



ULUSLARARASI 3B YAZICI TEKNOLOJİLERİ
VE DİJİTAL ENDÜSTRİ DERGİSİ

INTERNATIONAL JOURNAL OF 3D PRINTING
TECHNOLOGIES AND DIGITAL INDUSTRY

ISSN:2602-3350 (Online)

URL: <https://dergipark.org.tr/ij3dptdi>

YAŞLI VEYA ENGELLİ BİREYLERE YÖNELİK RASPBERRY PI4 TABANLI TAKİP SİSTEM TASARIMI

RASPBERRY PI4 BASED TRACKING SYSTEM DESIGN FOR
ELDERLY OR DISABLED PEOPLE

Yazarlar (Authors): Alperen Gönül , Emrehan Baysal , Habib Doğan* 

Bu makaleye şu şekilde atıfta bulunabilirsiniz (To cite to this article): Gönül A., Baysal E., Doğan H., “Yaşlı veya Engelli Bireylere Yönelik Raspberry Pi4 Tabanlı Takip Sistem Tasarımı” *Int. J. of 3D Printing Tech. Dig. Ind.*, 7(3): 520-531, (2023).

DOI: 10.46519/ij3dptdi.1352068

Araştırma Makale/ Research Article

Erişim Linki: (To link to this article): <https://dergipark.org.tr/en/pub/ij3dptdi/archive>

YAŞLI VEYA ENGELLİ BİREYLERE YÖNELİK RASPBERRY PI4 TABANLI TAKİP SİSTEM TASARIMI

Alperen Gönül^a, Emrehan Baysal^a, Habib Doğan^{a*}

^aBurdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Gölhisar Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu, Bilişim Sistemleri ve Bilgisayar Teknolojileri Bölümü, Gölhisar, Burdur, Türkiye.

* Corresponding Author: hdogan@mehmetakif.edu.tr

(Geliş/Received: 29.08.23; Düzeltme/Revised: 18.10.23; Kabul/Accepted: 14.12.23)

ÖZ

Dünya nüfusunun gittikçe yaşlanması, en çok sağlık hizmeti ihtiyacı duyan bu kesime yönelik yeni teknolojilerin devreye sokulmasını zorunlu kılmaktadır. Gittikçe daha da artan bir şekilde yaygınlık kazanan akıllı ev platformları bu konseptte düşünülen ilk çözümlerin başında gelmektedir. Yaşlı ve engellilerin buldukları mekanlarda izlenmesi, olası sağlık sorunlarında kişi ya da kurumların ani müdahale imkanlarının devreye sokulması, mahremiyet olgusunun da gözetilerek bu tür bireylerin hastane veya bakım evleri yerine kendi mekanlarında daha konforlu bir yaşama kavuşturularak daha mutlu bir hayat sürmelerinin önünün açılması bu tür çalışmaların ana motivasyonudur. Bu çalışmada yaşlı ve engellilere yönelik olarak bir akıllı ev sistemi tasarımı yapılmış ve test edilmiştir. Sistem Raspberry Pi4 kullanılarak denetlenmiş, ESP32 DevKit modülüyle de desteklenerek uzaktan erişimin sağlanması amaçlanmıştır. Uzaktan erişim bir web arayüzü ile bireyin bulunduğu mekanların ve sağlık durumunun izlenmesi, aksi bir durumun yaşanması durumunda da gerekli kişi ya da kurumların haberdar edilmesi temelinde çalışmaktadır. 3D yazıcılarla üretilmiş kılıfa yerleştirilen bir bilezik bireylere takılarak onların nabız ve vücut sıcaklıklarının takibi yapılmış ve istenilmesi durumunda da kişi mahremiyetini ihmal etmeyecek şekilde bir kamera ile bireylerin düşme pozisyonlarının algılanması sağlanmış, olası bir düşme durumunda farklı bildirim seçenekleri devreye sokulmuştur. Kişilerin buldukları ortamın hava kalitesi ve aydınlatma durumları için farklı sensörler kullanılmış ve standart durumlar sağlanmaya çalışılmıştır. Çalışma sonunda ortaya konulan tasarımla yaşlı veya engellilerin izlenmesi, durumlarının değerlendirilmesi, sonuçların depolanarak sonraki durumlarda yol gösterici olarak kullanılması sağlanmıştır. Sistemin tek dezavantajı olarak internet bağlantısının sürekli aktif olmasının bildirim ve izleme için zorunlu olmasıdır.

Anahtar Kelimeler: 3D Yazıcı, Akıllı Evler, ESP32 DevKit, Raspberry Pi4, Yaşlı Takibi.

RASPBERRY PI4 BASED TRACKING SYSTEM DESIGN FOR ELDERLY OR DISABLED PEOPLE

ABSTRACT

The aging of the world's population necessitates the introduction of new technologies for this segment of the people who need healthcare services the most. Smart home platforms, becoming increasingly widespread, are one of the first solutions considered in this concept. The main motivation of such studies is to monitor the elderly and disabled people in their places, to enable immediate intervention by individuals or institutions in case of possible health problems, and to pave the way for such individuals to lead a happier life by providing them with a more comfortable life in their own places instead of hospitals or nursing homes by considering the concept of privacy. In this study, a smart home system for the elderly and disabled was designed and tested. The system was controlled using Raspberry Pi 4 and supported with an ESP32 DevKit module to provide remote access. Remote access works on the basis of monitoring the places and health status of the individual with a web interface and notifying the necessary people or institutions in case of an adverse situation. A smart bracelet placed in a case

produced with 3D printers was attached to the individuals and their pulse and body temperatures were monitored, if desired, the fall positions of the individuals were detected with a camera in a way that does not neglect the privacy of the person, and different notification options were activated in case of a possible fall. Different sensors were used for the air quality and lighting conditions of the environment in which the people are located and standard conditions were tried to be provided. With the design presented at the end of the study, it was ensured that the elderly or disabled people were monitored, their conditions were evaluated, and the results were stored and used as a guide in future situations. The only disadvantage of the system is that the internet connection must be constantly active for notification and monitoring.

Keywords: 3D printer, Elderly Tracking, ESP32 DevKit, Raspberry Pi4, Smart Homes.

1. GİRİŞ

Akıllı ev terimi son zamanlarda literatüre girmiş olup gittikçe daha yoğun bir şekilde kullanım alanı bulmaktadır. Teknolojinin gelişimine bağlı olarak hayatımıza giren bu terim gündelik hayatta daha az insan etkileşimi ile işlerin gerçekleştirilmesini, güvenlik ve enerji tasarrufu başta olmak üzere insanlara daha konforlu bir yaşamın sunulmasını hedefleyen sistem konfigürasyonunu ifade etmek için kullanılmaktadır. İlk olarak 1980 yılında Amerika’da, 1984 yılında ise ülkemizde kullanılmaya ve uygulanmaya başlanılan bu konseptte öncelikle bireylerin konforu düşünülmüşse de daha sonra gittikçe yaşlı ve engelli bireylerin hayatlarını kolaylaştırmak, onlara buldukları mekanlarda almaları gereken değişik hizmetleri sunabilmek, yaşam alanlarının erişilebilirliğini ve güvenliğini artırmak amaçları da hedef olarak eklenmiştir. Bu nedenle akıllı evler sınıflandırılırken, kontrol edilebilir evler, programlanabilir evler, yapay zekaya sahip evler, engeli bireyler için tasarlanan evler, vücut hareketlerini kullanarak tasarlanan akıllı evler gibi alt sınıflandırmalar da yapılabilmektedir [1].

