



**T.C.
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**NESNELERİN İNTERNETİ VE BULANIK MANTIK
KULLANARAK GİYİLEBİLİR TIBBİ CİHAZLARDA
HİPERTANSİYON TEŞHİSİ**

GÖZDE TURSUN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN
DR. ÖĞR. ÜYESİ SİNAN TOKLU**

DÜZCE, 2019

T.C.
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

NESNELERİN İNTERNETİ VE BULANIK MANTIK KULLANARAK
GİYİLEBİLİR TIBBİ CİHAZLARDA HİPERTANSİYON TEŞHİSİ

Gözde Tursun tarafından hazırlanan tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Dr. Öğr. Üyesi Sinan TOKLU

Düzce Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Dr. Öğr. Üyesi Sinan TOKLU

Düzce Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi İbrahim Alper DOĞRU

Gazi Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Abdullah Talha KABAKUŞ

Düzce Üniversitesi

Tez Savunma Tarihi: 12/07/2019

BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün aşamalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

12 Temmuz 2019

Gözde TURSUN

TEŐEKKÖR

Yüksek Lisans öğrenimimde ve bu tezin hazırlanmasında gösterdiği her türlü destek ve yardımdan dolayı çok değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Sinan Toklu' ya en içten dileklerle teşekkür ederim.

Bu çalışma boyunca yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen sevgili aileme ve çalışma arkadaşlarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

12 Temmuz 2019

Gözde TURSUN

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ŞEKİL LİSTESİ	vii
ÇİZELGE LİSTESİ	viii
KISALTMALAR.....	ix
SİMGELER	x
ÖZET	xi
ABSTRACT	xii
1. GİRİŞ	1
1.1. NESNELERİN İNTERNETİ	2
1.1.1. Nesnelerin İnterneti Kullanım Alanları	4
1.1.2. Nesnelerin İnternetinde Güvenlik	4
1.1.3. Akıllı Cihazlar	5
1.2. HİPERTANSİYON.....	6
1.2.1. Hipertansiyon Teşhisi	6
1.2.2. Hipertansiyonun Vücuda Etkileri	8
1.2.3. Yüksek Tansiyondan Korunma Yolları	9
1.3. YAPAY ZEKA	9
1.3.1. Yapay Zeka Araştırma Alanları	10
1.3.2. Yapay Zeka Uygulamaları	11
1.3.2.1. Uzman Sistemler	11
1.3.2.2. Yapay Sinir Ağları.....	12
1.3.2.3. Genetik Algoritmalar	13
1.4. BULANIK MANTIK	14
1.4.1. Bulanık Mantık Tarihçesi.....	15
1.4.2. Bulanık kümeler ve Üyelik Fonksiyonları	15
1.4.3. Bulanık Mantık Çıkarım Yöntemleri.....	18
1.4.4. Bulanık Sistem	18
1.4.5. Bulanık Mantık Uygulama Alanları.....	20
2. İLGİLİ ÇALIŞMALAR.....	21
3. MATERYAL VE YÖNTEM	24
3.1. ARAÇLAR	24
3.2. YÖNTEMLER	30
4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	33
5. KAYNAKLAR	35
6. EKLER	38

6.1. EK 1: ARDUINO KODU	38
ÖZGEÇMİŞ	



ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.1. IOT mimarisi.	3
Şekil 1.2. Yapay sinir ağları.....	12
Şekil 1.3. Genetik algoritma akış diyagramı.....	14
Şekil 1.4. Klasik (ikili) mantık ve bulanık mantık geçişleri.	16
Şekil 1.5. Üçgen üyelik fonksiyonu.....	17
Şekil 1.6. Gaussian üyelik fonksiyonu.....	17
Şekil 1.7. Yamuk üyelik fonksiyonu.	18
Şekil 1.8. Bulanık mantık sistemi blok diyagramı.....	19
Şekil 3.1. Sistem modeli.	24
Şekil 3.2. Giyilebilir tansiyon aleti.	25
Şekil 3.3. Sistem bağlantısı.....	25
Şekil 3.4. Program çalışma algoritması.	26
Şekil 3.5. Sistem yapısı.....	27
Şekil 3.6. Uygulama kayıt sayfası.	28
Şekil 3.7. Uygulama giriş sayfası.	28
Şekil 3.8. Uygulama veri aktarılmış giriş sayfası.	29
Şekil 3.9. Uygulamada tutulan kayıtlar.	30
Şekil 3.10. Hipertansiyon derecesi.	32

ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Çizelge 1.1. Tansiyon değer aralıkları	7
Çizelge 1.2. Bulanık mantık ile klasik mantığın kıyaslaması	14
Çizelge 2.1. İlgili yapılmış çalışmaların karşılaştırılması.....	23



KISALTMALAR

DKB	Diyastolik kan basıncı
GPRS	General packet radio Service
GSM	Global system for Mobile Communications
IOT	Internet of things
MBUS	Metering bus
NFC	Network file system
RFID	Radio frequency identification
SKB	Sistolik kan basıncı

SİMGELER

$\cup$
 $\cap$
 μ
&
||

Birleşim
Kesişim
Mu
Ve
Veya



ÖZET

NESNELERİN İNTERNETİ VE BULANIK MANTIK KULLANARAK GİYİLEBİLİR TIBBİ CİHAZLARDA HİPERTANSİYON TEŞHİSİ

Gözde TURSUN

Düzce Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Sinan TOKLU

Temmuz 2019, 41 sayfa

Nesnelerin interneti, çağımızın hızla büyüyen teknolojilerinden biridir ve temelde cihazların birbirleriyle iletişimde olması anlamına gelmektedir. Günümüz teknolojisinde nesnelerin interneti ile haberleşen giyilebilir cihazlara olan ilgi artmıştır. Akıllı cihazlar olarak adlandırılan bu cihazların başka cihazlarla iletişimi yapılarak uzaktan kontrol gibi kolaylıklar sağlanmaktadır. Akıllı cihazlar tıp alanında da sıkça kullanılmaktadır. Bu alanda giyilebilir tıbbi cihazlar hastaların vücuduna yerleştirilerek anlık veri akışı ve kontrol yapılmasına yardımcı olmaktadır. Bu çalışmada dünyadaki yaygın hastalıklardan biri olan Hipertansiyon hastalığı için giyilebilir tansiyon aletinin hastalık teşhisi yapması ve nesnelerin interneti ile haberleşmesi amaçlanmıştır. Hipertansiyon ciddi zararları olabilecek bir hastalıktır ve teşhisi yapılmadığı zaman hayati organlara zarar vererek ölümcül sonuçlara neden olabilmektedir. Yapay zeka, basitçe tanımlayacak olursak cihazların insan gibi düşünmesidir. Cihazların bu özelliği kazanması için bir konuyla ilgili bilgilerin cihaza öğretilmesi gerekmektedir. İlgili konuda uzman görüşü alınarak doğruluğundan emin olunan bilgiler cihazlara çeşitli yöntemlerle öğretilir. Yapay zeka uygulamalarından biri olan bulanık mantık, klasik mantıktan yani bir şey ya doğrudur ya yanlıştır olan iki seçenekli mantıktan farklı olarak insan düşüncesine yakın bir sonuç elde edilmesini sağlamaktadır. Yapılan çalışmada hipertansiyon teşhisinde bulanık mantık kullanılarak sonuç elde edilmiştir. Büyük kan basıncı, küçük kan basıncı ve yaş olmak üzere üç giriş parametresi kullanılmıştır ve hipertansiyon çıkış parametresi olarak verilmiştir. Daha önce yapılmış olan çalışmalarda giriş parametreleri sayısı farklıdır. Bu çalışmada sadece üç parametre ile etkili sonuç elde edilmiştir.

Anahtar sözcükler: Hipertansiyon, Nesnelerin interneti, Bulanık mantık, Yapay zeka.

ABSTRACT

DIAGNOSIS IN WEARABLE MEDICAL DEVICES USING INTERNET OF THINGS AND FUZZY LOGIC

Gözde TURSUN

Düzce University

Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Computer Engineering

Master's Thesis

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Sinan TOKLU

July 2019, 41 pages

The Internet of Things is one of the fastest growing technologies of our time and basically means that the devices communicate with each other. In today's technology, interest in wearable devices communicating with the Internet of things has increased. These devices, which are called smart devices, can be communicated with other devices to provide simplicity such as remote control. Smart devices are also frequently used in medicine. In this area, wearable medical devices are placed in the patients' body to help in instant data flow and control. In this study, it is aimed to diagnose the disease and communicate with the internet of the wearable sphygmomanometer for hypertension disease which is one of the common diseases in the world. Hypertension is a disease that can cause serious harm and can cause fatal results by damaging the vital organs when it is not diagnosed. Artificial intelligence is simply thinking of devices as human beings. In order for the devices to gain this feature, information on a subject must be taught to the device. The information that is sure to be correct by taking expert opinion is taught to the devices by various methods. Fuzzy logic, which is one of the applications of artificial intelligence, provides a result that is close to the idea of the human, unlike the classical logic, something that is either true or the two-choice logic that is wrong. In my study, fuzzy logic was used in the diagnosis of hypertension.

Keywords: Hypertension, Internet of things, Fuzzy logic, Artificial intelligence.

1. GİRİŞ

Teknolojinin gelişmesi ile bilgisayar sistemlerini hayatımızın hemen hemen her yerinde kullanmaktayız. Bilgisayar teknolojilerinde insan hayatına en büyük katkısı olan konulardan biri de yapay zekadır. Yapay zekanın amacı, cihazın yada uygulamanın insan gibi düşünme yetisi kazanmasıdır. Bunun gerçekleşmesi için yapay zeka algoritmaları kullanılmaktadır. Hayatımızın pek çok alanında yapay zeka kullanılmaktadır ve yapay zeka özellikle tıp alanına büyük katkılar sağlamaktadır. Yapay zeka algoritmaları kullanılarak hastalıkların erken teşhisi, tespiti gibi konularda yardım sağlanmaktadır. Bunun için ilgili konuda uzman olan kişilerden fikirler alınmaktadır ve makinenin de uzman gibi karar vermesi sağlanmaktadır. Yapay zekanın kullanımı sayesinde doktorların iş yoğunlukları azalmaktadır. Yapay zeka ile teşhis yapan cihazlar sayesinde erken teşhis sağlanabilmektedir. Konuyla ilgili uzmandan alınan bilgileri cihazların öğrenmesi ve yorumlaması sayesinde belki de önemsiz olacağını düşündüğümüz fakat aslında ciddi sorunlara yol açabilecek hastalıkların erken teşhisi yapılabilmektedir.

Bulanık mantık, bir yapay zeka yöntemidir. Klasik mantıkta olan ikili sistemden farklı olarak sadece iki sonuç yoktur. Klasik mantıkta sonuç ya doğrudur yani 1 yada yanlıştır yani 0' dır. Bulanık mantıkta amaç insan düşüncesine yaklaşmak olduğundan dolayı bu makine mantığından çıkıp birden fazla sonuç çıktısı vermektedir. Örnek olarak; hava sıcaklığı klasik mantıkta ya sıcaktır ya da soğuktur. Fakat insana düşüncesi sorulduğunda ılık, sıcak, çok sıcak, soğuk, çok soğuk gibi kişiden kişiye değişebilecek öznel birçok sonuç elde edilmektedir.

Nesnelerin interneti, temelde cihazların haberleşmesi anlamına gelmektedir. Son zamanlarda etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Günümüzde akıllı cihazlar olarak adlandırılan bu cihazlar hayatımızda gittikçe daha çok yer kaplamaktadır ve bu cihazlarla aynı anda pek çok cihazdan gelen verileri bir yerde toplayarak verilerin takibi kolaylıkla yapılabilmektedir. Günümüzde sık kullanımı olan akıllı telefonlarla ev dışındayken evdeki cihazların durumunu öğrenebilir ve yapmak istediğimiz işlemleri yapabilmekteyiz. Fabrikalarda veya sürekli bir makinenin çalışması gereken ortamlarda makinenin durumunun kontrolü uzaktan yapılabilmektedir, bu da insan çalışması

üzerindeki yükü azaltmaktadır. Hemen hemen her alanda bu cihazların kullanılması bize kolaylık sağlamaktadır.

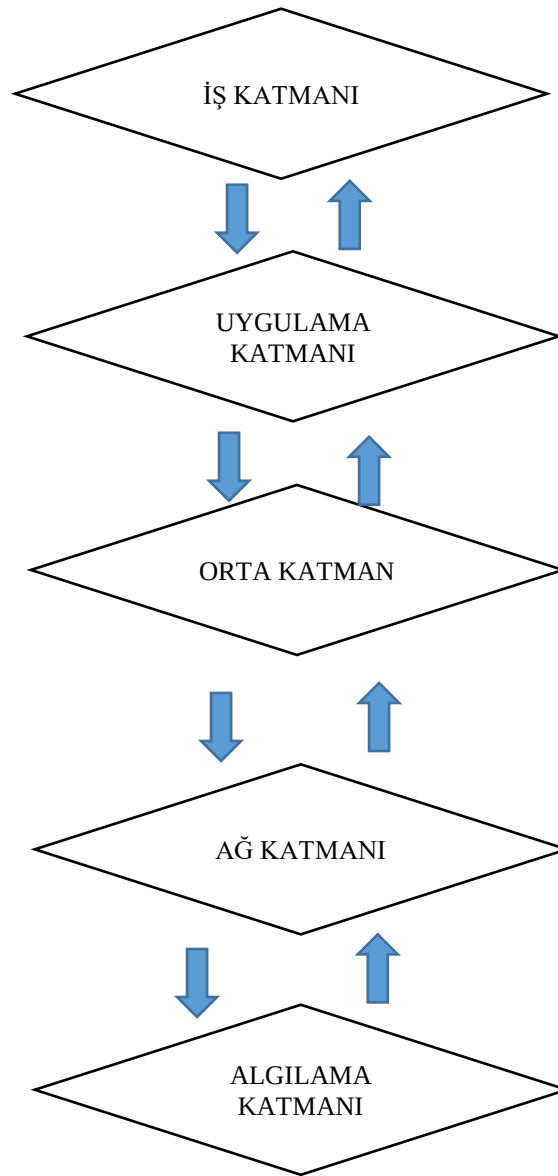
Özellikle sağlık sektöründe hastaların takibi için bu teknolojiye yararlanılmaktadır. Giyilebilir cihazlarda bulunan algılayıcılardan alınan bilgilerin takibi sağlık sektöründe ciddi gelişmelerden biri haline gelmiştir. Sağlık ile ilgili bu cihazlar piyasada etki alanını arttırmaktadır. Giyilebilir tıbbi cihazlar ile hastanın istendiği takdirde 24 saatlik ölçümleri bir arada toplanıp doktor sistemlerine gönderilebilir ya da anlık müdahale gerektiren durumlarda doktor veya hemşireye hemen bildirim gönderilerek hastanın sağlığının korunmasına yardımcı olunmaktadır. Nesnelerin interneti ile cihazların haberleşmesi farklı yöntemlerle yapılabilmektedir. Önemli olan cihazların haberleşmesi sırasındaki güvenlik kontrolünün sağlam olmasıdır. Cihazdan cihaza veri gönderilirken bu verinin manipüle edilme ihtimaline karşı haberleşmede kullanılan yöntemlere göre güvenlik önlemlerinin alınması nesnelerin internetinde esastır.

