

Akıllı Ambulans Araçlarına Doğru İlk Adımlar: RFID Ambulans Varlıkları Takibi

Mehmet Hilal Özcanhan¹, Gökhan Dalkılıç¹, Semih Utku¹, Erdem Alkım², M. Serdar Akis³

¹ Dokuz Eylül Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, İzmir

² Ege Üniversitesi, Matematik Bölümü, İzmir

³ Metadata Bilişim Teknoloji Sanayi ve Tic. A.Ş., İzmir

hozcanhan@cs.deu.edu.tr, dalkilic@cs.deu.edu.tr, semih@cs.deu.edu.tr, erdemalkim@gmail.com, serdar.akis@mttd.co

Özet: Nüfusun arttığı büyükşehirlerde, insan hatalarından kaynaklanan sebeplerle beklenen ambulans hizmetleri verilememektedir. Oysa ambulans hizmetleri, ambulanda bulunan personel ve varlıkların otomatik veri toplama teknolojisiyle takibi yapılarak iyileştirilebilir. Bu çalışmada hataları asgariye indirerek verilen tıbbi hizmetin kalitesini artırabilecek bir yöntem önerilmektedir. Yöntem, ambulanda bulunan mobil varlıkların veri tabanı destekli, radyo frekansı teknolojisi ile otomatik takibini içermektedir. Bir prototip çalışması ile desteklenen öneri detaylı biçimde anlatılmakta ve sağladığı avantajlar net olarak ortaya konulmaktadır.

Anahtar Sözcükler: Radyo Frekansı, RFID, NFC, Sağlık Hizmetleri

Abstract: In highly populated metropolitan, ambulance services can't be provided adequately because of human errors. However, ambulance services can be improved by using automated data collection technologies about the personnel and entities on board. A method that increases the quality of the given medical services by minimizing human errors is recommended. The proposed method consists of using RFID technology supported by an online database system to track all entities in the ambulance. The proposal is explained in detail and supported by a prototype study. The advantages obtained are also discussed.

1. Giriş

Günümüzde, insanların şehirlere toplanması üzerine ortaya çıkan trafiği yoğun, kalabalık metropollerde (büyükşehirlerde) ambulans ve itfaiye hizmeti vermenin çok güçleştiği herkesçe bilinmektedir. Akşam haberlerinde acil durumlara geç müdahale edilmesinden veya ambulans donanımında yaşanan aksaklıklardan duyulan memnuniyetsizlik sebebiyle, hasta yakınlarının sağlık personelinin darp etiketlerinden sık sık bahsedilmektedir. Haberlere yansımayan olayların sayısının resmi istatistiğinin tutulmamasından dolayı, gerçek rakamlar varsayım olarak kalmaktadır.

Acil vakalara müdahale eden ambulanslarda bulunması zorunlu olan tıbbi cihazlar, aletler, sarf malzemeleri ve ilaçlara “ambulans varlıkları” veya kısaca “varlıklar” diyebiliriz. Konuyla ilişkili olarak Sağlık Bakanlığı'nca 2005 yılında hazırlanan İl Ambulans Servisi Çalışma Yönergesi'ne [1] göre Ambulans Günlük Bakım Formu'nun [2] doldurulması İstasyon Nöbetçi Hekim'in görevlerinden bir tanesidir. Formda, ambulans içerisinde bulunması zorunlu varlıklar listelenmiştir. Malzemelerin takibi, formun gün içerisinde elle defalarca doldurulmasını mecbur kılmaktadır. Elle form doldurma hataya açık olduğu gibi, formun gün içinde defalarca doldurulması da pratikte işlememektedir. Örneğin, İstanbul'da Haziran 2010'da gerçekleşen bir kazada tüm formlara rağmen

ambulansta eksik malzemelerin olduğu tespit edilmiştir [3]. Ambulanlarda bulundurulması zorunlu varlıkların eksik olmasında sadece personelin ihmal veya unutkanlığı akla gelmemelidir, çünkü varlıkların alınması da söz konusudur. 2011 Temmuz’unda ve 2014 Ağustos’unda Amerika’da gerçekleşen olaylarda hastanenin önünde duran ambulanslardan 30,000 Amerikan Doları değerinde Defibrilatör cihazı ve malzemeler çalınmıştır [4][5]. Formlara yansımayan, önceden düşünülmemiş bu durum, acil vakaya giden ambulansta ‘gerekli malzemelerin eksiksiz olarak bulunması’ kuralını bozmaktadır. Oysa eksikler anında tespit edilebilse, ambulans yola çıkmadan gerekli yararı verilebilecektir.

