

Akıllı telefon temelli birey takip sistemi

Berrin Batmaz^{1*}, Zeynep Çelik², Cüneyt Bayılmış³, İsmail Kırbaş⁴

17.11.2014 Geliş/Received, 20.01.2015 Kabul/Accepted

ÖZ

Günümüzde mobil teknolojiye sahip cihazlar sahip oldukları kamera, jiroskop, ivmeölçer, ısı, nem, GPS vb. sensörler ve 3G/WiFi/Bluetooth gibi kablosuz haberleşme teknolojileri sayesinde hayatımızın her noktasına temas etmektedir. Akıllı telefonlarda sunulan bu sensörler aracılığı ile toplanan verilerin işlenmesi ve analizi ile bireylerin uzaktan izlenmesi mümkün olmaktadır. Bu çalışmada Android tabanlı akıllı telefon üzerinde çalışan bir mobil uygulama ile mobil uygulama tarafından gönderilen konum ve hareket bilgilerinin görselleştirildiği web tabanlı bir izleme sistemi arayüzü sunulmaktadır. Mobil uygulamada telefonun GPS sensöründen elde edilen verilerle bireyin konumu, ivmeölçer sensöründen elde edilen verilerle de bireyin düşme, yürüme vb. vücut aktiviteleri tespit edilmektedir. Bununla birlikte Google Maps API'sinden yararlanan web arayüzü, gezgin kullanıcıların yürüme ve düşme gibi fiziksel aktivitelerini grafiksel olarak takip ederken, kullanıcıların buldukları yere ait sıcaklık ve nem verisi gibi faydalı bilgiler de vermektedir.

Anahtar Kelimeler: uzaktan izleme, GPS, akıllı telefon

A personal tracking system based on smartphone

ABSTRACT

Today, the mobile devices supporting 3G/WiFi/Bluetooth wireless communication technology are in contact with every point of our daily life through advanced components and sensors such as camera, gyroscope, accelerometer, temperature, humidity, GPS and so on. These sensors placed in smartphones make the remote monitoring of individuals possible by the analysis and processing of the accumulated data. This study presents a web-based remote monitoring system that tracks body movements (fall, walking, etc.) and location data of the people equipped with Android-based smartphone using data gathered from GPS and accelerometer sensors. In the mobile application, while GPS sensor data are used to obtain personal location information, the data acquired from the accelerometer sensor are used to determine physical user activities such as walking and falling. However, the developed web interface benefiting from Google Maps API, monitors and visualizes mobile users' physical activities (walking, falling etc.) graphically. It also gives useful information about the locational weather condition (temperature and humidity) where the users located in.

Keywords: remote monitoring, GPS (Global Positioning System), smartphone

* Sorumlu Yazar / Corresponding Author

1 Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mekatronik Mühendisliği, Sakarya – berrinbtmz@gmail.com

2 Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mekatronik Mühendisliği, Sakarya – zcelik@sakarya.edu.tr

3 Sakarya Üniversitesi, Bilgisayar ve Bilişim Bilimleri Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği, Sakarya – cbayilmis@sakarya.edu.tr

4 M. A. Ersoy Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği, Burdur – ismailkirbas@mehmetakif.edu.tr

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Günümüzde akıllı telefonların/cihazların hayatımızın birçok farklı alanında gözle görülür olumlu ve önemli etkileri söz konusudur. Akıllı telefonların 3G/WiFi kablosuz teknolojileri üzerinden internete bağlanmaları, kamera, ivmeölçer, GPS vb. sahip oldukları donanımsal özellikleri onları bir nevi küçültülmüş bilgisayara dönüştürmektedir. Akıllı telefonlar kullanılarak hayatımızı kolaylaştıran uygulamalar arasında bireylerin kalp atışı gibi sağlık bilgilerinin ölçümü, diyet amaçlı kalori ve egzersiz takibi, günlük yapılacak işlerin programlanması, navigasyon vb. birçok örnek sayılabilir.

