

RFID VE SENSOR DESTEKLİ AKILLI EV SİSTEMİ

Siyar Öztürk¹, Mehmet Suleyman Unluturk¹

¹İzmir Ekonomi Üniversitesi, Mühendislik ve Bilgisayar Bilimleri Fakültesi,

Yazılım Mühendisliği Bölümü, Sakarya Caddesi, Balçova, İzmir

1. ÖZET

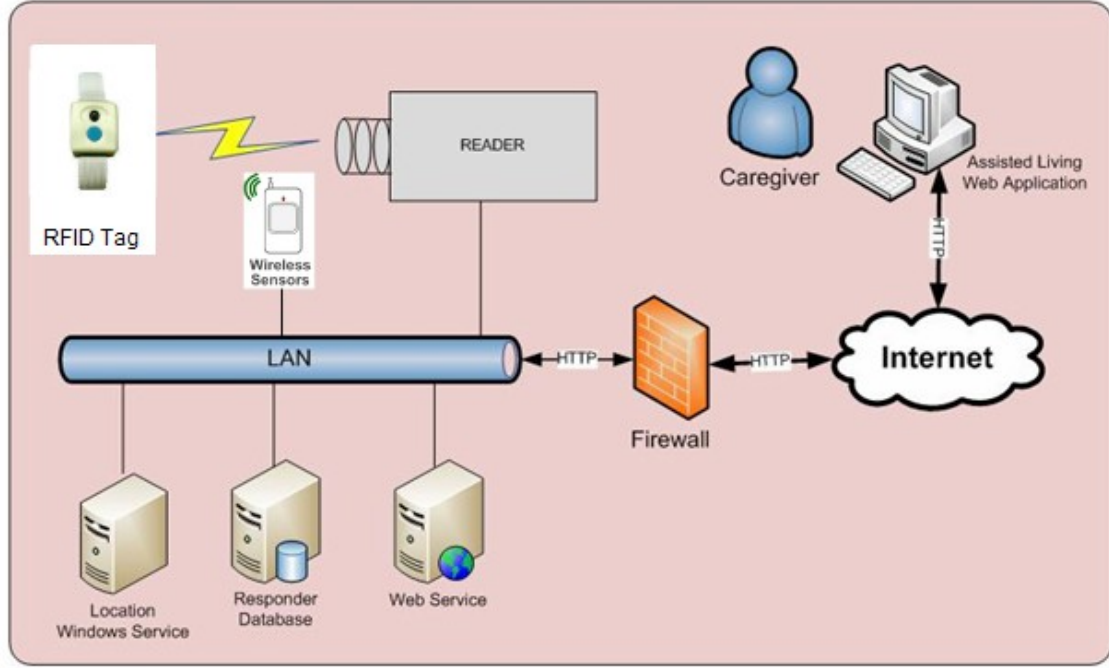
Dünyada 6.9 milyar insanın yaşadığı tahmin edilmekte ve 2013 yılı sonunda dünya nüfusunun 15%'inin 60 yaş ve üzerinde olması beklenmektedir. Avrupa'nın en genç nüfusuna sahip olan ülkemizde, 2030 senesinde nüfusunun 30%'unun 60 yaş ve üzerinde olacağı tahmin edilmektedir. Bu durum, Türkiye'deki hastahanelerin yükünü azaltabilmek amacıyla yaşlı nüfusun evlerinde bakılmasını zorunlu hale getirmektedir. Bundan dolayı, yaşlı nüfusun evlerinde bakılabilmesine yardımcı olacak teknolojilerin kullanımı ve geliştirilmesi önem arz etmektedir. Bu araştırmamızda, yaşlı ve bakıma gereksinim duyan kişilere en rahat ettikleri yer olan evlerinde yardımcı olmak amacıyla, mevcut kablosuz haberleşme ve bilgisayar teknolojilerini (Radyo Frekansı ile Tanımlama Teknolojisi) ev ağı içerisine entegre edilmesi planlanmaktadır. Bu şekilde, bu yaşlı insanların ev içerisinde gerçekleştirdikleri aktivitelerin takip edilmesi ve oluşabilecek acil durumların tespit edilmesi amaçlanmaktadır. Önerilen sistem ile, yaşlı insanların kendi ev ortamlarında gerçekleştirecekleri odalar arası ve oda içi hareket aktiviteleri takip ve kayıt edilerek, bu bilgilerin daha sonra hasta yakınları veya medikal personel tarafından gerçek zamanlı olarak Internet aracılığıyla gözlemlenmesi düşünülmüştür. Böylece evlerinde yalnız şekilde yaşamlarını sürdüren bu yaşlı kişilerin yaşam kalitesinin artırılması amaçlanmaktadır. Buna ek olarak, sisteme entegre edilecek kablosuz sensörler aracılığı ile bu yaşlı insanların ev ortamındaki sıcaklık, nem, oksijen ve karbondioksit ve de karbonmonoksit oranları gibi çevresel olgular gerçek zamanlı olarak ölçülüp, takip edilebilecektir.

