

# Konum Tabanlı Hizmetler Teknolojisi ve Yeni Gelişmeler

Hüseyin Zahit Selvi<sup>1,\*</sup>, İlkey Buğdaycı<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Necmettin Erbakan Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 42090, Konya.

## Özet

Konum tabanlı hizmetler (Location Based Services), mobil cihazlardan yararlanarak kullanıcının konumunun belirlendiği ve belirlenen bu konumu kullanarak kullanıcıların konuma dayalı çeşitli ihtiyaçlarına cevap veren bilgi sistemleridir. Günümüzde özellikle mobil cihazların ve mobil iletişim teknolojilerinin gelişmesi ve yaygınlaşması ile kullanıcıların mobil uygulamalardan beklentileri farklılaşmaya başlamıştır. Bu gelişmeler hem mobil cihazlar yardımıyla haritalara ulaşımı kolaylaştırmış hem de harita kullanımını oldukça yaygınlaştırmıştır. Mobil uygulamalarda haritaların bu kadar yaygın kullanılmaya başlanması ise kartografinin aynı zamanda her yerde bulunma (ubiquitous) özelliği kazanmasına neden olmuştur. Mobil uygulamalar ile birden çok kullanıcı aynı anda haritalara eklemeler yapabilmekte ve haritaları ortak bir ortamda kullanabilmektedir. Bütün bu gelişmeler 2000'li yılların başından itibaren Konum Tabanlı Hizmetler (LBS) uygulamalarının yaygınlaşmasına neden olmuş ve günümüze kadar gelişen teknolojiye paralel olarak bu uygulamaların sayısı ve niteliği artmıştır. Günümüzde LBS alanındaki akademik çalışmalarda açık alan (outdoor) uygulamalarından kapalı alan (indoor) uygulamalarına, klasik navigasyon uygulamalarından acil durum yönetimi, taşımacılık ve rota uygulamalarına bir geçiş görülmektedir. Ayrıca gelişen yeni teknolojilere bağlı olarak akıllı gözlükler, akıllı saatler, sanal gerçeklik uygulamalarını kullanan çalışmalar son zamanlarda dikkat çekmektedir. Bu çalışmada LBS alanında son yıllarda yapılan çalışmalar anlatılacak ve 2018 yılında yayınlanan LBS alanındaki akademik çalışmalara ışık tutan araştırma konuları (research agenda) hakkında ayrıntılı bilgiler verilecektir.

## Anahtar Sözcükler

LBS, Kartografik Tasarım, Navigasyon, Akıllı Şehirler

## 1. Giriş

Günümüzde özellikle mobil cihazların ve mobil iletişim teknolojilerinin gelişmesiyle kullanıcıların haritalardan beklentileri farklılaşmaya başlamıştır. Bu beklentiler kartografinin aynı zamanda her yerde bulunma (ubiquitous) özelliği kazanmasına neden olmuştur. Bu yeni harita yapım şeklinde, kullanıcılar genellikle ilgilendikleri mekâna ve gerçek zamanda karşılaştıkları ihtiyaçlarına cevap verebilecek kartografik ürünlere ilgi duymaktadırlar. Bu nedenle kullanıcının görmek istediği bilgiye daha kolay erişebilmesini sağlamak için, çevrimiçi harita havuzu, görüntüler, dokümanlar ve diğer veriler arasında ilişkiler en iyi şekilde sağlanmalıdır. Böylesine harita yapım aktivitelerinin gelişen teknolojiyle mümkün olması, kartografya ile uğraşan bilim insanlarını ölçek, içerik, kâğıt kullanımı vb. alanlardaki geleneksel kartografik sınırları tekrar düşünmeye itmektir (Selvi 2012). Konum tabanlı hizmetler (LBS), mobil cihazların konumunu kullanan ve mobil ağ (Internet vb.) erişimiyle mobil cihazlarla ulaşılabilen bilgi servisleridir (Virrantaus vd. 2001). Özellikle mobil cihazların yazılım geliştirme imkânı vermesi, konum belirleme sistemlerine (GPS vb.) sahip olması, grafik ekran imkânlarının ve bellek kapasitelerinin artmış olması mobil cihazların kartografik amaçlarla da kullanılabilirliğini artırmış ve özellikle LBS uygulamaları yaygınlaşmaya başlamıştır. Bu kapsamda kullanılan harita vb. kartografik materyallerin kartografik ilkelere göre tasarlanması, mekânsal bilginin kullanıcılara doğru olarak iletilmesi için vazgeçilmez bir ihtiyaç haline gelmiştir.

