekilde taşınabilecek

biçimde tasarlanmıştır. Heironimus ve ark. aynı zamanda yaptıkları cihazın bir cesedi mumyalamak için de kullanılabileceğini belirtmişlerdir (Heironimus ve ark., 1997)

Hill orta kulak enfeksiyonu yaşayan hastalar ve onları tedavi eden doktorlar için bir sıvı aspiratörü geliştirmiştir. Orta kulak enfeksiyonu hastalar için ağrı, rahatsızlık ve işitme kaybına yol açabildiğini görmüşlerdir. Bu cihaz sayesinde orta kulak enfeksiyonunun tedavisini daha rahat ve kolay hale getirmek amaçlanmıştır. Bu cihazdan önce doktorlar orta kulak enfeksiyonunun tedavisinde geleneksel şırıngaları kullanmışlardır. Geleneksel şırıngalar, doktorun pistonu çekerek şırıngayı çalıştırmasını gerektirmiştir. Bu cihazın şırınga düzeneği diğer taraftan piston bastırıldığında şırınga düzeneği çalıştırılarak operatör tarafından daha fazla kontrol sağlanacak şekilde ayarlanmıştır. Ayrıca geleneksel şırıngaların iğneleri hastalar için tehlikeli olduğunu belirtmişlerdir. Fakat Hill cihazının iğnesi kemikli yapılara temas ettiği zaman geri çekilecek veya deforme olacak şekilde tasarlamıştır (Hill, 2000).

Maitz ve Hauser vücut sıvılarını çıkarmak için bir aspiratör cihazı yapmışlardır. Vücut sıvılarını hava sızdırmaz bölgeden elle çalıştırılan pompa ile çekmişlerdir. Cihaz içerisine tek yönlü 2 valf yerleştirmişlerdir. Birinci valf ile sıvı toplayıcıdaki zararlı sıvıları çıkarmak ve atmak için kullanılmıştır. İkinci valf ise sıvı toplayıcısından taşan sıvıları önlemek için kullanılmıştır. Vücut sıvılarını mekanik olarak çıkarmışlardır (Maitz ve Hauser, 1990).

Rosenblatt emme tüpüyle vakum oluşturarak mukusun ve diğer fazla vücut sıvılarının çıkarılması için bir aspiratör cihazı yapmıştır. Cihaz içerisine iki adet tüp yerleştirilmiştir. Birinci tüp ile vakum oluşturmak için ikinci tüp ile de sıvının vücuttan çekilmesini ve bir kapta toplanmasını sağlamak için kullanılmıştır (Rosenblatt, 1989).

Miller ve ark. hasta vücudundaki zararlı sıvıların atılması ve hastane çalışanlarının bu sıvıya temas etmemesi gereken durumlarda kullanılması için bir yöntem ve aparat geliştirmişlerdir. Cihaz sayesinde vücut sıvısı emme kutusundan hastane lavabosuna ve sıhhi kanalizasyon sistemine dökerek yok etmişlerdir (Miller ve ark., 2004).

Michaels ve ark. ameliyat sırasında hasta vücudundan kan ve diğer vücut sıvıları atmak için cihaz geliştirmişlerdir. Yaptıkları araştırmada her ay atılması gereken iki ton sıvının olduğunu görmüşlerdir. Bu tür sıvılar bulaşıcı tıbbi atık olarak kabul edilmesi gerektiğini ve belirlenen standartlara uygun olarak atılması gerektiğini söylemişlerdir. Bu sıvıların atılması için bir emme kabı kullanmışlardır. Bu emme kabı her işlemden sonra atık olarak atılmalı veya yeniden kullanılmak üzere temizlenip dezenfekte

edilmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Bu işlem sağlık çalışanlarının tehlikeli atıklara maruz kalma riskini artırdığını görmüşlerdir. Thomas ve ark. sağlık çalışanlarının tehlikeli sıvılara maruz kalmaması için ve sıvıların ayrıştırılması için iki ayrı emme kabı tasarlamışlardır (Michaels ve ark., 2012).

Wang ve ark. yaptıkları çalışmada aspirasyon cihazı içerisindeki hava emme konnektörüne ve hava tahliye konnektörüne burun spreyi monte etmişlerdir. Sprey borusunu bir mukus toplayıcısına bağlamışlar. Böylece bir miktar hava taşıyan mukus, mukus toplayıcısına girdiğinde, mukus geride kalmakta ve hava ikinci aspirasyon kanalından hava pompası ile çekmişlerdir. Bu cihaz sayesinde mukus sıvılaştırıldıktan hemen sonra emilmiştir (Wang ve ark., 2003).

Lang ve ark. yaptıkları çalışmada piyojenik ventrikülitin ciddi bir rahatsızlık olduğunu belirtmişlerdir. Enfeksiyonun genellikle antibiyotik tedavisine dirençli olduğunu söylemişlerdir. Bu yüzden sürekli intraventriküler irrigasyon tedavisini önermişlerdir. Ancak bu yöntem biraz yavaştır ve ikinci bir enfeksiyon riskini artırmakta olduğunu gözlemlemişlerdir. Ayrıca bu yöntemin yapışık pürülanın giderilmesinde yetersiz olduğu tespit etmişlerdir. Piyojenik ventrikülit vakasını tedavi etmek için bir yan kesme aspirasyon cihazı kullanmışlar ve tüm hastalarda ventriküler ampiyem temizlemişler (Lang ve ark., 2018).

Spilman bir vakum cihazı kullanarak kulak kanalından sıvı ve döküntüleri çıkarmak için bir cihaz tasarlamıştır. Spilman cihazı tasarlamadan önce insan ve hayvan vücutlarının farklı deliklerinden sıvı ve partikül çıkarmak için çok sayıda cihaz olduğunu görmüştür. Fakat bu cihazların insan kulağı için zararlı olduğunu tespit etmiştir. Yaptığı cihaz sayesinde kulak derisinde veya kulak kanalının derisine herhangi bir zarar vermeden sıvı ve döküntüler güvenli bir şekilde dışarı çıkarmıştır. Skilpman bu temizleme işlemini yapmak için bir fan ve bir motora sahip olan kulak vakum cihazı yapmıştır. Kulak kanalından çekilen sıvı ve diğer parçaları boşaltmak için, bir adet toplama haznesi yapmıştır ve kulaktan çekilen sıvıları buraya dökmüştür. Cihazı kulak kanalına yerleştirmiş, sıvı ve parçacıkları toplama haznesine çekmek için bir vakum üretmiştir. Toplama haznesindeki küresel vana ile çekilen sıvının vakum motoruna kaçması ve motora zarar vermesini engellemiştir (Spilman, 2000).

Kerwin ve ark. yaptıkları cihaz ile cerrahi işlemler sırasında vücuttan toplanan sıvıların ve tahriş edici maddelerin bertaraf edilmesini sağlamışlardır. Cerrahi işlemler sırasında toplanan sıvıların çevreye olan etkisini minimal seviyeye indirmek ve uygun şekilde atılması için bu cihazı yapmışlardır. Bu cihazdan önceki cihazların tek

kullanımlık emme kutularının kurulması, kullanılması ve sıvıların imha edilmesinin zor olduğunu görmüşlerdir. Ayrıca sağlık çalışanları için enfeksiyon riski olduğunu görmüşlerdir. Örneğin önceki cihazların emme kutusu içerisindeki sıvıları kanalizasyona dökmek için kutuların açılması gerekmekte ve bu işlem de sağlık çalışanları için risk teşkil etmekteydi. Kerwin ve ark. yaptıkları cihaz ile toplama ünitesi içerisindeki sıvının kanalizasyona otomatik olarak boşaltılmasını sağlamışlardır. Daha sonra toplama ünitesini dezenfektan ile temizlenmiştir. Temizleme işleminden sonra aspirasyon cihazı kullanılmaya hazır hale gelmiştir (Kerwin ve ark., 1997).

3. ASPİRASYON VE YIKAMA POMPASI

3.1. Aspirasyon Cihazı

Emme gücüyle vücuttaki zararlı sıvı ve partikülleri toplama kavanozuna çekmek amacıyla, yoğun bakımda, acil bölümlerinde, kliniklerde ve ameliyathanelerde kullanılan cihazlara aspirasyon cihazı denir. Aspirasyon cihazı üç ana bölümden oluşmaktadır (MEGEP, 2011).

- Motor
- Zararlı sıvıların toplandığı kavanoz
- Bağlantı hortumları

Motor pompanın çalışmasını ve kirli sıvıların çekilmesini sağlar. Motor bölümüne cihazın kalbi diyebiliriz. Kavanoz hava geçirmeyecek şekilde tasarlanmış gerektiğinde çıkarabilir. Kavanoz içerisinde hastadan toplanan zararlı sıvılar ve partiküller toplanmaktadır. Bağlantı hortumları ise vücut içerisinde bulunan zararlı sıvıların ve partiküllerin kavanoza taşınmasını sağlayan kısımdır (MEGEP, 2011).

3.1.1. Aspiratör Çeşitleri

Aspiratörleri hastanın durumuna ve ortam şartlarına göre ikiye ayırabiliriz.

a) Müstakil aspiratörler
   - Mobil aspiratörler
   - Taşınabilir aspiratörler
   - Hasta başı aspiratörü
   - Operasyon aspiratörü
b) Merkezi aspiratörler

- **Müstakil Aspiratörler:** Depolama ve emme sistemini kendi içerisinde bulunduran, kullanım amaçlarına göre emme değerleri değişen cihazlardır.
  - **Mobil Aspiratörler:** Acilde, yoğun bakımda ve hasta başında kullanılacak şekilde tasarlanmış küçük aspiratörlerdir. Taşıması kolay ve kullanışlı küçük cihazlardır. Genelde kesintisiz güç kaynağından beslenir(MEGEP, 2011).
  - **Taşınabilir Aspiratörler:** Nakil sırasında kullanmak için ambulansta veya evde kullanılacak şekilde tasarlanmış aspiratörlerdir. Genelde kesintisiz güç kaynağından beslenir (MEGEP, 2011).

- **Hasta Başı Aspiratörü:** Yoğun bakımda veya normal klinik hastalarda kullanılacak şekilde tasarlanmış hareketli aspiratörlerdir. Diğer aspirasyon cihazlarına kıyasla daha küçük ve daha hareketli olacak şekilde dizayn edilmiş cihazlardır. Kesintisiz güç kaynaklarıyla çalışırlar (MEGEP, 2011).
- **Operasyon Aspiratörü:** Ameliyathanelerde kullanılan toplama kavanozları büyük ve vakum değeri yüksek olan aspiratörlerdir. Vakum ayarı ayak pedalı ile değiştirilmektedir. Kesintisiz güç kaynağı ile çalışırlar (MEGEP, 2011).