Sağlık hizmetlerinde radyo frekans teknolojisi ile kimlik tespit ve onayı (RFID) kullanımı yaygınlaşmaya başlamıştır [6]. Hastanelerde, birçok uygulamada RFID kullanılarak verilen sağlık hizmetlerinin iyileştirilmesine ve hızlandırılmasına çalışılmaktadır. Varlık takibi, gerçek zamanlı yer belirlemesi, ilaç kullanımını gibi uygulamalar en başta gelmektedir [7]. RFID etiketi, içerisinde bir elektronik entegre devre ve devreden büyük bir anteni içermektedir [8]. En yaygın olarak kullanılan iki tipi bulunmaktadır: Çok yüksek frekans (UHF) ve yüksek frekans (HF) etiketler. RFID etiketleri yaygın olarak İngilizce isimleri “tag” diye de anılmaktadır. HF tagların çalışma uzaklığının kısa olmasından dolayı isimleri NFC (Near Field Communication) tag’dır. RFID prensibi çok basittir. Etiketin içerisindeki entegre belleğinde kimlik numarası bulunmaktadır. Numarayı okumak için kullanılan RFID okuyucu anteni aracılığıyla yaydığı elektro manyetik dalgalarla, etiket entegresini etiket anteni vasıtasıyla enerjilendirmektedir [8]. Pile ihtiyaç duymayan ve sadece okunacağı zaman aktive olan UHF ve NFC etiketler, pasif etiketler kategorisine girmektedir. RFID etiketlerinin, kategori ve özellikleri ile ilgili detaylı bilgilere önceki çalışmamız [8] üzerinden kolaylıkla ulaşılabilir.

Makalenin geri kalan bölümlerinde, Bölüm 3’te sorun analiz edilmekte ve uygulanmakta

olan çözümler anlatılmaktadır. Sonraki Bölüm’de, yapılan öneri ve prototip çalışması sunulmaktadır. Tartışma Bölümü’nde önerinin sağladığı avantajlar ortaya konmaktadır. Sonuç Bölümü’nde ise öneri ile varılan nokta ve ileride yapılması planlanan çalışmalar özetlenmektedir.

2. Sorunun Tespiti ve Analizi

Sorun, iyileşmesi mümkün olduğu düşünülen bir hastanın, insan hataları yüzünden gerekli sağlık hizmetini alamayarak sağlık veya hayatını kaybetme tehlikesi ile yüz yüze kalması olarak özetlenebilir. Uzakta olan fakat acil olarak hastanede müşahede altına alınması gereken bir hastaya verilen hizmet sırasında ortaya çıkan hataların önlenmesi için, temel gereklilikler sıralanmalıdır. Gereklilikler özetle şunlardır:

- Ambulansta bulunması gereken varlıkların önceden belirlenmiş durumda (bakımı, kalibrasyonu tamamlanmış) ve gereken miktarlardaki mevcudiyetinin garanti edilmesi,
- İlk bildirim anından hastanedeki bir ameliyathaneye giriş zamanına kadar geçen sürenin asgariye indirilmesi,
- Hastanede yapılacak ameliyatın başarılı olabilmesi için hastanın hem kişisel hem de ölçülen bilgilerinin otomatik olarak hastaneye ulaştırılması,
- Hasta ile ilgili hastane veri tabanında bulunan bilgilerinin (alerjik durum veya önceki ameliyatlar gibi) ambulans personeline iletilmesi,
- Müdahalede kullanılan varlıkların ambulans yolda iken veri tabanına ulaşması,
- Müdahaleden sonra yola çıkan ambulans eksik olan cihaz veya aletin tespit edilmesi.

