



## GSM Tabanlı Çoklu Takip Sistem Uygulaması

**Mehmet Sıraç ÖZERDEM\***

*Dicle Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Diyarbakır  
sozerdem@dicle.edu.tr ORCID: 0000-0002-9368-8902, Tel: (412) 248 10 00 (3508)*

**Remziye CENGİZ**

*Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik-Elektronik Anabilim Dalı, Diyarbakır*

Geliş: 10.10.2017, Kabul Tarihi: 25.12.2017

### Öz

*GPS tabanlı çoklu takip sisteminin hem donanımsal hem de yazılımsal olarak gerçekleştirilmesi, bu çalışmanın amacını teşkil etmektedir. Donanımsal olarak üç farklı donanım kullanılmıştır. Bunlar; GPS modülü, Arduino Uno geliştirme kartı ve GSM modülüdür. Yazılım aşamasında ise iki farklı platform kullanılmıştır. Mobil uygulama için Arduino Studio platformu ve geliştirme kartı için Arduino IDE kod platformu kullanılmıştır. Başarıyla gerçekleştirilmiş olan çalışmada, sistemin oldukça yüksek performansta çalıştığı ve takip edilmek istenen kişi sayısının da artırılabilceği görülmüştür.*

*Literatürde bu konuda çok geniş çaplı çalışmaların olduğu görülmüştür. Bu çalışmalarda farklı amaçlar güdülmüş olsa da, düşünülen devre ve yazılım tasarımlarının aynı yapıda olduğu görülmüştür. Hızla gelişen teknolojinin elektronik ve otomasyon alanına yansması ile geliştirme kartları tasarlanmıştır. Bu geliştirme kartları ile mikrodenetleyicili sistemler, kolay ve düşük maliyet ile tasarlanabilmektedir. Bu çalışma ile düşük maliyetli bir takip sisteminin oluşturulabileceği belirlenmiştir.*

**Anahtar Kelimeler:** GPS, GSM, Arduino Uno, mobil uygulama, konum tespiti

\* Yazışmaların yapılacağı yazar

## Giriş

Teknolojik gelişmeler artıkça elektronik, bilişim ve yazılım alanlarındaki gelişmeler de hızla büyümektedir. Özellikle donanım alanındaki malzemelerin hızlı bir şekilde temin edilmesi oldukça kolaylaşmıştır. Kullanılan mikroişlemcilerin küçülmesi ve ucuzlaması ile sistemlerin kendi işlemcisini içerebilecek forma geldiği görülmektedir. Bu kolaylıklar sayesinde, sistemlere ilişkin devrelerin kurulumu, hızlı bir şekilde gerçekleştirilebilmektedir. Bu çalışmanın konusu olan GSM tabanlı çoklu takip sistemi, hem donanımsal ve hem de yazılımsal olarak söz konusu kolaylıklar çerçevesinde başarıyla gerçekleştirilmiştir. Bu gerçekleştirilen sistem ile istenilen bir objenin/canlının enlem ve boylam bilgileri kolaylıkla tespit edebilmekte ve tespit edilen konum verileri ile nesnesinin haritadaki konumu belirlenebilmektedir.

Günümüz teknolojik gelişmeler dikkate alındığında, Küresel Konumlama Sistemi (Global Positioning System, GPS) ve GSM entegrasyonlu sistemlerin kullanışlı olduğu gözlenmektedir. GPS ve GSM entegrasyonlu sistemler, gerçek zamanlı takip sistemlerinin temelini oluşturmaktadır. Bu sistemlerin genel olarak çalışma düzeneği şu şekilde tanımlanabilir: i) GPS donanımı canlının üstünde taşıyabileceği forma getirilir veya cansız nesneye entegre edilir. Mobil olarak gezinen nesnenin tüm koordinat verileri, GPS tarafından belirlenir. ii) Koordinat (Enlem ve boylam) verileri, GSM üzerinden izleme sunucusuna iletilir. iii) İstemci (bilgisayar, tablet veya akıllı telefon), aldığı verileri harita üzerinde konumlandırır ve ekrana yansıtır. Çoklu takip sistemlerin aynı yapıda olması nedeniyle, farklı amaçlı benzer sistemlerin üretilebildiği görülebilmektedir.