Bilimsel ve teknolojik gelişmelere bağlı olarak dünya üzerindeki yaşam süresi gittikçe artmakta olup, düşük doğum oranlarına bağlı olarak da ülkelerdeki yaşlı nüfus sayısı hızlı bir şekilde artmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü verilerine göre, 2019’da 1 milyar olan 60 ve üzeri yaşlarda bulunan kişi sayısının, 2030’da 1,4 milyara, 2050 de ise 2,1 milyara yükseleceği öngörülmektedir [2]. Artan bu yaşlı nüfus birçok farklı hizmet alanlarını da tetiklemektedir. Bunların başında yaşlı nüfusun alması gereken sağlık hizmetlerinin düzgün bir şekilde verilmesi ve bakım durumlarının konforlu bir şekilde sürdürülebilmesi gerekmektedir. Ayrıca Dünya Sağlık Örgütü’nün

raporları toplam nüfusun yaklaşık %15’inin farklı şekillerde engelli bireylerden oluştuğunu, bu engelli bireylerin de mümkün olan en iyi bir şekilde yaşamlarını sürdürebilmeleri ve engellerinden kaynaklı kısıtlamaları aşabilmeleri noktasında yoğun çalışmalar yapılması gerektiğini ortaya koymaktadır [2].

Kamu sağlık sektörünün birçok ülkede yeterli seviyede olmaması, yaşlı ve engellilerin farklı nedenlerden dolayı mahremiyetlerinin gözetilme durumu ve doğal ortamlardan koparılmadan yaşamlarını devam ettirebilmelerinin önemi, akıllı evleri ve bu evlerde teknolojinin sağladığı imkanları kullanmayı, özellikle de nesnelerin interneti (Internet of Things-IoT) kavramını yaşlı ve engelli bireyler için tasarlanacak sistemlerde popüler hale getirmiştir [3]. Yaşlı nüfusundaki artış çeşitli nedenlerden dolayı bu yaşlıların takip edilmesi ihtiyacını da beraberinde getirmiştir. Özellikle takibe ihtiyaç duyan yaşlılar için çözüm merkezi olarak görülmekte olan bakım evleri ve huzur evleri kimi yaşlıların kişisel alana ihtiyaç duyma isteğini karşılamamaktadır. Ayrıca Obsesif Kompulsif bozukluğu olan bireylerin ortak alanlarda veya kendini rahat hissedemediği alanlarda bulundurulması veya bakılması zor olup kişi için rahatsızlık vermektedir. Bireylerin bakım evi, hastane veya huzur evlerinde, özel yaşama müdahale duygusu, etrafını çevreleyen insanlar veya aletler ile beraberinde gelen fiziksel ve ruhsal rahatsızlıklar ve ekonomik baskı hislerinin olumsuz etkileri de göz önünde bulundurulup bu olumsuz yönleri en aza indirerek yaşam alanında kişiye rahatsızlık vermeden güvenli bir şekilde takibinin sağlanması istenilen bir durumdur [4].

Bu amaçları gerçekleştirebilmek için akıllı ev tasarımlarına yönelik olarak bir çok farklı

konfigürasyonlar önerilmiş, literatürde gerek normal insanların yaşam konforunu artırmaya yönelik gerekse de yaşlı ve engelli bireylerin hayatlarını kolaylaştıracak bir çok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalarda kullanılan teknolojik yöntemlere bakıldığında haberleşmek için, daha çok GSM, ZigBee, Wi-Fi ve bluetooth teknolojilerinin kullanıldığı görülmektedir. Arduino Uno kullanılarak yapılan bir çalışmada Android tabanlı bir sistem tasarlanmış ve bu sisteme internet üzerinden erişim sağlanarak akıllı bir evde sahip olunabilecek farklı parametrelerin izlenmesi ve denetlenmesi sağlanmıştır [5]. MSP432 mikro denetleyicisi kullanılarak yapılan farklı bir çalışmada, ev ortamının mevsimsel sıcaklıklara bağlı olarak iklimlendirilmesi ve bahçe sulamasının eklenecek sensörler ile otomatik hale getirilmesi amaçlanmıştır [6]. Yaşlı ve engellilerin takibine yönelik olarak yapılan diğer bir çalışmada ise PIC16F877A mikro denetleyicisi kullanılarak, bir hastanın uzun süre hareketsiz kalması durumunda bu durumu algılayıp gerekli yerlere bildirim yapılması üzerinde durulmuştur [7]. Raspberry Pi3 mikro denetleyicisi ile yapılmış bir çalışmada da akıllı bir ev tasarımı yapılarak, bu eve anahtarsız giriş, garajın otomatik olması, aydınlatmaların otomatik olması, gaz ve su kaçaklarının algılanması gibi durumlar izlenmeye ve kontrol edilmeye çalışılmıştır [8]. Nesnelerin internetinin akıllı şebekelerde kullanımı [9], telefon şebekesi kullanılarak evlerin kapı girişlerinin ve aydınlatma durumlarının kontrolü [10], GSM şebekesi kullanılarak akıllı ev tasarımının yapılması [11], Microsoft Kinect kullanılarak engelliler için akıllı ev otomasyonunun gerçekleştirilmesi [12], IoT kullanılarak uzaktan kontrol edilebilen akıllı kapı tasarımları [13], gibi çalışmalar bulunurken, bu türde yapılan çalışmalarda yapay zekâ teknikleri kullanılarak da farklı çözüm arayışları gerçekleştirilmiştir [14-17]. Tüm bu çalışmalarda yaşam alanlarının güvenliği ve konforu artırılmaya çalışılırken, yaşlı ve engelli bireyler içinde alternatif çözüm arayışları geliştirilmeye çalışılmıştır.

Bu çalışmada Raspberry Pi4 tabanlı bir akıllı ev tasarımı gerçekleştirilmeye çalışılmış olup, çalışmanın Materyal ve Yöntem kısmında sistemin nasıl çalışacağı detaylı bir şekilde verilmiştir. Bulgular bölümünde elde edilen sonuçlara yer verilmiş, Sonuç bölümünde ise elde edilen tüm veriler doğrultusunda sistemin

çalışabilirliği, uygulanabilirliği ve kullanılabilirliği noktasındaki yorumlara yer verilmiştir.

2. MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada yaşlı bireylerin uzaktan takibinin yapılabileceği ve gerekli durumlarda müdahale imkanının sağlanabileceği bir sistem tasarımı yapılmıştır. Son yıllarda gelişen giyilebilir teknolojilerden yola çıkılarak, takibe ihtiyaç duyan kişi için tasarlanacak bileklik ile birey, gerçek zamanlı olarak kalp atış hızını ve vücut sıcaklığı gibi kaydı tutulması önemli olan bilgileri görebilecek ve bu bilgiler sisteme kaydedilebilecektir. Birey dilerse bileklik yardımı ile sağlıksal bir sorun oluşacağını hissettiğinde veya oluştuğunda bir acil durum bildirimini gönderebilecektir. Kullanılması düşünülen bu sistem ile ekiplerin hızlıca müdahale etmesi sağlanarak olası olumsuz durumların önüne geçilmesi planlanmıştır. Takibe ihtiyaç duyan bireylerin fiziksel hasar alması durumlarında ise kamera ile çözüm üretilmesi amaçlanmış, bireyin evde takip edilmesi için istenilen yere kamera yerleştirerek olası düşmeyi, bayılmayı ve nöbetleri, giyilebilir teknolojik cihazlardan alınan bilgiler doğrultusunda kontrol edip onaylayarak ilgili kişi ve kuruluşlara acil durum mesajı veya çağrısı gönderilmesi amaçlanmaktadır. Ayrıca, akciğer hastaları ve nefes almakta zorluk çeken bireyler için ortam hava kalitesini kontrol edip ortamın havalandırılması veya ortam değişikliği uyarısında bulunulması da amaçlanmaktadır. Yaşlı takibi ile birlikte güvenliği de ele alan bu sistemde kapı ve pencere gibi kontrol edilmesi unutulmuş veya bunların açık kalması durumunda kullanılacak modüller vasıtasıyla kullanıcıya internet üzerinden bir bildirim gönderilmesi yapılabilecektir. Yangın veya gaz kaçağı algılanması durumunda önce takip ihtiyacı olan bireye uyarı vererek bireyin sağlığını ve güvenliğini koruyacak ve daha sonrasında ise gerekli kişi ve kurumları haberdar ederek güvenliği en üst düzeyde tutacak bir sistem tasarımı düşünülmüştür. Bireylerin hareket zorluğu yaşamaları durumunda kapı, pencere, aydınlatma vb. cihazların uzaktan kontrol edilmesini sağlayacak sistem eklenecektir. Eğer istenirse sisteme, yetiştirilecek çiçekleri ve bahçe bitkilerini sulamak için yine uzaktan kontrol ile sulama sistemi eklenmesi mümkün olabilecektir. Özellikle yaşlılar açısından kullanım kolaylığı düşünülerek basit bir web arayüzü geliştirilip tüm verilerin basit bir

şekilde işlenmesi ve kolay okunabilir bir sistemle internete erişimi olan bir telefonun kullanılmasının yeterli olacağı bir sistem tasarımı hedeflenmiştir. Sistemin temel amacı yaşlı bireylerin de bağımsız yaşamaya çalışmalarının sağlanması ve yaşam kalitesindeki nitelik artışına katkıda bulunulmasıdır.

Teknoloji ile gelişen akıllı ve IoT cihazları evlere uyarlayarak evler daha kullanışlı ve konforlu hale getirilebilir. Gelişim ve ihtiyaç doğrultusunda yaşlıların bakımı için bu sistemler farklı biçimlerde şekillendirilebilir. Bu çalışma kapsamında yaşlı takip sistemi çerçevesinde yapılanlar şu şekilde sıralanabilir:

- Olası düşme durumları kamera yardımı ile algılanıp kontrol edilecektir.
- Tasarlanacak bileklik ile kalp atışı ve vücut sıcaklığına bağlı hastalıkların ön teşhisi sağlanarak ilgili kişi ve kuruluşlar haberdar edilecektir.
- Bayılma veya nöbet gibi hayati durumlarda kamera ve bileklikten toplanan veriler belirli kontrollerden geçerek bayılma veya nöbetin algılanması sağlanacaktır.
- Açık bırakılma riski yüksek olan kapı ve pencereler için unutulma durumunda uyarılar ile kullanıcı haberdar edilecektir.
- Akciğer ve türevi hastalıklar için kapalı ortamdaki havanın içerisinde bulunan ortam gazları ve havanın kalitesi ölçülerek eğer riskli ise erken uyarı verilmesi sağlanacaktır.
- Her evde kullanılan ve risk oluşturan doğalgaz kaçaqları algılanıp kullanıcıya ve kurumlara haber verilecektir.
- Olası yangın durumları algılanarak kurumlara haber verilerek felaketlerin önüne geçilmesi sağlanacaktır.
- Uzaktan kontrol edilebilecek solenoid kilit ile kapı kilitleme durumu kontrol edilecektir.
- Bahçe ve ev bitkilerinde değişkenlik gösterecek su pompaları ile bitkinin ihtiyacı olan nem oranına göre sulama yapılabilecektir.
- Akıllı anahtarlar sayesinde tasarruf amacıyla güneş doğuş saatine göre ev aydınlatması kontrol edilecektir.

- İnternet erişimi olan herhangi bir cihaz üzerinden (iPhone, iPad, android, mobil, bilgisayar) sistemin kontrolü sağlanacaktır.

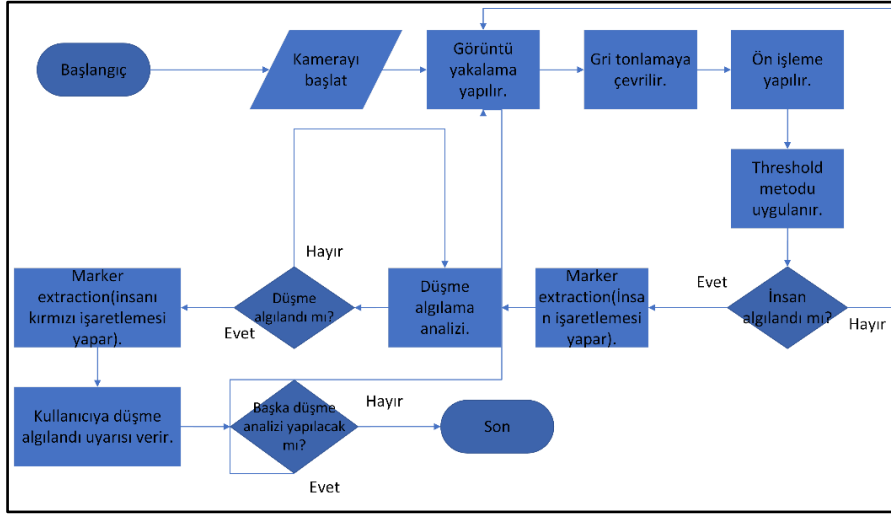


Şekil 1. Tasarlanacak olan sistemin genel konfigürasyonu

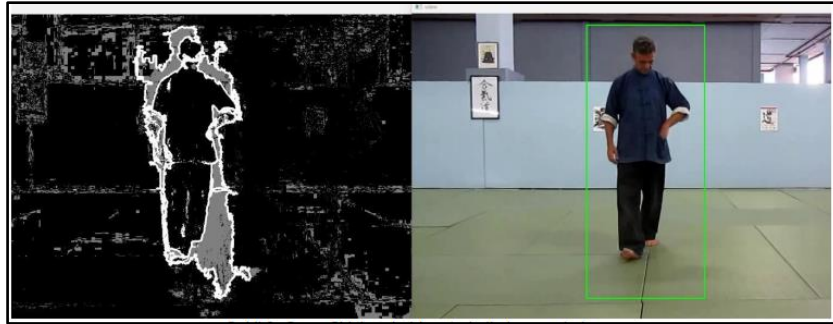
Şekil 1'de görülen yaşlı takip sistemi tasarımında kullanılması planlanan bileklik ile evin her yerinden ESP32 DevKit modülü kullanılarak Raspberry Pi ile bilgi alışverişi sağlanacaktır. Evin çeşitli yerlerine yerleştirilmesi planlanan modüller ile kontroller sağlanırken tüm modüller anlık olarak Raspberry Pi ile haberleşip modüllerden edinilen bilgiler işlenerek acil durum kontrolü yapılacaktır. Kişi mahremiyeti göz önünde bulundurularak kamera bireyin sadece dilediği odada kullanılarak düşme kontrolleri yapılacaktır, kamera bulunmayan odalarda ise bilekliğin ulaşılabilir olduğu her yerden kontrol sağlanmaya çalışılacaktır. Bireyin en çok zaman geçirdiği yere hava kalite sensörü yerleştirilerek okunan veriler Raspberry de işlenip web de yazdırılarak bireyin sağlığı ele alınacaktır. Gaz kaçağı ve yangın sensörlerinden alınan veriler Raspberry Pi'ye iletilecek ve acil durumda takip edilecek kişiye uyarı vermesi sağlanacaktır. Kapılarda ve pencerelerde bulunan reed röleler kullanılarak açık olduğunda açık kalan yere verilecek isim ile beraber bir uyarı verecektir. Hareket etmede zorluk çeken kişiler için uzaktan kontrol edilmeyi sağlayan ESP röle kartı ile ışıklandırmaların kontrolü sağlanacaktır ve yine zorluk çeken bireyler için varsa bitkilerini uzaktan sulamaları için dalgıç su pompası kullanılarak sulama sistemi geliştirilecektir. Uzaktan kontrol edilecek sistem ile bilgi alışverişi evde bulunan modem vasıtasıyla sağlanacaktır. Web görünümüne de bu sayede basit bir internet erişimi sağlanabilen herhangi bir cihaz ile bağlanabilecektir.