- **Merkezi Aspiratörler:** Büyük hastanelerde hasta başında, ameliyathanelerde, acilde ve yoğun bakımda farklı farklı aspiratörler kullanmak yerine emme gücü kuvvetli, kullanışlı ve pratik aspiratörlerdir. Hastanede kullanılması gereken odalarda bulunan kullanışlı ve pratik cihazlardır (MEGEP, 2011).

3.1.2. İdeal Aspirasyon Cihazının Özellikleri

- Aspirasyon cihazı cerrahi işlemlerde, yoğun bakımda, kliniklerde ve ameliyathanelerde kullanılmaya elverişli olmalıdır.
- Vakum gücü yüksek olmalıdır.
- Toplama kavanozunun hacmi büyük olmalıdır.
- 5 ila 15 saniye içerisinde maksimum kapasiteye ulaşabilmelidir.
- Negatif basınç ile çalışmalıdır (MEGEP, 2011).

3.1.3. Aspirasyon Cihazının Kullanıma Hazır Hale Getirilmesi

- Cihaz çalıştırılmadan önce elektrik bağlantıları kontrol edilmelidir.
- Toplama kavanozunun temiz ve dik pozisyonda olmalıdır.
- Açma kapama butonunun çalışıp çalışmadığı kontrol edilmelidir.
- Emiş hortumunun cihaz üzerine sıkıca oturtulmuş olduğuna dikkat edilmelidir.
- Sinyal lambası kontrol edilmelidir (MEGEP, 2011).

3.1.4. Toplama Kavanozunun Temizlenmesi

Temizleme işlemi sırasında dikkatli olunmalıdır. Çünkü ortamdan hastaya veya hastadan çalışana enfeksiyon geçişi olabilir. Hastadan kirli sıvı toplandıktan sonra hortumlar dikkatlice toplanmalıdır. Toplama kavanozu da her işlem sonrasında dezenfekte edilmelidir.

Toplama kavanozunun temizleme işlemi sırasında aşağıdaki işlemler yapılmalıdır.

- Kavanoz su ile çalkalanmalıdır.
- Hortumlar ve conta çıkarılıp sabunlu suyla yıkanmalıdır.
- Soğuk sterilizasyon yapılmalıdır.
- Kavanozda herhangi bir zarar olup olmadığı kontrol edilmelidir. Zarar olması durumunda kavanoz yenisiyle değiştirilmelidir.
- Temizlenen parçalar yeniden yerine takılmalıdır (MEGEP, 2011).

3.2. Aspirasyon Çeşitleri

3.2.1. Ağız İçi (Oral) Aspirasyon Yöntemi

Mukus, kan, kusmuk ve gastrik içeriklerin solunum yollarına geçmesi sonucunda yapılan aspirasyon yöntemidir. Bu yöntemin amacı, hava yolunu bu tür yabancı maddelerden temizlemektir. Kusmuk, hidrolik asitten, besin partiküllerinden ve enzimlerden oluşmaktadır. Bunların da solunum yoluna kaçması tıkanıklığa sebep olabilir. Bu da dokular arasında sıvı birikmesine ve ödem oluşumuna sebep olmaktadır. Ayrıca akciğere de zarar vermektedir. Bu tür olumsuzlukların yaşanmaması için acil müdahale edilip aspirasyon uygulanabilir (MEGEP, 2011).

Oral aspirasyonun uygulama tekniği şu şekildedir.

- İlk olarak aspirasyon işleminin gerekip gerekmediğine karar verilmelidir.
- Bilinci kapalı hastalar için işleme başlamadan önce en az 30 saniye oksijen verilmelidir.
- Vakum kapalıyken aspirasyon kateteri ağız içerisine yerleştirilir.
- Vakum açılıp katater döndürülerek aspirasyon işlemi gerçekleştirilir.
- Maksimum 15 saniye sürmelidir.
- İşlem bittikten sonra hastaya oksijen verilmelidir.
- Solunum sesleri normale dönene kadar bu işlemler tekrar edilir.
- İşlem sonunda kateter dikkatlice cihazdan çıkarılarak geri dönüşüm kutusuna atılmalıdır.

Oral aspirasyon işleminde dikkat edilmesi gereken noktalar şunlardır.

- İşleme başlamadan önce eller yıkanmalı ve eldiven giyilmelidir.
- Gözlük ve maske takılmalıdır.
- Daha önce kullanılan kataterler tekrar kullanılmamalı ve steril olmalıdır.

- Hastanın rahat nefes alabilmesi için ince katater seçilmelidir.
- Aspirasyon işlemi sırasında hastanın saturasyon ve ekg ritmi gözlenmelidir.
- Hastanın başı sola ya da sağa döndürülerek aspirasyon yapılmalıdır (MEGEP, 2011).

3.2.2. Nazal Aspirasyon Yöntemi

Burun boşluğuna girilip solunum yolundaki yabancı partiküllerin temizlenmesi için yapılan aspirasyon yöntemidir. Oral aspirasyon yapılamadığı zaman ve ağzın açılamadığı durumlarda bu yönteme başvurulmalıdır. Burun boşluğuna aspirasyon işlemi sırasında dikkat edilmesi gereken noktalar şunlardır (MEGEP, 2011).

- Uygun çapta bir steril sonda seçilir.
- İşleme başlamadan önce hastaya 30 saniye boyunca oksijen verilmelidir.
- Katater burundan zorlamadan ilerletilmelidir.
- Herhangi bir direnç olması durumunda sonda geri çekilip burundan tekrardan iletilmeye çalışılmalıdır.
- Vakum açılıp, katater çevrilerek aspirasyon yapılır.
- Aspirasyon işlemi maksimum 15 saniye sürmelidir ve işlem bittikten sonra katater geri dönüşüm kutusuna atılmalıdır (MEGEP, 2011).

3.2.3. Endotrekeal Tüp İçi Aspirasyon

Uzun süre entübeli olan yoğun bakımdaki hastaların mukus, kusmuk gibi sıvıların çıkarılmasında uygulanan aspirasyon yöntemidir. Entübe olan hastalarda farklı patolojik durumlardan dolayı mukus üretimi artmaktadır. Bu mukusun atılması ve solunum yolunun açık olması için aspirasyon uygulanmaktadır. Bu aspirasyon işlemi kritik olduğu için uzman kişiler tarafından steril biçimde yapılmalıdır. Endotrekal tüp içi aspirasyon uygulama yöntemi şu şekildedir.

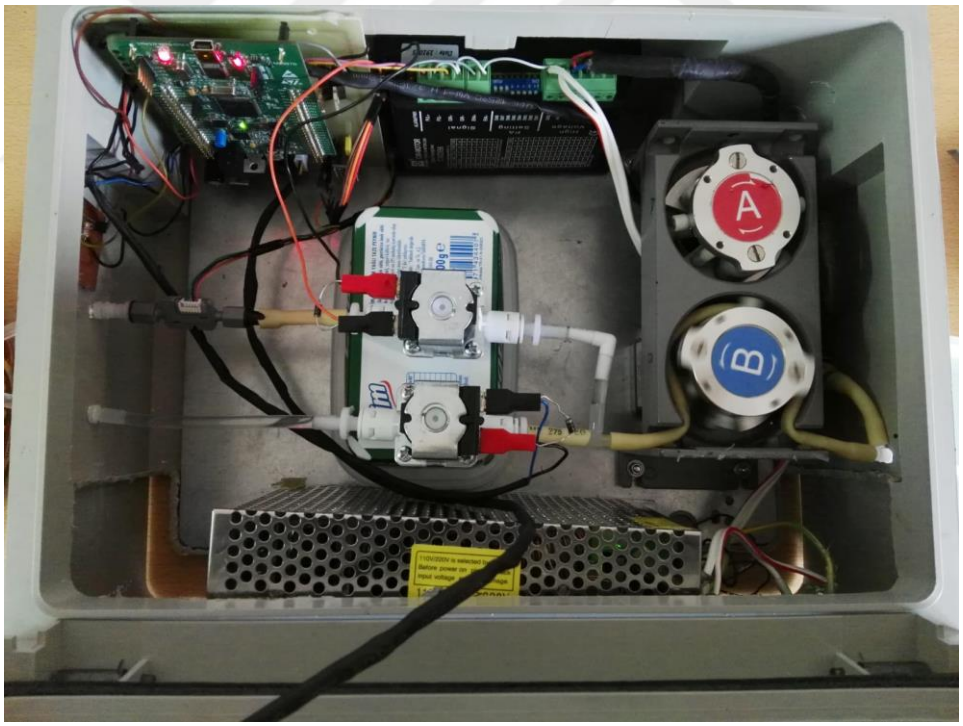
- Aspirasyon işleminin steril olmasına dikkat edilmelidir.
- Aspirasyon işlemine başlamadan önce hastaya 1-2 dakika oksijen verilmelidir.
- Aspirasyon işlemi öncesi vantilatörün alarmı kapatılmalıdır.
- Katater tüpün içerisinden ilerletilmeli akciğere yaklaştığında durulmalı ve 1 cm geri çekilip katater çevrilerek çıkarılırken aspirasyon yapılabilir.
- Aspirasyon işlemi maksimum 15 saniye olmalı ve hastanın 20 saniye dinlenmesine izin verilmelidir.

- İşlem sonrasında hastaya 1-2 dakika oksijen verilerek akciğerler.
- Vantilatör alarmları tekrar açılmalıdır.
- Hastanın solunum sesleri normale dönene kadar işlem tekrar edilmelidir (MEGEP, 2011).

4. MATERYAL VE YÖNTEM

4.1. Aspirasyon ve Yıkama Pompasının Tasarımı

Bu kısımda, tezin amacı doğrultusunda yapılan aspirasyon ve yıkama pompasının tasarımı ve ekipmanları hakkında bilgiler verilmiştir. Aspirasyon ve yıkama pompaları mide yıkamanın yanı sıra kist içi temizlenmesi, apse içi temizlenmesi ve zararlı sıvıların vücuttan atılması gibi sıvı akışının olduğu işlemlerde kullanılmaktadır (Michaels ve ark., 2012). Günümüz teknolojisinde kullanılan aspirasyon cihazları manuel olarak çalıştığı için hem doktorlar için zaman kaybı hem de hastalar fazla acı çekmektedirler. Hemodiyaliz cihazının çalışma mantığından esinlenerek yeni bir aspirasyon ve yıkama pompası tasarımı yapılmıştır. Yapılan bu cihaz sayesinde hastaların tedavi sırasında daha az acı çekmesi ve sağlık çalışanlarının zamandan tasarruf etmesi sağlanmıştır. Şekil 4.1.'de tasarımı ve montajı yapılan aspirasyon ve yıkama pompasının prototip resmi verilmiştir.

