



T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KONUM TABANLI HİZMETLER TEKNOLOJİSİ İLE YÖNLENDİRME SİSTEMİ TASARIMI: SELÇUK ÜNİVERSİTESİ KAMPUSU ÖRNEĞİ

Hüseyin Zahit SELVİ

DOKTORA TEZİ

Harita Mühendisliği Anabilim Dalı

Eylül-2012

KONYA

Her Hakkı Saklıdır

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

İmza

Hüseyin Zahit SELVİ

Tarih: 07.09.2012

ÖZET

DOKTORA TEZİ

KONUM TABANLI HİZMETLER TEKNOLOJİSİ İLE YÖNLENDİRME SİSTEMİ TASARIMI: SELÇUK ÜNİVERSİTESİ KAMPUSU ÖRNEĞİ

Hüseyin Zahit SELVİ

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Harita Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. İ. Öztuğ BİLDİRİCİ

2012, 136 Sayfa

Jüri
Prof. Dr. N. Necla ULUĞTEKİN
Prof. Dr. Rahmi Nuran ÇELİK
Prof. Dr. Ferruh YILDIZ
Prof. Dr. Cevat İNAL
Prof. Dr. İ. Öztuğ BİLDİRİCİ

Konum tabanlı hizmetler (Location Based Services (LBS)) mobil cihazların mekânsal konumunu kullanarak, bu konuma bağlı hizmetler sunan servislerdir. Günümüzde mobil cihazların çok gelişmiş teknolojik imkânlara sahip olması ve yaygın olarak kullanılması nedeniyle LBS uygulamaları da hızla artmaktadır. LBS uygulamaları özellikle araç ve yaya yönlendirme sistemlerinde yaygın olarak karşımıza çıkmaktadır. Günümüzde üretilen yönlendirme yazılımları genellikle araç navigasyonuna yöneliktir. Fakat yayaların navigasyon ihtiyaçları araç sürücülerinden farklıdır. Bu nedenle yayalara yönelik yönlendirme sistemi çalışmaları son yıllarda hızla artmaktadır.

Bu çalışmada Selçuk Üniversitesi Kampus alanında LBS teknolojileri kullanılarak oluşturulan yayalara yönelik yönlendirme sistemi ayrıntılı olarak anlatılmıştır. Bu kapsamda kartografyanın LBS çalışmalarındaki rolü, nirengilerin yaya navigasyonunda kullanımı, kullanılan herkese açık Open Street Map verileri, kullanıcı profilini belirlemek amacıyla yapılan anket çalışmasının sonuçları, yapılan kiosk ve mobil uygulamalar, geliştirilen ve varolan nirengilerden yararlanarak yaya navigasyonu sağlayan navigasyon yaklaşımları hakkında ayrıntılı bilgiler verilmiş ve yapılacak benzer çalışmalar için önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Konum Tabanlı Hizmetler teknolojisi, nirengi, nirengilerle yönlendirme, yaya navigasyonu

ABSTRACT

Ph.D THESIS

AN ORIENTATION SYSTEM DESIGN WITH LOCATION BASED SERVICES TECHNOLOGY: A CASE STUDY AT SELCUK UNIVERSITY CAMPUS

Hüseyin Zahit SELVİ

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF SELÇUK UNIVERSITY
THE DEGREE OF DOCTOR OF PHILOSOPHY
IN GEOMATICS ENGINEERING

Advisor: Prof. Dr. İ. Öztuğ BİLDİRİCİ

2012, 136 Pages

Jury
Prof. Dr. N. Necla ULUĞTEKİN
Prof. Dr. Rahmi Nuran ÇELİK
Prof. Dr. Ferruh YILDIZ
Prof. Dr. Cevat İNAL
Prof. Dr. İ. Öztuğ BİLDİRİCİ

Location based services (LBS) use geographical location of mobile devices and provide services related to this location. Due to advanced technologic possibilities and wide-usage of mobile devices, the use of LBS applications rapidly increases. LBS applications are most commonly used in car and pedestrian orientation systems. Orientation software produced today generally address to the navigation of cars. However, navigation needs of pedestrians are different from those of drivers. For this reason, number of studies on orientation services for pedestrians has rapidly increased in recent years.

In this study, an orientation system design for pedestrian orientation system developed using LBS technologies in Selcuk University campus was explained in detail. In this context, information was provided on the importance of cartography in LBS applications, the use of landmark orientation, Open Street Map data which is open to all users, results of a poll administered to determine user profile, kiosk and mobile applications, and existed developed landmark orientation approach. Suggestions for similar studies were also given.

Keywords: Location Based Services, Landmarks, Landmark Orientation, Pedestrian Navigation

ÖNSÖZ

Akademik hayatımın önemli basamaklarından biri olan doktora çalışmamın sonunda, bu aşamaya ulaşmamdaki katkılarından dolayı çok özel insanlara teşekkür etmek istiyorum. Başta sadece doktora tezimin oluşmasına değil tüm akademik hayatımın şekillenmesine bilgi ve ilgisiyle destek olan, karşılaştığım sorunların çözümünde hep yol gösterici olan saygıdeğer danışman hocam Prof. Dr. İ. Öztuğ Bildirici'ye, yine akademik hayatımın şekillenmesinde ve tez konumun seçiminde olan katkılarından dolayı Prof. Dr. Necla Uluğtekin hocama, tez süresince görüşleriyle bana hep yeni ufuklar açan Prof. Dr. Rahmi Nuran Çelik hocama, tez izleme komitesindeki katkılarından dolayı Prof.Dr. Ferruh Yıldız hocama teşekkürü bir borç biliyorum.

Yine çalışmamın Avusturya'da yürüttüğüm kısmındaki desteklerinden dolayı Uluslar arası Kartografya Birliği (ICA) başkanı Prof. Dr. Georg Gartner ve Kartografya Araştırma Grubuna şükranlarımı sunuyorum.

Bu tezin tamamlanmasındaki en önemli etkenlerden birisi olan, beni yurt dışında dahi yalnız bırakmayan sevgili eşim Şerife Nur'a ve çalışmalarım sırasında ona ayırmam gereken zamandan çokca çaldığımı bildiğim biricik kızım Zeynep Berra'ya, aldığım tüm kararlarda arkamda duran aileme ve eşimin ailesine çok teşekkür ediyorum.

Akademik hayatım boyunca beraber çalışmaktan onur duyduğum, birkez bile sorun yaşamadığım, çalışmam süresince de hep desteklerini gördüğüm sevgili mesai arkadaşlarım Dr. İlkay Buğdaycı, Yük. Müh. Osman Sami Kırtıloğlu ve Yük. Müh. Serkan Doğanalp'e hep yanımda oldukları için teşekkür ediyorum.

Tezin tamamlanmasında Yurtiçi Doktora Burs Programı ve Yurt Dışı Araştırma Burs Programı kapsamında destek sağlayan TÜBİTAK'a ve Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Koordinatörlüğüne desteklerinden dolayı teşekkür ediyorum.

Hüseyin Zahit SELVİ
KONYA-2012

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **iv**

ABSTRACT ..... **v**

ÖNSÖZ ..... **vi**

İÇİNDEKİLER ..... **vii**

SİMGELER VE KISALTMALAR ..... **x**

1. GİRİŞ **11**

2. LBS (LOCATION BASED SERVICES) **15**

2.1. LBS Bileşenleri 18
2.2. LBS ve Kartografya 19

3. LBS KURULUM AŞAMALARI **23**

3.1. Kullanıcıların Sisteme Katılması 23
3.2. İki, Üç ve Dört Boyutlu Uzayda Konum 25
3.3. İşaretleştirme, Multimedya Gösterim ve Harita İletişimi 28
3.4. Gerçek Zamanlı Yön Belirleme 31
3.5. Sistemin Veri Güvenliği 35

4. YAYA NAVİGASYONU ALANINDA MEVCUT ÇALIŞMALAR **36**

4.1. m-Loma 36
4.2. REAL 37
4.3. EGSSystem 38
4.4. Navitime 38
4.5. Lol@ 39
4.6. MAPPER 41
4.7. GiMoDig 41
4.8. Değerlendirme 43

5. NİRENGİLER VE NAVİGASYON **46**

5.1. Nirengilerin Sınıflandırılması 46
5.2. Nirengilerin Türetilmesi 47
5.3. Aktif Nirengiler 48
5.4. Nirengilerin Görselleştirilmesi 49
5.4.1. Yazıyla gösterim 49
5.4.2. Harita ve haritayla ilişkili gösterim 50
5.4.3. Şematik harita (schematic map) kullanarak gösterim 53
5.4.4. Taslak harita (sketch map) kullanarak gösterim 53
5.4.5. Multimedya imkânlarıyla gösterim 54
5.4.6. Bina tipi nirengiler için bir yaklaşım 55

6. YAYA NAVİGASYONUNDA KARTOGRAFİK GÖSTERİM İLKELERİ..... 56

6.1 Mobil Harita Tasarımında Sınırlar 56
6.2 Mobil Haritalarda Mekânsal Objelerin Kartografik Gösterimi 57
6.2.1. Mobil harita tasarımında genel ve detaylı bilgilerin sunumu 59
6.2.2. Haritanın Yöneltilmesi 65
6.2.3. 2 Boyutlu, 3 Boyutlu ve Kuşgözü Gösterim Şekilleri 66
6.2.4 Mobil Harita Tasarımında Uyarlama Yaklaşımı 67
6.3. Değerlendirme 69

7. MATERYAL VE METOT 72

7.1. Donanım 72
7.1.1. Mobil cihazlar 72
7.1.2. Kiosk 74
7.2. Mobil İletişim Teknolojileri 75
7.2.1. GPRS (General Packet Radio Service) 75
7.2.2. EDGE (Enhanced Data Rates for GSM Evolution) 75
7.2.3. 3G (Third Generation / Üçüncü nesil) 76
7.2.4. Wi-Fi (Wireless Fidelity) 76
7.2.5. EV-DO (Evolution Data Only, Evolution Data Optimized) 77
7.3. Konum Belirleme Teknolojileri 77
7.3.1. GNSS (Global Navigation Satellite System) 77
7.3.2. Assisted GPS (Yardımlı GPS) 78
7.3.3. Mobil cihazların izlenmesi 78
7.4. Yazılım Teknolojileri 79
7.4.1. ArcInfo 79
7.4.2. ArcGIS Server 80
7.4.3. Python 80
7.4.4. Java 80
7.5. Veri Kaynakları 81
7.5.1. Open Street Map 81
7.6. Metot 86
7.6.1. Nirengilerle Yönlendirme 86
7.6.2. Yaya navigasyonunda navigasyon aşamaları 87
7.6.3. Navigasyon evrelerinde kullanıcıya sunulacak bilgiler 89

8. UYGULAMA 92

8.1. Çalışma Alanı 92
8.2. Anket Çalışması 92
8.3. Kiosk Uygulaması 98
8.3.1. ARCGIS yardımıyla kiosk uygulamasının oluşturulması 99
8.3.2. OSM imkânlarıyla kiosk uygulamasının oluşturulması 103
8.4. Mobil Uygulama 104
8.5. Mobil Uygulamanın Test Edilmesi 110
8.6. Uygulama Sonuçlarının Değerlendirilmesi 114

9. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 116

9.1 Sonuçlar 116

9.2 Öneriler 118

KAYNAKLAR 121

ÖZGEÇMİŞ 1

SİMGELER VE KISALTMALAR

Kısaltmalar

3G	: Third Generation
AGPS	: Assisted GPS
AR	: Augmented Reality
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemi
EDGE	: Enhanced Data Rates for GSM Evolution
EGNOS	: European Geostationary Overlay Service
EGSSystem	: Enhanced George Square System
EV-DO	: Evolution Data Only, Evolution Data Optimized
GiMoDiG	:Geospatial info-Mobility service by real-time Data-integration and generalization
GLONASS	: Globalnaya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema
GNSS	: Global Navigation Satellite System
GPRS	: General Packet Radio Service
GPS	: Global Positioning System
GSM	: Global System for Mobile Communications
HTML	: HyperText Markup Language
JOSM	: Java Open Street Map
JVM	: Java Virtual Machine
Kbps	: Kilobyte per second
LBS	: Location Based Services
LCD	: Liquid Crystal Display
LoL@	: Local Location Assistant
MAPPER	:MAP PERsonalization
m-Loma	: Mobile Location-Aware Messaging Application
Mbps	: Megabyte per second
MRDB	: Multi-Representation Data-Bases
NICTS	: New Information and Communication Technologies
OGC	: Open GeoSpatial Consortium
ORS	: Open Route Service
OSM	: Open Street Map
PDA	: Personal Digital Assistant
RFID	: Radio-Frequency Identification
SMIL	: Synchronized Multimedia Integration Language
TDMA	: Time Division Multiple Access
XML	: Extensible Markup Language
WIFI	: Wireless Fidelity
W3C	: World Wide Web Consortium
WGS	: World Geodetic System

1. GİRİŞ

Kartografya, her tür harita ve harita benzeri gösterimler ile bu gösterimlerde kullanılan grafik işaretlerin özelliklerini araştıran, haritanın çizimsel tasarım, basım ve kullanım yöntemlerini geliştirmeye yönelik çalışmalar yapan bir bilim dalıdır (Uçar ve Uluğtekin 2006). Harita ise yer ya da diğer büyük gök cisimlerinin yüzeylerine veya bu yüzeylerin bir bölgesine ait konulara ilişkin obje ve bilgilerin, doğadaki konumlarını çizim altlığı üzerinde belli matematik kurallara göre yansıtan, kartografik işaretlerle gösteren ve gerektiğinde yazılı sözcüklerle tamamlayarak aktaran bir bilgi iletişim aracıdır (Uçar ve Uluğtekin 2006). Günümüzde özellikle mobil cihazların ve mobil iletişim teknolojilerinin gelişmesiyle kullanıcıların haritalardan beklentileri farklılaşmaya başlamıştır. Bu beklentiler kartografyanın 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 amaçla üretilen kartografik materyal kullanıcıya sonuç formunda verilebilmekte veya bizzat kullanıcı tarafından oluşturulabilmektedir. Kullanıcılar genellikle kartografik yöntemler konusunda eğitimsizdirler ve kendilerince anlamlı olan konumsal veya tematik bilgiyle ilgilenmektedirler. (Örneğin kullanıcı, bulunduğu yere 1km uzaklıkta ulaşabileceği restoranları görmek istemektedir.) 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 itmektedir.