Özellikle evde tek başına yaşayan kimsesiz ve yaşlılar ile alzheimer vb. hastalarda kaybolma, düşme, felç geçirme ya da bir kriz anında kendisinden bilgi alınamaması, gerekli müdahalenin zamanında yapılamamasına neden olmaktadır. Bu tür durumlar kalıcı sağlık sorunlarına neden olabileceği gibi ölümlerle de sonuçlanabilmektedir. Bu sorunun etkin bir biçimde çözülebilmesi için bu tür bireylerin anlık olarak izlenip acil durumlarda hızlı ve yerinde müdahale edilebilmesine olanak sağlayacak bir sisteme ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmada, akıllı telefon dışında bir başka ek donanım ihtiyacı olmadan bireylerin konumunun ve düşme, yürüme gibi hareketlerinin izlenebildiği akıllı telefon temelli bir uzaktan izleme sistemi sunulmaktadır. Geliştirilen sistem, temel olarak akıllı telefon üzerinde çalışan mobil uygulama ile merkezi sunucu üzerinde çalışan web temelli uzaktan izleme yazılımından oluşmaktadır.

Makalenin geri kalan bölümleri şu şekilde düzenlenmiştir. Bölüm 2'de literatürde akıllı telefonların/cihazların kullanıldığı uzaktan izleme çalışmaları özetlenmektedir. Bölüm 3'de gerçekleştirilen sistemin mimarisi, yazılım alt yapısı, çalışma prensibi, mobil uygulama ve internet tabanlı izleme arayüzü sunulmaktadır. Son bölümde ise sonuçlar ve değerlendirilmeler yer almaktadır.

2. İLGİLİ ÇALIŞMALAR (RELATED WORKS)

Literatürde gerek akademik gerekse ticari olarak geliştirilmiş akıllı telefon, tablet vb. cihazların kullanıldığı bireylerin yaşamlarını kolaylaştırmaya ve aktivitelerini izlemeye yönelik çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalarda mobil cihazların sahip oldukları kamera, jiroskop, ivmeölçer, ısı, nem, GPS vb. sensörler ve bileşenlerden yararlanılmaktadır. Su ve arkadaşları çalışmalarında akıllı telefonlardaki kullanılabilir sensörler ve bu sensörler ile gerçekleştirilebilecek aktivitelerin tespitini ayrıntılı

olarak incelemişlerdir [1]. Dai ve arkadaşları yapmış oldukları çalışmalarında akıllı telefonun ivmeölçer sensöründen yararlanarak bireyin yalnızca düşme durumunu incelemişlerdir [2]. Akıllı mobil cihazların kullanıldığı çalışmaların çoğunluğu kapalı ve açık alanlarda konum belirleme üzerine odaklanmaktadır [3, 4]. Bayıroğlu ve Ayan çalışmalarında Android işletim sistemine sahip bir mobil cihazın GPS sensöründen yararlanarak web tabanlı çocuk takip sistemi geliştirmişlerdir [5]. Bununla birlikte akıllı telefonların tıbbi alanında da uygulamaları mevcuttur. Bourouis ve arkadaşları çalışmalarında akıllı telefonların kameralarından yararlanılarak cilt hastalıklarının analizini gerçekleştirmişlerdir [6]. Yavuz ve arkadaşları Android işletim sistemine sahip akıllı telefon ile düşen bir bireyin, akıllı telefonun GPS arayüzünden yararlanarak konumunu Google Maps üzerinde göstermişlerdir ve düşme ve konum bilgisini kullanıcıya SMS, e-mail ve Twitter mesajı şeklinde göndermişlerdir [7]. Habib ve arkadaşları akıllı telefon temelli düşme algılama ve önleme algoritmasının sınıflandırılmasını ve var olan çalışmalar ile sistematik bir şekilde karşılaştırılmasını sunmuşlardır [8].