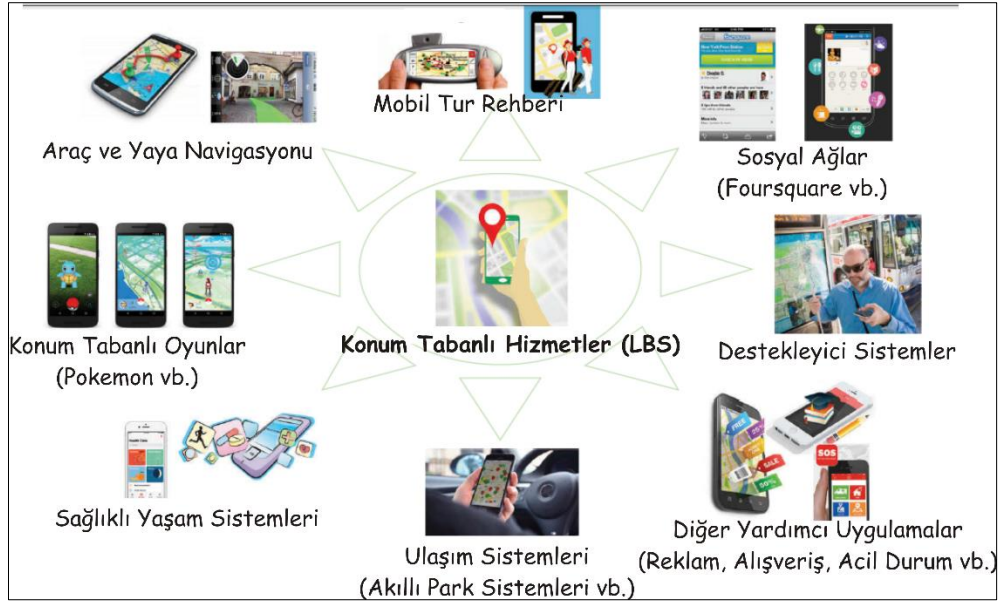
Geçmişten günümüze LBS teknolojisiyle ilgili akademik çalışmalar incelendiğinde gelişen teknolojiler ve kullanıcı beklentilerindeki değişiklikler nedeniyle zaman içerisinde farklı yönelimler görülmektedir. Bu kapsamda açık alan (outdoor) uygulamalarından kapalı alan uygulamalarına, navigasyon uygulamalarından acil durum uygulamalarına bir geçiş görülmektedir (Huang vd. 2018) (Şekil 1). Yine gelişen teknolojiye paralel olarak LBS oyunları, akıllı saatler, akıllı gözlükler, artırılmış gerçeklik (augmented reality) araçları üzerindeki LBS uygulamaları son yıllarda dikkat çekmektedir (Şekil 2). Özellikle son yıllarda sıklıkla kullanılan akıllı şehir uygulamaları çerçevesinde değişik sensörlerin kullanılmasıyla LBS uygulamalarının daha da artacağı değerlendirilmektedir (Ratti ve Claudel 2016).

LBS çalışma alanları ile ilgili öneriler daha önce 2006 (Jiang ve Yao 2006) ve 2007 (Raper vd. 2007) yıllarında yayınlanmıştır. Gelişen teknoloji ve kullanıcı ihtiyaçları bu çalışma alanlarının güncellenmesini ve yeni çalışma alanlarının LBS ile ilgilenecek araştırmacılara önerilmesini gerektirmiştir. Bu kapsamda Huang vd. (2018) tarafından LBS çalışmalarında araştırmacılara ışık tutacak araştırma konuları yayınlanmıştır. Bu araştırma konuları ortaya konurken kartografya, bilgisayar ve sosyal bilimlerin alanındaki araştırmacıların görüşleri de dikkate alınmıştır. Özellikle mobil cihazların sosyal hayatımızı bu kadar etkilediği bir dönemde, 4A (anytime, anywhere, anyone, anything) diye nitelendirilen herhangi bir zamanda, herhangi bir yerde ve herhangi birisi veya herhangi bir şey için kullanılabilen LBS uygulamalarının toplumsal hayata etkisi de çalışma konularının belirlenmesinde etkili olmuştur.

Bu çalışmada 2018 yılında yayınlanan LBS araştırma konuları hakkında bilgi verilecek ve bu konuların ülkemizde uygulanabilirliği tartışılacaktır. Bu kapsamda ikinci bölümde LBS ile ilgili mevcut çalışmalar hakkında bilgi verilecek, üçüncü bölümde yeni çalışma konuları ve şu anki LBS uygulamalarındaki eksiklikler üzerinde durulacak, dördüncü bölümde sonuç ve öneriler sunulacaktır.

\* Sorumlu Yazar: Tel: (0332)3252024

E-posta: hzselvi@erbakan.edu.tr (Selvi H. Z.)



