



YAPAY ZEKA DESTEKLİ ROBOT HEMŞİRE

ARTIFICIAL INTELLIGENCE SUPPORTED ROBOT NURSE

DOI:10.20854/bujse.1493763

Nazlı Özdemir¹, Hamiyet Kızıl², Atınç Yılmaz³

Öz

Bireylerin yaşam kalitesinin ve süresinin artırılması ile ekonomik ve sosyal olarak hayata bilinçli, aktif, başarılı ve sağlıklı olarak katılmaları mümkün olmaktadır. Bu amaç doğrultusunda toplumda yer alan bireylerin hak ettiği şekilde erişilebilir, nitelikli, maliyet etkin ve sürdürülebilir bir sağlık hizmeti sağlamak önem arz etmektedir. Geliştirilen yapay zekaya sahip yoğun bakım robot hemşire hastanelerde öncelikle yoğun bakımlarda hemşirelere destek olacak şekilde kullanılmaktadır. Geliştirilen robot, yatan hastalara ilaç dağıtım hizmeti sunabilme, hastaların rutin yaşam bulgularının (tansiyon ölçümü, nabız, oksijen, ateş vb) ölçümlerini gerçekleştirme, anormal değerler için bildirim yapabilme ve yatan hastaların uzaktan robot aracılığıyla hemşire ile görüntülü konuşma gerçekleştirme görevlerini yerine getirmektedir. Bu çalışmada hastane çalışanlarının yoğunluklarının azaltılması ve iş temposu sebebiyle meydana gelebilecek aksaklıkların minimize edilmesi amacıyla sağlık çalışanlarının rutin görevlerini destekleyici bir robot hemşire geliştirilmiştir.

Abstract

By increasing the quality and duration of individuals' lives, it is possible for them to participate in life economically and socially in a conscious, active, successful and healthy way. For this purpose, it is important to provide accessible, qualified, cost-effective and sustainable health services that individuals in society deserve. The developed artificial intelligence intensive care robot nurse is used in hospitals to support nurses, primarily in intensive care units. The developed mobile robot fulfills the duties of providing medication distribution services to inpatients, measuring patients' routine vital signs (blood pressure, pulse, oxygen, fever, etc.) and informing them of abnormal values, and performing video chat with nurses remotely via the robot. In this study, a robot nurse was developed to support the routine tasks of healthcare professionals in order to reduce the intensity of hospital employees and minimize disruptions that may occur due to work tempo.

Anahtar Kelime: Yapay Zeka, Robot Hemşire, Bulanık Mantık, Mobil Robot

Keywords: Artificial Intelligence, Robot Nurse, Fuzzy Logic, Mobile Robot

¹, *Sorumlu Yazar: İstanbul Beykent Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, nazliozdemir@beykent.edu.tr, orcid.org/0000-0001-5907-4037

² İstanbul Beykent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü, hamiyetkizil@beykent.edu.tr, orcid.org/0000-0002-0722-589X

³ İstanbul Beykent Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, atinciyilmaz@beykent.edu.tr, orcid.org/0000-0003-0038-7519

1. GİRİŞ

Bireylerin beden ve ruh olarak tam bir pozitif uyum halinde olması için koruyucu sağlık hizmetleri, tüm dinamikleriyle ele alınarak geliştirilebilmektedir. Sağlık hizmetlerine erişimi kolaylaştırmak sağlıklı bir toplum inşa etmenin en temel adımı olmaktadır. Sağlık hizmetine gereksinim duyan bireylerin ilk karşılaştıkları sağlık çalışanı hemşireler olmaktadır. Acil durumlarda, muayenelerde, kontrollerde ve birçok sağlık hizmetlerinde hemşireler hastalar ile yakından ve doğrudan iletişim kurmaktadır. Bu durum hemşireleri sağlık hizmetlerinin en kritik rolüne sahip sağlık çalışanı yapmaktadır. Hemşireler hastalar ile olan ilk temaslarının yanı sıra gerekli durumlarda hasta ve hasta yakınlarına bilgilendirici eğitim verme, sağlık alanında araştırmalar yaparak iyileştirme süreçlerinde yer almak, idari görevleri üstlenmek gibi ek görevleri de yerine getirmektedirler. Bu durum sonucunda sağlık çalışanları arasında en fazla hasta bakım oranına sahip olmaktadır (Oulton, 2006). Sağlık hizmetlerinde çok geniş bir yelpazede görev alan hemşirelerin destek sistemler ile iş yüklerinin azaltılması ve profesyonelliğin yükseltilmesi hem hemşireler için hem de hastalar için bir gereklilik hali olarak kabul edilmektedir (Cao ve ark., 2023).

Yapay zeka, insan beyni düşünme süreçlerinin makineler tarafından simüle edilmesi olarak tanımlanmaktadır. Yapay zeka, bir makineye anlama, tahmin etme, öğrenme, sorun çözme ve çevreyle etkileşime geçme gibi insan zihniyle ilişkilendirdiğimiz bilişsel işlevleri benzetim yeteneği katmaktadır. Tüm bu işlevleri gerçekleştirirken süreçleri daha hızlı ve sonuçları daha doğru olarak sonuçlandırabilmektedir. Yapay zekaya sahip sistemlerin başarılı performans sağlamaları için en önemli etken ise doğru ve güvenilir verilerle eğitilmiş olma gerekliliğidir.

