



**SUNUCU TABANLI YAPAY ZEKALI
COVID-19 BELİRTİLERİ ANALİZİ YAPAN ROBOT**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Uğur YILDIRIM

Danışman
Prof. Dr. Ömer DEPERLİOĞLU
BİLGİSAYAR ANABİLİM DALI

Haziran 2022

AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SUNUCU TABANLI YAPAY ZEKALİ
COVID-19 BELİRTİLERİ ANALİZİ YAPAN ROBOT

Uğur YILDIRIM

Danışman
Prof. Dr. Ömer DEPERLIOĞLU

BİLGİSAYAR ANABİLİM DALI

Haziran 2022

TEZ ONAY SAYFASI

Uğur YILDIRIM tarafından hazırlanan “Sunucu Tabanlı Yapay Zekalı Covid-19 Belirtileri Analizi Yapan Robot” adlı tez çalışması lisansüstü eğitim ve öğretim yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca 03 / 06 / 2022 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından **oy birliği** ile Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Bilgisayar Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Prof. Dr. Ömer DEPERLİOĞLU

Başkan : Dr. Öğr. Üyesi Mehmet KAHRAMAN
Afyon Kocatepe Üniversitesi, Eğitim Fakültesi

Üye : Prof. Dr. Ömer DEPERLİOĞLU
Afyon Kocatepe Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu

Üye : Doç. Dr. Utku KÖSE
Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi

Afyon Kocatepe Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun
..... /..... /..... tarih ve
..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

.....
Prof. Dr. İbrahim EROL
Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI

Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- Atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

03 / 06 / 2022

Uğur YILDIRIM

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

SUNUCU TABANLI YAPAY ZEKALİ COVID-19 BELİRTİLERİ ANALİZİ YAPAN ROBOT

Uğur YILDIRIM

Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Bilgisayar Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ömer DEPERLİOĞLU

Sağlık sektöründe robotlar Nesnelerin İnterneti ve Yapay Zekâ tabanlı çalışmalarla güçlendirilerek çeşitli hizmetlerde kullanılmaktadır. 2019 yılı itibarıyla Covid-19'un ortaya çıkmasıyla bulaşıcı hastalık ve salgın durumlarında robot kullanımına ilgi artmıştır. Covid-19'la mücadele kapsamında; sohbet robotu, dezenfeksiyon robotu, teletıp robotu, sosyal mesafe robotu gibi çeşitli çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada, Covid-19 belirtilerini nesnelerin interneti teknolojisi ile toplayan sunucu tabanlı çalışan yapay zekâ kontrollü CovidBot adı verilen bir robot yapılmıştır.

CovidBot sistemi robotik bir devre, sunucu ve Naïve Bayes sınıflandırma algoritması ile çalışmaktadır. CovidBot insanlarla etkileşime girerek Covid-19 belirtilerini öğrenmek için 13 soru sorarak elde ettiği verileri sunucuya göndermektedir. Elde edilen verilerin sınıflandırma işlemi denetimli makine öğrenmesi algoritmalarından Naïve Bayes kullanılarak oluşturulan makine öğrenmesi modeli ile yapılmıştır. Modelin eğitimi için üç ayrı veri seti ile makine öğrenmesi modelinin eğitim işlemi gerçekleştirilmiştir. Yapılan çalışmalarda makine öğrenmesi modeli ile eğitim setlerinden veri sayısı fazla olan veri seti ile daha başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Bu veri seti ile eğitilmiş modelle sınıflandırılarak “Normal”, “Hafif”, “Riskli” ve “Ciddi” olmak üzere 4 farklı Covid grubuna ayrılmaktadır. Ayrıca eğer sınıflandırma işleminde uygun bir sonuç elde edilemezse ilgili veri “Belirsiz” olarak etiketlenmektedir. Bu sınıflandırma işlemleri

performans ölçüleri ile değerlendirilmiştir. Sınıflandırma çalışmasında %88 doğruluk oranı elde edilmiştir.

Elbette CovidBot ile elde edilen sonuçlar Covid-19 ön tanılama işlemlerinde kullanılabilir şekilde. Tavsiye niteliğinde olsa da insanların kalabalık test ortamlarına girmeden fikir edinmelerini sağlayabilecek niteliktedir.

2022, viii + 48 sayfa

Anahtar Kelimeler: CovidBot, Robotik, Yapay zekâ, Nesnelerin interneti, Covid-19.



ABSTRACT

M.Sc. Thesis

SERVER-BASED ARTIFICIAL INTELLIGENCE ROBOT ANALIZING COVID-19 SYMPTOMS

Uğur YILDIRIM

Afyon Kocatepe University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Computer

Supervisor: Prof. Ömer DEPERLİOĞLU

In the health sector, robots are used in various services by being strengthened by the Internet of Things and Artificial Intelligence-based studies. As of 2019, with the emergence of Covid-19, interest in the use of robots in infectious diseases and epidemic situations has increased. Within the scope of the fight against Covid-19; Various studies such as chat robot, disinfection robot, telemedicine robot, social distance robot were carried out. In this study, a server-based artificial intelligence-controlled CovidBot robot, which collects Covid-19 symptoms with internet of things technology, was made.

The CovidBot system works with a robotic circuit, server and Naïve Bayes classification algorithm. CovidBot interacts with people and sends the data it obtains to the server by asking 13 questions to learn the symptoms of Covid-19. The classification process of the obtained data is done with the machine learning model created using Naïve Bayes, one of the supervised machine learning algorithms. For the training of the model, the training process of the machine learning model was carried out with three separate data sets. In the studies, more successful results were obtained with the machine learning model and the data set with more data than the training sets. This data set is classified with the trained model and divided into 4 different Covid groups as “Normal”, “Mild”, “Risky” and “Serious”. In addition, if a suitable result cannot be obtained in the classification process, the relevant data is labeled as "Uncertain". These classification processes were evaluated

with performance measures. In the classification study, an accuracy rate of 88% was obtained.

Of course, the results obtained with CovidBot can be used in pre-diagnosis of Covid-19. Although it is advisory, it is capable of enabling people to get an idea without going into crowded test environments.

2022, viii + 48 pages

Keywords: CovidBot, Robotic, Artificial intelligence, Internet of things, Covid-19.



TEŞEKKÜR

Bu araştırmanın konusu, deneysel çalışmaların yönlendirilmesi, sonuçların değerlendirilmesi ve yazımı aşamasında yapmış olduğu büyük katkılardan dolayı tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Ömer DEPERLİOĞLU, araştırma ve yazım süresince yardımlarını esirgemeyen, her konuda öneri ve eleştirileriyle yardımlarını gördüğüm hocalarıma ve arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Bu araştırma boyunca maddi ve manevi desteklerinden dolayı aileme teşekkür ederim.

Uğur YILDIRIM
Afyonkarahisar 2022

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR BİLGİLERİ.....	5
3. MATERYAL ve METOT.....	10
3.1. Robotik	11
3.2. Nesnelerin İnterneti (IoT)	12
3.3. Naïve Bayes	13
3.4. Performans Değerlendirmesi	15
3.5. CovidBot.....	16
4. BULGULAR.....	27
5. TARTIŞMA ve SONUÇ.....	33
6. KAYNAKLAR	35
ÖZGEÇMİŞ.....	38
EKLER	39
EK 1. CovidBot robotu program kodları	39

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 1.1 Covid-19 sistemik ve solunum ile ilgili bozukluklar (Akbiyık ve Avşar 2020)	2
Şekil 1.2 Olası vaka analizi algoritması (Anonim 2020)	3
Şekil 3.1 CovidBot akış şeması	10
Şekil 3.2 Karışıklık matrisi tablosu	15
Şekil 3.3 Arduino Uno R3 Kontrol Kartı Port Bağlantıları (İnt. Kyn. 2)	17
Şekil 3.4 Arduino Uno Ethernet Shield Wiznet5100 Port Bağlantıları (İnt. Kyn. 3)	18
Şekil 3.5 Geetech Konuşma Tanıma Modülü (İnt. Kyn. 4)	20
Şekil 3.6 DF Player Mini MP3 Modülü (İnt. Kyn. 5)	20
Şekil 3.7 GY 906 BCC Kızılötesi Sıcaklık Algılayıcısı (İnt. Kyn. 6)	22
Şekil 3.8 CovidBot sıcaklık algılayıcısı kalibrasyonu için kullanılan KnowLedge KL-02C ateş ölçer	22
Şekil 3.9 Pulse Nabız Ölçer Algılayıcı (İnt. Kyn. 7)	24
Şekil 3.10 HC-SR04 Ultrasonik Mesafe Ölçer Algılayıcı (İnt. Kyn. 8)	24
Şekil 4.1 CovidBot geliştirme devre görünümü	27
Şekil 4.2 CovidBot dış görünümü	28
Şekil 4.3 %0 – %20 Test %20 – %100 Eğitim Seti	29
Şekil 4.4 %20 – %40 Test %0 – %20 ve %40 – %100 Eğitim Seti	29
Şekil 4.5 %40 – %60 Test %0 – %40 ve %60 – %100 Eğitim Seti	30
Şekil 4.6 %60 – %80 Test %0 – %60 ve %80 – %100 Eğitim Seti	30
Şekil 4.7 %80 – %100 Test %0 – %80 Eğitim Seti	30
Şekil 4.8 CovidBot verilerinin 4 satırlık eğitim seti ile test sonuçları	31
Şekil 4.9 CovidBot verilerinin 24 satırlık eğitim seti ile test sonuçları	31
Şekil 4.10 CovidBot verilerinin 3848 satırlık eğitim seti ile test sonuçları	32

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 3.1 CovidBot sıcaklık algılayıcı kalibrasyon verileri tablosu	23
Çizelge 4.1 CovidBot verilerinin değerlendirilmesinde kullanılan veri setleri.....	29



1. GİRİŞ

Sağlık hizmetlerinde robotlar; cerrahi, radyoloji, hemşire, ambulans, teletıp, servis, temizlik, ilaçlama/dezenfeksiyon gibi çeşitli amaçlarla kullanılmaktadır (Wang ve Wang 2021). Robotik uygulamaları güçlendirmek için Nesnelerin İnterneti ve Yapay Zekâ tabanlı çalışmalardan faydalanmak önemli rol oynamaktadır (Wang ve Wang 2021). Bu sayede robotik sistemler; sağlık sektöründe tıbbi kayıt tutma, numune alma, cihaz entegrasyonu (Mukati vd. 2021), hastalık teşhis, tedavi, tahmin, tarama, sınıflandırma, zamanında müdahale, güvenilir ve verimli sonuçlar alma bakımından sağlık hizmetlerinde insanlardan daha iyi performans gösterebilmektedir (Khan vd. 2021).

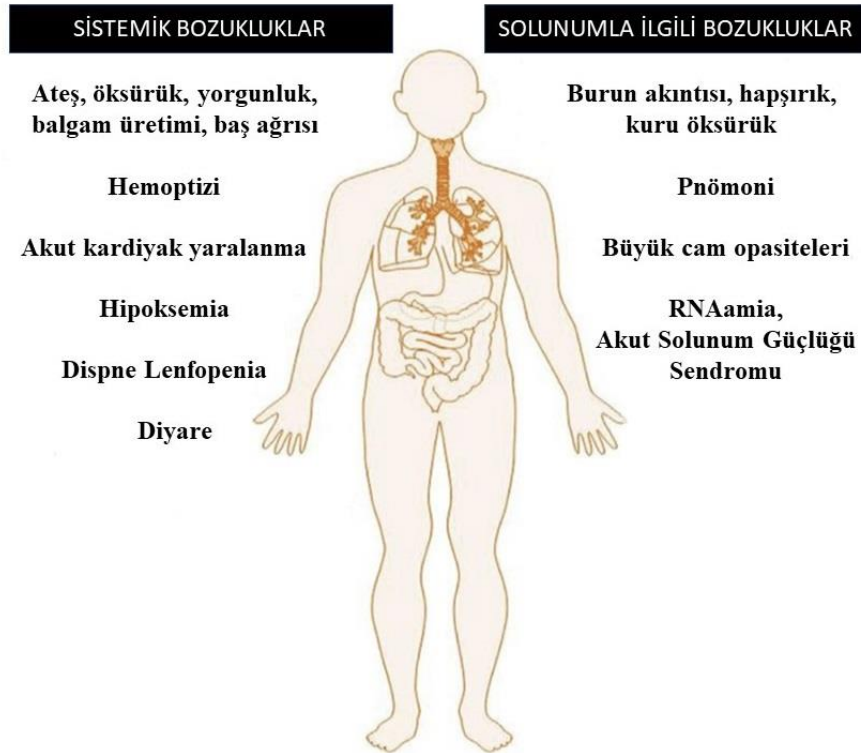
2019 yılı öncesinde sağlık hizmetlerinde robotik çalışmalar farklı alanlarda olmakla beraber Covid-19' un ortaya çıkmasıyla beraber bulaşıcı hastalık ve salgın durumlarında robot kullanımına büyük bir ilgi oluşmuştur (Wang ve Wang 2021). 2019 yılı Aralık ayı sonlarına doğru Çin'in Hubei eyaleti Wuhan şehrinde ortaya çıkan Covid-19, virüsün dünya çapında hızla yayılmasının ardından 11 Mart 2020 tarihinde Dünya Sağlık Örgütü tarafından pandemi olarak ilan edilmiştir (Camacho vd. 2021). Dünya son derece bulaşıcı olan bu hastalığın nasıl normal yaşamı durdurduğuna ve dünya çapında her şeyin kontrolden çıkmasına neden olduğuna tanık olmuştur (Sarker vd. 2021). Bu durum sağlık sektöründe büyük bir karmaşaya sebep olmuş ve araştırmacıları çeşitli araştırmalara yönlendirmiştir (Wang ve Wang 2021). Geçtiğimiz yıllarda robotların endüstri ve günlük yaşamı önemli ölçüde etkilemesi göz önüne alındığında, robotlar bulaşıcı hastalık ve salgın durumunda risk teşkil eden ortamlarda insanlar gibi etkilenmeden çalışabilmektedir (Wang ve Wang 2021). Bu bağlamda araştırmacılar Covid-19 pandemi sürecinde sorunlara çözüm üretmek için robotik sistemlerin kullanılması üzerinde durmaktadırlar (Wang ve Wang 2021).