Şekil 1: Örnek LBS uygulamaları (Huang vd. 2018)

## 2. Mevcut Çalışmalar

Son on yıldaki LBS çalışmaları incelendiğinde bu çalışmaların daha çok araç ve yaya navigasyonu ile ilgili olduğu görülmektedir. Bu çalışmalarda genellikle kendisine yabancı bir bölgeye seyahat eden yaya veya araç sürücüsünün yol bulmayla ilgili ihtiyaçlarına cevap verilmeye çalışılmıştır (Doğru 2009, Delikostidis 2011, Selvi 2012). Yine aynı dönemde konum tabanlı sosyal ağlar (Location Based Social Networks) araştırmacıların çalışma konuları arasına girmiştir (Zheng 2011). Foursquare, Facebook, Google+, Twitter ve Instagram gibi sosyal ağ uygulamaları konum bilgisini kullanmaya başlamışlardır. Yine bu ticari uygulamalar konum bilgisini kullanarak konuma bağlı reklam uygulamalarını da yazılımlarına dâhil etmişlerdir. Özellikle konuma dayalı reklam uygulamalarının büyük ilgi görmesi, konum (kafe, restaurant, otel vb.) öneren uygulamalarla ilgili birçok araştırmanın da yapılmasına yol açmıştır (Huang 2016, Bao vd. 2015).

Mobil cihazlarda oynanan oyunlar da son yıllarda konum bilgisini kullanmaya başlamıştır. Geocaching, Ingress, ve Pokémon Go gibi popüler oyunlar, kullanıcılarını belirli bir konuma gitmeye teşvik eden konum tabanlı oyunlar arasında sayılabilir. Maia vd. (2017) tarafından önerilen kullanıcının gerçek dünyasını sanal dünyaya çeviren oyun önerisi, bu oyunların gelişmesinde etkili olmuştur. Yine kullanıcıların sağlık durumunu takip eden, günlük yürüme ve koşu mesafeleri vb. bilgilerin kullanılmasını öneren çalışmalar (Herrera 2017, Horta vd. 2015, Adibi 2015) ve bu bilgileri kullanan uygulamalar günümüzde de artarak devam etmektedir. Günümüzün en önemli sorunlarından olan trafik sorunuyla ilgili de LBS çalışmaları son yıllarda artmaktadır. Bu kapsamda boş araç parkları bulmaya yönelik çalışmalar (Li vd. 2015), havadaki karbondioksit oranını dikkate alarak rota öneren çalışmalar (Bucher vd. 2016) sayılabilir. Ayrıca engellilere ve yardıma ihtiyacı olanlara yardımcı olmaya yönelik birçok LBS çalışması (Hakobyan vd. 2013, Stepnowski vd. 2011) da son yıllarda yapılmaktadır. Yine acil durum sistemleri ile ilgili de çalışmalar (Choy vd. 2016, Sailer vd. 2016) artarak devam etmektedir.

### 2.1. Kapalı Alan (Indoor) Uygulamaları

Yukarıda söz edildiği gibi LBS çalışmaları ilk yıllarda daha çok açık alan uygulamaları şeklinde karşımıza çıkmaktaydı. Son yıllarda ise kapalı alan uygulamalarında ciddi artış dikkat çekmektedir. Özellikle alışveriş merkezleri, müzeler, havaalanları, metro istasyonları vb. kapalı alanlardaki uygulamalar gün geçtikçe artmaktadır. Bu artışta kapalı alanlarda konum belirlemeye imkan tanıyan teknolojilerin gelişmesi önemli derecede etkili olmuştur. Radyo frekans algılayıcı (RFID) (Bai 2016) teknolojilerinin, kablosuz ağ istasyonlarının (Retscher ve Roth 2017), bluetooth (Huang vd. 2009) ve NFC (Özdenizci vd. 2015) teknolojilerinin kapalı alan konum belirlemede kullanılması kapalı alan LBS uygulamalarının son yıllarda artmasında etkili olmuştur. İleriki yıllarda öngörüldüğü gibi GPS sinyallerine kapalı alanlarda da erişim mümkün olursa kapalı alan LBS uygulamalarının daha da artacağı değerlendirilmektedir.

Son yıllarda kapalı alan uygulamalarının artışında bir diğer önemli etken ise CityGML tarzı kapalı alanları modellemeye uygun yazılımların üretilmiş olmasıdır. Kapalı alan CBS (indoor GIS) diye de isimlendirilen bu modellerde cityGML ve Bina Bilgi Sistemi (Building Information Modelling) gibi 3 boyutlu bina modelleri kullanılarak kapalı alanlarda konuma bağlı çeşitli hizmetler verilebilmektedir (Gröger ve Lutz 2012, Işıkdağ ve Zlatanova 2009). Son yıllarda OGC (Open Geospatial Consortium) da kapalı alan uygulamaları verilerinin gösterimi ve paylaşımı için indoorGML

isimli bir standart ortaya koymuştur (Lee vd. 2014). Yine son yıllarda açık alan uygulamaları ve kapalı alan uygulamalarının birleştirilmesi ile ilgili çalışmalar artmaktadır (Vanclouster vd. 2016, Yang ve Worboys 2011).