Raspberry Pi kamerası ile düşme algılama işleminin akış diyagramı Şekil 2’de açıklanmıştır. Kullanılan algoritma Python programlama dili ile OpenCv kütüphanesi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. OpenCv kütüphanesi ile önce hareket eden nesneli algılayarak daha sonra y-eksenindeki konumuna bakarak bir ölçüm yapılmaktadır. Geriye dönüştürülen videonun okunan her

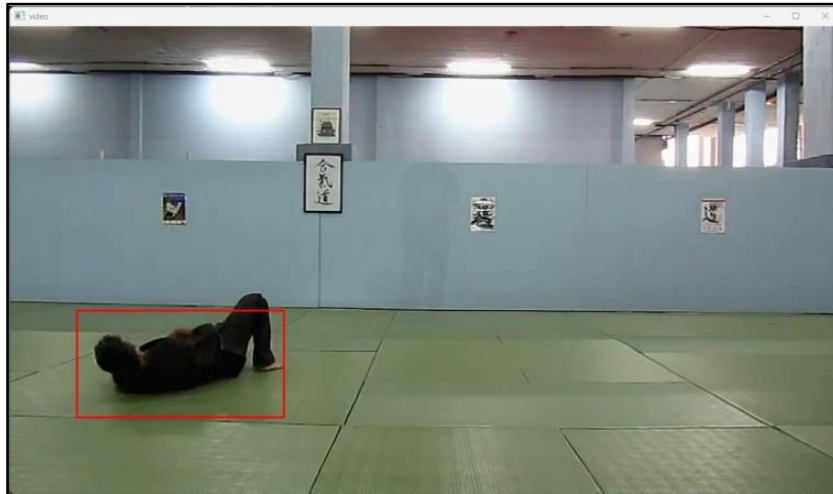
karesi için arka plan kaldırılır, Şekil 3’te görüldüğü gibi kontur bulunur ve konturlar çizilir. Konturun yüksekliği genişlikten düşükse Şekil 4’teki kullanılan görselde görüldüğü gibi kırmızı kontur çizerek düşme olabilir uyarısını verir. Yazılan algoritma bilgisayar kamerasında ve daha önce hazır olarak alınan videolarda denenmiş ve olumlu sonuçlar elde edilmiştir.



Şekil 2. Raspberry Pi ile düşme algılama akış diyagramı



Şekil 3. Open CV tereshold metodu ile insanı algılama



Şekil 4. Numpy ve OpenCv kütüphanesi ile düşen insanı algılama

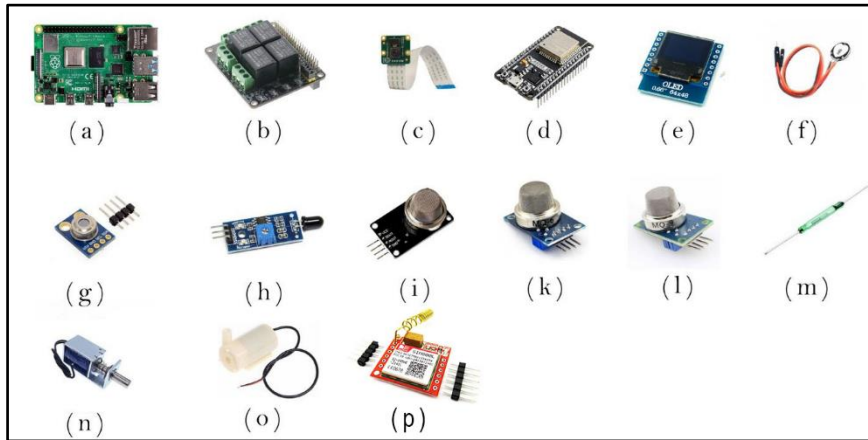
Tüm bu kamera çıktısı ve düşme algılama uyarılarını ise yine Python programlama dilinin Flask frameworkü ile yayın yapılmaktadır.



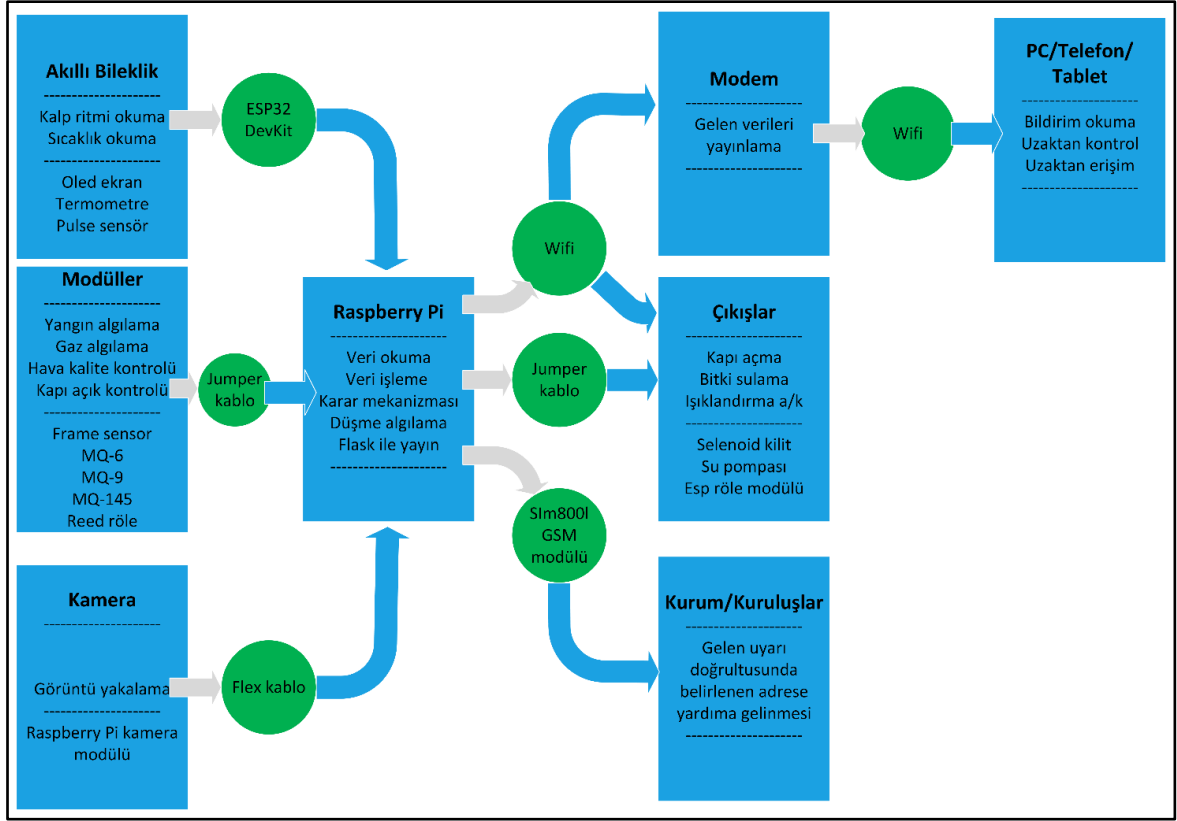
Şekil 5. Takip amaçlı tasarlanan bileklik