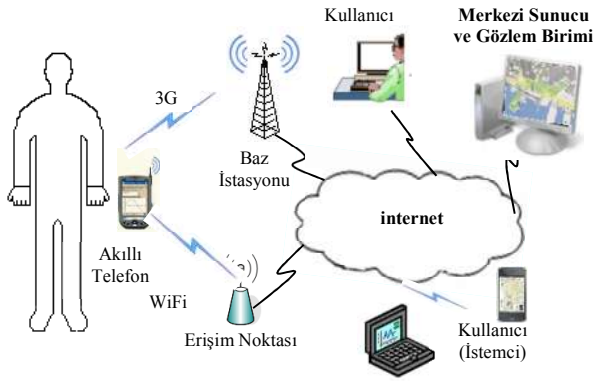
Yukarıda verilen akademik çalışmaların yanı sıra mobil cihazların bireylerin diyet, sağlık vb. durumlarını takip ederek yaşamlarını kolaylaştırmaya yönelik ticari uygulamalar da giderek yaygınlaşmaktadır. Bu uygulamalarda akıllı telefonların yanı sıra akıllı saat gibi yardımcı araçlardan da yararlanılmaktadır. Samsung firması akıllı telefonların sahip olduğu ivmeölçer ve jiroskop bileşenlerinden elde edilen verileri kullanarak kullanıcının koşu, yürüyüş ve uyku durumlarını günlük bir zaman çizelgesi üzerinde gösterebilmekte ve bu bilgileri merkez sunucularında tutmaktadır. Bununla birlikte Samsung firması ürettiği GearFit isimli akıllı saat ve bileklik aracılığıyla kalp atışlarını takip edebilmektedir [9]. Jawbone firması ürettiği akıllı telefonlar ile senkronize olabilen bileklik (UP) üzerinden bireylerin yapacakları veri girişi ile günlük aldıkları kalori miktarları, uyku saatleri, yürüyüş ve koşu durumlarını takip edebilmektedir [10]. Nike, Philips ve Hitachi firmalarının da donanım destekli mobil uygulama yazılımı ve bireylerin bilgilerini tutan merkezi yazılım yaklaşımları bulunmaktadır [11].

3. AKILLI TELEFON TEMELLİ BİREY İZLEME SİSTEMİ (PERSONAL MONITORING SYSTEM BASED ON SMARTPHONE)

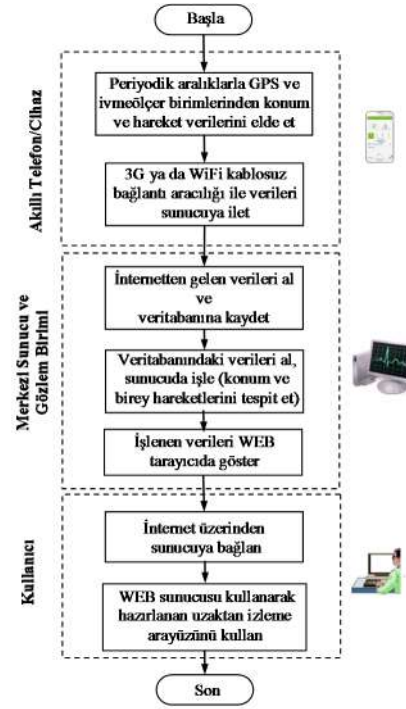
3.1. Sistem Mimarisi (System Architecture)

Sunulan çalışmanın sistem mimarisi Şekil 1'de görüldüğü üzere (i) akıllı telefon ve onun üzerinde çalışan Android tabanlı mobil uygulama, (ii) bireyin akıllı telefondan elde edilen verilerinin depolandığı,

yorumlandığı, raporlandığı web sayfası ve veri tabanı uygulamalarına sahip merkezi sunucu ve gözlem birimi ile (iii) internete bağlı herhangi bir cihaz üzerinden sisteme erişen kullanıcı olmak üzere 3 temel kısımdan oluşmaktadır. Akıllı telefon üzerinde çalışan mobil uygulama, telefonun sahip olduğu GPS ve ivmeölçer sensörlerinden elde edilen konum ve hareket verilerini belirli aralıklarla bulunduğu ortamdaki WiFi ve 3G kablosuz teknolojisi üzerinden Merkezi Sunucu ve Gözlem Birimine iletmektedir. Merkezi Sunucu ve Gözlem Birimi akıllı telefondan gelen verileri MSSQL veri tabanına kaydetmekte ve web arayüzü ile kullanıcılara işlenmiş verileri sunmaktadır. Kullanıcı ise internete bağlı herhangi bir cihaz üzerinden tarayıcı kullanarak geliştirilen web arayüzüne erişebilmektedir. Şekil 2’de akıllı telefon temelli birey izleme sisteminin çalışmasını özetleyen akış diyagramı sunulmaktadır.



