

UBDroid: Kullanıcı Davranış Analizi için Akıllı Telefon Uygulamaları Kullanım İzleme Aracı

Şeyma Küçüközer Çavdar, Erkam Akkurt, Davut Çavdar, Alptekin Temizel, Tuğba Taşkaya Temizel

Enformatik Enstitüsü, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Çankaya, Ankara.
kseyma@metu.edu.tr, akkurterkam@gmail.com, dcavdar@metu.edu.tr,
atemizel@metu.edu.tr, ttemizel@metu.edu.tr

Özet. Son yıllarda mobil teknolojiler günlük rutin işleri gerçekleştirmek üzere sıkça kullanılmaya başlanmıştır. Mobil teknolojilerin bu denli hızla yaygınlaşması ise birçok sektör açısından ve akademik çalışmalar için kullanıcı verisi elde etmek üzere güvenilir bir kaynak haline gelmiştir. Mobil telefonlardan elde edilen veriler ile kullanıcıların alışkanlıklarını belirlemek, uygun anlarını bulmak, kişiye özgü tavsiyelerde bulunmak mümkündür. Bu çalışmada da kullanıcı davranış analizi yapabilmek üzere Android işletim sistemi üzerinde çalışan UBDroid adında bir mobil uygulama geliştirilmiştir. Uygulama, mobil telefonda bulunan uygulamaların başlatılma zamanı ve uygulamaların çalışma süresi ile algılayıcı (sensör) verilerini kaydeder; kişilerin Google Takvim bilgilerini anonim (gizli) olarak kullanarak, kişilerin hangi zaman dilimlerinde boş, hangi zaman dilimlerinde müsait olduğu bilgisinin çıkarılması için veri toplar. Sensör verisi olarak; konum, aktivite, telefon ses modu ve kablosuz ağ bilgileri kullanılmıştır. Mobil cihaz üzerinde toplanan veriler, daha sonra uzak sunucuya belirli aralıklarla aktarılmaktadır. Sunucu uygulaması da Google Play'den mobil cihazlarda kullanılan uygulama puan ve kategori gibi bilgileri edinmekte ve bu toplanan veriyi işlemektedir. Çalışmada UBDroid uygulamasının nasıl geliştirildiği ve performans değerlendirilmesi sunulmaktadır. Yapılan testler sonucunda, oluşturulan sistemin (UBDroid) kullanıcı davranış analizi için kullanım bilgisi toplayan enerji verimli bir sistem olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: kullanıcı davranış analizi, mobil uygulama analizi, Android uygulama kullanımı, mobil algılama

1 Giriş¹

Akıllı telefon kullanımı son yıllarda oldukça hızlı bir şekilde artmıştır. 2007 yılında Apple iPhone, yenilikçi özellikleriyle akıllı telefon piyasasında en büyük etkiye sahip olurken, 2008 yılında mobil uygulama dağıtım platformu App Store, iPhone ekosistemine eklenerek etkisini artırmıştır. Böylelikle, rakip firmalar da bu devrim niteliğindeki özelliği takip etmişler ve Google Play (Android Market) 2008’de, Nokia Store ve Blackberry World 2009’da, Windows Phone Store ise 2010 yılında faaliyete geçmiştir. Bu mobil uygulama dağıtım platformları, uygulama geliştiriciler için büyük bir market oluşturmuşlardır. Apple firması, 9 Haziran 2015’te App Store üzerinden indirilen toplam uygulama sayısının 100 milyarı geçtiğini belirtmiştir [1]. Bu yeniliği her ne kadar Apple iPhone getirmiş olsa da, Android tabanlı akıllı telefonlar markete sonraki yıllarda egemen olmuşlardır [2, 3]. Android kullanımı, akıllı telefon çeşitliliği sebebiyle diğer rakiplerine göre çok daha fazladır.

Akıllı telefonlardaki hızlı internet olanağı kullanıcı alışkanlıklarını büyük oranda etkilemiştir. Kullanıcılar, bilgisayar üzerinden internete girmek yerine akıllı telefonlarında daha uzun süre vakit geçirmeyi tercih etmeye başlamışlardır. Birçok popüler sosyal ağ, e-ticaret, haber ve finans web sitelerinin artık mobil uygulamaları mevcuttur. Örneğin; sosyal ağ uygulamaları, akıllı telefonun kamerasına direkt erişim sağlamakta ve fotoğraf paylaşımına saniyeler içerisinde olanak vermektedir. Aynı işlem, web tarayıcılarında yapılmak istendiğinde ise dosya yükleme ara yüzü ile daha uzun sürmektedir. Bunun gibi birçok sebepten dolayı, kullanıcılar mobil cihazlara yönelmektedir. Kullanıcı alışkanlıklarının değişmesiyle, web siteleri üzerinden toplanan kullanıcı istatistikleri de mobil uygulamalara kaymaktadır. Mobil kullanıcı verileri; konum, kullanılan uygulamalar, arama kayıtları, rehber, SMS, fiziksel sensör verileri gibi cihaz metrikleri ile kolaylıkla toplanabilmektedir. Yapılan çalışmalar, cihaz metriklerinin mobil algılama uygulamalarında [4-6], mobil kullanıcı analizlerinde [7-10] ve mobil uygulama analizlerinde [11-13] oldukça değerli kullanıcı verisi oluşturmak üzere kullanılabileceğini göstermiştir.