Bazı söylentilere göre Covid-19, 7 Ocak 2020 öncesi insanlarda tespit edilmemiş yeni bir korona virüs olarak ifade edilmiş, sonrasında hastalık insandan insana bulaşarak hasta sayısı hızla yayılmıştır (Anonim 2020). Covid-19'un sebep olduğu hastalık yelpazesi basit soğuk algınlığından ağır akut solunum sendromuna kadar değişkenlik gösterebilmektedir. Covid-19 salgınına bağlı enfeksiyonlarda yaygın belirtiler ateş,

öksürük ve nefes darlığı şeklindedir. Baş ağrısı, boğaz ağrısı, burun akıntısı, kas ve eklem ağrı ve sızısı, aşırı halsizlik, yeni oluşan koku ve tat alma duyu kaybı, ishal gibi belirtiler de meydana gelmektedir. Hastalıkta herhangi bir belirti görünmeme ihtimali olmakla birlikte; ciddi vakalarda akciğer yangısı, ağır akut solunum yolu enfeksiyonu, böbrek yetmezliği ve hatta ölüm gelişebilmektedir. Covid-19 vakaları sistemik ve solunum ile ilgili bozuklukları Şekil 1.1’ de verilmiştir.

Camacho vd. (2021)’nin yaptıkları araştırmalarda Covid-19 belirtileri arasında ateş, öksürük, nefes darlığı, yorgunluk, titreme, vücut ağrıları, baş ağrısı, boğaz ağrısı, burun tıkanıklığı, burun akıntısı, koku ve tat kaybı, mide bulantısı, ishal gibi üst ve alt solunum yollarını etkileyen semptomların varlığından bahsedilmektedir.

Covid-19’dan korunmak için toplum genelinde temas ve damlacık izolasyonu kurallarına titizlikle uyulması ve ellerin sıklıkla yıkanması, el antiseptiği kullanılması, bulaşı olma ihtimali bulunan bir ortama girildikten sonra göz, burun ve ağız temasından kaçınılması gerekmektedir (Akbıyık ve Avşar 2020).



Şekil 1.1 Covid-19 sistemik ve solunum ile ilgili bozukluklar (Akbıyık ve Avşar 2020).

Anonim (2020)’e göre Covid-19 tanılama algoritmasında olası vaka analizi şu şekilde gerçekleşmektedir.

OLASI VAKA

Ateş, öksürük, nefes darlığı, boğaz ağrısı, baş ağrısı, kas ağrıları, tat ve koku kaybı veya ishal belirti ve bulgularından en az biri

Klinik tablonun başka bir neden/hastalık ile açıklanamaması

Semptomların başlamasından önceki 14 gün içerisinde yüksek riskli ortamda bulunulması

VEYA

Ateş, öksürük, nefes darlığı, boğaz ağrısı, baş ağrısı, kas ağrıları, tat ve koku kaybı veya ishal belirti ve bulgularından en az biri

Semptomların başlamasından önceki 14 gün içerisinde Covid-19 vakası bulunan biri ile yakın temasta bulunulması

VEYA

Ateş ve ağır akut solunum yolu enfeksiyonu belirti ve bulgularından en az biri (öksürük ve solunun sıkıntısı)

Hastanede yatış gerekliliği durumu

Klinik tablonun başka bir neden/hastalık ile açıklanamaması

VEYA

Ateş, öksürük, nefes darlığı, boğaz ağrısı, baş ağrısı, kas ağrıları, tat ve koku kaybı veya ishal belirti ve bulgularından en az ikisinin bir arada bulunması

Bu durumun başka bir neden/hastalık ile açıklanamaması

Şekil 1.2 Olası vaka analizi algoritması (Anonim 2020).

Olası vaka tanımına uyan olgulardan moleküler yöntemlerle virüs tespiti sağlanan olgular kesin vaka olarak ifade edilir (Anonim 2020).

Bu tez çalışmasında CovidBot adı verilen Covid-19 belirtilerini analiz eden yapay zekâ kontrollü nesnelerin interneti teknolojisinde sunucu tabanlı çalışan bir robot geliştirilmiştir. Covid-19 virüs tespitinde tanı testi ve antikor testi olarak kullanılan iki farklı yöntem kullanılmaktadır (Khan vd. 2021). Bu testleri gerçekleştirebilmek için insanlar virüs bakımından risk teşkil eden hastane ortamlarına girmek durumunda olacak ve insanlarla temasta bulunmak mecburiyetinde kalacaklardır. Aynı zamanda tanı testi ve antikor testleri için her bireye ayrı bir uygulama gerçekleştirilmesi maliyeti de vardır. Bu çalışmanın amacı Covid-19 salgını sürecinde basit bir robotik sistem tarafından Covid-19 virüsüne ait elde edilen belirti verilerini Nesnelerin İnterneti yaklaşımıyla sunucuya aktarmak ve elde edilen veriler üzerinde gerçekleştirilecek Yapay Zekâ uygulaması ile verileri ayrıştırmaktır. Bu sayede sunucu sistemine gelen Covid-19 belirti verileri risk teşkil edip etmemesine göre çeşitli kategorilere bölünebilecektir. Böylece, insanların Covid-19 virüsü için test yaptırmadan önce riskli ortamlarla temas kurmadan bir ön analiz yapmaları sağlanacak ve test masraflarında tasarruf gerçekleşecektir.

2. LİTERATÜR BİLGİLERİ

Dünya çapında birçok araştırmacı Covid-19 salgını ile mücadele kapsamında insanları korumak için çözüm arayışındadırlar (Wang ve Wang 2021). Özellikle ABD, Çin, İngiltere, İtalya, Güney Kore ve İspanya başta olmak üzere birçok ülkede çeşitli çalışmalar elde edilmiştir (Murphy vd. 2022). Bu bağlamda gerçekleştirilmiş olan bazı çalışmalar aşağıda belirtilmektedir.

İngilizce ve Vietnamca dillerinde ulaşılması güç olan bölgelerdeki insanlarla etkileşim kurabilmek amacıyla geliştirilen Cory Covid-Bot adlı sistem; halk sağlığı yönergeleri hakkında bilgilendirmeler yapan ve hedefe yönelik davranışsal müdahaleler sunan yapay zekalı bir sohbet robotudur (Baal vd. 2022).

Ofis, ev, apartman, fabrika vb. ortamları sterilize etmek için açık kaynaklı bir robotik platform olan Covid-Bot tasarım ve uygulaması incelendiğinde; çalıştığı ortamda gözetim olmadan mümkün olan maksimum verimlilikle bireyler için risk oluşturmada otonom dezenfeksiyon işlemi gerçekleştirebilmektedir (Camacho vd. 2021).

Sarker vd. (2021) yaptıkları araştırmada Covid-19 salgınının yayılmasını önlemek amacıyla gerçekleştirilen çalışmalara değinmişlerdir. Bu çalışmalar farklı zamanlarda çeşitli ülkelerde gerçekleştirilen araştırmalardır. Singapur hükümeti, yerel parklardaki ziyaretçiler arasındaki sosyal mesafeyi sağlamak için Boston Dynamics tarafından geliştirilen teleoperasyon özellikli Spot isimli robotu görevlendirmiştir. Tunus'un başkentinin büyük sokaklarındaki korona virüs kısıtlamalarının uygulanıp uygulanmadığını izlemek için dört tekerlekli PGuard isimli robot görevlendirilmiştir. Belçikalı ZoraBots şirketi tarafından korona virüs salgını sırasında hastanelerde ve diğer alanlarda kullanılmak üzere CRUZR isimli yapay zekalı, etkileşimli, 53 dilde iletişim kurabilen ve vücut ısısı ölçebilen Chatbot robot geliştirildi. Covid-19 salgını öncesinde geliştirilmiş olan İtalya'da robot hemşire Tommy, Danimarka'da fizyoterapist robot Robert, İspanya'da Robotnik gibi teletıp teknolojili robotlar pandemi sırasında etkili olmuşlardır. Bunlara benzer bir teknoloji de kanser hastalarının uzaktan takibi için Rusya'da gerçekleştirildi. Rutgers mühendisleri tarafından kan almak, ilaç vermek vb.

işlemleri gerçekleştirmek için robotik bir masaüstü cihaz geliştirilmiştir. Slovakya merkezli bir şirket olan Phonteneo; web ara yüzüne sahip, hastanelerde ve diğer sağlık merkezlerinde ilaç, çamaşır ve diğer malzemeleri dağıtmak amacıyla Phollover isimli otonom mobil robotu geliştirmiştir. Çin'in Covid-19'dan etkilenen bölgelerindeki birçok hastaneye Keenon Robotics tarafından teslimat robotları sağlanmıştır. Techmetics tarafından hastanelerde laboratuvar numuneleri, ilaç ve hastane malzemeleri dağıtmayı amaçlayan Tech Butlers isimli teslimat robotunu tasarlanmıştır. Çinli UDI şirketi, kendi kendine sürüş işlevselliğine sahip stereo görüş kameralı, navigasyon sistemli, derin öğrenme algoritmaları ile donatılmış olan Hercules isimli robot minibüsü geliştirmiştir. Danimarkalı UVD Robots; hastanelerdeki hasta odaları, koridorları ve diğer birimleri UV ışığı kullanarak dezenfekte eden UV-C dezenfeksiyon robotları üretimini gerçekleştirmiştir. Bir diğer UV ışığı odaklı dezenfeksiyon robotu da Singapur'daki Servo Dynamics tarafından geliştirilen YOUIBOT olmuştur.

Covid-19 salgını döneminde ve daha öncesinde araştırmacılar tarafından sağlık hizmetlerinde kullanılmak üzere geliştirilmiş nesnelerin interneti teknolojisi ve yapay zekâ tabanlı çeşitli çalışmalar da mevcuttur. Bu çalışmalara, yapılan bazı alan araştırmalarında kısaca yer verilmiştir.

Rathi vd. (2021) yaptıkları araştırmada sağlık sistemleri için Nesnelerin İnterneti mimarilerinin standartlarında, Kaa ve Thingsboard gibi açık kaynaklı platformları, akıllı telefonları, giyilebilir cihazlar, SPHERE gibi sağlık projeleri ile hizmet kalitesi, güvenlik, güvenilirlik, kullanılabilirlik, uyumluluk vb. beklentileri belirtmişlerdir. Araştırmacılar, hastalar için gelişmiş bir izleme planında internete bağlı, düşük maliyetli, düşük güçlü giyilebilir cihazlar kullanan ve açık iletişim protokolüne sahip oneM2M yapısını kullanan bir sistemi ana hatlarıyla belirtmişlerdir. Yine inceledikleri bir çalışmada EEG tabanlı patoloji tespitini saptamak için Evrişimli Sinir Ağlarının çok katmanlı birleşimini ele almışlardır. Bir başka çalışmada Arduino tabanlı algılayıcılar ve Raspberry Pi kontrol sistemini kullanılarak anne ve çocuk sağlığı için özel olarak tasarlanmış bir kalp atış hızı ve SPO2 izleme sisteminin varlığından bahsetmişlerdir. Farklı bir çalışmada da düşük maliyetli, sağlıkla ilgili verileri toplamak için üzerinde bulunan algılayıcılar aracılığıyla

verileri web tabanlı ileten doktor ve hastaların anlık olarak ulaşabilecekleri bir akıllı sandalye sistemini tanıtmışlardır.

Fouad vd. (2020) alan araştırmalarında nesnelerin interneti tabanlı şu çalışmalara yer vermişlerdir. Bu bağlamda, kalp aktivitelerindeki değişiklikleri tahmin etmek için gerçek zamanlı nesnelerin interneti teknolojisinde algılayıcı tabanlı derin sinir ağı tekniklerini kullanan EKG veri analizi yapan bir sistemden bahsetmişlerdir. Farklı bir çalışmada doğrusal bir modelle rastgele orman algoritması kullanarak nesnelerin interneti teknolojisiyle algılayıcı tabanlı kalp damar hastalıklarını başarılı bir şekilde öngören bir sistemin geliştirildiğini belirtmişlerdir. Bir diğer çalışmada, nesnelerin interneti teknolojili algılayıcı bileşenlerle düşük enerjili bluetooth ve akıllı telefon kullanarak bireylerin kilo, kalp atış hızı, kan basıncı ve glikoz seviyesi verilerine göre diyabetik hasta sağlığı izleme sisteminin geliştirildiğini tespit etmişlerdir. Farklı bir çalışmada da hastaların yapacakları 12 fiziksel aktiviteyi nesnelerin interneti teknolojisi üzerinden ilgili sağlık bilgilerini toplayarak insan faaliyetlerini %99,89 oranında tahmin eden mobil sağlık uygulamasının geliştirildiğinden bahsetmişlerdir.