Şekil 5'te görünen yaşlı takip sisteminde tasarlanan bileklikte bulunacak kalp atış sensörü ve termometreden okunan veriler ESP32 DevKit ile toplanacak, veriler bir karar mekanizmasından geçerek risk durumu oluşturması durumunda depolanacaktır ve depolanan veriler web sitesi yardımıyla Raspberry Pi'ye aktarılacaktır ayrıca üzerinde bulunacak ekran ile bireye anlık verileri gösterebilecektir. Bileklikte bulunacak buton ile bireyin kendini hasta veya kötü hissetmesi durumunda bu butona basılarak, web üzerinden bir uyarı gönderilecektir. Tüm bu uygulamalar için sistem tasarımı yapılırken kullanılan malzeme listesi Şekil 6'da gösterilmiştir.

Şekil 7'de diyagram olarak gösterilen, takip sisteminin genel çalışma prensibi şu şekilde açıklanabilir. Şekil 5'de gösterilen bileklikte bulunan pulse sensör ve termometre ile veriler ESP32 DevKit ile toplanarak bağlantılı olduğu Raspberry Pi'ye web sitesi yardımıyla aktarılmaktadır. Raspberry Pi kamera modülü ile yakalanan görüntüler de flex kablo ile bağlantılı olduğu Raspberry Pi'ye bağlanarak aktarılır. Geriye kalan tüm modüllerden okunan veriler de Raspberry Pi'de işlenerek karar mekanizmalarına sokulup çıktılar alınmakta, çıktılar Flask web çerçevesinde yayınlanmak için Wi-Fi ile modeme bağlanıp internete erişimi olan cihazların erişmesi için yayın yapmaya başlamaktadır. Veriler ESP32 tarafından oluşturulan bir HTTP isteği aracılığıyla post edilmektedir. ESP32, belirli bir URL'ye verileri ileterek, bu verileri web sunucusuna aktarmakta, ardından, web sunucusu bu verileri alıp ve PHP kullanarak MySQL veri tabanına kaydetmektedir. Daha sonra, bu kaydedilen verileri alarak hazırlanan bir bildirim sayfası, web sunucusu tarafından oluşturulur ve kullanıcılara sunulur. Bu sayfa, MySQL veri tabanından çekilen verileri kullanarak ekranda gösterir. Bireyler internete erişimi olan cihazlar ile bildirim okuma, uzaktan kontrol ve uzaktan erişim gerçekleştirebilmektedir. Kullanılacak GSM modülü ile acil durumlarda kurum ve kuruluşlara çağrı bırakılıp bireysel yaşamı göz önünde bulundurarak takibe ihtiyaç duyan bireye farklı olanaklar sağlanılmaktadır.



Şekil 6. Kullanılan komponentler ve donanımlar. (a) Raspberry Pi4, (b) röle shield, (c) Raspberry Pi kamera modülü, (d) ESP32 DevKit, (e) OLED ekran, (f) pulse sensör, (g) kızılötesi termometre, (h) yangın sensörü, (i) MQ-135 hava kalite sensörü, (k) MQ-6 gaz kontrol sensörü, (l) MQ-9 karbonmonoksit sensörü, (m) reed röle, (n) selenoid kilit, (o) su pompası, (p) Sim800l GSM modülü.



Şekil 7. Sistemin çalışma prensibi

3. DENEYSEL BULGULAR

Bu çalışmada, Raspberry Pi4 ve ESP32 DevKit ile IoT teknolojisi kullanılarak düşme algılama nabız ölçme verilerinin internet ortamında saklanması ve gerekli uyarıların verilmesi incelenmiştir. Çalışmada kullanılan Raspberry Pi4 cihazı 1.5 GHz dört çekirdekli ARM Cortex-A72 CPU 64-bit SoC Broadcom 2711 işlemcili, 4GB LPDDR4 RAM, 4kp60 HEVC video, VideoCore VI Grafikleri, 5V- 3A çalışmasını destekleyen USB-C güç girişi, Gerçek Gigabit Ethernet, 2 adet mikro HDMI bağlantı portu 4K video (1 × 4K@60Hz veya 2 × 4K@30Hz), 2 adet USB 3.0 ve 2 × USB 2.0 portları, Bluetooth 5.0 BLE teknik özelliklerine sahiptir. Kullanılan iki cihazın internete erişme yeteneği ve PHP post işlemi ile MYSQL veri tabanına ekleme yapılabildiği düşünüldüğünde sınırlı bir veri tabanı olmadan veya özel bir api kullanılmadan cihazlar ile HTTP GET işlemi yapılarak web sitesine veri gönderilir. Şekil 8’de Raspberry Pi ve kamera modülü ile düşme algılama işleminin yapıldığı kod bütünü görülmektedir.

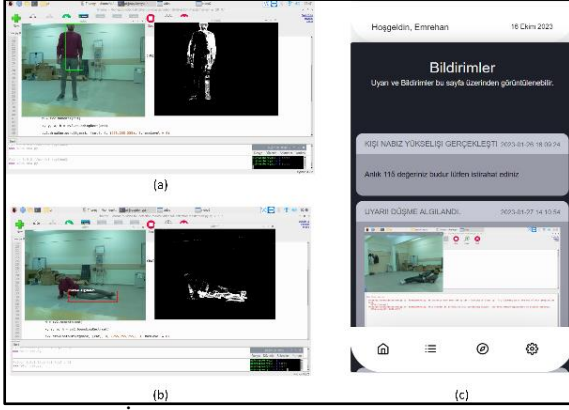
```

22 fitToEllipse = False
23 cap = cv2.VideoCapture(0)
24 time.sleep(2)
25
26 fgbg = cv2.createBackgroundSubtractorMOG2()
27 j = 0
28 ser = serial.Serial("/dev/ttyS0", baudrate=9600, timeout=1)
29
30 while 1:
31     # -----
32     ret, frame = cap.read()
33
34     # Convert each frame to gray scale and subtract the background
35     try:
36         gray = cv2.cvtColor(frame, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
37         fgbg.apply(gray)
38
39         # Find contours
40         contours, _ = cv2.findContours(fgbg, cv2.RETR_TREE, cv2.CHAIN_APPROX_SIMPLE)
41
42         if contours:
43             # list to hold all areas
44             areas = []
45
46             for contour in contours:
47                 ar = cv2.contourArea(contour)
48                 areas.append(ar)
49
50             max_area = max(areas, default=0)
51             max_area_index = areas.index(max_area)
52             cnt = contours[max_area_index]
53             M = cv2.moments(cnt)
54
55             x, y, w, h = cv2.boundingRect(cnt)
56
57             cv2.drawContours(fgbg, [cnt], 0, (255, 255, 255), 3, maxLevel=0)
58
59             if h < w:
60                 j += 1
61
62             if j > 15:
63                 # print("FALL")
64                 cv2.putText(
65                     frame,
66                     "Dusme Algilandi",
67                     (x, y),
68                     cv2.FONT_HERSHEY_TRIPLEX,
69                     0.5,
70                     (255, 255, 255),
71                     2,
72                 )
73                 cv2.rectangle(frame, (x, y), (x + w, y + h), (0, 0, 255), 2)
74                 if dusme == 0:
75                     ser.write(b"AT\r")
76                     ser.write(b"AT+CMGF=1\r")
77                     ser.write(b"AT+CMGS="+905422719182+"\r")
78                     ser.write(b"Dusme algilandi\r")
79                     ser.write(b"\x1A")
80                     pyautogui.screenshot("Fotograf_000.jpg")
81                     url = "https://emrehanbaysal.com.tr/upload.php"
82                     file_path = "Fotograf_000.jpg"
83                     files = {"fileToUpload": open(file_path, "rb")}
84                     r = requests.post(url, verify=False, files=files)
85                     os.remove("Fotograf_000.jpg")
86                     dusme = 1
87
88
89
90
91