Bu çalışmanın amacı, mobil kullanıcı davranış analizinde kullanılmak üzere değerli bir veritabanı oluşturmak için bir araç geliştirmektir. Geliştirilen bu araç sayesinde, ileriki çalışmalarda mobil algılama özelliği ile kullanıcı davranışları hakkında deneysel çalışmalar gerçekleştirilecektir. Bu sebeple uygulamanın asıl amacı, Android kullanıcılarından uygulama kullanım bilgilerini, anonim bir şekilde dijital takvim bilgilerini, belirli bir süre boyunca da fiziksel sensör bilgilerini (aktivite, konum, telefon ses modu, kablosuz ağ bilgileri) ileriki analizler için toplamak, kullanıcılara mesaj ve çevrimiçi anketler göndermektir.

UBDroid, toplanan veriyi bir merkezde toplayarak sunucu üzerinde daha ileri işlemler (örneğin; Google Play üzerinden uygulama bilgilerini toplamak) yapmaktadır. UBDroid bu işlemleri yaparken, toplam telefon performansını etkilememek ve pil tüketimi kullanımını artırmamak için akıllı telefon kaynaklarını minimum seviyede kullanır.

¹ Bu araştırma TÜBİTAK-BİDEB 2219 Yurtdışı Doktora Sonrası Araştırma Burs Programı tarafından desteklenmiştir.

UBDroid kullanıcıdan veri toplamanın yanı sıra, Google Play'deki uygulama kategorisi, puanı, puan veren kişi sayısı ve indirilme sayısı gibi uygulama bilgilerini de çeker. UBDroid aynı zamanda çevrimiçi anketler aracılığı ile kullanıcı katılımını da sağlar. Google Play istatistikleri ile birlikte uygulama kullanım bilgisi, sensör bilgileri, dijital takvimden elde edilen kişinin uygun zamanları ve çevrimiçi anket verileri, kullanıcı davranışlarını anlamak amacıyla veri madenciliği gibi alanlar için çok değerli bilgiler elde edilmesini sağlamaktadır.

Tüm bu bilgiler ışığında, kişinin telefonunu hangi zaman aralıklarında hangi amaç ile kullandığı, mesajların ne zaman iletilip ne zaman okunduğu gibi kullanıcı aktivitelerini analiz etmeye imkan sağlamaktadır. Son yıllarda oldukça popüler bir konu olan, kişilerin uygun anlarını tespit etme alanında da rahatlıkla kullanılabilecek bir araçtır. Örneğin; Kucukozer-Cavdar ve Taskaya-Temizel [16] tarafından sunulan bilgi işçilerinin uygun anlarını ve basit dinlenme molaları vermelerini etkileyen faktörleri anlamaya yönelik sunulan yapı, UBDroid sistemi kullanılarak oluşturulmuştur. Benzer olarak, UBDroid'den elde edilen kullanıcı verileri ile birçok alanda analiz çalışmaları yapmak mümkün olacaktır.

Bildiri toplam 5 bölümden oluşmaktadır. Bir sonraki bölümde literatürde UBDroid uygulamasına benzer çalışmalar özetlenmiştir. Üçüncü bölümde, araştırma yöntemi detaylıca anlatılmış, sistemin hedefleri, kullanım senaryoları, yapısı ve uygulamanın tasarımı hakkında bilgiler verilmiştir. Dördüncü bölümde, geliştirilen sistemin performans testi sonuçları yer almakta, son bölümde ise bildirinin sonuç kısmı verilmiştir.

2 Literatürdeki Benzer Çalışmalar

Bu bölümde, literatürdeki UBDroid uygulamasına benzer çalışmalar ve özelliklerinden bahsedilecektir. Çalışmalar, özellikleri açısından üç farklı başlık altında toplanmıştır: Mobil algılama, mobil kullanıcı davranışı analizi ve mobil uygulama analizi. UBDroid bu üç temel özelliği bir arada gerçekleştirebilmekte, bunun yanı sıra daha önce literatürde bu amaçlar için kullanılmayan dijital takvim bilgilerini de anonim bir şekilde kaydetmektedir.

2.1 Mobil Algılama

Günümüzde akıllı telefonlar, birçok fiziksel sensörler ile donatılmış bulunmaktadır. Bu fiziksel sensörler; ivme ölçer, barometre, küresel konumlama sistemi (GPS), yer çekimi, jiroskop, ışık, lineer hız değişimi, manyetik ölçer, mikrofon, yön, yakınlık, bağıl nemlilik ve sıcaklık olarak isimlendirilebilir [14]. Fiziksel sensörler ve gittikçe artan bağlantı kapasitesi ile zenginleştirilmiş akıllı telefonlar *mobil algılama* kavramı için çok uygun araçlar haline gelmektedir. Mobil algılama, mobil cihazlardan sensörler yardımı ile veri toplama olarak ifade edilebilir.

Lane ve diğerleri algılama sistemlerini oportünist ve katılımcı olmak üzere ikiye ayırmıştır [15]. Oportünist algılama, neredeyse hiç kullanıcı katılımı gerekmeksizin otomatik olarak veri toplamaı ifade etmektedir. Katılımcı algılama ise kullanıcıların

katılımına bağlıdır. Bu tip algılamada, veri toplamanın tüm adımlarındaki bilgiler kullanıcıya aittir.