Juyal vd. (2021) yaptıkları araştırmada nesnelerin interneti teknolojisinde vücut algılayıcı ağı sistemine dayanan çalışmaları incelemişlerdir. Bir çalışmada akıllı cep telefonlarıyla çeşitli teknolojileri kullanarak hasta takibi, personel takibi, uzaktan hasta izleme ve ikaz bildirimi sağlamayı amaçlayan akıllı hastane sisteminin geliştirilmesinden bahsedilmiştir. Bir diğer çalışmada sinyal geliştirme ve damgalama tekniklerini kullanarak güvenli bir çerçevede gerçek zamanlı bir sağlık izleme sisteminin varlığından bahsedilmiştir. Farklı bir çalışmada da doktorlar ve kalp hastaları arasında bir iletişim ara yüzüne sahip olan kritik durumlarda uyarıda bulunan gerçek zamanlı uzaktan sağlık izleme sistemi üzerinde durulmuştur. Diğer bir çalışmada vücut alan ağı, akıllı medikal sunucu ve hastane sistemine dayanan kentsel sağlık hizmetlerine odaklanan u-sağlık sistemini üzerinde durulmuştur. Farklı bir çalışmada tıbbi acil durumlar için verilerin esnek bir şekilde nasıl toplanacağını, entegre edileceğini ve birlikte çalışılacağını göstermek için nesnelerin interneti tabanlı evde sağlık hizmetini esas alan akıllı bir platformun uygulanmasından bahsedilmiştir. Başka bir çalışmada doktorları ve hastaları birbirine bağlayan nesnelerin interneti teknolojisinde giyilebilir vücut algılayıcılarından oluşan ve verileri toplayıp

internet standartlarını kullanarak hasta sağığı ile ilgili bildirimler gönderen Eko-Sağıık sisteminden bahsetmişlerdir.

Birçok çalışmada da cilt hastalıkları ile ilgili araştırmalardan bahsedilmiştir. Bu bağlamda cilt hastalıklarının tespitinde derin evrişimli sinir ağlarıyla çeşitli makine öğrenmesi yöntemlerini kullanarak cilt hastalıklarının sınıflandırılmasını ve bunların karşılaştırılmalı analizi belirtilmiştir. Nesnelerin interneti teknolojisine dayalı destek vektör makinesi ve k en yakın komşu algoritmasını kullanan uzaktan cilt gözetimini kolaylaştıran ve uzak bölgelerdeki hastaların cilt bakım hizmetlerine erişmesine yardımcı olan bir sistemin varlığından bahsedilmiştir. Farklı bir çalışmada da cilt kanseri görüntülerini çeşitli sinir ağları aracılığıyla ilişkilendirerek Matlab ortamında çeşitli kategorilerde sınıflandırma işlemini gerçekleştirdiği üzerinde durulmuştur.

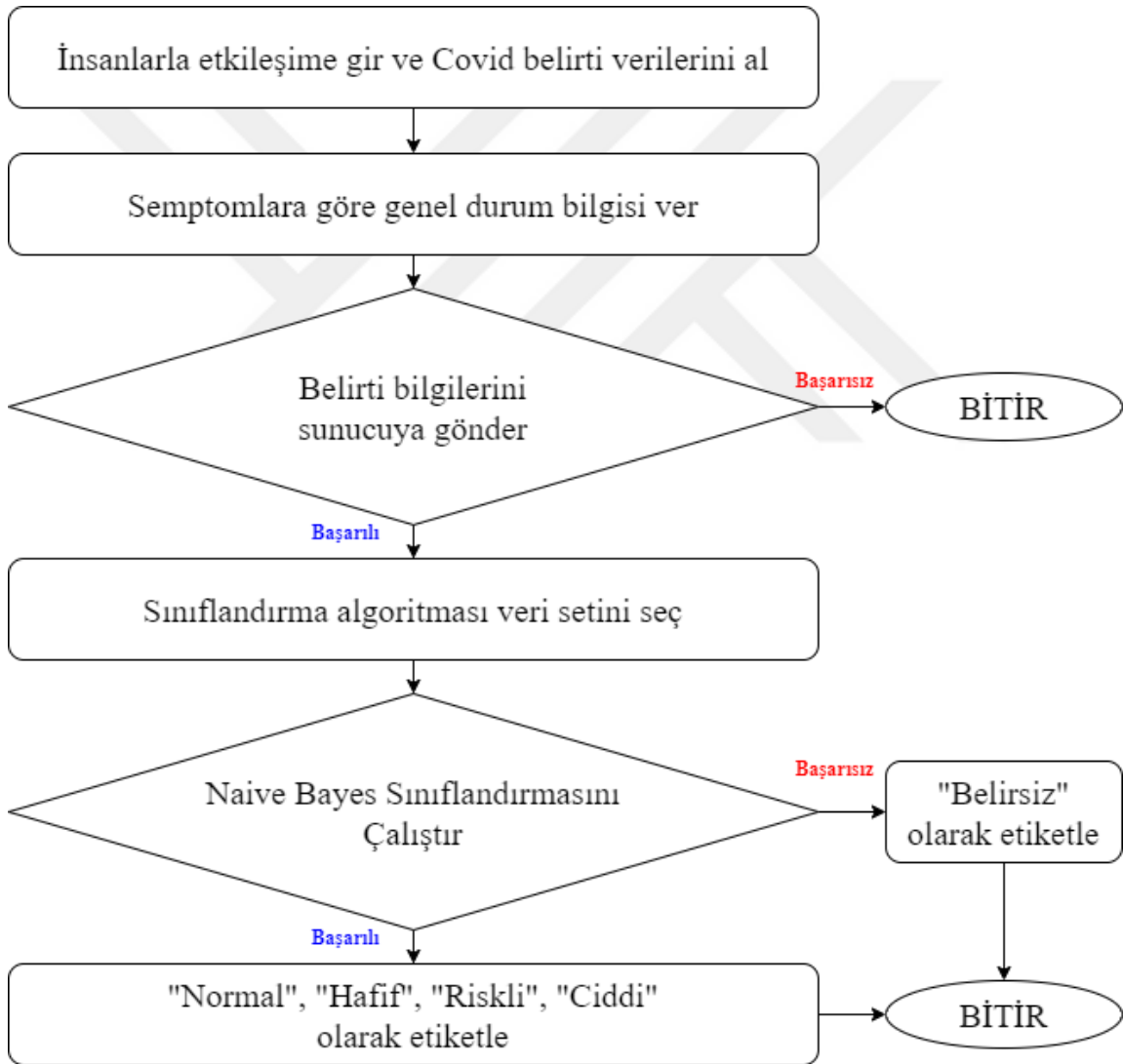
Greco vd. (2020) evlerinde insanların kalp atış hızı ve hareket hızında hızlı değişiklikler meydana geldiğinde çeşitli durumları erken tespit ve aile bireyleri ve uzmanlara akıllı telefonla bildirim veren kablosuz vücut algılayıcı ağı sistemini belirtmişlerdir. İnceledikleri bir çalışmada hastaları evde izlemek ve EKG verilerinin temel bir analizini yaparak kalp fonksiyonlarını takip etmelerini sağlayan hastaların ortak bir TV ara yüzü aracılığıyla etkileşime girebildiği bir sistem önerilmiştir. Diğer bir çalışmada nesnelerin interneti teknolojisinde kalite değerlendirme algoritmalarının doğrudan bir Android akıllı telefon üzerinde gerçek zamanlı değerlendirmeye imkân sağlayan bir şekilde uygulandığı EKG telemetri sistemi önerilmiştir. Farklı bir çalışmada insan davranışlarını tanımak için LSTM tekrarlayan sinir ağı kullanarak on iki aktiviteyi tahmin etmede giyilebilir teknolojili destek vektör makineleri ve rastgele orman sınıflandırıcıları ile kullanılan bir sistem geliştirilmiştir. Diğer bir çalışmada da EEG verileri üzerine bir vaka çalışması ile rastgele orman, Naïve Bayes ve k en yakın komşu sınıflandırıcılarına göre sistemin doğruluğu karşılaştırılmıştır. Bir çalışmada da hastaların alt ekstremitte amputesinde rezüdel ekstremitenin sağıık durumunu sıcaklık ve yürüyüşü izleyerek tahmin etmek için makine öğrenmesi tabanlı Android mobil sistem kullanan bir tasarım önerilmiştir. Başka bir çalışmada insanların koluna yerleştirilmiş iki düşük güçlü ivme ölçerden alınan değerlere göre basitleştirilmiş insan uzuv kinematikinin tahmini üzerine literatüre katkıda bulunulmaya çalışılmıştır. Farklı bir çalışmada akıllı telefon mikrofonu ve giyilebilir

teknolojilerden toplanan verileri analiz eden ve bulut sistemde aşırı öğrenme tabanlı makine sınıflandırmasından faydalanan ses patolojisi algılama sistemi üzerinde durulmuştur. Parkinson hastalarının tele tedavisinde konuşma izleme sistemi için ses sinyalleri bir akıllı saat mikrofonu aracılığıyla akustik özellik çıkarımı için sis düğümüne gönderilerek bulut tabanlı sınıflandırma işlemi yapan bir sistem üzerinde durulmuştur. Cilt kanseri tespitinde mobil bir cihazda çalışan evrişimli sinir ağı modelini kullanarak bulut desteği olmadan cilt lezyonlarının sınıflandırmasını gerçekleştiren bir çözüm önerilmiştir. Diyet değerlendirilmesi amacıyla ürün üzerinde görüntü ön işleme ve bölütleme yapılan evrişimli sinir ağı modelini kullanan görsel gıda tanımanın gerçekleştirildiği bir çözüm üzerinde durulmuştur.

Greco vd. (2020) yaptıkları araştırmada salgın hastalıkların tedavisi amacıyla Zika virüsü hastalığının yayılmasını önlemek, kontrol etmek ve sağlık kurumlarının riske açık alanları kontrol etmesine yardımcı olmak için olası virüs bulaşmış kişileri teşhis etmek ve onları sivrisinek yoğun alanlar ile birlikte Google haritasında göstermek maksadıyla bir sistem önerilmiştir. Bu sistemi dönüştürerek Covid-19 virüsüne karşı da kullanılabileceği belirtilmiştir. Nesnelerin interneti teknolojisiyle bireylerin konum bilgisini paylaşarak kişisel güvenliği üst düzeye çıkaran, akıllı telefona gömülü algılayıcı okumalarına çok yönlü yapay zekâ yaklaşımları uygulayarak Covid-19 hastalığını tahmin etmek için bir tasarım çalışması da önerilmiştir. Merkezi bir bulut sistemine bağlı belirli bir zamanda belirli bir mekâna giren bireyler için nesnelerin interneti teknolojisinde güvene dayalı sağlık riski durumunu belirlemek için geliştirilen analiz sistemi üzerinde durulmuştur. KOAH hastalarının aktivitelerini göz önünde bulundurarak oksijen dozlarını gerçek zamanlı ihtiyaçlara göre ayarlamayı ve uyarlamayı amaçlayan akıllı bir mekanizma ile taşınabilir oksijen nefes yardım sistemi tartışılmıştır.

3. MATERYAL ve METOT

Bu çalışmada insanlarla etkileşime girebilen, onlardan Covid-19 belirtilerine ait verileri alarak bu belirtileri analiz edebilen, elde ettiği verileri sunucu tabanlı çalışarak kaydeden ve kaydedilmiş verileri işleyerek ayrıştıran bir robot yapılmış ve CovidBot olarak isimlendirilmiştir. Çalışmayı gerçekleştirebilmek için donanım malzemelerine ve bu donanımları kontrol edebilecek kodlara ihtiyaç duyulmuştur. CovidBot sisteminin genel akış şeması Şekil 3.1’ de verilmiştir.



Şekil 3.1 CovidBot akış şeması.

CovidBot robotu, üzerinde bulunan mesafe ölçer algılayıcı ile ortam hareketlerini izlemekte ve kendisine 30cm ve daha fazla yaklaşan cisimlerle etkileşime girmeye

çalışmaktadır. Bu bağlamda insanlar CovidBot' a yaklaştıkları zaman robot bunu algılayıp, kendini tanıttıktan sonra insanlara Covid-19 belirtilerini analiz edip etmek istemediklerini sormaktadır. Gelen cevapların “Evet” veya “Hayır” olması gerekmektedir. Çünkü insanların konuşmalarını algılayan modülün kelime haznesi sınırlı olduğundan belirli kelimeleri tanımaktadır.