Teknolojide birçok alanda sıkça kullanılan yapay zekaya sahip sistemler tıp alanında da oldukça sık kullanılmaktadır. Hastalık teşhisi, ilaç geliştirme, hasta bakımı ve takibi gibi birçok tıbbi alanda yapay zekadan faydalanılmaktadır. Bununla birlikte tıp alanında iş yükü en fazla olan sağlık çalışanlarından hemşirelerin yapay zekaya sahip yardımcı sistemler ile ilgili literatürde çeşitli çalışmalar yer almaktadır. Sağlık bakım sürecinde bakım, sezgisel değil analitik ve sistematik bir yapı içerisinde sergilenirken; bu yapı hemşirelerin bakımda yenilikleri takip etmesi ve teknolojiden faydalanması ile oluşmaktadır. Teknoloji çağı olarak adlandırılan günümüzde birçok alanda olduğu gibi hemşirelikte de bilişim teknolojilerinin ve yapay zekanın kullanımı kaçınılmaz olmuştur (Ferris ve ark., 2019; Bader ve ark., 2019; Gefen ve ark., 2020; Zingarelli ve ark., 2020). Yapay zeka tanımı, John McCarthy tarafından, “zeki makineler ve zeki bilgisayar programları yapma bilimi” olarak yapılmıştır (McCarthy, 2004). Yapay zeka, makinelerin kıyaslama becerisi, plan yapma, geçmiş deneyimlerden faydalanma, iletişim sağlama, öğrenme, algılama yeteneklerini benzetim ile elde edebilmesini hedefleyen; farklı disiplinleri içerisinde barındıran bilim dalıdır. Sağlık alanında modellenen uzman sistemlerin amacı, dünyada en hassas konular arasında yer alan sağlık ve tıbbi alandaki soruları uzman bilgisi ile yanıtlamaktır. Uzman hekimler ve sağlık personellerden elde edilen uzman bilgileri ve tavsiyeler ile bu alanda uzman sistem geliştirilebilmektedir. Bu şekilde konu ile ilgili uzmanlık bilgisi ile en uygun sorular ve cevaplar elde edilmiş olmaktadır. Sağlık alanında modellenen sistemler, hastalıkla ilgili öntanı yapabilmesi; tedavi süreci için uygun öneriler ile hekim ve sağlık personellere destek ve yardımcı olmayı amaçlamaktadır (Kaya ve ark., 2019; Ng ve ark., 2019).

Bu çalışmada yapay zekaya sahip yoğun bakım robot hemşiresinin pandemi sürecinde sağlık çalışanlarının iş gücünü azaltarak ilaç uygulama hatalarının önlenmesi, yaşam bulgularının doğru değerlendirilmesi, yoğun bakımda kullanılan hasta değerlendirme skalalarının doğru

zamanda hatasız olarak değerlendirilmesi, sağlık bakım ekibi ve hasta iletişimini arttırması sağlanmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Veri Seti

Modelleme için kullanılan veri seti İstanbul Beykent Üniversitesi hastanesinden elde edilmiştir. Veri setinde İstanbul Beykent Üniversitesi Hastanesi'nde çeşitli servislerinde yatan toplam 500 hasta ve tanı koyulmamış kişilerin bilgileri yer almaktadır.

Robot hemşirenin yapay zeka modülünde noninvazif monitorizasyon (yaşam bulguları, endtidal karbondioksit, ekg ritmi), invazif monitorizasyon kan gazları (oksijen, karbondioksit, bikarbonat), asidoz, alkaloz tespiti, santral venöz basınç, kafa içi basınç (intracranial basınç) ve hastaların yoğun bakımda süreç ve durumlarını belirlemek için kullanılan glaskow koma skalası, braden basınç yaralanması risk ölçeği, itaki düşme riski formu, nütrisyon, hemşire izlem takip parametreleri bulunmaktadır.

2.2. Robot Hemşire Teknik Özellikleri

Çalışmada yapay zeka modellemesi yapılan robot hemşire İstanbul Beykent Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP)'nden destek almış; robotun donanımsal kısmı hizmet alımı ile elde edilmiştir. Çalışmada uygulanan robot hemşirenin teknik özellikleri aşağıdaki gibidir:

- İç Mekan Haritalaması
- Otonom Şarj
- Taşıma Sandığı
- Türkçe Dil Desteği
- Kullanıcı Arayüzü
- Arayüz Tasarım Yazılımı
- Mobil Uygulama

Robot hemşire iç mekan haritalaması ile belirlenen alanlarda, üzerinde yer alan sensörler yardımıyla engellere takılmadan ve hareketli nesnelere de algılayarak herhangi bir çarpma, çarpışma yaşamadan hareket edebilmektedir. Şarj durumunu, verilen görev ve sahip olduğu enerji hesaplamalarını yaparak kendisi gerektiğinde şarj ünitesinde şarj olarak ayarlamaktadır. Sahip olduğu taşıma sandığı ile hastalar için gerekli olan ilaç, tıbbi cihaz, evrak, doküman gibi araç gereçleri birimler arasında taşıyabilmektedir. Türkçe dil desteği ile belirlenmiş merhaba, Hoş Geldiniz, Geçmiş olsun gibi cümleleri sesli olarak konuşabilmektedir. Kullanıcı arayüzü robot ile iletişim sağlandığı, robotun eğitilebildiği alandır. Verilerin tutulması, anlık durumları iletebilmesi, davranışlarının düzenlenmesi gibi işlemler kullanıcı arayüzünde gerçekleştirilmektedir. Arayüz tasarım yazılımı kullanıcıların robot ile iletişim kuracağı kullanıcı arayüzünün hazırlanmasını sağlamaktadır. Robot hemşire geliştirilen mobil uygulama ile kontrol edilmektedir.