Dünyada çok sayıda önemli hastalık bulunmaktadır bunlardan biri de artan kan basıncı olarak da bilinen hipertansiyon hastalığıdır. Hipertansiyon, tüm dünyada önemli bir halk sağlığı sorunudur. 2007’ de İsveç’te bulunan Karolinska Üniversite Hastanesi tarafından yapılan çalışmaya göre tahminen 1 milyar insanda hipertansiyon hastalığı bulunmaktadır ve son yirmi yılda hipertansiyon hastası kişilerin % 27 oranında arttığı, hipertansiyondan kaynaklanan ölüm oranının dünyanın bazı bölgelerinde % 60’ a kadar olduğu tahmin edilmektedir [1]. Hipertansiyon hastalığının, erken teşhisi yapılmazsa vücudun pek çok organına zarar verebilmektedir. Özellikle hayati organları çok çabuk etkileyen hipertansiyon teşhisi için geç kalındığı ya da yanlış bir teşhis yapılması durumlarında sonuçlar ölümcül olabilmektedir. Bu çalışmada çağımızın önemli hastalıklarından olan hipertansiyonun giyilebilir cihaz üzerinden alınan verilerinin bulanık mantık ile yorumlanarak teşhisi yapılmıştır ve akıllı cihaz ile nesnelerin interneti kullanılarak haberleşmesi sağlanmıştır.

1.1. NESNELERİN İNTERNETİ

Nesnelerin interneti, orijinal ismiyle internet of things (IOT) cihazların haberleşmesi anlamına gelmektedir. Aslında 1991 yılında Cambridge Üniversitesi'ndeki akademisyenlerin kahve makinesini takip etmek için kurduğu kameralı sistem bu teknolojinin başlangıcı kabul edilmektedir. Teknoloji ile beraber gelişen cihazlar ile IOT

daha etkin şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Özellikle akıllı telefonların hayatımıza girişı ile daha da hızlı gelişmiştir ve gelişmektedir. IOT, hayatımıza büyük kolaylıklar sağlamaktadır. Takip etmemiz gereken cihazlardan gelen verileri tek bir yerde toparlayabilir ve bize sunabilir. Örneğin, akıllı ev sistemlerinde olduğu gibi evin sıcaklığı, klima derecesi gibi tüm erişmek isteyeceğimiz veriler için cihazların telefon ile iletişimi sağlanarak takip yapmamıza olanak sunmaktadır. Giyilebilir cihazlarda da kullanılan IOT bize gerçek zamanlı veri akışı sunabilmektedir. IOT için dört ana mimari vardır. En çok kullanılan mimarisi 5 katmanlı mimaridir. Şekil 1.1 ile gösterilmektedir.



Şekil 1.1. IOT mimarisi.

Şekil 1.1’ de gösterildiği gibi beş katmanlı mimarinin katmanları; iş katmanı, uygulama

katmanı, orta katman, ağ katmanı ve algılama katmanıdır. Bu mimarinin diğerlerinden farklı iş katmanıdır yani yönetim katmanıdır. Herhangi bir sorun olduğunda müdahale etme ve hataları düzeltme bu katman tarafından sağlanabilmektedir [2].

Nesnelerin haberleşmesi için bazı protokoller kullanılmaktadır. Bu iletişim protokolleri; RFID, Zigbee, 802.5.4, NFC, Kızılötesi, Bluetooth, ModBus, M-Bus, GPRS ve GSM, Bacnet, LPWAN, elektrik hattı taşıyıcıları, Ethernet gibi kablosuz ve kablolu iletişim altyapısı ve iletişim protokolleri iletişim katmanında yer almaktadır. Alınan veriler kullanılan iletişim protokolleri ile veri işleme merkezine yollanmaktadır. Alınan verilerin boyutuna göre gömülü sistemlere ya da bulut sistemine aktarım yapılmaktadır [3].

1.1.1. Nesnelerin İnterneti Kullanım Alanları

IOT, pek çok alanda kullanılmaktadır ve gittikçe kullanımı yaygınlaşmaktadır.

- Algılayıcılar ile izlenen yol, köprü gibi yapıların incelenmesi ve gerekli durumlarda kurumların haberdar edilmesinde kullanılmaktadır.
- Ormanlarda veya herhangi bir kapalı alan içinde yangın algılayıcıları kaza takibi yapılmasında kullanılmaktadır.
- Tıp alanında cihazlardan gelen verilerin takibinde kullanılır. Örneğin hastanın bağlı olduğu solunum cihazında bir aksaklık olduğunda bilgilendirilmesinde kullanılmaktadır.
- Ev içerisinde ışık, açık kalan cihaz, kapı kilit kontrolü gibi pek çok cihazın takibinde kullanılmaktadır.
- Hava, su, toprak gibi çevresel kirlilik kontrolünde kullanılmaktadır.
- Sanayide üretim cihazlarının takibinde kullanılmaktadır.
- Alışveriş sektöründe, Örneğin; Amazon şirketi ürünlerin sadece bir cihazla okutularak sepete eklenmesi sağlanıp müşteri herhangi bir ürün taşımadan kasada ürünlerini alabilmektedir [4].
- IOT, ulaşımda sürücü ile araç arasında iletişim kurarak akıllı trafik kontrolü, akıllı park, akıllı yol yardımı olarak kullanılmaktadır.

1.1.2. Nesnelerin İnternetinde Güvenlik

Teknolojinin ilerlemesiyle internet çağına da giriş yapılmıştır. Bu durumun birçok

avantajı yanı sıra dezavantajları da söz konusudur. Özellikle siber güvenlik kavramı bu dönemde en önemli konulardan biri haline gelmiştir. Nesnelerin internetinde de veri aktarımı gerçekleştiği için bu verilerin korunması da esastır. Cihazlar arası iletişim sırasında kötü niyetli bir paket araya girerse cihazlardan gelen verilerin çalınması ya da değiştirilmesi gibi pek çok olumsuz sonuca sebebiyet verebilir. Bu durumu engellemek için aşağıda gösterilmiş olan bazı önlemler alınmaktadır.

- Web teknolojileri IOT cihazların yönetimi için kullanılmaktadır. Web teknolojisi ile kurulan sistemde güvenlik açıkları kapatılmalıdır.
- IOT cihazların iletişime geçmesi yada kullanıcıların cihazlarla iletişime geçmesi için ağ servisleri açık olmak zorunda olmalıdır. Bu servisler saldırılara karşı korumalı olmalıdır
- Veri taşınması sırasında şifreleme algoritmaları kullanılmalıdır.
- Gizlilik, günümüzde önemli konulardan biridir. Kullanılan IOT cihazının kişisel verileri saklamamasına yada saklaması gerekiyorsa güvenli şekilde tutması önemlidir.
- Nesnelerin internetinde veri akışı çok fazla olduğundan bu veriler zamanla bulut sisteminde depolanır. Bulutun trafiğinin güvenliği önemlidir [5].

Nesnelerin internetinde güvenlik sorununu çözmek için akademik olarak çok fazla çalışma yapılmıştır ve yapılmaktadır. Daha güvenli iletişim protokolleri, şifrelemeler geliştirilmektedir.

1.1.3. Akıllı Cihazlar

Nesnelerin internetinde yapılan gelişmeler ile cihazları normal işlevlerinden çok daha fazla işlev için kullanabilir duruma geldik. Akıllı cihazlar, hayatımızın vazgeçilmezleri arasında yerini almaya başladı. Özellikle akıllı telefonlar çıktığında normal telefondan yapılan basit işlevlerin dışında çok daha fazla işlevi bir cihazın yapabileceğine şahit olduk. Akıllı cihazların temel görevi hayatımızı kolaylaştırmaktır. Örnek olarak; evde yokken de evdeki cihazların çalışmasının kontrolünü sağlamak isteriz. Evde olan klimanın çalışıp çalışmadığını ya da kaç derecede çalıştığını bilmek isteriz. Nesnelerin internetiyle cihazlar birbiriyle haberleşebildiği için pek çok cihazın kontrolünü, işlevini tek cihazdan yapabiliyoruz ki bu da insan hayatı için gerçekten büyük kolaylık sağlamaktadır. Cihazların pek çok haberleşme yöntemi olabilir fakat sıklıkla kullanılan yöntem internettir. Günümüzde akıllı saatlerin kablosuz internet bağlantısı ya da hat

aracılığıyla mobil veri kullanarak internet erişimi yapılmaktadır. İş yerlerinde cihazların kontrolünü sağlamak için eskiden bir insanın başında durması gerekirken şuan akıllı cihazlara dönüşüm yapılarak uzaktan kontrol mümkün hale gelmiştir. Akıllı cihazlardan daha çok giyilebilir akıllı cihazların piyasası hızla genişlemektedir. Dünya çapındaki markalar kendilerine ait akıllı telefonlar, akıllı saatler, bluetooth kulaklıklar gibi cihazlar üreterek piyasada büyüme sağlamaktadır. Kullandığımız her şeyi akıllı cihaza çevirebiliriz. Üretilen bazı akıllı cihazlar şunlardır; akıllı top, akıllı koşu ayakkabısı, akıllı bant, akıllı bisiklet vb. aklınıza gelebilecek her şeyi akıllı yapılabilmektedir.

Akıllı cihazlardan bireysel akıllı cihazlar başka cihazlarla iletişim yapabilmek için bazı özelliklere ihtiyaç duymaktadır. Bu özellikler; iletişim, kimlik, hafıza ve durum takibi, algılama ve çalıştırma, akıl yürütme ve öğrenme, kontrol edilebilirlik, ölçeklendirme, idame, birlikte çalışabilirlik, güvenlik, gizlilik gibi özelliklere ihtiyaç duymaktadır [6].

1.2. HİPERTANSİYON

Kalbin kanı pompalarken oluşturduğu basınca tansiyon yani kan basıncı denmektedir. Tansiyon ölçümü yapıldığında iki tane değer karşımıza çıkmaktadır. Bu değerler; sistolik kan basıncı (büyük tansiyon), diastolik kan basıncı (küçük tansiyon) dur. Büyük tansiyon, kalbin kasılma esnasında oluşturduğu basınçtır. Küçük tansiyon, kalpte kasılma olmadığı dönemde büyük damarlardaki basınçtır.

Hipertansiyon, belirli nedenlere bağlı olarak kan basıncının yükselmesi durumudur. Hipertansiyon, dünya çapında pek çok insanda bulunan bir hastalıktır. Ülkemizde de görülme sıklığı konusunda yapılmış olan çalışmalar vardır. Bunlardan en uzun izlem süreli olan TEKHARF çalışmasıdır. On yıllık izlem süresi olan bu çalışmaya göre hipertansiyon oranı yıllar geçtikçe artmaktadır ve kadınlarda erkeklere göre daha fazla artış göstermektedir [7]. Ülkemizde yaş gruplarına göre hipertansiyon gruplaması yapılırsa, 30 yaş altında %12, altmış yaşın üzerinde % 60-80'lere kadar hipertansiyon sıklığı vardır [8].

Hipertansiyonun günlük hayatta pek çok etki yaratmaktadır ve pek çok organı da etkilemektedir.

1.2.1. Hipertansiyon Teşhisi

Kişiyne hipertansiyon teşhisi yapılabilmesi için belli parametreler vardır. Bu parametrelere

bağlı olarak teşhis yapılmaktadır. Kişinin tansiyon değerleri (büyük kan basıncı, küçük kan basıncı) değerleri olarak kabul görmektedir. Tansiyon ölçümü sırasında hasta, sırtı dik ve destekli oturma vaziyetinde, en az 3 dakika dinlenmiş, ölçüm yapılan kol kalp hizasında olmalıdır [9]. Kişinin tansiyon ölçümü ortamlara göre değişiklik gösterebilmektedir. Değişken tansiyon değerleriyle ilgili beyaz önlük hipertansiyonu olarak bilinen bir durum söz konusudur ve bu durum doktor yanında yapılan tansiyon ölçümlerinin yüksek çıkması fakat normal yaşantı içerisinde normal değerler çıkması durumudur [10]. Bu sebepten dolayı hipertansiyon teşhisi koymak için en az üç gün günde en az iki kez ölçümlerin ortalaması alınarak teşhis koyulmaktadır. Hastanın tansiyonu doktor yanında veya farklı ortamlarda değişiklik gösteriyorsa o kişinin psikolojik rahatsızlık olan panik atak hastası olma ihtimali de göz önünde bulundurulmalıdır.

Hipertansiyon teşhisinde ortalaması alınan tansiyon değerleri için dünya standartlarında koyulan sınır değerler 140/90' dır. Kişinin tansiyon değerleri 140/90 veya daha yüksekse hipertansiyon hastası kabul edilmektedir.

