

Eylem Tanıma ile Şehir Dinamiklerini Elde Etmek

Edip Toplan, Yunus Emre Üstev, Özlem Durmaz İncel, Cem Ersoy

NETLAB, Bilgisayar Ağları Araştırma Laboratuvarı, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul

[{edip.toplan,emre.ustev,ozlem.durmaz,ersoy} @boun.edu.tr](mailto:{edip.toplan,emre.ustev,ozlem.durmaz,ersoy}@boun.edu.tr)

Özet: Bu çalışma, Android telefonlar üzerinde geliştirilmiş, şehir dinamiklerini elde etmek için katılımcıların faaliyetlerini, ulaşım biçimlerini, konumlarını ve sosyal etkileşimlerini algılayan, katılımcılardan gelen aktif ses ve görüntü verileriyle izlenen olaylara ilişkin sürekli veri toplayan bir katılımcı algılama uygulamasıdır. Çevrimiçi ve çevrimdışı olmak üzere iki farklı çalışma modunu desteklemektedir: Çevrimiçi modda, toplanan veriler her 10 dakikada bir ana sunucuya iletilmekte ve böylelikle şehrin dinamikleri gerçek zamanlı olarak elde edilmektedir. Çevrimdışı modda ise toplanan veriler gün içerisinde isteğe bağlı olarak belirli aralıklarla sunucuya iletilmekte ve daha sonra çevrimdışı olarak analiz edilmektedir. Günlük hava durumuyla şehirdeki toplu taşıma ve hareketlilik arasındaki ilişkinin belirlenmesi gibi uzun vadeli davranış biçimlerinin çıkarımı için veri toplama sürecinin en az birkaç ay sürmesi planlanmaktadır. Eylemin ve ulaşım modunun tanınması telefon üzerinde bulunan çevrimiçi sınıflandırıcılarla otomatik olarak yapılmaktadır. Elde edilen ilk test sonuçlarına göre, sistem gün içinde telefonu şarj etmeden kullanmak için yeterli bir süre olan 11 saatlik pil ömrünü yakalamakta ve çevrimiçi sınıflandırıcı ile eylem tanımda % 92 başarımla elde etmektedir.

Anahtar Sözcükler: Katılımcı Algılama, Eylem Tanıma, Mobil Uygulamalar.

Eylem Tanıma ile Şehir Dinamiklerini Elde Etmek

Abstract: In this paper we present a continuous participatory sensing application developed for Android phones, to capture city dynamics by opportunistically sensing participants' activities, transportation modes, locations and social interactions and by querying participants to actively provide data by capturing audio or shooting images, videos about monitored phenomena. It supports two modes of operation: in the online mode, collected data on the phone is uploaded to a backend server periodically, such as in every 10 minutes to capture the city dynamics in real-time, whereas in the offline mode, data is uploaded once or twice a day for offline analysis. Data collection process is planned to take at least for a couple of months to capture a long term behavior of city dynamics and make inferences, such as capturing the relationship between the weather conditions and mode of transportation while commuting to office. Activities and transportation modes are automatically determined on the phone using online classifiers. Initial test results of the system reveal that the application can achieve battery lifetimes of about 11 hours, which is sufficient to meet the daily usage without charging the phone and classifier performance can achieve around 92% accuracy.

Keywords: Participatory Sensing, Activity Recognition, Mobile Applications.

1. Giriş

Zengin bir algılayıcı kümesi ile bütünleşmiş olan akıllı telefonlar büyük şehirlerde yaşayanların davranışlarını ve eylemlerini karakterize etmek için büyük bir potansiyele sahiptir. Şehir davranışını karakterize etmek için katılımcı algılamanın hâlihazırda birçok uygulaması mevcuttur. Şehirdeki gürültü kirliliğinin ölçümü, hava kalitesinin izlenmesi, kentsel spor alanlarının belirlenmesi gibi şehirlerin durumunu farklı perspektiflerden gözlemlemek katılımcı algılamanın uygulama alanlarından sadece bazılarıdır.