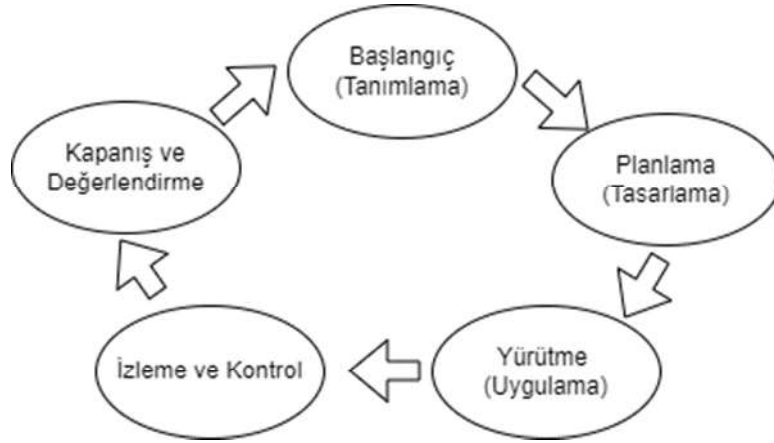
2.3. Yöntem

Çalışmanın ilk aşamasında robot hemşire donanımsal olarak çalışma içerisinde yer alan görevlerini yerine getirebilecek şekilde tasarlanmıştır. Çalışmanın ikinci aşamasında yapay

zeka yöntemlerinin biri olan bulanık mantık yaklaşımı ile modelleme yapılarak, robot hemşirenin ateş varlığı tespiti, hastanın değerlerinin anormallik tespiti gibi hasta sağlık durumu kontrolü için yapay zeka modülleri geliştirilmiştir. Çalışmanın son aşamasında araştırmacılar tarafından sağlık bilgileri ışığında geliştirilen yapay zeka yazılımları donanımsal olarak hazır alınan robota entegre edilmiştir.

Bu bölümde çalışma kapsamında gerçekleştirilecek faaliyetler için kullanılan yöntemler ve bu yöntemlerin seçilme nedenleri açıklanmıştır.

Proje döngüsü yönetimi, geliştirilen uygulamalarda her aşamanın adım adım belirlenerek ilerlemek için yerine getirilmesi gereken çeşitli görevleri özetlemektedir. Böylece çalışmaya eklenen yeni özellikler ve çalışma esnasında karşılaşılan hatalara anlık olarak etki edilebilmektedir. Çalışma için ilk aşamadan son aşamaya kadar bir çalışma planı oluşturulmaktadır. Bu çalışmada planlama için başlangıç (tanımlama), planlama (tasarlama), yürütme (uygulama), izleme ve kontrol, kapanış/değerlendirme aşamalarından faydalanılmıştır.



Şekil 1: Proje Geliştirme Yaşam Döngüsü.

Başlangıç (Tanımlama): Çalışmanın temelini oluşturan başlangıç adımında 'Ne isteniyor?' sorusu ile çalışmanın gerçekleşmesi için yazılımsal ve donanımsal gereksinimler belirlenmiştir.

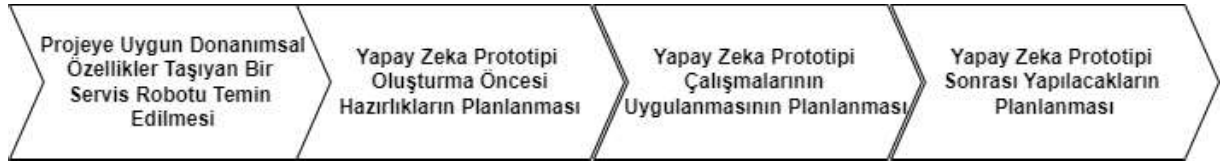
Planlama (Tasarlama): Çalışma için robot hemşirenin yazılımsal olarak hangi görevleri yerine getireceği belirlenerek, bu görevler için gerekli donanımsal özelliklerine, robot hemşirede bulunacak yapay zeka sistemlerinin yer alacağı modüllere ve gerçekleştirilecek entegrelere karar verilmiştir. Ortaya çıkan ve özellikleri belirlenen çalışmanın fikri için kullanılabilirlik ve uyarlanabilirlik analizleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar ile çalışma ana taslağı oluşturulmuştur.

Yürütme (Uygulama): Çalışmada tasarlanan robot hemşire planlama aşamasında oluşturulan ana taslağa uygun şekilde kodlanmıştır. Gerekli olan eklemeler, düzeltmeler gerçekleştirilerek elde edilen son hali üzerinden gereksinimler belirlenmiştir.

İzleme ve Kontrol: Geliştirilen yapay zekaya sahip robot hemşire geliştirici ekip eşliğinde aktive edilmiştir. Gerçekleştirilmesi beklenen görevleri küçük denemeler şeklinde gerçekleştirmesi komutları verilerek herhangi bir aksaklık olup olmadığının kontrolü sağlanmıştır.

Kapanış ve Değerlendirme: Yapay zekaya sahip robot hemşire çalışma kapsamında planlanan şekilde tamamlanmıştır ve kullanıma sunulmuştur.

