

IoMT-Tabanlı RFID Tıbbi Cihaz Anamnez Sistemi

İrfan Kurt¹, Faruk Aktaş^{1*} ve Mustafa Hikmet B. Uçar²

¹Biyomedikal Mühendisliği Bölümü, Kocaeli Üniversitesi, Türkiye

²Bilişim Sistemleri Mühendisliği Bölümü, Kocaeli Üniversitesi, Türkiye

*(faruk.aktas@kocaeli.edu.tr)

Özet – Tıbbi cihazların takibi, sağlık sistemi içinde büyük öneme sahiptir. Özellikle hasta güvenliğinin, mevzuata uygunluğun ve genel sağlık hizmeti verimliliğinin sağlanmasında kritik bir bileşen olarak hizmet etmektedir. Bilinçsiz kullanılan tıbbi cihazlar, hastaneler ve kişiler için hem ekonomik hem de zaman kayıplarına yol açmaktadır. Bu çalışmada, radyo frekans tanımlama ile (Radio Frequency Identification - RFID) medikal nesnelerin interneti (Internet of Medical Things - IoMT) tabanlı tıbbi cihaz takip sistemi önerilmektedir. Önerilen sistem ile tıbbi cihazların gerçek zamanlı takibi, izlenmesi ve yönetimi ile hastanelerin tıbbi cihaz yönetimiyle ilgili zorluklara kapsamlı bir çözüm sunulmaktadır. Önerilen sistem ile hasta güvenliğinin, operasyonel verimliliğin artırılması, sağlık hizmeti sunumunda ve genel maliyet etkinliğine katkıda bulunması hedeflenmektedir. Önerilen cihaz takip sisteminde, hastane envanterinde yer alan tıbbi cihazlar için bir RFID etiket tanımlanarak birer kimlik verilmektedir. Cihaz ile ilgili yapılacak tüm işlemlerde öncelikle bu etiketin okutulması gerekmektedir. Böylece, tıbbi cihazlarda yapılan tüm işlemler RFID etiketler sayesinde MS Access veri tabanında kayıt altında tutulmaktadır. Geliştirilen uygulama ile tıbbi cihazları en son hangi personelin ne zaman aldığı bilgisi de olacaktır. Bu şekilde hastanelerde yaşanan en büyük problemlerden biri olan sınıf I, sınıf IIa, sınıf IIb ve sınıf III cihazların kaybolma sorunu da ortadan kalkacaktır. Önerilen sistem, RFID etiketleri, RFID okuyucular, IoMT Platformu, Veri tabanı, ağ altyapısı bileşenlerinden oluşmaktadır. IoMT tabanlı olarak geliştirilen bu sistemin tasarımında RFID-RC522 modülü içeren Arduino UNO kullanılırken geliştirme ortamı olarak Visual Studio ve Arduino IDE kullanılmıştır.

Anahtar Kelimeler – Medikal Nesnelerin İnterneti, Tıbbi Cihaz, RFID, Tıbbi Cihaz Anamnezi, Takip Sistemi, Sağlık Bilişimi

I. GİRİŞ

Günlük hayatta ve iş dünyasında birçok sistem akıllı nesnelerin temelde olduğu standartlardan oluşmaktadır. Bağlantı, akıllı cihazlar, gerçek zamanlı veri gibi birçok konu günümüzün en popüler konuları arasında yer almaktadır. Bunlarla beraber nesnelerin interneti (Internet of Things – IoT) teknolojisi hızla büyüyen bir endüstri haline almaktadır. Bu yılın sonuna kadar internete yeni bağlanacak 13,1 milyar akıllı cihaz ile mevcut kurulu cihazların sayısının 42,62 milyara ulaşacağı öngörülmektedir [1].

Tıbbi cihazlar hastalık teşhislerinde ve tedavilerinde önemli bir rol oynamaktadır. Kullanılan tıbbi cihazın kalitesi ve bu cihazların sorunsuz çalışması, doktorların hastalıkları teşhis

etmesinde ve daha sonraki tedavi aşamasında büyük kolaylıklar sağlamaktadır. Bu sebeplerden dolayı tıbbi cihazların bakımlarının düzenli olarak yapılması ve bu bakımların düzenli yapıldığının kaydedilmesi ve denetlemesi oldukça önem arz etmektedir [2].