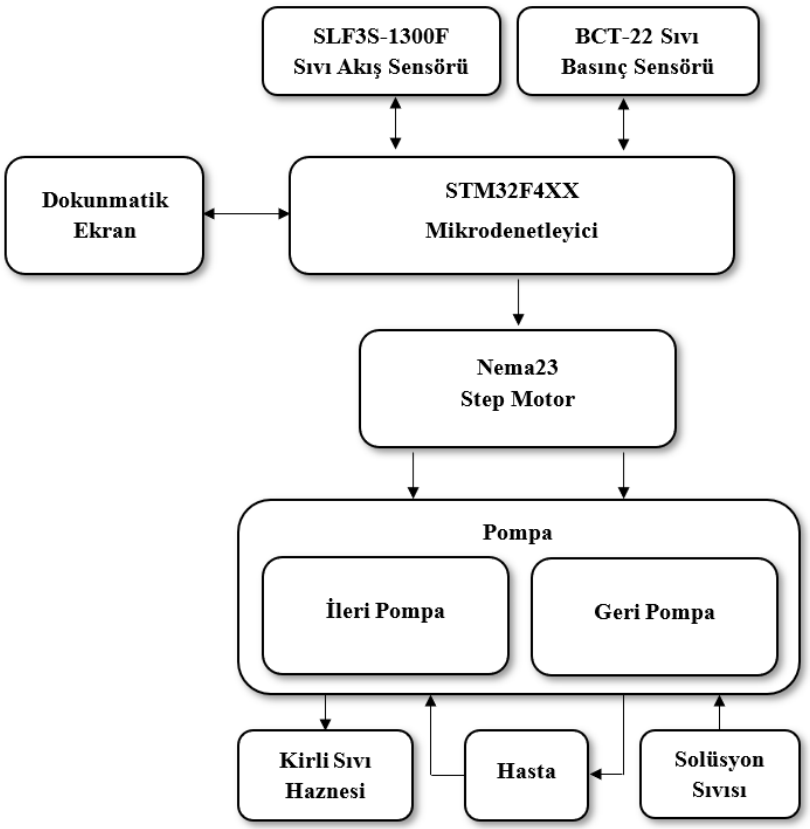


Şekil 4.1. Aspirasyon ve yıkama pompası

Aspirasyon ve yıkama pompasının kontrol işlemi dokunmatik ekran üzerinden yapılmaktadır. Tasarlanan sistemde, hemodiyaliz cihazının çalışma mantığından hareketle pompaların hortumdan emme yoluyla sıvı çekmesi için geçiş yolu tasarlanmış olup, nema 23 step motor, dokunmatik panel, mikroişlemci, kontrol ünitesi ve güç

kaynağı kullanılmıştır. Bu araçların yanı sıra sıvı akışını ve basıncı ölçecek sensörler de bu sistemde kullanılmıştır. Sistem motorlarının sürülmesi için bir motor sürücü kullanılmıştır. Ayrıca sistemin hareket mekanizmasının kontrolü, sensörlerden gelen bilgilerin işlenmesinde kullanılan kontrol birimi, bulanık mantık hesaplamalarını yapacak ve sensörlerden gelen verileri işleyebilecek kapasitede olan işlemciye sahip geliştirme kartı kullanılmıştır.

Bulanık mantık denetleyici ile sistemde sensörlerin okuduğu verilere ve işlem süresine göre geri beslemeli kontrol ile sistem kontrolü sağlanmıştır. Sensörlerden okunan parametrelere göre sistemin çalışması kontrol edilmiştir. Çalışmada bulanık mantık denetleyici ile basınç sensöründen ve sıvı akış sensöründen gelen verilerle motorların kontrolü yapılmıştır. Bu çalışmada yapılan aspirasyon ve yıkama pompasının tasarımıyla ilgili blok diyagramı şekil 4.2.'de verilmiştir.



Şekil 4.2. Aspirasyon ve yıkama pompasının tasarımı ve blok diyagramı

Şekil 4.2.'deki blok diyagramından da anlaşılacağı üzere tasarlanan cihazda dokunmatik ekran, sıvı akış sensörü, sıvı basınç sensörü, mikrodenetleyici, step motor, selenoid valf, peristaltik pompa ve peristaltik pompa hortumu kullanılmıştır. Aspirasyon ve yıkama cihazı için tasarlanan peristaltik pompa, peristaltik pompa hortumunu

sağarak apse sıvısını hastanın vücudundan dışarı atmaktadır. Peristaltik pompa geri yönde (saat yönün tersi) döndüğünde hastanın vücudundan apse sıvısını dışarı atmakta, ileri yönde (saat yönünde) döndüğünde hastanın vücuduna doğru solüsyon vererek hem tıkanıkları gidermekte hem de hastanın apseli bölgesini temizlemektedir. Sağlık çalışanlarının belirlediği süre boyunca hastanın vücudundan apse sıvısı çıkmadığı takdirde cihaz bunu tıkanıklık olarak anlamakta ve tıkanıklığı gidermek için hastanın vücuduna temiz solüsyon vermektedir.

Mikroişlemci basınç sensöründen ve sıvı akış sensöründen gelen bilgiler doğrultusunda çıkışlar üretmektedir. Mikroişlemci çıkışları 24 V güç kaynağından geçip step motorun kontrolünü yapmaktadır.

Basınç sensörü ve sıvı akış sensöründen elde edilen değerler, gerilim değeri olarak kodlanmaktadır. Kodlanan bu gerilim değerleri mikroişlemciye iletilmektedir. Bu gerilim değerlerine göre motorların anlık kontrolleri geri beslemeli kontrol ile yapılmaktadır.

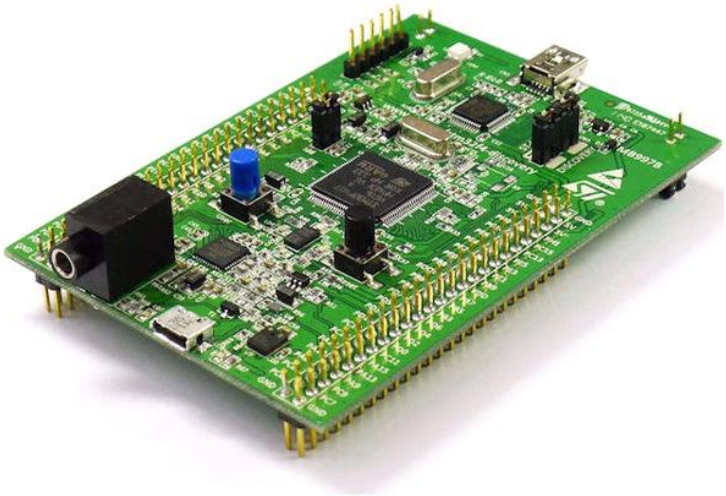
Sağlık çalışanlarının kullanımı için 3 farklı seçenek sunulmuştur.

1. Manuel Seçenek: Cihaz sağlık çalışanın kontrolünde çalışmaktadır. Sağlık çalışanın seçimine bağlı olarak zararlı sıvılar çekilebilmektedir. Emme hortumunda herhangi bir tıkanıklık olması durumunda sıvı akış yönünü ters çevirerek solüsyon verilip tıkanıklık giderilmektedir. Bu seçenekte sağlık çalışanlarının apse tedavisinde hasta başında beklemesi gerekmektedir.
2. Otomatik Seçenek: Cihaz için gerekli veriler (süre, motor dönme hızı) sağlık çalışanları tarafından girildikten sonra cihaz otomatik olarak çalışmaktadır. Sıvı akış debisi ve basınç değerleri sensörlerden okunmaktadır. Sıvı akış debisi düşer veya basınç değeri artarsa emme hortumunda tıkanıklık var demektir. Tıkanıklığı gidermek için motor otomatik olarak geri dönmekte ve solüsyon vermektedir. Girilen kadar solüsyon verildikten sonra ve tıkanıklık işlem kaldığı yerden devam etmektedir. Solüsyon verildiği halde hala sıvı akışı düşük veya basınç yüksekse cihaz durmakta ve sağlık çalışanları için uyarı vermektedir.
3. Bulanık mantık tabanlı denetleyici ile kontrol: Hastalar için olması gereken sıvı akış debisi ve basınç değerine göre bulanık mantık denetleyicisi motor dönüş hızını belirlemektedir. Örneğin sıvı akış debisi

hafif düşmesinde motoru hızlandırmakta ve debiyi normal değerine getirmektedir.

4.1.1. STM 32F407 Mikrodenetleyici

Tasarlanan cihazda akışkanlık ve basınç sensörlerinden veri okumak, dokunmatik panelden gelen komutları okumak, peristaltik pompanın dönüş yönüne ve hızına karar vermek, selenoid valfleri açıp kapatmak ve step motorun dönüş hızı için pals sinyali üretmek için STM32F407 mikrodenetleyicisi kullanılmıştır. Kısacası tasarlanan cihazın beynidir. Projede kullanılan basınç sensörü analog sensör, akışkanlık sensörü dijital sensördür. Sıvı basınç sensöründen veri okuyabilmek için mikrodentleyicinin ADC özelliği kullanılmıştır. Sensörlerin üretmiş olduğu analog veriler mikrodenetleyici de 10 bitlik dijital veriye dönüştürülmüştür. Akışkanlık sensöründen veri okuyabilmek için I^2C iletişim protokolü kullanılmıştır. Mikro işlemci bölümü, bulanık mantık uygulamalarını içinde bulunduran ve çalıştıran bölümdür. Bu bölümün gerçekleştirilmesinde, hızlı işlem kabiliyetine sahip olan ARM işlemciyi barındıran geliştirme kitinden yararlanılmıştır. Bu geliştirme kiti, üzerindeki hazır entegreler sayesinde belli ölçümlerin yapılabilmesine katkı sağlamıştır. Çalışmadaki bulanık mantık algoritmaları ARM Keil programlama dilinde yazılıp işlemciye yüklenmiştir. Bulanık mantık, sistemin kontrolü için sensörlerden gelen parametrelerin işlenmesi ve sonrasında çıktı değerlerinin kontrol edilmesi için kullanılmıştır. Dokunmatik ekrandan gelen komutlar USAT6 global interrupt ile okunmuştur. Mikrodenetleyici ile dokunmatik ekran arasındaki seri iletişim hızı (baudrate) 9600 olarak ayarlanmıştır. Cihazda kullanılan 2 adet selenoid valflerden hangisinin açık hangisinin kapalı olduğuna bu mikrodenetleyici karar vermektedir. Açmak istediği valf için “1” sinyali, kapatmak istediği valf için “0” sinyali üretmektedir. Dolayısıyla bu valflerin kontrolü için mikrodenetleyicinin 2 adet I/O pini kullanılmıştır. Peristaltik pompanın dönüş yönü ve hızını da yine bu mikrodenetleyici kontrol etmektedir. Peristaltik pompayı hareket ettiren step motora pals sinyalini üretmek için timer interruptı kullanılmıştır. Timer interrupt frekansı 4000 Hz olarak ayarlanmıştır. Bu interrupt içerisindeki komutlar ile pals sinyali üretilerek step motorun dönüş hızı ayarlanmaktadır. Şekil 4.3.’te tasarlanan cihaz için kullanılan mikrodenetleyici kiti yer almaktadır.