Geçtiğimiz yıllarda yaşanan ve hala etkileri devam eden pandemi sürecinde hastanelerde hastalarla yakın temasta olmak hem sağlık çalışanı hem de hastanelere staja çıkan öğrenciler için büyük risk olmuştur ve bu sebeple birçok kayıp yaşanmıştır. Geliştirilen program ile hastaya temas etmeden sosyal mesafeye uyarak geliştirilen robot sayesinde sağlık çalışanı ve öğrenci hangi bakımı vermesi gerektiğinin eğitimini almaktadır. Bu sayede bakım ihtiyaçlarına teknoloji ile bütünleşmiş tedavi ve bakım içerikleri eklenerek hızlı bir şekilde hasta ile sağlık çalışanı buluşmaktadır. Geliştirilen yapay zekaya sahip yoğun bakım robot hemşiresinin pandemi sürecinde sağlık ekibinin iş gücünü azaltarak ilaç uygulama hatalarının önlenmesi, yaşam bulgularının doğru değerlendirilmesi, yoğun bakımda kullanılan hasta değerlendirme skalalarının doğru zamanda hatasız olarak değerlendirilmesi, sağlık bakım ekibi ve hasta iletişimini arttırması sağlanmıştır. Bu sayede bakım ihtiyaçlarına teknoloji ile bütünleşmiş tedavi ve bakım içerikleri eklenerek hızlı bir şekilde hasta ile sağlık çalışanı buluşabilmektedir.



Şekil 2: Yapay Zekaya Sahip Robot Hemşire Geliştirme Adımları.

2.3.1. Bulanık mantık

Bulanık Mantık, insan muhakemesiyle benzerlik gösteren bir akıl yürütme yöntemidir (Dernoncourt, 2011; Dernoncourt, 2011). Bulanık mantık yöntemi, insanların karar verme sürecindeki süreçlerin benzetimini kullanarak değerler bir durum ile ilgili aitlik derecelendirmesini yapmaktadır. Klasik mantık yaklaşımında kesin girdiler ile hesaplama yapılarak; insanın evet veya hayır cevabına eşit olan doğru veya yanlış şeklinde kesin bir çıktı üretmektedir (Dumitrescu ve ark., 2021). Bulanık mantık yöntemini ortaya koyan Lotfi Zadeh, bilgisayarlardan ayrı olarak insanın karar verme sürecinin evet ile hayır arasında bir kısım olabilirlik içerdiğini gözlemlemiştir, bunlar:

- Mutlak evet
- Evet denilebilir
- Her iki durumu da yansıtır
- Hayır denilebilir
- Mutlak hayır

Bulanık mantık, kesin çıktıya ulaşmak için girdi değerlerinin olabilirlik seviyeleri üzerinde işlem yapmaktadır. Bulanık mantık yöntemi, karar verme ile ilgili konuların yer aldığı görüntü işleme, savunma sanayii, ulaşım, sağlık, kontrol sistemleri gibi farklı uygulama alanlarında kullanılmaktadır. Bulanık mantık ile doğru ve yanlış arasında elde edilen ara değerler kademeli olarak hesaplanabilmektedir (Özşahin ve ark., 2020). Singhala ve ark., 2014), bulanık mantık algoritması kullanarak sıcaklık kontrol sistemi geliştirmişlerdir. Sıcaklık ölçümü gibi hassas ölçüm gerektiren değerlerle yapılan ölçüm çalışmalarında Bulanık Mantık Denetleyicisi'nin en iyi yöntem olduğunu belirtmişlerdir. (Li ve ark., 2017), bitkilerin nem, ısı ve ışık ihtiyaçlarını miktarlarını ayarlayarak bitkilere sağlayan Bulanık Mantık Denetleyicisi temelli akıllı sera yönetimi sistemi geliştirmişlerdir. (Baig ve ark., 2011), bulanık mantık tasarımı kullanarak insan

beyin hastalığı teşhisi için tıbbi tanı kontrol sistemi geliştirmişlerdir. Geliştirdikleri sistem tıbbi tanı için ; normal, hemoralji ve beyin tümörü olacak şekilde üç çıktı vermektedir. Geliştirilen tıbbi tanı kontrol sistemi bulanıklık kuralları MATLAB ile simüle edilmiştir ve geliştirilen sistemin hastalık teşhisinde verimliliği arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır. (Oshita ve ark., 1993), anestezi alan hastaların hipertansiyonunu kontrol etmek ve kontrol altında tutmak için bulanık mantık kontrol kurallarına dayanarak tansiyonu 130 mmHg'de sabit tutmak için bir durum-eylem diyagramı geliştirmişlerdir. Anestezi sırasında hipertansiyon kontrolü için geliştirdikleri yöntemin yararlı olduğu sonucuna ulaşmışlardır. (Rahman ve ark., 2023), Covid-19 döneminde kalp ritim bozukluğu hastalarını izlemek ve teşhis etmek için bulanık mantık tabanlı akıllı sağlık sistemi tasarlamışlardır. Bulanık mantık tabanlı geliştirilen algoritma EKG verileri ile çalışmaktadır. Geliştirilen akıllı sağlık sisteminin gerçek zamanlı denemelerinde yaklaşık %100 doğruluk ile çalıştığı bildirilmiştir. (Singh ve ark., 2023), Hepatit B virüsünü tespit etmek için bulanık mantık tabanlı çok katmanlı bulanık çıkarım tıbbi tanı sistemi geliştirmişlerdir. Geliştirilen tıbbi tanı sisteminin %94 doğruluk, %91,2 Duyarlılık, %96,29 özgüllük, %95,45 hassasiyetle çalıştığını bildirmişlerdir.

Bir giriş değerinin belirli bir kümeye veya kategoriye üyelik derecesini tanımlayan üyelik fonksiyonları bulanık mantığın temel kavramıdır. Üyelik fonksiyonu, bir giriş değerinden 0 ile 1 arasındaki bir üyelik derecesine eşitlenmesidir. 0, üyelik olmamasını, 1 ise tam üyeliği temsil etmektedir. Bulanık Mantık, girdi değişkenleri ile çıktı değişkenleri arasındaki ilişkiyi bulanık bir şekilde ifade eden 'Eğer-İse' ifadeleri olan bulanık kurallar kullanılarak uygulanmaktadır. Bulanık Mantık sisteminin çıkışı, her olası çıkış değeri için üyelik derecelerinin bir kümesi olan bulanık bir kümelerden oluşmaktadır (Dumitrescu ve ark., 2021).