Anahtar Kelimeler: Windows yazılım hizmeti, Radyo frekansı ile tanıma (RFID), Sensörler, Ev-içi lokalizasyon, Tele-sağlık, Fiziksel aktivite takibi, Yaşlı insan bakımı, Akıllı evler.

2. GİRİŞ

Bu çalışma ile, yaşlıların evlerinde hayatlarını normal bir şekilde sürdürebildiklerini tespit edebilen elektronik sistemlerinin ev ortamına entegre edilmesi hedeflenmektedir. Literatürde bu alanda yapılmış bir takım çalışmalar bulunmaktadır ve şu ana kadar tasarlanan aygıtlar genellikle hastaların üzerlerinde taşıyabilecekleri şeklindedir. Bizim önerdiğimiz sistemde kullanılacak olan elektronik cihazlar dağıtık (distributed) olarak tasarlanacaktır. Bu şekilde teknoloji ilerlediğinde, yeni cihazların sisteme eklenmesi çok daha kolay olacaktır. Bu tasarımda sistem elemanları, evin her yerine dağıtık olarak konumlandırılarak evdeki insanları izleyip, sürekli rapor tutacak ve acil bir durumda yetkili kişileri uyarabilecektir. Bu doğrultuda geliştirilen Windows tabanlı Yer Tespit Hizmeti (Location Windows Service),

ortada tıpkı bir trafik polisi gibi yazılımlar arasında bilgi akışını sağlayacaktır. Önerilen sistem mimarisi Şekil-1’de sunulmuştur.



Şekil-1: Akıllı Ev Sistemi Mimarisi

Önerilen sistem mimarisinde, geliştirilen LWS yazılımı ev içerisine kurulacak ve sürekli faaliyet gösterecek olan kişisel bir bilgisayar üzerinde aralıksız olarak çalışacak ve ev ortamına entegre edilmiş RFID donanımlarından gelen aktivite bilgilerini işleyerek, aynı bilgisayar üzerinde çalışan veritabanı sunucusuna kalıcı olarak kayıt edecektir. Bu noktada, ev dışında olan hasta yakınları veya sorumlu medikal personeller, bir web uygulaması arayüzü vasıtasıyla ev ortamındaki kişisel bilgisayar üzerinde çalışmakta olan veritabanı sunucusuna bağlanabilecek ve evdeki konum bilgilerine ulaşarak bu bilgileri gerçek zamanlı olarak gözlemleyip, analiz edebilecektir. Buna ek olarak, geliştirilen LWS yazılımı, toplanan bu aktivite kayıtlarını otonom ve periodik olarak analiz ve kontrol edecek ve kişinin aktivite kayıtları toplam sayısı belli bir sayının (threshold) altına düşerse, bu durum yetkili kişiye bir acil durum (alarm) mesajı olarak, web tabanlı gözlemlleme yazılımı aracılığıyla iletilecektir. Bu tarz bir ev içi aktivite takip sistemi ile yaşlı insanlar kendi evlerinde güvenilir bir şekilde hayatlarını sürdürmeye devam edeceklerdir.

3. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Literatürde, yaşlı insanların bakım ihtiyaçlarını evlerinde karşılamak için akademik veya ticari amaçlı yapılmış olan birçok çalışma bulunmaktadır. *The Secure Mobile Computing* [1] projesi çerçevesinde Virginia üniversitesinde geliştirilen aygıt hasta tarafından vücuda takılmaktadır. Bu aygıt hastanın EKG'sini ölçmektedir. Bluetooth vasıtasıyla EKG bilgisini taşınabilir cihazlara aktarabilmektedir. Buradaki en büyük problem, aygıtın kablosuz olması ve bu yüzden çok fazla güç harcamasıdır. *CodeBlue* [2], Harvard üniversitesinde kablosuz sensör ağı için geliştirilmiş olup acil durum ve afet senaryolarında kullanılmak için

tasarlanmıştır. Bu sistemde bir çok sensör kullanılmış olup bu sensörlerin ad hoc bir şekilde birbirleri üzerinden mesaj göndermeleri sağlanmıştır. Ancak, sistem sensörlerin sayısının fazla olmasından ötürü maliyetlidir. *AMON* projesi [3], European Union Information Society Technologies tarafından desteklenmektedir. Aygıtın içerisinde, EKG, kan basıncı ve ateş ölçümü gibi gibi birden fazla amaca hizmet eden sensörler bulunmaktadır. Bu aygıt hasta tarafından bileğe takılmaktadır, yalnız bu aygıtın problemi de bilekten güvenilir EKG alınamamasıdır. IBM'in *PCC* projesi kapsamında [4], biyomedikal aygıtlar ve sensörleri kullanarak hastalardan veri toplanıp, bu veriler gerekli yerlere gönderilmekte ve depolanmaktadır. Açık kaynak kodlu olduğu için ileride yeni gelen teknolojilerde bu sisteme eklenebilir. Rochester Üniversitesi, *Smart Medical Home* projesi [5], sanal tıbbi danışman yazılımı yardımıyla evde sağlık sorunları ile ilgili gerçek zamanlı gözlemlene hizmetleri vermektedir. Bu sistem için ev içerisinde kızılötesi sensörler, biyo-medikal sensörler ve video kameraları kullanmıştır. Sensörlerle birlikte çok fazla donanım ağırlıklıdır. Bu da maliyetleri arttırmaktadır. Kablosuz tıbbi sensör ağı üzerinde, Virginia Üniversitesinde geliştirilen *AlarmNet* projesi [6], destekli yaşam yada bağımsız yaşam hastalarının uzaktan ve sürekli olarak takip edilmesini sağlamaktadır. Bu sistem hem odalar içerisinde bulunan sensörler hemde vücut sensörlerinden gelen bilgiyi entegre eder. Bu bilgileri aynı zamanda güvenilir bir şekilde Internet ortamında sorgu arayüzü içerisinde son kullanıcıya da sunmaktadır. Kişi üzerinde çok fazla sensör olduğu için, sistemin kullanımı gündelik hayat için çok ergonomik de değildir.

Literatürde olan projelerde, hastanın nabzını, ateşini ölçen ve aynı zamanda EKG'sin çekebilene ve bileğe takılan cihazlar geliştirilmeye çalışılmıştır. Kullanılan sensör sayısının fazla olması ve donanım ağırlıklı olması diğer projelerin maliyetini arttırmış ve kullanım şekilleri de gündelik hayat için ergonomik olmamıştır. Bu çalışmada ise daha basit bir yaklaşım olan kişinin günlük ev içi aktivite bilgilerinden hareket ederek, yaşlı insanların evlerinde yaşamlarına sağlıklı olarak devam edip edemediklerine karar verilmektedir. Hasta kendi üzerinde tek bir sensör taşımaktadır. Gündelik işlerinde hastaya hiç bir şekilde rahatsızlık vermeyecek şekilde saat gibi kolunda taşıyacaktır. Aynı zamanda, sağlıklı bir insanın yapması gereken belli minimum sayıda hareket mevcuttur. Örneğin, tuvalete gitmesi veya buzdolabı kapağını açması gibi. Bu hareket sayılarında anormal, olağandışı bir azalma olursa, LWS acil durum bilgisini, yetkili kişiye ulaştırarak gerekli haberdar olunmasını sağlayacaktır. Bu sayıların miktarını da kollarında taşıdıkları sensörler vasıtasıyla bulundukları lokasyonlardan çıkaracağız. Özet olarak, bu proje HAN (ev-alan ağı) için bir istemci-sunucu uygulamasıdır ve tasarlanan mimari, evde kalan hastalarımız için sürekli lokasyon bilgilerini bir merkezde toplayıp; acil bir durumda alarm mesajı üretecektir.