Şekil 4.3. Stm32f407 Discovery Geliştirme Kiti (STMicroelectronics, 2020)

Ana işlem bölümü olarak da isimlendirilen mikroişlemciler, programlanabilir elektronik bileşenlerdir. Mikroişlemciler üretim türlerine göre özellikleri farklılık göstermektedir. Bu çalışmada kullanılan mikroişlemcinin üretici bilgileri Çizelge 4.1.'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Mikroişlemci Temel Özellikleri (STMicroelectronics, 2020)

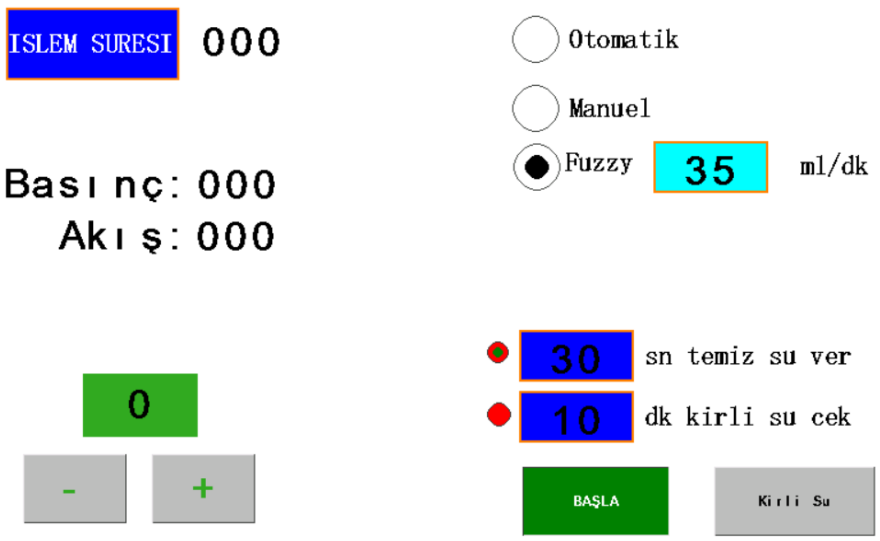
Işlemci	Arm 32-bit Cortex-M4 CPU
Bellek	1MB Flash + 192 SRAM
Osilatör Frekansı	4-16MHz CLK
İşlemci Maksimum Frekansı	168MHz Freq

4.1.2. Dokunmatik Ekran

Sağlık çalışanları tasarlanan cihazı dokunmatik panel üzerinden kumanda etmektedir. Dokunmatik ekran üzerinde tasarlanan cihazı kontrol etmek için solüsyon süresi, apse sıvısı süresi, Otomatik/Manuel/Bulanık Kontrol, Hedef Akış Hızı, Başla/Dur gibi ilk başlangıç seçenekleri bulunmaktadır. Ayrıca basınç ve akışkanlık sensörlerinden okunan veriler de bu ekran üzerinden gösterilmektedir.

Solüsyon süresi ile hastanın vücuduna kaç sn boyunca solüsyon gönderileceği, apse sıvısı süresi ile de hastanın vücudundan kaç sn boyunca kirli sıvı çekileceği belirlenmektedir. Otomatik/Manuel/Bulanık kontrol seçeneği ile de cihazın hangi modda çalışacağı belirtilmektedir. Bulanık kontrol modu ayrıntılı olarak bölüm 4.2.'de

açıklanmıştır. Cihaz otomatik modda çalışırken ayarlanan süre boyunca apse sıvısını dışarı atar ve yine ayarlanan süre boyunca hastanın vücuduna solüsyon gönderir. Bu işlem cihaz durdurulana kadar sürekli olarak tekrar eder. Apse sıvısını dışarı atarken sağlık çalışanının belirlediği süre boyunca dışarı sıvı akışı olmamışsa cihaz bunu bir tıkanıklık olarak algılamakta ve otomatik olarak hasta vücuduna solüsyon vermeye başlamaktadır. İlk başlangıç seçeneği ile cihaz çalışmaya apse sıvısını dışarı atarak mı başlasın yoksa hastaya solüsyon vererek mi başlasın seçeneği belirlenir. Manuel modda cihaz ilk başlangıç seçeneğindeki seçime göre sürekli çalışır. Örneğin ilk başlangıç seçeneği apse sıvının atılması ise cihaz durdurulana kadar sürekli hastanın vücudundan apse sıvısını atar. Hedef akış hızını belirlemek için 0 ile 10 arasında bir kademe değeri girilmelidir. Bu kademe seçeneği ile motorun dönüş hızı dolayısıyla sıvıların akış hızı ayarlanmaktadır. Kademe 0 seçildiğinde sıvı akış hızı en az olmaktadır, 10 seçildiğinde sıvı akış hızı en fazla olmaktadır. Bu seçeneğin varsayılan değeri 0'dır. Başla/Dur butonu ile de cihaz çalıştırılır ve durdurulur. Bu butonun varsayılan değeri "Başla" olup cihaz çalışmıyor durumundadır. Dokunmatik ekran üzerinden cihazın çalışması için gerekli ayarlar yapıldıktan sonra "Başla" butonuna basıldığında cihaz çalışmaya başlar ve bu buton "Dur" olarak değişir. "Dur" butonuna basıldığında çalışmakta olan cihaz durdurulur. Şekil 4.4.'te çalışmada kullanılan dokunmatik ekran görüntüsü yer almaktadır.



Şekil 4.4. Dokunmatik Ekran Görüntüsü

Dokunmatik ekranın dört tarafından da gerilim uygulanmaktadır. Bu sayede ekran üzerinde elektrostatik alan oluşmaktadır. Ekran üzerinde yük depolayabilen

iletken temas ettirilirse elektrostatik alan üzerinde meydana gelen değişimi algılayan osilatör bulunmaktadır. Osilatör üzerinde toplanan bilgiler mikroişlemciye gönderilir. Buradan da koordinat bilgisi haline dönüştürülerek motora gönderilir. Dokunmatik paneller, üretim amaçlarına bağlı olarak farklı boyutlarda ve farklı çıktı güçlerinde üretilmektedir. Bu çalışmada kullanılan dokunmatik ekrana ait üretici bilgileri çizelge 4.2.'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Dokunmatik Ekran Özellikleri (Nextion, 2011)

Dokunmatik Ekran Türü	Kapasitif
LCD Türü	TFT
Arka Işık	LED
Ekran Boyutu	154.21 × 85.92 mm
Çözünürlük	1024 × 600 piksel
Çalışma Gerilimi	3.0 ~ 3.6 V

Bu çalışma için kullanılan dokunmatik ekranın pin yapısı çizelge 4.3'te verilmiştir.

Çizelge 4.3. Dokunmatik Ekran Özellikleri (Nextion, 2011)

Pin1	**Pin2**	**Pin3**	**Pin4**
5V	TX	RX	GND

4.1.3. Sıvı Basınç Sensörü

Sıvı basınç sensörü hastanın vücuduna en yakın olan bir noktaya yerleştirilmiştir ve peristaltik pompa hortumdaki basıncı ölçmektedir. Sıvı basınç sensörünün ölçtüğü basınç değerine göre motorun hızı ve kontrolü yapılmıştır. Sıvı basınç sensörü sayesinde kirli sıvının dışarı atılması sırasında yaşanabilecek tıkanıklıktan dolayı basınç artışı olması durumunda sistemin durdurulması sağlanmıştır. Böyle bir durum gerçekleştiğinde alarm sesi ile sağlık çalışanları uyarılmaktadır. Basınç sensörü peristaltik pompa hortumdaki basıncı algılayıp, bunu analog sinyale çevirmektedir. Bu analog sinyal ise mikrodenetleyicinin ADC özelliği ile okunarak dijital sinyallere dönüştürülür. Şekil 4.5.'de sistemde kullanılan sıvı basınç sensörüne yer verilmiştir.



Şekil 4.5. Basınç Sensörü (Atek, 2010)

Çalışmada kullanılan basınç sensörüne ait üretici bilgileri çizelge 4.4.'te verilmiştir.

Çizelge 4.4. Sensör Özellikleri (Atek, 2010)

Ölçüm Aralığı	0…100 mbar
Çalışma Akımı	4-20 mA
Çalışma Gerilimi	0-10 V
Cevaplama Süresi	1 ms
Çalışma Sıcaklığı	-40 °C…+85 °C

Bu çalışma için kullanılan basınç sensörünün pin yapısı çizelge 4.5.'te verilmiştir.

Çizelge 4.5. BCT 22 basınç sensörünün pin yapısı (Atek, 2010)

Pin1	**Pin2**	**Pin3**
GND	VDC	ANALOG ÇIKIŞ

4.1.4. Sıvı Akış Sensörü

Sıvı akış sensörü, hastadan çekilen sıvının ml/dk cinsinden debisini ölçmektedir. Bu çalışmada Sensirion firmasının ürettiği SLF3S-1300F serisi sıvı akış sensörü kullanılmıştır. Bu sensör dijital bir sensördür ve bu sensörden mikrodenetleyici ile veri okuyabilmek için I^2C iletişim protokolü kullanılmıştır. Mikrodenetleyici kodları hazırlanırken sensör veri sayfasındaki direktifler uygulanmış ve başarılı bir şekilde veri okunmuştur. Bu çalışmada kullanılan sıvı akış sensörü şekil 4.6.'da verilmiştir.

Sensör sürekli ölçümü başlat komutunu aldıktan sonra, sürekli ölçüm moduna girer ve sürekli olarak 0,5 ms'lik ölçümler gerçekleştirir. Bu nedenle, akış hızı değeri her 0,5 ms'de bir güncellenir. Çıkış debisi değeri, son okumadan bu yana tüm bağımsız 0,5 ms ölçümlerinin ortalamasına karşılık gelir. Bu durum kullanıcının bilgileri kaybetmeden sensörü kendi istediği hızda okuyabilmesi ve böylece örtüşmeyi engellemektedir. Ortalama değer aritmetik ortalama olarak elde etmektedir (Sensirion, 2019).



Şekil 4.6. Sıvı Akış Sensörü (Sensirion, 2019)

Bu çalışmada kullanılan sıvı akış sensörüne ait üretici bilgileri çizelge 4.6.'da, pin yapısı çizelge 4.7'de verilmiştir.