Bu çalışma, Android telefonlar için geliştirilmiş bir katılımcı algılama uygulamasıdır. Uygulama; GPS, baz istasyonu ve Wi-Fi erişim noktaları üzerinden kullanıcıların konum bilgisini, ivmeölçer ile (yürüme, koşma, durma) hareket ve (bisiklet, araç, metro) ulaşım tipi bilgisini, telefon çağrı/mesajlaşma günlüğü ve Bluetooth ile kişiler arasındaki sosyal etkileşim bilgilerini elde etmeyi hedeflemektedir. Bu veriler arka planda sessiz bir şekilde toplanırken diğer taraftan kullanıcıların doğrudan katılımları ile sağlanan görsel veriler; örneğin park ihlalleri, çöpün zamanında toplanmaması, vb., yaygın kentsel sorunların takip edilmesi amacıyla kullanılmaktadır.

Çalışmanın iki önemli amacı bulunmaktadır: Birincisi sürekli ve gerçek zamanlı algılama ile şehrin canlı toplu taşıma modu ve hareket haritasını oluşturmak, ikincisi ise vatandaşların ve kent dinamiklerinin uzun vadeli davranışlarını tespit edebilmek için birçok katılımcıdan toplanan veriler yardımı ile uzun bir süre için [1] Reality Mining ve [2] Nokia-EPFL veri setlerine benzer analize uygun büyük bir veri kümesi oluşturmaktır. Elde edilen bu büyük veri kümesi ile aşağıdaki gibi soruların cevaplandırılması hedeflenmektedir: Şehrin hangi bölümde hangi toplu taşıma aracı hangi sıklıkla kullanılmaktadır? İnsanlar kendi araçlarını

çoğunlukla hafta sonları kullanırken, işe giderken daha çok toplu taşımayı mı tercih etmektedir? İşe giderken mi daha çok SMS gönderip arama yapılmaktadır yoksa evde mi? Hazırlanan çalışmada, bunların dışında şehrin çevrimiçi hareket haritasını oluşturarak şu sorulara da cevap bulmayı amaçlamaktadır: Parkta belirli bir zamanda aynı anda kaç kişi koşmaktadır? Şehrin belirli bir bölgesi ne kadar kalabalıktır? Kentin sosyalleşme alanları nerelerdir? Bu haritalar kullanılarak yapılan çıkarımlar ile, yerel yönetimlerin kentsel planlama için doğru kararlar vermesine yardımcı olunması hedeflenmektedir.

Bu bildiriye hazırlanan çalışmaya ait tasarım ve uygulama detayları ile birlikte özellikle veri toplama sürecine dair bazı erken rakamları sunacağız. Bu çalışma, Android akıllı telefonlar üzerinde arka planda çalışan; konum, aktivite / ulaşım modu ve sosyal etkileşim yöntemleri hakkında veri toplayan bir sürekli algılama uygulamasıdır. Sürekli algılama uygulamaları ile ilgili en büyük sıkıntı sınırlı pil ömrünün yarattığı kısıtlamalardır [3]. Kullanıcıların gün boyunca telefonlarını kesintisiz bir şekilde kullanabilmeleri öncelikli hedeflerden biridir. Farklı çalışma tiplerinin pil üzerindeki etkisini açıklayan detaylı bilgiler Bölüm 3.1'de sunulacaktır. Bir başka önemli nokta ise kullanıcı faaliyetlerinin ve ulaşırma modlarının doğru bir şekilde sınıflandırılabilmesi için ivmeölçerin çok sayıda örnekleme yapması gereksinimidir. Ancak bu gibi kapsamlı örnekleme, toplanan verinin boyutunun kısa bir sürede kayda değer bir şekilde artmasını sağlamaktadır. Bu nedenle uygulama ile, sürekli ham veri toplamak yerine, aralıklı olarak ivmeölçer değerlerini toplayıp değerlendirmek daha sağlıklıdır. Veri işleme ile ilgili deneylere ait sonuçlar Bölüm 3.2'de ve sınıflandırma başarımları Bölüm 3.3'de ele alınmıştır.

Mobil uygulama iki işletim modunda çalışmaktadır; Çevrimiçi veri toplama

modunda veri, örneğin her 10 dakikada bir ana sunucuya iletilir, çevrimdışı modda ise veri çevrimdışı analiz için gün içinde birkaç kez sunucuya gönderilir. Çalışma modu, kullanıcının veriyi toplama isteğine ve pil seviyesi gibi telefon şartlarına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Ayrıca, kullanıcıya toplanmasını istemediği veri tiplerini seçebilmesini için bir ayarlar menüsü sağlanmıştır. Örneğin bir kullanıcı kişisel gizlilik nedeniyle konum bilgilerini paylaşmaya istekli değilse ilgili algılayıcıyı kapatarak bu verinin toplanmasını engelleyebilir.