CovidBot insanlarla etkileşime girerek elde ettiği Covid-19 belirtilerini kendi algoritmasına göre analiz ettikten sonra “Normal”, “Hafif”, “Riskli” veya “Ciddi” bir durum olduğuna dair bir ön bilgilendirme vermekte ve bu durumlara ait verileri yerel sunucuya göndermektedir. Veriler sunucuya başarılı bir şekilde ulaştırılmazsa sadece ön bilgilendirme sağlanmış olup veritabanı kayıt işlemi gerçekleşmemektedir. Verilerin sunucuya ulaştırılmasıyla insanlara ait Covid-19 belirti verileri güncel tarih zaman bilgisi ile sisteme kaydedilmektedir.

CovidBot tarafından sisteme kaydedilen verilerin doğruluğu Naïve Bayes sınıflandırma algoritmasına göre veri setleri ile test edilerek performans değerlendirmesine alınmaktadır. Kullanılan veri setine göre CovidBot robotundan gelen veriler eğitilmiş ağ ile sınıflandırılarak “Normal”, “Hafif”, “Riskli” ve “Ciddi” olmak üzere 4 farklı Covid-19 grubuna ayrılmaktadır. Eğer alınan veriler tutarsız olursa sınıflandırma işleminde uygun bir sonuç elde edilemeyeceği için ilgili veri “Belirsiz” olarak etiketlenmektedir.

3.1. Robotik

Wang ve Wang (2021)'e göre Covid-19 pandemisi sırasında hastaların tedavisinde ve sağlık sisteminin yükünün azaltılmasında robotik sistemlerin kullanılması küresel anlamda kabul görmüştür. Sağlık hizmetlerinde robotik sistemler; hemşire, ambulans, teletıp, servis, temizlik, ilaçlama, dezenfeksiyon, cerrahi, radyoloji, rehabilitasyon, gıda vb. kategori hizmetlerde kullanılmaktadır. Robotik sistemlerin sağlık sektöründe bu şekilde yer edinmesiyle bulaşıcı hastalık ve salgın durumlarında insanlar etkilenmeden robotik sistemler kullanılabilir. Bu bağlamda 2020 yılında başlayan Covid-19 patlaması bu alanda birçok araştırmacıya ilham kaynağı olmuş ve birçok yeni araştırma çalışması başlatılmıştır.

Dawarka ve Bekaroo (2022)'ya göre tanım olarak robot, karmaşık görevleri otomatik olarak gerçekleştirme yeteneklerine sahip programlanmış bir makine olarak adlandırılır. Temel bir robotik sistem; kontrol kartı, giriş çıkış birimi, algılayıcı, tepki verici ve yazılım gibi bileşenlerden oluşur. Kontrol kartı, içerisindeki kodlara göre ilgili giriş çıkış portlarını aktif pasif duruma getiren elektronik bir devredir. Giriş çıkış birimi, algılayıcı aracılığıyla öğrenilen bilgileri kontrol kartına veya kontrol kartından gelen bilgileri tepki vericiye aktaran bağlantı noktalarıdır. Algılayıcı, ortamdaki ısı, ışık vb. durumları kontrol kartının anlayacağı yapıya çevirir. Tepki verici, algılayıcılardan gelen ses, hareket, vb. işaretleri karar vericiye aktarır. Karar verici veya çıkarım sistemi bu verilere göre gereken işlemlere karar vererek belirlenen görevi gerçekleştirmeyi sağlar.

Dünya çapında araştırmacıların farklı türde robot cihazları kullanarak insanları korumak için çözümler aramaya başlamasıyla robotik uygulamaları güçlendirmek ve performansı artırabilmek için Nesnelerin İnterneti ve Yapay Zekâ çalışmalarının üzerinde durulmaktadır (Wang ve Wang 2021).

3.2. Nesnelerin İnterneti (IoT)

Nesnelerin İnterneti istenen amaçlara hizmet etmek amacıyla farklı alanlara uygulanan makineler ve nesneler arasında iletişim kuran internetin son aşaması olan teknolojik bir devrimdir (Fagroud vd. 2021). IoT cihazlarından toplanan verilerle hastane yönetimi ve hasta izleme gibi sağlık alanındaki bir dizi zorluğu çözerek maliyetler düşürülerek tedavi sonuçları iyileştirilebilir (Javaid ve Khan 2021). Nesnelerin İnterneti, Covid-19 vakalarında gerçek zamanlı ve uzaktan izleme imkânı sağlayarak (Rahman ve Das 2022) hastalara gelişmiş hizmetler sunabildiği gibi acil durumlarda hızlı müdahaleye olanak sağlayarak virüslerin yayılmasını sınırlayabilir ve yeni vakaların tahmini amacıyla da kullanılabilir (Javaid ve Khan 2021).

Mukati vd. (2021)'ne göre Nesnelerin İnterneti fiziksel cihazların internete bağlanmasını sağlayıp bilgi alışverişini gerçekleştirir. İnsanlar arasında herhangi bir temas olmaksızın bilgisayar, mekanik ve dijital teknolojileri internet üzerinden birbirine bağlayarak veri

iletimi gerçekleştirir. Bu şekilde Nesnelerin İnterneti günümüzde birçok alanda bilgi toplanması, işlenmesi ve değerlendirilmesinde önemli bir rol oynamaktadır. IoT destekli teknolojilerde algılayıcılar aracılığıyla elde edilen verilerle kişisel sağlık verileri toplanıp izlenerek durum iyileştirmeleri ve sağlık tesislerinin standartlarının geliştirilmesi sağlanabilmektedir. IoT tabanlı sistemlerdeki algılayıcı teknolojisi ile zorlu koşullarda müdahale riski azaltılarak uygun tıbbi kayıt tutma, numune alma, cihaz entegrasyonu gibi faaliyetlerde iyi çözümler sunulmaktadır.

Algılayıcılar ile elde edilen veriler sunucu üzerinden veri tabanına kaydedilerek bulut alt yapısında işlenir, erişilir ve kullanılır (Dawarka ve Bekaroo 2022). Mukati vd. (2021)'ne göre IoT özellikli cihazlarla Covid-19 hastaları için bulut tabanlı veri depolama işlemleri gerçekleştirilebilir ve diğer veri tabanlarıyla etkileşime girilerek önemli veriler elde edilebilir. Bu sayede manuel kayıt tutma işlemi minimuma indirilerek hatalar ortadan kaldırılır. Bu teknolojiyle Covid-19 sırasında sağlık sektöründeki faaliyetler daha akıllı ve verimli hale gelmektedir. Bu sayede hastaların yaşam kalitesini artırmada hızlı bilgi ve iletişim sağlanmaktadır.

3.3. Naïve Bayes

Yapay zekâ, verilerden öğrenebilen, buna göre kararlar alabilen ve tahminler yapabilen (Khan vd. 2021), bilgisayarların insan zekasını taklit ederek öğrenme ve problem çözme gibi akıllı sistemlerin ilişkili görevleri gerçekleştirmesini sağlayan (Comito ve Puzziti 2022), durumları tespit eden ve bu koşullara eylemlerle yanıt verebilen bir teknolojidir (Rajendra vd. 2022).

Son zamanlarda yapılan araştırmalar yapay zekanın birçok alanda umut verici bir teknoloji olduğunu göstermesiyle Covid-19 salgını sürecinde de yapay zekadan faydalanmanın önemini belirtmektedir (Khan vd. 2021). Genel olarak yapay zekâ salgınla ilgili tespit, izleme, tahmin ve teşhis için kullanılır (Khan vd. 2021, Shamman vd. 2021, Comito ve Puzziti 2022). Bu bağlamda Covid-19 salgınında araştırmacılar virüsle başa çıkmak için yapay zekayı sağlık sektörü prosedürlerine başarıyla uygulamışlardır (Khan vd. 2021). Yapay zekâ kullanılarak gerçek zamanlı veriler toplanıp, kümeler

ayrıştırılarak, hasta temas takibiyle virüsün bulaşma değeri analizini yapabilir ve virüsün yakın seyrine göre olası bir ön tahmin yapılabilir, virüsün önlenmesi sağlanabilir (Shamman vd. 2021).

Khan vd. (2021)'ne göre yapay zekâ alanının uygulamalarını gerçekleştirmek ve verileri analiz etmek için Makine Öğrenmesi ve Derin Öğrenme oldukça fayda sağlamaktadır. Makine öğrenmesi, açıkça programlanmadan deneyimden otomatik olarak öğrenebilen ve buna göre geliştirilen bir yapay zekâ alt kümesidir.

Kalezhi vd. (2022)'nin yaptıkları araştırmaya göre salgının insanları nasıl etkilediğini anlamak için Covid-19 ortaya çıkmadan önce çeşitli durumlara başarıyla uygulanmış makine öğrenimi yoluyla yapay zekâ yöntemleri mevcuttur. Covid-19'un yayılmasını modellemek ve tahmin etmek için kullanılan yöntemlerden biri de denetimli öğrenme yöntemi kullanan bir sınıflandırma algoritması olan Naïve Bayes sınıflandırıcısıdır.

Kalezhi vd. (2022)'ne göre Naïve Bayes sınıflandırıcı daha önce gerçekleşmiş bir olaya göre yeni meydana gelen bir olayın hangi kategoride olduğuna karar vermek amacıyla kullanılan ve Bayes teoremine dayanan sınıflandırma algoritmasıdır. Bayes teoreminde veri setindeki tüm özniteliklerin birbirinden bağımsız olduğu kabul edilerek tamamının kullanılması gerekmektedir.

$$P(A|B) = P(B|A)P(A)P(B) \quad (3.1)$$

$P(A|B)$ = B olayı gerçekleştiğinde A olayının gerçekleşme olasılığı

$P(B|A)$ = A olayı gerçekleştiğinde B olayının gerçekleşme olasılığı

$P(A)$ = A olayının gerçekleşme olasılığı

$P(B)$ = B olayının gerçekleşme olasılığı

Kalezhi vd. (2022) yukarıdaki denkleme göre sınıflandırılacak her bir verinin hesaplanması gerektiğini belirttiler. Bu denkleme göre A olayının gerçekleşme olasılığı; A olayı gerçekleştiğinde B olayının olasılığı, A olayının olasılığı ve B olayının olasılığının çarpımlarıdır.

3.4. Performans Değerlendirmesi

İnt. Kyn. 1' e göre Naïve Bayes sınıflandırma işlemi gerçekleşmesinden sonra sınıflandırma performansını test etmek için kullanılan bir doğruluk tablosu vardır. Kullanılan modelin bazı ölçülere göre ne kadar etkili olduğunu bulmada akla gelen ilk yöntem Karışıklık Matrisidir. Performans değerlendirme ölçüleri olarak; doğruluk, özgüllük, duyarlılık, kesinlik gibi parametre değerleri kullanılmaktadır. Doğruluk, sınıflandırma performansının toplam ölçüsüdür. Özgüllük, sınıflandırmadaki tüm reddedilecek tüm durumların reddedilmesidir. Duyarlılık, bulunan ilgili tüm vakaların oranıdır. Kesinlik, ilgili durumların oranıdır. CovidBot sisteminin performans değerlendirmesinde kullanılan karışıklık matrisi mantığı Şekil 3.2' de verilmiştir.

		GERÇEK	
		Pozitif (1)	Negatif (0)
TAHMİN	Pozitif (1)	DP	YP
	Negatif (0)	YN	DN

Şekil 3.2 Karışıklık matrisi tablosu.