Günümüzde aktif olarak kullanılan önemli uygulamaların bazıları; ebeveyn çocuk takip sistemleri, denetimli serbestlik takip sistemleri (e-kelepçe), lojistik araçlar için takip sistemleri, hasta takip uygulama sistemleri ve akıllı ev uygulama sistemleridir.

## Konum belirlemede teknolojik gelişim

Uzay tabanlı konumlama çalışmaları, Amerika Birleşik Devletleri (ABD) askeri kuvvetleri ve NASA tarafından 1960'lara doğru çalışılmaya başlanmıştır. İki boyutlu konum bilgisi sağlayan bu sistem TRANSIT (U.S. Navy Navigation Satellite System) olarak adlandırılır. Eş zamanlı olarak aynı işlevi gerçekleyen Tsikada adında bir sistem, Rusya tarafından geliştirilmiştir. TRANSIT sistemi, 1967 yılında ticari amaç için dünya çapında kullanılmaya başlanmıştır. Bu uydu sisteminin parsel ve nirengi ölçümleri için gerekli doğruluğu sağlayamadığı tespit edilmiştir. Bunun sebebi ise bu kapsamda kullanılan uydulara ilişkin yüksekliğin 1100km olduğu ve bundan dolayı uyduların yerel yerçekiminden etkilendiği olarak belirtilmiştir. Bu nedenle, 1974 yılında ABD Savunma Bakanlığı, navigasyon hizmetlerini karşılamak amacıyla çalışmalara başlamış ve NAVSTAR (NAVigation Satellite Timing And Ranging)-GPS sisteminin temellerini atmıştır. 28 Haziran 1983 tarihi itibariye, ABD Savunma Bakanlığı tarafından GPS'in kullanımı sivilere açılmıştır (GPS Notları, 2017). Konum belirlemeye ilişkin temel çalışmaların bazıları aşağıda açıklanmıştır.

Küçük ve ark. (2007) tarafından Araç Takip Sistemi (ATS) geliştirilmiştir. GPS modülünden alınan koordinat verileri, bir mikrokontrolör üzerinden SMS olarak özel bir iletişim protokolüne dönüştürülmüştür.

Bir diğer uygulamada, GPS işaretleri ile konum belirleme ve raporlama işlemleri, mobil - web platformunda tasarlanmıştır (İbrahim Özgön ve Mesut Konak, 2013). Jung-Han Kim ve Jun-Ho Oh (2000) tarafından yapılan çalışmada ise, GPS verisi ile araç takip algoritması geliştirilmiştir.

Android tabanlı akıllı telefonlarla uyumlu GPS ve bilgi iletiminde GPRS'in kullanıldığı bir takip sistemi, Gupta ve arkadaşları (2011) tarafından geliştirilmiştir. Çalışmanın işlem akışında, bilgi paketinde IMEI bilgisi kullanılmıştır.

Çoklu takip konusuna ilişkili diğer bir önemli çalışma ise lojistik uygulamalardır. Bu alanda önemli bir çalışma, Erdal M. ve Çancı M (2003), tarafından gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında, internet erişiminin olduğu her yerde yapılacak olan güncellemeler ile ülkenin tüm adres bilgilerine (şehir, ilçe, sokak, mahalle, köy) erişilebilmektedir. Bu şekilde araçların, gözetim altında güvenli bir şekilde seyrinin takip edilebildiği gözlenmiştir. Prasanna K.R. ve Hemalatha M. (2012) tarafından yapılan çalışmada, RFID GPS ve GSM tabanlı lojistik araçların takip mekanizması çalışılmıştır.

Konum belirleme ile ilişkili diğer bir çalışma, ebeveyn çocuk takip sistemidir. Bu alanda çalışmış olan Chandra ve arkadaşları, Java tabanlı telefonlarda oluşturulabilecek bir uygulama geliştirmişlerdir. (Chandra, A ve ark., 2011). Bu çalışmanın diğer bir benzeri, Liao ve arkadaşları tarafından yapılmıştır. Uygulama, kişi gideceği noktayı önceden ilgili kişilere mesaj yoluyla bildirmesinden oluşur (Liao, Y. ve ark., 2011).