Akıllı cihazların bazılarının maliyetleri göz ardı edilebilirken bazı cihazların maliyetleri sanılandan daha fazla olabilmektedir. Akıllı cihazların veya nesnelerin kaybolması, arıza takiplerinin zor olması ve cihazların günlük kontrollerinin aksatılması, kişileri ve kurumları maliyet açısından zor duruma sokabilmektedir. Yaşanabilecek sıkıntılar insan hayatı için çok önemli olan tıbbi cihazlar için daha da büyük önem arz etmektedir.

Tıbbi cihazların envanterinin takibi ve bakım onarım bilgilerinin kayıt altında tutulması hayati önem arz etmektedir. Özellikle hastane içerisinde yer değiştiren cihazların kolay bulunabilir olması oldukça önemlidir. Envanter takibi ve bakım onarım kayıtlarının tutulması ile ilgili yapılacak arayüz tasarımlarının oldukça detaylı hazırlanması gerekmektedir. Tutulacak kayıtlar, hastanelerde çok sık yaşanan hukuki süreçler için de bir kanıt olarak sunulabilmektedir

Envanter takibinin yapılmadığı yerlerde; özellikle hastane içerisinde yer değiştiren malzemelerin ve cihazların bulunma süreçlerinde yaşanan zaman kaybı ile ilgili birçok olumsuz durum ortaya çıkabilmektedir. Örneğin; hemşireler hastane içerisinde tekerlekli sandalye veya IV infüzyon pompası arama süreçlerinde oldukça büyük zaman kaybı yaşayabilmektedir. Ayrıca bazı ameliyatlara kritik bir ekipman parçası bulunamamasından dolayı gecikebilmektedir. Bu durumların ortadan kalkması için özellikle büyük hastanelerde bulunan ve yüzlerce ürünün yönetiminde kullanılan envanter ve bakım onarım takip sistemleri verimliliği artırarak, zamandan ve mevcut maliyetlerden ciddi tasarruf sağlamaktadır. Bu sistemler hem zamandan tasarruf sağlamakta hem de lokasyonu tespit edilemeyen ürünlerin gereksiz yere tekrar satın alınmasının önüne geçmektedir. Envanter takibi aynı zamanda hasta güvenliğine de katkıda bulunmaktadır. Ameliyat için gerekli olan cerrahi malzemelerin ameliyat öncesi, ameliyat sonrası ve sonrasında yapılan sayımlarında kullanıcı hatasından dolayı hatalar meydana gelebilmektedir. Oluşan hatalar genellikle, yanlış hazırlanan cerrahi alet listeleri, yetersiz personel ve zaman baskısından beslenmektedir. Manuel sayım, hem ameliyathanenin gereksiz meşgul edilmesine ve ayrıca bakım kalitesinin düşmesine sebep olabilmektedir.

Bu çalışmada, tıbbi cihazların kaybolmasının önlenmesi, arıza takibinin yapılması, günlük kontroller ve kalibrasyon gibi tıbbi cihazlar için hayati öneme sahip işlemlerin takip edilmesi için bir sistem tasarlanmıştır. Ayrıca, sistem üzerinde kalibrasyon ve kontrol işlemlerinin hangi yolla yapıldığı, kimin hangi yöntemi uyguladığı bilgileri de tutulmaktadır. Çalışma, hastanede çalışan teknik sorumlular ve tıbbi cihaza erişimi olan tüm hastane çalışanlarının yaşadığı problemleri en aza indirmek amacıyla gerçekleştirilmiştir.