Çizelge 4.6. Sensör Özellikleri (Sensirion, 2019)

Parametreler	SLF3S-1300F	Birim
H_2O Tam ölçekli akış hızı	±40	ml/dk
H_2O Sensör çıkış sınırı	±65	ml/dk
Doğruluk	±5	% ölçülen değer
Tekrarlanabilirlik	±0.5	% ölçülen değer
Sıcaklık katsayısı	0.2	% ölçülen değer/°C
Montaj yönü hassasiyeti	<0.02	ml/dk

Çizelge 4.7. SLF3S-1300F sıvı akış sensörünün pin yapısı (Sensirion, 2019)

Pin1	Pin2	Pin3	Pin4	Pin5	Pin6
NC	SDA	VDD	GND	SCL	NC

4.1.5. Nema 23 Step Motor

Nema 23 step motor elektrik enerjisini dönme hareketi sayesinde fiziksel enerjiye dönüştüren elektromekanik aygıttır. Adım adım hareket etmektedir. Girişlerine uygulanan pals sinyallerine karşı analog dönme hareketi çıkışı üretmektedir. Bu dönme hareketini adım adım ve çok hassas kontrolle sağlamaktadır. Nema 23 step motorun yapısında stator, rotor ve rulmanlar bulunmaktadır. Statorun kutup sayısı sekizdir.

Rulmanlar ise rotora bağlı ve bu sayede şaft rahat etmektedir. Adaptörden bobinlere enerji verilmektedir. Daha sonra motorun hangi hızda ve ne kadar süre dönmesine bağlı olarak bobinlere o kadar pals sinyal verilmektedir (Stoianovici ve ark., 2007). Çalışmada kullanılan nema 23 step motor şekil 4.7.'de verilmektedir.



Şekil 4.7. Nema 23 Step Motor (Stepperonline, 2018)

Çalışmada kullanılan nema 23 step motoruna ait üretici bilgileri çizelge 4.8.'de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Nema 23 Step Motor Özellikleri (Stepperonline, 2018)

Tutma Torku	2.2 Nm
Akım	3.0 A
Gerilim	3.6 Volt
Flanş Ölçüsü	57×57 mm
Kablo Sayısı	8 adet

4.1.6. Motor Sürücü Kontrol Devresi

Motor sürücü kontrol devresi, mikroişlemci biriminden gelen komutlara göre step motorun hareketini kontrol etmektedir. Motor sürücü kartı aşırı ısınma durumuna karşı korumalı, yüksek akım ve düşük voltaj durumuna karşı korumalı ve kısa devre durumuna karşı korumalıdır. Motor sürücü kontrol devresi pompanın hareketi için kullanılan step motorun kontrolüyle ilgilenmektedir. Motor sürücü kontrol devresi, mikroişlemci birimiyle motor arasına yerleştirilmiştir. Motor sürücünün akım ayarı step

motorun türüne göre yapılmıştır. Sürücünün bulunduğu pano metal bölüme topraklama yapılmıştır. Mikrodenetleyiciden motor sürücü devresine Pulse, Direction ve Enable sinyalleri gönderilmiştir. Motor sürücü kartı gelen bu sinyallere göre motorun hareket edip etmeyeceğini, dönüş yönünü ve hızını ayarlamaktadır. Şekil 4.8.'de bu çalışmada kullanılan motor sürücü kontrol devresi verilmiştir.



Şekil 4.8. Motor Sürücü Kontrol Devresi (CW-motor, 2018)

Motor sürücüler, sistemde kullanılacak motorun türüne ve gücüne bağlı olarak farklılık göstermektedir. Her motor için farklı sürücüler ve farklı sürüş yöntemleri bulunmaktadır. Bu çalışmada kullanılan motor sürücü kontrol devresine ait olan üretici bilgileri çizelge 4.9.'da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Motor Sürücü Özellikleri (CW-motor, 2018)

Güç	280W
Gerilim	24VDC ~ 50VDC
Akım	1.5A ~ 5.6A
Faz	2 Faz
Kısa devre koruması	Var

Motor sürücü kartının üzerinde yer alan akım tablosu ve pals tablosu kullanarak motorun çekeceği akım ve her bir adımın kaç derecelik açıya sahip olacağı belirlenmiştir. Motor sürücü kartının swicthleri çizelge 4.10.'da verildiği gibi ayarlanmıştır ve motorun 360^0'lik tam dönüşünü 800 adımda gerçekleştirmektedir.

Çizelge 4.10. Pals Tablosu

PALS	SW5	SW6	SW7	SW8
800	OFF	ON	ON	ON

4.1.7. Selenoid Valf

Tasarlanan cihazda sıvı akışlarının yönlerini kontrol etmek için iki adet selenoid valf kullanılmıştır. Bu valfler şekil 4.1.'deki solüsyon selenoid valf ve kirli selenoid valf olarak isimlendirilmiştir. Solüsyon selenoid valf temiz sıvı peristaltik pompa hortumuna, kirli selenoid valf apse sıvısının dışarı atıldığı peristaltik pompa hortumuna bağlanmıştır. Hastaya solüsyon verilmesi gerektiğinde mikrodenetleyici solüsyon selenoid valfini açar, kirli selenoid valfini kapatır. Hastanın vücudundan apse sıvısı atılacağı zaman da mikrodenetleyici kirli selenoid valfini açar, solüsyon selenoid valfini kapatır. Şekil 4.9.'da selenoid valf verilmiştir.



Şekil 4.9. Selenoid Valf (Suarıtmashop, 2020)

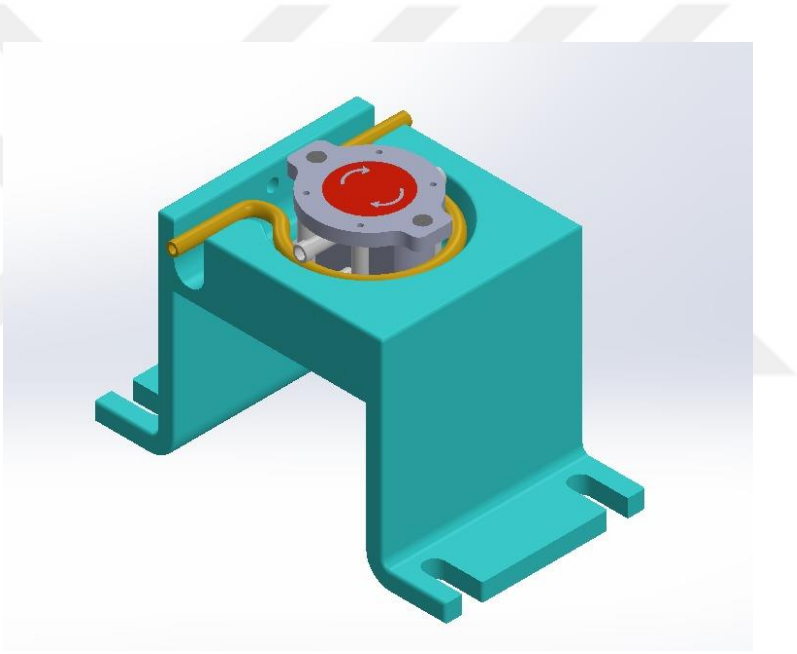
Bu çalışmada kullanılan selenoid valfe ait üretici bilgileri çizelge 4.11.'de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Selenoid Valf Özellikleri (Suarıtmashop, 2020)

Giriş Suyu Basıncı	5 bar
Hortum Çapı	6 mm
Çalışma Gerilimi	24 V DC
Fitre aşama sayısı	5

4.1.8. Peristaltik Pompa

Sıvı akışını gerçekleştiren vakumu oluşturmak için tasarlanan mekanik birimdir. Bu sistemin gerçekleştirilmesi işleminde bilgisayar destekli tasarımdan faydalanılmıştır. Tasarlanan bu pompa, step motor ile birlikte ileri ya da geri yönde dönerek peristaltik pompa hortumunu sağmaktadır ve hortum içerisinde vakum oluşturmaktadır. Oluşturulan vakum sayesinde sıvı akışı oluşmaktadır. Sıvı akışı iki yönlü gerçekleşmektedir. Pompa ileri yönde (saat yönünde) dönerken hastanın vücuduna temiz su verilmektedir geri yönde (saat yönün tersi) dönerken hastanın vücudundaki apse sıvısı dışarı atılmaktadır. Bu cihaz için tasarlanan pompa Şekil 4.10.'da verilmiştir.



Şekil 4.10. Vakum oluşturan sistem

4.2. Aspirasyon ve Yıkama Pompası İçin Bulanık Mantık Tabanlı Denetleyici Tasarımı

Yapay zeka teknolojileri uygulamalarının günden güne yaygınlaşmasıyla birlikte, verilen görevlerini yapabilmek için kendi karar sistemini kullanan sistemler oluşmaya başlamıştır. Bulanık mantık, kesin doğru olmayan verilere göre doğru ve tutarlı çıktılar veren karar ve düşünme mekanizmasıdır (Allahverdi, 2002). Bulanık mantık, net olmayan verilerle de çok iyi çalışmaktadır. Hatta bulanık mantık tabanlı kontrolörler, matematiksel model olmadan da kurulabilir (Işik ve Saraçoğlu, 2007).

Bulanık mantık kısmi üyeliklere izin vermektedir. Yapılan çalışmalar, karmaşık sistemlerin kontrolünde bulanık mantık tabanlı kontrolörün iyi bir metot olduğunu ortaya koymuştur (Saraoğlu ve Şanlı, 2007).

Bu çalışmada hasta vücudundan çekilen apse sıvısının ve hasta vücuduna verilen solüsyonun ml/dk cinsinden hızını ayarlamak için bulanık mantık tabanlı denetleyici tasarlanmıştır. Kirli veya solüsyonun akış hızı, motorun hız kademesini arttırarak ve azaltarak ayarlanmıştır. Motorun hız kademesi bulanık mantık tabanlı denetleyici ile kontrol edilmektedir. Bu bulanık mantık tabanlı denetleyici, sıvı akış sensöründen ml/dk cinsinden okunan akış hızı değeri, sağlık çalışanlarının dokunmatik ekran üzerinden ayarlamış olduğu akış hızından küçük ise motorun devir hız kademesini artırmakta, büyükse azaltmaktadır. Hız kademesi artırıldıktan belli süre sonra sıvı akış hızı sağlık çalışanının ayarladığı değere gelmiyorsa motor tersi yönde dönmekte ve oluşabilecek tıkanıklıkları gidermek için hasta vücuduna solüsyon verilmektedir. Hastadan kirli sıvı çekilirken veya solüsyon verilirken sıvı basınç sensöründen yüksek değer okunduğu zaman bulanık mantık tabanlı denetleyici "SpeedRange" değerini küçültür ve basıncın düşmesi beklenir. Bu durumda cihaz alarm vererek sağlık çalışanları uyarılır. Şekil 4.11.'de tasarlanan bulanık mantık tabanlı denetleyicinin blok şeması yer almaktadır.