4. MATERYAL VE YÖNTEM

İletişim ve bilgisayar endüstrisindeki teknolojik gelişmeler ve bu teknolojilerin sağlık alanında yaygın kullanımı, hastane bilgi sistemlerinde ve yaşam destek cihazlarında dikkat çekici ilerlemelere neden olmaktadır. Bu ilerlemelerin merkezinde yaşlı hastalara daha iyi ve güvenli hizmet sunma fikri bulunmaktadır. Bu yayında, LWS windows hizmetinin, ev içerisinde gerçekleşen gerçek zamanlı lokasyon bilgilerinden hareket ederek hastaya sunulan sağlık hizmetlerinin kalitesini yükseltmek üzere geliştirilmesi hedeflenmiştir. Yaşlı kişinin ev

Bu çalışmada geliştirilen yazılım (LWS), ev alan ağı (HAN - Home Area Network) içerisine entegre edilecek örnek bir İstemci-Sunucu mimarisi uygulamasıdır. LWS, bir sunucu görevi görerek sistemle bütünleşik elektronik cihazlarda üretilen verileri toplayıp, toplanan olayları diğer istemci uygulamalarına (Responder Database ve Gözlemleme Web Uygulaması) ulaştıran bir mekanizmadır (Şekil-1).

Yaşlı kişiler, ev ağı içerisinde üzerlerinde taşıyacakları hafif, bileklik tipi tek bir aktif RFID etiket vasıtasıyla sürekli olarak izlenerek, odalar arası gerçekleştirdikleri hareket aktiviteleri kayıt edilecektir. Sade tasarlanmış ve basit bir acil durum butonu ile donatılmış aktif bir RFID etiket aracılığı ile, yaşlı kişi oluşabilecek acil durumları bu butona basarak uzaktaki izleme merkezine anlık olarak aktarabilecektir. Ayrıca, yaşlı kişinin yaşadığı ev ortamının güvenliğini ve elverişliliğini kontrol etmek amacıyla önerilen sisteme piyasada bulunan ve kablosuz olarak çalışabilen Karbonmonksit, Karbondioksit, Oksijen, Sıcaklık ve Nem sensörleri entegre edilebilir.

Sekil-2: Ev-içi Aktivite Takip Sistemi Kurulumu

Yaşlı kişinin ev ortamındaki kişisel web-sunucu bilgisayar üzerinde çalışan LWS yazılımı, yaşlı kişinin ev içerisinde gerçekleştirdiği lokasyon değişim mesajlarını kaydedecektir. Bu lokasyon kayıt girişleri aynı makine üzerinde çalışan Responder database veritabanına LWS tarafından girilecek ve istatistiki veriler bu kayıtlara göre hesaplanacaktır. Sistemin ilk defa çalışması durumunda istatistik başlatma ve toplam çalışma süresi (*Tot_Run_Time*) için de cari zaman esas alınmaktadır. Dolayısıyla, *Tot_Run_Time*, cari zaman ile istatistik başlangıç zamanı arasındaki zaman farkı olarak hesaplanmaktadır. Aşağıda denklem 1’de sunulan *Tot_Run_Time* değeri, tasarımcıya LWS’in çalıştığı zaman uzunluğunu belirlemesinde yardımcı olacaktır.

$$Tot_Run_Time = CurrentTime - Statistic_Start_Time \quad (1)$$

Geliştirilen LWS yazılımı periodik olarak veritabanı lokasyon kayıtlarına bakarak, o kişinin toplam lokasyon kayıt sayısını yukarıdaki gibi hesaplanan *Tot_Run_Time*’a bölerek kişiye özel ortalama hareket sayısını hesaplayacaktır. Hesaplanan bu değer, o kişinin gün içerisinde ev ortamında normal sayıda hareket gerçekleştirip gerçekleştirmediğine dair eşik değeri (threshold) niteliğinde kullanılacaktır. Son olarak, yine yaşlı kişinin ev ortamındaki kişisel web-sunucu bilgisayarı üzerinde faaliyet gösteren bir gözlemleme web uygulaması da (Monitoring Web Application) bu istatistikleri kayıtlı oldukları lokal veritabanından (Responder Database) çekerek son kullanıcıya gösterecektir. Önerilen LWS aracılığı ile, o kişiye ait hareket sayısı belli bir değer altına düştüğünde bu durum tespit edilecek ve ilgili kişilerin cep telefonlarına kısa mesaj ile izlenilen evde problem olabileceği bilgisi iletilecektir. Bu eşik değerinin hesaplanması kişiden kişiye değişecektir. Gelecekte yapılması planlanan işlerden biri olan eve kurulum ile LWS, evdeki hareketlerin analizi iki ay süresince yapabilecek ve kişiye özel toplam günlük hareket değerlerini belirleyebilecektir.