Çizelge 1.1. Tansiyon değer aralıkları.

Tür	Büyük Kan B	Mantık Kapı	Küçük Kan B
Optimum	<120	Ve	<80
Normal	120- 129	Ve/ Veya	80- 84
Yüksek Normal	130- 139	Ve/ Veya	85- 89
Hipertansiyon	140 ve üstü	Ve	90 ve üstü

Çizelge 1.1' deki değerlere bakıldığında büyük kan basıncında 130'a kadar, küçük kan basıncında da 85'e kadar olan değerler normal olarak kabul görmektedir. Bu değerlerin üstündeki değerlere sahip kişiler hipertansiyon hastası olma potansiyeline sahip olmaktadır. Büyük tansiyon 140 değerinden itibaren, küçük tansiyon 90 değerinden itibaren hipertansiyon değerleri olarak değerlendirilmektedir [11].

Tansiyon, insan vücudunu ciddi oranda etkileyen bir faktör olduğundan hipertansiyon hastası kişiye teşhis yapılamazsa bu durum kişinin hayatını olumsuz yönde etkiler.

Hipertansiyon görülme sıklığı bazı durumlarda artış göstermektedir. Bu duruma göre risk grubunda olanlar şunlardır; Kalp ve damar hastalığı olanlar, diyabet hastaları, uyku apnesi olan kişiler, böbrek hastalığı olan kişiler, hamileler ve yaşlılar, alkol ve sigara tüketimi fazla olan kişiler, çok fazla yağlı ve tuzlu tüketen kişiler, hareketsiz, durağan yaşayanlar veya fazla kilolu kişiler (obezler), psikiyatrik ilaç kullananlar ve doğum kontrol ilacı kullanan kişiler, bazı hormonal hastalığı olan kişiler, aileden genetik hipertansiyon hastalığı gelen kişiler bu gruba girer.

Yüksek tansiyon, vücudun pek çok organının çalışma mekanizmasına zarar vererek vücuda ciddi hasarlar verebilmektedir. Yüksek tansiyonun en çok etkilediği organlar beyin, böbrekler ve kalptir.

1.2.2. Hipertansiyonun Vücuda Etkileri

Kalp yetersizliği, hipertansiyonda yüksek basıncına karşı çalışmak kalbin iş yükünü arttırmaktadır. Büyük çoğunluğu kastan oluşan kalp, bu iş yükünü karşılayabilmek için kalınlaşmaktadır. Artan bu kas kitlesi kalbin öncelikle gevşeme fonksiyonunu bozar. Bu dönemde tedavi edilmezse zamanla kalbin kasılma fonksiyonu da bozulmaya başlamaktadır. Bu şekilde zamanla diyastolik (gevşeme) fonksiyon bozukluğuna sistolik (kasılma) fonksiyon bozukluğu eklenir [12].

Kalp krizi, hipertansiyon damar sertliğini hızlandırmaktadır. Bu da koroner dolaşımı etkilemektedir. Koroner damarlardaki direnç artmaktadır. Bu sebeplerden ötürü hipertansiyonu olan kişilerde kalbinin çalışması bozulabilmektedir. Kalp kasındaki kalınlaşma kalp krizi olması durumunda krizin ilerlemesini hızlandırmaktadır [12].

Aort anevrizması, Aort damarının en az bir kısmında oluşan lokal genişlemelere anevrizma denmektedir. Karın bölgesinde aort anevrizmasına göğüs bölgesindekinden daha sık rastlanmaktadır. Hastalarda herhangi bir şikayet olmayabilir fakat bazen bel, karın ve sırt ağrıları bulunabilmektedir. Anevrizma gelişimi için hipertansiyon en büyük risk faktörü olmaktadır [12].

İnme riski, hipertansiyon hastalarında normal kişilere göre 4-5 kat daha görülmektedir. Hipertansiyon, hastalarda beyine giden damarın daralması ya da tıkanmasına neden olmaktadır. İnme çok sık görülebilmektedir fakat tedavi ile risk oldukça azalmaktadır [12].

Böbrek yetersizliği, hipertansiyon böbreklerimizi de etkilemektedir. Tansiyon değerleri

yükseldikçe böbrek yetersizliği riski artmaktadır. Böbrek sorunlarından dolayı da hipertansiyon oluşabilmektedir. Bazı böbrek hastalıklarında ilk bulgu yüksek tansiyon olabilmektedir [12].

Görme bozuklukları, yüksek tansiyon gözün retina tabakasında hasara yol açmaktadır. Hipertansif hastalarda atardamar basıncında yükselme olmaktadır ve çevresel damar direncinde artış olmaktadır [12].

1.2.3. Yüksek Tansiyondan Korunma Yolları

- Hipertansiyon ilacı doktorun tavsiye ettiği şekilde ve düzenli şekilde kullanılmalıdır.
- İdeal kiloya dikkat etmeli ve bu kilonun üstüne çıkılmamalıdır.
- Yağlı ve tuzlu yiyecek tüketimine dikkat edilmelidir.
- Alkol ve sigara tüketiminden kaçınılmalıdır.
- Düzenli olarak spor yapılmalıdır.

Yukarıda olduğu gibi yüksek tansiyondan korunmak için çeşitli yöntemler vardır. Önemli olan nokta kişinin hayatını bu yöntemlere göre değiştirmesi ve buna uygun yaşaması gerekmektedir. Özellikle beslenme konusunda yağlı ve tuzlu yiyecekler fazla tüketildiği sürece alınan ilaçların da etkisi azalacak ve vücudun diğer organları zarar görmeye başlamaktadır.

Hipertansiyonun diğer hastalıklara olan etkileri ile ilgili birçok araştırma yapılmıştır. Yapılan araştırmalar genel olarak kalp hastalıkları, obezite ve anksiyete üzerine olmuştur.

1.3. YAPAY ZEKA

Yapay zeka, bilgisayarların yada bilgisayarla çalışan cihazların öğrenme yetisi kazanması olarak tanımlanmaktadır. Yapay zekâ uygulamaları, insan düşünce yöntemlerini inceler ve onu taklit etmeye çalışmaktadır. İnsana özgü olan hissetme, karar verme gibi davranışların gerçekleşmesini sağlamaktadır.

Fikir babası Mathison Turing olarak tarihte yer almaktadır. Mathison Turing’ in “Makineler düşünebilir mi” sorusu ile yapay zeka için ilk adım atılmıştır. Yapay zekanın, 2. Dünya Savaşında askeri silah teknolojilerinin ortaya çıkmasında ve bilgisayarların gelişmesindeki rolü büyüktür. Özellikle 2.Dünya savaşında Nazilerin Enigma makinesinin şifre algoritmaları ve veri çalışmaları ile birlikte Makine Zekası kavramı

ortaya çıkmıştır. Tarihte ilk bilgisayarlardan akıllı cihazlara kadar tüm üretilen teknolojik cihazlarda insan temel olarak alınmıştır [13]. Teknolojik aletlerin gelişiminin artması ile yapay zeka konusunda da gelişmeler hızla devam etmektedir.

İlk yapay zeka çalışmalardan biri McCulloch ve Pitts tarafından yapılmıştır. Hesaplanabilir herhangi bir fonksiyonun sinir hücrelerinden oluşan ağlarla hesaplanabileceğini ve mantıksal işlemlerinin AND ve OR gerçekleştirilebileceğini gösterilmiştir. Ağ yapılarının uygun şekilde tanımlanmaları halinde öğrenme becerisi kazanabileceğini de ileri sürülmüştür. Hebb, sinir hücreleri arasındaki bağlantıların şiddetlerini değiştirmek için basit bir kural önerince, öğrenebilen yapay sinir ağlarını gerçekleştirmek de olası hale gelmiştir. İlk yapay sinir ağı temelli bilgisayar SNARC, MIT'de Minsky ve Edmonds tarafından 1951'de yapılmıştır. Çalışmalarını Princeton Üniversitesi'nde sürdüren Mc Carthy, Minsky, Shannon ve Rochester'le birlikte 1956 yılında Dartmouth'da iki aylık bir açık çalışma düzenlenmiştir. Bu toplantıda birçok çalışmanın temelleri atılmakla birlikte, toplantının en önemli özelliği Mc Carthy tarafından önerilen yapay zekâ adının konmasıdır. İlk kuram ispatlayan programlardan Logic Theorist (Mantık kuramcısı) burada Newell ve Simon tarafından tanıtılmıştır [14].

1.3.1. Yapay Zeka Araştırma Alanları

Yapay zeka çalışmaları hemen hemen hayatımızın her alanında gerçekleştirilmektedir. Oyunlarda, matematiksel ispatlarda, görüntü işlemede, makine öğrenmesinde, veri madenciliğinde, çevirilerde, robotikte ve daha pek çok alanda yapay zeka çalışmaları yapılmaktadır. Bu alanlardan bazılarında yapılan çalışmalar aşağıda açıklanmıştır [15].

Oyunlar, özellikle Satranç, dama, tavla gibi oyunlar yapay zekanın kullanılmasına uygun oyunlar olduğundan bu oyunlar üzerinde pek çok çalışma yapılmıştır. Bu oyunlarda düşünme, strateji, çözüme ulaşma becerisi, tecrübeden yararlanma gibi özellikler çok etkili olduğundan yapay zeka için uygun oyunlardır. Bu alandaki çalışmalar Yapay Hayat (Artificial Life) çalışmalarının ortaya çıkmasını sağlamıştır.

Doğal Dil İşleme, Çeviri, bu alandaki çalışmalar, yazılı metin çevirileri, konuşma dilinde yazılmış metinlerin çevirisi, konuşma çevirileri gibi konuları içermektedir. Son yıllarda çevirilerinde yapay zeka kullanan çeviricilerin başarısında büyük artış gözlenmiştir. Makinenin kelime dağarcığı genişletilmiştir ve çevirileri çok daha doğru biçimde yapması sağlanmıştır.

Görüntü İşleme, insanlar gibi gördükleri nesneleri yorumlaması çeşitli algoritmalar ile

sağlanmıştır. Plaka tanıma sistemi gibi konularda görüntü işleme kullanılmaktadır. En önemli konulardan biri olan hastalık teşhisinde görüntü işleme ile radyolojik görüntülerin taranması ve teşhisinde sıklıkla kullanılmaktadır.

Makina Öğrenmesi, ilk olarak aygıt düzeyinde öğrenme ile başlayıp daha sonra sembol düzeyinde öğrenme ve sonrasında da bilgi düzeyinde öğrenme ile devam edilmiştir. Bilgi düzeyinde öğrenme becerisinin uygulandığı sistemlerde bilgi ne kadar çoksa öğrendiği şey o kadar çoktur prensibi uygulanmıştır.

Veri Madenciliği, big Data olarak adlandırılan büyük veri tabanlarından tümdengelim, tümevarım gibi öğrenme metotlarıyla yeni bilgiler ortaya çıkarılmıştır. İlk olarak tıp alanında kullanılmaya başlanmış ve veri tabanlarındaki ilaç uygulamaları ile etkileri üzerinden yeni tedavi yolları ortaya çıkarılmıştır. Günümüzde özellikle reklamcılık sektöründe yaygın kullanımı vardır. Tarayıcı ile kişinin gezdiği tüm sitelerden almak istediğini tespit edip reklam olarak karşısına çıkarılması bunun en iyi örneklerindendir. Veri madenciliği çok hızlı gelişmektedir. Bazı firmalarda loglar üzerinden bile sonuç elde edilip, çalışanların ne konuda daha çok hataya meyilli olduğu tespiti gibi uygulamalar yapılmaktadır.

Robotik, özellikle fabrikalarda çok yaygın kullanılmaktadır. Bu robotların genellikle iş gücü olarak kullanılıp öğrenme becerileri yoktur. Yeni kuşak robotlar, çevrelerini algılayıp, hareketlerini planlamaya yönelik yapay zeka ile çalıştırılmaktadır. Görev planlanması, robot görmesi, robot timleri, mikro robotlar ve robot kolonileri üzerinde yoğunlaşmaktadır.

1.3.2. Yapay Zeka Uygulamaları

Yapay zeka uygulamalarını; uzman sistem yaklaşımı, yapay sinir ağları yaklaşımı, bulanık mantık yaklaşımı, geleneksel olmayan optimizasyon teknikleri(genetik algoritma, tavlama benzetimi, tabu arama, hybrid algoritmalar), nesne tabanlı (Object-oriented) programlama, coğrafi bilgi sistemleri(GIS), karar destek sistemlerinin gelişimi, yumuşak programlama (Soft computing) olarak listelenmektedir [16]. Aşağıda bazıları alt başlıklar halinde açıklanmıştır.

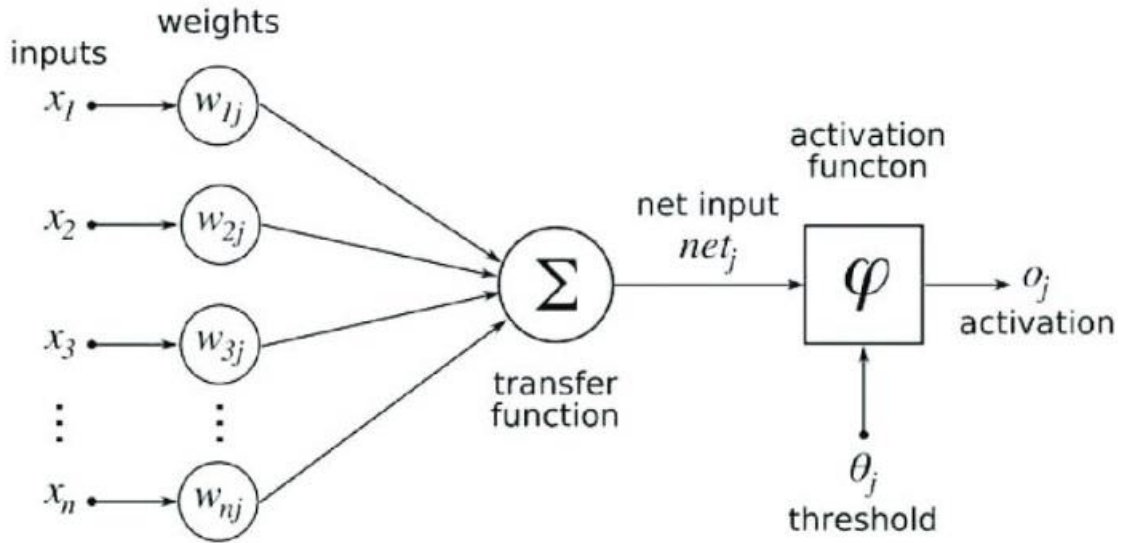
1.3.2.1. Uzman Sistemler

Uzman sistemler ile yapay zeka farkı, yapay zeka sadece insan düşüncesine odaklanır fakat uzman sistemlerde herhangi değil uzman kişinin düşüncesini taklit etmektedir.