Anamnez (hasta öyküsü), doktorların hastaya teşhis koyma amaçlı sorduğu sorular sonucu elde ettiği bilgilerdir. Anamnez kelimesi kullanılırken genellikle hasta olan kişilere atıfta bulunulmaktadır. Bu çalışmada gerçekleştirilen sistem ile tıbbi cihazların daha önce geçirdiği bakım ve onarım işlemleri, bu işlemlerin hangi tarihlerde yapıldığı, daha önce kullanılmışsa hangi personeller tarafından hangi tarihlerde kullanıldığı gibi bilgiler tutulduğu için anamnez kelimesi ile tıbbi cihazlara atıfta bulunulmaktadır. Hasta öyküsü gibi tıbbi cihaz öyküsünün çıkarılmasının da özellikle hastanelerin envanterlerinde yer alan cihazların takibi ve bakım süreçlerinin de oldukça önemlidir. Dolayısıyla çalışmanın bütçe planlaması açısından da çok değerli olacağı değerlendirilmektedir. Tıbbi cihazlarda yaşanması olası kronik veya sürekli arızaların daha önce nasıl bir yol ile onarıldığı bilgisi ilgili personel tarafından görülebilmektedir. Böylelikle onarım veya bakım personeli, cihazın onarımı ile ilgili farklı bakış açıları geliştirerek, onarımı imkansız gibi gözükken cihazı kurtarılabilir ve böylelikle tıbbi cihazın imhası önenebilecektir. Hastane içerisinde yer değiştirecek cihazların, hangi personel tarafından hangi tarihte ve hangi saatte alındığı bilgisi radyo frekans tanımlama (Radio Frequency Identification- RFID) teknolojisi ile kayıt altına alınmaktadır. Böylelikle cihazların kaybolma durumları da büyük ölçüde engellenmiş olmaktadır. Geliştirilen sistemde toplanan tüm veriler bir veri tabanında toplanmaktadır. Böylelikle veriler hem denetlenebilir olmakta hem de insanlar için olan hasta öyküsü (anamnez) kavramı tıbbi cihazlara da kazandırılmaktadır.

Literatürde, RFID teknolojisi kullanılarak geliştirilmiş birçok tıbbi cihaz envanter takip sistemi bulunmaktadır [3]-[6]. Bu çalışmada daha önce yapılmış çalışmalardan farklı olarak, tıbbi cihazların envanter takibinin yanı sıra bakım, onarım ve kullanım bilgileri de kayıt altına alınmıştır. Tıbbi cihazları sisteme kaydetmek için RFID teknolojisi kullanılmıştır. RFID okuyucudan gelen bilgileri okumak için Arduino UNO kartı kullanılmıştır. RFID okuyucu tarafından okunan RFID etiket verileri seri porta yazıldıktan sonra Visual Studio programı üzerinden gerekli olan bilgiler Microsoft Access veri tabanına yazılmaktadır.

Bildiri metni şu şekilde organize edilmiştir. Bölüm 2’de sistemin tasarımı ile ilgili bilgiler

sunulmaktadır. Son bölümde ise çalışma ile ilgili değerlendirmelerin yapıldığı sonuç kısmı bulunmaktadır.

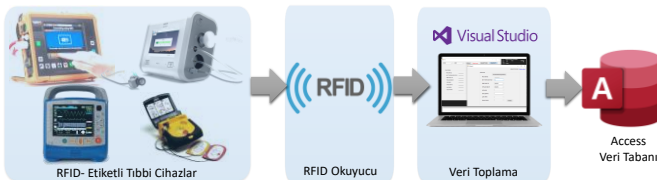
II. MATERYAL VE YÖNTEM

Önerilen sistemin ana bileşenleri, RFID etiketleri, RFID okuyucu, medical nesnelere internet platformu (Internet of Medical Things – IoMT), veritabanı ve ağ altyapısıdır. IoMT tabanlı olarak geliştirilen bu sistemin tasarımında RFID-RC522 [7] modülü içeren Arduino UNO [8] kullanılırken geliştirme ortamı olarak Visual Studio ve Arduino IDE kullanılmıştır. Şekil 1’de önerilen IoMT-tabanlı RFID tıbbi cihaz anamnez sisteminin genel yapısı görülmektedir.



Şekil 1. Önerilen IoMT-tabanlı RFID tıbbi cihaz anamnez sisteminin genel yapısı

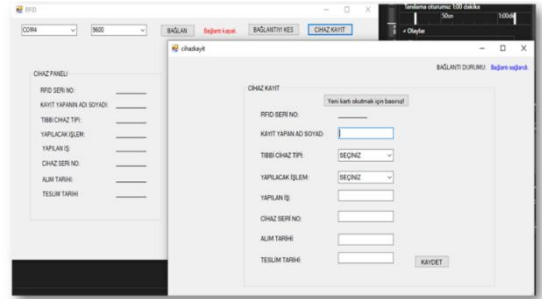
Gerçekleştirilen sistem sınıf I (vücuda girmeyen veya vücutla temasta bulunmayan tıbbi cihazlar), sınıf IIa ve sınıf IIb (vücut ile temas eden invazif veya implant edilebilen tıbbi cihazlar) ve sınıf III (yaşayan organların fonksiyonunu etkileyen tıbbi cihazlar) tipi tıbbi cihazlara uygun olarak geliştirilmiştir [9]. Şekil 2’de tasarlanan sistemin çalışma mimarisi görülmektedir.