Kullanıcı tabanlı harita yapımındaki bu değişim telekomünikasyon (kablosuz ağlar), konum belirleme yöntemleri (GPS vb.), radyo frekans tanımlayıcıları (RFID) ve mobil bilgisayar sistemlerindeki (örneğin akıllı cep telefonları) gelişmelerle mümkün olmuştur (Gartner vd. 2007). Mobil harita yapımında son 10 yılda anlamlı gelişmeler yaşanırken, mobil harita tasarımı, ve mobil haritaların navigasyonda kullanımı gibi birçok alanda araştırmalar halen devam etmektedir.

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 (Gartner 2004). Konum tabanlı hizmetler (LBS), mobil cihazların, dolayısıyla onları kullananların konumlarının bilgi sistemleri açısından önemli olmasıyla birlikte öne çıkmıştır. LBS için geliştirilen uygulamalar, yerel şartlar hakkında çok genel bilgi veren ve kullanıcının iki boyutlu konumunu yaklaşık (doğruluğu az) olarak gösteren telekomünikasyon ağındaki baz istasyon sınırlarını kullanan basit metinsel bilgi içeren uygulamalardan (örneğin kapsama alanındaki alışveriş merkezlerinin listesi), hassas konum belirleme ve özel karar verme şartlarını sağlayacak gelişmiş analitik araçları kullanan yüksek karmaşık uygulamalara kadar uzanmaktadır (acil durum servisleri vb.) (Raper 2007, Jiang ve Yao 2007). LBS uygulamalarının, kullanıcıların konum ve tematik bilgilere kablosuz ağlarla erişim olanağının artmasıyla daha da yaygınlaşacağı açıktır (Gartner vd. 2007).

Özellikle mobil cihazların yazılım geliştirme imkânı vermesi, konum belirleme sistemlerine (GPS vb.) sahip olması, grafik ekran imkânlarının ve bellek kapasitelerinin artmış olması mobil cihazların kullanım alanlarını oldukça artırmaktadır. Bu özellikleri, 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.

Bütün LBS uygulamalarında kartografik harita ve ara yüzlerin kullanılması zorunluluk olmasa da (Reichenbacher 2004), LBS uygulamalarında kartografik ürünlerin kullanılması bu uygulamaları daha kullanışlı hale getirmektedir. LBS uygulamaları ile en fazla karşılaşılan alanlardan birisi de yönlendirme uygulamalarıdır. Yönlendirme uygulamaları kullanıcıların bir noktadan, belirlenen hedef noktalarına en uygun şekilde ulaşmasını sağlamak için kullanıcıya çeşitli bilgiler veren yazılımlardır. Günümüzde özellikle araç navigasyonu uygulamaları tüm dünyada çok yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu yazılımlar genellikle araç sürücülerinin aracıyla hareket ederken ihtiyaç duyabileceği bilgileri veren (300m ileriden sağa dön gibi) yazılımlardır. Fakat bilmediği bir bölgeye yaya olarak seyahat eden bir kullanıcının navigasyon ihtiyaçları araç sürücüsünden çok farklıdır (Millonig ve Schechtner 2007). Örneğin yayaların takip edecekleri yollar taşıt yollarıyla aynı olmak zorunda değildir (Millonig ve Schechtner 2007, Bogdahn ve Volker 2009). Ayrıca, araç navigasyonunda GPS ile sağlanan konum doğruluğu çoğu zaman yeterli olurken, yaya navigasyonunda GPS ile sağlanan konum doğruluğu özellikle yayanın GPS sinyalini aldığı ardışık iki noktada GPS'in doğruluğundan daha az hareket ettiği durumlarda ve

GPS sinyalinin kesilebildiği durumlarda (örneğin kapalı alanlarda ve dar sokaklarda) yeterli olmamaktadır (Brunner-Friedrich 2004). Bu nedenlerle yayalar etraftaki nirengilere (landmark) daha fazla dikkat etmekte ve yönlerini bulmada bu objelerden yararlanmaktadırlar. Yine yaya navigasyonunda 500m ileriden sağa dön yerine hastaneden sağa dön demek çoğu zaman daha etkilidir (Elias ve Sester 2002). Öte yandan yaya navigasyonunda seçilen yolun kısalığı kadar güvenli ve rahat yolculuğa uygun olması da çok önemlidir (Millonig ve Schechtner 2007). Araç navigasyonunda ise çoğu zaman en kısa yol tercih edilir. Bütün bu nedenlerle son yıllarda yaya navigasyonuna yönelik çalışmalar hızla artmıştır. Bu kapsamda Radoczky (2003), Reichenbacher (2003), Nivala ve Sarjakoski (2007), Gartner vd. (2007) yaya navigasyonu için rota tanımlamasında kartografik ürünlerin etkisi üzerinde durmuş, Retscher (2002), yaya navigasyonu için konum doğruluğunun ne olması gerektiğini araştırmış, Kolbe (2003) yaya navigasyonunda "artırılmış gerçeklik (augmented reality)" uygulamalarının kullanılmasını incelemiş, Gartner vd. (2003), Millonig ve Schechtner (2007), kapalı alanlarda yaya navigasyonun nasıl yapılabileceğinden bahsetmişler ve Delikostidis (2011), mevcut yaya navigasyon sistemlerinin özelliklerini incelemiş ve ideal yaya navigasyon sistemi için öneriler getirmişlerdir. Yine nirengilerin (landmark) yaya navigasyonunda kullanımıyla ilgili birçok yayın yapılmıştır. Bu konu beşinci bölümde ayrıntılı olarak incelenecektir.

Bu tez kapsamında Türkiye'deki LBS çalışmaları için bir test uygulama olmak üzere Selçuk Üniversitesi Kampus alanı yaya yönlendirme sistemi tasarlanmıştır. Bu kapsamda kullanıcı ihtiyaçları ve profilini belirlemek üzere bir anket çalışması yapılmış ve bu anket çalışmasının sonuçlarına göre sistem oluşturulmuştur. Bu çalışmayla Selçuk Üniversitesi kampus alanına yaya olarak giren bir kullanıcı mobil cihazı ve kablosuz ağ bağlantısı yardımıyla veya kampus alanına yerleştirilecek kiosklar yardımıyla sisteme girerek kampus içerisinde o an bulunduğu yeri görebilmekte, kampus içerisinde konuma dayalı tüm ihtiyaçlarına kolaylıkla ulaşabilmektedir. Kurulan sistemde geliştirilen nirengilerden (landmark) yararlanarak yaya navigasyonun sağlandığı yöntemin, özellikle küçük alanlardaki yaya navigasyon uygulamaları için oldukça faydalı olacağı değerlendirilmektedir. Böylece Selçuk Üniversitesinin stratejik planında da yer alan kampus içi yönlendirmenin sağlanması hedefine de katkıda bulunulmuştur.

Bu çalışma kapsamında öncelikle LBS ve kartografyayla ilişkisi ayrıntılı olarak anlatılacak, üçüncü bölümde LBS çalışmalarında kurulacak sistemin aşamaları, dördüncü bölümde şimdiye kadar yapılmış bazı LBS çalışmalarının özellikleri, beşinci bölümde LBS

çalışmalarında nirengilerin kullanılması, altıncı bölümde yaya navigasyonu için harita tasarımında kartografik gösterim ilkeleri, yedinci bölümde ise kullanılan teknolojiler ve yöntemler hakkında bilgiler verilecek, sekizinci bölümde yapılan uygulama geniş bir şekilde sunulacak ve son bölümde uygulamanın sonuçları ve ilerisi için öneriler ayrıntılı olarak paylaşılacaktır.

2. LBS (LOCATION BASED SERVICES)

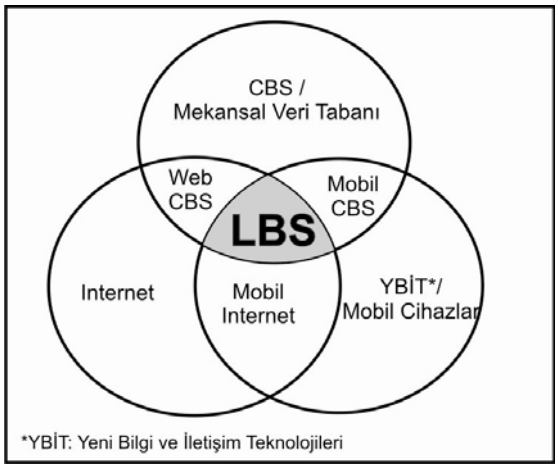
Konum tabanlı hizmetler (LBS) yıllarca mobil iletişim dünyasının bir konusu olmasına rağmen, ortak bir tanım veya ortak bir terminoloji geliştirilememiştir. Örneğin konum tabanlı hizmetler (location based services), konum kullanan hizmetler (location-aware services), konumla ilişkili hizmetler (location related services) ve konum hizmetleri (location services) gibi terminolojiler kullanılmıştır (Küpper 2005). Bu tip farklı kullanımların bir sebebi özellikle telekomünikasyon ve bilgisayar sektöründeki farklı komisyonların bu tip tanımlamaları yapmalarıdır. 600 GSM şirketinin birleşmesiyle oluşturulan GSM birliğinin tanımına göre LBS, mekânsal hedef objenin sisteme eklenmesi için hedefin konumunu kullanan hizmetlerdir (Küpper 2005). Tabi ki bu tanımda hedef objenin sisteme nasıl ekleneceği ve bu eklemede kullanıcının rolü üzerinde durulmamıştır.

LBS için son yıllarda kabul gören iki tanım şu şekildedir: *LBS, mobil cihazların konumunu kullanan ve mobil ağ (Internet vb.) erişimiyle mobil cihazlarla ulaşılabilen bilgi servisleridir* (Virrantaus vd. 2001). OGC (2005) (Open GeoSpatial Consortium) ise, LBS'yi, "*mobil kullanıcılara hizmet etmek için mekânsal bilgiyi kullanan kablosuz veya kablolu ağ servisleridir*" olarak tanımlamıştır.

Bu tanımlamalarda LBS, 3 teknolojinin kesişimi olarak tanımlanmaktadır (Şekil 2.1). Bu 3 teknoloji, yeni bilgi ve iletişim teknolojileri (NICTS: New Information and Communication Technologies) (mobil telekomünikasyon sistemi ve mobil cihazlar gibi), Internet ve mekânsal veri tabanına sahip coğrafi bilgi sistemi teknolojileridir (Brimicombe, 2002). LBS iki taraflı bir iletişim ve etkileşim imkânı sunmaktadır. Kullanıcı sisteme o anki durumuyla ilgili bilgi vermekte (konumu, ihtiyaçları vb.) ve sistemde kullanıcının verdiği bilgilere göre kullanıcının ihtiyaç duyduğu bilgileri kullanıcıya sunmaktadır.

Günümüzde birbirlerine yakın teknolojiler olması nedeniyle CBS (Coğrafi Bilgi Sistemi) ve LBS tanımları karıştırılmaktadır. Şekil 2.1'de görüldüğü gibi iki teknolojinin de ortak olan yönleri vardır. Her iki sistemde mekânsal bilgileri kullanmakta ve mekânsal analizler yapmaktadırlar. Fakat LBS ve CBS'nin başlangıçları ve kullanıcı grupları farklıdır. CBS yaklaşık 20 yıl önce, profesyonel coğrafi veri uygulamaları temelinde geliştirilmiştir. LBS ise son yıllarda ortak mobil servislerin gelişmesiyle ortaya çıkmıştır. CBS, deneyimli kullanıcılara göre tasarımlanan geleneksel profesyonel bir sistemdir. CBS sistemleri büyük bilgisayar

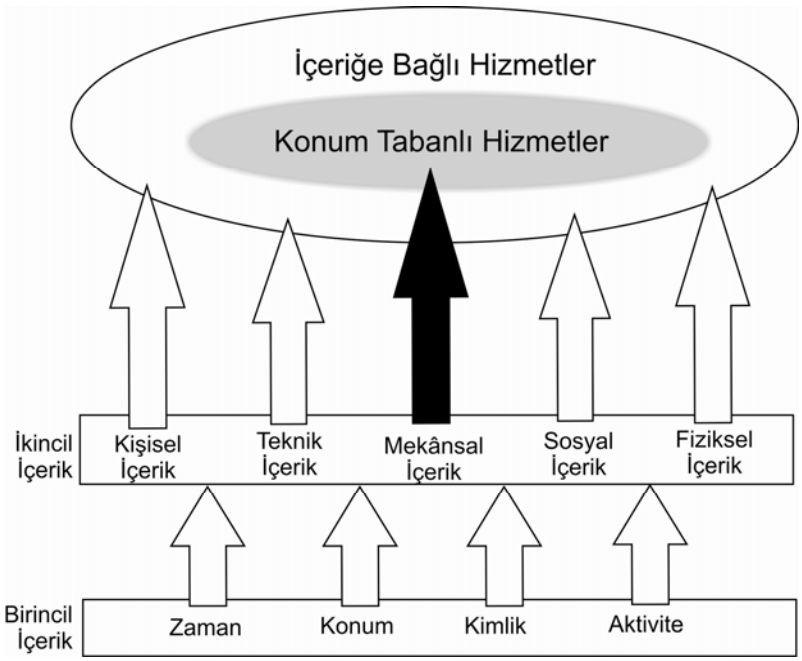
olanakları gerektirmektedir. LBS ise, profesyonel olmayan kullanıcı grupları için geliştirilen ve limitli cihazlar için üretilmiş sistemlerdir (Steiniger vd. 2006). CBS ile LBS arasındaki bir diğer temel fark ise CBS'de bilgi ön plandadır, LBS'de ise iletişim ön plandadır. CBS; veri tabanı kullanarak, veri analizi yaparak ve sonuç bilgileri haritalar ve tablolar aracılığıyla değerlendirip görselleştirerek ürün vermektedir. Haritalar burada sadece bilgilerin sonuç çıktısı olarak kullanılmaktadır. LBS'de ise iletişim en önemli fonksiyondur. LBS'de sadece harita üretmek yoktur, harita kullanımı ve harita iletişimi de söz konusudur. LBS'de harita ile mekânsal sanal gerçeklik ile gerçek dünya arasında görsel ve sözel iletişim kurulmaktadır. Bu nedenle CBS, mekânsal bilgi sistemidir, LBS ise mekânsal iletişimdir (Morita, 2005).