DP, Doğru Pozitif. Gerçekteki pozitif verilerden doğru tahmin sayısıdır. YP, Yanlış Pozitif. Gerçekteki pozitif verilerden yanlış tahmin sayısıdır. YN, Yanlış Negatif. Gerçekteki negatif verilerden yanlış tahmin sayısıdır. DN, Doğru Negatif. Gerçekteki negatif verilerden doğru tahmin sayısıdır. Bu değerlerle aşağıdaki bazı hesaplamalar gerçekleştirilerek modelin performansının testleri hesaplanır.

$$Doğruluk = \frac{DP + DN}{DP + YP + YN + DN} \quad (3.2)$$

$$Duyarlılık (Hatırlama) = \frac{DP}{(DP + YN)} \quad (3.3)$$

$$\text{Özgüllük} = \frac{DN}{DN + YP} \quad (3.4)$$

$$\text{Kesinlik} = \frac{DP}{DP + YP} \quad (3.5)$$

Sınıflandırma işlemi sonrasında hem Kesinlik hem de Duyarlılık değerlerini temsil eden ve bu değerlerin harmonik ortalaması olan bir F1 değeri vardır. F1 değeri ile gelen verilere göre sınıflandırma işleminin istatistiksel değerlerinde şans faktörünü düşürmede fayda sağlamaktadır. Bu değer kullanılarak modelimizin geçerlik ve güvenilirliğinin artması sağlanır.

$$F1 \text{ Skoru} = 2 * \frac{\text{Kesinlik} * \text{Duyarlılık}}{\text{Kesinlik} + \text{Duyarlılık}} \quad (3.6)$$

3.5. CovidBot

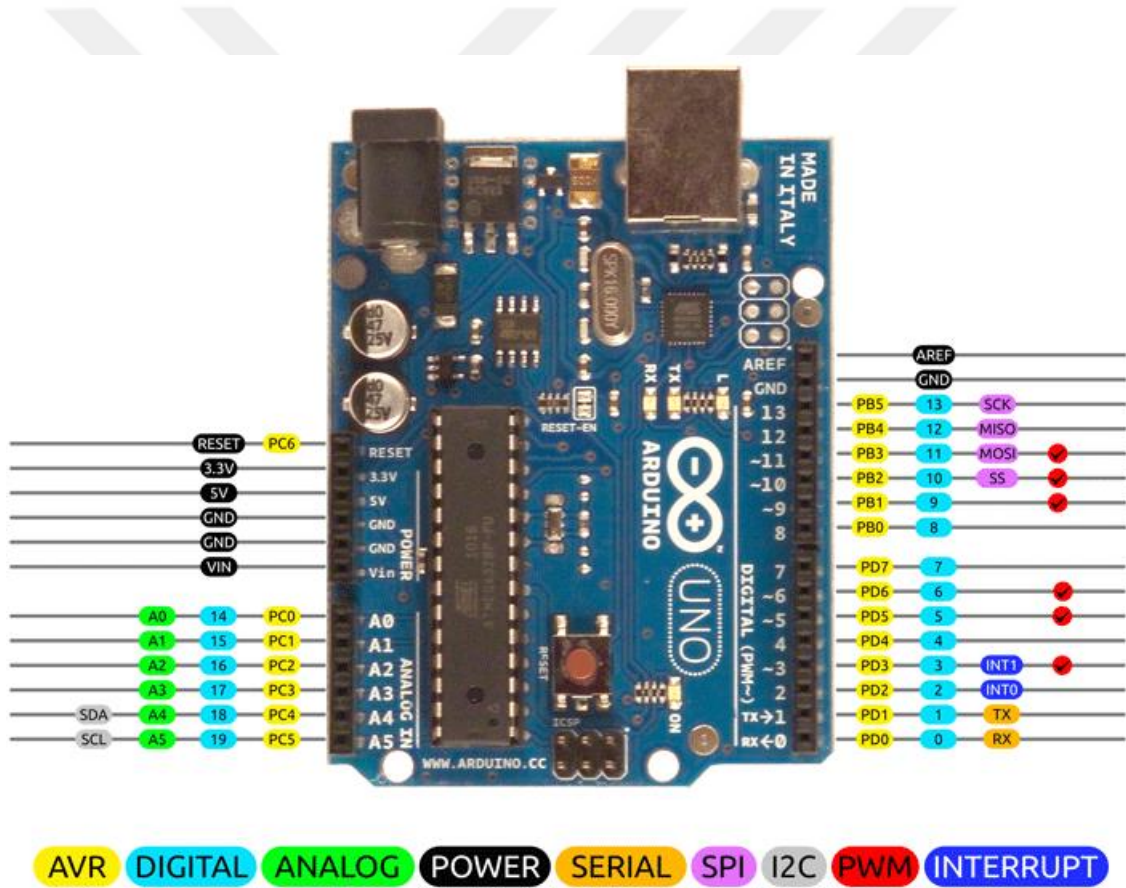
CovidBot akış şemasında açıklandığı gibi robotumuz insanlarla etkileşime girerek onlara Covid-19 semptomlarına yönelik birtakım sorular sormakta ve bu bilgileri internet tabanlı olarak sunucuya kaydetmektedir. Kullanılan bir ara yüz programı ile sunucu üzerindeki veriler Naïve Bayes sınıflandırma algoritmasına göre etiketlenmeye çalışılmaktadır. Algoritmanın başarılı bir sonuç elde edemediği durumlarda ilgili kayda ait etiket “Belirsiz” olarak ifade edilmektedir. CovidBot robotunun geliştirilmesinde kullanılan donanımlara ait bilgiler aşağıda belirtilmektedir.

Kullanılan Malzemeler:

- Arduino Uno R3
- Arduino Ethernet Shield Wiznet5100
- Geetech Konuşma Tanıma Modülü
- DF Player Mini MP3 Modülü
- GY 906 BCC Kızılötesi Sıcaklık Algılayıcı
- Nabız Ölçer Pulse Algılayıcı

- HC-SR04 Ultrasonic Algılayıcı
- Yazılım Ortamı (Arduino IDE V1)
- WampServer sunucusunda PHP ve MySQL uygulamaları

Çalışmanın ana kontrol kartı olan Arduino Uno R3; analog ve dijital veri giriş ve çıkışları olan, seri haberleşmede I2C, SPI ve UART platformlarını destekleyen, üzerinde Atmel ATmega328 mikrodenetleyici bulunan (İnt. Kyn. 2) bir elektronik devredir. Bu kontrol kartı ile ilgili portlarına bağlanan algılayıcılardan veriler öğrenilirken çıkış birimlerine bağlı olan cihazlar için çalışma sinyalleri de gönderilir. CovidBot ana kontrol kartı Arduino Uno R3 port bağlantıları Şekil 3.3’ te verilmiştir.



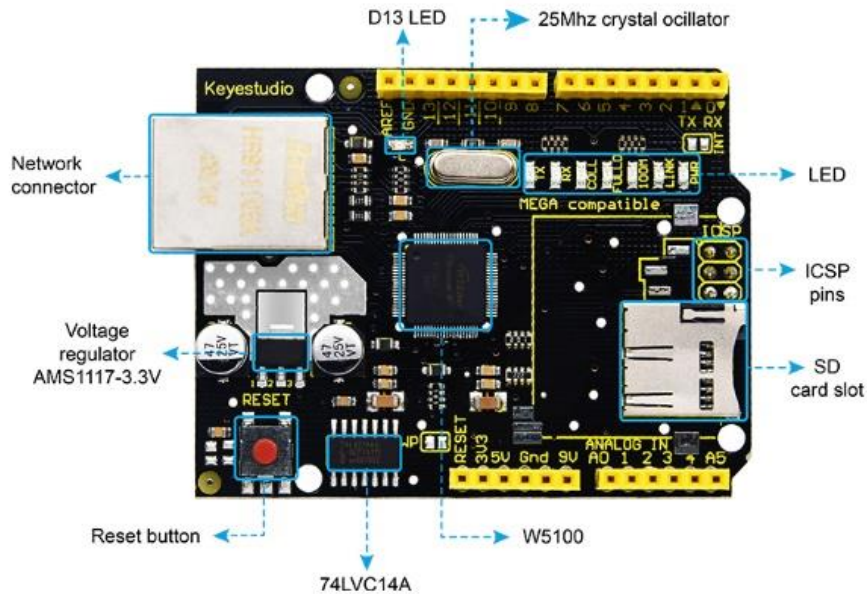
Şekil 3.3 Arduino Uno R3 Kontrol Kartı Port Bağlantıları (İnt. Kyn. 2).

Arduino Uno R3 Teknik Özellikleri:

- Mikrodenetleyici: Atmega328
- Giriş Gerilimi: 7-12V

- Dijital Giriş Çıkış Portları: 14 (6 tanesi PWM çıkışı)
- Analog Giriş Portları: 6
- Flash Hafıza: 32 KB
- Frekans Hızı: 16 MHZ
- Haberleşme: UART, SPI, I2C
- Boyut: 53.4mm x 68.6mm

Ana kontrol kartı ile haberleşerek toplanan verileri sunucuya iletme görevi Arduino Ethernet Shield Wiznet5100 kartındadır. Arduino Ethernet Shield Wiznet5100 seri haberleşme protokollerinden SPI ara yüzünü kullanmaktadır ve sunucuyla haberleşme yapabilmek için ethernet kablosu ile fiziksel bağlantı gerçekleştirmesi gerekmektedir (İnt. Kyn. 3). Geliştirilen sistemde yerel sunucu kullanıldığından ve yerel ağ oluşturmada ihtiyaç duyulan donanımların maliyetini azaltmak için sunucu bilgisayarla Arduino Ethernet Shield arasında haberleşme Category 6 (Cat6) ağ kablosu ve RJ-45 soketleri kullanılarak çapraz bağlantı yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Arduino Ethernet Shield Wiznet5100 ana kontrol kartının üzerine montaj olabildiği için diğer bileşenleri kontrol kartı ile haberleştirmek için bu kartın bağlantı noktaları kullanılabilir (İnt. Kyn. 3). Ethernet Shield Wiznet 5100 port bağlantıları Şekil 3.4’ te verilmiştir.

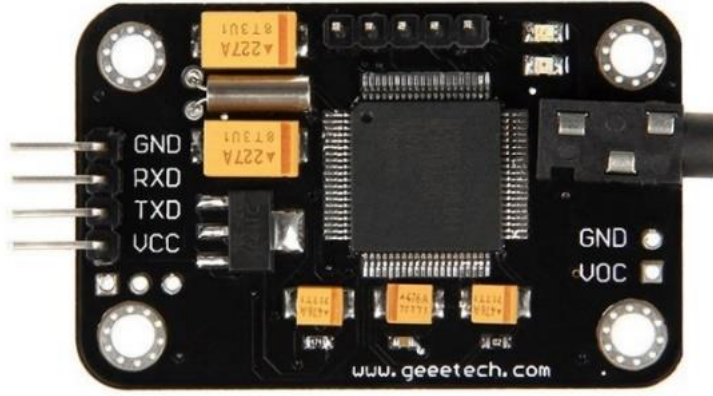


Şekil 3.4 Arduino Uno Ethernet Shield Wiznet5100 Port Bağlantıları (İnt. Kyn. 3).

Ethernet Shield Wiznet5100 Teknik Özellikleri:

- Çalışma Gerilimi: 5V
- Ethernet Denetleyicisi: W5100 (Dahili 16K Tampon)
- Bağlantı Hızı: 10/100 Mbit
- Uyum: IEEE802.3af
- Haberleşme: SPI
- Boyut: 53.4mm x 68.6mm

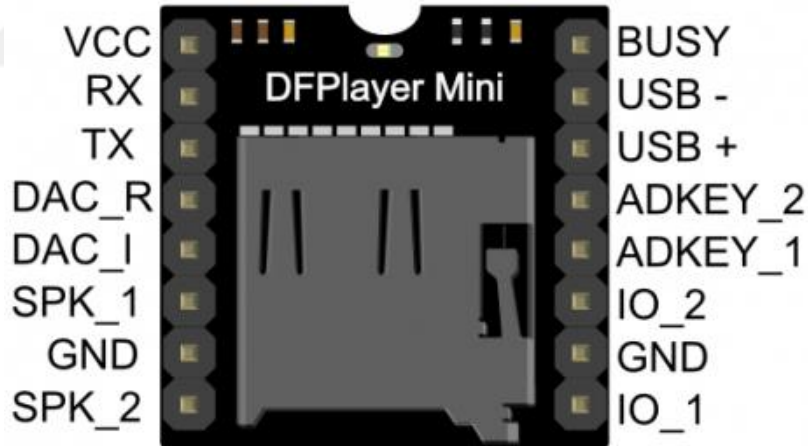
Oluşturulan sistemde insanlarla etkileşime girebilmek için kullanılan iki modül bulunmaktadır. Birincisi, insanların konuşmalarını algılayacak ve gelen cevapları ana kontrol kartına iletecek olan Geetech Konuşma Tanıma modülü; bir diğeri de insanlara sorular soracak ve onları belirli bir çerçevede yönlendirecek olan DF Player Mini MP3 modülüdür. Konuşma tanıma modülü seri haberleşme standartlarından UART haberleşmeyi kullanmaktadır (İnt. Kyn. 4). Arduino Uno R3 ana kontrol kartı da UART haberleşme ile programlandığından kaynak kodları ana kontrol kartına yüklerken Konuşma Tanıma modülünün Tx ve Rx ana kontrol kartı pin bağlantıları kesilmelidir (İnt. Kyn. 4). Konuşma Tanıma modülü 3 gruptan oluşmaktadır ve her grupta 5 farklı ses bilgisini hafızasında tutabilmektedir ve bu ses bilgilerini modüle tanıtabilmek için USB TTL dönüştürücüye ve ilgili bir programa ihtiyaç duyulmaktadır (İnt. Kyn. 4). Seri haberleşme üzerinden iletişim kuran ilgili program insanların seslerini Hex kodlarına dönüştürerek ana kontrol kartının anlayabileceği formatta veri aktarmaktadır (İnt. Kyn. 4). Geetech Konuşma Tanıma modülü görünümü Şekil 3.5' te verilmiştir. İnsanları sorduğu sorular çerçevesinde yönlendirmek için kullanılan DF Player Mini MP3 modülü 32GB'a kadar Micro SD hafıza kartlarını desteklemektedir (İnt. Kyn. 5). İçerisine mp3 formatında aktarılan ses dosyaları istenilen sırada oynatılabilmektedir (İnt. Kyn. 5). DF Player Mini MP3 modülü görünümü Şekil 3.6' da verilmiştir.



Şekil 3.5 Geetech Konuşma Tanıma Modülü (İnt. Kyn. 4).

Geetech Konuşma Tanıma Modülü Teknik Özellikleri:

- Çalışma Gerilimi: 4.5-5.5 V
- Arabirim: 3.5mm mono mikrofon
- Haberleşme: UART
- Boyut: 30mm x 47.5mm



Şekil 3.6 DF Player Mini MP3 Modülü (İnt. Kyn. 5).