Şekil 4.11. Bulanık mantık tabanlı denetleyicinin blok şeması

4.2.1. Bulanıklaştırma işlemleri (fuzzier) ve üyelik fonksiyonları

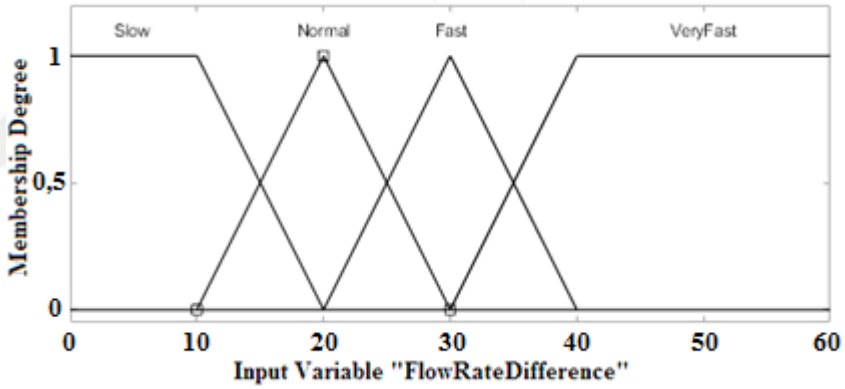
Hastanın vücudundaki apse sıvısını dışarı atarken veya hastanın vücuduna solüsyon verirken motor hız kademesini belirleyen bulanık mantık tabanlı denetleyicinin giriş üyelik fonksiyonları "FlowRateDifference", "Pressure" ve "Time" olarak belirlenmiştir. Çıkış üyelik fonksiyonları ise "SpeedRange" ve "Direction" olarak belirlenmiştir.

A: FlowRateDifference B: Pressure

C: Time D: SpeedRangeDifference

4.2.2. “FlowRateDifference” giriş üyelik fonksiyonu için oluşturulan bulanık kümeler

“Hedef Akış Hızı” hastanın vücudundan çekilen apse sıvısının veya hastanın vücuduna verilen solüsyonun ml/dk cinsinden akış hızıdır. Yani hastanın vücuduna verilen veya hastanın vücudundan çekilen sıvının dakikada kaç ml olması gerektiğini belirlemektedir. “Hedef Akış Hızı” değerini sağlık çalışanları dokunmatik panel üzerinden girebilmektedir. Bu değer 0ml/dk ile 60ml/dk arasında bir değerdir. “Mevcut Akış Hızı” ise akışkanlık sensöründen okuduğumuz, hastanın vücudundan çekilen apse sıvısı veya hastanın vücuduna giren solüsyonun ml/dk cinsinden değeridir. Tasarlanan Bulanık mantık tabanlı denetleyicinin giriş üyelik fonksiyonlarından biri olan “FlowRateDifference” ise Sağlık çalışanlarının girmiş olduğu “Hedef Akış Hızı” ile akışkanlık sensöründen okuduğumuz “Mevcut Akış Hızı” arasındaki farktır. Bulanık mantık tabanlı denetleyici bu değerleri sürekli kontrol etmektedir. Şekil 4.12.’de “FlowRateDifference” giriş üyelik fonksiyonu yer almaktadır.



Şekil 4.12. “FlowRateDifference” giriş üyelik fonksiyonu

$$\mu_{Slow}(A) = \begin{cases} 1 & ; a<=10 \\ (20-a)/10 & ;10<a<=20 \\ 0 & ;a>20 \end{cases}$$

$$\mu_{Normal}(A) = \begin{cases} 0 & ; a<=10 \\ (a-10)/10 & ;10<a<=20 \\ (30-a)/10 & ;20<a<=30 \\ 0 & ;a>30 \end{cases}$$

$$\mu_{Fast}(A) = \begin{cases} 0 & ;a<=20 \end{cases}$$

(a-20)/10 ;20<a<=30
(40-a)/10 ;30<a<=40
0 ;a>40}

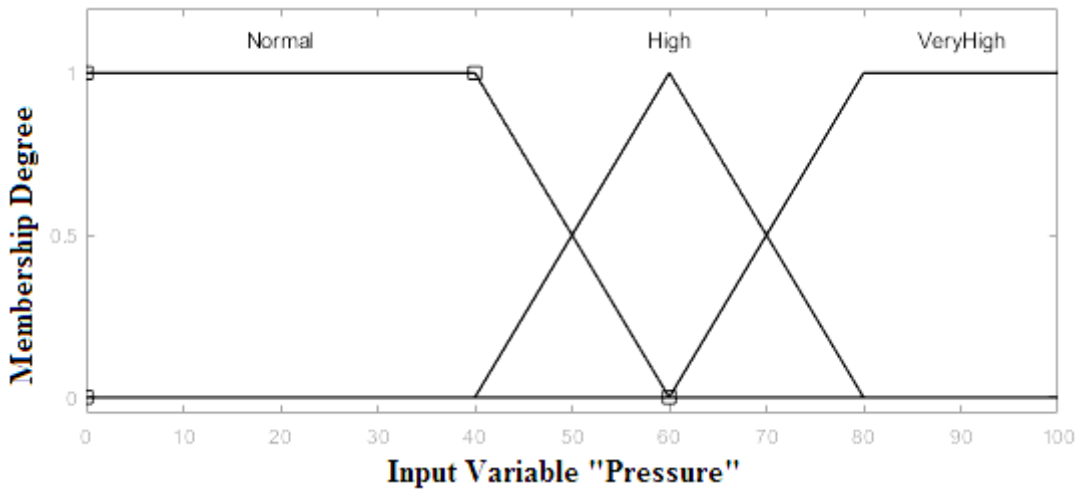
$\mu_{VeryFast}(A) = \{$ 0 ;a<30
(a-30)/10 ;30<a<=40
1 ;a>40}

$\mu_{Slow}(A)$={1 / 0…10 + 0,9 / 11 + 0,8 / 12 + 0,7 / 13 + 0,6 / 14 + 0,5 / 15 + 0,4 / 16 + 0,3 / 17 + 0,2 / 18 + 0,1 / 19 + 0 / 20 }

$\mu_{Normal}(A)$={ 0 / 10 + 0,1 / 11 + 0,2 / 12 + 0,3 / 13 + 0,4 / 14 + 0,5 / 15 + 0,6 / 16 + 0,7 / 17 + 0,8 / 18 + 0,9 / 19 + 1 / 20 + 0,9 / 21 + 0,8 / 22 + 0,7 / 23 + 0,6 / 24 + 0,5 / 25 + 0,4 / 26 + 0,3 / 27 + 0,2 / 28 + 0,1 / 29 + 0 / 30}

4.2.3. “Pressure” giriş üyelik fonksiyonu için oluşturulan bulanık kümeler

“Pressure”, sıvı basınç sensöründen okuduğumuz milibar cinsinden basınç değeridir. Bu sensör hastaya en yakın noktaya yerleştirilmiştir. Hastaya solüsyon verilirken veya hastadan apse sıvısını çekerken hasta vücudunda oluşan basıncı ölçmektedir. Ölçülen basınç değeri normalden yüksek bir değerde ise “SpeedRange” değerinin düşürülmesi gerekmektedir. Bu yüzden sıvı basınç sensöründen okuduğumuz “Pressure” değeri tasarlanan bulanık mantık tabanlı denetleyiciye giriş üyelik fonksiyonlarından biri olarak eklenmiştir. Şekil 4.13.’te “Pressure” giriş üyelik fonksiyonu yer almaktadır.



Şekil 4.13. “Pressure” giriş üyelik fonksiyonu

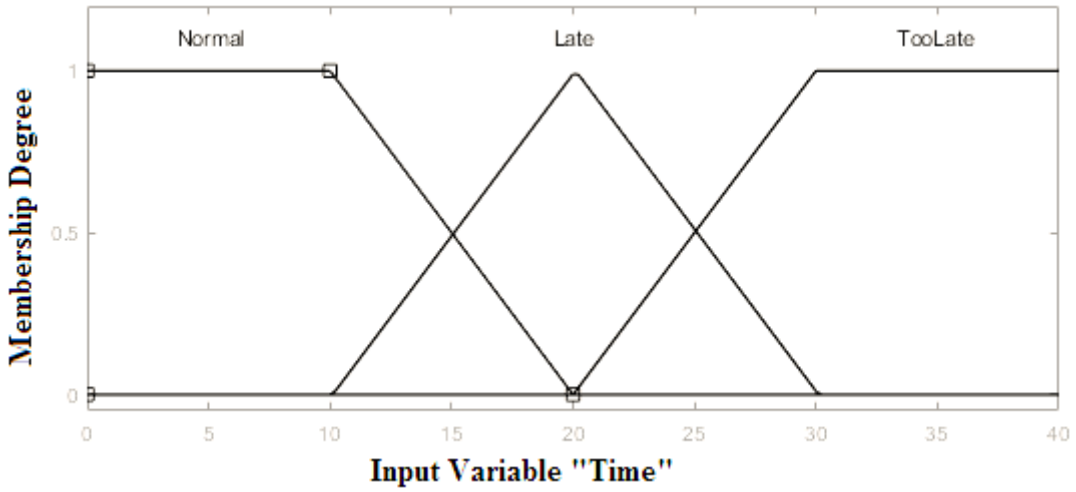
$$\mu_{Normal}(B) = \begin{cases} 1 & ; b<=40 \\ (60-b)/20 & ;40<b<=60 \\ 0 & ;b>60 \end{cases}$$

$$\mu_{High}(B) = \begin{cases} 0 & ; b<=40 \\ (b-40)/20 & ;40<b<=60 \\ (80-b)/20 & ;60<b<=80 \\ 0 & ;b>80 \end{cases}$$

$$\mu_{VeryHigh}(B) = \begin{cases} 0 & ;b<60 \\ (b-60)/20 & ;60<b<=80 \\ 1 & ;b>80 \end{cases}$$

4.2.4. "Time" giriş üyelik fonksiyonu için oluşturulan bulanık kümeler

Tasarlanan bulanık mantık tabanlı denetleyici hastadan apse sıvısını atarken sıvı akışkanlık sensörünün ölçtüğü "Mevcut Akış Hızı" değerini, sağlık çalışanlarının dokunmatik ekran üzerinden ayarladığı "Hedef Akış Hızı" değerine eşitlemek için motorun "SpeedRange" değerini artırmaktadır. Bu adımları yaptıktan belirli bir süre sonunda hedeflenen akışkanlık değeri ile ölçülen akışkanlık değeri eşitlenmiyorsa sıvı akış kanallarında bir tıkanıklık oluşmuş demektir. Bu tıkanıklığı gidermek için motorun dönüş yönü değiştirilerek hastaya solüsyon verilmelidir. Bu geçen zaman tasarlanan bulanık mantık tabanlı denetleyiciye "Time" giriş üyelik fonksiyonu olarak eklenmiştir. Şekil 4.14.'te "Time" giriş üyelik fonksiyonu yer almaktadır.