Sürekli veri toplama modunun yanında, uygulama belirli olaylar hakkında bilgi toplamak için katılımcılara sorgulama yapılabilmesini destekler. Örneğin, bir cadde kar yağışı sonucunda ulaşım kapanırsa o bölgede bulunan kullanıcılar tarafından anlık durum hakkında gönderilecek bir fotoğraf ile belediye temizlik ekipleri o bölgeye yönlendirilebilir. Uygulama ile veri toplama süreci şu anda sınırlı sayıda katılımcı ile bir ön çalışma olarak devam etmektedir ve bu aşamanın tamamlanmasından sonra uygulamanın daha büyük bir grup için kullanıma sürülmesi planlanmaktadır.

Çalışmanın geri kalanı şu şekilde düzenlenmiştir: Bölüm 2’de sistem tasarımı ve uygulama detayları anlatılacaktır. Bölüm 3’te ön veri toplama sürecinde ölçülen sistem başarımı ve ilk test sonuçları gösterilecektir. Bölüm 4’te ilk çıkarımlar ve hedeflenen çalışmalar hakkında bilgi verilecektir.

2. Tasarım ve Uygulama

2.1 Veri Toplama Yazılımı

Mobil uygulama ile veri toplama iki farklı yöntemle yapılmaktadır: i) arkaplanda müdahalesiz ve ii) katılımcı, kullanıcılarla etkileşime girerek.

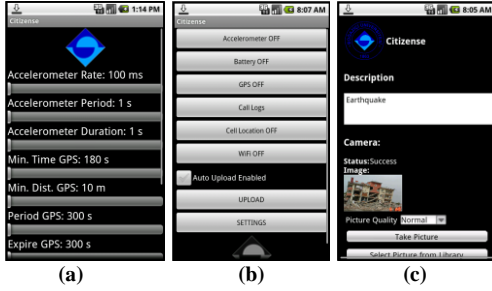
2.1.1 Arkaplanda Veri Toplama

Arkaplan veri toplama modu kullanıcı müdahalesine gerek duymaz. Sadece ilk açılıшта, veri toplama işlemine başlamadan önce kullanıcıya belli sorular sorarak genel bir kullanıcı profili oluşturur ve algılayıcılar için gerekli olan örnekleme hızı, örnekleme uzunluğu gibi değerler bu profile göre belirlenir. Kullanıcının profiline uygun çalışma parametreleri belirlenerek algılayıcıların en yüksek verimde çalışması için gerekli koşullar sağlanmış olur.

Kullanıcının konum bilgisinin belirlenmesi için birincil sağlayıcı olarak GPS seçilmiştir. Kullanıcı kapalı bir ortama girdiğinde GPS ile bağlantı kesilmiş olur. Bu durumda Android işletim sisteminin sağladığı diğer konum belirleyiciler olarak baz istasyonları ve WiFi erişim noktaları kullanılır. Bu kaynaklar GPS’in sağladığı konum bilgisine göre daha az hassas konum bilgisi sağlamalarına rağmen kapalı ortamlarda kolayca çalışma, hızlı cevap verme ve daha düşük pil tüketimi gibi avantajlara sahiptirler. GPS ile birlikte kullanılan bu konum sağlayıcılar kullanıcının içinde bulunduğu şartları anlamada oldukça önemli bir yere sahiptir.

Kullanıcının eylemini ve ulaşım modunu anlamak için başlıca kaynak olarak ivmeölçerden faydalanılmaktadır. Telefon üzerinde çalışmakta olan eylem sınıflandırıcı, kullanıcının o anda sürdürmekte olduğu yürüme, koşma, oturma gibi eylemleri ve bunun yanında bisikletle, araçla, trenle seyahat gibi ulaşım modlarını tanıyarak bu bilgileri tarih bilgisi ile sürekli olarak kaydeder. Çevrimiçi çalışma moduyla birlikte şehrin o andaki eylem ve toplu taşıma haritası kolaylıkla gözlemlenebilmektedir. Bu sayede en çok kullanılan otobüs hatları, trafiğin en yoğun olduğu güzergâhlar gibi toplu taşıma ile ilgili önemli çıkarımlar yapılabilir.