Geçmiş çalışmalarda değişik alanlarda kullanılan birçok mobil algılama sistemleri geliştirilmiştir. Lu ve diğerleri [6] kullanıcının kalori harcamalarını, günlük aktivitelerini, gittiği önemli yerleri ve ulaşım tercihlerini kayıt altında tuttukları Jigsaw adında sürekli algılama motorunu geliştirmişlerdir. Jigsaw ivme ölçer, mikrofon ve GPS sensörlerinden elde edilen verilere dayanmaktadır. Bu sistem yalnızca telefon üzerinde çalışmakta olup harici bir sunucu kullanmamaktadır.

Keputcka [4] sinema, spor müsabakaları ve kültürel gösteriler gibi belirli organizasyonlarda izleyicilerin duygu analizi için SynchoSmart isminde bir sistem geliştirmiştir. SynchoSmart, istemci-sunucu modeline dayanmaktadır ve sistemdeki istemciler Android tabanlı akıllı telefonlardır. SynchoSmart duygu analizi için veri toplamakta ancak senkronizasyon ve merkezleştirme yöntemleri diğer alanlar için de kullanılabilir.

Funf [5], Android tabanlı akıllı telefonların tüm sensörlerinden veri toplayabilen bir başka mobil algılama sistemidir. Geliştirici eforunu azaltmak amacıyla projelere kütüphane olarak eklenebilmektedir. Arama, SMS kayıtlarını, tarayıcı geçmişini, kullanılan ve telefonda yüklü uygulamaları, pil durumu gibi bilgileri tüm sensörlerden elde edilen verilere ek olarak kaydetmektedir. Funf, gelişmiş veri toplama kapasitesine sahip olsa da dahili veri merkezleştirme yöntemi sunmamaktadır. Ayrıca, tüm veri toplama özellikleri de pil tüketimini oldukça fazla artırmaktadır.

2.2 Mobil Kullanıcı Davranışı Analizi

Kullanıcı analizi, bir hizmetin kalitesini artırmak üzere kullanıcı karakteristiklerini belirleme olarak tanımlanabilir. Bu doğrultuda, Verkasalo [7] mobil kullanıcı ölçümlerini veri toplama metodu ile kaydeden MobiTrack sistemini geliştirmiştir. MobiTrack, davranışsal ölçümler, bağlamsal anketler ve web-tabanlı anketler olmak üzere üç tip veri kaynağını kullanmaktadır. Bu metrikler ise arama, SMS, uygulama, tarayıcı ve veri hizmeti kullanımı bilgilerinden elde edilmektedir. MobiTrack'in en avantajlı tarafı, kullanıcıların gerçek ortamlarından kapsamlı bir şekilde veri toplayabilmesidir.

Chen ve diğerleri [8] mobil kullanıcı davranışını analiz etmek üzere Android işletim sisteminde çalışan bir kayıt toplama servisi oluşturmuşlardır. Android yazılım geliştirme kiti (SDK) aracı kullanarak sistem kayıtlarını ayıklar ve böylece tüm kullanıcı işlemlerini konum bilgisi ile birlikte kaydeder. Servis, sürekli olarak internet bağlantısı kullanmamak için, kullanıcı kayıt bilgilerini belirli periyotlarda bir sunucuya aktarır.

LiKamWai ve diğerleri [9] MoodScope adında kullanıcının o anki ruh halini akıllı telefon kullanımı üzerinden tahmin eden bir yazılım geliştirmişlerdir. MoodScope, telefon arka planında sürekli olarak çalışarak kullanıcı aktivitelerini kullanıcıya müdahale etmeden kaydetmektedir. Kullanıcının ruh halini, SMS, e-posta, telefon çağrılarını, uygulama kullanımlarını, web tarayıcı geçmişi ve konum bilgileri üzerinden tahmin etmeye çalışır.

Pejovic ve Musolesi [10], InterruptMe adında akıllı telefon kullanıcılarının işlerine ara verilebilirliklerini analiz eden bir model geliştirmişlerdir. Model, telefona gönderilen bilginin etkisini artırmak için kullanıcıların uygun anlarını bulmaya çalışmaktadır. Modele göre kullanıcıların ulaşılabilirliği konum, zaman, kullanıcı aktivitesi ve duygularından etkilenmektedir. InterruptMe modeli Bluetooth, Wi-Fi ortamlarından, GPS koordinatlarından, ivme ölçer verilerinden ve geçmiş kullanıcı tepkilerinden faydalanmaktadır. Önerilen bu model, kullanıcıların katılımcı mobil algılama sistemlerine dahil olmalarını artırmaya yardımcı olmaktadır.

2.3 Mobil Uygulama Analizi

Kullanıcı analizi ve uygulama analizi, insan-bilgisayar etkileşimi alanı ile alakalı olduğundan, benzer veri toplama yöntemlerini kullanır. Kullanıcı analizi temel olarak bir takım uygulamalar üzerinden kullanıcıların tepkilerini gözlemlemeye dayanırken, uygulama analizi bir grup kullanıcı etkileşiminde bulunurken uygulama cevaplarını gözlemlemeye dayanır.

Wei ve diğerleri [11] Android uygulamalarını gözlemleyen ve profilini çıkaran ProfileDroid isminde çok katmanlı bir sistem sunmuşlardır. ProfileDroid, uygulamaları statik katman, kullanıcı etkileşimi, işletim sistemi ve ağ olmak üzere toplam dört katmanda inceler. Donanım kullanımı ve kullanılan izinler statik katmanda; kullanıcı tarafından gerçekleştirilen aktiviteler ve kullanıcı girdileri kullanıcı etkileşimi katmanında; sistem aramaları, etkileşimli servisler ve sistem dosyası işlemleri işletim sistemi katmanında ve uygulamanın ağ trafiği ağ katmanında tutulur.