```

Şekil 8. Düşme algılama kodları

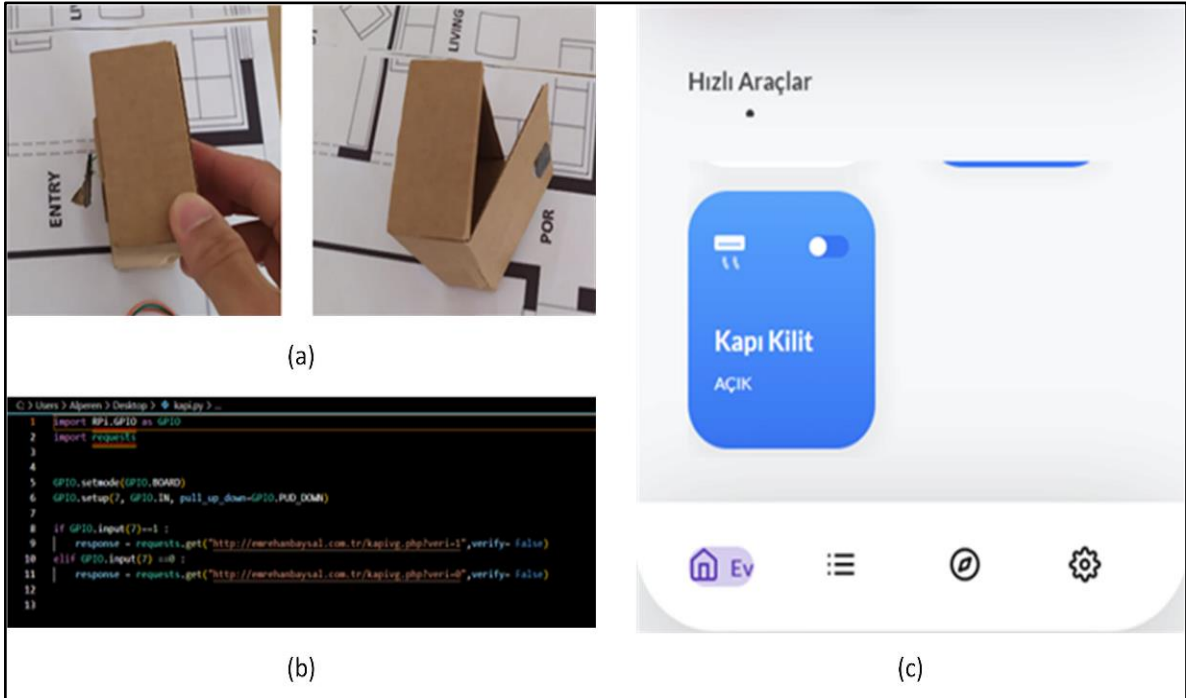
Raspberry Pi mini bilgisayar ve kamera modülü ile insan silueti arka planda algılanıp düşey ekseninde büyüklüğü bir önceki kare boyutlarını hesaplayarak düştüğünü algılamaktadır. Şekil 9a'da insanın algılandığı görülmekte ve ardından Şekil 9b'de düşen insanın çevresini kırmızı çerçeveye aldığı görülmektedir.



Şekil 9. a) İnsan algılama, b) Düşme algılama ve c) GSM modülü ile SMS gönderimi

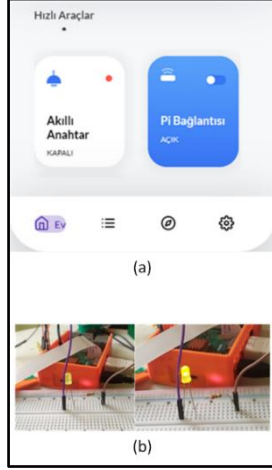
Şekil 9c'de gösterildiği gibi kullanılan GSM modülü ile belirlenen numaralara düşme algılandığına dair SMS gönderilmekte aynı zamanda hazırlanan internet sitesine restful api yardımı ile verileri göndermekte ve uyarılar ekranında düşme anının fotoğrafı ile uyarı verilmektedir.

Hazırlanan internet sitesi üzerinden Raspberry Pi4 mini bilgisayara bağlı olan Şekil 10a'da gösterilen reed röle ve Şekil 10b'de gösterilen kod bütünü ile kapıların açık olup olmadığı ve duruma göre kilitlemesinin yapılmasının uzaktan sağlanması gerçekleştirilebilmektedir. Şekil 10c'de kapının açık kaldığı bilgisi görülmektedir.



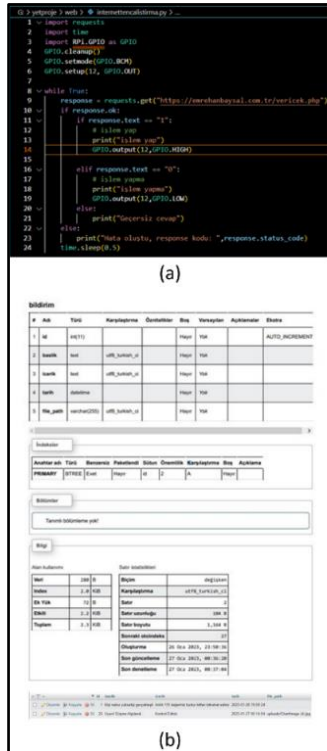
Şekil 10. a) Reed röle ile kapı kontrolü b) kapı kontrolü için kullanılan kod bütünü, c) İnternet sitesi kapı simgesi

Şekil 11a ve Şekil 11b'de gösterildiği gibi, hazırlanan internet sitesinde ana sayfa üzerinde görünen akıllı anahtar isimli simgeden ise yine restful api yardımı ile ışık kontrolü işlemini gerçekleştirilmektedir



Şekil 11. a) Işık kontrol simgesi, b) Işık kontrolü

Temelinde HTTP protokolü üzerinden haberleşen bir mimari yaklaşım kullanan API olan Restful API yardımı ile web sitesine ışık aç komutu gönderilmekte ve Raspberry Pi bunu Şekil 12a'da verilen kod sayesinde sürekli sorgulayarak ışık kontrolü yapılmaktadır. Şekil12b'de ise veri tabanı bilgileri gösterilmiştir.