Kapalı alan uygulamalarının, acil durum sistemleri, kapalı alan (alışveriş merkezi, müze, okul, metro istasyonu vb.) navigasyon uygulamaları ve konum tabanlı reklam uygulamaları gibi birçok alanda daha da yaygınlaşarak kullanılacağı öngörülmektedir. Özellikle son yıllarda sıklıkla duyduğumuz “Akıllı Şehir” tanımında kapalı alan LBS uygulamalarının önemli yer tutacağı düşünülmektedir.

## 2.2. Yeni Nesil Kullanıcı Arayüzleri

Son yıllarda yeni nesil mobil cihazlar üzerinde çalışan LBS uygulamaları hızla artmaktadır. Bu kapsamda akıllı gözlükler, akıllı saatler vb. cihazlar üzerindeki kullanıcı arayüzleri dikkat çekmektedir (Şekil 2). Bu kapsamda 3 boyutlu arayüzler (Santana vd. 2017), sanal gerçeklik (virtual reality (VR)) ve artırılmış gerçeklik (augmented reality (AR)) teknolojileri (Huang vd. 2012, Tsai vd. 2017) yeni nesil cihazlarda sıklıkla kullanılmaktadır. Yine bu cihazlar üzerinde kullanıcının mimik (Rautaray ve Agrawal 2015), ve bakışlarından (Anagnostopoulos vd. 2017) hareketle isteklerini anlamaya çalışan arayüzler de geliştirilmiştir. Birçok cihazın LBS uygulamalarında kullanılmasıyla birlikte cihazlar arası iletişimi konu alan akademik çalışmalar da son yıllarda artmaktadır (Kubo vd. 2017, Kim vd. 2016). Yine kullanıcı arayüzlerinin başarılarını ve kullanıcı güvenliğini test etmeye yönelik birçok akademik çalışma da literatürde yer almaktadır (Abbas vd. 2014, Zhang vd. 2017). LBS uygulamalarının sosyal hayata bu kadar girmesiyle ileriki yıllarda kullanıcı arayüzlerini ve güvenlik boyutunu daha da ön plana çıkaracak çalışmaların yapılacağı değerlendirilmektedir.



Şekil 2: LBS arayüzlerinin kullanılabildiği yeni teknolojiler

## 2.3. Veri Madenciliği Uygulamaları

LBS uygulamalarının bu kadar artmış olması, farklı mobil cihazlarla birçok yerden aynı anda çok büyük veriler sağlama imkânının oluşması ve sosyal medyanın da buna destek vermesiyle günümüzde artık çok büyük veri gruplarıyla karşılaşmaktadır. Bu büyük veri gruplarından anlamlı bilgilere ulaşılması için veri madenciliği yöntemleri son yıllarda fazlaca kullanılmaktadır. Özellikle sosyal medya ortamından elde edilen konum verilerinden yola çıkarak yapılan analizler ile kullanıcı davranışlarının anlaşılması konusunda birçok akademik çalışma yapılmaktadır (Shaw vd. 2016, Yuan vd. 2012, Gao vd. 2017, Keler 2017). Bu çalışmalar artık yeni nesil kent bilgi sistemlerinin (kentsel bilişim (urban informatic)) bir parçası haline gelmekte ve acil durum vb. sistemlerin de en önemli veri kaynağını oluşturmaktadır. Akıllı şehir kavramı içinde de LBS uygulamalarında kullanılan sensör ve teknolojilerden alınan verilerin, veri madenciliği yöntemleriyle değerlendirilmesi önemli avantajlar sağlayacaktır.

## 3. LBS’de Yeni Çalışma Konuları

Gelecekte LBS teknolojisiyle ilgili çalışmaların 6 ana başlıkta gelişmesi düşünülmektedir (Huang vd. 2018). Bu alanlar, konum belirleme, veri modelleme, iletişim, uygulamaların değerlendirilmesi, LBS ile üretilen verilerin analizi ve LBS’in sosyal ve davranışsal etkileri olarak sıralanabilir.