Yukarıda sayılan gerekliliklerin bir veya birkaç tanesinin yerine getirilememesi, yapılan müdahalede veya bir sonraki müdahalede kusur oluşmasına ve hastanın gerekli hizmeti alamamasına sebep olmaktadır. Bir sonraki müdahalenin selameti için, önceki müdahale sırasındaki faaliyetlere

göre görevlilerin önleyici önlemler almasının önemi açıkça ortadadır.

Uygulanan Çözüm Uygulamaları

Giriş Bölümünde değinilen, hastanelerde RFID'li varlık takibi uygulaması ambulanslarda da kullanılmaya başlanmıştır. Taşınabilir (mobil) varlıkların tespiti için kurulacak RFID otomasyonunun bedelinin, varlıkların fiyatlarından daha fazla olmadığı görülmektedir [8]. Büyük bir hastanede yaklaşık olarak değeri 3.000.000 Sterlin olan 1000 adet taşınabilir tıbbi cihaz bulunabilmektedir. Eğitim hastanelerindeki cihazların fiyatı ise 10.000.000 Sterlin'in üstündedir [9]. WellSpan Health's York hastanesinde mobil varlıkların anlık olarak yerlerinin tespitinde 1000 varlık üzerinde RFID teknolojisi kullanılmıştır. 2009 yılında 1000 varlıkla başlayan yatırım, ilave 3000 RFID etiket ile devam etmiştir [10].

Hastanelerde mobil varlıklar düşünüldüğünde ambulanslar en büyük önceliğe sahiptir. Çünkü kaza anında yapılan ilk müdahale ambulanslarda bulunan mobil tıbbi cihazlarla gerçekleşmektedir. Ambulanslara yerleştirilen yer belirleme (GPS) cihazları ile ambulansların yerleri tespit edilebildiğinden içerisindeki varlıkların da yeri takip edilebilmektedir. Örneğin, Amerika'da bulunan Frisbie Memorial Hastanesi'nde taşınabilir alavere tulumbası (suction pump) ve kalp monitörü gibi cihazlar üzerine takılan RFID etiketlerle, bu cihazların ambulans içerisinde olduğu, aynı hastanenin başka bir ambulansına taşındığı veya ambulansın gittiği bir yerde ambulandan dışarı çıkarılıp unutulduğu tespit edilebilmektedir [11]. İngiltere'de yer alan "East Midlands" ambulans servisi yaklaşık 3000-4000 cihazı pasif RFID etiketleri ile donatmıştır. RFID etiketli sistemin kullanılmasıyla, personelin uzun zamanını alan her bir ekipmanın elle ayrı ayrı varlığının kontrol edilmesi işlemi otomatik hale gelmiştir. Her ay birden fazla ambulansın içerisindeki cihazların çıkartılarak temizlenmesi işleminde meydana gelen yanlış ambulansa yükleme sorunu da böylece engellenmiştir [12]. Yapılan araştırmalarda hastanelerin gerçek zamanlı

yer tespiti ile ilgili 50-70 farklı departmanda aktif etiketlerle yaptığı yatırımların yaklaşık 2 senede geri döndüğü, pasif etiketlerde ise bu sürenin yaklaşık 3 yıla çıktığı görülmüştür [13]. Hastanelerde yapılan RFID ile takip uygulamalarına ait detaylı bilgiler [7] çalışmasında yer alınmaktadır. Mobil varlıkların RFID etiketlerle işaretlenerek yerlerinin tespit edilmesine dair patent de bulunmaktadır [14]. Bu patent içerisinde, RFID etiketlerin ambulanslardaki varlıklardaki kullanımı da belirtilmiştir.