GPS'in kullanımına ilişkin diğer bir alan ise sağlık alanıdır. Bu alanda yapılan çalışmalardan bazıları şöyle özetlenebilir; kronik rahatsızlığı olan çocukların 24 saat takip edilebilecekleri bir mobil sistem tasarlanmıştır. Bu acil durum sisteminde; hasta çocuk, yardıma ihtiyaç duyduğunda bir butona basarak web sunucusuna mesaj atabilmektedir. Mesajın içeriğine, çocuğun ID numarası ve konum bilgisi otomatik olarak eklenir. C# programlamayla oluşturulmuş olan web sayfasında, çocuğun konumu harita üzerinde gösterilir. Ayrıca önceden veri tabanında kayıtlı olan çocuğun ailesine, hastaneye ve doktoruna mesaj iletilir (Ismael, A.G.,2012). Diğer bir çalışmada, Pakistan'ın kırsal bölgelerinde GSM tabanlı çocuk felci aşularının takibi sağlanmıştır (Subhash C. ve ark. 2017). Sablier J. ve ark. (2011) tarafından demans (bunama) hastalığı olan kişilerin GPS tabanlı takip sistemi ile değerlendirilmesi çalışılmıştır. Buna benzer bir çalışma, yaşlı ve Alzheimer hastaları için yapılmıştır. Çalışmada GPS tabanlı bir takip sistemi kullanılmıştır (Sara P. ve Carlos A., 2012).

Konuyla ilişkili diğer bir önemli alan, e-kelelepçe uygulama alanıdır. Bu sistem, dünyada gelişmiş ülkelerde kullanılmaktadır. Sistem, ülkenin sosyo-ekonomik ve kültürel yapısına uygun şekilde tasarlanmış ve uygulamaya konulmuştur (Denetimli Serbestlik Takip Sistemleri, 2017).

GPS tabanlı gerçekleştirilen diğer farklı uygulamalar ise şöyle listelenebilir: Yaşlı kişilere ilişkin araç sürüş davranışlarının GPS takip sistemi ile analizi (Zhao Y., ve ark. 2018), GPS tabanlı veriler ile akıncı güvercin türüne ilişkin uçuş dinamiğinin modellenmesidir (Zaitouny A., ve ark., 2017).

Literatürden görüldüğü üzere, donanımsal (GSM Modülü, mikrodenetleyici, vs.) olarak gerçekleştirilen sistemlerin birbirine benzer olduğu ancak uygulandığı alanların farklı olduğu görülmektedir. Proje kapsamında son yıllarda ücretsiz ve açık kaynak kodlu olması özellikleri ile revaçta olan Google firmasının desteklediği Android işletim sistemi kullanılmıştır. Bu işletim sisteminde, Microsoft firmasının NET teknolojisi kullanılır.

### **Global Konum Belirleme Sistemi (GPS)**

GPS, hava şartları ne olursa olsun 7 gün 24 saat, dünyanın herhangi bir yerinde konum bilgisi sağlayan teknolojik bir sistemdir. GPS; uzay, kontrol ve kullanıcı bölümü olmak üzere üç ana bölümden oluşur.

a) Uzay Bölümü: Herhangi bir noktada her an uygun geometride en az dört uydunun görülebileceği şekilde planlanmış 24 uydu (ve ayrıca 3 yedek uydu), sistemin uzay bölümünü oluşturur. Bu uydular yerden yaklaşık 20200 km uzaklıkta olup, ekvatorla 55° lik açı yapan 6 ayrı yörünge düzlemine yerleştirilmiştir. Her uydu L1 ve L2 olmak üzere iki farklı sinyal yayınlar. Bu sinyaller taşıyıcı sinyallerdir. L1 taşıyıcı sinyali, 1575.42 Mhz frekansına ve yaklaşık 19 cm dalga boyuna sahiptir. L2 taşıyıcı sinyali ise 1227.60 Mhz frekansına ve 24 cm dalga boyunda sahiptir (King E.V.ve ark.,1987).

b) Kontrol Bölümü: Bu uydular, konumları çok iyi bilinen izleme istasyonları tarafından kontrol edilir ve olası sapmaların önüne geçilir.