Bulanık mantık mimarisi dört ana bölümden oluşmaktadır:

- Bulanıklaştırma Modülü: Kesin hatları olan sistem girişlerini bulanık değerlere dönüştürmektedir.
- Bilgi Tabanı: Uzmanlar tarafından sağlanan 'eğer-ise' kurallarını saklamaktadır.
- Karar Verme ve Çıkarım Motoru: Girdiler ve 'eğer-ise' kuralları üzerinde bulanık çıkarımlar yaparak insan beyni çalışmasını simüle etmektedir.
- Durulaştırma Modülü: Çıkarım motoru tarafından elde edilen bulanık kümeyi net bir değere dönüştürmektedir.

Üyelik fonksiyonları girdi olan sayısal değeri bulanıklaştırmak için bulanık kümeler üzerinde çalışmaktadırlar. Birden çok üyelik fonksiyonu bulunmaktadır ve probleme göre kullanılacak üyelik fonksiyonuna karar verilmektedir. Üçgen, yamuk, çan ve Gauss gibi çeşitli üyelik fonksiyonları en yaygın olarak kullanılanlardır.

1) BULANIK KÜMELER

Klasik kümeleri sınırları keskindir. Klasik kümeler evet-hayır keskin cevaplarını içeren kümelerdir. Örneğin 1'den büyük sayılardan oluşan klasik X kümesi

$$X = \{ x \mid x > 1 \} \quad \text{Denklem (1)}$$

şeklinde Denklem (1)'de gösterilmektedir. Burada tanım x eğer 1'den büyük ise X kümesine aittir şeklinde yapılmaktadır. Klasik kümelerde üyelik, üye olanlar ve üye olmayanlar olarak iki gruba ayrılık, kısmi üyelik, yakınlık gibi kavramlar yoktur.

Klasik kümenin aksine bulanık kümelerde keskin sınırlar bulunmamaktadır. Bulanık kümelerde kısmi üyelik, yakınlık kavramları bulunmaktadır ve bu kavramlar bir bulanık kümenin üyesinin aynı evrendeki diğer bulanık kümelerin de parçası olabildiği durumlarda ortaya çıkmaktadır.

2) ÜYELİK FONKSİYONLARI

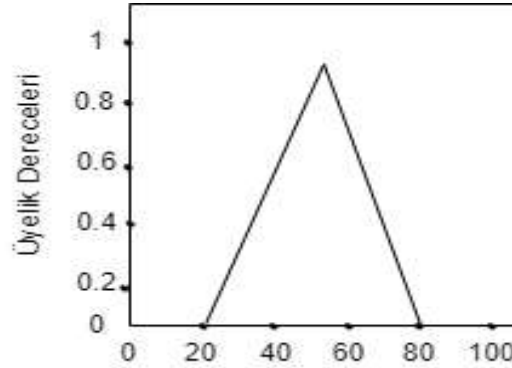
Üyelik fonksiyonları, dilsel terimi ölçerek bulanık bir kümeyi grafiksel olarak temsil edilmesine olanak tanımaktadırlar. Bulanık kümeler ait oldukları üyelik fonksiyonları ile nitelendirilmektedirler. X söylem evrenindeki bir A bulanık kümesi için üyelik fonksiyonu

$$\mu_A : X \rightarrow [0,1] \quad \text{Denklem (2)}$$

şeklinde Denklem (2)'de gösterilmektedir.

Burada X'in her bir elemanı 0 ile 1 arasında bir değere eşlenmektedir ve buna üyelik değeri veya üyelik derecesi denmektedir. Üyelik fonksiyonu ile X söylem evreninde ki elemanın A bulanık kümesine üyelik derecesini ölçülmektedir (Ng ve ark., 2019). Üyelik fonksiyonlarının hesaplama kolaylığı açısından en çok kullanılanları üçgen ve yamuk üyelik fonksiyonudur. Gauss ve genelleştirilmiş çan üyelik fonksiyonu da problemin gerekliliğine göre tercih edilen diğer üyelik fonksiyonlarıdır.

Üçgen Üyelik Fonksiyonu: Girişi bulanıklaştıran üçgen a, b ve c olmak üzere üç parametre ile tanımlanmaktadır (Şekil3).



Şekil 3. Üçgen Üyelik Fonksiyonu.

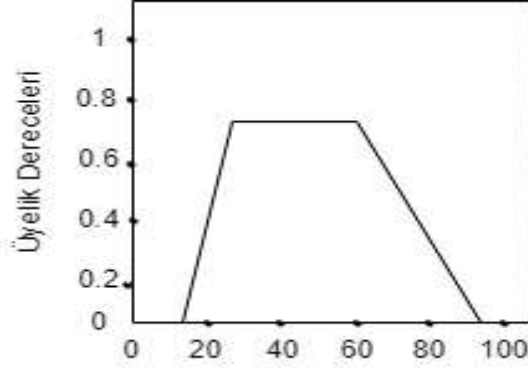
Üçgen üyelik fonksiyonu matematiksel denklemi

$$\mu_{\text{triangle}}(x; a, b, c) = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b}, & b \leq x \leq c \\ 0, & c \leq x \end{cases} \quad \text{Denklem (3)}$$

$$= \max\left(\min\left(\frac{x-a}{b-a}, \frac{c-x}{c-b}\right), 0\right)$$

şeklinde Denklem (3)'de gösterilmektedir.