Şekil 2.1. LBS ve diğer teknolojilerle ilişkisi (Brimicombe, 2002)

Araştırmalarda LBS, içerik kullanan hizmetlerin (context – aware services) bir alt kolu olarak değerlendirilmektedir. Genel olarak içerik kullanan hizmetler, davranışlarını otomatik olarak içeriğe bağlı olarak uyarlayan servisler olarak tanımlanmaktadır. Hedef objenin sahip olduğu özelliklerden bir tanesinin ön plana çıkarılması örnek olarak verilebilir. Hedef objenin sahip olduğu özellikler kurulacak sistemin tanımlanmasını da sağlamaktadır. Şekil 2.2'de hedef objenin sahip olabileceği özellikler ve içerik kullanan hizmetlerle, konum tabanlı hizmetler arasındaki ilişki gösterilmiştir. Burada hedef objenin özellikleri kişisel, teknik, mekânsal, sosyal ve fiziksel özellikler olarak sınıflandırılmıştır. Daha sonra bu özellikler birincil ve ikincil içerik olarak kategorize edilmiştir. Burada birincil içerik olarak tanımlananlar doğrudan algılayıcı sensörler tarafından algılanan verilerdir. Bu algılayıcı sensörler mikrofon, GPS alıcısı vb. olabilir

(Schmidt ve van Laerhoven 2001). İkincil içerik ise birincil içeriğin değerlendirilmesi ve filtrelenmesiyle oluşturulan, içerik kullanan hizmetlerin kullanabileceği özelliklerdir.



Şekil 2.2. LBS ve içerik kullanan hizmetlerle ilişkisi (Küpper 2005)

Şekilden de görüldüğü gibi LBS aynı zamanda içerik kullanan hizmetlerin içerisindedir, çünkü konum da objenin özelliklerinden bir tanesidir. Burada konum bilgisi birincil içerik olarak GPS, vb. alıcılarla algılanmakta ve ikincil içerik olarak mekânsal bilgiye dönüştürülerek LBS içerisinde kullanılmaktadır. Fakat burada içerik kullanan hizmetlerle LBS arasında keskin ayrımlar yapmak doğru değildir (Küpper 2005). Çünkü gelişmiş LBS uygulamaları konum ve mekânsal bilginin dışında diğer içerik bilgilerini de kullanabilmektedirler. Dey ve Abowd (1999) ve Schmidt vd. (1999), içerik kullanan hizmetlerle ilgili ayrıntılı araştırmalar yapmışlardır. Bu tez kapsamında LBS üzerinde durulacağı için diğer içerik kullanan hizmetlerle ilgili daha fazla bilgi verilmeyecektir.

LBS, çeken (pull) servisler ve iten (push) servisler olarak sınıflandırılabilmektedir (Virrantaus vd. 2001). Çeken LBS'de sistem, kullanıcının bilgi istemesiyle çalışmaya başlamaktadır. Örneğin kullanıcının en yakın restorantı sorgulaması gibi. İten LBS'de ise sistem kullanıcı önceden belirlenen alanlara girdiğinde otomatik olarak devreye girmektedir. Kullanıcı

bir müzenin yakınına geldiğinde müzeyle ilgili detaylı bilginin ekrana otomatik olarak gelmesi örnek olarak verilebilir.

2.1. LBS Bileşenleri

Eğer bir kullanıcı konum tabanlı hizmetlerden yararlanmak istiyorsa aşağıdaki bileşenlere sahip olması gerekir (Steiniger vd. 2006) (Şekil 2.3).



Şekil 2.3. LBS bileşenleri (Steiniger vd. 2006)

Mobil cihaz (Mobil devices): Kullanıcının ihtiyaç duyduğu bilgilere ulaşmak için kullanacağı araçtır. Sonuçlar harita, yazı, resim vb. şekillerde kullanıcıya ulaşabilir. Bu mobil cihaz PDA (Personal Digital Assistant), akıllı telefon (smart phone), dizüstü bilgisayar, tablet bilgisayar vb. cihazlar olabilir. Fakat bu cihazların sistemin çalışması için gerekli minimum donanıma sahip olması gerekmektedir. Bu cihazlarla ilgili ayrıntılı bilgi, yedinci bölümde verilecektir.

İletişim ağı (Communication Network): Kullanıcıya ait verileri ve servis ihtiyaçlarını mobil cihazdan servis sağlayıcıya taşıyan ve sonuç verileri kullanıcıya ulaştıran mobil iletişim ağı LBS için ikinci bileşendir. 3G, EDGE, GPRS, WIFI vb. iletişim teknolojileri bu grupta yer almaktadır. Bu teknolojilerle ilgili ayrıntılı bilgiler de yedinci bölümde verilecektir.

Konum belirleme bileşeni: LBS çalışmaları genellikle kullanıcı konumuna bağlı olarak yapılır. Dolayısıyla kullanıcı konumunun sistem tarafından bilinmesi gerekmektedir. Genellikle kullanıcı konumu ya mobil iletişim ağından yararlanılarak ya da global konum belirleme sistemlerinden (GNSS) yararlanılarak belirlenmektedir. Ayrıca, özellikle kapalı alanlarda konum belirlemek amacıyla kablosuz Internet istasyonları ve radyo frekans algılayıcıları da konum belirlemek amacıyla kullanılabilmektedir. Bu sistemlerden yararlanılamadığı durumlarda kullanıcının doğrudan konumunu girmesiyle de konum bilgisi sisteme alınabilmektedir. Konum belirleme sistemleriyle ilgili ayrıntılı bilgi yedinci bölümde verileceğinden burada daha fazla detaya inilmeyecektir.

Servis sağlayıcı: Kullanıcıya farklı servisler sunan ve sistemin çalışmasından sorumlu olan bileşendir. Konumun hesaplanması, rotanın belirlenmesi, kullanıcının istediği herhangi bir bilginin aranıp bulunması vb. servis hizmetlerini servis sağlayıcı yapmaktadır.

Veri ve içerik sağlayıcı: Servis sağlayıcılar genellikle kullanıcının istediği tüm verileri depolamazlar. Özellikle mekânsal veriler ve konuma ait veriler genellikle farklı veri sağlayıcılardan (örneğin harita servisleri, trafik kontrol merkezleri vb.) otomatik olarak sisteme dâhil edilirler.

2.2. LBS ve Kartografya

Son yıllarda Internet ve bilgisayar dünyasındaki gelişmeler sadece klasik masa üstü bilgisayar teknolojilerini değil tablet PC, diz üstü bilgisayar ve cep telefonları (PDA, smartphone vb.) gibi mobil cihaz teknolojilerini de oldukça fazla etkilemiştir. Mobil cihazlar bir oyuncak halindeyken artık her yönüyle bir iletişim cihazı haline gelmiştir (Meng ve Reichenbacher 2005). Özellikle mobil cihazların Internet erişim imkânlarının artmasıyla (büyük verileri transfer etme özelliği vb.) haritalar, mobil cihazlar için mekânsal veri / bilgi iletişiminde en önemli araçlar haline gelmiştir (Kölmel ve Wirsing 2002, Pammer ve Radoczky 2002, Anand vd. 2004, Elzakker 2003, Kraak 2002). Bu gelişmeler konum tabanlı hizmetler teknolojisiyle uğraşanların, özellikle bilgisayar teknolojilerinin daha yaygın kullanıldığı şehir bölgelerinde mekânsal veriyle daha fazla ilgilenmelerine neden olmuştur (Gellersen 2003). Özellikle mobil cihazların kablosuz Internet erişimi imkânı vermesi ve veri kapasitelerinin artması günümüz mobil cihaz kullanıcılarının da daha fazla mekânsal bilgiye, daha hızlı ve istedikleri anda ulaşma isteklerini

artırmaktadır. “ Ben neredeyim?” ve “etrafımda neler var?” soruları günümüz mobil cihaz kullanıcıları için çok önemli hale gelmiştir.

Yukarıda konum tabanlı hizmetler teknolojisinin tanımları verilirken, konum tabanlı hizmetler için mekânsal iletişim tanımı yapılmıştı. Bu tanım gereği konum tabanlı hizmetler teknolojisi kapsamında kurulan sistemlerin gerçek dünya ile kullanıcı arasındaki iletişimi olabildiğince iyi sağlaması gerekmektedir. Ancak mobil cihaz kapasiteleri (özellikle küçük ekran, düşük çözünürlük, veri kapasitesi vb.), bu küçük ekranlarda gösterilecek objelerin seçimini, mekânsal iletişimi sağlamak ve mobil cihaz kapasitelerine uymak açısından çok önemli hale getirmiştir (Baus vd. 2002, Burigat ve Chittaro 2007, Mishra ve Punia 2005, Nivala ve Sarjakoski 2007). Bu iletişimin sağlanmasında kullanıcı profillerinin bilinmesi ve bu kullanıcı profillerine göre tasarlanmış haritaların kullanılmasının önemli rol alacağı açıktır (Meng ve Reichenbacher 2005). Bu ihtiyaç, konum tabanlı hizmetler için harita tasarımında mobil cihaz kapasiteleri vb. nedenlerle ortaya çıkan kısıtlamaların yanı sıra kullanıcı merkezli (ego-centric) isteklerin de dikkate alınması gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır.

Geleneksel kartografya yaklaşımında yaşadığımız çevrenin tarafsız bir şekilde haritaya yansıtılması önemli bir sorumluluk olarak görülmektedir. Öyle ki genelleştirme operatörleri harita ölçeği ve ekran çözünürlüğü dikkate alınarak genelleştirme sonucunda objektif kriterlere göre grafik olarak her hangi bir kesişme ve çakışma kalmayıncaya kadar tekrar tekrar uygulanmaktadır. Bu yaklaşım son yıllara kadar daima uygulanmıştır. Günümüzde de bu yaklaşımla üretilen haritalar, estetikleri, geometrik ölçülebilirlikleri, iyi ayarlanmış veri yoğunlukları ile hala yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu nedenle bu yaklaşımla üretilen haritaların kartografik olarak değeri yadsınamaz (Meng 2005). Fakat günümüzdeki teknolojik gelişmeler bu kartografik yaklaşımlarda da önemli değişikliklere neden olmaktadır. Basılı topografik haritalar halen genel amaçlar için yaygın kullanılmasına rağmen, gelişen teknolojiyle oluşan yeni ihtiyaçlara cevap verecek güncel yaklaşımlar da artık kartografyanın içine girmiştir. Klasik harita tasarımı ile başlayan süreç, bilgisayar teknolojilerinin gelişimiyle ekran haritalarının tasarımına yönelmiştir (Doğru 2009, Doğru ve Uluğtekin 2006). Dahası donanım teknolojilerindeki gelişmeler ile küçük ekranlı taşınabilir bilgisayarların kullanımının yaygınlaşması ile küçük ekran için harita tasarımı farklı bir araştırma alanı olmuştur. Harita tasarımını etkileyen birçok faktör tasarlanacak haritanın türüne bağlı olarak özelleşmiştir. Bunun sonucu olarak sayısal topografik verileri içeren veritabanları, tematik bilgileri ve bu bilgilerin

mekânsal veriyle ilişkilerini tutan veri tabanları haline dönüştürülmüştür (Meng 2005). Sayısal kartografyada harita, arka plandaki bir veritabanından mekânsal verilerin adım adım geliştirilerek görsel olarak bilgisayar ekranında sunumudur (Uluğtekin vd. 2003, Meng 2005). Bu sunumda mekânsal objeler, kullanıcının dikkatini en hızlı şekilde çekecek tarzda işaretleştirilir. Kısaca bu haritayla kullanıcı ve mekânsal veritabanı arasındaki iletişim sağlanmış olur. İnternetin yaygınlaşmasıyla ekran haritaları kavramı da farklılaşmaya başlamıştır. Tüm içeriği basit bir şekilde göze hitap edecek ekran haritalarının yerini, kullanıcıyı harita üzerindeki linklere basmaya çağıran, daha zarif ve çekici olarak tasarlanan web haritaları üretilmeye başlanmıştır (Meng 2005). Kablosuz Internet iletişiminin yaygınlaşmasıyla sayısal haritalara her zaman her yerde (ubiquitous) ulaşmak mümkün olmaktadır. Gartner vd. (2007), LBS'i "her hangi bir zaman ve yerde haritalar nasıl oluşturulur ve kullanılır" sorusunun cevabını arar diyerek tanımlamıştır. Bu tanımda altı çizilmesi gereken husus gerçek zamandır. Başka bir ifade ile kullanıcının istediği anda haritayı oluşturması ve kullanmasıdır. Bu geleneksel kartografik uygulamalardan LBS'yi ayıran özelliktir. Mobil cihazların ekran boyutları ve haritaya konu mekânsal çevrenin hareket halindeyken devamlı değişmesi kapsamlı bir genelleştirme algoritmasının çalışmasını zorlaştırmaktadır. Bu nedenle mobil haritalar, araştırma amaçlı kullanıcıya mümkün olduğunca fazla bilgi veren araçlar olmaktan ziyade, çok iyi tanımlanmış kullanıcı ihtiyaçlarına göre tasarlanarak kullanıcının mekânla iletişimini mümkün olan en basit şekilde sağlayan araçlar olarak düşünülmelidir (Meng, 2005). LBS çalışmalarında kullanıcı profilinin harita okuma becerisinin çok fazla olamayacağı ve çok kısa sürede ihtiyacına ulaşmak isteyeceği unutulmamalıdır. Kullanıcının zihninde oluşan harita kullanıcıdan kullanıcıya yaşına, cinsiyetine vb. özelliklerine bağlı olarak faklılık gösterse de (Beatty, 2002), bu kullanıcı özelliklerinin gruplandırılması ile oluşturulan haritalar, farklı kullanıcı grupları için hız ve anlam kazanacaktır (Look ve Shrobe, 2007). Kullanıcıların profili ve farklı durumlardaki farklı istekleri önceden belirlenerek bu profile göre mobil haritaların tasarlanması LBS uygulamaları için de vazgeçilmez bir ihtiyaçtır. Ancak bu şekilde üretilen haritalarla kullanıcının kısa sürede istediği mekânsal bilgiye doğru bir şekilde ulaşması sağlanabilir. Özellikle LBS çalışmalarında kullanıcının harita ile gerçek dünya arasındaki ilişkiyi çok iyi kurabilmesi amacıyla anlaşılabilir işaret tasarımlarının (çoğu zaman lejant kullanmadan anlaşılması gerekir), 3 boyutlu gösterimlerin, ses ve video gibi değişik multimedya imkânlarının da harita tasarımına eklenmesi büyük önem taşımaktadır. Doğru (2009)'da küçük boyutlu donanımlara yönelik araç