İlk geliştirilen uzman MYCIN kabul edilmektedir. Bir grup doktor tarafından 1970’de Stanford Üniversitesi’nde geliştirilmiştir. Bakteriyolojik ve menenjetik hastalıkların teşhis ve tedavisine yönelik tasarlanmıştır.

1.3.2.2. Yapay Sinir Ağları

Yapay sinir ağları (YSA), insan beynindeki nöronlardan esinlenerek geliştirilmiştir. YSA ile sinir sisteminin çalışma şekli taklit edilmektedir. Taklit edilen sinir hücreleri nöronlar içerirler ve bu nöronlar çeşitli şekillerde birbirlerine bağlanarak ağı oluşturmaktadır. Bu şekilde elde edilen ağ ile öğrenme olayı gerçekleşir [17]. Yapay sinir ağları Şekil 1.2 ile gösterilmiştir [18].



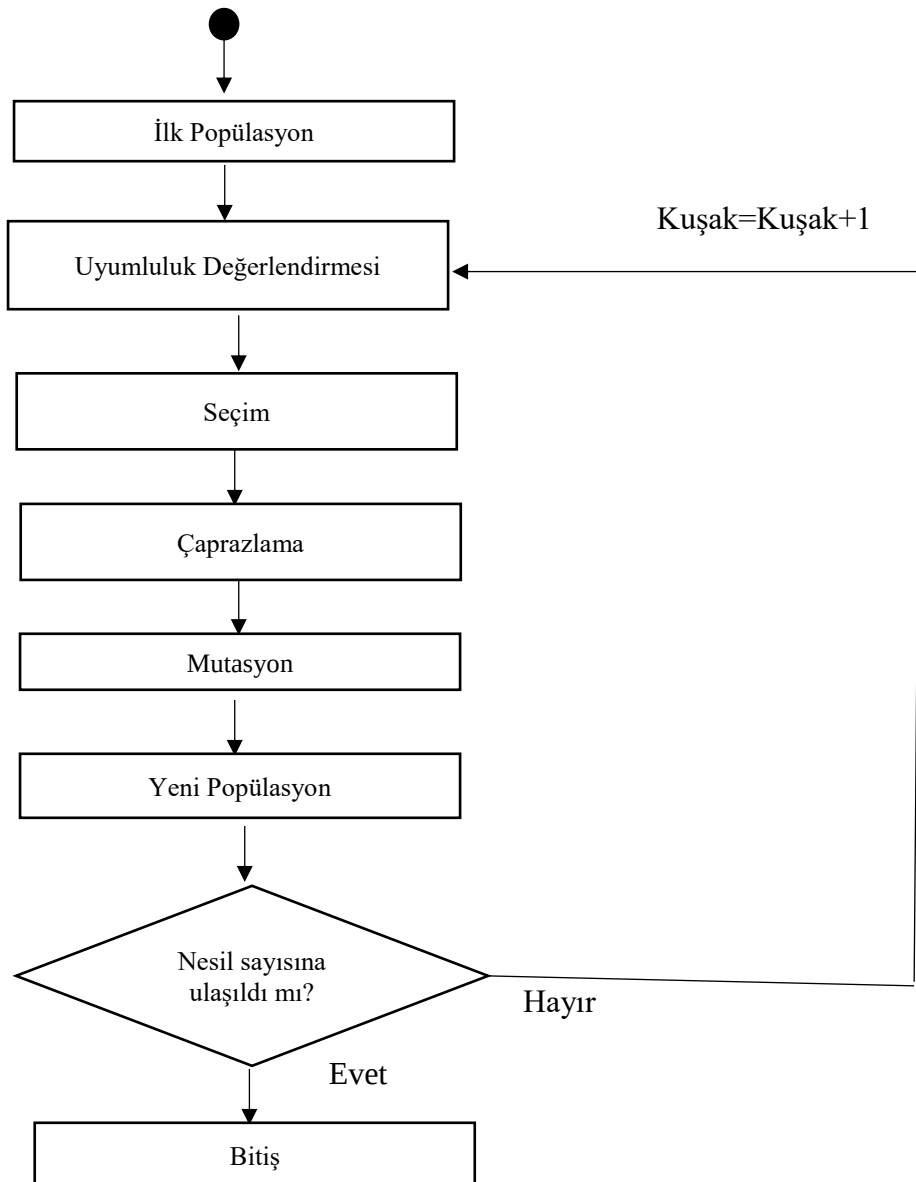
Şekil 1.2. Yapay sinir ağları.

Şekil 1.2’ de gösterildiği üzere bir yapay sinir hücresi beş bölümden oluşmaktadır. Bunlar sırasıyla; girdiler, ağırlıklar, toplama fonksiyonu, aktivasyon fonksiyonu ve çıktılar olarak sıralanmıştır.

Girdiler; Nörona gelen veriye denmektedir. Alınan veriler nöron çekirdeğine gönderilmektedir. Ağırlıklar; Girdiler çekirdeğe gitmeden önce burada geldikleri bağlantıların ağırlığıyla çarpılıp çekirdeğe gönderilmektedir. Toplama Fonksiyonu; Bir yapay sinir hücresine ağırlıklarla çarpılarak gelen girdileri toplayarak o hücrenin net girdisinin hesaplanmasını sağlamaktadır.

1.3.2.3. Genetik Algoritmalar

Genetik Algoritma, 1975'te John Holland tarafından genetik evrim sürecini bilgisayar ortamına aktarması ve böylece bir tek mekanik yapının öğrenme yeteneğini geliştirmek yerine, çok sayıdaki böyle yapıların tamamını genetik süreçler sonunda üstün yeni bireylerin elde edilebileceğini gösteren çalışmasından çıkan sonuçların yayınlanmasından sonra geliştirdiği yöntemdir. Nesilden nesile nüfus arttıkça kötü çözümler yok olup iyi çözümlerin oluşturulması eğiliminde olmaktadır [19]. Genetik algoritma çözümü zor olan sorunlar için kullanılmaktadır. Bazı kullanıldığı yerler şunlardır; gezgin satıcı problemi, optimizasyon, pazarlama, atama problemleri gibi alanlarda kullanılmaktadır. Belli durdurma kriterleri vardır. Bu kriterlere ulaşıncaya kadar kuşak arttırılarak devam ettirilmektedir. Genetik algoritmanın akış diyagramı Şekil 1.3 ile gösterilmektedir [20].



Şekil 1.3. Genetik algoritma akış diyagramı.

Şekil 1.3’ den anlaşıldığı üzere ilk olarak nüfus oluşturulmaktadır. Daha sonra uyumluluk değerlendirmesi yapılmaktadır. Sırasıyla seçim, çaprazlama, mutasyon işlemlerinden sonra yeni nüfus oluşmaktadır. Yeni nüfus için hedef nesil sayısına ulaşma durumu kontrol edilmektedir. Eğer hedefe ulaşıldıysa işlem sonlandırılır fakat hedefe ulaşılmadıysa kuşak sayısı bir arttırılarak tekrar uyumluluk değerlendirme adımına gönderilmektedir.

1.4. BULANIK MANTIK

Bulanık mantık, bir yapay zeka uygulaması olarak tanımlanmaktadır. Klasik mantık mekanizmasında sonuçlar 1 veya 0 verilerinden oluşmaktadır. Bulanık mantık, ‘Aristo Mantığı’ adı verilen bir yargı yani bir durum ya doğrudur ya yanlıştır mantığı ile ters olarak çalışmaktadır. Aristo Mantığı genel olarak mühendislik alanında kullanılmaktadır. Klasik kümeler, matematik, fizik bu mantığa göre ilerlemektedir [21]. Fakat insan düşüncesinde iki taneden daha fazla ihtimal vardır. İhtimal sayıları da kişiden kişiye değişebilecek yargılardır, yani öznel yargılardır. Örneğin; su sıcaklığı bir bilgisayar mantığına göre ya sıcaktır ya soğuktur. İnsan düşüncesinde soğuk, ılık, sıcak, çok sıcak gibi artabilecek sonuçlardan oluşmaktadır. Bulanık mantık ile bilgisayar sistemlerinin klasik mantıktan çıkıp bulanık mantığa göre yorumlaması sağlanmaktadır. Klasik mantık ile bulanık mantık arasındaki farklılıklar Çizelge 1.2 ile gösterilmiştir.

Çizelge 1.2. Bulanık mantık ile klasik mantığın kıyaslaması.

Klasik Mantık	Bulanık Mantık
A <u>veya</u> A Değil	A <u>ve</u> A Değil
Kesin	Kısmi
Hepsi veya Hiçbiri	Belirli Derecelerde
0 veya 1	0 ve 1 Arasında Süreklilik
İkili Birimler	Bulanık Birimler

Çizelgede gösterildiği gibi klasik mantıkta kesin ifadeler bulurken bulanık mantıkta hep ara ifadeler bulunmaktadır. Bulanık mantıkta bir ifade için kesin olarak yok ifadesi bulunmamaktadır. Varlığın derecesinden bahsedilmektedir. Bulanık mantık teorisi Lotfi A. Zadeh tarafından geliştirilmiş ve 1961’ de makalesinde yayınlanmıştır [22].

1.4.1. Bulanık Mantık Tarihçesi

Tarihte ilk olarak Azerbaycan asıllı bilim adamı L  tf   Askerzade (Zadeh) tarafından 1965 yılında geliştirilmiştir. Daha sonra 1975 yılında Mamdani ve Assilian, bulanık mantığı buhar makinesi kontrolünde kullanmıştır.

Bulanık mantık başlarda belirsizlik durumundan dolayı pek kabul görmemiştir. Fakat yapılan çalışmalar arttıkça daha da pop  lerleşip ticarete kullanılmaya başlanmıştır. Bir   imento fabrikasında 1980 yılında fabrikanın işleyişinde kullanılmıştır. Daha sonra 1985 yılında doğuda özellikle Japonya'nın teknolojik ürün geliştirmesinde kullanılmasıyla tüm dünyada kabul gören önemli gelişmelerden biri haline gelmiştir. Elektrikli ev aletleri, beyaz eşyalar, firma işletimlerinde bulanık mantık uygulamalarının kullanımı arttırılmıştır.

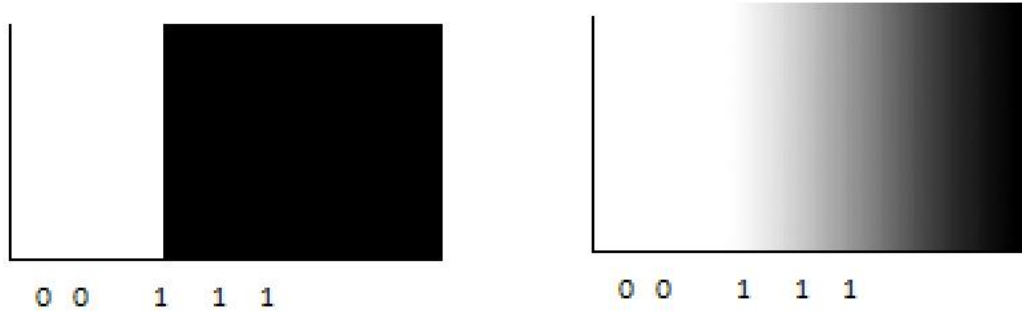
1987 yılında Sendai Metro'su da bulanık mantık temeliyle gerçekleştirilmiştir. Bulanık mantık ile metronun belirlenen duraklarda durması iyileştirilmiş, kullanılan enerji %10 azaltılmıştır.

Yamaichi Securities' in geliştirdiği Bulanık Mantık temelli uzman sistem, 1988 yılının Ekim ayında kara Pazar adlı Tokyo Borsası'nda yaşanan krizin sinyallerini onsekiz gün önceden haber vermiştir.

Bulanık mantık uygulamalarının başarılarından sonra dünya çapında popüler olmuş ve uluslararası bir çalışma ortamı oluşturabilmek amacıyla 1989 yılında aralarında SGS, Thomson, Omron, Hitachi, NCR, IBM, Toshiba ve Matsuhita gibi dünya devlerinde bulunduğu 51 firma tarafından LIFE (Laboratory for Interchange Fuzzy Engineering) laboratuvarları kurulmuştur [23].

1.4.2. Bulanık Kümeler ve   yelik Fonksiyonları

Bulanık kümeler; bulanık sistemlerin temelini oluşturur. Bulanık mantığın temelinde bulanık kümeler ve alt kümeler bulunmaktadır. Bulanık mantık, klasik küme gösteriminden farklıdır. Klasik kümede bir eleman ya 1 ya da 0 olmaktadır. Yani bir eleman küme ya dahil olmaktadır ya da dahil olmamaktadır. Bulanık kümelerde her eleman $[0, 1]$ aralığında üyelik derecesine sahiptir. Klasik mantık ile bulanık mantık farkı şekil 1.4 ile gösterilmektedir [24].



Şekil 1.4. Klasik (ikili) mantık ve bulanık mantık geçişleri.

Şekil 1.4’ de gösterildiği gibi klasik mantıkta kesinlik varken bulanık mantıkta geçişler kullanılmıştır. Klasik kümelerde olan birleşim, kesişim, tersi gibi işlemler bulanık kümelere de uygulanmaktadır.