### 3.1. Konum Belirleme

LBS tanımı gereği konuma dayalı hizmetler sunduğundan, konumu daha doğru belirlemeye yönelik çalışmalar gelecekte de önemli yer tutacaktır. Özellikle GNSS ile konum belirlemede sıkıntı yaşanan kapalı alanlarda, değişik teknolojiler kullanılarak konum belirlemeye yönelik çalışmalar güncelliğini devam ettirmektedir. Bu kapsamda WiFi erişim noktalarını, RFID algılayıcılarını, bluetooth ve NFC gibi teknolojileri ve sinyal şiddetlerini kullanarak kapalı alanlarda konum belirlemeye yönelik çalışmalar devam etmektedir. Bu teknolojilerle elde edilen konum bilgisi ile açık alan konum belirlemede kullanılan GNSS ile elde edilen konum bilgisini birleştirmeye yönelik çalışmaların artarak devam edeceği

düşünülmektedir. Yine kapalı alan konum belirlemede farklı sensörler yardımıyla belirlenen konum bilgilerinin standardizasyonu da önemli çalışma konuları arasında değerlendirilmektedir. Ayrıca elde edilen konum doğruluklarının hangi LBS uygulamaları için yeterli ve gerekli olduğuna yönelik çalışmalarda önem kazanmaktadır. Öte yandan GPS teknolojisindeki gelişmelerle GPS sinyallerinin kapalı alanlarda da konum belirleyebileceği düşünülse de bu teknolojinin yakın zamanda özellikle bina içi konum doğruluğu açısından (özellikle yükseklik) kullanılabilirliğinin düşük olacağı düşünülmektedir.

### 3.2. Veri Modelleme

LBS çalışmalarında uygulamanın başarısını önemli ölçüde etkileyen unsurlardan bir tanesi de konum, kullanıcı profili ve kullanıcı ihtiyaçlarının ne kadar doğru bir şekilde modellendiğidir. Özellikle kullanıcı profillerine uygun, kullanıcı dostu ara yüzlerin geliştirilmesi ve geliştirilen modellerin test edilmesine yönelik çalışmalar güncelliğini devam ettirmektedir. Özellikle LBS uygulamalarında kapalı alanların modellenmesine yönelik çalışmaların artacağı düşünülmektedir. Bu kapsamda CityGML, BIM gibi modellerin kullanıldığı kapalı alan LBS uygulamaları yeni çalışmalarda önemli yer tutacaktır. Özellikle acil durum servisleri ve akıllı şehir uygulamalarında kapalı alan LBS uygulamaları önem kazanacaktır. Bu nedenle kapalı alan ve açık alan LBS uygulamalarını birleştirmeye yönelik çalışmaların yapılması faydalı olacaktır.

### 3.3. İletişim

LBS uygulamalarında kullanıcı ile gerçek dünyanın ilişkisinin en iyi şekilde kurulması esastır. LBS uygulamaları bu ilişkiyi en iyi şekilde sağlayacak şekilde kullanıcı arayüzlerine sahip olmalı ve kullanıcı iletişim ve etkileşimleri gerçek zamanlı olarak en iyi şekilde sağlanmalıdır. Kullanıcıların doğru karar vermeleri ve aktivitelerini doğru planlamaları için hangi bilgilerin hangi formatta kullanıcıya sunulması gerektiği üzerine yapılacak çalışmalar önümüzdeki yıllarda da literatürde önemli yer tutacaktır. Bu kapsamda haritalara ek olarak, ses, yazı ve animasyon gibi ek iletişim araçlarının uygulamalarda kullanılması yeni araştırma konuları olarak öngörülmektedir. Yine yeni nesil mobil cihazlar (akıllı saat, akıllı gözlük vb.) üzerindeki uygulamaların iletişim ihtiyaçları (mimikler, bakışlar vb.) önemli çalışma konuları arasında yer almaktadır. Yine 3 boyutlu iletişim, artırılmış ve sanal gerçeklik uygulamalarının yeni nesil mobil cihazlarla birlikte LBS çalışmalarında daha fazlaca kullanılacağı değerlendirilmektedir.

### 3.4. LBS Uygulamalarının Değerlendirilmesi

LBS uygulamalarının kullanılabilirlik açısından değerlendirilmesi ve varsa eksikliklerinin ortaya konulması önümüzdeki yıllarda önemli araştırma konuları arasında yer alacaktır. LBS uygulamalarının, kullanıcı arayüzü, kullanıcı özellikleri ve becerileri, kullanılan cihazların özellikleri, çevresel ve sosyal faktörler gibi çeşitli açılardan değerlendirilmesi için geliştirilecek yöntemler önemli hale gelecektir. Farklı LBS uygulamaları için anket uygulamaları, kamera ile izleme, mobil göz takibi (mobile eye tracking) gibi değerlendirme yöntemleri, bu uygulamaların kullanılabilirliğini belirlemede kullanılmaktadır. LBS uygulamalarının başarısını ve farklı faktörlerin bu başarıdaki etkisini belirlemek için yeni yöntemlerin geliştirileceği değerlendirilmektedir.