Katılımcılar arasındaki sosyal etkileşimi ölçmek için telefondaki arama ve mesajlaşma kayıtları kullanılmaktadır. Bluetooth ile çevredeki diğer kullanıcılar gözlemlenerek kullanıcının sosyalleşme seviyesi belirlenebilmektedir. Bu veri ile şehirdeki genel telefon kullanımına dair büyük resim elde edilebilir.



Şekil 1: Kullanıcı arayüzü, (a) Ayarlar menüsü, (b) Arkaplan veri toplama arayüzü, (c) Etkileşimli veri toplama arayüzü

Veri toplama uygulaması çalışmaya başlamadan önce kullanıcıdan istenilen sorulara cevap vermesini beklemektedir. Ardından oluşan kullanıcı profiline göre algılayıcıların hangi aralıklarla ne kadar süre boyunca hangi örneklem hızı ile çalışacağı belirlenmiş olur. Şekil 1a'da kullanıcı profiline göre geçerli veri toplama parametreleri görülmektedir. İvmeölçer belli zaman aralıklarına göre çalışmaktadır. Wi-Fi, Bluetooth gibi algılayıcılar ise çevre şartlarında oluşan değişikliklerde veri kaydı yapar. GPS ise bu algılayıcılardan farklı olarak ek değişkenlere göre çalışmaktadır. Ölçümün yapılması istenen minimum zaman aralığı, en son ölçülen konumdan uzaklık veya uydudan en son alınan sinyalin zamanına göre ölçümler yapılır. Arama ve mesajlaşma kayıtları ise tüm algılayıcılardan toplanan veriler ana sunucuya gönderilmeden hemen önce okunarak veri kümesine ilave edilir. Tüm algılayıcılarla ilgili sistem parametreleri bir ayar dosyası ile birlikte telefon içerisinde saklanır. Veri toplama uygulamadan çıkılmasına rağmen arkaplanda

bir servis olarak çalışmaya ve veri toplamaya devam eder. Her bir algılayıcı ile toplanan veriler bu algılayıcıların türüne göre farklı dosyalarda toplu bir şekilde saklanır. Her dosyada toplanan farklı algılayıcılara ait bu veriler ana sunucuya iletilmeden önce bir sıkıştırma algoritması ile sıkıştırılır ve bu şekilde iletilir. Sıkıştırma sonucu veri boyutu oldukça küçülmekte böylelikle iletim sırasında ihtiyaç duyulan mobil veri kullanım ihtiyacı azaltılmaktadır. Bu işlemlerle ilgili detaylar Bölüm 3.3'te anlatılacaktır. Pil ömrünü arttırmak için ek önlemler alınmıştır. Örneğin telefon şarja takıldığında ivmeölçer ve GPS'in çalışması durdurulmaktadır. Veya kullanıcı telefon görüşmesi yaparken ivmeölçerin veri toplamasına ara verilmektedir.

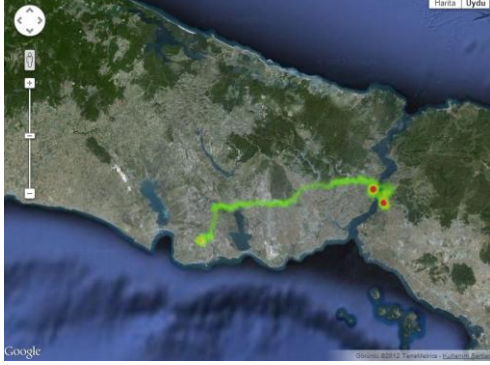
2.1.2 Etkileşimli Katılımlı Veri Toplama

Etkileşimli veri toplama modunda kullanıcı doğrudan veri toplama sürecine katılır. Herhangi bir olayla ilgili fotoğraf çekmek veya görüntü almak, gürültü haritasının çıkarılması için o bölgede ses kaydı yapmak gibi işlemler bu kategoridedir. Toplanan ses ve görüntü dosyaları tarih damgası ve konum etiketi ile birlikte ham veri dosyalarına kaydedilir ve bu şekilde veritabanında saklanır. Uygulamaya ait örnek bir veri toplama şeması Şekil 1c'de görülmektedir. Kullanıcıların etraflarında gözlemledikleri olayları/sorunları (Şekil 4'te kampüsteki park ihlali gibi) kayıt altına alarak ana sunucuya göndermeleri talep edilebilir. Bu gibi durumlarda kullanıcı kendi kişisel görüşüyle birlikte toplanan veriyi sunucuya iletir.