Şekil 12. a) Işık kontrol kod bütünü, b) Veri tabanı bilgileri

Tüm veri tutma işlemleri internet sitesinde kullanılan MySQL veri tabanı ile sağlanmaktadır. Daha önce belirttiğimiz düşme algılanması ile belirlenen numaralara SMS gönderme işlemi, Şekil 13a'da gösterilen Sim8001 GSM modülü yardımı ile yapılmaktadır. Şekil 13b'de gösterilen tasarlanan kod bütünü ile Şekil 13c'de gösterildiği gibi, istenen numaraya istenilen mesaj bilgisi atılabilmektedir.

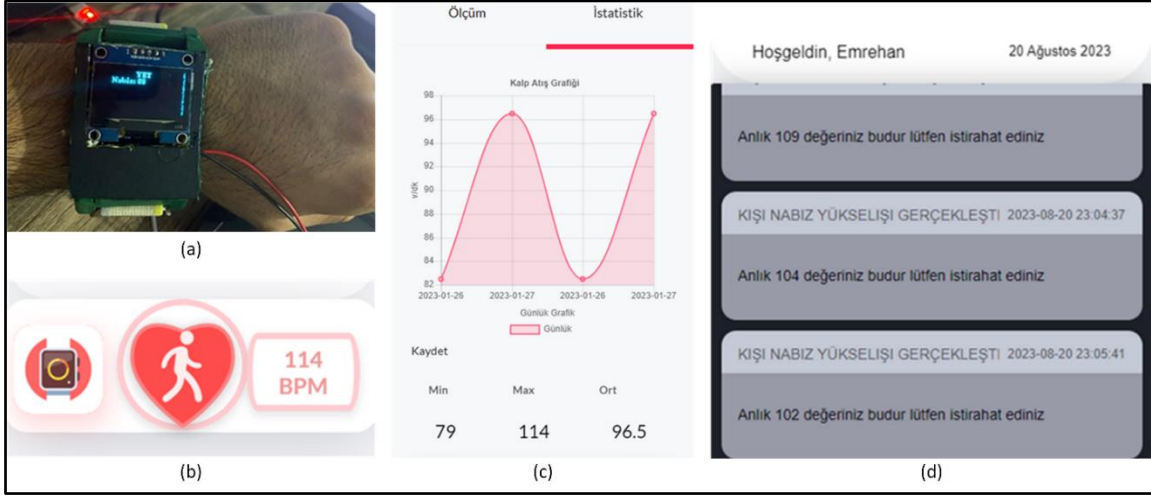


Şekil 13. a) Sim8001 GSM modülü b) Sms için tasarlanan kod bütünü ve c) İstenilen mesaj bilgisinin gönderilmesi

Projede yaşlı takibinin bir parçası olarak düşünülen ayrıca sağlık kontrolü de sağlaması planlanan takip amaçlı bileklik Şekil 14a'da gösterilmektedir. Bu bileklik ile nabız ölçümü yapılmakta olup önce belirlenen ağ grubuna bağlanmak için ekrana internet bağlantısı bekleniyor uyarısı vermektedir. Ardından internet bağlantısı başarılı olunca stabilize bir

ölçüm yapmak için 3 sn saymakta ve nabız ölçümünü ekrana yazdırmaktadır. Aynı zamanda hazırlanan internet sitesine gönderilip MySQL veri tabanına kaydedilirken ana ekranda da gösterilmektedir. Belirli zaman aralığında ölçülen nabız verisi minimum, maksimum ve ortalama olarak grafik şeklinde

bilgilendirme ve izlenmesi amacı ile Şekil 14c'de gösterilmiştir. Ayrıca gelen nabız verisi belirlenen düzeyin üzerinde ise Şekil 14d'de gösterildiği gibi, internet sitesinin hazırlanan uyarı ekranına uyarı mesajı ve o anki nabız değeri yazdırılmaktadır.



Şekil 14. a) Yaşlı bireyleri takip için tasarlanan bileklik, b) Nabız verisi c) Nabız grafiği ve d) Uyarı mesajı

Hazırlanan takip bilekliği Raspberry Pi ile aynı API sistemini kullanarak (restful API) verileri göndermektedir. Bileklik için yazılan kod bütünü Şekil 15'de gösterilmiştir.

```

getnabiz.ino  debug_custom.json
1 #include <PulseSensorPlayground.h>
2 #include <WiFi.h>
3 #include <HTTPClient.h>
4 const char* ssid = "alp";
5 const char* password = "asd123456";
6 int PulseSensorPurplePin = 34;
7 int Signal;
8 int Threshold = 2200;
9 void setup() {
10   Serial.begin(9600);
11   WiFi.begin(ssid, password);
12   while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
13     delay(1000);
14     Serial.println("Connecting to WiFi..");
15   }
16   Serial.println("Connected to the WiFi network");
17 }
18
19
20 void loop() {
21
22   Signal = analogRead(PulseSensorPurplePin);
23   if(Signal>1800){
24     Signal=Signal-1800;
25   }
26   Serial.println(Signal);
27   if ((WiFi.status() == WL_CONNECTED)) {
28     HTTPClient http;
29     http.begin("https://emrehanbaysal.com.tr/pdo.php?nabiz="+ String(Signal));
30     int httpCode = http.GET();
31     if (httpCode > 0) {
32       String payload = http.getString();
33       Serial.println(httpCode);
34       Serial.println(payload);
35     }
36     else {
37       Serial.println("Error on HTTP request");
38     }
39     http.end(); //Free the resources
40   }
41   delay(10000);
42 }

```

Şekil 15. Tasarlanan bileklik kod bütünü

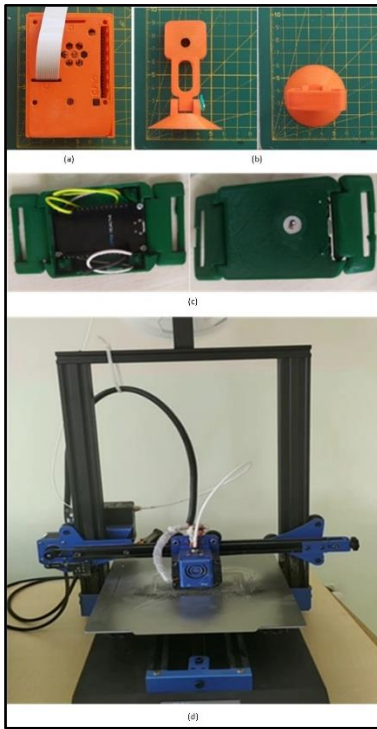
Tasarlanan bu sistem sayesinde hem ev otomasyonu kolaylığı hem de yaşlı veya takibe muhtaç bireylerin yaşam kolaylığı ve takip edilebilirliğinin artırılması amaçlanmış olup, bireylerin büyük sağlık sorunu ve kazaların oluşması ön görülerek erken müdahalenin sağlanması düşünülmektedir.

Proje esnasında kullanılan ve Şekil 16a'da gösterilen Raspberry Pi koruma kabı, Şekil 16b'de gösterilen kamera modülü için sabitleme aparatı ve Şekil 16c'de gösterilen bileklik gövdesi, Şekil 16d'de gösterilen Two Trees Bluer 3d yazıcı ile PLA filament kullanılarak baskıları alınmıştır.

Literatürde akıllı ev tasarımlarına yönelik yapılmış bazı akademik çalışmaların mukayesesi Çizelge 1'de verilmiştir. Çizelge 1 incelendiğinde benzer problemlere çözüm arandığı, çözüm arama sürecinde farklı teknolojilerin test edildiği, amaç olarak akıllı ev tasarımlarının konforunu artırmaya yönelik çalışmalar yanında daha çok yaşlı, hasta veya engelli bireylerin hem takiplerinin yapılabilmesi hem de buldukları ortamlarda yaşam konforlarının artırılmasının amaçlandığı görülmektedir.