İki kümenin birleşimi olan $A \cup B$ denklem 1. 1, kesişimi olan $A \cap B$ denklem 1. 2, tersi A^- denklem 1. 3 ile gösterilmektedir [25].

$$\mu_{A \cup B} = \max(\mu_A, \mu_B) \quad (1.1)$$

$$\mu_{A \cap B} = \min(\mu_A, \mu_B) \quad (1.2)$$

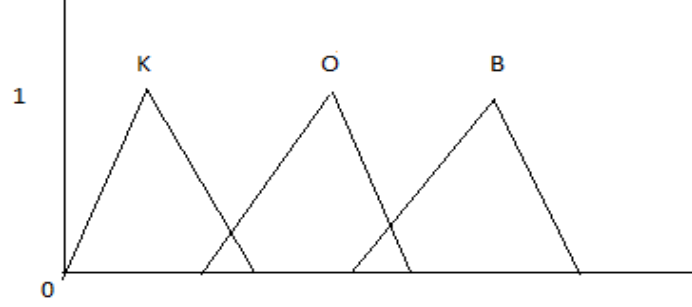
$$\mu_{A^-} = 1 - \mu_A \quad (1.3)$$

Küme içine dahil olmayan elemanların üyelik derecesi 0, kümeye ait elemanların üyelik derecesi 0 ile 1 aralığındadır. Tam aitlik durumunda üyelik derecesi 1 değerini almaktadır. Örnek olarak sıcaklık için; 20 derece olan hava hem ılık hem sıcak kümesine dahil olabilmektedir. Bulanık kümelerin değer aralıklarında her iki kümeye de ait gözükmemektedir. O kümeye ne kadar ait olduğu da onun üyelik derecesini vermektedir. Üyelik fonksiyonları genelde üçgen, yamuk, Gaussian olmak üzere üç kategoride incelenmektedir. Örnek olarak bir cismin uzunluğunu girdi olarak verilirse girdinin üyelik fonksiyonunu küçük, orta ve büyük olarak düşünülmektedir. Bu üyelik fonksiyonlarından bazıları aşağıdaki şekillerde gösterilmektedir. Her bir üyelik fonksiyonu şekli için üyelik derecesi hesaplama formülleri bulunmaktadır.

Yapacağınız uygulamada kullanmayı tercih ettiğiniz üyelik fonksiyonuna göre formül şekillendirilmektedir.

Uygulamalarda sık kullanımı olan üçgen üyelik fonksiyonunun yapısı Şekil 1.5 ile

gösterilmektedir. Üçgen üyelik fonksiyonu 3 parametre ile yazılmıştır. Parametreler sırasıyla a_1 , a_2 ve a_3 olarak belirlenmiştir. Üyelik fonksiyonu $\mu_A(x)$ ile gösterilmektedir ve üçgen üyelik fonksiyonu formülü de formül 1.4' de tanımlanmıştır [26].

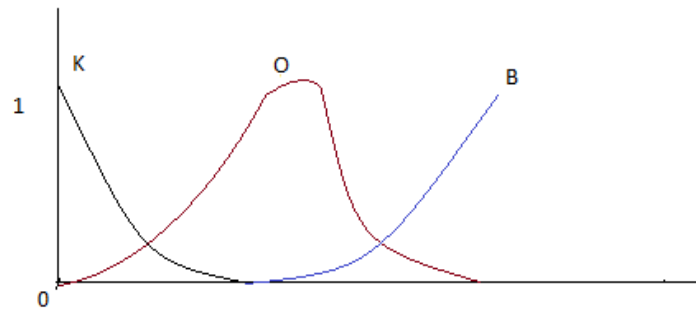


Şekil 1.5. Üçgen üyelik fonksiyonu.

Şekil 1.5' de gösterildiği gibi her bir parametre üçgen şeklinde olup parametreler küçük, orta, büyük olarak belirlenmiştir. Her bir parametrenin diğer parametre ile kesişimi vardır. Yani bir değer hem küçük hem de orta değerlerine sahip olabilmektedir [21].

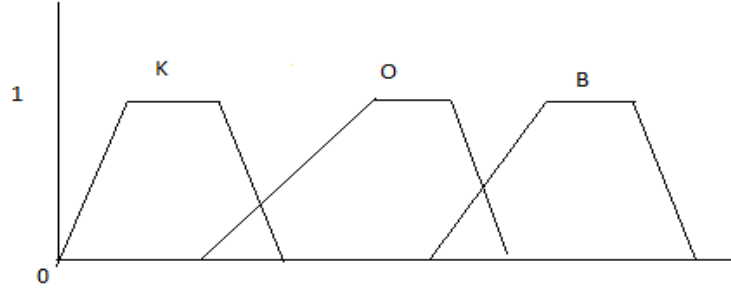
$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & x < a_1 \\ \frac{x - a_1}{a_2 - a_1}, & a_1 \leq x \leq a_2 \\ \frac{a_3 - x}{a_3 - a_2}, & a_2 \leq x \leq a_3 \\ 0, & x > a_3 \end{cases} \quad (1.4)$$

Gaussian üyelik fonksiyonu Şekil 1.6 ile Yamuk üyelik fonksiyonu Şekil 1.7 ile gösterilmiştir [21].



Şekil 1.6. Gaussian üyelik fonksiyonu.

Şekil 1.6 ile gösterildiği gibi küçük ve orta değerlerinin ve orta ve büyük değerlerinin kesişimleri bulunmaktadır. Fakat Gaussian' ın üçgen fonksiyondan farkı eğrilerin derecelerinin farklı olmasıdır.



Şekil 1.7. Yamuk üyelik fonksiyonu.

Şekil 1.7' de 3 parametrenin yamuk olarak gösterilmektedir. Her bir parametre için 0' dan 1 derecesine kadar artan bir eğri belli değerler arasında 1 değerinde sabit kalmakta ve daha sonraki değerlerde tekrar azalarak 0 derecesine düşmektedir.

Bu üyelik fonksiyonlarının dışında sigmoid, sinüsoid ve Cauchy üyelik fonksiyonları da bulunmaktadır. Üyelik fonksiyonları, her bir parametreye göre formüle uyarlanmaktadır [27].

1.4.3. Bulanık Mantık Çıkarım Yöntemleri

Bulanık mantıkta kuralları kullanma ve çıkarım yapmak için yöntemler bulunmaktadır. Bunlar; Mamdani bulanık modeli ve Takagi Sugeno bulanık modelidir. Mamdani bulanık modelinde çıkarım yapılırken kullanılan mantık eğer o ise o halde budur şeklindedir. Takagi-Sugeno bulanık modelinde ise sonuç kısmında belirgin bir fonksiyon bulunmaktadır [28]. Matlab programında iki şekilde de sonuç çıkarımı yapılmaktadır.

Mamdani'nin yaptığı çıkarım yönteminde; girdinin üyelik fonksiyonları ile çıktının üyelik fonksiyonları minimum ilişki operatörüyle ilişkilendirilmektedir.

Takagi-Sugeno çıkarım yöntemindeyse; girdinin üyelik seviyeleri ile polinom çıkış üyelik fonksiyonları ilişkilendirilmektedir [29].

1.4.4. Bulanık Sistem

Bulanık sistemlerdeki önemli noktalardan birisi kural tabanlı olmasıdır. Bulanık kurallar da diyebileceğimiz kurallar, sistemin kontrolünü yapmak için belirlenen kurallardır. Bir

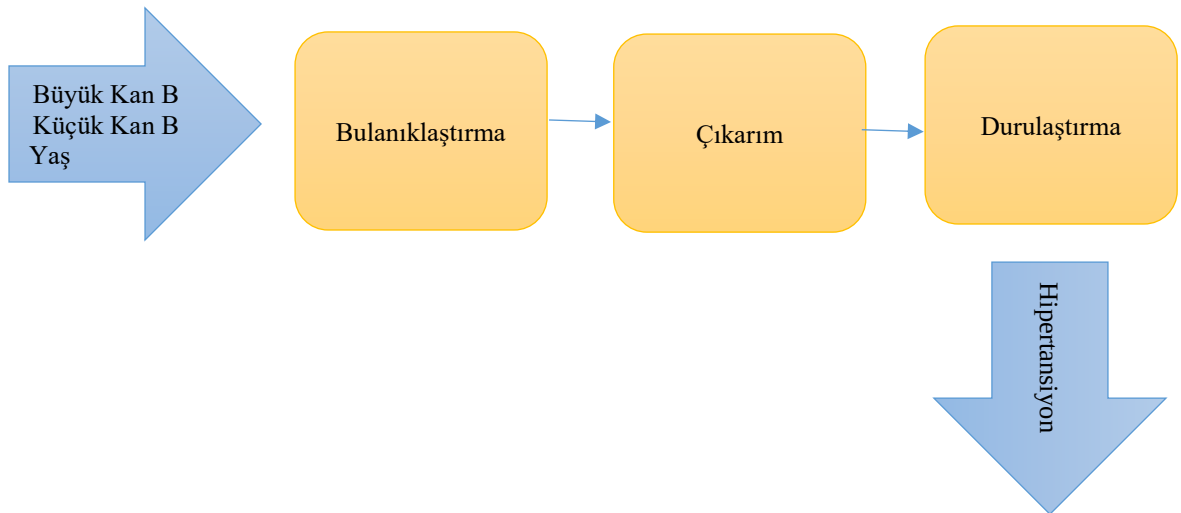
bulanık sistemi 4 evreden oluşmaktadır.

- Bulanıklaştırma
- Çıkarsama
- Birleştirme
- Durulaştırma

Bulanıklaştırma; Girdi olan sayıların bulanık değişkenler haline getirilmesi işlemidir.

Durulaştırma ise bulanık değişkenlerin sayısal değerlere dönüştürülmesi işlemidir.

Şekil 1.8’ de gösterildiği gibi girdiler bu evrelerden geçtikten sonra sonuç çıktı elde edilmektedir.



Şekil 1.8. Bulanık mantık sistemi blok diyagramı.

Bulanık mantık ile bir çıkarım yapmak için gereken en önemli noktalardan biri de konuyla ilgili uzmana danışmaktır. Bu işlem ile kurallar kümesi belirlenir. Kurallar kümesi belirlenirken AND ve OR işlemleri kullanılmaktadır. Eğer şu ise öyleyse budur şeklinde oluşturulmaktadır. Uzmandan alınan bilgiler eşliğinde kurallar oluşturulur ve girdiler bu kurallara göre önce bulanıklaştırma sonra çıkarım ve en son durulaştırma işlemlerinden sonra çıktıya dönüştürülmektedir. Bu işlemlerin çıktı için de üyelik fonksiyonları oluşturulur ve üyelik dereceleri belirlenmektedir. Tüm bu işlemler sonucunda dilsel sonuç elde edilmektedir.

1.4.5. Bulanık Mantık Uygulama Alanları

Bulanık mantık teknolojik aletlerden, yönetim sistemlerine kadar pek çok alanda kullanılmaktadır. Kullanıldığı alanlardan bazıları aşağıda listelenmektedir [30].

- Bilgisayar Biliminde; robotik, otomasyon sistemleri, akıllı denetim sistemleri, ticari elektronik ürünler, deprem tahminleri, kontrol sistemleri, veri depolama, Uzman sistemler, veri tabanlı sistemler, görüntü işleme kullanılmaktadır.
- Optimizasyon; fonksiyon optimizasyonu, süzgeçleme, eğri uydurma kullanılmaktadır.
- Güvenlik Alanında; hata tahmininde, sistemlerin denetlenmesinde(olağan dışı durumların tespitinde) kullanılmaktadır.
- Tıp Biliminde; hastalıkların teşhisinde, hastalık araştırmalarında kullanılmaktadır.
- Yönetim ve Karar Destek Mekanizmalarında; fabrika yeri seçimi, satış stratejilerinde kullanılmaktadır.
- Çevre Bilimi; hava tahminlerinde, iklim kontrol sistemlerinde kullanılmaktadır.
- Psikoloji Biliminde; davranış analizinde kullanılmaktadır.

2. İLGİLİ ÇALIŞMALAR

Hipertansiyonun bulanık mantık kullanılarak teşhisiyle ilgili yapılmış çalışmalar aşağıdadır.

“Bulanık Uzman Sistem kullanarak Hipertansiyon Teşhisi” başlıklı çalışmada yapılan sistemde giriş parametreleri yaş, vücut kitle indeksi, kan basıncı, kalp hızı, diyabet, fiziksel aktivite ve genetikdir. Çıkış parametresi hipertansiyon riskidir. Amaç daha hızlı, daha ucuz ve daha doğru bir sonuç sağlayabilmektir. Bulanık mantık yorumlaması Matlab programında yapılmıştır. Toplanan veriler hastanın önceki sağlık durumu, yaşam koşulları ve diğer tıbbi durumlarını içermektedir. Her bir giriş parametresi için üyelik fonksiyonları oluşturulmuştur. Yaş için; genç, orta yaş, yaşlı üyelik parametreleri belirlenmiştir. Vücut kitle indeksi, tansiyon, kalp ritmi için; düşük, orta, yüksek belirlenmiştir. Diyabet için normal, erken diyabet, kurulu diyabet değerleri belirlenmiştir. Fiziksel aktivite için parametreler; az aktif, normal, çok aktiftir. Gen için evet ve hayır parametreleri belirlenmiştir. Çıkış olan hipertansiyon riski için düşük, orta, yüksek üyelikleri belirlenmiştir [31].