### 3.5. LBS İle Üretilen Verilerin Analizi

LBS ile GPS vb. konum izleri, sosyal medya verileri gibi her yerden ve her zaman konum bilgisi içeren birçok veriye erişim artık mümkün olmaktadır. Bu verilerden LBS kullanıcı profillerinin ve LBS kullanıcılarının diğer kullanıcı ve mekanlarla ilişkilerinin ortaya çıkarılabilmesi için bu verilerin çok iyi analiz edilmesi gerekmektedir. Bu veriler büyük veri (big data) özelliği taşıdığından, çok iyi tasarlanmış mekânsal veri tabanlarında tutulması ve veri madenciliği vb. yöntemlerle analiz edilerek verilerin faydalı bilgiye dönüştürülmesi gerekmektedir. Bu kapsamda öncelikle LBS uygulamalarından gelen verilerin çok iyi sınıflandırılması (sensörlerden gelen veriler, kullanıcı konumları, kullanıcı raporları vb.), sınıflandırılan verilerin metadatalarının tutulması ve bu sınıflandırmaya uygun şekilde mekânsal veri tabanlarının oluşturulması faydalı olacaktır. Bu büyük mekânsal verilerin analizinde ise verilerin güvenilirliği de dikkate alınarak veri madenciliği ve görsel analiz (visual analytics) yöntemlerinin kullanılması önerilmektedir.

### 3.6. LBS'in Sosyal ve Davranışsal Etkileri

İnsanların sosyal ilişkileri, güvenlik ve gizlilik son yıllarda LBS uygulamalarında gittikçe önemini artırmaktadır. LBS'in son yıllarda çok yaygın kullanılması, sosyal medya ortamında da konum bilgisi kullanan uygulamaların artması kullanıcıların güvenliği ve gizliliği ile ilgili kaygıları ortaya çıkarmıştır. Güvenlik kaygılarının birinci ana sebebi bilinçli yanlış bilgi verilebilmesi, diğer sebebi ise kişisel veya kurumsal güvenliği zedeleyecek bilgilerin paylaşılma tehlikesidir. Bu aşamada insanların güvenliğini ve kişisel mahremiyetini etkilemeden LBS uygulamalarının nasıl tasarlanması ve kullanılması gerektiği ile ilgili çalışmaların önümüzdeki yıllarda daha da önem kazanacağı değerlendirilmektedir. Ayrıca

LBS uygulamalarının kullanıcıların günlük aktivitelerini ve iş hayatlarını nasıl etkilediğini belirlemek üzere yapılacak sosyal araştırmalar da önemli araştırma konuları arasındadır.

#### 4. Sonuçlar

Yukarıda da anlatıldığı gibi LBS çalışmaları artık birbirinden çok farklı birçok disiplinle ilişkili hale gelmiştir. LBS ile uğraşanların, çalışma konularında belirtildiği gibi, bilgi teknolojilerine, konum bilgisine, harita tasarımına, psikolojiye, sosyal ve etik konulara vb. birçok disiplinle ilişkisi olması gerekmektedir. Bunun sonucu olarak literatürde artık “Konum Tabanlı Bilim (Location Based Science)” şeklinde ifadelerle rastlanmaktadır. Bu nedenle LBS çalışmalarının kapsamı düşünüldüğünde disiplinler arası ortak çalışmalar yapılması faydalı olacaktır.

Bu çalışmada günümüzdeki teknolojik gelişmeler ışığında LBS çalışmalarının gidebileceği yönler anlatılmaya çalışılmıştır. Ancak LBS’in doğası gereği teknolojik gelişmelere çok bağımlı olması ileride daha farklı çalışma konuları da meydana getirebilir. Örneğin yapay zeka uygulamalarının gelişmesi LBS çalışmalarını da yeni boyutlara taşıyabilir.