2.2 Eylem ve Ulaşım Modu Tanıma

Daha önceki bölümlerde bahsedildiği üzere eylem tanıma işlemi telefon üzerinde yapılmaktadır. Bu amaçla çevrimiçi eylem/ulaşım modu sınıflandırıcı tasarlanmıştır. Bu sınıflandırıcı sabit durma, yürüme ve koşma gibi eylemler için test edilmiştir. Hazırlanan çalışmada, bu

eylemlere ek olarak, bisiklete binme, araç ve trenle seyahat gibi sınıflar ilave edilmiştir. Şekil 2’de şehir içinde iki farklı kullanıcının gün içindeki hareket ve eylem yoğunluk haritası görülmektedir.



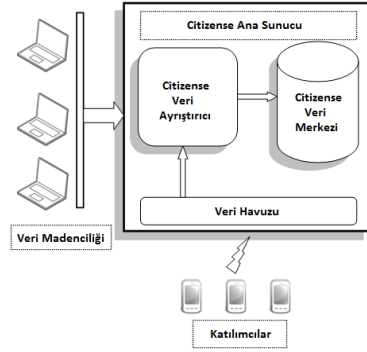
Şekil 2. Toplu taşıma ve eylem yoğunluk haritası

2.3 Veri Toplama ve Depolama

Önceki bölümde anlatıldığı üzere uygulama iki farklı çalışma modunu destekler: çevrimiçi ve çevrimdışı modlar. Çevrimiçi modda, uygulama belli zaman aralıklarında toplanan verileri otomatik olarak sunucuya iletir. Bu zaman aralığı kullanıcıya sunulan ayarlar bölümünde ayarlanabilmektedir (Şekil 1a). Çevrimiçi çalışma modu şehir dinamiklerini gözlemleyebilmek için avantajlıdır. Ancak, verinin sunucuya devamlı olarak mobil şebeke üzerinden iletilmesi kullanıcıya mobil veri kullanım maliyeti yaratmaktadır ve kullanıcılar bu durumda uygulamaya katılım göstermek istemeyebilirler (Bölüm 3.4’te kullanıcılara sağlanabilecek mobil veri paketleri ile katılım için nasıl motive edilebilecekleri tartışılacaktır). Çevrimdışı modda ise kullanıcı topladığı verileri gün içinde istediği herhangi bir anda iletebilmektedir. Bu iki çalışma modunun pil tüketimi üzerindeki etkisine dair elde edilen ilk sonuçlar bölüm 3.1’de anlatılacaktır.

Harcanan mobil veri paketi miktarının ve pil tüketiminin azaltılması için uygulama toplanan veriyi önce sıkıştırır ve sunucuya bu

şekilde iletir. Böylelikle veri boyutunda önemli düşüş sağlanmıştır (Bölüm 3.2).

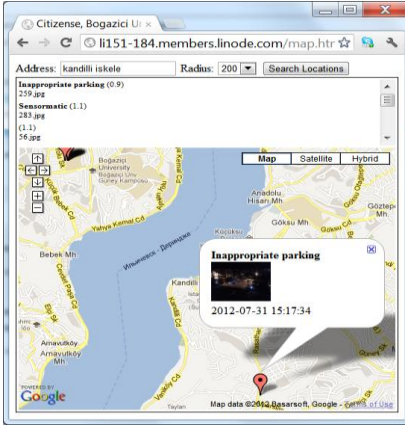


Şekil 3. Veri toplama uygulaması genel görünümü

Veri sıkıştırıldıktan sonra ana sunucuya 3G veya Wi-Fi ağı üzerinden güvenli dosya transfer protokolü ile iletilir. İletim sonlandıktan sonra verilerin tutulduğu yerel dosyaların içeriği yeni kayıtlar alınmadan önce temizlenir. Sunucu tarafında hazırlanan veri işleme uygulaması ile gelen sıkıştırılmış dosya açılarak her bir algılayıcı tipinden toplanan veriler farklı tablolar üzerinden veritabanına kaydedilir. Veritabanı yönetim yazılımı olarak SQL Server seçilmiştir, böylelikle ileri seviyede veri madenciliği işlemleri etkin bir şekilde yapılabilecektir. Sisteme ait genel şema Şekil 3’te görülmektedir.