“Hipertansiyon Teşhisi için Bulanık Uzman Sistem Dizaynı ve Geliştirilmesi” başlıklı çalışmada Matlab programı ile bulanık yorumlama yapılmıştır. Yapılan bulanık uzman sisteminde girdi olarak kullanılan parametreler yaş, vücut kitle indeksi (BKİ), kan basıncı ve kalp ritmidir. Çıkış parametresi hipertansiyon riskidir. 20 ile 50 yaş aralığında 7 kadın, 3 erkek verisi üzerinde çalışma denenmiştir. Yaş giriş parametresi üyelik fonksiyonunda; genç, orta, yaşlı dilsel değişkenler kullanılmıştır, vücut kitle indeksi için; düşük, orta, yüksek değişkenleri kullanılmıştır. Tansiyon, kalp ritmi giriş parametrelerinde ve çıkış parametresi olan risk için; düşük, orta, yüksek değışkeleri kullanılmıştır. Çıkarım olarak Mamdani metodu kullanılmıştır. Sonuç olarak 20 yaş için hipertansiyon riski yaklaşık % 50, 30 yaş için % 39 ve son olarak 40’lı yaş için % 50’dir [32].

“Hipertansiyon Teşhisi: Bulanık Uzman Sistem ve Nöro Bulanık Sistem Karşılaştırmalı Bir Çalışma” başlıklı çalışmada giriş parametreleri olarak yaş, vücut kitle indeksi, kalp ritmi, kan basıncı kullanılmıştır. 20 ve 40 yaşlarında 10 tane kadın ve erkek hastalar üzerinde deney yapılmıştır. İki sistem tasarımı yapılmıştır. Nöro bulanık sistemde üç

farklı öğrenme algoritması kullanılmıştır. Bunlar Levenberg-Marquardt olan öğrenme algoritmaları türleri, Degrade İniş ve Bayes Çözünürlük algoritmalarıdır. Sistemler Matlab kullanılarak modellenmiştir. Nöro bulanık sistem hipertansiyon riski belirlemek için daha uygun bulunmuştur [33].

“Hipertansiyon için Bulanık Uzman Sistem” başlıklı çalışmada kök toplam karesi durulama yöntemi kullanılmıştır. Uzman sistem web tabanlı arayüz sunar. PHP script dili ve yanında Javascript ve HTML kullanılmıştır. MySQL veritabanı kullanılmıştır. Sistem Windows işletim sisteminde çalışmaktadır. 50 hasta üzerinde denenmiştir. Girdi olarak küçük kan basıncı, büyük kan basıncı, yaş ve vücut kitle indeksi kullanılmıştır ve üçgen üyelik fonksiyonları oluşturulmuştur. Çıkış parametresi hipertansiyon riskidir [34].

“Hipertansiyon Tanısı için Bulanık Uzman Bir Sistem ve Çok Katmanlı Bir Sinir Ağı Sisteminin Tasarımı” başlıklı çalışmada bulanık uzman sisteminde giriş parametresi olarak sistolik kan basıncı ve vücut kitle indeksi kullanılmıştır. Çok katmanlı sinir ağı 5 girişli, 5 gizli katmana ve 1 çıkışa sahiptir. İki sistem karşılaştırılmıştır. Kullanılan veri seti Kanada İstatistik Kurumu 2003 Yıllık Toplantısında veri analizinde bir vaka çalışmasıdır. Bulanık mantık uzman sisteminde Mamdani ile çıkarım yapılmıştır ve hipertansiyon çıkış parametresinde üç tane üyelik derecesi vardır; yavaş, orta, yüksektir. Çok katmanlı sinir ağında kullanılan parametreler sistolik kan basıncı, sigara içme, yaş, kilo, vücut kitle indeksidir [35].

“Bulanık CARA - Yaygın Sağlık İçin Bulanık Tabanlı Bağlam Sebepleme Sistemi” başlıklı çalışmada gerçek zamanlı ölçüm yapan bir sistem tasarlanmıştır. CARA’ nın açılımı (Context Aware Real-time Assistant), özellikle yaşlılarda günlük faaliyetlerine ve bakıcıların çalışmalarına uyması için sağlık bakım teknolojisini uyarlayarak, kronik hastalarda kişiselleştirilmiş sağlık hizmetlerini zamanında ve uygun şekilde sağlaması için tasarlanmıştır [36].

Yapılan çalışmada hipertansiyon teşhisi için üç adet giriş parametresi kullanılarak bulanık sistemde yorumlatılmıştır. Yöntem olarak ağırlık merkezi yöntemi kullanılarak durulaştırma yapılmıştır. Kurallar kümesi tıbbi makalelerden yapılan araştırmalar sonucu belirlenmiştir. Uygulamada Android programlama kullanılmıştır ve nesnelerin internetindeki haberleşme için Bluetooth yöntemi kullanılmıştır çünkü daha önce yapılan bulanık mantık uzman sistemlerinde bu yöntemle veri aktarımına rastlanılmamıştır. Bluetooth ile de kesintisiz veri alımı yapılabildiği gözlenmiştir. Daha önce bulanık mantık

ile hipertansiyon yorumlanması ile ilgili yapılmış çalışmalarda hangi yöntemlerin kullanıldığı, parametre sayıları gibi veriler çizelge 2.1 ile gösterilmiştir.

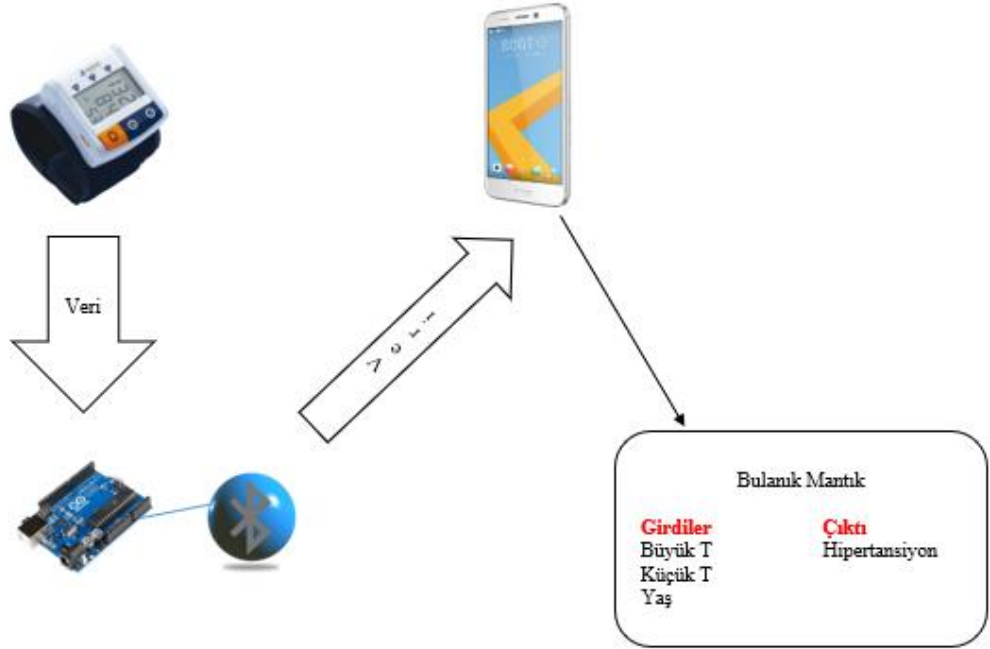
Çizelge 2.1. İlgili yapılmış çalışmaların karşılaştırılması.

Kullanılan Yöntem	Giriş Parametre Sayısı	Çıkış Parametresi	Çıkarım Yöntemi	Uygulama Programlama
Bulanık Mantık	7	Hipertansiyon Riski	Mamdani	Matlab
Bulanık Mantık	4	Hipertansiyon Riski	Mamdani	Matlab
Bulanık Mantık Nöro Bulanık Sistem	4	Hipertansiyon	Mamdani	Matlab
Bulanık Mantık	4	Hipertansiyon	Kök Toplamı Karesi (Durulama)	Web Tabanlı Uygulama
Bulanık Uzman Bir Sistemi, Sinir Ağı Tasarımı	2 (Bulanık) 5 (Sinir Ağı)	Hipertansiyon	Mamdani	Matlab

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. ARAÇLAR

Bu çalışmada bir giyilebilir tansiyon aleti ile nesnelerin interneti kullanılarak Android işletim sistemli telefona tansiyon bilgilerinin aktarımı yapılmıştır. Tansiyon aletine Arduino Uno bağlanarak akıllı telefon ile iletişimi sağlanmıştır. Alınan bilgiler bir yapay zeka yöntemi olan bulanık mantık yöntemi ile yorumlanmıştır. Sistem çalışması Şekil 3.1 ile modellenmiştir.



Şekil 3.1. Sistem modeli.

Şekil 3.1’ de gösterildiği üzere sistemde giyilebilir tansiyon aletinden Arduino Uno’ ya veri aktarımı yapılmıştır. Arduino Uno’ dan da akıllı cihaz olarak tercih edilen Android telefona veri aktarımı yapılmıştır. Daha sonra aktarılan verilerin bulanık mantık ile yorumlatılması da akıllı telefona programlanan uygulama ile yapılmıştır. Bu veri aktarımlarının sağlanması için bazı yöntemler kullanılmıştır. Cihazdan veri aktarımını

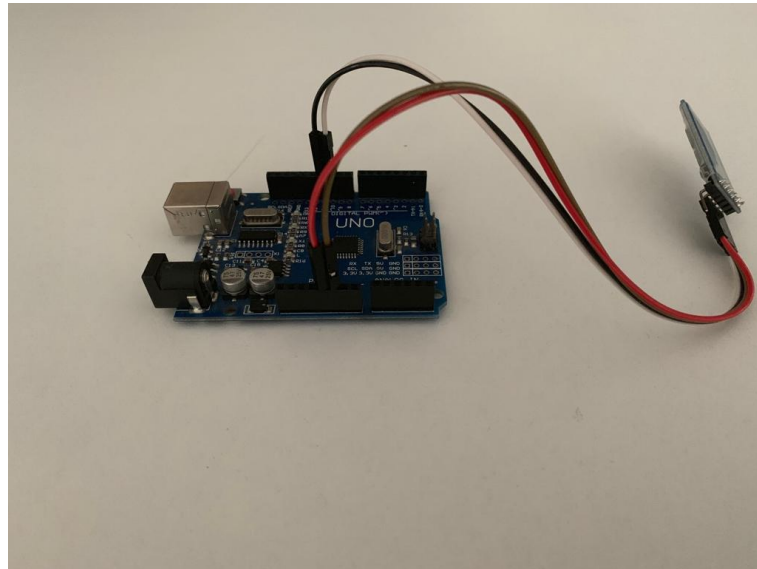
sağlayacak olan pinlere kablo bağlanarak veri aktarımı yapılmıştır. Cihazdan gelen kablolardaki veri Arduino Uno aracılığı ile akıllı telefona Bluetooth bağlantısıyla aktarılmaktadır.



Şekil 3.2. Giyilebilir tansiyon aleti.

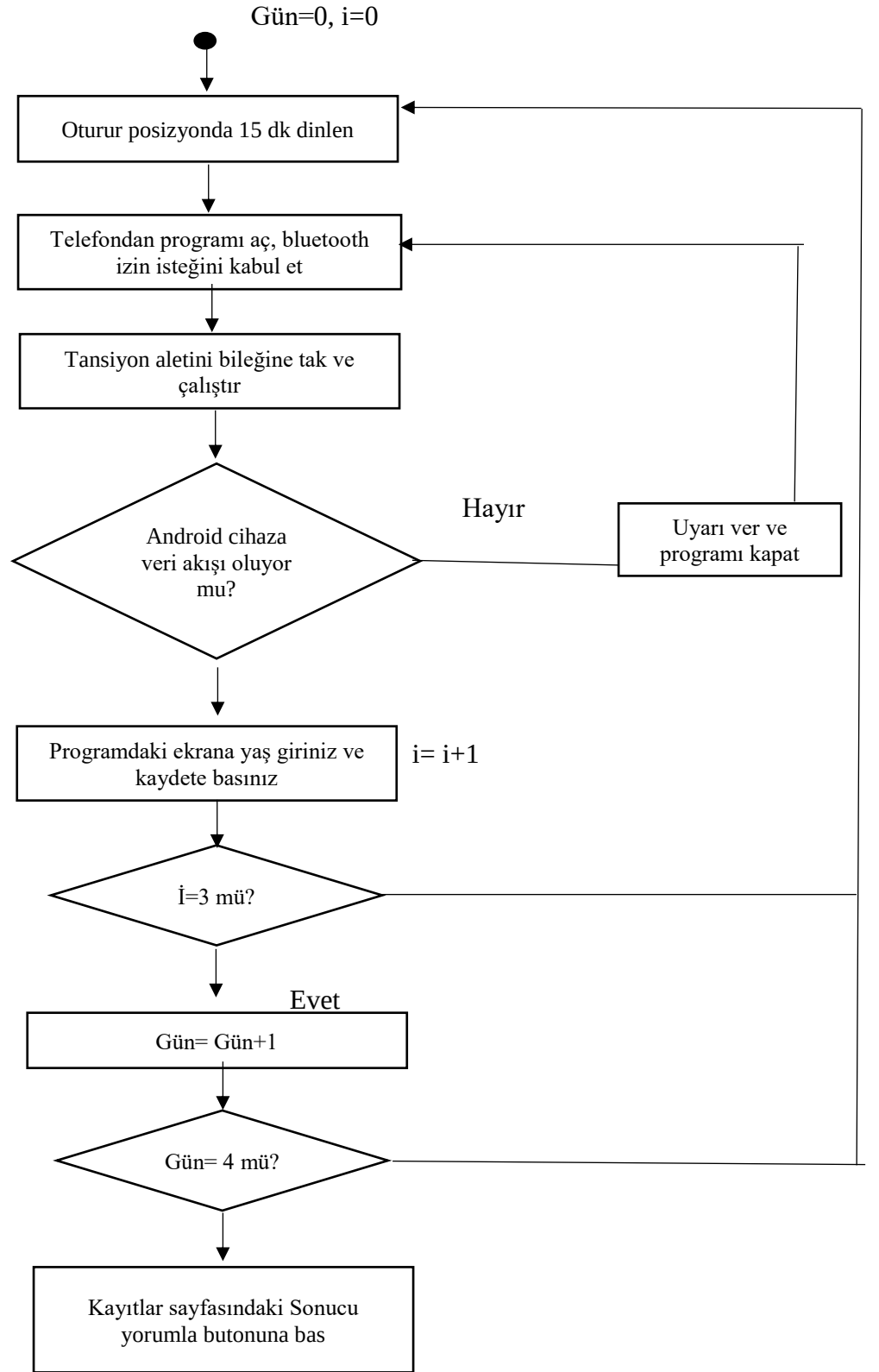
Şekil 3.2’ de gösterildiği gibi cihazın çipine kablolar eklenmiştir. Bu kablolar cihazdaki büyük kan basıncı ve küçük kan basıncı değerlerinin aktarıldığı pin uçlarına eklenip Arduino Uno üzerine bağlanmıştır.