Şekil 4.14. "Time" giriş üyelik fonksiyonu

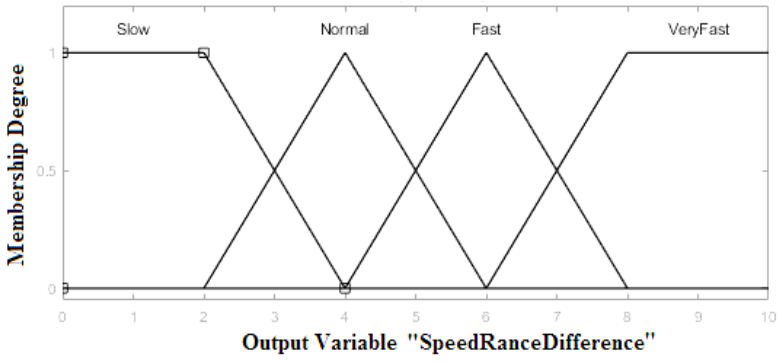
$$\mu_{Normal}(C) = \begin{cases} 1 & ; c<=10 \\ (20-c)/10 & ;10<c<=20 \\ 0 & ;c>20 \end{cases}$$

$$\mu_{Late}(C) = \begin{cases} 0 & ; c<=10 \\ (c-10)/10 & ;10<c<=20 \\ (30-c)/10 & ;20<c<=30 \\ 0 & ;c>30 \end{cases}$$

$$\mu_{TooLate}(C) = \begin{cases} 0 & ;c<20 \\ (c-20)/10 & ;20<c<=30 \\ 1 & ;c>30 \end{cases}$$

4.2.5. "SpeedRangeDifference" Çıkış üyelik fonksiyonu için oluşturulan bulanık kümeler

Hastanın vücudundaki apse sıvısını atarken veya hastanın vücuduna solüsyon verirken sıvının akış hızı motorun dönüş hızı ile ayarlanmaktadır. Tasarlanan cihazda bu hız 0 ile 10 arasında kademeli olarak ayarlanabilmektedir. "Hedef Akış Hızı" ile "Mevcut Akış Hızı" arasındaki değer pozitif bir değer ise motor yeteri kadar hızlı dönmüyor demektir ve bulanık mantık tabanlı denetleyicinin çıkışındaki SpeedRangeDifference değeri kadar motor hızlandırılacaktır. Negatif bir değer ise motor gereğinden fazla dönmektedir ve bulanık mantık tabanlı denetleyicinin çıkışındaki SpeedRangeDifference değeri kadar motor yavaşlatılacaktır. Şekil 4.15.'de "SpeedRangeDifference" çıkış üyelik fonksiyonu yer almaktadır.



Şekil 4.15. "SpeedRangeDifference" çıkış üyelik fonksiyonu

$$\mu_{Slow}(D) = \begin{cases} 1 & ; d<=2 \\ (4-d)/2 & ;2<d<=4 \\ 0 & ;d>4 \end{cases}$$

$$\mu_{Normal}(D) = \begin{cases} 0 & ; d<=2 \\ (d-2)/2 & ;2<d<=4 \\ (6-d)/2 & ;4<d<=6 \\ 0 & ;d>6 \end{cases}$$

$$\mu_{Fast}(D) = \begin{cases} 0 & ;d<=4 \\ (d-4)/2 & ;4<d<=6 \\ (8-d)/2 & ;6<d<=8 \\ 0 & ;d>8 \end{cases}$$

$$\mu_{VeryFast}(D) = \begin{cases} 0 & ;d<6 \\ (d-6)/2 & ;6<d<=8 \\ 1 & ;d>8 \end{cases}$$

4.2.6. “Direction” Çıkış üyelik fonksiyonu için oluşturulan bulanık kümeler

0 ve 1 olmak üzere iki adet değeri vardır. “Direction” değeri 0 iken hastanın vücudundan apse sıvısı atmakta, 1 iken hastanın vücuduna solüsyon vermektedir. Bu 0 ve 1 değerleri motorun dönüş yönünü belirlemektedir. Tasarlanan bulanık mantık tabanlı denetleyici, apse sıvısı dışarı atılırken bir tıkanıklık meydana geldiğinde bu değeri 1 yaparak hastanın vücuduna solüsyon verilmesini sağlar. Sağlık çalışanlarının dokunmatik ekran üzerinden ayarladığı solüsyon süresi boyunca hastaya solüsyon verilir.

4.3. Kural tabanının oluşturulması

Tasarlanan bulanık mantık tabanlı denetleyici için toplam 36 adet Eğer-O Halde bulanık kural ile kural tabanı oluşturulmuştur. Çizelge 4.12.’de hazırlanan bu bulanık kurallar verilmiştir.

Çizelge 4.12. Kural Tablosu

Kural No	Giriş Üyelik Fonksiyonları			Çıkış Üyelik Fonksiyonları	
	FlowRateDifference	**Pressure**	**Time**	**SpeedRangeDifference**	**Direction**
1	Yavaş	Normal	Normal	Yavaş	İleri
2	Normal	Normal	Normal	Normal	İleri
3	Hızlı	Normal	Normal	Hızlı	İleri
4	Çokhızlı	Normal	Normal	Çokhızlı	İleri
5	Yavaş	Normal	Geç	Yavaş	İleri
6	Normal	Normal	Geç	Normal	İleri
7	Hızlı	Normal	Geç	Hızlı	İleri
8	Çokhızlı	Normal	Geç	Çokhızlı	İleri
9	Yavaş	Normal	Çokgeç	Yavaş	Geri
10	Normal	Normal	Çokgeç	Normal	Geri
11	Hızlı	Normal	Çokgeç	Hızlı	Geri
12	Çokhızlı	Normal	Çokgeç	Hızlı	Geri
13	Yavaş	Yüksek	Normal	Yavaş	İleri
14	Normal	Yüksek	Normal	Yavaş	İleri
15	Hızlı	Yüksek	Normal	Normal	İleri
16	Çokhızlı	Yüksek	Normal	Normal	İleri
17	Yavaş	Yüksek	Geç	Yavaş	İleri
18	Normal	Yüksek	Geç	Yavaş	İleri
19	Hızlı	Yüksek	Geç	Normal	İleri
20	Çokhızlı	Yüksek	Geç	Normal	İleri
21	Yavaş	Yüksek	Çokgeç	Yavaş	Geri
22	Normal	Yüksek	Çokgeç	Yavaş	Geri
23	Hızlı	Yüksek	Çokgeç	Yavaş	Geri
24	Çokhızlı	Yüksek	Çokgeç	Yavaş	Geri
25	Yavaş	Çokyüksek	Normal	Yavaş	İleri
26	Normal	Çokyüksek	Normal	Yavaş	İleri
27	Hızlı	Çokyüksek	Normal	Normal	İleri
28	Çokhızlı	Çokyüksek	Normal	Normal	İleri
29	Yavaş	Çokyüksek	Geç	Yavaş	İleri
30	Normal	Çokyüksek	Geç	Yavaş	İleri
31	Hızlı	Çokyüksek	Geç	Normal	İleri
32	Çokhızlı	Çokyüksek	Geç	Normal	İleri
33	Yavaş	Çokyüksek	Çokgeç	Yavaş	Geri
34	Normal	Çokyüksek	Çokgeç	Yavaş	Geri
35	Hızlı	Çokyüksek	Çokgeç	Normal	Geri
36	Çokhızlı	Çokyüksek	Çokgeç	Normal	Geri

4.4. Çıkarım mekanizması ve durulaştırma

Çıkarım mekanizması, kural tabanında bulunan kuralları ve bulanıklaştırılan giriş fonksiyonlarını kullanarak verileri işler ve bulanık sonuç üretir. Çıkarım mekanizması tarafından üretilen bulanık sonuçlar gerçek sistemlerde kullanılacağı için gerçek değere dönüştürülmelidir. Bu işleme durulaştırma işlemi denilmektedir (Gölcük ve Güler, 2017). Tasarımı yapılan bulanık mantık denetleyicide giriş üyelik fonksiyonları Mamdani Çıkarım Mekanizması (Mamdani ve Assilian, 1975) ile işlenmiştir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Tasarlanan cihazın hız kontrolü için 0 ile 10 arasında kademe seçeneği vardır. En hızlı sıvı akışı sağlayan kademe 10 iken en yavaş sıvı akışı sağlayan kademe 0'dır. Kademe ayarı 10 iken peristaltik pompa dakikada 150 tur dönmekte, 0 iken 13.75 tur dönmektedir. Yapılan testler sonucunda her bir kademede taşınabilen maksimum sıvı akışları ile peristaltik pompanın dakikadaki tur sayıları çizelge 5.1.'de yer almaktadır

Çizelge 5.1. Kademelere göre peristaltik pompanın devir sayısı ve sıvı akışkanlık hızları

Seviye	Akışkanlık	Pompanın Dakikadaki Devir Sayısı
0	17 ml/dk	13.75
1	19 ml/dk	15
2	21 ml/dk	16.66
3	23 ml/dk	18.75
4	26.5 ml/dk	21.42
5	31 ml/dk	25
6	36.5 ml/dk	30
7	45 ml/dk	37.5
8	58 ml/dk	49.8
9	85.5 ml/dk	75
10	152 ml/dk	150

Mikrodenetleyici peristaltik pompayı hareket ettiren step motoru adım adım döndürmek için saniyede 4000 kez timer interrupt a girmektedir. Her bir interruptta pals sinyali üretmek için kullanılan komut;

```
counter++;
if(counter>10-level)
{
        HAL_GPIO_TogglePin(GPIOD,GPIO_PIN_12);
        counter=0;
}
```

Şeklindedir. Bu komuttanda anlaşıldığı gibi PortD.12 pini pals sinyalini üretmektedir. Level değişkeninin değerine göre üretilen pals sinyalinin frekansı belirlenmektedir. Örneğin level değişkeninin değeri 10 olduğunda, her bir interruptta bu pin terslendiği için bu pinden saniyede 2000 kez pals sinyali üretilmektedir. Çizelge 5.2.'de her bir kademe için üretilen pals sinyalinin frekansı ve peristaltik pompanın

dakikadaki devir sayısının hesabı yer almaktadır. Yapılan testler sonucu ile hesaplanan sonuçlar bire bir aynı çıkmıştır.