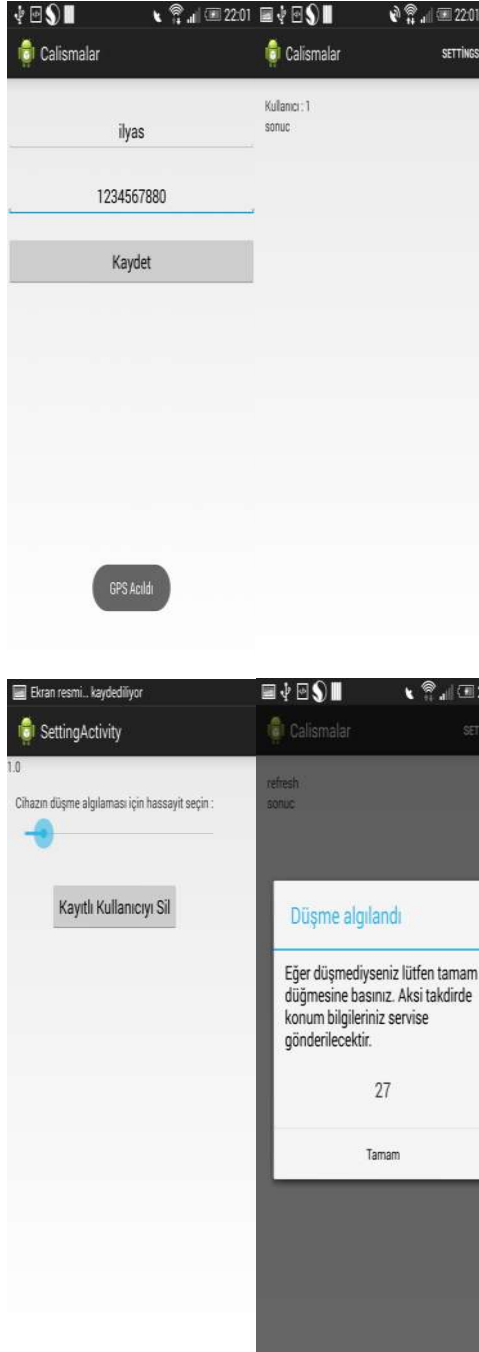
Şekil 1. Akıllı telefon temelli uzaktan izleme sistemi genel mimarisi (The general architecture of the smartphone based remote monitoring system)



Şekil 2. Gerçekleştirilen sistemin çalışmasını özetleyen akış diyagramı (The brief flowchart of the implemented system)

3.2. Geliştirilen Android Tabanlı Mobil Uygulama (Developed Android-Based Mobile Application)

Eclipse editörü kullanılarak geliştirilen Android tabanlı mobil uygulama programının amacı akıllı telefona sahip kullanıcının konum ve bedensel aktivite/hareket bilgilerini WiFi/3G kablosuz haberleşme teknolojileri aracılığıyla internet üzerinden Merkezi Sunucu ve Gözlem Birimine iletmektir. Bu amaçla mobil uygulama konum belirleme ve hareket tespiti algoritmalarına sahiptir. Geliştirilen mobil uygulama arayüzleri Şekil 3’de görülmektedir. Mobil uygulama öncelikle kullanıcı kayıt ekranı ile başlamaktadır. Ayarlar kısmında kullanıcının düşme durumunun algılanma hassasiyeti ayarlanabilmektedir. Bir düşme durumu meydana geldiğinde telefon ekranında “Düşme algılandı” şeklinde bir uyarı çıkmaktadır. Arayüzdeki “Tamam” butonuna basarak kullanıcı bu bir düşme değildir derse, kullanıcının bilgileri merkezi sunucuya gönderilmez aksi halde bu duruma ait bilgiler sunucuya gönderilir.