Dünyanın farklı noktalarına konumlandırılan izleme istasyonlarının yeri ve özellikleri şekil 1’de gösterilmiştir.



Şekil 1. Uyduların konumlarını izleyen istasyonlar.

c) Kullanıcı Bölümü: Alıcı setler, bu bölümü oluşturmaktadır. Alıcı anten, alıcı ünitesi ve güç kaynağı, bu setin kapsamında bulunan donanımlardır.

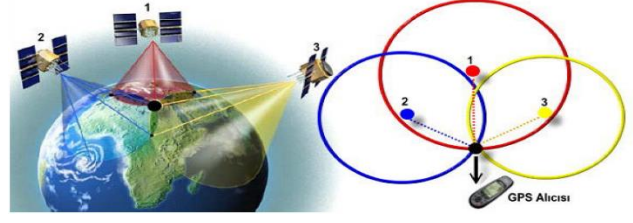
GPS Navigasyon Mesajı içerisinde yayınlanan uydu konum bilgilerine ilişkin doğruluğun düşük olması yada kasıtlı olarak yanlış yayınlanması durumunda, karşılaşılan hataya efemeris hatası denir (Tuşat E. ve Turgut B., 2004). Uydu yörüngelerinin daha duyarlı olabilmesi için efemeris hatası kullanılır. Uydu yörünge hatasının (uydu konum hatasının), ölçülen baz bileşenleri ile ilişkili olduğu (1) bağıntısı ile tanımlanabilmektedir.

$$\frac{\Delta b(m)}{b(km)} = \frac{\Delta r(m)}{\rho_R^{SV}(km)} \quad (1)$$

Bağıntıda yer alan  $\Delta b$  terimi ölçülen baz bileşenindeki hatayı,  $b$  ölçülen baz değerini,  $\Delta r$  yörünge hatasını (uydu konum hatasını) ve  $\rho_R^{SV}$  terimi ise uydu-alıcı uzaklığını ifade eder (Tuşat E. ve Turgut B., 2004).

Genel olarak GPS doğruluğuna etki eden faktörler; Kullanılan GPS ölçü tekniği, çevre faktörleri, görülen uydu sayısı, uydu geometrisi, sabit alıcıdan olan uzaklık, iyonosferik şartlar, GPS alıcısının kalitesi ve ölçü süresi olarak sıralanabilir.

GPS teknolojisinde konum belirlemede kullanılan genel yaklaşım, şekil 2’de gösterilmiştir. Alıcının gördüğü üç uydunun taradığı alanın kesişim noktası, alıcının konumunu belirler.



Şekil 2. GPS teknolojisinde konum belirleme yaklaşımı (Sevindi, C., 2005)

GPS alıcıları ile dünya üzerindeki 3 boyutlu koordinatlar (X,Y,Z), zaman ve kullanıcı aynı zamanda hareketli ise hızı da hesaplanabilmektedir. GPS ile konum belirlemede, mutlak ve görel konum belirleme olmak üzere iki yöntem kullanılır.

## Önerilen Sistem Yapısı

### Donanımsal Bileşenler

GSM tabanlı çoklu takip sistemi için tasarlanan sistemde bulunan temel donanımlar; GY-NEO6MV2, Arduino UNO geliştirme kartı ve SIM900R GSM modülüdür. Bu donanımların özellikleri aşağıda kısaca açıklanmıştır.

a) GPS modülü: Çalışmada GY-NEO6MV2 donanımı kullanılmıştır. Donanım; UART arayüzü ile kolay kullanıma sahip, seramik anten ve yerleşik bellek batarya içeren, güç kesilmelerinde veri kaybını önlemek için entegre EEPROM içeren ve değiştirilebilir arayüz hızına (varsayılan 9600kbps) sahiptir.

b) GSM Modülü: Tasarlanan sistemde GPS ünitesinden alınan konum bilgileri, SIMCom SIM900R GSM modülü üzerinden mobil telefona iletilir. GSM genelindeki frekanslarda çalışabilen çift bantlı GSM/GPRS modülüdür. Donanımın bazı teknik özellikleri: Quad-Band 850 / 900 / 1800 / 1900 MHz, GPRS çoklu-slot class 10/8, GPRS mobilistasyon class B, GSM phase 2/2+ için esnek, Class 4 (2 W @ 850 / 900 MHz), Class 1 (1 W @ 1800 / 1900MHz), AT komutları üzerinden kontrol – standard komutları (GSM 07.07 & 07.05) ve iyileştirilmiş komutlar (SIMCOM AT) kullanılır.