Yamuk Üyelik Fonksiyonu: Yamuk üyelik fonksiyonu a,b,c ve d olarak dört parametreyle tanımlanmaktadır(Şekil 4).



Şekil 4. Yamuk Üyelik Fonksiyonu.

Yamuk üyelik fonksiyonu matematiksel denklemi

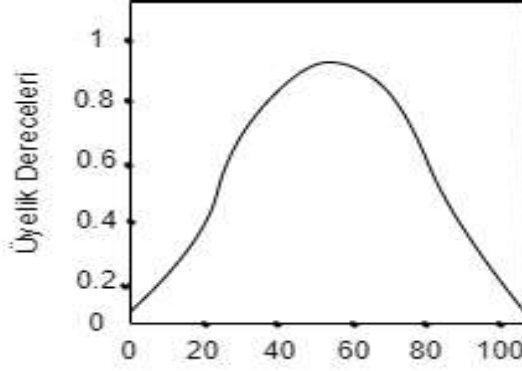
$$\mu_{\text{trapezoida}}(x; a, b, c, d) = \max\left(\min\left(\frac{x-a}{b-a}, 1, \frac{d-x}{d-c}\right), 0\right)$$

$$= \max\left(\min\left(\frac{x-2}{4-2}, 1, \frac{10-x}{10-8}\right), 0\right) \quad \text{Denklem (4)}$$

$$= \max\left(\min\left(\frac{x-2}{2}, 1, \frac{10-x}{2}\right), 0\right)$$

şeklinde Denklem (4)'te gösterilmektedir.

Gauss Üyelik Fonksiyonu: Gauss üyelik fonksiyonu iki parametreyle $\{m, \sigma\}$ tanımlanmaktadır (Şekil5). Veri dağılımını temsil etmenin daha doğal bir yoludur ancak matematiksel karmaşıklık nedeniyle bulanıklaştırma için pek kullanılmamaktadır.



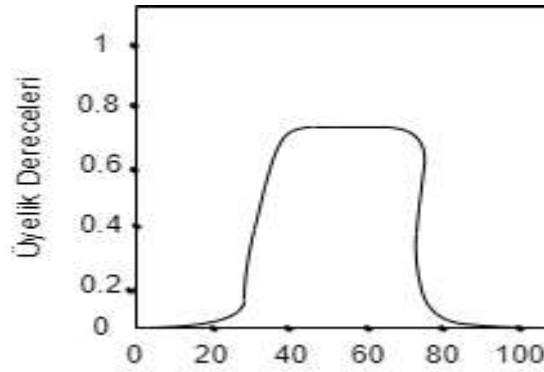
Şekil 5. Gauss Üyelik Fonksiyonu.

Gauss üyelik fonksiyonu matematiksel denklemi

$$\mu_{\text{gaussian}}(x; m, \sigma) = e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{x-m}{\sigma} \right)^2} \quad \text{Denklem (5)}$$

şeklinde Denklem (5)'te gösterilmektedir.

Genelleştirilmiş Çan Üyelik Fonksiyonu: Genelleştirilmiş çan üyelik fonksiyonu, üç parametre {a, b, c} ile tanımlanmaktadır (Şekil6).



Şekil 6. Genelleştirilmiş Çan Üyelik Fonksiyonu.

Genelleştirilmiş Çan üyelik fonksiyonu matematiksel denklemi

$$\mu_{\text{bell}}(x; a, b, c) = \frac{1}{1 + \left| \frac{x-c}{a} \right|^{2b}} \quad \text{Denklem (6)}$$

şeklinde Denklem (6)'da gösterilmektedir.

Bu çalışmada hastanın monitorizasyon bulguları takip modülü bulanık mantık yöntemi ile modellenerek robot hemşireye entegre edilmiştir. Normal değerler uzman kişilerden alınan bilgiler ile belirlenerek, bu değerlerin dışında kalan değerler anomali olarak kabul edilmiştir. Normal değerlerin varlığı robot hemşirenin bilgi aktarma modülünün aktifleşmesini sağlamaktadır. Yetişkin bir hastada beklenen normal vücut sıcaklığı aralığı 36.1 derece ile 37.2 derece olarak kabul edildiğinde ölçüm sonucu değerler 36 derece veya 37.2 derece çıktığında robot hemşire bu anomali değerleri normal dışı olarak tanımlamaktadır. Robot hemşire hastada gerçekleşen anormal değer artış ve düşüşleri anlık olarak tespit ederek gerekli durumlarda sağlık çalışanlarına uyarı iletmektedir.