#### Kaynaklar

- Abbas R., Michael K., Michael M. G., (2014), *The regulatory considerations and ethical dilemmas of location-based services (lbs): A literature review*, Information Technology & People, 27 (1), 2–20. doi:10.1108/ITP-12-2012-0156.
- Adibi S., (Ed.), (2015), *Mobile health*, Springer Series in Bio-/Neuroinformatics, Cilt 5, Cham: Springer International Publishing. doi:10.1007/978-3-319-12817-7.
- Anagnostopoulos V., Havlena M., Kiefer P., Giannopoulos I., Schindler K., Raubal M., (2017), *Gaze-informed location-based services*. International Journal of Geographical Information Science, 31 (9), 1770–1797. doi:10.1080/13658816.2017.1334896.
- Bai Y., (2016), *Development of a wifi and rfid based indoor location and mobility tracking system*, Doktora Tezi, RMIT University, Melbourne.
- Bao J., Zheng Y., Wilkie D., Mokbel M., (2015), *Recommendations in location-based social networks: A survey*. GeoInformatica, 19 (3), 525–565. doi:10.1007/s10707-014-0220-8.
- Bucher D., Cellina F., Mangili F., Raubal M., Rudel R., Rizzoli, A. E., Elabed. O., (2016), *Exploiting fitness apps for sustainable mobility – challenges deploying the goeco! app.*, ICT4S 2016 içinde, (Grosso P., Lag P., Osseyran A., Ed.), The Netherlands: Amsterdam.
- Choy S., Handmer J., Whittaker J., Shinohara Y., Hatori T., Kohtake N., (2016), *Application of satellite navigation system for emergency warning and alerting*, Computers, Environment and Urban Systems, 58, 12–18. doi:10.1016/j.compenvurbsys.2016.03.003.
- Delikostidis I., (2011), *Improving the usability of pedestrian navigation systems*, Doktora Tezi, Twente Üniversitesi, Hollanda.
- Doğru A.Ö., (2009), *Çoklu gösterim veri tabanları kullanılarak araç navigasyon haritası tasarımı için kartografik yaklaşımlar*, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Gao S., Janowicz K., Couclelis H., (2017), *Extracting urban functional regions from points of interest and human activities on location-based social networks*. Transactions in GIS, 21 (3), 446–467. doi:10.1111/tgis.2017.21.issue-3.
- Gröger G., Lutz P., (2012), *CityGML – interoperable semantic 3D city models*, ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 71, 12–33. doi:10.1016/j.isprsjprs.2012.04.004.
- Hakobyan L., Lumsden J., O’Sullivan D., Bartlett H., (2013), *Mobile assistive technologies for the visually impaired*, Survey Of Ophthalmology, 58 (6), 513–528.
- Herrera E. P., (2017), *Location-based technologies for supporting elderly pedestrian in ‘getting lost’ events*, Disability and Rehabilitation: Assistive Technology, 12 (4), 315–323. doi:10.1080/17483107.2016.1181799.
- Horta E. T., Lopes I. C., Rodrigues J. J. P. C., (2015), *“Ubiquitous mhealth approach for biofeedback monitoring with falls detection techniques and falls prevention methodologies*, Mobile Health’ in içinde, (Adibi S., Ed.), Cham: Springer. doi:10.1007/978-3-319-12817-7\_3.
- Huang H., Gartner G., Schmidt M., Yan L., (2009), *Smart environment for ubiquitous indoor navigation*, NISS 2009’un içinde, 176–180, IEEE doi:10.1109/NISS.2009.16.
- Huang H., Schmidt M., Gartner G., (2012), *Spatial knowledge acquisition with mobile maps, augmented reality and voice in the context of gps-based pedestrian navigation: Results from a field test*, Cartography and Geographic Information Science, 39 (2), 107–116. doi:10.1559/15230406392107.
- Huang H., (2016), *Context-aware location recommendation using geotagged photos in social media*, ISPRS International Journal of Geo-Information, 5 (12), 195. doi:10.3390/ijgi5110195.
- Huang H., Gartner G., Krisp J. M., Raubal M., Weghe N., (2018), *Location based services: ongoing evolution and research agenda*, Journal of Location Based Services, 12 (2), 63–93. doi: 10.1080/17489725.2018.1508763
- Işıkdag U., Zlatanova S., (2009), *A SWOT analysis on the implementation of building information models within the geospatial environment*, UDMS Annual’ın içinde, (Krek A., Rumor M., Zlatanova S., Fendel E. M., Ed.), London: CRC Press.
- Keler A., (2017), *Traffic pattern analysis framework with emphasis on floating car data (FCD)*, Doktora Tezi, University of Augsburg.
- Kim H.J., Cha J., Park R. C., Nam T.J., Lee W., Lee G., (2016), *Mo-Bi: Contextual mobile interfaces through bimanual posture sensing with Wrist-Worn devices*, HCI Korea, Cilt 2016’nın içinde, 94–99, South Korea: Hanbit Media, Inc. doi:10.17210/hcik.2016.01.94.
- Kubo Y., Takada R., Buntarou S., Takahashi S., (2017), *Exploring context-aware user interfaces for smartphone-smartwatch cross-device interaction*, IMWUT, 1 (3), 1–21. doi:10.1145/3130934.
- Lee J., Ki-Joune L., Zlatanova S., Kolbe T., Nagel C., Becker T., (2014), OGC® IndoorGML. Open Geospatial Consortium. <http://docs.opengeospatial.org/is/14-005r5/14-005r5.html>, [Erişim 18 Nisan 2019].