Şekil 3. Mobil uygulama arayüzleri (Interface screenshots from the mobile application)

3.2.1. GPS Tabanlı Konum Belirleme Algoritması (GPS-Based Localization Algorithm)

Mobil uygulama, akıllı telefonun GPS konum sağlayıcı sensöründen kullanıcının konum bilgilerini elde etmektedir. Kullanıcının konumu değişirse, yeni konumunun değerlerini enlem ve boylam (latitude-longitude) şeklinde Merkezi Sunucu ve Gözlem Birimine iletmektedir. Ayrıca mobil uygulama GPS

sinyalinin var olup olmadığını, GPS konum sağlayıcı sensörünün açık/kapalı olup olmadığını kontrol etmektedir. GPS tabanlı konum belirleme algoritmasının kaba kodu (pseudocode) aşağıda verilmektedir.

```

if (GPS açık mı?)
    if (GPS sinyali kayboldu mu?)
        Durum metodunu çalıştır
        GPS verilerini al ve sunucuya gönder
    else
        GPS bağlantısını bekle
if (Konum değişti mi?)
    Yeni konumun enlem-boylam değerlerini al
    ve sunucuya gönder
  
```

Program 1: GPS tabanlı konum belirleme algoritmasının kaba kodu (The pseudocode of GPS-based localization algorithm)

3.2.2. Düşme Tespiti Algoritması (Fall Detection Algorithm)

Geliştirilen mobil uygulamanın sahip olduğu bir diğer algoritma düşme tespiti algoritmasıdır. Mobil uygulama düşme olup olmadığına bu algoritmayı kullanarak karar vermektedir. Düşme olayına karar vermek için eşik şiddeti yaklaşımından yararlanılmaktadır. Buna göre; hesaplanan parametreler, belirlenmiş olan eşik şiddetini geçtiğinde düşme olayı gerçekleşmiş olarak kabul edilmektedir. Eşik şiddeti aşağıdaki denkleme göre belirlenmektedir. Varsayılan hassasiyet katsayısı 1,5'dir. Hassasiyet katsayısı uygulamada bulunan ayarlar sayfasından değiştirilebilmektedir.

Eşik şiddeti = Yerçekimi ivmesi*Hassasiyet kat sayısı (1)

Düşme tespiti algoritması içerisinde hesaplanan parametreler şunlardır:

- Toplam ivme vektörü: Telefonun sahip olduğu ivmeölçerden gelen verilerle hesaplanmaktadır. Formüldeki A_x , A_y ve A_z x, y ve z eksenlerinin G (yerçekimi kuvveti) cinsinden ivmelenme değerlerini gösterir. X eksenini telefonun yan yüzü üzerinde, Y eksenini dik bir pozisyonda ve Z eksenini ise sırtüstü durup durmadığı hakkında bilgi verir.

$$SV = \text{Toplam ivme vektörü} = \sqrt{(A_x)^2 + (A_y)^2 + (A_z)^2} \quad (2)$$

- Dinamik toplam ivme vektörü: Telefonun sahip olduğu lineer ivme (linear acceleration) sensöründen gelen verilerle hesaplanmaktadır. Bu denklemde de B_x ,

B_y ve B_z telefonun x, y ve z eksenlerinin G cinsinden ivmelenme değerlerini gösterir.

$$SVD = \text{Dinamik toplam ivme vektörü} = \sqrt{(B_x)^2 + (B_y)^2 + (B_z)^2} \quad (3)$$

• Dikey ivme: Toplam ivme vektörü, dinamik toplam vektörü ve yer çekimi kuvveti ($G = 9,81 \text{ m/s}^2$) kullanılarak hesaplanmaktadır.

$$Z_2 = \text{Dikey ivme} = \frac{\sqrt{SV^2 - SVD^2 - G^2}}{2G} \quad (4)$$

• Açısal hız toplam vektörü: x, y ve z eksenlerindeki jiroskop verileri kullanılarak hesaplanmaktadır. Denklemdaki ω_x , ω_y ve ω_z telefonun x, y, z eksenleri etrafında dönme açısını rad/s cinsinden ifade eder. Bu değerlerden yararlanılarak telefonun mevcut yönü ve yön değişimi elde edilir.

$$SV\omega = \text{Açısal hız toplam vektörü} = \sqrt{(\omega_x)^2 + (\omega_y)^2 + (\omega_z)^2} \quad (5)$$

Çalışmada kullanılan akıllı telefon Samsung Galaxy Note3'tür. Bu telefonun sahip olduğu sensörler ve özellikleri aşağıdaki tabloda verilmektedir. Düşme tespiti algoritması içerisinde hesaplanan parametrelerde bu sensörlerden elde edilen veriler kullanılmaktadır. Akıllı telefonun BOSCH BMA250 3-axis Accelerometer sensöründen elde edilen verilerle SV, ST Linear Acceleration sensöründen elde edilen verilerle SVD ve R3GD20 Gyroscope sensöründen elde edilen verilerle ωSV parametreleri hesaplanmaktadır. Dikey ivme parametresinde SV, SVD parametreleri ve ST Gravity sensöründen elde edilen veriler kullanılmaktadır. Yatay yön toplam vektörü parametresinde de MPU6500 Gyroscope sensöründen elde edilen x, y ve z eksenlerindeki ivme verileri kullanılmaktadır.