Lee, Yoon ve Cha [12] geliştirici seviyesindeki uygulama hata ayıklama kısıtlamalarını ortadan kaldırmak üzere bir kullanıcı etkileşimi tabanlı profil sistemi sunmuşlardır. Sistem, çekirdek ve Android yapı katmanını aracılığıyla cihaz üzerinde veri toplama işlemi gerçekleştirir. Cihaz üzerindeki metrikler depolanarak toplanan veriler sunucuya aktarılır.

Falaki, Mahajan ve Estrin [13] beklenmeyen uygulama davranışlarını belirlemek için SystemSens adında kullanım gözleme aracı geliştirmişlerdir. İstemci-sunucu yapısına dayanan sistem CPU, hafıza, pil ve ağ kullanım bilgilerini izler. Toplanan veri bir sunucuya aktarılır.

3 Araştırma Yöntemi

Çalışmadaki temel amaç, mobil kullanıcı davranış analizi için bir veri toplama sistemi tasarlamak, geliştirmek ve bu sistemi değerlendirmektir. Geliştirilen sisteme UBDroid ismi verilmiştir. UBDroid sisteminde, hem oportünist yaklaşımdan hem de katılımcı algılama yaklaşımından yararlanılmıştır. UBDroid, Android işletim sistemine sahip akıllı telefonlarda çalışır, veri toplar ve mobil web sayfaları üzerinde anket doldurmaya olanak sağlar. UBDroid temel olarak uygulama kullanım bilgilerini, takvim bilgilerini ve sensör verilerini toplama işlemi yapar ve toplanan mobil uygulamaların kategorizasyonunu yaparak mobil kullanıcı analizleri için uygulama kullanımı veritabanı oluşturur.

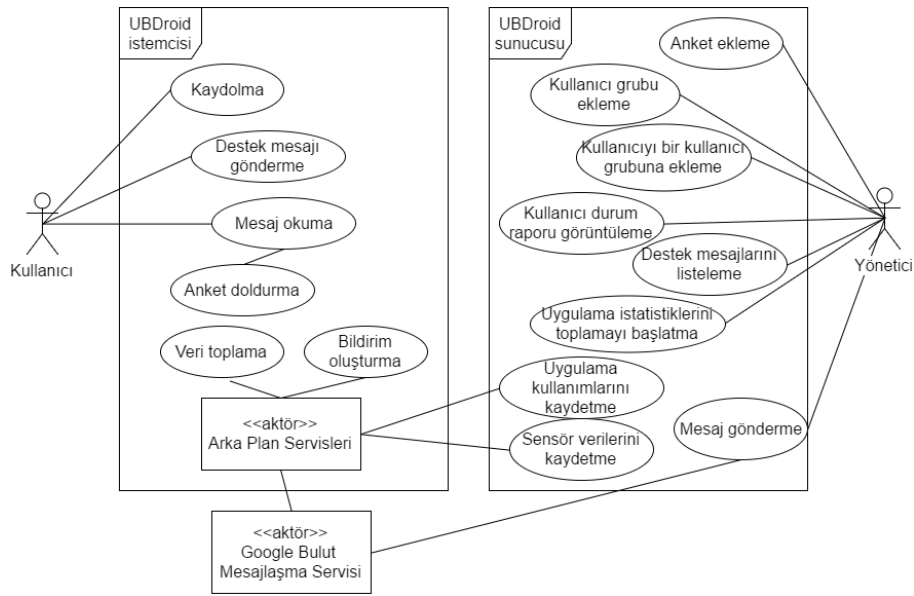
3.1 Sistemin Hedefleri

Sistem tasarımı sırasında aşağıdaki gereksinimler göz önünde bulundurulmuştur:

- *Uygulama kullanımını toplama:* UBDroid ön planda çalışan uygulama değişikliklerini izler ve paket ismini, uygulama kullanım başlangıç ve bitiş saatlerini raporlar.
- *Sensör verisi toplama:* UBDroid dört farklı sensörden bilgi toplamaktadır: ivme ölçer, jiroskop, yer çekimi ve manyetik alan sensörleri. Bunlara ek olarak, kullanıcının o anki konumu, eğer kullanıcının cihazında konum servisi açıksa Google Fused Location API'si kullanılarak toplanmaktadır. Konum bilgisi için ayrıca kullanıcının bağlı olduğu kablosuz ağ bilgileri de toplanmaktadır. Kablosuz ağ bilgileri özellikle GPS ve Google Fused Location'ın yetersiz kaldığı, bina içi konumları belirleme için önemli olmaktadır.
- *Cep telefonu ses modu toplama:* Sensör verilerine ek olarak, uygulama telefonun anlık ses modunu (sessiz, titreşim ya da sesli) kaydeder.
- *Dijital takvim bilgisi toplama:* UBDroid, akıllı telefon üzerindeki Google Takvim bilgilerini toplamaktadır. Takvimdeki etkinliklerin başlangıç ve bitiş saatleri, tekrarlayan ya da tüm gün süren etkinlik olup olmadığı, kullanıcı takvimine kim tarafından eklendiği bilgileri toplanmaktadır.
- *Katılımcı veri toplama:* Anonim olarak katılımcı kullanıcı verisini toplayabilmek için, UBDroid'in anket oluşturma ve anket verisi toplama özellikleri bulunmaktadır.
- *Veri bütünlüğü:* UBDroid akıllı telefon açık olduğu müddetçe arka planda sürekli olarak çalışmaktadır. UBDroid, görev sonlandırıcı uygulamalar ya da kullanıcı tarafından durdurulamaz şekilde tasarlanmıştır. Böylelikle, kullanıcılar ile yapılacak deney sırasında veri bütünlüğünün bozulmaması planlanmıştır.
- *Gizlilik:* UBDroid, kişisel hiçbir veriyi kaydetmemektedir. Cihazın IMEI numarasından oluşturulan kullanıcıya özel bir parola ile tüm bilgiler tutulmaktadır. Google Takvim'den elde edilen etkinlik ismi, etkinlik sahibi bilgileri gibi bilgiler ise şifrelenerek tutulmaktadır.
- *Enerji verimliliği:* Oluşturulan sistem enerji dostu olup cihazın pil ömrüne negatif etki etmemektedir:
 - Veri toplama hizmeti cihaz uyku modunda iken çalışmamaktadır.
 - Cihazdan toplanan veriler, sunucuya belirli periyotlarda aktarılmakta böylelikle sıkça bağlantı kurma ve kapatma işlemleri yapılmamaktadır.
- *Veri tutarlılığı:* UBDroid, sistem saatleri farklı olan birçok kullanıcıdan veri toplamaktadır. Zaman bilgisi, kullanıcı tarafında uygulama başlatıldığında sunucu ile senkronize edilmektedir.
- *Uygulama kategorizasyonu ve istatistikler:* Uygulama kategorisi, uygulama indirme sayısı ve uygulama puanı bilgileri Google Play üzerinden toplanmaktadır. Uygulama bilgilerini getirme, uygulamanın web sitesine ulaşma ve bu sayfada yatay seyir (crawling) ile mümkün olmaktadır.

3.2 Sistem Kullanım Senaryoları

UBDroid sisteminde, kullanıcı ve yönetici olmak üzere iki asıl aktör ve Arka Plan Uygulamaları ve Google Bulut Mesajlaşma Sistemi (GCM) olmak üzere de iki yardımcı aktör bulunmaktadır. Kullanıcılar istemci uygulama ile etkileşimde bulunurken, yönetici ise web istemcisi aracılığıyla sunucu ile etkileşimde bulunur. Şekil 1'de görüldüğü gibi, kullanıcılar sisteme kaydolabilir, mesaj okuyabilir, anket doldurabilir ve destek mesajı gönderebilir. Yönetici ise anket ekleyebilir, kullanıcılara mesaj gönderebilir, kullanıcı gruplarını yönetebilir, kullanıcı durum raporlarını görüntüleyebilir, destek mesajlarını görüntüleyebilir ve uygulama istatistiklerini toplayabilir. Sunucudan istemciye mesaj gönderildiğinde, GCM bunları anlık bildirim olarak gönderir.



Şekil 1. UBDroid kullanım senaryosu diyagramı

Örnek kullanım senaryosu olarak, Mesaj Okuma Senaryosu Tablo 1'de verilmiştir. Mesaj Okuma Senaryosu, kullanıcılara yönetici tarafından iletilmek istenen her mesaj için devreye girer. Mesaj Okuma Senaryosu, mesajın anket içerip içermemesine göre Anket Doldurma Senaryosu ile devam edebilir. Özellikle, kullanıcıların deney sırasında anlık geri bildirimlerini almak üzere oluşturulan anketler, sistem mesajları ile birlikte gönderilmektedir.

Tablo 1. Mesaj Okuma Kullanım Senaryosu

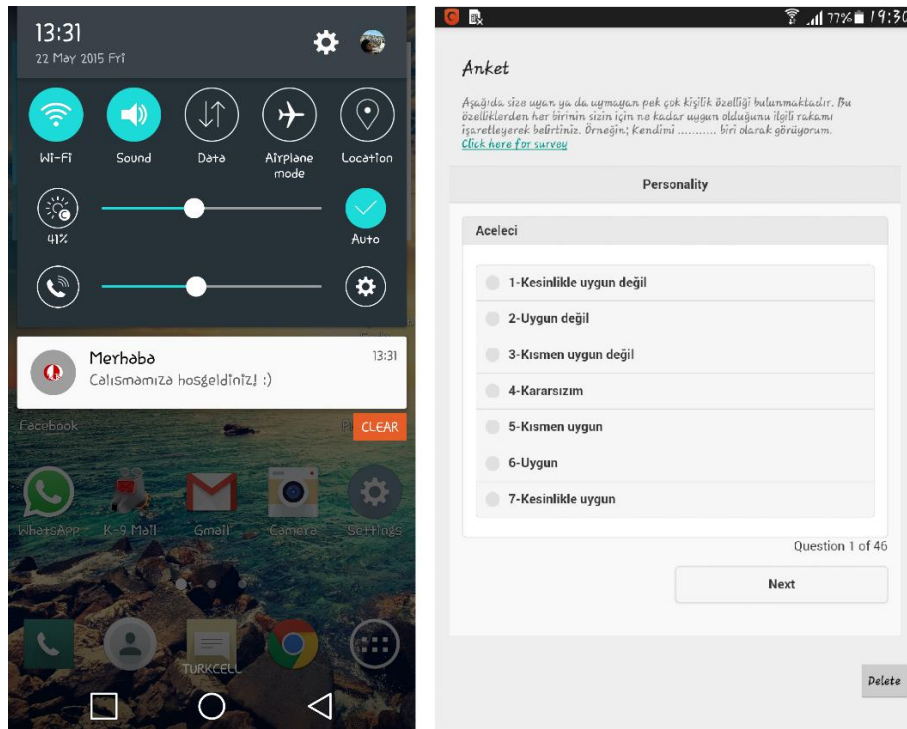
Aktör:	Kullanıcı
Tanım:	Bu kullanım senaryosu, kullanıcının mobil cihazına gönderilmiş mesajın okunmasına ilişkin senaryoyu ve diğer bir takım ayrıntıları içermektedir.
Ön Koşullar:	<ol style="list-style-type: none">1. Kullanıcı, sisteme kaydolmuş olmalıdır.2. Yönetici, sistem üzerinden mesaj gönderme işlemi gerçekleştirmiş olmalıdır.3. Arka plan servisleri, mobil cihaz üzerinde bildirim oluşturma işlemi gerçekleştirmiş olmalıdır.
Son Koşullar:	Mesaj okundu olarak işaretlenmiştir.
Ana Başarı Senaryosu:	<ol style="list-style-type: none">1. Bu kullanım senaryosu, kullanıcının mobil cihaz üzerinde gönderilen mesajın belirmesiyle başlar.2. Kullanıcı, bildirim alanında gözükken mesajın üzerine tıklayarak mesajı açar.3. Kullanıcı mesajı uygulama üzerinden okur.4. Sistem, mesajın okunduğu tarih ve saat bilgisini otomatik olarak kaydeder.5. Kullanıcı, uygulamadan çıkar.
Alternatif Senaryolar:	<p>2a. Kullanıcı gönderilen mesajı bildirim alanında görmez ya da görmezlikten gelir.</p> <ol style="list-style-type: none">1. Sistem, gönderilen mesajı kullanıcı tarafından 15 dakika içerisinde açılmadığı takdirde otomatik olarak siler. <p>3a. Mesaj anket içerebilir.</p> <ol style="list-style-type: none">1. Anket Doldurma Alt-Senaryosu gerçekleşir.