c) Arduino UNO Geliştirme Kartı: Arduino, Atmel’in AVR serisi mikrodenetleyicileri üzerine

kurulmuş, prototip oluşturma aşamasını kolaylaştıran, ek genişlemeler için konnektörlere ve bu konnektörlere takılabilen shield adı verilen eklentilere sahip bir platformdur (Kayaalp ve Özkorucuklu, 2015). Arduino; donanım özelliklerine göre farklı çeşitleri bulunmaktadır. Çalışmanın kapsamında önerilen sistemin tüm kontrolü için Arduino UNO geliştirme kartı kullanılmıştır. Arduino UNO, ATmega328 tabanlı bir geliştirme kartı olup, 14 adet Dijital giriş / çıkışı (6 tanesi PWM çıkışını destekler) pini ve 6 adet Analog giriş pini bulunur. Ayrıca 32KB Flash belleğe ve 16 MHZ hızında açık kaynak donanıma sahiptir.

### Yazılımsal Bileşenler

Bu çalışma kapsamında gerçekleştirilen GSM tabanlı çoklu takip sisteminin yazılımsal aşamasında, iki farklı yazılım platformu üzerinde çalışılmıştır. Çalışılan yazılım platformları; a) Android Studio Programı ile akıllı telefon uygulaması, b) Arduino yazılımı (IDE) ile sisteme ilişkin fonksiyonlarının belirlenmesi.

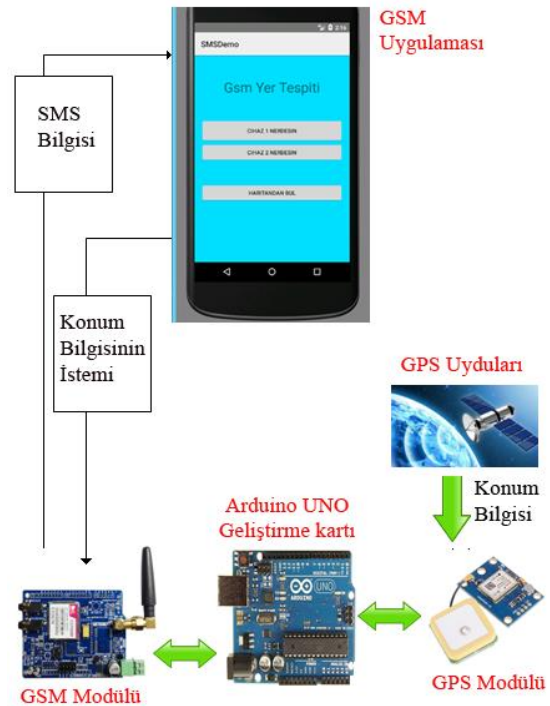
a) Android Studio Platformu: Android işletim sistemi, günümüz akıllı telefon sektörünün temelinde yer alan işletim sistemlerinden bir tanesidir. Google firmasının desteklediği bu açık kaynaklı kod, diğer işletim sistemlerine göre daha fazla kullanıcı tarafından tercih edilmektedir. Android Studio, Android işletim sistemi için Google tarafından piyasaya sürülmüş bütünleşik geliştirme ortamıdır. Uygulama geliştirmede yeni araçlar sağlamak ve şu anda yaygın olarak kullanılan IDE olan Eclipse'e bir alternatif oluşturmak için tasarlanmıştır. Android Studio'da yeni bir proje başlatıldığında, projenin yapısı SDK dizini içinde tutulan tüm dosyalarla görülür. Android Studio, gerçek zamanda uygulamalara yapılan görsel değişikliklerin görülmesine olanak sağlar ve aynı anda farklı düzenlemelerle ve çözünürlüklerle farklı Android cihazlarda nasıl görüleceğini sağlar. Android Studio'da kullanıcı arayüzüyle parçaların hareketi, sürükle & bırak adımları ile sağlanır. Platform, Google Cloud Messaging ile birlikte kurulur ve bu bulut yoluyla Android cihazlara sunucudan veri gönderilmesine olanak sağlanır. Android Studio'nun sağladığı diğer olanaklar; dayanıklı ve doğrudan geliştirme

ortamı, diğer cihaz çeşitlerindeki performansını test edebilme, tüm Android programlarında bulunan yaygın öğeler için sihirbazların / taslakların yer alması ve uygulamaların geliştirilmesi için zengin özellikli editor (Arduino Studio, 2018).