navigasyonu amaçlı harita tasarımında genelleştirme yaklaşımları ayrıntılı olarak incelenmiştir. Bu kapsamda araç navigasyonu için değişik ölçek aralıklarında gösterilmesi gereken detaylar ve kartografik olarak nasıl gösterilecekleri anlatılmış ve araç navigasyonunda otomatik yol ağı genelleştirmesiyle ilgili bir yaklaşım önerilmiştir. Bu tez kapsamında da altıncı bölümde kullanıcı ihtiyaçlarına göre yaya navigasyonu amaçlı harita tasarımında dikkat edilmesi gerekenler, 7.6. bölümde ise yaya navigasyonu için tasarlanan mobil haritalarda hangi detayların hangi aşamada gösterilmesi gerektiği anlatılmış ve yapılan mobil uygulamada da bu gösterim seviyelerine göre harita tasarımları yapılmıştır.

3. LBS KURULUM AŞAMALARI

LBS çalışmalarında sisteminin kurulmasında aşağıdaki işlem adımlarının nasıl yapılacağının kararlaştırılması gerekir (Gartner vd. 2007).

- Kullanıcılar sisteme nasıl katılacak?
- Kullanıcıların 2,3 ve 4 boyutlu uzayda konumları nasıl belirlenecek?
- İçeriğe özel mekânsal ve tematik bilgiler nasıl birleştirilecek ve kullanıcıya nasıl sunulacak?
- Yeryüzünde hareket halinde olan kullanıcıya yön bulmada nasıl yardımcı olunacak?
- Kurulan sistemin veri güvenliği nasıl sağlanacak?

Bu bölümde bu sorulara kartografların buldukları çözümler ve yaptıkları uygulamalarla ilgili genel bilgiler verilecektir.

3.1. Kullanıcıların Sisteme Katılması

Geleneksel analog haritalar, coğrafi objelerin özet gösterimidir. Örneğin Konya için çok önemli olan Mevlana Müzesi haritada bir nokta ile gösterilir ve en fazla haritanın kenarında Mevlana Müzesiyle ilgili bir paragraf bilgi vardır. Geleneksel haritaların yabancı bölgelere giden insanlara yön bulmada yardımcı olduğu ve temel bilgileri verdiği inkâr edilemez. Fakat harita kullanıcıları için kavramsal anlamı olan yerler için sabit bir kartografik işaretten, karmaşık, dinamik ve detaylı bir coğrafi objeye giden bir link çok anlamlıdır. Harita kullanıcılarının aradıkları yeri, kullanıcıların tüm istekleriyle sisteme almak oldukça zordur. Bu yapıda, harita okumak ve yorumlamak, harita ile yeryüzü arasındaki ilişkiyi kurmak için kullanıcının kişisel çaba harcaması gerekir (Gartner vd. 2007). Bu çabanın sonucunda kullanıcının etrafındaki dünyaya kişisel bakışı, kullandığı haritadan filtrelenerek önüne gelir. Kullanıcının zihninde oluşan bu modele kartografik model teorisinde üçüncül model (mental map) de denilmektedir.

Kullanıcıların isteklerine cevap verebilmek için konum tabanlı hizmetler teknolojisi (LBS) teknik olarak yeni imkânlar sunmaktadır. LBS ile harita kullanıcısı, coğrafi objenin yer merkezli (geo-referenced) görüntüsünü, genelleştirilmiş bölgesel ölçekli haritalardan yüksek çözünürlüklü imajlara kadar değişik ölçek ve formatta gerçek zamanlı olarak indirebilmektedir (Gartner vd. 2007). Ayrıca, haritada görülen bölge; konumuna, harita kullanım amacına,

yolculuk yönüne veya kullanıcı isteğine göre uyarlanabilmektedir. Kısaca kullanıcı, haritanın bir parçası olmakta (örneğin GPS ile gerçek zamanlı konumunu vererek) harita, kullanıcının istediği coğrafi objeyi istediği anda görmesinin bir aracı haline gelmektedir. LBS ile kullanıcılar web imkânları izin verdiği sürece çok fazla bilgi içeriğine sahip olmaktadırlar (örneğin bir yerdeki çalışma saatleri, bilet fiyatları ve nerden alınacağı, tarifeler, bilimsel makaleler, tarihi olaylar vb.). Bu yoğun içeriği konum bilgisiyle bütünleştirmek, multimedya, dosya erişme izinlerine göre kullanıcı aktiviteleri, el bilgisayarları, mobil cihazlar vb. araçların imkânları ve sunucu bilgisayarların analitik araçları gibi çok çeşitli konularda bilgi sahibi olmayı gerektirmektedir (Gartner vd. 2007). Mobil bilgisayar teknolojileriyle mümkün olan bu zengin özel içerikli etkileşim, kullanıcıların, kendileri için kavramsal anlamı olan yerler vb. bölgelerle ilgili daha fazla bilgi alabilmek amacıyla kartografik materyalleri kullanmaya çalışmalarıyla azaltılmalıdır. Artık kartografik çalışmalarda "kartosentrik" bakış açısından "kullanıcı merkezli" veya "egosentrik" bakış açısına yönelmek söz konusudur (Meng 2005).

LBS ile temel kartografik harita yapımı arasındaki en önemli fark LBS çalışmalarında kısıtlı mobil cihaz kapasitelerinde ve gerçek zamanlı olarak kullanıcının gerçek dünya ile harita arasındaki ilişkiyi en kısa sürede sağlamasının gerekliliğidir. Bu gereklilik temel kartografik içerikleri tekrar düşünmeyi gerektirmektedir. Geleneksel harita tasarımı ile aynı olan en temel kartografik hedef ise "ne, nasıl en iyi şekilde sunulabilir" ilkesidir. Kullanıcıların harita tasarım sürecine katılması için, araştırmacıların, kartografik yazılım firmalarını otomatik harita yapmanın yanı sıra kullanıcının sisteme alınması, kullanıcı ihtiyaçları ve genelleştirme, işaret seçimi vb. kartografik ihtiyaçlara göre kullanıcının daha aktif olabileceği yazılımlar yapmaları için teşvik etmeleri gerekmektedir. Günümüzde LBS çalışmalarında özellikle dinamik ortamda mobil kullanıcıların sisteme nasıl alınacağı ve mobil kullanıcıların harita yapım ve kullanım aşamalarını nasıl etkileyeceği üzerinde durulmaktadır. Bu kapsamda en önemli sorun kartografik gösterimin kullanıcı ihtiyaçlarına adaptasyonudur. Örneğin kullanıcı ihtiyaçlarına uygun işaret seçimi, rotanın en uygun ölçekte gösterimi, küçük ekranlar için yazı ve grafik verilerin tasarımı en önemli uğraş alanlarıdır. Günümüzdeki uygulamalarda, kullanıcıların sisteme girişi genellikle ya bir listeden kullanıcı grubunun seçimi veya elle kullanıcı tarafından sisteme giriş yapılmasıyla mümkün olmaktadır. Yapay zekâ, kullanıcı algısı, bağımsız ve sürekli olayların konum zaman veri modelleri gibi çeşitli araçların ilerdeki uygulamalarda bu amaçla kullanılabileceği öngörülmektedir (Gartner vd. 2007). Bu kapsamda belirlenen kullanıcı profillerine göre verilerin

depolanmasında veri madenciliği yöntemlerinin kullanılması günümüzdeki çalışmalarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu kullanıcı profillerine göre tasarlanan haritaların LBS çalışmalarında kullanılmasının kısıtlı mobil cihaz kapasitelerinde gerçek zamanlı olarak kullanıcının gerçek dünya ile harita arasındaki ilişkiyi kolaylıkla kurmasında etkili olacağı açıktır. Nivala vd. (2005) ve Nivala ve Sarjakoski (2007) tarafından sunulan GiMoDiG yazılımı kullanıcı merkezli LBS çalışmaları için çok iyi bir örnektir. Bu çalışmayla ilgili ayrıntılı bilgi dördüncü bölümde verilecektir. Yine bu kapsamda Reichenbacher (2003) uygun kartografik gösterimin türetilmesi için çeşitli algoritmalardan ve bu tasarıma etki eden parametrelerden (örneğin farklı sunum araçları, kullanıcı özellikleri vb.) bahsetmiştir. Gerçekleşme olanağı az da olsa bu kapsamda ilk deneysel çalışma Radoczky (2003) tarafından yapılmıştır. Arikawa vd. (2007), coğrafi içerikli ses programlarının kullanıcıların haritayı anlamalarındaki etkisi üzerinde durmuştur. Bu tez kapsamında anlatılacak uygulamada çalışma alanının küçüklüğü ve çalışmanın ana konusu nirengilerin yaya navigasyonunda kullanımı olduğu için farklı kullanıcı profillerine göre harita tasarımları yapılmamış kullanıcılar alınan GPS koordinatlarıyla doğrudan sisteme dâhil edilmiş ve bütün kullanıcıların aynı haritayı kullanması sağlanmıştır. Fakat kullanıcının sistemin bir parçası haline gelmesine yardımcı olmak için haritalar, alınan kullanıcı koordinatını odak kabul edecek şekilde mobil cihaz ekranına gelmekte ve kullanıcının hareketlerine göre harita yönlendirilebilmektedir (mobil cihazlarda bulunan dijital pusula yardımıyla). Yine nirengilerin de oluşturulan sistemde kullanılmasıyla kullanıcının hareket ederken mobil cihazı üzerindeki haritayla gerçek dünya arasındaki ilişkiyi daha kolay sağlaması hedeflenmektedir. Bu konudaki ayrıntılı bilgiler uygulama bölümünde (bkz. sekizinci bölüm) verilecektir. Çalışmanın ileri aşamalarında kullanıcılara haritaya eklemeler yapma imkânının da verilmesi hedeflenmektedir.

3.2. İki, Üç ve Dört Boyutlu Uzayda Konum

Konumun belirlenmesi ve konuma bağlı detaylar LBS çalışmaları için oldukça önemlidir. Bu başlık altında kullanıcılara veya daha çok mobil cihazlara 2,3 ve 4 boyutlu koordinat bilgisi sunan teknolojiler anlatılacaktır.

İhtiyaç duyulan doğruluk seviyesi konum belirlemede kullanılan servislere bağlıdır. Yapılmış bazı çalışmalarda konum, kullanıcıların arama yaptığı telekomünikasyon baz istasyonlarına bağlı basit bilgiye dayanmaktadır. Bu tip uygulamalarda konum doğruluğu

yerleşim alanlarında 50 – 100m arasındadır. Kırsal bölgelerde bu doğruluk daha da azalmaktadır. Yaya navigasyonu için konum doğruluğu en az 25m olmalıdır (Retscher 2002). LBS çalışmalarında aynı zamanda yapılar içindeki bireylerin navigasyonuna da ihtiyaç duyulmaktadır (örneğin bina içerisindeki insanların konumu veya yeraltı ulaşım sistemlerindeki bireylerin izlenmesi). Birçok uygulama için ihtiyaç duyulan konum doğruluğu 3 boyutta da 3m civarındadır (Gartner vd. 2003).

Global Navigasyon Uydu Sistemleri (GNSS), açık havada (outdoor) uygulamalar için en fazla kullanılan konum belirleme tekniğidir. Bu sistemle elde edilen konum doğruluğu mutlak konum belirleme tekniği ile 1-10m arasındadır. Diferansiyel GPS ile bu doğruluk metre altı değerlere düşürülebilmekte ve taşıyıcı faz teknolojisinin kullanılmasıyla cm seviyesinde doğruluk mümkün olmaktadır (Leick 2004, Gartner vd. 2007). Standart GPS teknolojisinin ürettiği sinyaller birçok yapının içerisine girme özelliğine sahip değildir. Kullanıcıların önemli bir zaman dilimini yapı veya sinyalin kesileceği bir yerde geçirdikleri uygulamalar bu nedenle zayıf kalmaktadır. Bu kapsamda GNSS'lerin konum doğruluğunu artıracağı, yine Galileo'nun 2009 – 2012 arası devreye girmesiyle özellikle yerleşik alanlardaki sinyal kesilmelerinin azalacağı beklenmektedir.