DF Player Mini MP3 Modülü Teknik Özellikleri:

- Çalışma Gerilimi: 5V
- Kart: 32GB MicroSD maksimum
- Format: MP3
- Dosya Sistemi: Fat16, Fat32
- Desteklenen Frekans (KHz): 8, 12, 16, 24, 32, 48

- Çıkış: 24 bit DAC
- Ses Seviyesi: 30 seviye ayarlanabilir, 90 dB
- Boyut: 20mm x 20mm

Covid-19 belirti verilerini konuşma modülü dışında insanlardan fiziksel olarak toplamak için kullanılan 2 tane modül bulunmaktadır. Bunlar, Kızılötesi Sıcaklık Ölçer ve Pulse Nabız Ölçer algılayıcılarıdır. GY 906 BCC Kızılötesi Sıcaklık Ölçer algılayıcısı seri haberleşme protokollerinden I2C ara yüzünü kullanarak topladığı bilgileri ana kontrol kartına aktarır (İnt. Kyn. 6). GY 906 BCC Kızılötesi Sıcaklık Ölçer algılayıcısı görünümü Şekil 3.7’ de verilmiştir. Sıcaklık Ölçer algılayıcı sapmalarını tespit etmek ve yazılım ortamında kalibrasyon işlemi gerçekleştirmek için piyasada bulunan KnowLedge marka KL-02C model ateş ölçer kullanılmıştır. KnowLedge KL-02C görünümü Şekil 3.8’ de verilmiştir. Kalibrasyonu sağlamak için kanun gereği kişisel bilgileri paylaşılmayan 20 farklı kişiden hem termometre hem de CovidBot sıcaklık algılayıcısı ile birbirini takip eden sırada bilek, boğaz ve baş bölgelerinden ölçümler alınarak aritmetik ortalama hesaplanmıştır. Kullanım kolaylığı bakımından sıcaklık algılayıcısında bilek bölgesinin değeri referans alınmış ve bu aritmetik ortalamaya göre termometre ile sıcaklık algılayıcısı arasında 4 derecelik bir fark oluşmasından dolayı CovidBot robotumuzun yazılımında 4 derecelik bir kalibrasyon işlemi uygulanmıştır. CovidBot sıcaklık algılayıcısı kalibrasyon verileri tablosu Çizelge 3.1’ de verilmiştir. Nabız Ölçer Pulse algılayıcı herhangi bir iletişim protokolü kullanmadan ana kontrol kartı ile doğrudan analog girişler üzerinden veri iletiminde bulunabilir (İnt. Kyn. 7). Nabız Ölçer Pulse algılayıcı görünümü Şekil 3.9’da verilmiştir.



Şekil 3.7 GY 906 BCC Kızılötesi Sıcaklık Algılayıcısı (İnt. Kyn. 6).

GY 906 BCC Kızılötesi Sıcaklık Algılayıcısı Teknik Özellikleri:

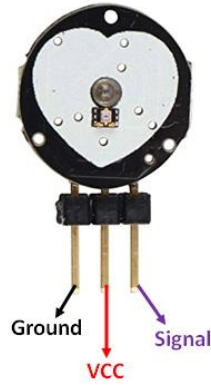
- Çalışma Gerilimi: 3.3V-5.5V
- Ölçüm Aralığı: -40 C° ile $+125\text{ C}^{\circ}$ arası
- Haberleşme: I2C
- Boyut: 11mm x 18mm



Şekil 3.8 CovidBot sıcaklık algılayıcısı kalibrasyonu için kullanılan KnowLedge KL-02C ateş ölçer.

Çizelge 3.1 CovidBot sıcaklık algılayıcı kalibrasyon verileri tablosu.

SIRA	ATEŞ ÖLÇER			COVIDBOT ALGILAYICISI		
	BİLEK	BOĞAZ	BAŞ	BİLEK	BOĞAZ	BAŞ
1	36,50	36,60	36,60	32,21	33,71	33,11
2	36,10	36,50	36,80	31,41	33,05	34,13
3	36,40	36,70	37,10	31,99	34,03	35,01
4	36,70	36,40	36,90	33,21	33,25	34,21
5	36,70	36,70	37,00	33,05	34,25	34,53
6	36,60	36,80	36,90	33,25	34,23	33,83
7	36,50	36,60	36,80	33,07	33,69	33,69
8	36,80	36,50	36,80	33,91	32,69	34,21
9	36,70	36,70	37,00	33,25	33,83	34,47
10	36,60	36,50	36,80	33,03	32,93	34,31
11	36,60	36,80	36,80	33,03	33,77	33,99
12	35,90	36,70	36,70	30,25	33,17	33,27
13	36,80	37,00	37,00	34,03	34,09	35,39
14	35,80	36,70	37,20	30,09	33,99	34,85
15	36,10	36,80	36,90	31,67	33,83	34,69
16	36,00	36,80	37,70	30,93	34,53	34,85
17	36,90	36,70	36,90	34,23	32,99	33,35
18	36,10	36,80	36,80	31,21	33,49	33,73
19	36,60	36,60	36,90	32,99	33,69	34,07
20	36,40	36,30	36,30	32,03	31,93	32,41
ORTALAMA	36,44	36,66	36,90	32,44	33,56	34,11

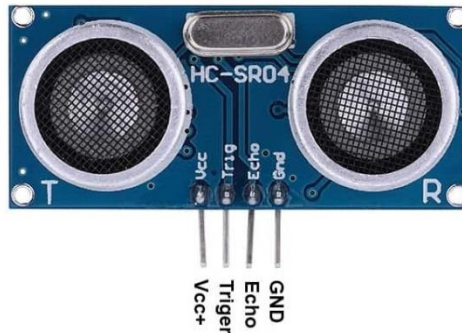


Şekil 3.9 Pulse Nabız Ölçer Algılayıcı (İnt. Kyn. 7).

Nabız Ölçer Algılayıcı Teknik Özellikleri:

- Çalışma Gerilimi: 3-5V
- Led Dalga Boyutu: 609nm
- Haberleşme: Analog
- Boyut: 18,75mm çap

Geliştirilen robot üzerindeki bileşenlerin sürekli çalışmaması için bir tetikleyici görevinde HC-SR04 ultrasonik mesafe ölçer algılayıcısı kullanılmıştır. HC-SR04 üzerinde bulunan 2 adet hoparlörden biri ile ultrasonik ses dalgaları yaymakta diğeri ile de karşısındaki cisimlere çarparak dönen ses dalgalarının toplanmasına bağlı geçen süreyi hesaplayarak mesafe ölçümü yapmaktadır (İnt. Kyn. 8). Bu sayede robot sürekli çalışmamaktadır, insanlar belirli bir mesafe içerisine girdikleri zaman çalışmaya başlamaktadır. HC-SR04 ultrasonik mesafe ölçer algılayıcısı görünümü Şekil 3.10’ da verilmiştir.



Şekil 3.10 HC-SR04 Ultrasonik Mesafe Ölçer Algılayıcı (İnt. Kyn. 8).

HC-SR04 Mesafe Ölçer Algılayıcı Teknik Özellikleri:

- Çalışma Gerilimi: 5V
- Frekans: 40Hz
- Maksimum Menzil: 4m
- Minimum Mesafe: 2cm
- Haberleşme: Dijital
- Boyut: 45mm x 20mm

CovidBot robotumuzun çalışması için gerekli donanımlara bağlı devrenin tasarlanması sonrasında ana kontrol kartımızın ihtiyaç duyacağı yazılımı gerçekleştirmede Arduino IDE programı kullanılmıştır. Kullanılan bazı donanımların Arduino Uno R3 kontrol kartımızla haberleşmesi için ihtiyaç duydukları bazı kütüphanelerinde programa dahil edilmesi gerekmektedir. Bunlar; Arduino Ethernet Shield Wiznet5100 modülünün kontrol kartı ile haberleşmesini ve sunucuya veri gönderebilmesini sağlamak için Ethernet.h ve SPI.h kütüphaneleri, Konuşma tanıma modülünün kontrol kartı ile haberleşmesi için SoftwareSerial.h kütüphanesi, DF Player Mini mp3 modülünün kontrol kartı ile haberleşmesi için DFRobotDFPlayerMini.h kütüphanesi, Kızılötesi Sıcaklık algılayıcısının ana kontrol kartı ile haberleşmesi için Adafruit_MLX90614.h kütüphanesi, Nabız Ölçer algılayıcısının kontrol kartı ile haberleşmesi için PulseSensorPlayground.h kütüphanesi ve Ultrasonik mesafe ölçer algılayıcısının kontrol kartı ile haberleşmesi için de NewPing.h kütüphanesidir. Arduino IDE geliştirme ortamındaki program EKLER kısmında açıklamalarıyla verilmiştir.

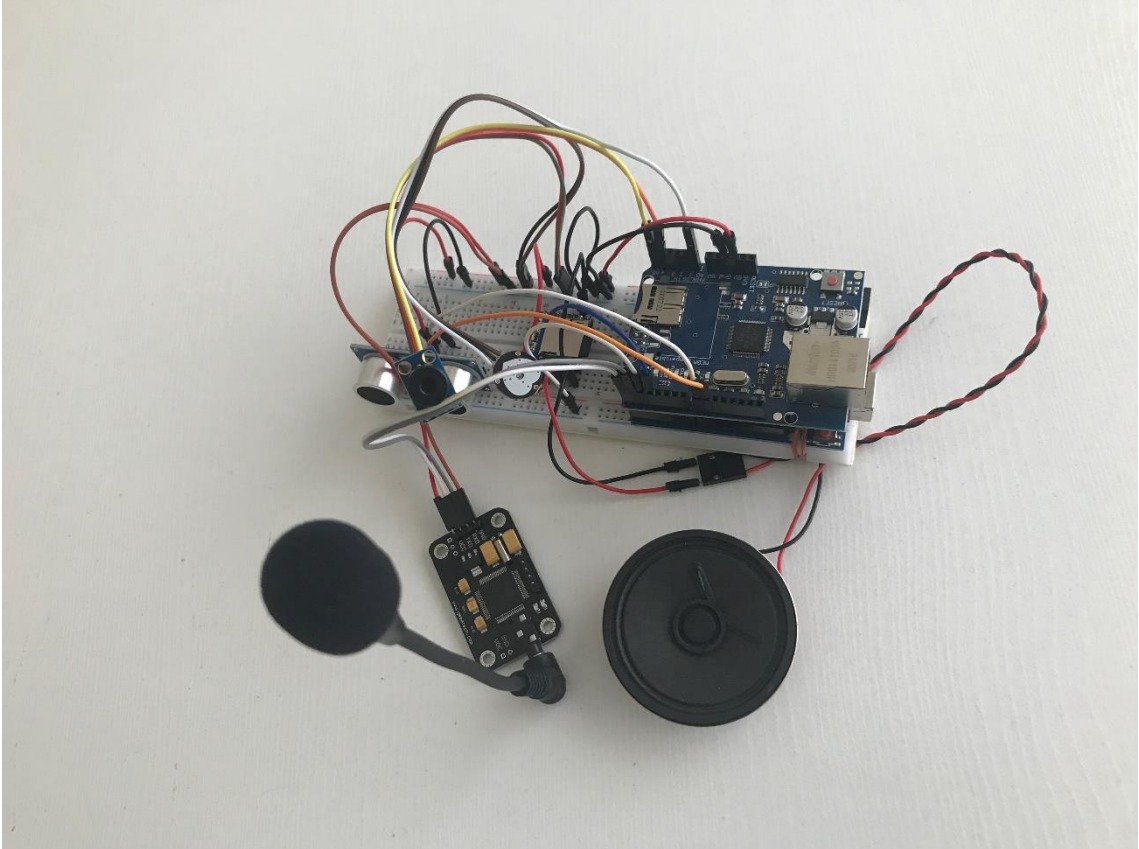
CovidBot robotu ile etkileşime girerek elde edilen veriler ethernet modülü ile WampServer sunucusunda oluşturulan veri tabanına kaydedilmektedir. Kaydedilen her bir yeni satırda benzersiz bir ID numarası, güncel tarih ve zaman bilgisi ve kişinin ateşi, nabız, öksürük, tat koku kaybı, halsizlik, göğüs ağrısı, bilinç durumu, solunum güçlüğü, baş ağrısı, boğaz ağrısı, eklem ağrısı sızısı, ishal ve yakın zamanda Covid-19 vakası tespit edilmiş birisi ile temas halinde olup olmadığı bilgileri bulunmaktadır. ID numarası ve tarih zaman bilgisi sistem tarafından otomatik eklenmekte, ateş ve nabız bilgileri algılayıcılar tarafından gönderilen değerleri içermekte, diğer veriler ise konuşma tanıma

modülü ile etkileşime giren kişilerin verdikleri cevaplara göre Boolean veri tipinde Var/Yok biçiminde sisteme işlenmektedir.