5. UYGULAMA

Önerilen RFID Tabanlı Ev İçi Hareket Takip Sistemi’ni geliştirmek için gerekli olan donanım ve yazılım ihtiyaçları aşağıda listelenmiştir.

5.1 Donanım ihtiyaçları :

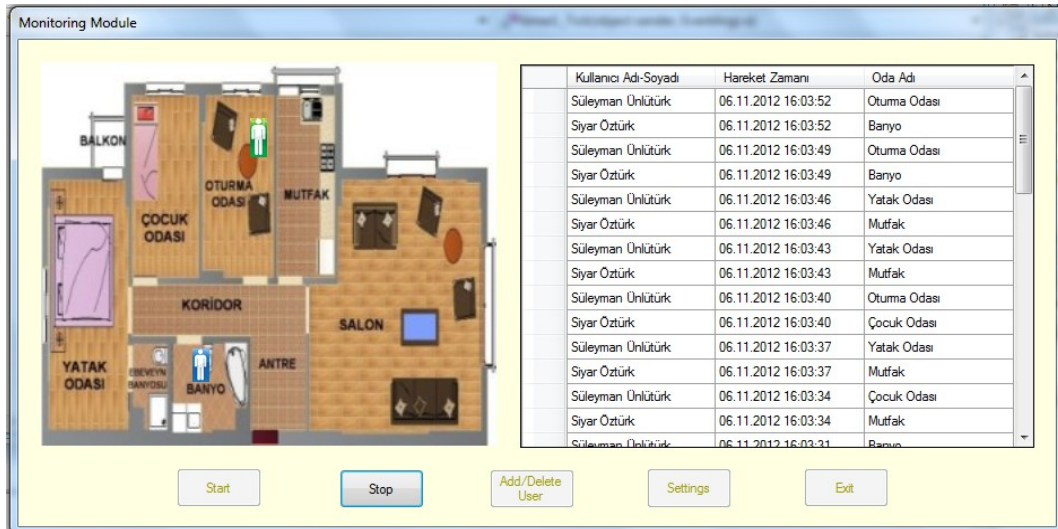
- Yüksek frekanslı (UHF-Ultra High Frequency) RFID etiketleri
- Yüksek frekanslı (UHF), 8 port girişli RFID Okuyucu
- Yüksek frekanslı (UHF) RFID Antenleri
- Kablosuz Karbonmonoksit, Oksijen, Sıcaklık, Nem sensörleri
- Ev ortamında kablosuz internet bağlantısı için sistem altyapısı
- Ev ortamında aralıksız çalışabilen bir sunucu bilgisayar

5.2 Yazılım ihtiyaçları :

- Ev ortamında çalışan Windows Uygulaması (Location Windows Service)
- Ev ortamında çalışan Veritabanı Uygulaması (Responder Database)
- Web Tabanlı Gözlemleme Uygulaması (Monitoring Web-Site)

Yukarıda listelenmiş olan RFID donanım gereksinimleri herhangi bir üretici firma'dan tedarik edilebilir. Aynı şekilde bu donanımlar ile bilgisayar arasında veri iletişimi kurmak için gerekli olan RFID Ara Katman Uygulaması da ürünü satın alırken tedarikçi firma tarafından sağlanmaktadır.

Bu noktada, RFID Ara Katman Uygulaması tarafından bilgisayar ortamına aktarılan RFID verilerini işlemek ve gerektiğinde bu verileri 3. şahıslar (Hastabakıcı, Aile bireyleri..) ile paylaşmak için sistem 2 farklı yazılım uygulamasına daha ihtiyaç duymaktadır. Bunlar yukarıda bahsedilen LWS ve Web tabanlı gözlemlene uygulamalarıdır. Bu uygulamalar, Windows işletim sistemi ortamında Microsoft Visual Studio 2008 programlama platformu kullanılarak geliştirilmişlerdir. Programlama dili olarak C# ve script dili olarak da ASP.NET kullanılmıştır. Toplanan sistem verilerini depolamak için Microsoft SQL Server 2005 veritabanı sistemi kullanılmıştır. Tasarlanan ve geliştirilen *LWS uygulaması* ve *Gözlemlene Web sitesine* ait ekran görüntüleri aşağıda Şekil-2 ve Şekil-3'de sunulmuştur.