Kapalı alanlar ve sinyal kesikliğinin olabileceği diğer yerlerde uydu sistemlerinin zayıf kalmasından dolayı konum belirlemede diğer teknolojiler de uydu konum belirleme sistemlerine entegre edilmelidir. Eğer sinyal kısa süreli kesiliyor ve yolculuğun yönü biliniyor ise genel olarak kullanılan yöntem "ölü sinyal tahmin" (dead reckoning) denilen kullanıcının hızının zamanla çarpılmasıyla konumun belirlenmesidir (örneğin tünel vb. yerlerde). Fakat kapalı alanda olup LBS uygulamalarını kullanmak isteyenler için daha fazlası gerekir ve bu nedenle yeni yöntemler geliştirilmelidir. Bu amaçla yapılan çalışmaların çoğu, konumu belirlemek için sinyal şiddeti, sinyal zamanı ve geometrisini (üçgenleme vb.) kullanmaktadırlar. Örneğin Kobben (2007), çeşitli kablosuz ağ noktalarından gelen sinyal şiddetlerinin Hollanda'da kampus içerinde konum belirlemede kullanılabilirliğini araştırmıştır. Kobben (2007), kablosuz ağ noktalarının yerlerini iyi seçerek ve trilaterasyon (üçgen kenar ağı) yardımıyla "kablosuz ağ şekil çizimi (WiFi figure printing)" yöntemini kullanarak 5m altında konum duyarlılığı sağlamıştır. Kablosuz ağ sinyal şiddetinin kullanılması, kablosuz yayın noktalarının bilinmesi ve binaların 3 boyutlu sayısal gösterimiyle, bu teknik sayesinde kullanıcının kaçıncı katta olduğu da belirlenebilmektedir. Kapalı alan içerisindeki çevreyi de geleneksel kartografik uygulamalara

dâhil etme amacıyla Retscher (2007) de radyo frekansı tanımlama yöntemi (RFID) ve barometrik basınç sensörleri kullanarak binalarda konum belirleme çalışması yapmıştır. RFID sistemi barkotlar, barkot okuyucular, barkot programlama istasyonları, akım okuyucular, sıralama araçları ve barkot envanter çubukları gibi çeşitli bileşenlerden oluşmaktadır. RFID sisteminin amacı, belirli uygulamalarda ihtiyaç duyulan, verileri işleyen taşınabilir cihazlardaki (üzerlerinde barkot var) verilere ulaşmaktır. Eğer kullanıcının taşıdığı barkot kullanıcı bilgilerini ve o bölgedeki diğer barkot okuyucuların hassas konumlarını içeriyorsa, aktif hale gelen okuyucuların sıralanması yardımıyla kullanıcının konum – zaman izi belirlenebilmektedir.

Buraya kadar anlatılan konum belirleme yöntemleri, kullanıcının konumunu hassas olarak belirlemeyi amaçlamaktadır. Bu yaklaşımlara alternatif bir başka yaklaşım ise, kullanıcıya gerçek dünya ile ilişkisini kurmak için özet haritalar (krokiler) sunmaktır. Örneğin Kopczynski (2003), konumu tanımlamak için basitleştirilmiş topolojik ilişkileri içeren krokiler kullanmıştır. Bu krokilerin öncelikli amacı kullanıcı açısından topolojik doğruluğu sağlamaktır, geometrik doğruluk önemli değildir. Krokiye giren konumsal objeler yer merkezli bir veri kümesiyle gösterilmiştir. Bir konumsal sorgu yapıldığı zaman, krokiden yer merkezli veri kümesine bir ilişki kurulmaktadır. Kolbe (2003), gerçek dünyanın çekilmiş fotoğraflarıyla krokileri kullanarak, özel konum bilgisiyle bu fotoğrafları ilişkilendiren birbirini tümleyen iki yaklaşım önermiştir. İlk yaklaşım, konum bilgisi eklenerek şehirlerdeki yollar boyunca alınan video klipleri kullanmaktadır. Kolbe (2003), W3C (World Wide Web Consortium) tarafından üretilen SMIL (Synchronized Multimedia Integration Language) standardını kullanarak yazı bilgileri ve video klipleri depolayıp, bunlar arasındaki veri transferinin yapılabileceğini savunmuştur. İkinci yaklaşım, bir şehirde karar verme noktalarından (örneğin kavşak noktaları) alınan panoramik görüntülerdeki bindirilmiş sanal işaretleri kullanarak rota belirlemektir. Bu yaklaşımdaki düşünce, konum ve önceden sisteme uyarlanarak kaydedilmiş görüntülerin birleştirilerek harita tabanlı görselleştirmeye sezgisel bir bütünlük sağlamak ve augmented reality (AR) (genellikle kullanıcıların taktıkları çeşitli aygıtlarla (gözlük vb.) gerçek dünyaya ait video vb. imajlara bakarak gerçek dünya izlenimi aldıkları bilgisayar teknolojisi) uygulamalarından daha az bellek kullanmaktır (Gartner vd. 2007). Arikowa vd. (2007) ise haritaların ardışık olarak sıralanmasıyla oluşturulan bir video dosyası kullanarak yeni bir yaklaşım ortaya koymuş ve bir dizi harita serisini kullanarak kullanıcıların önceden tasarladıkları rota üzerinden sapmadıklarını göstermiştir.

Bu tez kapsamında anlatılan çalışma da açık alanda yapıldığından kullanıcı konumları GPS sinyalleriyle belirlenmektedir. GPS teknolojisinin kullanılamayacağı durumlarda telekomünikasyon ağlarından yararlanılarak konum belirlemek amacıyla bir test uygulama yapılmış fakat ülkemizdeki GSM şirketlerinin verdikleri konum doğruluğunun LBS çalışmalarında kullanılamaz olduğu değerlendirilmiştir. Ancak GPS alıcısı olan mobil cihazların bazılarında bulunan Assisted GPS (AGPS) özelliğiyle, telekomünikasyon ağı yardımıyla mobil cihazın kaba konumunu belirleyerek, daha sonra GPS uydularıyla bağlantı sağlanıp, özellikle GPS sinyallerinin kesintiye uğrayabileceği bölgelerde (binalara çok yakın bölgeler vb.) GPS uydularının çabuk bulunmasını sağlayan sistemin kullanılmasının yaya navigasyonu açısından faydalı olacağı düşünülmektedir. Kullanılan konum belirleme teknolojileriyle ilgili daha ayrıntılı bilgi materyal metod (bkz.yedinci bölüm) bölümünde verilecektir.

3.3. İşaretleştirme, Multimedya Gösterim ve Harita İletişimi

Mobil kartografik teknolojiler, coğrafi bilgi iletişimi hakkında araştırmalar yapan kartograflar arasında hızla yayılmaktadır. Fakat kartograflar, mobil iletişim araçlarının sınırları nedeniyle zorlanmaktadırlar. Aslında analog haritalardaki coğrafi objelerin gösterimlerinde de kağıt boyutları nedeniyle belirli sınırlar vardır. Geniş, kesintisiz coğrafi referanslı veri kümelerine gerçek – zamanlı erişim, multimedya formatları, değiştirilmiş konumsal analitik araçlar, yüksek bilgisayar sunucuları ve gerçek zamanda algılama yapan ağlar vb. birçok konu da artık kartografların ilgi alanına girmiş durumdadır (Gartner vd. 2007).

Tele kartografya ve mobil haritalar yapmak için çeşitli kartograflarca değişik öneriler getirilmektedir. Gartner ve Uhlirz (2001) ve Reichenbacher (2003), mobil haritalar yapmak için analog harita yapımından farklı olarak aşağıdaki hususların dikkate alınması gerektiğini önermektedirler:

- Kartografik gösterimde özel uyarlamalara ihtiyaç yoktur,
- Kartografik gösterimdeki uyarlamaların özel ekran görüntüsü ihtiyaçlarına cevap vermesine ihtiyaç vardır,
- Kartografik gösterimdeki uyarlamaların alternatif sunum şekillerinden (örneğin multimedya) yararlanmasına ihtiyaç vardır,

- Kısaca yeni kartografik sunum şeklinin LBS vb. teknolojilerle kullanılabilir olmasına ihtiyaç vardır.

Bu tartışmada ana konu kartografik model ve görselleştirmede odaklanmakta, genel olarak oluşturulan haritaların navigasyon amaçlı kullanılabilirliği ile ilgili konular tartışılmaktadır (Meng 2002). Her durumda kartografik iletişimin temel şartları mutlaka sağlanmalıdır. Kartografik model çok açık algılanmalı, ölçeğe bağlı olmalı ve konumsal ve tematik bilgilerin iletişimini sağlamalıdır. Bu amaca ulaşmak için genel yaklaşım Reichenbacher (2003)'in kartografik iletişim yöntemlerinin kullanıcı bağımlı hale gelmesi şeklinde tanımladığı "uyarlama (adaptation)" kavramıdır. Uyarlama, çeşitli görselleştirme parametreleri, veriye bağlanma sonuçları ve kartografik çıktı arasında meydana gelen bağımlılığı tanımlamaktadır.

Küçük ekranlı cihazlarda kartografik sunum için herkesçe kabul edilmiş kural veya standartlar henüz tanımlanmamıştır. Bu, kısmen kullanılan teknolojilerin doğası gereği çok hızlı değişmelerinden kaynaklanmaktadır. Kullanılan araçlardaki ekran boyutu ve çözünürlüğü sürekli yenilenmekte ve renk derinliği de artık kısıtlayıcı bir unsur olmaktan çıkmaktadır (Gartner vd. 2007). Bununla birlikte, sürekli değişen kullanıcı ihtiyaçlarına ve dış şartlara adapte olmaya ihtiyaç duyması nedeniyle, harita gösterim ve iletişiminde kesin ve hızlı kurallar geliştirmek zor olmaktadır. Uluğtekin ve Doğru (2004) ve Doğru ve Uluğtekin (2006) küçük ekran haritalarındaki nokta, çizgi, alan ve yazı objeler için gösterim yöntemlerinin nasıl olabileceğini tartışmışlar ve bu gösterimlerin analog haritalardan neden farklı olması gerektiği üzerinde durmuşlardır.

Özellikle küçük ekranlar için geliştirilen yeni kartografik sunum şekilleri, mobil cihazlardaki haritaların yapılmasını ve iletişimini kolaylaştırmak için geliştirilmektedir. Örneğin Klippel (2003) seçilen noktayı odak alan "odak haritaları" kullanmış, Armstrong ve Bennett (2005) multimedya, gerçek zamanlı internet erişimi ve bu teknolojilerin mobil uygulamalara katkıları üzerinde durmuşlardır. Ekran teknolojileri üzerinde de araştırmalar devam etmektedir. Taşınabilir bilgisayarlar ve Augmented Reality (AR), gerçek ve sayısal dünyanın bir arada olmasına izin vermektedir. Kullanıcıların navigasyon sisteminde gerçek dünyayı görebilmeleri için AR yöntemleri, kartografik sunumla ilişkilendirilmek amacıyla geliştirilmektedir (örneğin 3D grafikler vb.). Kolbe (2003), geleneksel haritalarla AR arasında video yoluyla ilişki kurarak, konum belirleme ve bilgi transferini kolaylaştırmayı amaçlamıştır.

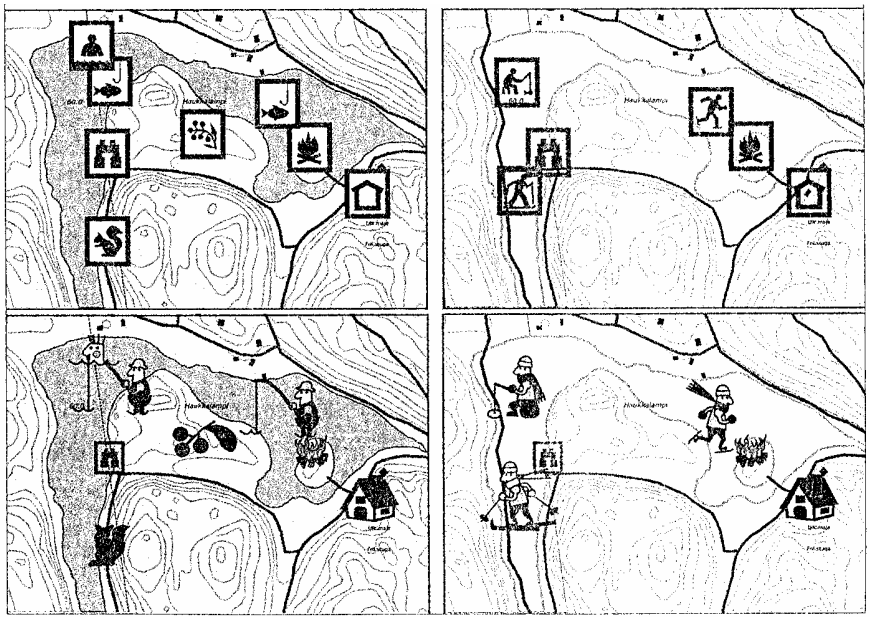
LCD ekranları basılı haritalara daha yakın bir ortama benzetmeye yönelik çalışmalar da devam etmektedir. Örneğin bazı bilgisayar monitörlerinin grafik limitlerinin üzerine çıkan elektronik kâğıtlar (e – paper) geliştirilmiştir. Elektronik kâğıt, üzerinde elektrik şarjına cevap veren küçük toplar bulunan iletken plastikten yapılmıştır. Sayfalar, bilgisayar monitöründeki piksellerin değiştiği gibi değişmektedir. Elektronik kâğıt ışığı normal kâğıt gibi yansıtmaktadır. Böylece arkadan aydınlatmalı monitörlerin insan gözündeki negatif etkisinden ve parlak güneşli günlerde LCD ekranları kullanmada karşılaşılan sorunlardan kaçınılmaktadır. Ayrıca elektronik kağıt plastikten yapıldığından, hafiftir, esnektir ve maliyeti çok pahalı değildir (Şekil 3.1) (URL 1). Günümüzde bazı cep telefonlarında elektronik kâğıttan yapılmış ekranlar kullanılmaktadır.