Çizelge 1. Akıllı ev tasarımlarına yönelik literatürde yapılmış bazı çalışmaların mukayesesi

Ref	Kontrol Sistemi	Kullanılan Sensörler	Amaç
8	PIC16F877A	Hareket	Yaşlı ve hasta bireylerin takibi
7	MSP432	Işık, hareket, duman, gaz, nem	Akıllı ev konforunu artırma, hasta takibi
9	Raspberry Pi3	Işık, nem, hareket, sıcaklık, titreşim	Yaşlı ve engelli bireylerin ev hayatını kolaylaştırma
11	16F628	-	Akıllı evlerin uzaktan kontrolü
12	PIC18F4550	-	Akıllı evlerin uzaktan kontrolü
17	Raspberry Pi3	-	Uzaktan lamba ve kamera kontrolü
Bu Çalışma	Raspberry Pi4	Işık, nem, gaz, hareket, nabız, sıcaklık	Engelli ve yaşlı bireylerin takibi ve onlara yönelik akıllı ev tasarımı



Şekil 16. Raspberry pi kabı, b) Raspberry pi kamera modülü için sabitleme aparatı, c) Bileklik gövdesi ve d) bunların üretildiği 3D yazıcı.

4. SONUÇ

Bu çalışmada yaşlı ve engelli bireylere yönelik akıllı bir ev takip sistemi yapılmaya çalışılmış ve test edilmiştir. Bu amaçla bu çalışmada yaşlıların bileğine takılacak bir bileklik ile nabız değeri algılanmış, kamera kullanılarak da mahrem alanlar dışarısında düşme durumunun algılanmasına çalışılmıştır. Ev içerisinde ihtiyaç duyulan kontrollerin uzaktan otomatik olarak yapılabilmesi için gerekli tasarımlar yapılmıştır. Ayrıca bir WEB arayüzü tasarlanarak kullanım kolaylığı sağlanmıştır. GSM modülü ile desteklenen yapı sayesinde olumsuz bir durum yaşanması halinde yaşlı bireyin yakınları veya kurumların SMS ile haberdar edilmesi amaçlanmıştır. Temel konfigürasyon üzerine yeni modüller eklenerek sistemin daha fonksiyonel hale getirilmesi mümkündür. Bileklik, Raspberry Pi ve kamera için kılıflar 3D yazıcı kullanılarak üretilmiştir. Yaşlı kimselerin huzurevi veya bakım evleri yerine kendi evlerinde hayatlarını sürdürmeleri yaşam kalitelerine olumlu katkılar sunabilecektir. Bu nedenle bu tür tasarımların daha fonksiyonel bir şekilde tasarlanmaları ve yaşlıların kullanabileceği kolaylıkta bir formata dönüştürülmeleri gerekmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma TÜBİTAK tarafından, “2022 Yılı 2.Döneminde 2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Desteği” kapsamında “Raspberry Pi Kullanarak Yaşlı Takip Otomasyon Sistem Tasarımı” proje başlığı ile desteklenmiştir. Bu çalışmadaki projenin gerçekleştirilmesinde bize yardımlarını esirgemeyen Öğr. Gör. Bahtiyar USLU’ya teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

1.Yumurtacı, M., Keçebaş, A., “Akıllı Ev Teknolojileri ve Otomasyon Sistemleri”, 5. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu (IATS’09), Karabük, 2009.

2.Ageing, World Health Organization, https://www.who.int/health-topics/ageing#tab=tab_1 August 21, 2023.

3.Pal, D., Funilkul,S., Charoenkitkarn N., Kanthamanon, P., "Internet-of-Things and Smart Homes for Elderly Healthcare: An End User Perspective," in IEEE Access, Vol. 6, Pages 10483-10496, 2018.

4. Majumder, S., Aghayi, Emad., Noferesti, M., Memarzadeh-Tehran, H., Mondal, T., Pang, Z., Deen, M., "Smart homes for elderly healthcare Recent advances and research challenges", *Sensors*, Vol 17, Issue 11 Pages1-32, 2017.
5. Küdür Çirpan, F., Atalan Özlen, N., Gürer, A., "Yaşlı Bakım Hizmetleri", *Journal of Health Services and Education*, Cilt 3, Sayı 1, Sayfa 1-6, 2019.
6. Koçak, Ç. ve Kırbaş, İ., "Arduino tabanlı prototip akıllı ev sistemi tasarımı", AB'16- XVIII. Akademik Bilişim Konferansı. Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın, 2016.
7. Koçyigit, Y., Sine, Ö., "İnternet üzerinden kontrol edilen tam otomasyonlu akıllı ev sistemleri için örnek bir uygulama", *DÜMF Mühendislik Dergisi*, Cilt 11, Sayı 2, Sayfa 521-532, 2020.
8. Küçüköner, E. M., Yavuz, E., "Yaşlı ve engelli hastalar için uzaktan takip sistemi", *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, Cilt 4, Sayı 2, Sayfa 99-104, 2016.
9. Yüzgeç, U., Aba, Ö., "Raspberry Pi Kullanılarak bir Akıllı Ev Uygulaması Geliştirilmesi", *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, Cilt 4, Sayı 1, Sayfa 21-29, 2017.
10. Taşkesen, E., Üren, R., Üren, S., "Nesnelerin İnterneti (IoT) ve Akıllı Şebekeler: IoT Cihazları Akıllı Şebekeler İçin Kullanımı", *International Journal of Advanced Natural Sciences and Engineering Researches*, Cilt 7, Sayı 4, Sayfa 43-49, 2023.
11. Bekçibaşı, U., Tenruh, M., "Telefon Şebekesi Üzerinden Şifre Güvenlikli Akıllı Ev Kontrol Sistemi", *Akademik Bilişim'11- XIII. Akademik Bilişim Konferansı*, Malatya, 2011
12. Kardaş, Y., Özerdem, M. S., "GSM kontrollü akıllı ev uygulaması", *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi*, Cilt 6 Sayı 1, Sayfa 9-1, 2015.
13. Alaçakal, İ., Doğan, H., "Nesnelerin İnterneti Tabanlı Akıllı Kapı Uygulaması", *Türk Bilim ve Mühendislik Dergisi*, Cilt 5, Sayı 1, Sayfa 21-28, 2023.
14. Kantekin, U., Aytekin, U., Uzunoğlu, C. P., Çekli, S., "Engelliler için Akıllı Ev Otomasyon Sistemi", *Tıp Teknolojileri Ulusal Kongresi*, Nevşehir, 2014.
15. Güneş, H., Orta, E., Akdaş D., Akıllı Evlerde Kullanılan Yapay Zekâ Teknikleri için Simülasyon Geliştirilmesi / *GU J Sci, Part C*, Cilt 7, Sayı 3, Sayfa 554-563, 2019.
16. Akır, D., Tepe, C., Odabaş, M. S., "Akıllı Ev Sistemlerinde Yapay Zekâ Kullanımı Üzerine Bir Değerlendirme" *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Mühendislik Bilimleri ve Teknolojisi Dergisi*, Cilt 2 Sayı 2, Sayfa 185-204, 2022.
17. İlbahar, F., Ünal, Ş., Karakaya, A. T., Eren, B., "Akıllı ev sistemleri üzerine bir model önerisi" *Bilişim Teknolojileri Online Dergisi*, Cilt 12 Sayı 45, Sayfa 90-105, 2021.