3. Öneri

Bu çalışmanın önerisi bir acil müdahale ambulansının (kara, hava veya deniz) içerisinde kullanılmak üzere ikame edilen varlıklar ile ilgilidir. Ambulansta biri şoför olmak üzere iki veya üç personel, ambulansa ait bir GPS, hastane ile sesli (telsiz-telefon) iletişimin mevcudiyeti standart donanım olarak elde sayılmaktadır. Önerimiz, hastane ile ambulans görevlileri arasında bulunan mevcut sesli iletişime alternatif değil tamamlayıcıdır.

Motivasyon

Önerimiz, acil çağrı talebinde bulunan hastalara en kısa zamanda, en efektif şekilde, hatasız olarak sağlık hizmeti verilmesine duyulan ihtiyaç dolayısıyla doğmuştur. Kurulacak uygulama ile insan hatalarından kaynaklanan sebeplerle, hastanın durumunun kötüleşmesinin önlenmesi hedeflenmektedir.

Varsayımlar

1. Ambulansta bulunan her varlığın önceden RFID etiketi ile etiketlendirilmiş olması,
2. Okuduğu verileri ambulanstaki veri toplama odağına gönderen tıbbi cihazların varlığı,
3. Bir veya iki anteni üzerinden sadece ambulans içerisindeki tüm etiketleri okuyabilen bir RFID okuyucusunun mevcudiyeti,
4. Sağlık personelinin üzerinde taşıdığı ve hasta yanında devreye soktuğu bir adet taşınabilir RFID okuyucusunun varlığı,

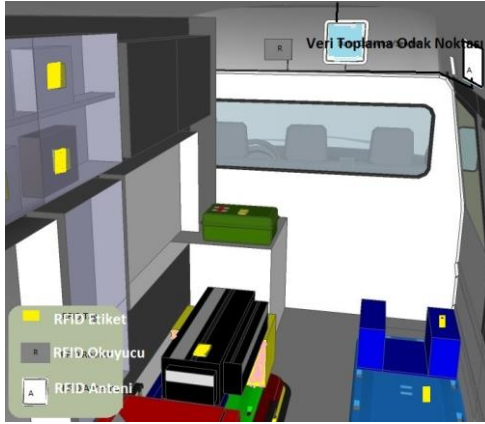
5. Okuyucularla tıbbi cihazlardan kablolu-kablosuz gelen bilgilerin toplandığı bir veri odak noktasının varlığı,
6. Veri odak noktası ile hastane arasında GPRS iletişimi olması.

Katkımız

Önerdiğimiz ambulans varlık takibi uygulamasıyla (AVT) acil müdahalelerde aşağıdaki avantajlar sağlanmış olacaktır:

- Ambulanstaki mevcutların varlığının hızlı şekilde tespit ve sayımının yapılması,
- Cihaz bakımlarının zamanında yapılması,
- Eksilen sarf malzemelerinin (tampon, bez v.s. gibi) tamamlanması,
- Kayıpların erken tespit edilmesi,
- Hastanın sağlık geçmişine ambulanda iken ulaşarak, üzerinde kullanılması gerekli veya sakıncalı olan alet ve ilaçların bilinmesi,
- Hastanın sağlık geçmişine ait bilgilerinin müdahale personeline ulaştırılması,
- Bir sonraki müdahaleye hazırlık amaçlı önleyici önlemlere erken başlanması.

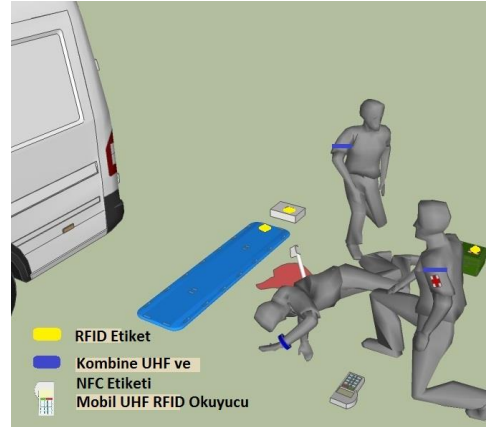
Önerilen Yapı



Şekil 1. Önerilen Yapı

Önerilen yapı Şekil 1’de gösterilmektedir. GPS donanımına sahip ambulans içerisinde bulunan tüm varlıklar, UHF RFID etiketleri ile belirlenmiş durumdadır. Ambulansta görevli şoför ve sağlık ekibi de NFC özellikli personel kartları ile ambulansın sabit NFC okuyucusuna kart basarak iş başı yapmaktadırlar [15]. Ambulanstaki ekibin