Şekil 3.3’ de görüldüğü üzere Arduino Uno cihazımıza Bluetooth modülü bağlanmıştır. Arduino programlama ile de oradaki verilerin alınması ve Bluetooth yöntemi ile aktarılması sağlanmıştır.



Şekil 3.3. Sistem bağlantısı.

Uygulamanın çalışma adımları Şekil 3.4 ile gösterilmiştir.

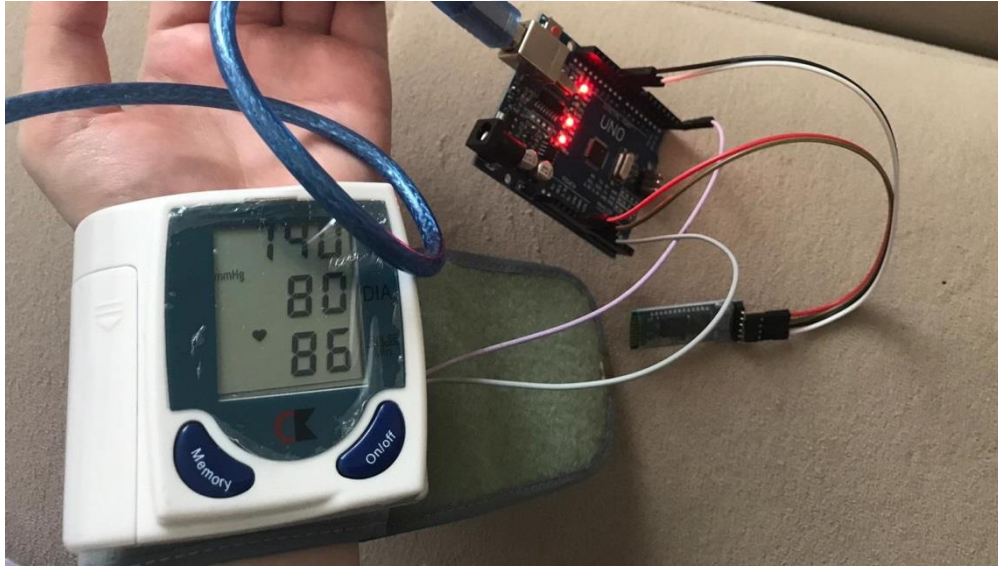


Şekil 3.4. Program çalışma algoritması.

Şekil 3.4’ de gösterildiği gibi uygulamanın çalışma adımları aşağıda maddeler şeklinde açıklanmıştır.

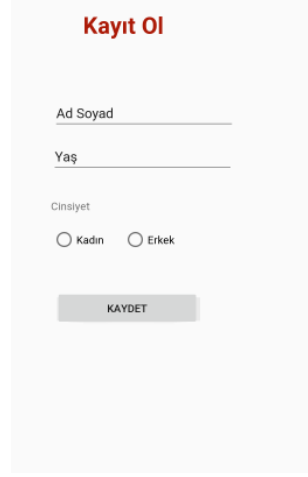
- Hasta dinlenmiş ve rahat vaziyetteyken tansiyon aletini koluna takmalı ve kolunu kalbinin hizasında tutmalıdır.
- Android program açılmalıdır ve ölç butonuna basılmalıdır.
- Ölçülen tansiyon değerleri uygulamanın ekranına yansımaktadır. Burada hastanın sistolik kan basıncı, diyastolik kan basıncı ve yaş bilgileri bulunmaktadır.
- Hasta yaş bilgisini de doldurarak tüm bilgileri kaydeder.
- Hasta tansiyonunu günün hangi saatlerinde veya ne gibi durumlarda ölçmesi gerektiği konusunda bilgilendirilir. Bu da 4 gün boyunca olan ölçüm demektir.
- Toplam 4 gün boyunca yapılan ölçümlerin sonunda Sonucu yorumla butonu aktif hale gelir ve hasta uygulama üzerinden sonucunu yorumlatır.

Yapılan sistemde giyilebilir cihaz ile Arduino Uno bağlantısı ve Bluetooth modülü bağlantısı Şekil 3.5 ile gösterilmiştir.



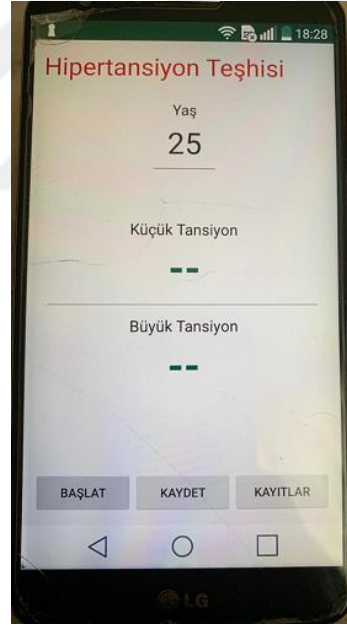
Şekil 3.5. Sistem yapısı.

Sistemde hem Arduino programlama hem de Android programlama kullanılmıştır. Android programlama Android Studio üzerinden geliştirilmiştir. Arduino programlama Arduino IDE üzerinden geliştirilmiştir. Program kurulumu yapılırken Bluetooth izin isteği sormaktadır. Minimum Api seviyesi Android 4.4 Kitkat ile yapılmıştır. Sistemde veritabanı olarak SQLite kullanılmıştır yani bilgiler sadece telefon hafızasında saklanmaktadır. Bulanık mantık yorumlaması için jFuzzyLogic kütüphanesi projeye entegre edilmiştir. Bulanık mantık durulamasında ağırlık merkezi yöntemi kullanılmıştır.



Şekil 3.6. Uygulama kayıt sayfası.

Android Uygulamanın giriş sayfasında önce hasta kayıt ekranı karşımıza gelmektedir. Ekranda hasta ad soyadı, yaş ve cinsiyet değerlerinin girişini yapar ve bu bilgiler kaydedilir. Kayıt ekranı Şekil 3.6 ile gösterilmiştir



Şekil 3.7. Uygulama giriş sayfası.

Android uygulamanın ölçüm yapılan sayfası Şekil 3.7’ de gösterildiği gibi yaş değeri için giriş yeri ve tansiyon değerleri için de ölçüm yapıldığında dolan değerlerinin gösterildiği etiketler kullanılmıştır. Kayıtlar butonu ile daha önce ölçülmüş kayıtlara erişim sağlanmaktadır. Başlat butonuna basıldığında tansiyon aleti de çalıştırılır ve sonuçlar çizgi ile gösterilen yerlere dolmaya başlar. Sürekli bir veri akışı olmaktadır. Son gönderilen veri ekrana yazılmış hali Şekil 3.8 ile gösterilmiştir.



Şekil 3.8. Uygulama veri aktarılmış giriş sayfası.

Sistemde kayıtlı verilerle ilgili bazı kontroller sağlanmıştır ve daha veri tabanında bulunan önceki kayıtlara (son 4 günün kayıtlarına) erişim sağlanabilmektedir.

Şekil 3.9' da gösterildiği gibi uygulamada kayıtların bulunduğu sayfada hangi gün ölçüldüğü, büyük kan basıncı değerleri ve küçük kan basıncı değerleri gösterilmektedir. Ard arda günlerde olan ölçüm değerleri önemli olduğundan dolayı sadece son 4 gün içerisinde günde 3 kere ölçülmüş olan tansiyon değerlerinin günlük ortalaması kayıtlar ekranına yansıtılmaktadır

Tarih	Büyük T.	Küçük T.
15/07/2019	125	85
16/07/2019	126	86
17/07/2019	126	86
18/07/2019	0	0

SONUCU YORUMLA

Şekil 3.9. Uygulamada tutulan kayıtlar.

Kayıtlı tüm değerlerin sistolik ve diyastolik olarak ayrı ayrı ortalaması alır ve girdilere yaş değeri ile birlikte eklenmektedir.

Daha sonra bu girdiler bulanık sistemde geçirilerek bir bulanık çıktı elde edilmektedir. Burada hipertansiyon olma ihtimali üç aşamada; düşük, orta, yüksek olmak üzere hastaya gösterimi yapılmaktadır.

3.2. YÖNTEMLER

Hipertansiyon hastalığı teşhisi için en az iki gün boyunca günde iki kere tansiyon ölçülmesi gerekmektedir. Yapılan uygulamada daha kesin sonuç almak için dört gün boyunca günde üç defa farklı ortamlarda ölçülen tansiyon değerleri alınmaktadır.

Girdi olarak küçük kan basıncı (küçük tansiyon), büyük kan basıncı (büyük tansiyon) ve yaş değerleri alınmıştır. Çıktı olarak hipertansiyon derecesi 0 ile 1 aralığında belirlenmiştir.

Girdiler ve çıktılar için üçgen üyelik fonksiyonları kullanılmıştır. Üyelik fonksiyonlarında her bir parametre için üyelik dereceleri belirlenmiştir. Sistolik Kan Basıncı (SKB) girdisi ve Diyastolik Kan Basıncı (DKB) girdisinin üyelik fonksiyonları için optimum, normal, yüksek normal, hipertansiyon değerleri belirlenmiştir.

Yaş girdisinin üyelik fonksiyonu için üç değer vardır; bunlar küçük, yetişkin, yaşlıdır. Üyelik fonksiyonlarının derecelerinin hesaplanmasında yaş girdisi için aşağıda örnek verilmiştir.

Küçük için üyelik fonksiyonunda belirlenen değerlere uygun üyelik derecesi hesaplama ise şu şekilde yapılmaktadır;

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, x < 0 \\ (x - 0) / 10, 0 < x < 10 \\ (19 - x) / (19 - 10), 10 < x \leq 19 \\ 0, x > 19 \end{cases} \quad (3.1)$$

Yukarıda görüldüğü üzere üçgen üyelik fonksiyonu kullanılmaktadır. Parametre olarak 0- 10-19 yaş kullanılmaktadır. En alt nokta 0, zirve noktası 10 ve en alt nokta 19 olarak belirlenmiştir.

Yetişkin için üyelik fonksiyonunda belirlenen değerlere uygun üyelik derecesi hesaplama aşağıdaki formül uygulanarak yapılmıştır.

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, x < 15 \\ (x - 15) / (45 - 15), 15 < x \leq 45 \\ (64 - x) / (64 - 45), 45 < x \leq 64 \\ 0, x > 64 \end{cases} \quad (3.2)$$

Yaşlı için üyelik fonksiyonunda belirlenen değerlere uygun üyelik derecesi hesaplama aşağıdaki formül uygulanarak yapılmıştır.

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, x < 60 \\ (x - 60) / (85 - 65), 60 < x \leq 85 \\ 1, x > 85 \end{cases} \quad (3.3)$$

Tüm girdiler ve çıktının üçgen üyelik fonksiyonları oluşturulmuştur ve alınan girdi veya çıktıya göre üyelik dereceleri belirlenmektedir. Bu girdilerin çıkıya dönüşmesi için bulanık kurallar olarak adlandırılan kurallar kümesi belirlenmiştir. Kurallar kümesinde girdilerin değerleri ve (AND) veya (OR) bağlaçları ile bağlanmıştır. Yaş faktörüne göre tansiyonun normal, yüksek değerleri değişiklik gösterebileceği için ona göre kurallar kümesi oluşturulmuştur. Hipertansiyon olma ihtimalinin hesaplanmasında kullanılan kurallardan bazıları aşağıda verilmiştir.

Hipertansiyon= düşük için kurallardan bazıları şunlardır.

- a. Eğer Büyük Tansiyon=hipotansiyon && Küçük Tansiyon=hipotansiyon && (Yaş=küçük veya Yaş= yetişkin)
- b. Eğer Büyük tansiyon= optimal || büyük tansiyon=normal) && (küçük tansiyon=optimal || küçük tansiyon=normal > 0)&& (yaş=küçük || yaş=yetişkin)
- c. Eğer (Büyük tansiyon=normal) || Küçük tansiyon=normal && (yaş=küçük)
- d. Eğer (Büyük Tansiyon=normal || büyük tansiyon=hipotansiyon) && (küçük tansiyon=normal) && Yaş=küçük

Bulanık kurallara göre yorumlanan girdilerden hipertansiyon riski sonucu elde edilmektedir. Uygulamada hipertansiyon olma riski ve yaş için üyeliklerin gösterildiği uygulama ara yüzü Şekil 3.10 ile gösterilmektedir.



Şekil 3.10. Hipertansiyon derecesi.