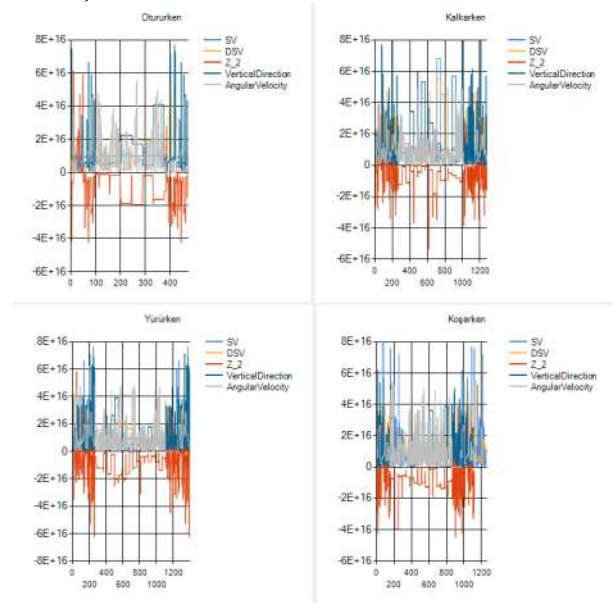
Tablo 1. Sensörler ve özellikleri (Sensors and their specifications)

Sensör	Maksimum Aralık	Minimum Gecikme	Çözünürlük	Tip
MPU6500 İvme (Acceleration) Sensörü	19.6133	10000	5.985504E-4	1
MPU6500 Jiroskop (Gyroscope) Sensor	8.726646	10000	2.663161E-4	4
Doğrusal (Linear) İvme Sensörü	19.6133	10000	5.985504E-4	10
Yön (Orientation) Sensörü	360.0	10000	0.00390625	3
Yer çekimi (Gravity) Sensörü	19.6133	10000	5.985504E-4	9

Eğer hesaplanan toplam ivme vektörü ve dikey ivme parametreleri belirlenen eşik şiddetini geçerse düşme algılanmış olarak kabul edilmektedir. Bu eşik değerler farklı kilo ve boylardaki kişiler ile yapılan deneyler sonucunda belirlenmiştir. Örneğin toplam ivme vektörü $4.7*9.806650161743164$ 'ten büyük ve dikey ivme vektörü de $4.7*9.806650161743164$ 'den büyükse kişi düşmüş kabul edilmektedir.

Bireyin yürüme, durma gibi bedensel hareketlerinin belirlenmesinde de düşme tespiti algoritmasında elde edilen toplam ivme vektöründen yararlanılmaktadır. Düşme tespiti algoritması ile elde edilen toplam ivmenin son 5 değeri 9.506650161743164 'ten küçük veya 10.506650161743164 'ten büyük ise kişi hareket ediyor, bu aralıkların dışında bir değer ölçülüyor ise kişi duruyor kabul edilmektedir.

Düşme tespiti algoritması 10 kişi üzerinde test edilerek deneysel olarak belirlenmiştir. Gerçekleştirilen denemeler sonucunda Şekil 4'teki grafikler elde edilmiştir.



Şekil 4. Parametrelerin grafiksel gösterimi (The graphical representation of the parameters)

Düşme tespiti algoritmasının kaba kodu aşağıda verilmektedir.

Sensörlerden değerleri al (ivme, lineer ivme, açısal hız, yer çekimi ivmesi...)

Parametreleri hesapla (toplam ivme vektörü, dinamik toplam ivme vektörü, dikey ivme, açısal hız toplam vektörü, yatay yön toplam vektörü)

if (hesaplanan toplam ivme vektörü > eşik şiddeti & hesaplanan dikey ivme vektörü > eşik şiddeti)

Düşme gerçekleşmiştir.

else

Düşme gerçekleşmemiştir.