3.3 Sistem Yapısı ve Uygulama

UBDroid, sunucu-istemci mimarisine dayalı olarak çalışmaktadır. Android akıllı telefonları istemci, tüm veriyi saklayan ve işleyen merkezi uygulama ise sunucu kısmını oluşturmaktadır. Uygulamanın mobil cihazlar üzerinde nasıl gözüktüğü ile ilgili ekran görüntüleri ise Şekil 2’de verilmiştir.

Sunucu Uygulaması Tasarımı. Sunucu uygulamasında kullanıcı, anket, mesaj, veri toplama ve uygulama toplu modülü olmak üzere beş farklı modül bulunmaktadır. Kullanıcı modülündeki varlıklar (entity) kullanıcı, cihaz ve kullanıcı grubu varlıklarıdır. Bu modülde kaydolma, kullanıcı grubu yönetme ve kullanıcı özeti oluşturma fonksiyonları bulunmaktadır. Anket modülündeki varlıklar; anket, soru, seçenek, anket cevapları ve cevaplardır. Bu modülde anket ekleme, anketi ve anketleri getirme, anket cevapları ekleme fonksiyonları bulunmaktadır. Mesaj modülündeki varlıklar; mesaj ve destek mesajıdır. Mesaj gönderme, komut mesajı gönderme, mesaj alma, mesaj okuma, mesaj silme, destek mesajı alma ve destek mesajı silme ise bu

modülün fonksiyonlarıdır. Veri toplama modülünde varlık olarak, sensör verisi, uygulama kullanımı, uygulama bilgisi, yüklenmiş uygulama, takvim ve günlük aktiviteler bulunmaktadır. Bu modülün fonksiyonları ise; uygulama kullanımını kaydetme, sensör verisini kaydetme ve yüklenen uygulamaları kaydetmedir. Uygulama toplu modülündeki varlıklar, uygulama bilgisi ve uygulama istatistikleridir. Bu modül temel olarak, uygulama kategorisi, indirme sayısı ve uygulama puanı gibi uygulama bilgilerini toplamaktan sorumludur.



Şekil 2. Gönderilen mesajın istemci uygulaması ile mobil cihaz bildirim alanında görüntülenmesi (solda), Anketli bir mesajın istemci uygulaması üzerinden görüntülenmesi (sağda)

Web İstemci Uygulaması Tasarımı. Web istemcisi yönetici için tasarlanmıştır. Web istemcisi dört farklı modül ile etkileşimde bulunmaktadır: Kullanıcı, anket, mesaj ve uygulama toplu modülü. Kullanıcı modülü yeni bir kullanıcı grubu ekleme, bir kullanıcıyı kullanıcı grubuna ekleme ve kullanıcı durumunu görüntüleme gibi işlemler yapmaya olanak sağlar. Anket modülünde anket ekleme ve anketleri listeleme işlemleri yapılır. Mesaj modülünde, bir kullanıcıya mesaj gönderme, bir kullanıcı grubuna mesaj gönderme, komut mesajı gönderme ve destek mesajlarını görüntüleme işlemleri gerçekleştirilir. Uygulama toplu modülünde ise uygulama istatistiklerini çekme, toplu iş gerçekleştirme durumunu görüntüleme işlemleri gerçekleştirilir.