kimlik kartı bütünlük olup aynı zamanda UHF RFID etiketide içermektedir. NFC kimlik görevlilerin kimliğini hatasız belirlemekte, UHF ise yer konumlarını (ambulansta mevcut, uzakta veya hasta yanında) belirlemektedir. Ambulansta bir veya iki antene sahip UHF RFID okuyucu ile varlıkların etiketleri okunarak mevcudiyetleri teyit edilmektedir. Veri tabanında bulunan kayıtlarda, varlıklara ait en güncel bilgiler bulunmaktadır. Örneğin, kalp monitörü cihazının en son bakım veya kalibrasyon tarihi, makas veya cımbız gibi bir aletin kim tarafından en son sterilize edildiğinin tarihi, 5 numaralı enjeksiyon ucunun adeti, penisilin ilaçlarının son kullanma tarihi gibi bilgiler bulunmaktadır. Bu sayede lojistik bilgiler otomatik olarak tutulmakta, gerektiğinde alarm üretilerek önleyici önlemlerin alınmasında herhangi bir ihmal veya gecikme yaşanması önlenmektedir. Ayrıca varlıklara takılı olan UHF RFID etiketlerin ve okuyucuların kontrolü her ay düzenli olarak yapılacaktır. Ayda bir varlıklar teker teker elle sayılarak UHF RFID okuyuculardan gelen verilerle karşılaştırılarak etiketlerin ve okuyucunun çalışır durumda olduğu kontrol edilecektir.



Şekil 2. Acil Müdahale Anı

AVT yapısının daha iyi anlatılabilmesi için Şekil 2’de bir hastaya yapılan acil müdahale ortamı temsil edilmektedir. Ambulanstaki sabit UHF ve NFC okuyucuların yanısıra bir adet de mobil UHF okuyucu bulunmaktadır.

Acil müdahalenin yapılacağı hastanın yanına varan ambulansın sabit kalan lokasyonu GPS ile tespit edilmektedir. Burada personel hastaya ilk müdahalesinde hastanın bileğine bir adet UHF ve NFC kombine etiketi takmakta ve mobil UHF okuyucuyu hastanın başında devreye sokulmaktadır. Böylece hastanın başına gelen personel, üzerlerindeki aletler ve hasta için kullanılan malzemeler tespit edilmektedir. Hastaya takılan bu etiketle hastaya otomatik kimlik verilerek hastanedeki her türlü işlemi bu elektronik kimlikle devam edilmektedir. Hastanın UHF

kullanılmış kabul edilmektedir. Kullanılan bir cihazın ambulansa geri döndüğü ambulans içerisinde tespit edilmekte ve hemen okunan değerlerin otomatik olarak hastane veri tabanına iletimi başlatılmaktadır. Cihazın hiç açılmamış olması veya okunan bilgilerle veri tabanında son kaydedilen bilgilerin aynı olması durumunda, bu cihazın hasta için kullanılmadığı anlaşılmaktadır. Müdahalesi tamamlanan hasta ambulansa konarken, mobil UHF okuyucu müdahale çantasının kapağı kapatıldığında otomatik olarak kapatılmaktadır. Hastaneye varıncaya kadar



Şekil 3. Pilot çalışma ekipmanı

kimliği NFC kimliği ile veri tabanında eşleştirilmiştir. Hastaya hastanede verilecek sağlık hizmetindeki UHF ve NFC kullanımı detaylı biçimde önceki bir çalışmada anlatılmaktadır [15]. Hastane ile olan sesli bağlantının kopması tehlikesine karşı önerilen sistemin önemi ortaya çıkmaktadır. Hastanın durumunu tespit eden sağlık personeli gerekli olduğunu düşündüğü cihaz, alet, tıbbi malzeme ve ilacı ambulandan alıp hasta yanına geldiği zaman; ambulandaki okuyucu eksilen malzemeyi, hastanın yanı başındaki okuyucu da hastanın yanına getirilen her varlığı tespit etmektedir. Böylece, ambulandan çıkan ve girmeyen malzeme varsa anlık olarak tespit edilebilmektedir. Hasta yanına varan tüm varlıklar ilk olarak

elde edilen bilgiler ve AVT tarafından sağlanan kolaylıklar şunlardır:

1. Hastanın durumu hakkında sözel yanında yorumsuz elektronik bilgilerin hastaneye ulaştırılması (dolayısıyla hastaneden kesin tavsiyeler alınması),
2. Değerlerin sözel yerine otomatik ve elektronik olarak iletilmesinden dolayı personelin müdahaleye daha iyi odaklanabilmesi,
3. Kullanılan aletlerin aşınma ve sterilizasyon gibi bilgilerinin otomatik sağlanarak bakımların hastaneye ulaşıldığında yapılmasının sağlanması,
4. Kullanılan ilaçların yerine yenilerinin konmasının sağlanması,

5. Arıza veren cihazların bir sonraki müdahalede oluşturabileceği hatalara karşı önleyici önlemler alınmasının sağlanması.

Şekil 3'te temsili ambulans düzeneği görülmektedir. Bir adet UHF okuyucuya bağlı 2 anten ve NFC okuyucunun bulunduğu ortam yarıçapı 7 m'lik alan içerisindeki UHF RFID etiketleri tespit edebilmektedir. Etiket olarak boyut ve markasına göre 4 ayrı tipte UHF RFID etiketi denenmiştir. Varlık ve personel tespiti kolaylıkla yapılabilmektedir. Şekil'de yer alan kişisel bilgisayar hastane veri tabanını, tablet NFC okuyucusunu temsil etmektedir. Ambulanstaki okuyucular bir adet netbook anakartına bağlı olup, SIM kartı takılan anakart GPRS teknolojisi ile veri tabanına bilgileri iletmektedir.

Çalışmanın son aşamasını, prototip sistemin gerçek bir ambulansa konuşlandırılması ve fonksiyon testlerinin pilot çalışma şeklinde yapılması oluşturmaktadır.

4. Tartışma

Yapılan bu önerinin mevcut çözümlerin zafiyet ve dezavantajlarını gidermesi durumunda başarılı sayılabileceği açıktır. Başarı kriterleri olarak, kullanılan teknolojinin yaygın ve ucuz olması, önerilen yapının basit olmasına karşın kolaylık ve sürat kazandırması, otomatik işlemler gerçekleştirerek kullanıcıların yükünün azalması sayılabilir. Yukarıdaki kriterlere göre, önerilen AVT yönteminde bulunan ancak mevcut çözümlerde bulunmayan önemli özellikler şunlardır:

1. AVT'nin kullandığı NFC teknolojisi,
2. AVT'de hasta başında devreye alınan UHF okuyucu,
3. Veri tabanına otomatik ulaştırılan bilgilere göre geri bilgi beslemesi alma,
4. Ambulansa geri yüklenmeyen bir varlığın anında tespiti ve mümkünse geri alınması veya transfer edildiği diğer ambulansın tespiti,
5. Bilgilerin elektronik ve otomatik olarak aktarılması,

6. Kayıp, arıza veya diğer olumsuz gelişmelerden anlık haber alınarak bir sonraki müdahalede sorun çıkmasını önleyici önlemlerin alınabilmesi şansı.

Görüldüğü gibi AVT'nin mevcut çözümlere göre ciddi üstünlükleri bulunmaktadır. Müdahale ekibinin tıbbi maharetini etkilememekle beraber, AVT sağlık personelinin müdahale esnasında hastaya odaklanabilmesini, elektronik bilgilere göre hastaneden geri besleme ve tavsiye edinebilmesini, ambulansla ihtiyaç duyulan her şeyin mevcut olmasını ve tüm cihaz ve aletlerin arızasız çalışmasını sağlayabilecek bilgilendirme kapasitesine sahiptir. Kısaca, AVT hastayı hata yapılmadan salimen hastaneye ulaştırmasını sağlamaya mevcut çözümlerden daha çok yardımcı olmaktadır.