Çizelge 5.2. Kademelere göre peristaltik pompanın devir hesabı

Seviye	**Karşılaştırma** if(counter>10-level)	**Pals Sayısı** pals/sn	**Pompanın Saniyedeki Devir Sayısı**	**Pompanın Dakikadaki Devir Sayısı**
10	counter>0	4000/1=4000/2=2000	2000/800=2.5	2.5*60=150
9	counter>1	4000/2=2000/2=1000	1000/800=1.25	1.25*60=75
8	counter>2	4000/3=1333.33/2= 666.665	666.665/800=0.83	0.83*60=49.8
7	counter>3	4000/4=1000/2=500	500/800=0.625	0.625*60=37.5
6	counter>4	4000/5=800/2=400	400/800=0.5	0.5*60=30
5	counter>5	4000/6=666.67/2= 333.335	333.335/800=0.42	0.42*60=25
4	counter>6	4000/7=571.429/2= 285.714	285.714/800=0.357	0.357*60=21.42
3	counter>7	4000/8=500/2=250	250/800=0.3125	0.3125*60=18.75
2	counter>8	4000/9=444.444/2= 222.222	222.222/800=0.277	0.277*60=16.66
1	counter>9	4000/10=400/2=200	200/800=0.25	0.25*60=15
0	counter>10	4000/11=363.636/2= 181.818	181.818/800=0.227	0.227*60=13.63

5.2. Öneriler

Günümüz teknolojisinde kullanılan aspirasyon cihazları manuel olarak çalıştığı için hem sağlık çalışanları için zaman kaybı olmakta hem de hastalar fazla acı çekmektedirler. Bu çalışmada hemodiyaliz cihazının çalışma mantığından hareketle yeni bir aspirasyon ve yıkama pompası tasarımı yapılmıştır. Yapılan bu cihaz ile hastaların tedavi sırasında daha az acı çekmesi ve sağlık çalışanlarının zamandan tasarruf etmesi amaçlanmaktadır. Tasarlanan cihaz non-invazif bir cihazdır ama cerrahların invazif yöntemlerle ulaştığı apseli bölgeleri temizlemektedir. Tasarlanan cihaz için atölye ortamında yapılan testler ve cerrahlar ile yapılan görüşmeler neticesinde kullanılabilirliği anlaşılmaktadır. Etik kurul izinleri ve gerekli diğer belgeler alındıktan sonra tasarlanan cihazın seri üretimi yapılacak ve sağlık çalışanlarının hizmetine sunulacaktır.

KAYNAKLAR

Abduljabar, S. J., 2011, Bulanik Mantik Yöntemleri Kullanilarak Gazli İçeceklerde Karbondioksit Kontrolü, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü* Ankara, 4-9.

Allahverdi, N., 2002, Uzman Sistemler: Bir Yapay Zeka Uygulaması, Atlas Yayın Dağıtım, p.

Atek, 2010, BCT 22 Piezoresistif Basınç Transmitteri http://www.ateksensor.com/content/img/BCT/DS_BCT_001_BCT_22_Datasheet__TR_.pdf, [03.02.2020].

CW-motor, 2018, Digital Stepping Driver, http://www.cw-motor.com/index.php?m=content&c=index&f=show&catid=214&l=3&id=360, [25.01.2020].

Çobanoğlu, B., 2000, Bulanık Mantık ve Bulanık Küme Teorisi, *Niksar MYO/GOP Üniversitesi. s*, 1-55.

Doğueri, A., 1996, Bulanık Mantık ve Bulanık Denetleyiciler, *Otomasyon Dergisi*, 44, 106-108.

Gölcük, A. ve Güler, İ., 2017, The Use of Stepper Motor-Controlled Proportional Valve for Fio 2 Calculation in the Ventilator and its Control with Fuzzy Logic, *Journal of Medical Systems*, 41 (1), 1.

Günal, Ü., 1997, Bulanık Mantık, *Otomasyon Dergisi*, No:55, 50-55.

Heironimus, S. N., El-Sabaaly, P. G. ve Pludeman, J. B., 1997, Containment and treatment aspirator system and method, Google Patents.

Hill, F. C., 2000, Middle ear fluid aspirator, Google Patents.

Işik, H. ve Saraçoğlu, E., 2007, The design of thermoelectric footwear heating system via fuzzy logic, *Journal of Medical Systems*, 31 (6), 521-527.

Jang, K., Lee, D. H., Lee, S. H. ve Chung, B. H., 2012, Treatment of prostatic abscess: case collection and comparison of treatment methods, *Korean Journal of Urology*, 53 (12), 860-864.

Jansen, M., Truong, S., Sparenberg, P. ve Schumpelick, V., 1997, Ultrasound-controlled, percutaneous drainage: a safe and simple method for treatment of intra-abdominal abscesses, *Langenbecks Archiv fur Chirurgie. Supplement. Kongressband. Deutsche Gesellschaft fur Chirurgie. Kongress*, 1205.

Juul, N., Sztuk, F., Torp-Pedersen, S. ve Burcharth, F., 1990, Ultrasonically guided percutaneous treatment of liver abscesses, *Acta Radiologica*, 31 (3), 275-277.

Kerwin, M. J., Yam, J. S., Korte, K. G., Klefisch Jr, T. J., Ranford, A. B. ve Olive, J. W., 1997, Fluid collection and disposal system, Google Patents.

Lang, M., Habboub, G., Moore, N. Z., Recinos, V. M., Mohammadi, A. M., Nagel, S., Bhimraj, A., Silva, D. ve Recinos, P. F., 2018, Neuroendoscopic evacuation of intraventricular empyema using a side-cutting aspiration device, *Journal of Clinical Neuroscience*, 47, 323-327.

Mahmood, M. S., 2010, Bulanık Mantık Kullanılarak Trafik Kontrolünün Tasarımı ve Uygulaması, *Yüksek lisans tezi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Ankara Üniversitesi, Ankara*.

Maitz, C. A. ve Hauser, G. M., 1990, Aspirator device for body fluids, Google Patents.

Malik, A. A., Bari, S. U., Rouf, K. A. ve Wani, K. A., 2010, Pyogenic liver abscess: Changing patterns in approach, *World journal of gastrointestinal surgery*, 2 (12), 395.

Mamdani, E. H. ve Assilian, S., 1975, An experiment in linguistic synthesis with a fuzzy logic controller, *International journal of man-machine studies*, 7 (1), 1-13.

MEGEP, 2011, Aspirasyon Cihazı ve Uygulama Faaliyetleri, http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Aspirasyon.pdf, [13.03.2020].

Michaels, T. L., Johnson, R. A. ve Thomas, J., 2012, Liquid collection system and related methods, Google Patents.

Miller, M., Hollen, M. C., Hand, J. M. ve Anderson, B. G., 2004, Method and apparatus for disposing of bodily fluids from a container, Google Patents.

Nextion, 2011, Nextion NX8048T070 - Generic 7.0" HMI TFT LCD Touch, https://nextion.tech/datasheets/nx8048t070/, [26.01.2020].

Oliveira, P., Andrade, J. A., Porto, H. C., Pereira Filho, J. E. ve Vinhaes, A. F., 2003, Diagnosis and treatment of prostatic abscess, *International braz j urol*, 29 (1), 30-34.

Rosenblatt, R., 1989, Aspirator for collection of bodily fluids, Google Patents.

Sakuraba, M., Sagara, Y. ve Komatsu, H., 2005, Surgical treatment of tuberculous abscess in the chest wall, *The Annals of thoracic surgery*, 79 (3), 964-967.

Saraoğlu, H. M. ve Şanlı, S., 2007, A fuzzy logic-based decision support system on anesthetic depth control for helping anesthetists in surgeries, *Journal of Medical Systems*, 31 (6), 511-519.

Sensirion, 2019, SLF3S-1300F Liquid Flow Sensor, https://www.sensirion.com/fileadmin/user_upload/customers/sensirion/Dokumente/4_Liquid_Flow_Meters/Liquid_Flow/Sensirion_Liquid_Flow_Sensor_SLF3S-1300F_Datasheet_EN_D1.pdf, [14.04.2020].

Spilman, D. A., 2000, Ear vacuum, Google Patents.

Stephanov, S., 1988, Surgical treatment of brain abscess, *Neurosurgery*, 22 (4), 724-730.

Stepperonline, 2018, Nema 23 stepper motor, https://www.omc-stepperonline.com/download/23HS22-2804S.pdf, [25.01.2020].

STMicroelectronics, 2020, Discovery kit with STM32F407VG MCU, https://www.st.com/resource/en/data_brief/stm32f4discovery.pdf, [25.01.2020].

Stoianovici, D., Patriciu, A., Petrisor, D., Mazilu, D. ve Kavoussi, L., 2007, A new type of motor: pneumatic step motor, *IEEE/ASME Transactions On Mechatronics*, 12 (1), 98-106.

Suarıtmashop, 2020, Selenoid Valf Quick Geçme Bağlantılı, https://suaritmashop.com/su-aritma-cihazi-solenoi-%EF%BF%BDd-valf-6-mm-hortum-quick-baglantili-24-v-dc_(urun)_(2912237834-4351), [22.09.2020].

Wang, I.-K., Chen, Y.-M., Chen, Y.-C., Fang, J.-T. ve Huang, C.-C., 2003, Successful treatment of renal abscess with percutaneous needle aspiration in a diabetic patient with end stage renal disease undergoing hemodialysis, *Renal failure*, 25 (4), 653-657.

Xinqing, L., Tsoukalas, L. H. ve Uhrig, R., 1996, A neurofuzzy approach for the anticipatory control of complex systems, *Proceedings of IEEE 5th International Fuzzy Systems*, 587-593.

Yu, S. C., Lo, R. H., Kan, P. ve Metreweli, C., 1997, Pyogenic liver abscess: treatment with needle aspiration, *Clinical radiology*, 52 (12), 912-916.

Zadeh, L. A., 1996, Fuzzy sets, In: Fuzzy sets, fuzzy logic, and fuzzy systems: selected papers by Lotfi A Zadeh, Eds: World Scientific, p. 394-432.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı	**:**	Muhammed Bakır DALMIZRAK
Uyruğu	**:**	T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi	**:**	Alacakaya / 05.12.1994
Telefon	**:**	+90 (553) 507 8263
Faks	**:**	
e-mail	**:**	mhmmd.bkr23@gmail.com

EĞİTİM

Derece		**Adı, İlçe, İl**	**Bitirme Yılı**
Lise	:	Konevi Anadolu Lisesi, Selçuklu, Konya	2012
Üniversite	:	Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Niğde	2018
Yüksek Lisans	:	Selçuk Üniversitesi, Selçuklu, Konya	
Doktora	:		

YABANCI DİLLER

İngilizce

YAYINLAR

Dalmizrak, M. B., Golcuk, A. ve Yasak, M. S., 2020, A Forecasting with Multilayer Perceptron Algorithm the Occupancy Rate of Accommodation Establishments in Turkey, International Journal of Intelligent Systems and Applications in Engineering, 2019 (basıma kabul edilmiştir, link: https://ijisae.org/IJISAE/article/view/1082)

ULUSLARARASI SEMPOZYUM - KONFERANS

Gölcük, A., Dalmızrak, M.B., 2020, Use of Microprocessor in Abcess Treatment International Conference on Engineering Technologies (ICENTE’20). Konya -Turkey.