İstemci Uygulaması Tasarımı. UBDroid istemcisi, Android işletim sistemine sahip akıllı telefonlarda çalışmaktadır ve veri toplamada merkezi göreve sahiptir. İstemci, üç farklı modülden oluşur: kullanıcı modülü, veri toplama modülü ve mesaj modülü. Kullanıcı modülü, kullanıcının kayıt işleminden sorumludur. Kayıt işlemi (1) Google Bulut Mesajlaşma Servisi kaydı, (2) zaman senkronizasyonu, ve (3) UBDroid kaydı olmak üzere üç adımdan oluşur. Veri toplama modülünün temel fonksiyonları veriyi çıkartmak, depolamak ve uygulama kullanımı ve sensör verisinin senkronizasyonunu sağlamaktır. Bu fonksiyonlar kullanıcı ile etkileşime girmeden gerçekleştirildiği için arka planda uygulama kullanımı toplama servisi, sensör okuma servisi ve veri yükleme servisi olmak üzere üç farklı servis çalışır. Mesaj modülü ise mesaj listeleme, mesaj okuma, mesaj silme gibi mesajlarla ilgili işlemleri yönetir. Bu modül de GCM ile entegre olarak çalışır.

4 Sistem Performansı Testi ve Sonuçları

Mobil algılama uygulamalarında, sistem kaynaklarını verimli bir şekilde kullanmak önemli rol oynamaktadır. Veri toplama işleminde toplanan verinin doğru olması gerekirken, diğer yandan da uygulamanın mobil cihazın toplam performansına (CPU kullanımı, pil ömrü vb.) negatif bir etkisi olmaması gerekir.

UBDroid'in en temel işlevi veri toplama olduğu için mobil cihazın arka planında veri toplama servisi sürekli olarak çalışmaktadır. Ayrıca UBDroid sensör verilerini de belirli süre boyunca okumaktadır. Tüm bunlar göz önüne alınarak, UBDroid'in performansı CPU, bellek, disk, ağ bağlantısı ve pil kullanımı açısından test edilmiştir.

İstemci uygulamayı test etmeden önce, 12 kişiden 3 gün boyunca uygulama kullanım verisi toplanmıştır. Bu verilere göre veri toplanan zamanın %20'inde mobil cihaz ekranının kapalı olduğu gözlenmiştir (Minimum ekran kapanma %11 iken maksimum ise %35'tir). En aktif kullanıcı günde 822 uygulama, en pasif kullanıcı ise günde 290 uygulama kullanmıştır. Ortalama günlük kullanılan uygulama sayısı ise 478 olarak bulunmuştur. 500, 1000, 1500 ve 2000 uygulama kullanım kaydı ile veri transfer testleri gerçekleştirilmiştir. Testlerde kullanılan cihazlar Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Testlerde kullanılan akıllı cihazlar

Cihaz	CPU	Bellek	Pil	Android Versiyonu
Samsung N900	Quad-core 1.9 GHz Cortex-A15 and Quad-core 1.3 GHz Cortex-A7	3 GB	12,16Wh (43776J)	4.4.2
Samsung I8190	Dual-core 1 GHz Cortex-A9	1 GB	5,7Wh (20520J)	4.1.2
Samsung I997	Single-core 1.2 GHz Cortex-A8	512 MB	6,65Wh (23940J)	4.2.2

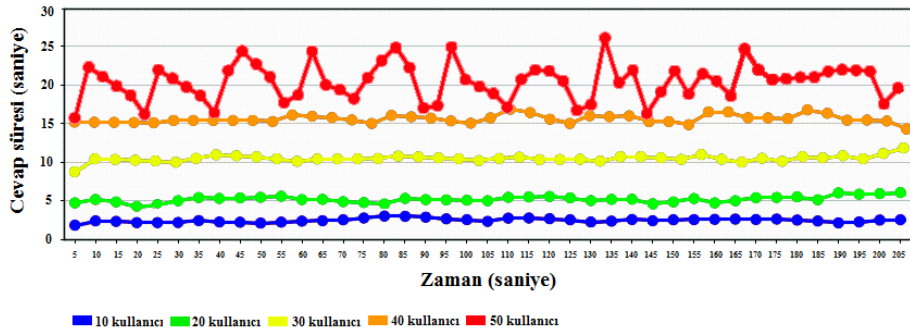
Test sonuçlarında, bellek kullanımının Android versiyonuna göre değiştiği gözlenmiştir. UBDroid'in maksimum bellek kullanımı 19 MB olduğu ve düşük bellekli telefonlarda dahi kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Uygulama kullanımı, Android'in içerisinde yer alan SQLite veritabanına kaydedilmektedir. Sunucuya bir hafta veri aktarımı gerçekleştirilmeden, ortalama bir kullanıcının cihazında UBDroid'in yerel depolama alanınının 420KB'dan daha azını kullandığı tespit edilmiştir.

Ağ bağlantısı kullanımı olarak tüm cihazlardaki testler benzer sonuçlar vermiştir. Ortalama bir kullanıcının günde 500 uygulama kullandığı varsayılırsa, aylık toplam veri transferi 2.88 MB olmaktadır.

UBDroid istemcisi, yüksek özellikli bir akıllı telefon pil ve CPU'sunun yaklaşık %0,5'ini tüketirken, orta seviye bir akıllı telefon pil ve CPU'sunun ise yaklaşık %1'ini kullanmaktadır.