Şekil 2. Önerilen IoMT-tabanlı RFID tıbbi cihaz anamnez sisteminin çalışma mimarisi

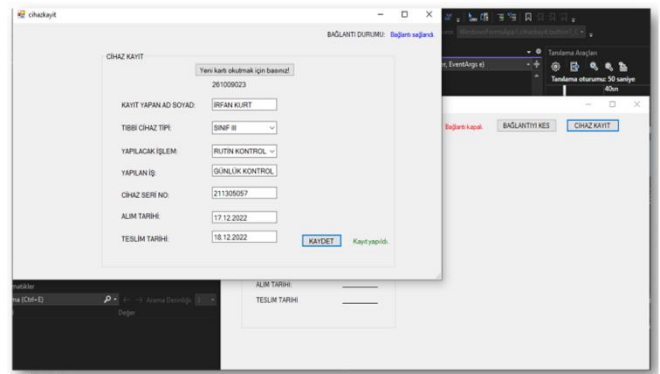
Çalışmada, sisteme tanımlanmak istenen her bir cihaz üzerine bir RFID etiketi yerleştirilmiştir. Cihaz üzerinde bulunan RFID etikete Arduino

UNO kartına bağlı RFID okuyucu yaklaştırılarak kartın elektronik ürün kodu (Electronic Product Code- EPC) okunmaktadır. Okunan EPC kodu seri porta yazılmaktadır. Visual Studio [10] ortamında geliştirilmiş arayüz ile seri porttan okunan EPC bilgisine göre cihaza ait veri girişleri sayfası açılmaktadır. Visual Studio ile hazırlanan ve ekran görüntüsü Şekil 3’te yer alan arayüze giriş yapılmaktadır. Şekilde görüldüğü gibi, geliştirilen arayüzde kayıt altında alınan parametreler, “RFID Seri No”, “Tıbbi Cihaz Tipi”, “Cihaz Seri No”, “Cihaz Alım Tarihi” ve “Cihaz Teslim Tarihi” alanlarından oluşmaktadır. Ayrıca işlem yapan personel bilgisi de sistemde kayıt altına alınmaktadır.



Şekil 3. Önerilen IoMT-tabanlı RFID tıbbi cihaz anamnez sisteminin kullanıcı arayüz tasarımı

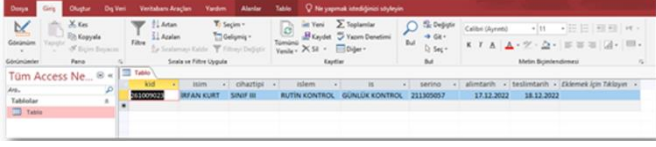
Geliştirilen arayüze Şekil 4’te görüldüğü gibi istenilen tüm bilgilerin eksiksiz girilmesi gerekmektedir. Sistemin sürekliliği, sürdürülebilirliği ve doğruluğu için yukarıdaki işlemlerin yapılması gereklidir.



Şekil 4. Geliştirilen arayüze bilgi girişinin yapılması

Visual Studio ortamında geliştirilen arayüze girilen bilgiler, sistem kaydı için geliştirilen Microsoft Access [11] veri tabanına gönderilmektedir. Şekil 5’te arayüzden girilen bilgilerin veri tabanındaki kayıtlı hali görülmektedir. Bütün bilgilerin veri tabanına girilmesiyle birlikte ilgili cihaza ait tüm bilgilere

sürekli erişim mümkün olmaktadır. Sisteme girilmiş tüm bilgilere ilgili cihaza ait RFID etiket okutularak istenildiği zaman erişilebilmektedir. Veri tabanındaki bilgiler yaşanabilecek herhangi bir hukuki süreç için belge niteliği taşımaktadır.