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Yapılan çalışmada giyilebilir cihazlar üzerinde IOT kullanılarak Android cihaza veri aktarımı sağlanmıştır ve aktarılan veri yapay zeka yöntemi olan bulanık mantık ile yorumlanıp sonuçlandırılmıştır. Toplanan verilerin gerçeğine uygun şekilde sentetik olarak oluşturulmasıyla elde edilen veri seti üzerinde cihaz denendi ve elde edilen sonuçlarda %85 oranında tutarlılık sağlandı. Bu tarz çalışmalarda genel olarak gerçek zamanlı olarak veri aktarımı yapılan cihazlar kullanılmıştır. Bu çalışmada ise hipertansiyon hastalarına doktor tarafından verilen yaklaşık 1 haftalık tansiyon değerlerini bir yere not etmesi durumu göz önüne alınarak günlük ölçülen değerler veri tabanında kayıt olarak tutulmaktadır. Daha önce yapılmış olan çalışmalarda yaş, vücut kitle indeksi, tansiyon değerleri, kalp ritmi, şeker, fiziksel aktiviteler gibi birçok parametre kullanılmıştır. Bu çalışmada yaş ve tansiyon parametreleri kullanılarak daha az parametreyle ne kadar etkili sonuç alınacağı amaçlanmıştır. Parametre sayısı dışında veri aktarım yöntemi de farklılık oluşturmaktadır. Daha önce yapılan çalışmalarda mobil veri üzerinden ya da wifi üzerinden veri aktarımları sağlanmıştır. Bluetooth teknolojisinin ise son zamanlardaki gelişmelerle artık etkili bir yöntem olduğu göz önünde bulundurularak ve kullanılan tansiyon aleti ile telefonun aynı ortama bulunacağı düşünülerek bu çalışmada Bluetooth modülü Arduino üzerine bağlanarak veri iletiminde kullanılmıştır.

Bu çalışmanın bir amacı da doktorlara zamandan tasarruf yaptırmak ve hipertansiyon teşhisini en doğru sonuç ile yapmaktır. Aynı zamanda hasta doktora gitmeden de hipertansiyon hastalığı olup olmadığını önceden öğrenip ona göre önlem alabilmektedir ve beslenme şeklini değiştirebilmektedir. Erken teşhis yapılmasını sağlayıp hastayı dikkat etmesi gereken konularda uyarır ve organlarının daha çok zarar görmesine engel olmaktadır.

Önerilerim şunlardır; Bu mekanizma ile sonucun yorumlanması diğer yapay zeka algoritmaları ile yapılabilir yada birkaç algoritmanın hibrit edilmesiyle de sonuç yorumlanabilir. Cihazın Android ile haberleşmesinde Bluetooth yöntemi dışında başka haberleşme yolları denenebilir. Hastane ortamında olan bir kişi için üstüne giyilebilir cihazlar yerleştirildiğinde o cihazlardan gerçek zamanlı veri aktarımı yapılarak herhangi

bir sorun olduğunda doktorlara bildirim giderek kritik bir durum varsa anında müdahale etmesi sağlanabilir. Yapılan çalışmada bulanık mantık durulama yöntemi olarak ağırlık merkezi kullanıldı, bunun yerine başka yöntemlerle de yapılabilir.



5. KAYNAKLAR

- [1] A. M. Ahhmed, M. Muguruma, “A review of meat protein hydrolysates and hypertension,” *Meat Science*, c. 86, sayı 1, ss. 110–118, 2010.
- [2] T. Çavdar, E. Öztürk, “Nesnelerin interneti için yeni bir mimari tasarımı,” *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, c. 22, sayı 1, ss. 1–1, 2018.
- [3] L. Gökrem, M. Bozuklu, “Nesnelerin interneti: Yapılan çalışmalar ve ülkemizdeki mevcut durum,” *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, sayı 13, ss. 47-68, 2016.
- [4] S. Akkuş, “Nesnelerin interneti teknolojisinde güvenli veri iletişimi - programlanabilir fiziksel platformlar arasında Wep algoritması ile kriptolu veri haberleşmesi uygulaması,” *Marmara Fen Bilimleri Dergisi*, c. 28, sayı 3, ss. 100–111, 2016.
- [5] Y. Turak. (2016, 26 Aralık). [Çevrimiçi]. *Nesnelerin interneti ve güvenliği*. Erişim: <http://www.yigitturak.com/wpcontent/uploads/IoTGuvenligi.pdf>.
- [6] C. W. Thompson, “Smart devices and soft controllers,” *IEEE Internet Computing*, c. 9, sayı 1, ss. 82–85, 2005.
- [7] Altan Onat, Günay Can, Hüsniye Yüksel, Evin Ademoğlu, Nihan Erginel-Ünaltuna, Ayşem Kaya, Servet ALTAY, “Özet ve sonuçlar,” *Tekharf 2017 tıp dünyasının kronik hastalıklara yaklaşımına öncülük*, İstanbul, Türkiye: Logos Yayıncılık, 2017, ss. 3-8.
- [8] Z. B. Aktuğ, F. Murathan, ve A. Dünder, “Kadınlarda B-Fit egzersizlerinin antropometrik özelliklere etkisinin incelenmesi,” *Gaziantep Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi*, c. 4, sayı 1, ss. 1–10, 2019.
- [9] M. A. Weber, E. L. Schiffrin, W. B. White, S. Mann, L. H. Lindholm, J. G. Kenerson, J. M. Flack, B. L. Carter, B. J. Materson, C. Venkata S. Ram, D. L. Cohen, J. C. Cadet, R. R. Jean-Charles, S. Taler, D. Kountz, R. R. Townsend, J. Chalmers, A. J. Ramirez, G. L. Bakris, J. Wang, A. E. Schutte, J. D. Bisognano, R. M. Touyz, D. Sica, S. B. Harrap, “Clinical practice guidelines for the management of hypertension in the community,” *Journal of Clinical Hypertension*, c. 16, sayı 1, ss. 14–26, 2014.
- [10] S. D. Pierdomenico, A. Bucci, F. Costantini, D. Lapenna, F. Cuccurullo, ve A. Mezzetti, “Twenty-four-hour autonomic nervous function in sustained and ‘white coat’ hypertension,” *American Heart Journal*, c. 140, sayı 4, ss. 672–677, 2000.
- [11] B. S. Bozfakıoğlu, “Hipertansiyonda hedef kan basıncı ne olmalı?,” 12. Ulusal Hipertansiyon ve Böbrek Hastalıkları Kongresi'nde sunuldu, Ankara, 2010.
- [12] G. Bingöl. (2019, 23 Nisan). *Yüksek tansiyonun yol açtığı 6 hastalığa dikkat! - sağlık rehberi*. [Çevrimiçi]. Erişim: <https://www.memorial.com.tr/saglik-rehberleri/yuksektansiyonun-yol-actigi-6-hastaliga-dikkat/>.
- [13] C. Sönmez. (2019, 19 Mayıs). *Yapay zeka nedir?*. [Çevrimiçi]. Erişim:

<https://shiftdelete.net/yapay-zeka-nedir-62428>.

- [14] Anonim. (2019, 19 Mayıs). *Yapay zeka*. [Çevrimiçi]. Erişim: https://tr.wikipedia.org/wiki/Yapay_zekâ#cite_note-2.
- [15] Ş. Kocabaş, “Yapay zeka ve bilim felsefesi”, *Divan Disiplinlerarası Çalışmalar Dergisi*, sayı 36, ss. 9–22, 2014.
- [16] A. G. H. Pirim, “Yapay zeka”, *Journal of Yaşar Üniversitesi*, c. 1, sayı 1, ss. 81–93, 2006.
- [17] İ. Çayıroğlu. (2019, 19 Mayıs). *İleri algoritma analizi*. [Çevrimiçi]. Erişim: www.ibrahimcayiroglu.com.
- [18] J. Littlewood, C. Spataru, R. J. Howlett, L. C. Jain, *Smart energy control systems for sustainable buildings*, 1. baskı, Berlin, Almanya: Springer, 2017, ss. 1-268.
- [19] O. Karasoy, S. Ballı, “Google maps ve genetik algoritmalarla gsp çözümü için öneri,” 18. Akademik Bilişim Konferansı'nda sunuldu, Aydın, 2016.
- [20] C. Aktürk, “Genetik algoritma ve pikselizasyon yöntemi ile mayın tarlası oyununun zorluk seviyesini belirleme”, *Uluslararası Yönetim Bilişim Sistemleri ve Bilgisayar Bilimleri Dergisi*, c. 2, sayı 2, ss. 105–113, 2018.
- [21] E. Kıyak, A. Kahvecioğlu, “Bulanık mantık ve uçuş kontrol problemine uygulanması”, *Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi*, c.1, sayı 2, ss. 63-72, 2003
- [22] L. A. Zadeh, “Fuzzy sets”, *Information and Control*, c. 8, sayı 3, ss. 338–353, 1965.
- [23] Anonim. (2019, 24 Haziran). *Bulanık mantık*. [Çevrimiçi]. Erişim: https://tr.wikipedia.org/wiki/Bulanık_mantık.
- [24] C. Özbek. (2019, 24 Haziran). *Bulanık mantık sunum*. [Çevrimiçi]. Erişim: <https://www.slideshare.net/cihanzbek/bulanik-mantik-sunum>.
- [25] A.Eğrisöğüt Tiryaki, R. Kazan, “Bulaşık makinesinin bulanık mantık ile modellenmesi,” *Mühendis ve Makine Dergisi*, c. 48, sayı. 565, ss. 3-8, 2007.
- [26] E. Triantaphyllou, *Multi-criteria decision making methods: A comparative study*, 44. baskı, Boston, Amerika: Springer, 2000, ss. 241-262.
- [27] M. F. Keskenler, E. F. Keskenler, “Bulanık mantığın tarihi gelişimi”, *Takvimi Vekayi*, c. 5, sayı 1, ss. 1–10, 2017.
- [28] İ. H. Altaş, “Bulanık mantık: Bulanıklık kavramı”, *Enerji, Elektrik, Elektromekanik-3e*, sayı 62, ss. 80-85, 1999.
- [29] E. Yeşil, “Sistemlerin bulanık modellenmesi ve koşut dağıtılmış kontrolü”, Yüksek lisans tezi, Bilgisayar Mühendisliği, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2000.
- [30] Anonim. (2019, 24 Haziran). *Bulanık mantık uygulama örnekleri*. [Çevrimiçi]. Erişim: <http://bulanikmantikbmc.blogspot.com/p/bulank-mantik-uygulama-ornekleri.html>.
- [31] R. Kaur, A. Kaur, “Hypertension diagnosis using fuzzy expert system,” *National Conference on Advances in Engineering, Technology & Management*, Ambala, Hindistan, 2014, ss. 14-18.
- [32] A. A. Abdullah, Z. Zakaria, N. F. Mohamad, “Design and development of fuzzy expert system for diagnosis of hypertension”, *2011 Second International*

Conference on Intelligent Systems, Modelling and Simulation, Kuala Lumpur, Kamboçya, 2011, ss. 113–117.

- [33] S. Das, P. K. Ghosh, S. Kar, “Hypertension diagnosis: A comparative study using fuzzy expert system and neuro fuzzy system,” *2013 IEEE International Conference on Fuzzy Systems*, Haydarabat, Hindistan, 2013, ss. 1–7.
- [34] X. Y. Djam, Y. H. Kimbi, “Fuzzy expert system for the management of hypertension”, *The Pacific Journal of Science and Technology*, c. 12, sayı 1, ss. 390-402, 2011.
- [35] Z. Abrishami, H. Tabatabaee, “Design of a fuzzy expert system and a multi-layer neural network system for diagnosis of hypertension”, *Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences*, c.4, sayı 11, ss. 138-145, 2015.
- [36] B. Yuan, J. Herbert, “Fuzzy cara - a fuzzy-based context reasoning system for pervasive healthcare”, *Procedia Computer Science*, c. 10, ss. 357-365, 2012.



6. EKLER

6.1. EK 1: ARDUINO KODU

```
Bu #include "Wire.h"

#include <SoftwareSerial.h>

SoftwareSerial BTserial(10, 11); // RX | TX

char startFlag = 18;

char ack = 19;

char delimiter = 59;

boolean isMeasuringRR = false;

boolean RRdoneByteCame = false;

boolean successfulRR = false;

boolean readSpecialPacket = false;

boolean errorRR = false;

boolean beginingRR = false;

boolean ConfirmRR = false;

char incomingRRbyte;

int byteCntRR = 1;

char pulseCurve_RR;

char cuffPressRR;

char systRR;

char diastRR;

char HR_RR;

void setup() {
```

```

Serial.begin(9600);
BTserial.begin(9600);
Wire.begin();}

void loop() {

readBloodPress();}

void readBloodPress() {

if (Serial.available() > 0) {

incomingRRbyte = Serial.read();

switch (byteCntRR) {

case 1:

if (incomingRRbyte == 254) {

byteCntRR = 1;

readSpecialPacket = false;

isMeasuringRR = true;

successfulRR = false;

beginingRR=true;

Serial.println("Begun");}

else {

byteCntRR++;

}

if (beginingRR == true)

if (incomingRRbyte == 6) {

isMeasuringRR = true;

successfulRR = false;

}

if (readSpecialPacket == false)

```

```

byteCntRR = 1;

break;

case 2:

if (incomingRRbyte < 0) {

systRR = systRR + 256;

}

else if (incomingRRbyte > 0) {

systRR = incomingRRbyte;

}

byteCntRR++;

break;

case 3:

if (incomingRRbyte < 0) {

diastRR = diastRR + 256;

}

else {

diastRR = incomingRRbyte;

}

byteCntRR++;

break;

case 4:

HR_RR = incomingRRbyte;

successfulRR = true;

byteCntRR = 0;

readSpecialPacket = false;

if (successfulRR) {

```

```

Serial.print("systRR: ");
Serial.println(systRR, DEC);
Serial.print("diastRR: ");
Serial.println(diastRR, DEC);
Serial.print("HR_RR: ");
Serial.println(HR_RR, DEC);
BTserial.print(systRR, DEC);
BTserial.print(",");
BTserial.print(diastRR, DEC);
BTserial.print(",");
BTserial.print(HR_RR, DEC);
BTserial.print(";");
delay(200);
}
break;
default:
break;
}
if ( incomingRRbyte == 12 ) {
byteCntRR = 5;
ConfirmRR = true;
}
if (byteCntRR == 5 && ConfirmRR == true)
if ( incomingRRbyte == 51 ) {
byteCntRR = 2; } } }

```

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Gözde Tursun
Doğum Tarihi ve Yeri : 30.08.1993 - Düzce
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : gozde.9397@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Y. Lisans	Bilgisayar Müh.	Düzce Üniversitesi	2019
Lisans	Bilgisayar Müh.	Düzce Üniversitesi	2016
Lise		Sabahattin Zaim Koleji	2011