2.4 Veri Görselleştirme

Veri görselleştirme için Google Haritalar API kullanılmıştır. Basit bir web arayüzü üzerinden veritabanındaki etkileşimli veriler şehre ait harita üzerinde görüntülenebilmektedir. Web arayüzü kullanıcının şehrin belli bir bölgesindeki verileri görüntüleyebilmesini sağlar. Ayrıca bu arayüz ile kullanıcılardan Şekil 4’teki gibi belli bir olayla ilgili (Trafik durumu, çöp toplanması, park ihlalleri) veri toplayıp iletmeleri istenebilir.



Şekil 4. Veri görselleştirme arayüzü

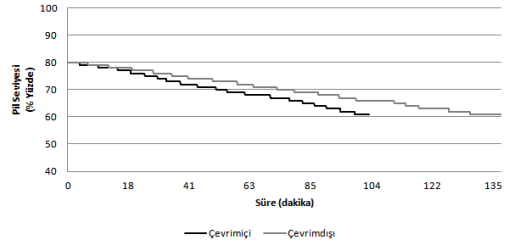
3. Performans Değerlendirmesi

Veri toplama süreci küçük bir grupla test aşamasında devam etmektedir. Bu bölümde sistem başarımı, özellikle kaynak yönetimi ve sınıflandırma başarımı ile ilgili elde edilen ilk sonuçlar anlatılacaktır. Şu ana kadar uygulama Samsung Galaxy W ve S2 akıllı telefonları üzerinde çalıştırılmıştır.

3.1 Enerji Tüketimi

İlk değerlendirmede çevrimiçi (her 10 dakikada bir) ve çevrimdışı (elle iletim) çalışma modlarına ait pil ömrüyle ilgili sonuçlar gösterilecektir. Aynı kullanıcı üzerinde bulunan, aynı çalışma profili ile veri toplayan aynı model iki telefonda biri çevrimiçi modda çalışırken diğeri çevrimdışı modda çalışmaktadır. Veri toplama için seçilen algılayıcılardan ivmeölçer her 5 dakikada bir 30 saniye boyunca 25Hz örnekleme hızı ile çalışmaktadır. GPS için seçilen değerler minimum 5 dakikada bir veya her 100 metre uzaklaşmada örnekleme yapacak şekildedir. Wi-Fi ve Bluetooth birimleri ise çevrede farklı bir ağ veya cihaz sezdiklerinde kayıt yapmaktadırlar. Şekil 5'te pilin yüzde 20'lik kısmının tüketilmesi için geçen süreler karşılaştırılmaktadır. Buna göre çevrimdışı modda bu tüketim yaklaşık iki saat

otuz dakika sürerken çevrimiçi modda aynı seviye düşüşü yaklaşık iki saatte olmaktadır. Eğer bu değerler tam pil seviyesi için uyarılırsa çevrimdışı modda çalışan uygulama pili 11.5 saat içinde tüketirken, çevrimiçi modda bu 10.25 saat civarında olacaktır. Çevrimiçi modda veriyi sıkıştırmanın ve sunucuya iletmeyen enerji tüketimini arttırdığı görülmektedir. Pilin tamamının harcanmasına izin verilemeyeceği için bu değerlerin daha da düşeceği ortadadır. Ancak uygulanacak akıllı ve ortama uyum sağlayabilen örnekleme yaklaşımı ile pil ömrünün daha da uzatılması mümkündür. Amaç kullanıcıyı gün içinde telefonunu şarj etmeye mecbur bırakmadan günlük kullanımın devamını sağlanmasıdır.



Şekil 5. Çevrimiçi ve çevrimdışı pil tüketimi

3.2 Veri Depolama

Bu bölümde uygulamanın uzun süreli kullanımına ait veri depolama başarımı ile ilgili sonuçlar bulunmaktadır. İlk testte ivmeölçer tarafından üretilen verinin sürekli ve periyodik olarak kaydedilmesi ayrıca çevrimiçi eylem sınıflandırıcısının sonuçlarının bu verilere eklenmesi ile oluşan veri boyutları karşılaştırılmıştır. Kullanıcıya ait eylemin yüksek başarıyla tanınabilmesi için ivmeölçerin örnekleme hızının belli bir değerin üzerinde olması gerekmektedir. Ancak yüksek örnekleme hızı ile veri toplanması telefon üzerindeki dosya boyutlarının artmasına, ayrıca pilin hızla tükenmesine neden olmaktadır. Sürekli örnekleme ile ham ivmeölçer verisinin toplanması dosya boyutunun önemli ölçüde artmasına neden olmaktadır. Bunun yerine