Şekil 5. MS Access veri tabanı arayüzü

III. SONUÇLAR

Bu çalışmada hastanelerde bulunan tıbbi cihazların hem kaybolmalarının önüne geçmek hem de geçirdikleri tüm bakım onarım süreçlerini kayıt altına almak için IoMT tabanlı bir sistem geliştirilmiştir. Geliştirilen sistem ile genellikle hasta kişilere atıfta bulunarak yapılan anamnez (hasta öyküsü) işlemi tıbbi cihazlara kazandırılmıştır. Tıbbi cihaz anamnezi ile tıbbi cihazın daha önce geçirdiği tüm bakım ve onarım işlemleri, tıbbi cihazın tüm hastane içi ve dışı yer değiştirme işlemleri ve bu işlemleri kimlerin yaptığı kayıt altına alınmaktadır. Cihazın arıza verdiği durumlarda, cihazın geçmiş bilgilerine erişilerek, yapılacak onarımla ilgili bir fikre sahip olunabilmektedir. IoMT tabanlı geliştirilen sistemin donanım kısmında içerisinde Atmega328P mikrodenetleyicisi olan Arduino UNO geliştirme kartı ve RFID-RC522 modülü, yazılım kısmında ise Visual Studio ve Microsoft Access veri tabanı kullanılmıştır. RFID etiket ve okuyucu ile veri alışverişi yapılarak tıbbi cihazlar ile ilgili tüm bilgilerin veri tabanına aktarılması ve bu bilgilerin düzenli ve güvenilir şekilde kaydedilip denetlenmesi sağlanmıştır. İlgili personel kendi kimlik verilerini girerek yaptığı işlemleri tarihleriyle beraber sisteme işleyip tıbbi cihaz için bir veri seti oluşturmuştur. Sistemin doğru ve güvenilir çalışması için her yapılan işlemin ardından aynı şekilde veri işlenmesi gerekmektedir. Bu şekilde sistemin sürdürülebilirliği korunmuş olmaktadır. Herhangi bir tıbbi cihaza işlem yapılmadan önce RFID etiket okutma zorunluluğu bulunmaktadır. Bu işlem sayesinde, ilgili personelin ne tür işlem yaptığı ve cihazın daha önce kim tarafından kullanılmakta olduğu tarihleriyle beraber kayıt altına alındığından, cihazın kaybolma ve ortaya çıkabilecek kronik arıza sorunları ortadan kaldırılmıştır.

KAYNAKLAR

- [1] (2023) Techjury website [Online]. Available: <https://techjury.net/blog/how-many-iot-devices-are-there/>
- [2] (2023) Medimagazin website. [Online]. Available: <https://medimagazin.com.tr/guncel/bakimsiz-medikal-cihazlar-teshis-ve-tedavi-icin-risk-olusturuyor-65404>.
- [3] S. Sun, J. Hu, Y. Cao and W. Zhou, "Discussion on the Application of RFID Technology in Medical Waste Management," *2019 10th International Conference on Information Technology in Medicine and Education (ITME)*, Qingdao, China, 2019, pp. 120-124, doi: 10.1109/ITME.2019.00037.
- [4] B. Rodrigues, E. J. Scheid, J. Willems and B. Stiller, "PMD-Track: Portable Medical Devices' Real-time Inventory and Tracking," *2022 17th Wireless On-Demand Network Systems and Services Conference (WONS)*, Oppdal, Norway, 2022, pp. 1-4, doi: 10.23919/WONS54113.2022.9764549.
- [5] P. H. Frisch, "RFID in Today's Intelligent Hospital Enhancing Patient Care & Optimizing Hospital Operations," *2019 IEEE International Conference on RFID Technology and Applications (RFID-TA)*, Pisa, Italy, 2019, pp. 458-463, doi: 10.1109/RFID-TA.2019.8892070.
- [6] A. Bochem, A. Abugabah and A. A. Smadi, "Smart RFID application in health care: Using RFID technology for smart inventory and logistic systems in hospitals," *2022 45th Jubilee International Convention on Information, Communication and Electronic Technology (MIPRO)*, Opatija, Croatia, 2022, pp. 18-23, doi: 10.23919/MIPRO55190.2022.9803807.
- [7] (2023) ElectroDuino website. [Online]. Available: <https://www.electroduino.com/what-is-rfid-rc522-module-how-does-it-work/>
- [8] (2023) The Arduino website. [Online]. Available: <https://docs.arduino.cc/resources/datasheets/A000066-datasheet.pdf>
- [9] (2023) Tıbbi Cihaz Yönetmeliği website. [Online]. Available: <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=38657&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5>
- [10] (2023) Visual Studio website. [Online]. Available: <https://visualstudio.microsoft.com/>
- [11] (2023) Microsoft Access website. [Online]. Available: <https://database.guide/what-is-microsoft-access/>