İstemci uygulamanın yanısıra, UBDroid sunucusu da performans açısından test edilmiştir. 10, 20, 30, 40 ve 50 kullanıcının aynı anda sunucuya uygulama kullanım verisi transfer ettiği durumlar test edilmiştir. Şekil 3'te verilen sonuçlara göre, 10 ve 20 kullanıcı istekleri başarıyla cevaplanmıştır. Aynı anda gelen 30 istek, kabul edilen limiti aşmaktadır. Aynı anda gelen 40 istek ise çoğunlukla zaman aşımına uğramaktadır. Sunucu, 50 adet aynı anda gelen isteğe başarısız yanıtlar vermiştir. Bu sorun, akıllı telefonların az kullanıldığı saatlerde, paralel isteklerin de belirli bir sıraya konularak veri aktarımı yapılması ile çözülmüştür.



Şekil 3. UBDroid sunucusunun cevap süresi grafiği

5 Sonuç

Bu çalışmada, kullanıcı davranış analizi için önemli verileri kaydetmek üzere UBDroid adında bir araç geliştirilmiştir. Veri toplama ve senkronizasyonu için mobil cihaz kaynakları verimli bir şekilde kullanılmaya çalışılmıştır. UBDroid istemcisi performans testlerine tabi tutulmuş ve test sonucunda cihaz performansına önemli derecede negatif etki yaratmadığı bulunmuştur. UBDroid'in pil ve ağ bağlantısı kullanımlarının da verimli olduğu görülmüştür.

UBDroid, Android akıllı cihazları ile ilgili farklı çalışma alanlarında kullanılmak üzere geliştirilmiştir. Cihaza yüklenen ve çalıştırılan uygulamaları Google Play istatistikleri ile birlikte kaydetme, sensör verisi toplama, takvim bilgilerini kaydetme,

kullanıcılara mesaj gönderme ve çevrimiçi anket uygulama özelliklerine sahiptir. Tüm bu bilgiler ışığında, kişinin telefonunu hangi zaman aralıklarında hangi amaç ile kullandığı, mesajların ne zaman iletilip ne zaman okunduğu gibi kullanıcı aktivitelerini analiz etmeye imkan sağlamaktadır. Son yıllarda oldukça popüler bir konu olan, kişilerin uygun anlarını tespit etme alanında da rahatlıkla kullanılacak bir araçtır. Örneğin; Kucukozer-Cavdar ve Taskaya-Temizel [16] tarafından sunulan bilgi işçilerinin uygun anlarını ve basit dinlenme molaları vermelerini etkileyen faktörleri anlamaya yönelik sunulan yapı, UBDroid sistemi kullanılarak oluşturulmuştur. Benzer olarak, UBDroid'den elde edilen kullanıcı verileri ile birçok alanda analiz çalışmaları yapmak mümkün olacaktır.

6 Kaynakça

1. "The Verge", <http://www.theverge.com/2015/6/8/8739611/apple-wwdc-2015-stats-update>. [07 06 2016'da erişilmiştir].
2. Business Insider, <http://www.businessinsider.com/iphone-v-android-market-share-2014-5>. [Accessed 10 01 2015].
3. "IDC," <http://www.idc.com/prodserv/smartphone-os-market-share.jsp>. [Accessed 10 01 2015].
4. E. Kepucka, "A Mobile Sensing Framework for Audience Emotion Analysis", Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, ODTÜ, Ankara, 2014.
5. "Funf Open Sensing Framework," <http://www.funf.org/>. [Accessed 10 01 2015].
6. H. Lu, J. Yang, Z. Liu, N. D. Lane, T. Choudhury ve A. Campbell, "The Jigsaw Continuous Sensing Engine for Mobile Phone Applications," *SenSys'10*, Zürih İsviçre, 2010.
7. H. Verkasalo, "Analysis of Smartphone User Behavior," *Ninth International Conference on Mobile Business*, Atina Yunanistan, 2010.
8. P.-M. Chen, C.-H. Chen, W.-H. Liao ve T.-Y. Li, "A Service Platform for Logging and Analyzing Mobile User Behaviors," *Proceeding of Edutainment*, 2011.
9. R. LiKamWai, Y. Liu, N. D. Lane ve L. Zhong, "MoodScope: Building a Mood Sensor from Smartphone Usage Patterns," *MobiSys'13*, Tayvan, 2013.
10. V. Pejovic ve M. Musolesi, "InterruptMe: Designing Intelligent Prompting Mechanisms for Pervasive Applications," *UbiComp'14*, Washington ABD, 2014.
11. X. Wei, L. Gomez, I. Neamtii ve M. Faloutsos, "ProfileDroid: Multi-layer Profiling of Android Applications," *MobiCom*, Istanbul Türkiye, 2012.
12. S. Lee, C. Yoon ve H. Cha, "User Interaction-based Profiling System for Android," *UbiComp*, Seattle ABD, 2014.
13. H. Falaki, R. Mahajan ve D. Estrin, "SystemSens: A Tool for Monitoring Usage in Smartphone Research Deployments," *MobiArch'11*, Maryland ABD, 2011.
14. "Sensors Overview," http://developer.android.com/guide/topics/sensors/sensors_overview.html. [Accessed 10 01 2015].
15. N. D. Lane, S. B. Eisenman, M. Musolesi, E. Miluzzo ve A. T. Campbell, "Urban Sensing Systems: Opportunistic or Participatory," *HotMobile*, NY USA, 2008.
16. Kucukozer-Cavdar, S. ve Taskaya-Temizel, T., "Bilgi İşçilerinin İş Saatlerinde Basit Dinlenme Molaları Vermesini Etkileyen Faktörleri İncelemek İçin Bir Çerçeve", 8. *Uluslararası İş Sağlığı ve Güvenliği Konferansı*, Istanbul Türkiye, 2016.