3.UYGULAMA

Geliştirilen yapay zekaya sahip robot hemşire otonom olarak geliştirilmiştir. Haritalama özelliği sayesinde sağlık çalışanları ve hasta odalarının yerleri kendisine öğretilmektedir. Ayrıca robotun üzerinde var olan sensörler bir nesneye yaklaştığında uyarmakta ve çarpma olasılığı gibi durumlarda farklı yöne hareket etmekte veya durmaktadır. Öncelikle doktorun her hastaya yönelik belirlediği tedavi için kullanılması gereken ilaçlar, belirlenen zaman ve ölçüleri robotun bilgi sistemine yüklenmiştir. Aynı zamanda robot hemşire ilgilendiği hastaların gerekli ölçümlerini de periyodik zamanlarda veya acil durumları öngörerek kendisi yapabilmektedir. Hemşirenin yönlendirmesiyle hasta başına gelen robot, donanımında yer alan karekod okuyucu aracılığıyla hastaya yatış esnasında tanımlanan karekodu okuyarak hasta ile ilgili tüm bilgileri hemşireye bir arayüz vasıtasıyla bildirmektedir. Hasta için sistemde önceden tanımlanmış ilaçlar, robotun servis ve arayüz ile haberleşebildiği ilaç deposundan otomatik olarak çekilmektedir. Buna göre hemşirenin yanlış ilacı ya da yanlış zamanda ilaç verme durumu minimize edilmiştir. Ayrıca robot hasta başında hastaya yapılması gereken ölçümler ve zamanları da hemşirelere ait ekranda durum kontrolünün sağlanması için gösterilmektedir. Ölçüm yapıldığı sırada sonuçlar, robotun kendi ekranında oluşturulmasının yanı sıra ilgili sonuçlar veri olarak elde edilerek kayıt edilmektedir. Bu sayede hekimler de veritabanından bu bilgileri görüntüleyebilmeleri mümkün hale gelmektedir. Sağlık çalışanları tarafından yatan hastaların gerçekleştirilen rutin ölçüm sonuçları robot veri tabanında yer alan yapay zeka yazılımlarına göre değerlendirilerek değerlerin normal yada anomali oldukları bilgisi ekranda verilmektedir. Hemşire robota entegre edilen bulanık mantık modellemesi Python programlama dili ile uygulanmıştır. Hastalar için alınan tüm ölçüm ve diğer bilgiler, veritabanından eş zamanlı ve çevrimiçi olarak sağlık çalışanlarına (hemşire ve doktorların bilgi ekranlarına) sunulmaktadır. Bulunduğu yoğun bakım servisinde rota seçimi üzerinde etkili olan uygun hasta ve yol durumu parametreleri kullanılarak bulanık mantık yöntemiyle oluşturulan haritalama sistemiyle hareket etmesi gereken alanları günlük olarak hemşireler tarafından belirlenip güncellenebilmektedir. Uygun hasta parametresi robot hemşirenin gerçekleştirdiği görevlere ihtiyacı olan hastaları ifade etmektedir. Yol durumu parametresi ise robot hemşirenin sorunsuzca ilerleyebileceği, önündekalıcı engel olmayan ve tek bir katı içeren ilerleme yolunu ifade etmektedir. Yatağından kalkmadan hastalar robot ile sağlık çalışanları arasında kurduğu mekanik bağlantı ile görüntülü konuşmaya izin vererek sağlık iletişimini arttırmaktadır. Robotun üzerinde bulunan kamera ve biyosensörler ile geliştirilen yazılım sayesinde hastaların yaşam bulgularını ölçülmekte ve olası hastalıkların teşhisine yardımcı olması planlanmıştır. Yoğun bakım ünitelerinde kullanılan hasta değerlendirme skalaları (Braden, Glaskow, İtaki) robota dijital olarak entegre edilip hemşirenin verileri girerek otomatik puanlama yapabilmesini sağlamıştır.

4.SONUÇ

Çalışmada geliştirilen robot hemşire ile çeşitli nedenler ile hemşirelerin günlük rutin sağlık görevlerinde meydana gelebilecek aksaklıkların ve aksaklıklar ile hastaya verilecek zararlar minimize edilmiştir. Bunun dışında yoğun hasta bakımı ve iş tempolarına sahip olan hemşirelerin iş yükü hafifletilmiştir. Yapay zeka destekli robot hemşire, hastalara zaman kaybetmeden müdahale edilmesi, rutin sağlık kontrol ve bakımlarının eksiksiz, aksamasız, sürekli yapılmasını sağlamaktadır. Ayrıca geliştirilen yapay zeka destekli robot hemşire, ilaçların hastalara zamanında dağıtılmamasından kaynaklanan sorunları azaltmaya katkı sağlamaktadır. Hasta tedavilerinde ve acil durumlarda kullanılacak olan mutlak gerekli ekipmanların robot üzerinde olması ile hastaya anında ve doğru müdahale ile tedavinin yapılması sağlanmaktadır. Hemşirenin görevlerini hafifleterek eksiksiz ve doğru sağlık hizmeti verilmesine destek olmakta ve böylece hemşirelerin performansına olumlu olarak katkı sağlamaktadır. Bununla birlikte robot hemşirenin sahip olduğu sensörler ve kullandığı yapay zeka destekli modelleme ile acil durumlarda ölçüm yapabilme, anomali tespiti ve hekimlere doğru sendromları anlık iletme görevlerini yapabilmektedir. Hastane içi hasta nakillerinde ve bazı durumlarda rotalama yeteneği ile hasta taşınmasına yardımcı olarak hastane çalışanlarının işlerini hafifletmektedir. Bu çalışma ile sağlık çalışanlarından en fazla hasta ile iletişimde ve müdahalede bulunan hemşirelerin yükleri hafifleterek daha sağlıklı bir çalışma ortamı oluşturulması ve hastaların da yoğunluk kaynaklı hatalardan etkilenmemesi sağlanmıştır. Günlük olarak belirlenen hastalar için rutin görevleri robot hemşirenin yerine getirmesi hemşireler üzerinden iş yoğunluğunu azaltarak motivasyonu arttırmaktadır. Robot hemşirenin çağrı ile hastaların yanına gitmesi, topladığı bilgileri işleyerek hastanın durumu hakkında tahminleme gerçekleştirebilmesi özellikleri için ilerleyen süreçlerde üzerinde çalışılması planlanmaktadır. Bu çalışma ile hastalardan edinilen bilgiler veri tabanında toplanarak anlamlı veri setleri halinde hastalık teşhis-tanı sistemlerinde kullanılması amaçlanmaktadır.

EK AÇIKLAMA

Bu çalışma, İstanbul Beykent Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir.