b) Arduino Yazılım Platformu (IDE) : Arduino, elektronik sistemler oluşturmak için kullanılabilen açık kaynak kodlu bir geliştirme platformudur. Platform; temel olarak devre kartı, derleyici ve derlenen programları işlemciye aktaran araçlardan meydana gelir. Arduino IDE platformunda, basitleştirilmiş C++ kullanılır ve yazılan programlar USB ile geliştirme kartına yüklenebilir (Karakuzu ve Gültekin, 2017).

### Önerilen Sistem Tasarımı

Çalışmada tasarlanan sistemin blok şeması Şekil 3'de gösterilmiştir. Şekilden görüldüğü üzere, GPS uydularının yaydığı konum bilgileri yayınlanır. Bu bilgiler GPS modülü tarafından alınır ve Arduino geliştirme kartına aktarılır. Geliştirilen GSM uygulamasında, talep edilen konum bilgisi, GSM modülü üzerinden mobil telefona Arduino UNO tarafından iletilir.



Şekil 3. Tasarlanan GSM tabanlı takip sistemi ve sistem bileşenleri

Akıllı telefon için Android Studio ile hazırlanan arayüz tasarımı da, şekil 3’de görülebilir. Uygulama, Samsung Galaxy platformu üzerinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmaya başlanmadan önce, telefonda geliştirici modun aktif edilmesi gerekmektedir.

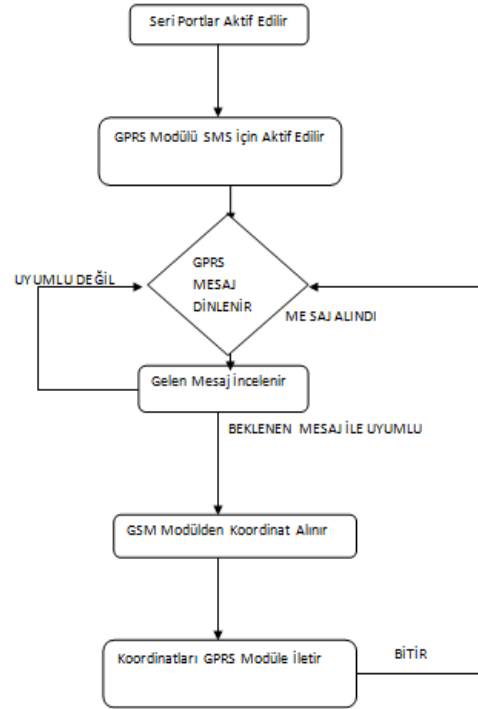
Arayüz tasarımında; görsel olarak butonların yerleşimi, adları, sayfa tasarımı ve bu butonların adres bilgileri düzenlenir. Her buton için bir adres bilgisi belirlenir ve Properties kısmından söz konusu ayarlar yapılır. Bu adres bilgisi ile Java Class bölümünde butonların işlevleri belirlenir.

Mobil uygulamaya ilişkin arayüzde, farklı işlevlere sahip butonlar yerleştirilmiştir. Uygulama örneği için iki nesne/kişinin takibi sağlanmıştır. Bunun için arayüze iki buton konmuştur. Takip edilmek istenen kişi/nesne sayısı artar ise buton sayısı artırılabilir. Şekil 3’den görüldüğü üzere, birinci nesne/kişi için “CİHAZ1 NERDESİN” etiketli bir buton ve ikinci nesne/kişi için “CİHAZ2 NERDESİN” etiketli bir buton konmuştur. Bu butonlardan hangisine tıklanır ise mobil uygulama tarafından ilgili nesne/kişiden mesaj yolu ile konum bilgisi istenir. Bir sonraki adımda, nesne/kişi bu isteme karşılık konum bilgisini SMS mesajı ile mobil uygulamaya iletir. Son olarak kullanıcı, mesaj ile gelen konum bilgisini haritada görmek üzere, arayüzde bulunan “HARİTADAN BUL” butonuna tıklar.