Şekil 3.1. Elektronik kağıt

Kablosuz ağlar ve elektronik kâğıt gibi araçların gelişmesi, kartografya ve benzer teknolojilerle uğraşan bilim dalları için çok ilgi çekici olmuştur. Yenilikçi kartografik uygulamalar bu teknolojilerin mükemmelleşmesini tetikleyecektir (Gartner vd. 2007). Nivala ve Sarjakoski (2007), telekartografik sistemde sabit objelerin işaretleştirme ve genelleştirmesinin nasıl yapılabileceği üzerinde durmuşlardır. Nivala ve Sarjakoski (2007)'nin yaklaşımı, harita okurken minimum süre harcamak isteyen kullanıcılar için küçük ekran formatında harita üretmeyi hedeflemiştir. Bu yaklaşımda kullanıcı profillerine (örneğin kullanıcıların yaşı vb.) ve kullanıcı şartlarına göre (örneğin mevsimsel şartlar vb.) farklı harita tasarımları yapılmış ve kullanıcıların ilgi alanları ön planda tutulmuştur (Şekil 3.2). LBS çalışmalarının yaygınlaşması ve mobil cihazların kapasitelerinin artması, bu konuları akademik çalışmalar için çok önemli hale getirmiştir. Bu tez kapsamında da 7.6. bölümde yaya navigasyonu için kullanıcı ihtiyaçları

ve mobil cihaz kapasiteleri dikkate alınarak hangi detayların hangi aşamada gösterilmesi gerektiği anlatılmış ve yapılan mobil uygulamada bu hususlar dikkate alınmıştır.



Şekil 3.2. Farklı kullanıcı şartları (yaş vb.) ve doğa şartları (kış yaz vb.) dikkate alınarak kartografik tasarım (Nivala ve Sarjakoski 2007)

3.4. Gerçek Zamanlı Yön Belirleme

LBS uygulamalarında önemli konulardan birisi de gerçek zamanlı yön belirlemedir (navigasyon). Yol gösterici talimatlar veren birçok yön belirleme modelleri geliştirilmiştir. Bu modeller, genel olarak başlangıç ve hedef nokta arasındaki en kısa yolu bulmayı hedeflemektedirler. Rota belirleme modellerinin hemen hemen tamamında kullanıcıya sunulan ana elemanlar; başlangıç noktası, hedef nokta, karar verme noktaları, toplam uzunluk ve rota izidir. Bu elemanlarla kullanıcının iletişimini sağlamak için, bu elemanların kartografik iletişime uygun rota bilgisine dönüştürülmesi gerekir (Gartner vd. 2007). Bu dönüşümün nasıl olacağına karar verildiği zaman, hareket eden kullanıcının karşısındaki gerçek dünya ile bu bilgilerin eşleşmesi gerekmektedir. Bu aşamada kullanıcının doğru yönlendirilmesinde aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir:

- Kullanıcının durumu / görevi
- Kullanıcının konum ve harita okuma becerisi

- Semantik, geometrik zaman doğruluğu ve kullanılabilirlik açısından bilginin kalitesi
- Kullanıcının ihtiyaç duyduğu bilgiyi iletecek iletişim ağının erişilebilirliği
- Sonuç ürünlerin kullanıcıya sunulduğu çıkış araçlarının kapasitesi (Gartner vd. 2007)

Viyana Teknik Üniversitesinde geliştirilen konum tabanlı servis prototipi (LoL@), bu alandaki araştırmaların bir örneğidir. LoL@ uluslar arası mobil telekomünikasyon sistemi (UMTS) teknolojisi ve açık alanda ve kapalı alanda yaya navigasyonuna yardım eden araçların birleştirilmesiyle oluşturulmuştur. Bu uygulamayla ilgili ayrıntılı bilgi dördüncü bölümde verilecektir. Bu prototipte, henüz resmi olarak kullanılabilir demek için yapılan testler ve kartografik iletişim yöntemlerinin (sunum şekilleri, ara yüzler, interaktif araçlar) değerlendirilmesi amacıyla yapılan anketler tamamlanmamıştır (Gartner vd. 2007). Viyana Teknik Üniversitesinde şu an yapılan çalışmalar LoL@'nın amaç ve sonuçlarının geliştirilmesi üzerinedir. Bu projelerde araştırmacılar, yön bulma bilgilerini kullanıcıya aktarırken multimedya kartografyadaki araştırmalardan türetilen yöntemleri kullanmaktadırlar. Bu multimedya araçlarının kullanılmasındaki temel düşünce Gartner vd. (1999)'un teorisine dayanmaktadır. Bu teoride, multimedya kartografya, konumsal bilgi iletimi için yöntemler önerir ve geleneksel kartografik gösterimden farklı olarak kullanıcıyı sisteme dâhil eder (Gartner ve Uhlirz 2001). Kısacası, multimedya kartografyanın gerçek zamanlı yön bulma sistemine entegre edilmesiyle kullanıcının navigasyon yeteneğinin artacağı düşünülmektedir. Kullanıcının navigasyon yeteneğinin artırılması için yapılan diğer araştırmalar şöyle sıralanabilir:

- **Alternatif gösterim şekillerinin uygulanması:** Bu kapsamda Reichl (2003), önemli yerlerin navigasyonu için farklı gösterim şekilleriyle bir deneysel test yapmıştır. Bu çalışmada farklı kullanıcı türlerine (örneğin turistler, yerel halk, iş adamları, vb.), harita, yazı, görsellik, fotoğraflar ve animasyonlar içeren farklı gösterim şekilleri sunularak, bu kullanıcıların tepkileri alınmıştır. Ayrıca bu sunum şekilleri farklı ortam şartlarında (gündüz / gece gibi) da test edilmiştir. Sonuçta, önemli yerlerin navigasyonu amacıyla küçük gösterimlerin kullanılması gerektiğinde, haritanın sunum şeklinin çok önemli olduğu ortaya çıkmıştır.

- **Rota bilgilerinin yönlendirme talimatlarına dönüştürülmesi için farklı sunum şekillerinin uygulanması:** Normalde bir rota belirleme algoritmasının çıktısı metrik ve topolojik bilgilerden ibarettir (örneğin kenar ve düğüm noktaları arasındaki bağlantılar). Bu bilgi, kullanıcı özelliği ve sunum aracının yeteneğine göre çeşitli sunum şekillerinde kullanıcıya iletilebilir (Klippel 2003). Rota bilgisinin anlamlı sunumlarının oluşturulabilmesi için yazı, kartografik

işaretler, görüntüler gibi çeşitli araçların kullanılması gerekmektedir. Rehrl ve Gartner (2007) tarafından yürütülen projede rota bilgisinin sunumunun kalite ve doğruluğu, metrik ve semantik parametrelerle analiz edilmektedir. Bu tez çalışmasında da rota bilgisi nirengilerle desteklenerek kullanıcının rotadan sapmaması sağlanmıştır (bkz. sekizinci bölüm).

- **Aktif nirengiler kullanılarak kullanıcının bulunduğu ortamın sisteme entegre edilmesi:** Multimedya destekli kartografik iletişime etraftaki dikkat çeken objelerin (nirengi) entegre edilmesinin navigasyona etkisi de araştırılan bir başka konudur. Bu araştırmalarda savunulan tez, nirengiler navigasyon için önemli işaretlerdir ve mobil navigasyon sistemine bunların dâhil edilmesi harita iletişimini kolaylaştırır. Bu yaklaşıma göre, rota bilgisinin kullanıcıya iletiminde arazideki belli başlı objelerin sistemde gösterilmesi de oldukça önemlidir. Burada nirengilerin tanımlanmasında, seçilmesinde ve gösteriminde özel dikkat göstermek gereklidir. Bu konuyla ilgili ayrıntılı bilgi beşinci bölümde verilecektir.
- **Artırılmış Gerçeklik (Augmented Reality (AR)):** Artırılmış gerçeklik, kullanıcının gördüğü gerçek dünya görüntüsünde bilgilerin haritalandığı sanal gerçeklik (Virtual Reality (VR))'nin bir türü olarak düşünülebilir (Gartner vd. 2007). Sanal gerçeklik uygulamalarında kullanıcılar sanal uzaylar boyunca hareket eder, AR kullanıcısı ise yardımcı etkenlerin desteğiyle gerçek gibi algıladığı gerçek uzaylarda hareket eder. Örneğin, kullanıcı tarafından takılan özel gözlüklerin üzerine iz düşürülen bir ok, kullanıcı tarafından rotasını gösteren bir ok gibi algılanır. Burada tabi ki mobil ekrandaki haritanın da kullanıcının gideceği yön ve konuma göre senkronize edilmesi gerekmektedir. AR uygulamalarının rota belirleme sistemlerinde kullanılmasının en büyük avantajı, gerekli olan bütün bilgilerin kullanıcının görsel sisteminde sergilenebilmesidir. AR sistemleri genellikle geleneksel haritaları yorumlamak için ihtiyaç duyulan zihinsel işlemleri azaltır fakat konumun hassas olarak verilmesine, hareketin çok iyi algılanmasına ve bakış yönünün çok iyi seçilmesine ihtiyaç duyar (Gartner vd. 2007). Çünkü kullanıcının daha geniş bir alana bakarak konumunu düzeltmesi oldukça zordur. AR'nin çok sağlıklı olarak son kullanıcı sistemlerine entegre edilmesi şu ana kadar mümkün olmamıştır. Çünkü hem mobil cihaz kapasitelerinin yetersizliği hem de kullanıcıların AR sistemlerine alışamaması nedenleriyle yapılan uygulamalarda istenilen sonuçlar henüz alınamamıştır.

Navigasyonla ilgili daha gelişmiş çalışmalar Japonya'da yapılmaktadır. Japonya'da 3G özellikli yüksek fonksiyonlu telefonlar diğer cep bilgisayarlarından daha yaygın hale gelmiştir. Bu telefonlar yaya navigasyon çalışmalarında çok önemli imkânlar sunmaktadır. Örneğin

NAVITIME (Onishi 2004) sistemi, kullanıcı için mümkün olan çeşitli ulaşım araçlarını (yaya, taksi, otobüs, tren) göz önüne alarak alternatif rotalar önermekte ve seçilen rota için zaman çizelgesi ve tarife bilgisi sağlamaktadır. Öncelikle rota belirlenmekte ve kullanıcı adım adım sesli yönlendirmeyle gideceği yöne doğru yönlendirilmektedir. Bir GPS ve dijital pusula, sisteme konum ve yön vermektedir. Hedef nokta kullanıcı tarafından doğrudan adres girilerek veya haritadan bir nokta işaretlenerek ya da çeşitli hedef kategorilerinden sistem sorgusuyla gösterilebilmektedir. Bu ticari sistem 2006 yılında bir milyondan fazla abone sayısıyla kendini ispat etmiştir. Japonya'da yapılan çalışmalar sonucunda yeni araştırmalar için aşağıdaki öneriler sunulmuştur (URL 2):

- Küçük ekran boyutu kartografik gösterimde ana engel değildir, çünkü insanlar genel olarak ölçek kavramını algılayabilmektedirler ve kullanıcıların bulundukları özel şartlara göre harita ölçeğini değiştirmek mümkündür. Tabi ki farklı durumlarda en uygun harita ölçeğinin ne olacağına karar vermek oldukça zordur. Buna karar vermek için insanların hangi orandaki ölçek farklılığını algılayabildiklerinin dikkate alınması gerekmektedir.
- Gerçek zamanlı yol gösterme, yaya navigasyonu için ihtiyaçtır. Araç navigasyon sistemlerinde ise kullanıcılar gerçek zamanda hareket ederken bilgiye çok hızlı ulaşmaları gerekmektedir, aksi halde navigasyon kararları için gerekli objeleri kaçırmaktadırlar. Bu konu harita tasarımı için çok önemlidir ve harita ölçeğinin seçimini ve haritanın kuzeye veya gidiş yönüne yönlendirilmesini önemli ölçüde etkilemektedir.
- Yerinde en uygun kartografik gösterim, haritanın kuzeye veya gidiş yönüne doğru yönlendirilmesine bağlıdır. Yaya navigasyonu için mobil sistemler kullanılacağı zaman haritalar genellikle büyük ölçekli seçilmektedir. Kullanıcı hareket ettiği zaman gerçek hayattaki nirengilerle, harita üzerindeki işaretler arasında bağlantı kurmalıdır. Gidiş yönüne göre haritanın yönlendirilmesi bu amaca ulaşmada daha etkilidir. Bunu sağlamak için daha hassas dijital pusulalar ve daha iyi harita eşleştirme sistemlerine ihtiyaç vardır.
- Yaya navigasyonu için konumun doğrulanması da daima önemlidir. Yayalar, harita üzerindeki işaretlere karşılık gelen gerçek hayattaki objelerle sürekli olarak doğru yolda olup olmadıklarını kontrol etmektedirler.

Bu tez kapsamında anlatılacak olan uygulamada da yaya navigasyonu için kullanıcıya rota bilgisi verirken nirengilerden yararlanılmış ve dijital pusula özelliği sisteme dahil edilerek

kullanıcının gerçek dünya ile harita arasındaki iletişimi daha kolay kurması sağlanmıştır. Bu konuyla ilgili ayrıntılı bilgi sekizinci bölümde verilecektir.