CovidBot tarafından veri tabanına işlenen veriler C# programlama dili kullanılarak geliştirilen bir program tarafından Naïve Bayes sınıflandırma algoritmasına göre durum kategorisinin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Verilerin Naïve Bayes sınıflandırmasındaki olasılık hesapları için daha önce oluşturulan üç referans veri tabanı kullanılmıştır. Makine öğrenmesinde Naïve Bayes sınıflandırması için eğitim seti olarak kullanılan veri tabanlarındaki bilgiler Google aramalarda Covid-19 belirtileri arama başlığıyla gelen sonuçlara göre Normal, Hafif, Riskli ve Ciddi olarak 4 kategoride sınıflandırılmıştır. Programda yazılan algoritmaya göre belirtilere ait kategoriye karar verilememesi durumunda Belirsiz olarak sınıflandırılmıştır.

4. BULGULAR

Geliştirilen CovidBot robotu insanlarla etkileşime girip veriler toplayarak yerel sunucuya başarılı bir şekilde verileri kaydedebilmektedir. Fakat donanımlara ve ortam değişkenlerine bağlı olarak bazı verilerde sapmalar olduğu anlaşılmaktadır. Bunlar; vücut ısını ve nabız ölçmek için kullanılan algılayıcılarda meydana gelen sapmalardır. Ateş ölçer algılayıcı ortam değişkenlerinden etkilenerek vücut ısını 4 derece kadar düşük ölçmekte, bundan dolayı CovidBot yazılımında 4 derecelik bir kalibrasyon işlemi yapılmıştır. Nabız algılayıcısı ışın sistemli çalıştığından temas anında aşağı ya da yukarı yönlü sapmalar meydana gelmektedir. Yazılan programda sapmaların programın doğruluğuna olumsuz etki etmemesi için nabız bilgisinde de kalibrasyon yapılmıştır. CovidBot sistemi geliştirme görünümü Şekil 4.1' de, sistemin tamamlanmış dış görünümü Şekil 4.2' de verilmiştir.



Şekil 4.1 CovidBot geliştirme devre görünümü.



Şekil 4.2 CovidBot dış görünümü.

CovidBot tarafından sisteme işlenen veriler üç ayrı makine öğrenmesi eğitim setine göre test edilmiştir. Eğitim setinin ilkinde 4 satırlık bir veri tabanı kullanılmış ve birçok verinin sınıflandırılmasında “Belirsiz” durumlar ortaya çıkmıştır. İkinci eğitim setinde 24 satırlık bir veri tabanı kullanılmış ve “Belirsiz” alanların görülmesi azalmış ama yeterli olmamıştır. Üçüncü eğitim setinde ise 3848 satırlık bir veri tabanı kullanılmış ve bütün veriler sınıflandırılabilmiştir. Bu doğrultuda sistem verimli bir şekilde eğitilmiştir. Eğitim setleri karışıklık matrisi doğruluk, duyarlılık, özgüllük, kesinlik ve f1 skoru bakımından test edilmiştir. 3848 veri içeren eğitim seti kendi içerisinde %100 sınıflandırma başarısı

göstermiştir. Bu eğitim seti modelinin testinde 5 ayrı grup oluşturulmuş ve her grup için karışıklık matrisi hesaplamaları gerçekleştirilmiştir. CovidBot verilerinin değerlendirilmesinde kullanılan veri setleri sınıflandırma dağılımları Çizelge 4.1’ de, eğitim seti performans değerlendirme sonuçları Şekil 4.3, Şekil 4.4, Şekil 4.5, Şekil 4.6 ve Şekil 4.7’ de verilmiştir.

Çizelge 4.1 CovidBot verilerinin değerlendirilmesinde kullanılan veri setleri.

Eğitim Seti	Örnek Sayısı				TOPLAM
	Normal	Hafif	Riskli	Ciddi	
1	1	1	1	1	4
2	2	8	7	7	24
3	10	254	1792	1792	3848

1	0	%100 %0 Kesinlik
0	766	%100 %0 Özgüllük
%100 %0 Duyarlılık	%100 %0 F1 Skoru	%100 %0 Doğruluk

Şekil 4.3 %0 – %20 Test %20 – %100 Eğitim Seti.

3	0	%100 %0 Kesinlik
0	764	%100 %0 Özgüllük
%100 %0 Duyarlılık	%100 %0 F1 Skoru	%100 %0 Doğruluk

Şekil 4.4 %20 – %40 Test %0 – %20 ve %40 – %100 Eğitim Seti.

1	0	%100 %0 Kesinlik
0	766	%100 %0 Özgüllük
%100 %0 Duyarlılık	%100 %0 F1 Skoru	%100 %0 Doğruluk

Şekil 4.5 %40 – %60 Test %0 – %40 ve %60 – %100 Eğitim Seti.

3	0	%100 %0 Kesinlik
0	764	%100 %0 Özgüllük
%100 %0 Duyarlılık	%100 %0 F1 Skoru	%100 %0 Doğruluk

Şekil 4.6 %60 – %80 Test %0 – %60 ve %80 – %100 Eğitim Seti.

2	0	%100 %0 Kesinlik
0	774	%100 %0 Özgüllük
%100 %0 Duyarlılık	%100 %0 F1 Skoru	%100 %0 Doğruluk

Şekil 4.7 %80 – %100 Test %0 – %80 Eğitim Seti.

Eğitim setinin kendi içerisinde %20 test verisi %80 eğitim seti olarak gruplanması ve ardından karışıklık matrisinin oluşturulmasıyla elde edilen başarı oranından hareketle isimleri kişisel bilgilerin gizliliği gereği paylaşılmayan CovidBot ile etkileşime giren 25 kişilik test verisi eğitim setine göre sınıflandırma işlemine tabi tutulmuş ve ilgili değerler paylaşılmıştır. Eğitim setlerine göre sınıflandırma performans değerlendirme sonuçları Şekil 4.8, Şekil 4.9 ve Şekil 4.10’ da verilmiştir.

4	17	%50 %50 Kesinlik
4	0	%0 %100 Özgüllük
%19 %81 Duyarlılık	%27,5 %72,5 F1 Skoru	%16 %84 Doğruluk

Şekil 4.8 CovidBot verilerinin 4 satırlık eğitim seti ile test sonuçları.

8	11	%100 %0 Kesinlik
0	6	%100 %0 Özgüllük
%42 %58 Duyarlılık	%59 %41 F1 Skoru	%56 %44 Doğruluk

Şekil 4.9 CovidBot verilerinin 24 satırlık eğitim seti ile test sonuçları.

8	0	%100 %0 Kesinlik
3	14	%100 %0 Özgüllük
%72,7 %27,3 Duyarlılık	%84,2 %15,8 F1 Skoru	%88 %12 Doğruluk

Şekil 4.10 CovidBot verilerinin 3848 satırlık eğitim seti ile test sonuçları.

Eğitim seti performans verileri tablolarından hareketle her bir test işleminde %100 başarı elde edilmesinin sebebi eğitim setinin verilerinin dengeli dağılmış olmasıdır. Böylece eğitim setinin istatistik değerlerine bakarak veriler arasında iç tutarlılık olduğunu anlaşılmaktadır. Bu eğitim seti kullanılarak Covid-19 belirtilerine göre ön bilgilendirme yapılabileceği anlaşılmaktadır.

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu çalışmada 2020 yılı itibarıyla hayatımıza giren Covid-19 pandemisine yönelik bir sunucu tabanlı yapay zekalı bir robot tasarlanmıştır. CovidBot ismi verilen robot insanlarla etkileşime girebilmekte ve topladığı verileri başarılı bir şekilde sunucu bilgisayara aktarabilmektedir. Elde edilen verilerin sınıflandırma işlemi denetimli makine öğrenmesi algoritmalarından Naïve Bayes kullanılarak oluşturulan makine öğrenmesi modeli ile yapılmıştır. Modelin eğitimi için üç ayrı veri seti ile makine öğrenmesi modelinin eğitim işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu makine öğrenmesi modeli ile eğitim setlerinden içerisinde daha fazla bilgi olan veri tabanında daha başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Buradan eğitim seti içerisinde bağımsız öznitelikleri tanımlamada ne kadar çok farklı veri kullanılırsa sistemin eğitilmesi de o kadar başarılı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu nedenle Covid-19 ile ilgili belirti özniteliklerini sınıflandırmada yapay zekâ tabanlı çalışmalar için uygun veri setlerinin yetersizliği sebebiyle bu çalışmada kullanılan belirti eğitim setleri yapılan araştırmalara bağlı elde edilen verilerin kombinasyonlu olarak sıralanmasıyla oluşturulmuştur. Bu veri seti ile eğitilmiş modelle sınıflandırılarak “Normal”, “Hafif”, “Riskli” ve “Ciddi” olmak üzere 4 farklı Covid-19 grubuna ayrılmaktadır. Ayrıca, eğer sınıflandırma işleminde uygun bir sonuç elde edilemezse ilgili veri “Belirsiz” olarak etiketlenmektedir. Elde edilen makine öğrenmesi modelinin performansını değerlendirmek için farklı sınıflandırma metrikleri kullanılmıştır. Elbette CovidBot ile elde edilen sonuçlar Covid-19 ön tanılama işlemlerinde kullanılabilecek şekildedir. Tavsiye niteliğinde olsa da insanların kalabalık test ortamlarına girmeden fikir edinmelerini sağlayabilecek niteliktedir.

CovidBot robotunun performans verilerine göre, sistem iyi eğitildiği zaman Covid-19 belirtilerinde %88 oranında doğru ön bilgilendirmede bulunabilmektedir. Burada %12’lik sapma oluşmasının sebebi, hafif düzey belirtilere sahip olan bir kişinin yakın zamanda risk teşkil eden bir ortamda bulunması ya da Covid-19’lu birisi ile temasta bulunması durumunun eğitim setinde işlenmemiş olmasıdır. Çünkü literatürde bu duruma ait kombinasyonları oluşturacak kesin bir bilgi bulunmamaktadır. Bu bağlamda CovidBot robotu ön bilgilendirme amacıyla performans değerlendirmesi ele alındığında başarılı bir çalışma olmuştur.

Yapay zekâ ve nesnelerin interneti tabanlı robotların geliştirilmesi Covid-19'un ötesinde gelecekte salgınların tahmin edilmesinde istatistiklere dayalı metodolojileri kullanmaya yardımcı olabilir. Bu nedenle yakın gelecekte yapay zekâ ve nesnelerin interneti tabanlı çalışmalar salgın durumlarında reaktif yaklaşımdan proaktif bir yaklaşıma geçişte önemli bir rol oynayabilir. Bu şekilde robotik sistemler hastaneler, parklar, alışveriş merkezleri vb. insan popülasyonun yoğunlukta olduğu alanlarda kullanılarak önleyici çözümler üretilir.

Gelecekte yapılacak çalışmalarda, vücut ısısını ölçmede daha verimli algılayıcıların kullanılması meydana gelecek sapmaları önleyebilecektir. Aynı şekilde nabız ölçmede ışın tabanlı algılayıcı yerine basınç dayalı algılayıcı kullanmak sapmaların oluşmasının önüne geçebilecektir. Günümüz teknolojik gelişmeleri de göz önünde bulundurulursa mobil uygulama üzerinden insanlarla etkileşime giren ve salgın gibi durumlarla ilgili bilgilere göre karşılaştırmalı yapay zekâ yöntemleri uygulayarak karar veren benzer sistemler geliştirilebilir. Ayrıca sınıflandırma performansını artırmak için derin öğrenme yöntemleri de kullanılabilir.

6. KAYNAKLAR

- Akbıyık A, Avşar Ö S, 2020, Coronavirüs Enfeksiyonu Hastalığının (Covid-19) Epidemiyolojisi ve Kontrolü, İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi Fakültesi Dergisi, 5(2), 109–116.
- Anonim, 2020, Covid-19 Genel Bilgiler, Epidemiyoloji ve Tanı, T.C. Sağlık Bakanlığı Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Baal S T, Le S, Fatehi F, Honwy J, Verdejo-Garcia A, 2022, Cory Covid-Bot: An Evidence-Based Behavior Change Chatbot for Covid-19, Informatics And Technology In Clinical Care And Public Health, 289, 422–425.
- Camacho E C, Ospina N I, Calderón J M, 2021, COVID-Bot:UV-C Based Autonomous Sanitizing Robotic Platform for COVID-19, Ifac-papersonline, 54(13), 317–322.
- Comito C, Pizzutti C, 2022, Artificial Intelligence For Forecasting And Diagnosing Covid-19 Pandemic: A Focused Review, 128, 102286.
- Dawarka V, Bekaroo G, 2022, Building And Evaluating Cloud Robotic System: A Systematic Review, Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, 73, 102240.
- Fagroud F Z, Toumi H, Lahmar E H B, Talhaoui M A, Achtaich K, Filali S E, 2021, Impact of IoT Devices In E-Health: A Review On IoT In The Context Of Covid-19 And Its Variants, Procedia Computer Science, 191, 343–348.
- Fouad H, Hassanein A S, Soliman A M, Al-Feel H, 2020, Analyzing Patient Health Information Based On Iot Sensor With AI For Improving Patient Assistance In The Future Direction, Measurement, 159, 107757.
- Greco L, Percannella G, Pierluigi R, Tortorella F, Vento M, 2020, Trends In Iot Based Solutions For Health Care: Moving AI To The Edge, Pattern Recognition Letters, 135, 346–353.
- Javaid M, Khan I H, 2021, Internet Of Things (IoT) Enabled Healthcare Helps To Take The Challenges Of Covid-19 Pandemic, Journal Of Oral Biology And Craniofacial Research, 11, 209–2014.