uygulamada ivmeölçer belirli zaman aralıklarında kısa bir süre boyunca örneklendiğinde dosya boyutu azalmaktadır. Tablo 1’de sürekli örnekleme yerine aralıklı örnekleme yapılmasının dosya boyutunu kabul edilebilir sınırlarda tutmada çok büyük bir etkisinin olduğu görülmektedir. Toplanan ivmeölçer verisi yerine sadece sınıflandırma sonucunun kaydedilmesi de dosya boyutunu minimum seviyede tutmaktadır fakat bu durumda ileri çalışmalarda değerli olabilecek anlamlı ivmeölçer verisinin kaybedileceği gözönünde bulundurulmalıdır.

Tablo 1: Sürekli ve aralıklı örnekleme ile toplanan ivmeölçer verisinin dosya boyutu üzerindeki etkisi (1 saat – 25Hz)

Yaklaşım	Sürekli	Aralıklı
Sadece ham veri	6,1 MB	520 KB
Ham veri & sınıflandırma verisi	6,2 MB	532 KB
Sadece sınıflandırma verisi	120 KB	20 KB

İkinci testte 12 saat boyunca çalışması için seçilen algılayıcılardan toplanan veri boyutu ölçülmüştür. Aralıklı örnekleme ile elde edilen veri kümesine ait sonuçlar Tablo 2’de görülmektedir. Görüldüğü üzere 12 saatlik çalışma sonucu toplanan verinin boyutu 6,2 MB gibi oldukça düşük bir değerde kalmıştır. Bu sonuç birçok yeteneğe sahip yeni nesil akıllı telefonlar için kabul edilebilir bir değerdir. Toplanan verinin ana sunucuya iletilmesinden önce sıkıştırılması sonucu toplam dosya boyutu 60 KB’ye düşmektedir.

Tablo 2: 12 saat boyunca tüm algılayıcılar ile toplanan verilere ait dosyaların boyutu

Algılayıcı	Örnekleme Aralığı / Hızı	Boyut
İvme Ölçer	her 5 dk 30 sn / 25Hz	6 MB
Konum	5 dk - 100 m	96 KB
Wi-Fi	çevresel değişimlerde	130 KB
Bluetooth	çevresel değişimlerde	20 KB
Arama ve Mesajlaşma	iletimden önce	12 KB
Görüntü ve Ses	talep olduğunda	-

3.3 Ulaşım Modu Tanıma

İvmeölçer ile koşma, yürüme, sabit durma gibi hareket eylemleri ile bisiklet, araçla ve trenle seyahat gibi taşıma modlarının tanınabilmesi için önce bu sınıflara ait eğitim verileri toplanmıştır. Toplanan eğitim verileri ile sınıflandırıcıya farklı eylemlere ait karakteristik özellikler bildirilmektedir. Bu işlemin ardından telefon üzerinde koşmakta olan çevrimiçi sınıflandırıcı ile eylem tanıma algoritması çalıştırılmıştır [7]. Tablo 3’te her bir eylem için elde edilen başarımların değerleri ve tahmin matrisi görülmektedir. İvmeölçer ile 25 Hz’de toplanan veriler için 1 saniyelik pencereler oluşturulmuş ve her bir pencere için ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum gibi sinyal özellikleri hesaplanmıştır. Oluşturulan bu sinyal özellikleri vektörü Kümeleneşmiş KNN bazlı sınıflandırma algoritması ile değerlendirilmiş ve sonuç olarak % 92 genel doğruluk payı elde edilmiştir.

Tablo 3: Kümeleneşmiş KNN Tahmin Matrisi

(%)		Sınıflandırma			
		Bisiklet	Araç	Tren	Yürüme
Gerçek	Bisiklet	88,97	8,10	0,17	2,76
	Araç	0,87	95,26	2,15	1,72
	Tren	0,19	23,64	72,7	3,46
	Yürüme	0,34	1,53	0,04	98,09

3.4 Değerlendirme

Katılımcıların kişisel gizlilikleri göz önünde bulundurularak her bir katılımcı veritabanında anonimleştirilmiştir. Kişisel gizlilik için katılımcılara, toplanmasını istemedikleri veri tiplerini seçebilecekleri bir ayar ekranı sağlanmıştır.