3.5.Sistemin Veri Güvenliği

LBS çalışmalarında içeriğe, konuma ve zamana erişebilmek başlı başına bir konudur. Araştırmaların hızla gelişmesi, yayınlanan bilgilere yönelik bir güvenlik tehdidi olabileceğini akla getirmiştir. Buradaki güvenlik tehdidi, kullanıcının kendisinin tanımladığı ne zaman, nasıl, nereye gideceği gibi birçok kişisel bilginin başkalarınca öğrenilmesidir. Bu çalışmalarda güvenlik kaybının neden olacağı en büyük sorun, insanların kişisel bilgilerine veya daha tehlikeli olarak fiziki mekânlarına kötü niyetli sızmaların olması ve bu teknolojinin daha kullanışlı, daha fazla bilgi içeren, daha memnuniyet verici olması için çalışılırken, başkaları tarafından kullanıcı güvenliğinin tehdit edilmesidir (Armstrong ve Bennett 2005). Güvenlik konusunda sorulması gereken soru, sisteme giren bireylerin içerik ve kendilerine özgü bilgileri kontrol etme becerisinin ne kadarını kaybetmeye sıcak bakacaklarıdır. Chang vd. (2006), güvenlik algılamasının sisteme giren bireylerin bireysel istekleriyle ilişkili olduğunu göstermiştir. Burada, sisteme bireylerin sağladığı kişisel bilgilerle, destekleyen sistemin kalitesi, güvenliği etkileyen önemli iki unsurdur. Fakat burada önemli bir sorun da, sistemin faydalı olduğuna motive edilmiş bireyler, daha şüpheli yaklaşanlara göre çok daha fazla kişisel bilgiyi sisteme aktarmaktadırlar (Bettini vd. 2005), bu ise kullanıcılar açısından beklenmedik sorunların ortaya çıkmasına neden olabilmektedir.

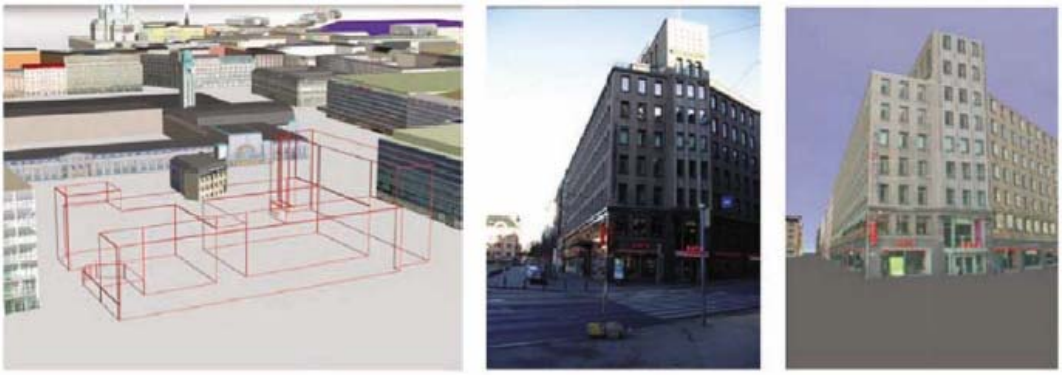
Bu gerçekler, kişisel güvenliğin korunması amacıyla yeni yöntemler için araştırmalar yapılmasını LBS ve benzer çalışmalar için çok önemli hale getirmektedir (Leitner ve Curtis 2006). Burada dikkat edilmesi gereken, mobil cihazı taşıyan kullanıcının isteyerek veya istemeyerek ürettiği konum zaman bilgilerinin saklanmasının aynı zamanda birçok araştırma için (şehir hareketleri vb.) bilgi zenginliği doğuracağı gerçeğidir. Bu nedenle güvenlik kaygılarıyla, sistem zenginliğinin dengelenmesi gerekmektedir. Örneğin Miller (2005), LBS ve benzeri çalışmalar için kalite ve güvenlik arasındaki ilişkileri ortaya koyan "yetkili güvenlik çabaları" teorisini ortaya atmıştır. Bu çalışmada bireylerin güvenlik derecelerine göre bilgiye erişiminin sağlanması savunulmaktadır.

4. YAYA NAVİGASYONU ALANINDA MEVCUT ÇALIŞMALAR

Bu bölümde yaya navigasyonuyla ilgili olarak bu güne kadar yapılan ve çalışma sonuçları rapor halinde yayınlanan 7 adet akademik çalışma hakkında bilgi verilecektir. Daha sonra ayrı bir başlık altında bu çalışmaların bir değerlendirmesi yapılacaktır.

4.1. m-Loma

m-Loma (Mobile Location-Aware Messaging Application) uygulamasının amacı, gerçek dünyanın 3 boyutlu gösterimlerinden yararlanarak yayalar için bir mobil yönlendirme sistemi tasarlamaktır (Nurminen 2006). Objelerin 3 boyutlu gösterilmesiyle kullanıcıların gerçek dünya ile sistem arasında daha kolay ilişki kuracağı düşüncesiyle geliştirilmiştir. Sistemde kullanılan harita ara yüzü kullanıcı dostu ve yeterli olarak değerlendirilmektedir (Delikostidis 2011). Bu uygulamada kullanıcılar konuma dayalı ihtiyaçlarını sorgulayabilmekte ve GPS destekli 2 boyutlu navigasyon bilgisi alabilmektedirler. Ayrıca toplu taşıma ile ilgili veriler sistemde yer almakta ve güncel online bir veri tabanıyla bu veriler yenilenmektedir.



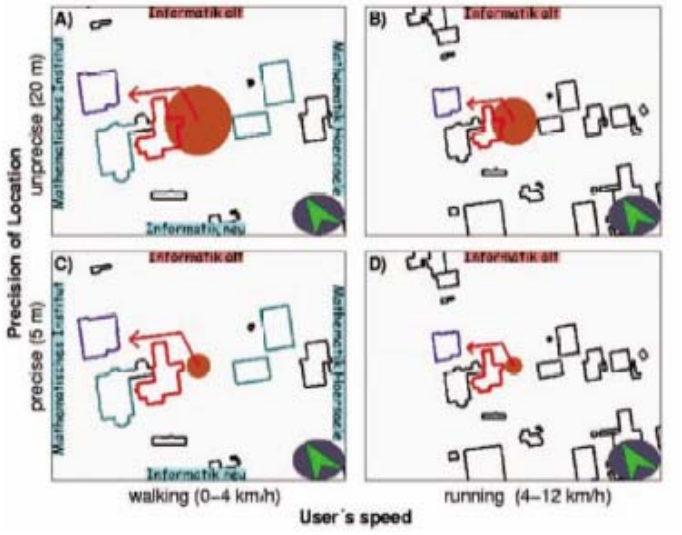
Şekil 4.1. Mobil cihazlar için 3 boyutlu modelleme: lightweight geometry method (solda) ve gerçek bina (ortada) ile m-Loma için üretilen modelin (sağda) karşılaştırılması (Nurminen 2006)

Bu uygulamada 3 boyutlu obje modellerinin kullanımı, bu gösterimlerin doğruluğu ve hızı, veri tabanı yapısı gibi konularda araştırmalar yapılmıştır. Araştırma kapsamında yapılan kullanıcı testlerinde nirengilerin yaya navigasyonunda çok önemli olduğu sonucuna varılmış ve bu objelerin nasıl görselleştirileceği üzerinde durulmuştur. Kısıtlı mobil cihaz kapasitelerinde 3 boyutlu gösterimin nasıl yapılabileceği ile ilgili testler yapılmış ve objenin öne çıkan rengi ve

genelleştirilmiş 3 boyutlu modelinin kullanıldığı yöntem (lightweight geometry method) mobil cihazlar için önerilmiştir (Şekil 4.1) (Nurminen 2006). Uygulama tamamlandıktan sonra yapılan kullanıcı testleri sonucu kullanıcıların uygulamayı ilk kullandıklarında 3 boyutlu gösterime alışmakta zorlandıkları, alıştıktan sonra ise 3 boyutlu gösterimi yapılmayan objeleri navigasyonda kullanmamaya başladıkları görülmüştür (Nurminen 2008). Nurminen (2008) iyi hazırlanmış 2 boyutlu haritalarla kullanıcıların daha hızlı hedef noktaya ulaşabildiklerini, 3 boyutlu gösterimin ise nirengiler için kullanılmasının uygun olacağını belirtmektedir.

4.2. REAL

REAL projesi kullanıcının hızına ve konum duyarlılığına bağlı olarak yaya navigasyonu sağlamaya yönelik bir çalışmadır (Baus vd. 2002). Sistemde konum doğruluğu harita üzerinde bir daire ile gösterilmekte, doğruluk düştükçe bu dairenin çapı artmaktadır. Kullanıcı yavaş hareket ettiğinde kullanıcı merkezli bakış açısı (sketch-like egocentric) olarak isimlendirilen objeleri daha yakından gösteren büyük ölçekli bir gösterim ekrana gelmekte, kullanıcı koşmaya başladığında ise kuş gözü bakış açısı (bird's-eye view) diye isimlendirilen daha küçük ölçekli bir gösterim ekranda yer almaktadır (Şekil 4.2). Sadece iki gösterim seviyesinin olması ve iki gösterim seviyesi arasındaki geçişlerde kullanıcının haritayla iletişiminin bozulma tehlikesi sistemin zayıf tarafı olarak değerlendirilmektedir (Delikostidis 2011).



Şekil 4.2. Konum doğruluğu ve hareket hızına bağlı olarak mobil haritanın adaptasyonu (Baus vd. 2002)

4.3. EGSSystem

EGSSystem (Enhanced George Square system), Beeharee ve Steed (2007) tarafından geliştirilen, binaların yer imli (geo-tagged) fotoğraflarından yararlanılarak yaya navigasyonu sağlamaya yönelik bir çalışmadır. George Square İskoçya'da Glasgov şehrinde bulunan bir bölgedir. Bu uygulama, kullanıcılara rota bilgisi ve bina ve yerlerle ilgili konuma dayalı bilgiler veren mevcut mobil navigasyon uygulamalarının iki problemi çözemediği düşüncesiyle geliştirilmiştir. Bunlardan ilki sunulan bilgilerle gerçek dünya arasındaki ilişkinin kurulmasındaki zorluk, ikincisi ise kullanıcının bulunduğu konumda etraftaki objelerden hangilerini görebileceğine dair bir görünebilirlik analizinin yapılmıyor olması. Kurulan sistemde çalışma alanında rota boyunca önemli olan binaların fotoğrafları çekilmekte ve fotoğrafın çekildiği noktanın koordinatına bu fotoğrafların linkleri eklenmektedir. Kullanıcı rota boyunca hareket ederken o noktaya geldiğinde fotoğraf linki aktif olmakta ve kullanıcı fotoğraftan yararlanarak etraftaki binaları bulabilmekte ve doğru yolda olduğunu kontrol edebilmektedir (Şekil 4.3). Kullanıcı isterse sisteme yeni fotoğraflar da ekleyebilmektedir.

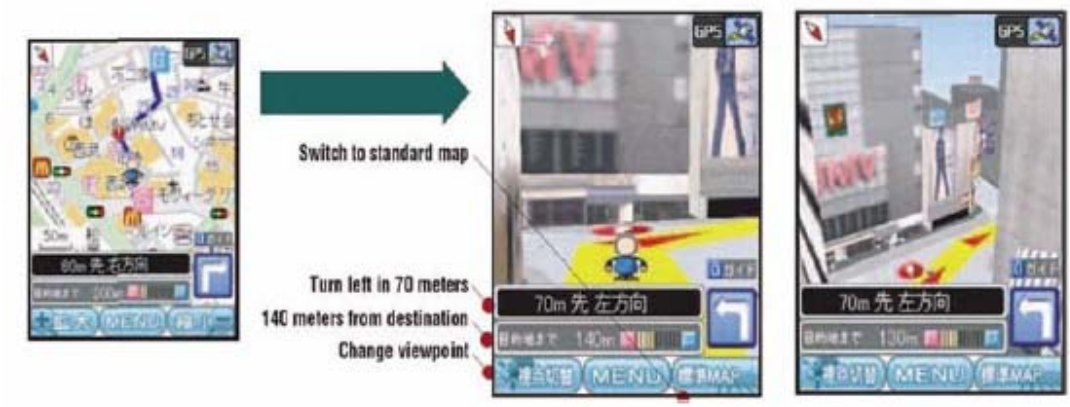


Şekil 4.3. Kullanıcının harita üzerindeki fotoğrafa tıklayarak sunucudan fotoğrafı görüntülemesi (Beeharee ve Steed 2007)

4.4. Navitime

Bu uygulama Japon Telekomünikasyon şirketi NTTDoCoMo tarafından geliştirilmiş ticari bir yazılımdır. Ocak 2007 rakamlarına göre Japonya'da 1.82 milyon kullanıcısı olan ve kullanıcı sayısı sürekli artan bir uygulamadır (Delikostidis 2011). Arikawa vd. (2007) bu uygulamanın ayrıntılarını akademik çevrelerle paylaşmışlardır. Navitime kullanıcılara hem yaya olarak, hem toplu taşıma araçlarıyla hem de taşıtlarıyla giderken navigasyon olanağı

sunmaktadır. Güncelliğini korumak ve kullanıcı ihtiyaçlarını daha iyi karşılamak için sürekli olarak güncellenmektedir. Sorgulamalar ve rota hesaplamalarının hızlı olabilmesi için sunucu-istemci (server-client) yöntemi kullanılmakta, böylece bütün hesaplama ve işlemler sunucuda yapılmakta ve sonuç ürünler mobil cihazda görüntülenmektedir. Kullanıcılara 4 farklı rota önerilmekte, bu rotaların özellikleri (uzunluğu, trafik durumu, karbondioksit durumu vb.) kullanıcıyla paylaşılmaktadır (Arikawa vd. 2007). Sistem kapalı alanlarda da telekomünikasyon ağı yardımıyla konum belirleyerek navigasyon hizmeti vermektedir. Yaya olarak navigasyon bilgisi verilirken özellikle toplu taşıma istasyonlarından çıkıldığında kullanıcının daha iyi yönünü belirlemesine imkân vermek amacıyla 3 boyutlu görüntü (binalar vb.) otomatik olarak devreye girmektedir (Şekil 4.4). Arikawa vd. (2007) yaptıkları kullanıcı testlerinden sonra Navitime için farklı dil desteğinin eklenmesi gerektiğini, kullanıcı profiline göre içerikte değişiklikler yapılmasının faydalı olabileceğini ve nirengilerin navigasyonda kullanılmasının faydalı olacağını belirtmişlerdir.