5. Sonuç

Bu makalede sağlık hizmetlerinin bir dalını oluşturan acil vakalara ambulansla müdahale konusu ele alınmıştır. Ambulanların verdiği acil müdahale hizmetlerinde aksamaya yol açan insan hatalarının asgariye indirilmesi için ambulanslarda bulunan personel ve varlıkların takibinin RFID teknolojisi ile yapılması önerilmektedir. Önerinin, merkezi veri tabanına dayanan bilgisayar ve kombine RFID teknolojisi üzerine kurulu olmasından dolayı, önceki çalışmalara ilaveten sağladığı avantajlar bulunmaktadır. Yapılan teorik önermenin prototip çalışması yapılmış olup ambulans hizmeti veren gönüllü bir kuruluşta örnek çalışmasının yapılması gündemdedir. Bu aşamadan sonra da gerçek ambulans hizmetleri ortamında önerilen yapının kullanılması mümkün hale gelecektir.

Kaynaklar

- [1] İl Ambulans Servisi Çağırma Yönergesi: http://www.acilafet.gov.tr/img/53A_il-ambulans-servisi-calisma-yonergesi2005.doc
- [2] İstanbul İl Ambulans Servisi Çağırma Yönergesi: http://www.istanbul saglik.gov.tr/w/sb/ash/calisma_yonergesi.asp

- [3] Kaza Haberi: <http://detay.gsu.edu.tr/Dergi.aspx?Tip=Yazi&No=30>
- [4] Ambulanstan Medikal Cihaz Çalınma Haberi: http://starlocalmedia.com/lewisville/leader/news/medical-equipment-stolen-from-ambulances/article_817544ae-5dd5-5d0d-ab6b-c33f19eaa6ae.html?mode=jqm
- [5] Ambulanstan İlaç ve Cihaz Çalınma Haberi: <http://www.newson6.com/story/26198222/medicine-equipment-stolen-from-stillwater-ambulance-at-tulsa-hospital>
- [6] Lathela, A., Hassinen, M., Jylha, V., 'RFID and NFC in Healthcare: Safety of Hospitals Medication Care', 2nd International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare, Pervasive Health, IEEE, 2008, pp 241-244.
- [7] Yao, W., Chu, C.H., Li Z., 'The Adoption and Implementation of RFID Technologies in Healthcare: A Literature Review' Journal of Medical Systems, 36.6, 2012, pp 3507–3525.
- [8] Özcanhan, M.H., Dalkılıç, G., and Utku, S., 'Hastanelerde Biyomedikal Cihaz Takibi', 2nd International Symposium on Digital Forensics and Security (ISDFS'14), Houston, TX, 12-13 May 2014.
- [9] Britton, J., 'An investigation into the feasibility of locating portable medical devices using radio frequency identification devices and technology', Journal of Medical Engineering & Technology, 31.6, 2007, pp 450-458.
- [10] Software Integration Makes Tracking Faster at WellSpan Health's York Hospital: <http://www.rfidjournal.com/articles/view?8584>
- [11] Frisbie Memorial Hospital Takes RFID on Emergency Calls: <http://www.rfidjournal.com/articles/view?8239/2>
- [12] East Midlands Ambulance Service Uses RFID to Track Equipment Quickly: <http://www.rfidjournal.com/articles/view?11948/2>
- [13] Peabody, T.R., 'RFID Technology Selection and Economic Justification For Healthcare Asset Tracking', Diss. California Polytechnic State University, San Luis Obispo, 2013, p 25.
- [14] Mobile RFID management method and system: <http://www.google.com/patents/US7209041>
- [15] Özcanhan, M.H., Dalkılıç, G., and Utku, S., 'Cryptographically Supported NFC Tags in Medication for Better Inpatient Safety', Journal of Medical Systems, 38.8, 2014, pp 1-15.