Mobil algılama uygulamalarının en önemli problemlerinden biri de telefonun taşındığı yerin (cep, çanta) ivmeölçer temelli eylem tanıma sonuçlarını doğrudan etkilemesidir. Yapılan testlerde katılımcılardan telefonu pantolon ceplerinde taşımaları istenmiştir ancak kullanıcıları sınırlandırmamak adına bu konuda ek çalışmalar sürdürülmektedir.

Katılımcı algılama uygulamaları ile ilgili bir diğer önemli problem ise kullanıcıların veri toplama sürecine katkı sağlamaları konusunda motive edilmelidir. Sistem şu anda test aşamasında olduğundan sadece proje çalışanları tarafından kullanılmaktadır. Ancak ikinci aşamada uygulamanın geniş kitlelere dağıtılması ile kullanıcıları bu çalışmaya katılmaya ikna etmek için teşvik edici paketlerin verilmesi düşünülmektedir.

4. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada henüz geliştirme ve test aşamasında olan mobil katılımcı algılama uygulaması hakkında bilgi verilmiştir. Bu uygulama ile şehrin dinamikleri hakkında büyük bir veri kümesi oluşturulacak, elde edilen bu veri ile kent dinamikleri ve hayatına dair önemli çıkarımlar yapmak mümkün olacaktır. Şehrin eylem ve toplu taşıma haritasının çıkarılması ile yerel yönetimlere şehir ile ilgili anlık bildirimler sağlanacaktır.

Teşekkür

Bu çalışma Boğaziçi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) tarafından 6056 numaralı proje ve Devlet Planlama Teşkilatı tarafından, 2007K120610 numaralı TAM Projesi kapsamında desteklenmiştir.

5. Kaynaklar

[1] N. Eagle and A. Pentland, "Reality mining: sensing complex social systems," **Personal and Ubiquitous Computing**, vol. 10, no. 4, pp. 255–268, 2006.

[2] Kiukkonen, N., Blom, J., Dousse, O., Gatica-Perez, D., and Laurila, J. 2010. Towards rich mobile phone datasets: Lausanne data collection campaign. **In Proceedings of the ACM International Conference on Pervasive Services (ICPS)**, 2010.

[3] Nicholas D. Lane, Emiliano Miluzzo, Hong Lu, Daniel Peebles, Tanzeem Choudhury, Andrew T. Campbell. **A Survey of Mobile Phone Sensing**, **In IEEE Communications Magazine**, 2010.

[4] Sasank Reddy, Min Mun, Jeff Burke, Deborah Estrin, Mark Hansen, Mani Srivastava. Using Mobile Phones To Determine Transportation Modes. **ACM Transactions on Sensor Networks**, Vol. 6, No. 2, Article 13, February 2010

[5] Emiliano Miluzzo, Michela Papandrea, Nicholas D. Lane, Andy M. Sarroff, Silvia Giordano, Andrew T. Campbell. Tapping into the Vibe of the City Using VibN, a Continuous Sensing Application for Smartphones, **In Proc. of First International Symposium on Social and Community Intelligence**, Beijing, China, September 18, 2011.

[6] Emiliano Miluzzo, Nicholas D. Lane, Kristóf Fodor, Ronald A. Peterson, Hong Lu, Mirco Musolesi, Shane. B. Eisenman, Xiao Zheng, Andrew T. Campbell, Sensing Meets Mobile Social Networks: The Design, Implementation and Evaluation of the CenceMe Application, **In Proc. of SenSys '08**, Raleigh, USA, 2008.

[7] Mustafa Kose, Ozlem Durmaz Incel, Cem Ersoy, Online Human Activity Recognition on Smart Phones, **in Proceedings of the Workshop on Mobile Sensing: From Smartphones and Wearables to Big Data**, April 2012.

[8] Jun-geun Park, Ami Patel, Dorothy Curtis, Jonathan Ledlie, Seth Teller, Online Pose Classification and Walking Speed Estimation using Handheld Devices, **In Proceedings of UbiComp'12**, Pittsburg, PA, September 2012.