Yukarıda sözüne edilen işaret akışına uygun olacak şekilde, Arduino IDE kod uygulamasında tasarlanan sistem için tasarlanan yazılım akışı şekil 4’de gösterilmiştir.

Android studio kapsamında bulunan google harita eklentisi ile tasarıma google maps kısmı eklenmiştir. Haritanın uygulamada kullanılabilmesi için Google’ın sağladığı API kodunu maps kısmına eklenmesi gerekmektedir.

Arduino Studio ile tasarlanan arayüz, öncelikle sanal ortamda oluşturulmuş ve ardından derlenmiştir. Test edilen uygulama ardından USB üzerinden mobil telefona aktarılmıştır.



Şekil 4. Arduino geliştirme kartı için gerçekleştirilen işlem adımları

GSM tabanlı çoklu takip sisteminde yapılan ölçümlere göre standart sapmaların olduğu görülmüştür. Bu standart sapmalar; google haritaya, anten boyuna veya uydunun konumuna göre değişiklik sergilemektedir. 200 den fazla konum belirlenen bu çalışmada, elde edilen standart sapma değerleri; Birinci cihazda toplam 133 konum bilgisi alınmış ve standart sapması 21.3m, ikinci cihaz ile 85 konum bilgisi alınmış ve standart sapması 19.35m olarak belirlenmiştir.

## Sonuçlar

GPS tabanlı çoklu takip sisteminin hem donanımsal hem de yazılımsal olarak gerçekleştirilmesi, bu çalışmanın amacını teşkil etmektedir. Donanımsal olarak üç farklı donanım kullanılmıştır. Bunlar; GPS modülü, Arduino Uno geliştirme kartı ve GSM modülüdür. Yazılımsal olarak kullanılan iki farklı platform kullanılmıştır. Mobil uygulama için Arduino Studio platformu ve geliştirme kartı için Arduino IDE kod platformu kullanılmıştır. Başarıyla gerçekleştirilmiş olan çalışmada, sistemin oldukça

yüksek performansta çalıştığı ve takip edilmek istenen kişi sayısının da artırılabilceği görülmüştür. Literatürde bu konuda çok geniş çaplı çalışmaların olduğu görülmüştür. Bu çalışmalarda farklı amaçlar güdülmüş olsa da, düşünülen devre ve yazılım tasarımlarının aynı yapıda olduğu görülmüştür.

## Teşekkür

Bu çalışma, DÜBAP MÜHENDİSLİK.17.001 numaralı proje kapsamında desteklenmiştir.

## Kaynaklar

Chandra, A., Jain S., Abdul Qadeer, M., (2011). Implementation of Location Awareness and Sharing System Based on GPS and GPRS using J2ME, PHP and MYSQL, 2011 Computer Research and Development (ICCRD), 2011 3rd International Conference on (Volume:1 ), 11-13

Denetimli Serbestlik Takip Sistemleri (Elektronik İzleme, Tutuklu ve Hükümlü Takip, GPS Yazılımları, E Kelepçe, Sistemleri), (2017). <http://www.havelsan.com.tr/TR/Main/urun/771/denetimli-serbestlik-takip-sistemleri-elektronik-izleme-tutuklu-ve-hukumlu-takip-gps-yazilimlari-e-kelepce-sistemleri>, Erişim tarihi:05-10-2017.

Erdal, M., Çancı, M., (2003). Taşımacılık Yönetimi, UTİKAT, İstanbul.

GPS Notları, (2017). <https://bilgibirikimiz.tr.gg/GPS-NOTLARI.htm> Erişim tarihi: 12-11-2017.

Gupta, R., Reddy, B., (2011). GPS and GPRS Based Cost Effective Human Tracking System Using Mobile Phones, Viewpoint, Volume 2.

Ismael, A.G., (2012). An Emergency System for Succoring Children Using Mobile GIS, International Journal of Advanced Computer Science and Applications, Volume 3, No. 9.