- Li Y., Wang J., Zhang L., (2015), *LBS-based dilemma zone warning system at signalized intersection*, Progress in Location-Based Services 2014'un İçinde, (Gartner G., Huang H., Ed.), 223–237, Cham: Springer. doi:10.1007/978-3-319-11879-6\_16.
- Maia L. F., Nolêto C., Lima M., Ferreira C., Marinho C., Viana W., Trinta F., (2017), *LAGARTO: A Location based Games AuthoRing Tool enhanced with augmented reality features*, Entertainment Computing, 22, 3–13. doi:10.1016/j.entcom.2017.05.001.
- Ozdenizci B., Coskun V., Kerem O., (2015), *NFC internal: An indoor navigation system.* Sensors, 15 (4), 7571–7595. doi:10.3390/s150407571.
- Raper J., Gartner G., Karimi H., Rizos C., (2007), *A critical evaluation of location based services and their potential*, Journal of Location Based Services, 1 (1), 5–45. doi:10.1080/17489720701584069.
- Ratti C., Claudel M., (2016), *The city of tomorrow: Sensors, networks, hackers, and the future of urban life*, , CT: Yale University Press, New Haven.
- Rautaray S. S., Agrawal A., (2015), *Vision based hand gesture recognition for human computer interaction: A survey*. Artificial Intelligence Review, 43 (1), 1–54. doi:10.1007/s10462-012-9356-9.
- Retscher G., Roth F., (2017), *Wi-Fi fingerprinting with reduced signal strength observations from long-time measurements*, Progress in Location-Based Services 2016'nin İçinde, (Gartner G., Huang H., Ed.), 3–25, Springer. doi:10.1007/978-3-319-47289-8\_1.
- Sailer C., Kiefer P., Schito J., Raubal M., (2016), *Map-based visual analytics of moving learners*, International Journal Mob Human Computation Interact, 8 (4), 1–28. doi:10.4018/IJMHCI.
- Santana J. M., Wendel J., Trujillo A., Suárez J. P., Simons A., Koch A., (2017), *Multimodal location based services—semantic 3d city data as virtual and augmented reality*, Progress in Location-Based Services 2016'nin İçinde, (Gartner G., Huang H., Ed.), 329–353. Cham: Springer. doi:10.1007/978-3-319-47289-8\_17.
- Selvi H.Z. (2012), *Konum tabanlı hizmetler teknolojisi ile yönlendirme sistemi tasarımı: Selçuk üniversitesi kampusu örneği*, Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Shaw S.L., Tsou M.H., Xinyue Y., (2016), *Editorial: Human dynamics in the mobile and big data era*, International Journal of Geographical Information Science, 30 (9), 1687–1693. doi:10.1080/13658816.2016.1164317.
- Stepnowski A., Kamiński L., Demkowicz J., (2011), *Voice maps: The system for navigation of blind in urban area*, Proceedings of the 10th WSEAS International Conference On Applied Computer And Applied Computational Science'in İçinde, 201-206.
- Tsai T.H., Shen C.Y., Lin Z.S., Liu H.R., Chiou W.K., (2017), *Exploring location-based augmented reality experience in museums*, UAHCI 2017 İçinde, (Antona M., Stephanidis C., Ed.), 199–209, Cham: Springer. doi:10.1007/978-3-319-58703-5\_15.
- Vanclouster A., Van de Weghe N., Philippe D. M., (2016), *Integrating indoor and outdoor spaces for pedestrian navigation guidance: A review*, Transactions in GIS, 20 (4), 491–525. doi:10.1111/tgis.2016.20.issue-4.
- Virrantaus K., Markkula, J., Garmash, A., Terziyan, Y.V., (2001), *Developing gis-supported location-based services*. Proceedings of WGIS'2001'in İçinde, Kyoto, Japonya, ss. 423–432.
- Yang L., Worboys M., (2011), *A navigation ontology for outdoor-indoor space: Work-in-progress*, Proceedings of the 3rd ACM SIGSPATIAL International Workshop on Indoor Spatial Awareness'in İçinde, ss. 31–34, ISA '11. New York, NY, USA: ACM. doi: 10.1145/2077357.2077364.
- Yuan Y., Raubal M., Liu Y., (2012), *Correlating mobile phone usage and travel behavior – A case study of Harbin, China.* Computers, Environment and Urban Systems, 36 (2), 118–130. doi:10.1016/j.compenvurbsys.2011.07.003.
- Zhang S., Freundschuh S. M., Lenzer K., Zandbergen P. A., (2017), *The location swapping method for geomasking*, Cartography and Geographic Information Science, 44 (1), 22–34. doi:10.1080/15230406.2015.1095655.
- Zheng Y., (2011), *Location-based social networks: Users, Computing with Spatial Trajectories*'in İçinde, ( Zheng Y., Zhou X., Ed.), 243–276. New York: Springer. doi:10.1007/978-1-4614-1629-6\_8.