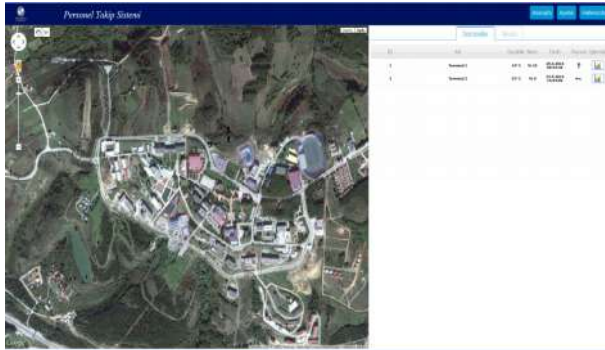
3.3. Geliştirilen Web Tabanlı İzleme Sistemi Arayüzü (Developed WEB-Based Tracking System Interface)

Akıllı telefon temelli birey takip sisteminin, Merkezi Sunucu ve Gözlem Biriminde çalıştırılan ve internet üzerinden erişilerek bireylerin konumlarının ve bedensel aktivitelerinin izlenmesini sağlayan web tabanlı uzaktan izleme arayüzü şekil 5’de görülmektedir. Bu arayüz aracılığı ile Mobil Uygulama tarafından gönderilen konum ve bireyin hareket bilgilerinin görselleştirilmesi ve analizi gerçekleştirilmektedir.

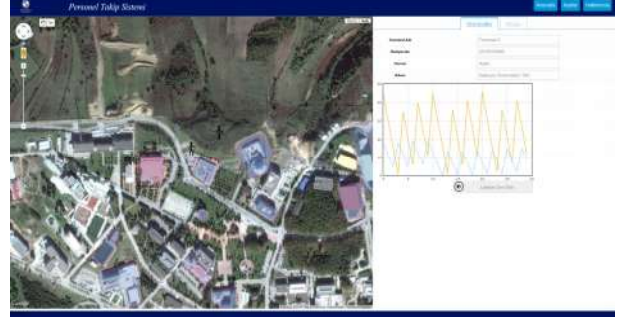
Geliştirilen web tabanlı izleme sistemi arayüzün tasarımında HTML5, javascript, jquery, CSS, asp.net ve signal r teknolojilerinden yararlanılmıştır. Bireyin GPS tabanlı konumunu göstermek için ise Google Maps API kullanılmıştır.

Şekil 5’de de görüldüğü üzere, web tabanlı izleme arayüzü iki temel kısımdan oluşmaktadır. Sol tarafta Google harita üzerinde kayıtlı kullanıcıların (izlenecek bireyin) konumu takip edilmektedir. Sağ tarafta ise “akıllı telefon temelli birey takip sistemi”ne kayıtlı (mobil uygulamaya sahip) kullanıcılara ait bilgiler görülmektedir. Burada kullanıcıların isimleri, akıllı cihazları aracılığı ile buldukları ortama ait sıcaklık ve nem değerleri, tarih ve düşme, yürüme gibi hareket durumları yer almaktadır. Durum sekmesi altında mobil uygulamanın düşme tespiti algoritması aracılığı ile elde edilen verilere göre bireyin düşme, yürüme ya da sabit (hareketsiz) durumu animasyonlarla gösterilmektedir. Benzer şekilde bireylerin hareket durumları yine gif formatındaki resimlerle soldaki harita üzerinde verilmektedir.

İşlemler altındaki grafik butonlarına tıklandığında ise şekil 6’de görüldüğü gibi akıllı telefon temelli birey takip sistemi tarafından bulunulan o anki konuma ait sıcaklık ve nem verileri grafiksel olarak gösterilmekte ve ayrıca ilgili kullanıcının ayrıntılı bilgileri yer almaktadır.