Küçük, E., Güneş, M., Fırat, H., Aygen M., (2007). GPS ile Araç Takip Sistemi. Lisans tezi, Mersin Üniversitesi Tarsus Teknik Eğitim Fakültesi, Tarsus.

Kayaalp, K. ve Özkorucuklu, S., (2015). Arduino Teknolojisi Kullanılarak Tarla için Radyasyon Kapı Kontrolü Tasarımı, SDU International Technologic Science, 7(2), 39-47

Liao, Y., Chuang, C., Jeng, J., Chen J., (2011). Systematic Design for the Global Positional Systems with Application in Intelligent Google Android phone. System Science and Engineering, International Conference SSE 2011.

Özgön, İ., Konak, M., (2013). GPS Sinyalleri İle Konum Belirleme ve Raporlama İşlemi Yapmayı Sağlayan Programın Mobil ve Web Platformda Tasarımı. Lisan Tezi, Marmara Üniv. Elektronik-Bilgisayar Eğitimi Anabilim Dalı.

Kim, J., Oh, J., (2000). A land vehicle tracking algorithm using stand-alone GPS, Control Engineering Practice, Volume 8, Issue 10, Pages 1189-1196

Prasanna K.R., Hemalatha M., (2012). RFID GPS and GSM based logistics vehicle load balancing and tracking mechanism, Procedia Engineering, Volume 30, Pages 726-729

Chandir, S., Dharma V.K., Siddiqi D.A., Khan A.J., (2017), Feasibility of using global system for mobile communication (GSM)-based tracking for vaccinators to improve oral poliomyelitis vaccine campaign coverage in rural Pakistan, Vaccine, Volume 35, Issue 37, Pages 5037-5042

Sablier, J., Vuillerme, N., Fouquet, Y., Daynes, P., Rialle, V., (2011). Assessment of a GPS-based tracking system for people with dementia: Prevention, intervention, and safe wandering, Annals of Physical and Rehabilitation Medicine, Volume 54, Supplement 1, Pages e59-e60

Paiva, S., Abreu, C., (2012). Low Cost GPS Tracking for the Elderly and Alzheimer Patients, Procedia Technology 5, 793 – 802

King, E.W., Masters, E.G., Rizos, C., Stoltz, A., Collins, C., (1987). Surveying with Global Positioning System, Dümmler, Bonn.

Tuşat E. ve Turgut B., (2004). GPS Efemeris Bilgisinin Göreli Konumlamada Koordinatlara ve Baz Bileşenlerine Etkisi, S.Ü. Müh.-Mim. Fak. Derg., c.19, s.1.

Sevindi, C., (2005). Küresel Konum Belirleme Sistemi (GPS) ve Coğrafya Araştırmalarında Kullanımı, Coğrafi Bilimler Dergisi, 3(1), 101-112

Zhao, Y., Yamamoto, T., Morikawa, T., (2018). An analysis on older driver's driving behavior by GPS tracking data: Road selection, left/right turn, and driving speed. Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition), Volume 5, Issue 1, Pages 56-65

Zaitouny, A., Stemler, T., Small, M., (2017). Tracking a single pigeon using a shadowing filter algorithm. Ecology and Evolution. Issue 7:4419–4431.

## **GSM based multi-tracking system application**

### **Extended abstract**

*The purpose of this study is that the GPS based multi tracking system is implemented both hardware and software. Three different hardware are used. These; GPS module, Arduino Uno development card and GSM module. Two different software platforms are used. Arduino Studio platform for mobile application and Arduino IDE code platform for development card. In the successful implementation, it was seen that the system worked very well and the number of people could be increased.*

*It has been seen in the literature that there is a wide range of studies on this subject. Although different goals have been pursued in these studies, it has been seen that the circuit and software designs considered have the same structure.*

*In the scope of this study, the studies related to the subject in the literature have been examined in detail and the academic basis of the existing system in the market has been examined.*

*Development cards have emerged as a result of the rapid development of technology in the field of electronics and automation.*

*With these development cards, microcontroller systems can be designed easily and at low cost. This study shows that a low cost tracking system can be created.*

**Keywords:** *GPS, GSM, Arduino Uno, mobile app, location determination*