- Juyal S, Sharma S, Shukla A S, 2021, Smart Skin Health Monitoring Using AI-Enabled Cloud-Based Iot, Materials Today: Proceedings, Basımda.
- Kalezhi J, Chibuluma M, Chembe C, Chama V, Lungo F, Kunda D, 2022, Modelling Covid-19 Infections In Zambia Using Data Mining Techniques, Results In Engineering, 13, 100363.
- Khan M, Mehran M T, Haq Z U, Ullah Z, Naqvi S R, Ihsan M, vd., 2021, Applications Of Artificial Intelligence In Covid-19 Pandemic: A Comprehensive Review, Expert Systems With Applications, Expert Systems With Applications, 185, 115695.
- Mukati N, Namdev N, Dilip R, Hemalatha N, Dhiman V, Sahu B, 2021, Healthcare Assistance to Covid-19 Patient Using Internet Of Things (IoT) Enabled Technologies, Basımda.
- Murphy R R, Gandudi V B M, Amin T, Clendenin A, Moats J, 2022, An Analysis Of International Use Of Robots For Covid-19, Robotics And Autonomous Systems, 148, 103922.
- Rajendra P, Kumari M, Rani S, Dogra N, Boadh R, Kumar A, vd., 2022, Impact Of Artificial Intelligence On Civilization: Future Perspectives, Materials Today: Proceedings, Basımda.
- Rahman M S, Das R K, 2022, RTID: On-Demand Real-Time Data Processing For IoT Network, Materials Today: Proceedings, Basımda.
- Rathi V K, Rajput N K, Mishra S, Grover B A, Tiwari P Jaiswal A K, vd., 2021, An Edge AI-enabled IoT Healthcare Monitoring System For Smart Cities, Computers and Electrical Engineering, 96, 107524.
- Sarker S, Jamal L, Ahmet S F, Irtisam N, 2021, Robotics and Artificial Intelligence in Healthcare During Covid-19 Pandemic: A systematic Review, Robotic And Autonomous Systems, 146, 103902.
- Shamman A H, Hadi A A, Ramul A R, Zahra M M A, Gheni H M, 2021, The Artificial Intelligence (AI) Role For Trackling Against Covid-19 Pandemic, Materials Today: Proceedings, Basımda.

Wang X V, Wang L, 2021, A Literature Survey Of The Robotic Technologies During The COVID-19 Pandemic, Journal Of Manufacturing Systems, 60, 823–836.

İnternet Kaynakları

- 1- <https://medium.com/@MohammedS/performance-metrics-for-classification-problems-in-machine-learning-part-i-b085d432082b>, 27.05.2022
- 2- <https://docs.arduino.cc/resources/datasheets/A000066-datasheet.pdf>, 03.05.2022
- 3- https://www.mouser.com/catalog/specsheets/a000056_datasheet.pdf, 03.05.2022
- 4- https://www.geeetech.com/wiki/images/6/69/Voice_Recognize_manual.pdf, 03.05.2022
- 5- https://wiki.dfrobot.com/DFPlayer_Mini_SKU_DFR0299, 03.05.2022
- 6- <https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Temperature/SEN-09570-datasheet-3901090614M005.pdf>, 03.05.2022
- 7- <https://www.digikey.com/htmldatasheets/production/3024658/0/0/1/pulse-sensor-datasheet.html>, 03.05.2022
- 8- <https://www.handsontec.com/dataspecs/HC-SR04-Ultrasonic.pdf>, 03.05.2022

EKLER

EK 1. CovidBot robotu program kodları

```
#include <Ethernet.h> // Ethernet bağlantı kütüphanesi

#include <SPI.h> //Ethernet haberleşme için kullanılan kütüphane

#include <NewPing.h> //HC04 Ultrasonik sensör kütüphanesi

#include <SoftwareSerial.h> Konuşma tanımlama modülü kütüphanesi

#include <DFRobotDFPlayerMini.h> //Hoparlör kütüphanesi

#include <Adafruit_MLX90614.h> //Kızılötesi termometre kütüphanesi

#define USE_ARDUINO_INTERRUPTS true // Pulse kütüphanesinin daha doğru ölçüm yapabilmesi için bu ayarı etkinleştiriyoruz

#include <PulseSensorPlayground.h> //Nabız ölçer sensör kütüphanesi

//Mesafe sensörü tanımlaması

#define trig 8

#define echo 9

#define max_mesafe 100

NewPing MesafeSensor(trig, echo, max_mesafe);

float mesafe;

// 2 ve 3 numaralı pinler DFPlayer

uint8_t mp3tx = 2; // DFPlayer RX pinine

uint8_t mp3rx = 3; // DFPlayer TX pinine

SoftwareSerial softwareSerial(mp3rx, mp3tx);

DFRobotDFPlayerMini ses;
```

```

//Termometre sensör tanımlaması

Adafruit_MLX90614 mlx = Adafruit_MLX90614(); //for infrared thermometer

float derece; // Ölçülen vücut ısısını hafızada tutmak için değişken tanımlandı

//Nabız ölçer sensör tanımlaması

int nabiz; //İçinde dakikadaki nabızı tutacağımız değişkeni oluşturuyoruz.

const int PulseWire = 0; // Pulse sensörün bağlandığı Analog pin belirleniyor

const int LED13 = 13; // Arduino ledinin nabızla yanıp sönmesi için ayarlandı

int Threshold = 525; // Pulse sensörü için belirlenen eşik değeri.

PulseSensorPlayground pulseSensor; //Pulse sensörü için bir nesne oluşturuldu

//ETHERNET TANIMLAMASI

byte mac[] = { 0xDE, 0xAD, 0xBE, 0xEF, 0xFE, 0xED };

byte ip[] = {192, 168, 1, 10};

char server[] = "192.168.1.100";

EthernetClient client;

bool cevaplar[11];

String durum = "";

byte komut = 0; // Konuşma tanıma modülünden gelen komut

void setup() {

    derece = 0;

    nabiz = 0;

    Serial.begin(9600);

    softwareSerial.begin(9600);

    mlx.begin(); //Termometre nesnesini başlattı

```

```
//DFPlayer bağlantısı kontrol ediliyor

if (!ses.begin(softwareSerial)) {

    Serial.println("Ses bağlanamıyor..!");

    while (true);

}

Serial.println("DFPlayer aktif..!");

ses.volume(30);

//Nabız ölçer ayarları

pulseSensor.analogInput(PulseWire); //Pulse sensörünün bağlı olduğu pini belirliyoruz.

pulseSensor.blinkOnPulse(LED13); //Arduino üzerindeki ledin nabzımızla yanıp
sönmesini istediğimizi söylüyoruz.

pulseSensor.setThreshold(Threshold); //Değişkene atanan eşik değeri uygulanıyor.

if (pulseSensor.begin()) {

    Serial.println("Pulse sensörü objesini yarattık.");

}

// Konuşma tanımlama modülü ayarları

Serial.write(0xAA);

Serial.write(0x37);

delay(1000);

Serial.write(0xAA);

Serial.write(0x21);

//Ethernet ayarları

Ethernet.begin(mac, ip);

delay(1000);
```

```

}

void loop() {

    mesafe = MesafeSensor.ping_cm();

    if (mesafe >= 2 && mesafe <= 20) {

        konusma(1, 3000);

        konusma(3, 5000);

        if (baslama(2, 3000) == 1) {

            cevaplar[0] = cevap(5, 3000);
            cevaplar[1] = cevap(6, 3000);
            cevaplar[2] = cevap(7, 3000);
            cevaplar[3] = cevap(8, 3000);
            cevaplar[4] = cevap(9, 5000);
            cevaplar[5] = cevap(10, 3000);
            cevaplar[6] = cevap(11, 3000);
            cevaplar[7] = cevap(12, 3000);
            cevaplar[8] = cevap(13, 3000);
            cevaplar[9] = cevap(14, 3000);
            cevaplar[10] = cevap(15, 3000);

            Serial.print("Cevaplar... ");

            for (int i = 0; i < 11; i++){

                Serial.print(cevaplar[i]);

                Serial.print(" ");

            }

```

```
Serial.println();

//Vücut ısını (Ateş) ölçmeyi sağlıyor

konusma(20, 3000);

while (derece < 35 || derece > 39) {

    for(int i = 0; i < 10; i++){

        derece = mlx.readObjectTempC(); //comment this line if you want to test

        derece += 4;

        delay(500);

        Serial.print("ATES..: ");

        Serial.println(derece);

    }

}

//Nabız ölçme kodu

konusma(21, 5000);

while (nabiz < 50 || nabiz > 135) {

    for (int i = 0; i < 10; i++) {

        if (pulseSensor.sawStartOfBeat()) { //Eğer nabız algıarsak

            nabiz = pulseSensor.getBeatsPerMinute(); //Dakikadaki nabızı nabiz değişkenine kaydediyoruz.

            Serial.print("NABIZ..: ");

            Serial.println(nabiz); //Dakikadaki nabız değerini aynı zamanda bilgisayarımıza da gönderiyoruz.

            delay(500);

        }

    }

}
```

```

    }

}

//GELEN VERİLERE GÖRE DURUM TESPİTİ

if ((cevaplar[3] || cevaplar[4] || cevaplar[5]) && cevaplar[10]) {

    konuşma(16, 7000);

    durum = "Ciddi";

}

else if (cevaplar[3] || cevaplar[4] || cevaplar[5]) {

    konuşma(17, 7000);

    durum = "Riskli";

}

else if (derece>=38.0 || cevaplar[0] || cevaplar[1] || cevaplar[2] || cevaplar[6] ||
cevaplar[7] || cevaplar[8] || cevaplar[9]) {

    konuşma(18, 7000);

    durum = "Hafif";

}

else {

    konuşma(19, 7000);

    durum = "Normal";

}

//VERİTABANINA KAYIT İŞLEMİ

if (client.connect(server, 8080)) {

    Serial.println("Connected to server");

```

```
client.println("GET /veriekle.php?ates=" + String(derece) + "&nabiz=" +
String(nabiz) + "&oksuluk=" + String(cevaplar[0]) + "&tat_koku=" + String(cevaplar[1])
+ "&yorgunluk=" + String(cevaplar[2]) + "&gogus_agrisi=" + String(cevaplar[3]) +
"&bilinc_kaybi=" + String(cevaplar[4]) + "&solumun_darligi=" + String(cevaplar[5]) +
"&bas_agrisi=" + String(cevaplar[6]) + "&bogaz_agrisi=" + String(cevaplar[7]) +
"&eklem_agrisi=" + String(cevaplar[8]) + "&ishal=" + String(cevaplar[9]) + "&temas="
+ String(cevaplar[10]) + "&durum=" + durum + " HTTP/1.1");
```

```
client.println("Host: " + String(server));
```

```
client.println("Connection: close");
```

```
client.println(); // end HTTP header
```

```
while (client.connected()) {
```

```
    if (client.available()) {
```

```
        // read an incoming byte from the server and print it to serial monitor:
```

```
        char c = client.read();
```

```
        Serial.print(c);
```

```
    }
```

```
}
```

```
// the server's disconnected, stop the client:
```

```
client.stop();
```

```
Serial.println();
```

```
Serial.println("disconnected");
```

```
}
```

```
else { // if not connected:
```

```
    Serial.println("connection failed");
```

```
}
```



```

    delay(5000);

}

derece = 0;

nabiz = 0;

durum="";

}

else {

    // Serial Monitöre mesafe bilgisi yazılıyor...

    Serial.print("Mesafe = ");

    Serial.print(mesafe);

    Serial.println(" cm");

}

}

//Robotun konuşmasını sağlayan metot

void konusma(uint8_t muzik, int sure) {

    ses.play(muzik);

    delay(sure);

}

//Belirti analizi yapmak isteyip istemediğini soran metot

int baslama(uint8_t soru, int sure) {

    konusma(soru, sure);

    Serial.println("Konus..:");

    while (Serial.available() == 0) {

```

```

    delay(3000);

    if (Serial.available() == 0)

        konusma(soru, sure);
}

delay(100);

komut = Serial.read();

switch (komut) {

    case 0x12:

        return 1;

        break;

    case 0x11:

    case 0x13:

    case 0x14:

    case 0x15:

        return 0;

        break;

}

delay(100);

}

//Belirti analizi cevabı Evet gelirse gerekli sorulara cevapları diziye kaydeden metot

bool cevap(uint8_t soru, int sure) {

    konusma(soru, sure);

    Serial.println("Konus...");

```

```
while (Serial.available() == 0) {  
    delay(3000);  
    if (Serial.available() == 0)  
        konusma(soru, sure); }  
delay(100);  
komut = Serial.read();  
switch (komut) {  
    case 0x12:  
        return true;  
        break;  
    case 0x13:  
        return false;  
        break;  
    case 0x11:  
    case 0x14:  
    case 0x15:  
        cevap(soru, sure);  
        break; }  
delay(100);  
}
```