Şekil 5. Geliştirilen web tabanlı izleme sistemi arayüzü (Developed web-based tracking system interface)



Şekil 6. Elde edilen verilerin geliştirilen web tabanlı izleme sistemi arayüzünde grafiksel gösterimi (The graphical representation of the gathered data on the developed web-based tracking system interface)

4. SONUÇLAR (CONCLUSIONS)

Bu çalışmada, kullanımı hızla artan akıllı telefon, tablet vb. cihazların hayatımızı kolaylaştırmasına ve yaşam kalitemizi arttırmasına yönelik geliştirilen bir akıllı telefon temelli birey takip sistemi sunulmaktadır. Bu sistem, mobil uygulama ve web tabanlı izleme sistemi arayüzünden oluşmaktadır. Android tabanlı mobil uygulama, akıllı telefonların içerdiği GPS sensörü aracılığı ile kullanıcının konumunu, ivmeölçer sensörü aracılığı ile ise bireyin düşme, yürüme vb. hareket durumunu 3G ya da WiFi kablosuz iletişim teknolojileri üzerinden Merkezi Sunucu ve Gözlem Birimine aktarmaktadır. Merkezi Sunucu ve Gözlem Biriminde çalıştırılan web tabanlı izleme sistemi arayüzü ise mobil uygulama aracılığı ile elde edilen verileri internet üzerinden kullanıcılara görselleştirmektedir.

Akıllı telefonların sahip olduğu donanımsal özelliklerden yararlanarak birçok farklı uygulama gelecek çalışma olarak geliştirilebilir. Örneğin akıllı telefon temelli birey takip sistemi yapılacak bazı değişiklikler ya da eklemeler ile araç takibi amacıyla da kullanılabilir.

TEŞEKKÜR (ACKNOWLEDGMENT)

Bu çalışma Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, SAN-TEZ 0200.STZ.2013-1 nolu proje ve Sakarya Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu Tarafından Desteklenmiştir. Proje Numarası: 2013-09-10-001. Yazarlar ayrıca uygulamanın geliştirilmesinde ve test edilmesinde emeği geçen Sakarya Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği öğrencilerinden Yakup TUNÇEL, Caner SELVİ, Kaan Ali YILGIN ve İlyas YAVUZ’a teşekkür etmektedir.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] Su, X., Tong, H. and Ji, P. (2014) ‘Activity Recognition with Smartphone Sensors’,

- Tsinghua Science and Technology, vol. 19, no. 3, June, pp. 235-249.
- [2] Dai, J., Bai, X., Yang, Z., Shen, Z., Xuan, D. (2010) 'Mobile phone-based pervasive fall detection', *Personal and Ubiquitous Computing*, vol. 14, no. 7, April, pp. 633-643.
- [3] Martin, E., Vinyals, O., Friedland, G., Bajcsy, R. (2010) 'Precise Indoor Localization Using Smart Phones', *Proceedings of the international conference on Multimedia ACM MM'10*, New York, USA, pp. 787 – 790.
- [4] Zhang, R., Bannoura, A., Höflinger, F. (2013) 'Indoor Localization Using A Smart Phone', *IEEE Sensors Applications Symposium (SAS)*
- [5] Bayıroğlu H., Ayan, K. (2014) 'Android üzerinde web tabanlı çocuk takip sistemi', *SAÜ Fen Bilimleri Dergisi*, vol. 18, no. 2, pp. 87-91
- [6] Bourouis, A., Zerdari, A., Feham, M., Bouchachia, A. (2013) "M-Health: Skin Disease Analysis System Using Smartphone's Camera", *The 8th International Symposium on Intelligent Systems Techniques for Ad hoc and Wireless Sensor Networks*, 1116-1120.
- [7] Yavuz G., Kocak M., Ergun G., Alemdar H., Yalcin H., Incel O.D., Akarun, L. and Ersoy C. (2010) 'A smartphone based fall detector with online location support', *Proceedings of the International Workshop on Sensing for App Phones*; Zurich, Switzerland, 2 November 2010, pp. 31–35.
- [8] Habib, M. A., Mohktar, M. S., Kamaruzzaman, S. B., Lim, K. S., Pin, T. M. and Ibrahim, F. (2014) 'Smartphone-Based Solutions for Fall Detection and Prevention: Challenges and Open Issues', *Sensor*, vol. 14, no. 4, April, pp. 7181-7208.
- [9] Samsung GearFit, [Online], Available: http://www.samsung.com/global/microsite/gear/gearfit_features.html, 2014.
- [10] Jawbone, [Online], Available: <https://jawbone.com/>, 2014.
- [11] Hitachi, [Online], Available: http://www.hitachi-systems.com/eng/news_eng/2013/20130806.html, 2014.