Şekil-3: Ev Ortamında Çalışan Windows Tabanlı Hareket Takip Uygulaması

(LCW-Location Windows Service)



Name-Surname	Movement Time	Room Name
Süleyman Ünlütürk	06.11.2012 15:52:32	Banyo
Siyar Öztürk	06.11.2012 15:52:32	Çocuk Odası
Süleyman Ünlütürk	06.11.2012 15:52:22	Yatak Odası
Siyar Öztürk	06.11.2012 15:52:22	Çocuk Odası
Süleyman Ünlütürk	06.11.2012 15:52:12	Mutfak
Siyar Öztürk	06.11.2012 15:52:12	Oturma Odası
Süleyman Ünlütürk	06.11.2012 15:52:02	Salon
Siyar Öztürk	06.11.2012 15:52:02	Banyo

Delete
Stop Alarm

Şekil-4: Web Tabanlı Gözlemlene Uygulaması

6. SONUÇLAR

Bu çalışma sonucunda, önerilen sistem için gerekli olan yazılım ve donanım ihtiyaçları belirlenerek, ilgili yazılım uygulamaları geliştirilmiştir. Bir sonraki iş olarak, önerilen sistem gerekli RFID donanımlarıyla entegre edilerek gerçek ev ortamına kurulacaktır ve test edilecektir. Bu araştırma ile Türkiye’deki yaşlı, bakıma muhtaç insanların uzaktan, kendi evlerinde daha iyi sağlık hizmeti almaları hedeflenmiştir. Bu şekilde yaşlı insanlar evlerinde video uygulamalarında olduğu gibi mahremiyet endişesi duymadan kendilerini daha güvende hissedeceklerdir. Önerilen sistem klasik istemci-sunucu yapısına iyi bir örnek teşkil edecek ve sistem nesne-yönelimli yazılım tasarımı (LWS) sayesinde kolayca diğer, daha gelişmiş sensör türleri (kablosuz biomedikal Kan basıncı, Kalp ritmi, Vücut ısı sensörleri..) ile entegre edilebilecek çok daha gelişmiş bir sağlık hizmeti sağlanabilmektedir.

KAYNAKLAR :

[1] The Secure Mobile Computing, Retrieved August 24, 2011, from University of Virginia, School of Engineering and Applied Science Web site:

www.cs.virginia.edu/~acw/SecureMobileComputing

[2] Code Blue: Vital Signs Monitoring and Patient Tracking Over a Wireless Network, Retrieved September 8, 2011, from Harvard University, Harvard School of Engineering and Applied Sciences Website : <http://fiji.eecs.harvard.edu/biblio/keyword/2>

[3] AMON: Advanced care and alert portable telemedical Monitor, Retrieved September 6, 2011, from European Union Information Society Technologies Website:

[http://cordis.europa.eu/fetch?](http://cordis.europa.eu/fetch?CALLER=PROJ_ICT&ACTION=D&CAT=PROJ&RCN=54852)

[CALLER=PROJ_ICT&ACTION=D&CAT=PROJ&RCN=54852](http://cordis.europa.eu/fetch?CALLER=PROJ_ICT&ACTION=D&CAT=PROJ&RCN=54852)

[4] IBM PCC: Remote health-care monitoring using Personal Care Connect, Retrieved September 5, 2011, from [IBM Research-Zurich](http://www.zurich.ibm.com/csc/), Computer Science Website:

<http://www.zurich.ibm.com/csc/>

[5] Smart Medical Home, Retrieved September 15, 2011, from University of Rochester, Website: <http://www.rochester.edu/pr/Review/V64N3/feature2.html>

[6] AlarmNet: Assisted-living and residential monitoring network , Retrieved September 17, 2011, from University of Virginia Website : <http://www.cs.virginia.edu/wsn/medical/>