5. KAYNAKÇA

Akın Robotics. Servis Robotu. <https://www.akinrobotics.com/hizmet-robotu-servis-robotu-2-1>

Bader, D., Worsley, P. Ve Gefen, A. (2019). Bioengineering considerations in the prevention of medical device-related pressure ulcers. *Clinical Biomechanics*, 67, 70-7. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2019.04.018>

Baig, F., Khan, D., Noor, Y. Ve Imran, M. (2011). Design Model Of Fuzzy Logic Medical Diagnosis Control System. *International Journal on Computer Science and Engineering*,3(5), 2093-2108.

- Cao, H., Song, Y., Wu, Y., Du, Y., He, X., Chen, Y., Wang Q. ve Yang, H. (2023). What is nursing professionalism?: A concept analysis. *BMC Nurs*, 22, 34. <https://doi.org/10.1186/s12912-022-01161-0>
- Dernoncourt, F. (2011). Fuzzy Logic: Introducing Human Reasoning within Decision-Making Systems?, Conservatoire National des Arts et Métiers, Paris, Fransa.
- Dernoncourt, F. (2011). Fuzzy logic : Between human reasoning and artificial intelligence Supervisor : Jean Baratgin, Report, Ecole Normale Supérieure, Paris, Fransa.
- Dumitrescu, C., Ciotirnae, P. ve Vizitiu C. (2021). Fuzzy Logic for Intelligent Control System Using Soft Computing Applications. *Sensors*, 21(8), 2617. <https://doi.org/10.3390/s21082617>
- Ferris, A., Price, A. ve Harding, K. (2019). Pressure ulcers in patients receiving palliative care: a systematic review. *Palliative medicine*, 33(7), 770-82. <https://doi.org/10.1177/0269216319846023>
- Gefen, A., Alves, P., Ciprandi, G., Coyer, F., Milne, C.T. ve Ousey, K., Ohura, N., Waters, N. ve Worsley, P. (2020). Device-related pressure ulcers: SECURE prevention. *Journal of wound care*, 29(Sup2a), 1-52. <https://doi.org/10.12968/jowc.2020.29.Sup2a.S1>
- Kaya, U., Yılmaz, A. ve Dikmen, Y. (2019). Sağlık Alanında Kullanılan Derin Öğrenme Yöntemleri. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 16, 792-808. <https://doi.org/10.31590/ejosat.573248>
- Li, L., Cheng, K.W.E. ve Pan, J.F. (2017, Aralık). Design and Application of Intelligent Control System for Greenhouse Environment, *Power Electronics Systems and Applications - Smart Mobility, Power Transfer & Security (PESA)*, Hong Kong, China. Erişim Adresi: <https://doi.org/10.1109/PESA.2017.8277762>
- McCarthy, J. (2004). What is artificial intelligence?. Erişim adresi: <http://www.formal.stanford.edu/jmc/whatisai/>
- Ng, Y.S., Xue, W., Wang, W. ve Qi, P. (2019). Convolutional Neural Networks for Food Image Recognition: An Experimental Study. *Proceedings of the 5th International Workshop on Multimedia Assisted Dietary Management*.
- Oshita, S., Nakakimura, K., Kaieda, R., Murakawa, T., Tamura, H. ve Hiraoka, I. (1993). Application of the concept of fuzzy logistic controller for treatment of hypertension during anesthesia. *Masui. The Japanese Journal of Anesthesiology*, 42(2), 185-189.
- Oulton, J.A. (2006). The global nursing shortage: an overview of issues and actions. *Policy Polit Nurs Pract*, 7(3 Suppl), 34-39. doi: <https://doi.org/10.1177/1527154406293968>
- Özşahin Uzun D., Uzun B., Özşahin, İ., Mustapha, M.T. ve Musa, M.S. (2020). Fuzzy logic in medicine. In W. Zgallai (Eds.), *In Developments in Biomedical Engineering and Bioelectronics* (pp. 153-182). *Biomedical Signal Processing and Artificial Intelligence in Healthcare*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818946-7.00006-8>
- Rahman M.Z., Akbar, M.A., Leiva, V., Tahir, A., Riaz, M.T. ve Martin-Barreiro, C. (2023). An intelligent health monitoring and diagnosis system based on the internet of things and fuzzy logic for cardiac arrhythmia COVID-19 patients, *Computers in Biology and Medicine*, 154. <https://doi.org/10.1016/j.compbiomed.2023.106583>

- Singh, D., Rakhra, M., Aledaily, A.N., Kariri, E., Viriyasitavat, W., Yadav, K., Dhiman, G. Ve KAur, A. (2023). Fuzzy logic based medical diagnostic system for hepatitis B using machine learning. *Soft Computing*.<https://doi.org/10.1007/s00500-023-08894-3>
- Singhala, P., Shah, D. N. Ve Patel, B. (2014). Temperature Control using Fuzzy Logic. *International Journal of Instrumentation and Control Systems (IJICS)*,4(1).
<https://doi.org/10.5121/ijics.2014.4101>
- Todinca, D., Fuzzy sets. Operations with fuzzy sets. [Çevrimiçi]. Mevcut: https://staff.cs.upt.ro/~todinca/cad/Lectures/cad_fuzzysets.pdf.
- Zingarelli, E.M., Ghiglione, M., Pesce, M., Orejuela, I., Scarrone, S. ve Panizza, R.(2020). Facial pressure ulcers in a COVID-19 50-year-old female intubated patient. *Indian journal of plastic surgery: official publication of the Association of Plastic Surgeons of India*, 53(1), 144. <https://doi.org/10.1055/s-0040-1710403>