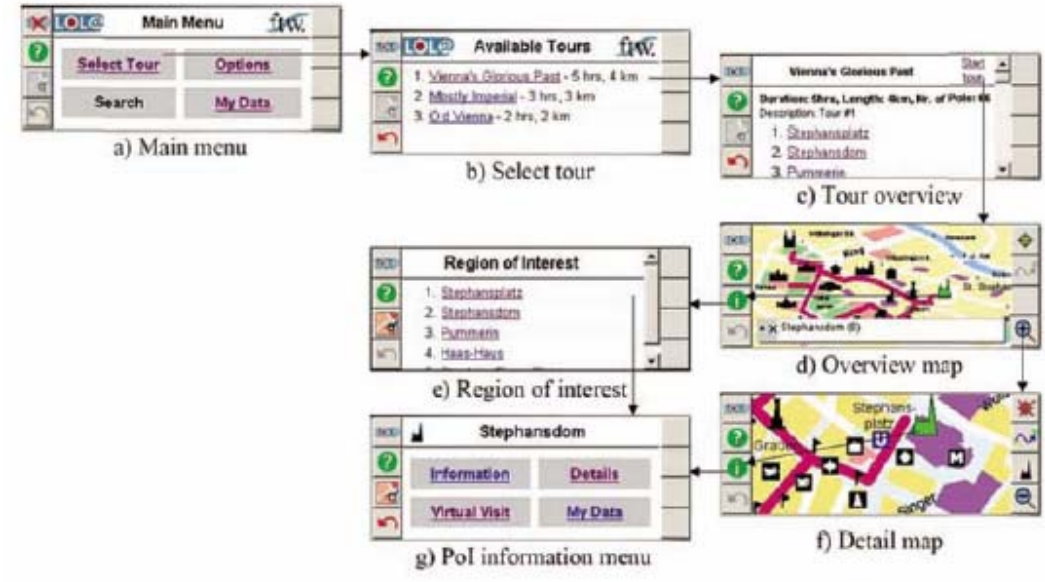
Şekil 4.4. Navitime uygulamasında kapalı toplu ulaşım istasyonundan çıkışta görüntünün 3 boyutlu moda dönmesi (Arikawa vd. 2007)

4.5. Lol@

LoL@ (Local Location Assistant) 2000 yılında Viyana Telekomünikasyon Araştırma Merkezi (Telecommunications Research Centre of Vienna) tarafından Viyana'daki turistik yerlerin gezilmesinde rehber rolü oynaması amacıyla mobil cihazlar için geliştirilmiştir (Umlauft vd. 2003). İçerisinde turistlerin ihtiyaç duyabileceği rota bilgileri, önemli yerlere ait bilgiler, navigasyon desteği ve gün boyu gezilebilecek yerleri gösteren dijital tur rehberi yer almaktadır.

Uluslar arası Mobil Telekomünikasyon Sistemi (Universal Mobile Telecomunications System (UMTS) ve GPRS bağlantısı yardımıyla sunucu-istemci (server-client) yöntemini kullanarak navigasyon bilgisi vermektedir. Bu yöntemde bütün bilgiler sunucuda tutulduğundan kesintisiz bir Internet bağlantısı gerektirmektedir. Kullanıcı ara yüzü tasarlanırken mobil cihaz kapasiteleri dikkate alınmış ve ara yüz oldukça basit tutulmuştur. Ara yüz ekranında dil istenildiğinde değiştirilebilmektedir.

Uygulamada biri Viyana'nın detaylı şehir merkezini gösteren, diğeri daha küçük ölçekli haritasını gösteren sadece iki zum seviyesi yer almaktadır. Ayrıca önemli yerlerin sesli tanıtım linkleri de sistemde yer almaktadır. Kullanıcı ses tanıma sistemi ile de sistemde kayıtlı olan yerlerle ilgili bilgiyi mobil cihaza seslenerek de isteyebilmektedir. Umlauft vd. (2003) bu yöntemin kısıtlı mobil cihaz ekranı düşünüldüğünde sorgulama için daha iyi olduğunu savunmaktadır. Kullanıcı Viyana turu seçeneğini seçtiğinde karşısına tur seçenekleri gelmekte, kullanıcı bu seçeneklerden kendisine uygun olanı seçiğinde bu tur boyunca gidebileceği önemli yerlerin listesi ekrana gelmekte, bu yerler içerisinden kullanıcının seçtiklerini kapsayan rota küçük ölçekli haritada gösterilmekte ve kullanıcı detaylı haritaya giderek bu rotayı takip edebilmektedir (Şekil 4.5). Ziyaret edilen her önemli yer tur günlüğüne eklenmekte ve kullanıcı isterse bu noktaların fotoğraflarını sisteme ekleyebilmektedir. Bu sistemle ilgili kullanıcı test sonuçları henüz yayınlanmamıştır.



Şekil 4.5. Lol@nın kullanıcı ara yüzü ve farklı harita gösterimleri (Umlauft vd. 2003)

4.6. MAPPER

MAPPER (MAP PERsonalization) mobil cihaz kapasiteleri dikkate alınarak kullanıcı ihtiyaçlarına göre haritaların genelleştirildiği bir yaklaşımı savunan Weakliam vd. (2008) tarafından geliştirilen bir uygulamadır. Bu yaklaşıma göre mobil haritalar kullanıcının öncelikli ihtiyaçlarına göre minimum veri içerecek şekilde tasarlanmalıdır. Bu amaçla Weakliam vd. (2008) hareket halindeki kullanıcının harita üzerinden ihtiyaç duyduğu bilgileri seçmesinin zorluğunu düşünerek iki aşamalı bir yaklaşım önermişlerdir. Bu yaklaşımda harita tabakalar halinde tasarlanmakta ve ilk aşamada kullanıcı ilgi duyduğu tabakaları seçerek diğer tabakaların görüntülenmesini engellemektedir. İkinci aşamada ise seçtiği tabakalar içerisinden istediği şartları sağlayan objeleri filtreleyebilmektedir. Örneğin hidrografya tabakasını seçmişken bu tabakadan sadece gölleri görmek isteyebilmektedir.

Yukarıda bahsedilen yaklaşım nedeniyle kullanılan haritaların raster değil vektör formatta olması gerekmektedir. Genel mobil uygulamalarında altta raster harita varken üzerine çeşitli tabakalarda objeler eklenmekte ve bu objeler kullanıcının isteği doğrultusunda görüntülenmektedir. Fakat Weakliam vd. (2008) bu yaklaşımı temel haritada genelleştirme yapmadığı gerekçesiyle benimsememekte ve tüm haritanın vektör formatta olmasının gerektiğini savunmaktadırlar. Weakliam vd. (2008) yaklaşımında herhangi bir kullanıcı MAPPER yazılımını kullandığında öncelikle varsayılan (default) harita ekrana gelmekte daha sonra kullanıcın bu harita üzerinde yaptığı değişiklikler kullanıcı ismiyle kaydedilen bir log dosyasında tutulmaktadır. Kullanıcı oturumu kapattığında bu log dosyası, gerekli işlemlerin mobil cihaz kapasitesinde yapılması zor olduğundan sunucuya aktarılmakta ve kullanıcı tekrar yazılımı açtığında bu log dosyasına göre tasarlanmış harita ekrana gelmektedir. Sunucuda log dosyaları veri madenciliği yöntemiyle depolanmakta ve kullanıcılar seçimlerine göre gruplanmaktadırlar. Sistem henüz test aşamasında olup tam olarak uygulamaya sunulmamıştır.

4.7. GiMoDig

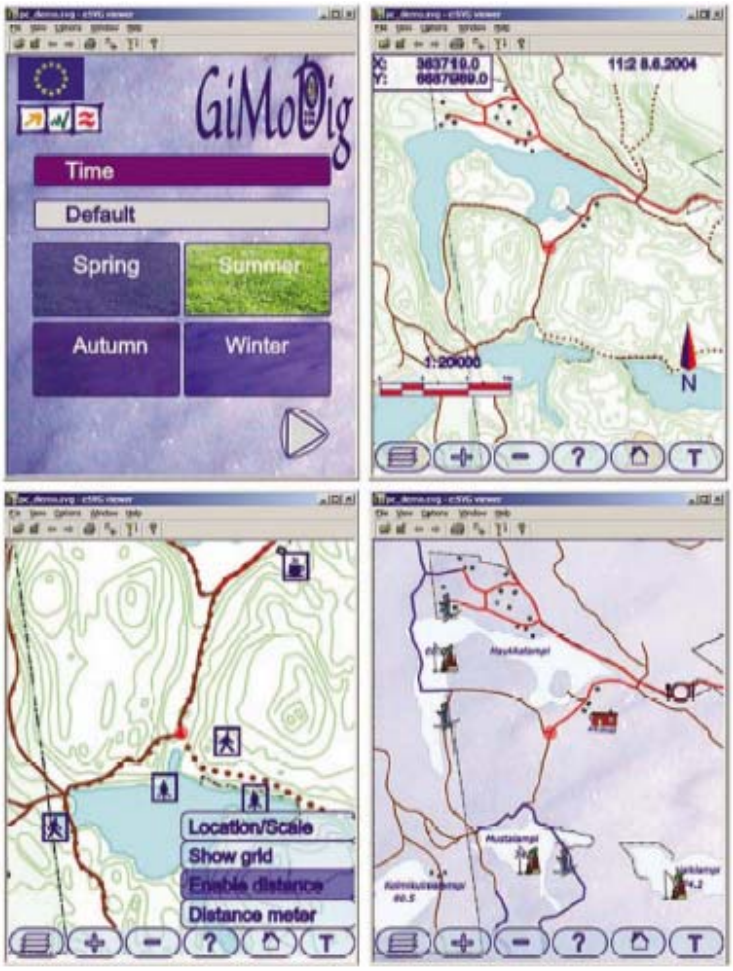
GiMoDig (Geospatial info-Mobility service by real-time Data-integration and generalization) projesi birçok farklı disiplinin katıldığı Avrupa Birliği tarafından desteklenen ve Finlandiya Jeodezi Enstitüsü Kartografya ve Geoinformatik bölümünün yönetiminde sürdürülen

bir projedir (Sarjakoski ve Sarjakoski 2005). Bu projenin ana amacı farklı ülkelerin ulusal harita yapım ajansları tarafından oluşturulan temel mekânsal veri tabanlarındaki verilere gerçek zamanlı genelleştirme uygulayarak bu verileri mobil cihazlara uygun hale getirmektir. Bu amaca uygun bir prototip geliştirilmiştir ve bu prototipin kullanıcı testleri devam etmektedir.

GiMoDig, kullanıcılara, ihtiyaçları, içinde bulundukları durum ve isteklerine bağlı olarak dinamik kartografik gösterimler sağlayan sunucu-istemci teknolojisini kullanan, mobil konuma bağlı hizmetler servisidir (mobil LBS). Bu kartografik gösterimleri bütün zum seviyelerinde kolaylıkla sağlayabilmek için mobil haritalar için çeşitli yaklaşımlar geliştirmişlerdir. Örneğin farklı harita işaretleri üst üste geldiğinde mutlaka bu işaretlere ait yazılar harita üzerinde gösterilmektedir. Bu projede gerçek zamanlı kartografik genelleştirmeyi sağlamak amacıyla çoklu gösterim veri tabanlarını (Multi-Representation Data-Bases (MRDB)) kullanan çeşitli genelleştirme yazılımları geliştirilmiştir. Bu yazılımların temel amacı harita içeriklerinin kullanıcı ihtiyaçları ve durumu dikkate alınarak kullanıcıya özgü olacak şekilde azaltılmasıdır. Bu projede kartografik genelleştirmenin yanı sıra aşamalı vektör veri aktarımı (progressive vector data transmission), ölçeğe bağlı gösterim, karmaşıklığı önlemek amacıyla yazı ve işaretlerin gerçek zamanlı olarak yerleştirilmesi gibi gelişmiş ve yenilikçi kartografik görselleştirme yaklaşımları da kullanılmıştır (Sarjakoski ve Sarjakoski 2005).

Bu projede uygulamanın kullanışlı olması da çok önemsenmiş ve bu amaçla kullanıcı odaklı bir tasarım yapılmıştır. Bu amaçla öncelikle kullanıcı ihtiyaçları ve kullanıcıların hangi durumda nasıl davrandığına dair çeşitli araştırmalar yapılmış ve bu araştırma sonuçları tasarımda dikkate alınmıştır. Bu kapsamda acil durum, navigasyon, park gezisi, tırmanma vb. 12 farklı senaryo oluşturulmuş ve bu senaryolara göre tasarımlar yapılmıştır. Yazılımın kullanabilirliğini artırmak için ilk olarak kullanıcı sezgilerine uygun, basit ve kolay bir kullanıcı ara yüzü oluşturulmuştur. İkinci olarak kullanıcının içinde bulunduğu şartlara ve mobil cihaz kapasitelerine uygun kartografik gösterimler tasarlanmıştır. Bu kapsamda kullanıcı profiline göre kullanıcının lejant kullanmadan kullanabileceği farklı harita işaretleri türetilmiştir. Daha sonra farklı veri kaynaklarından gelen harita verilerinin bir birlerine uyumu sağlanmış ve bu veriler arasında geçiş yumuşak tutularak kullanıcının bu geçişi hissetmemesi sağlanmaya çalışılmıştır. Son olarak, kullanıcının içinde bulunduğu şartları dikkate alan, mobil cihazlar için uygun topografik haritalar üretilmiştir (Şekil 4.6) (Nivela vd. 2005). Prototipin kullanımı sonucu gelen

yeni veriler dikkate alınarak sistemde özellikle kullanıcı ihtiyaçlarına yönelik güncellemeler yapılmaktadır.



Şekil 4.6. GiMoDig uygulamasında içeriğe bağlı harita tasarımı (Sarjakoski ve Sarjakoski 2005)

4.8. Değerlendirme

Yukarıda anlatılan yayalar için tasarlanmış mobil navigasyon uygulamaları incelendiğinde şu sonuçları çıkarılabilir:

- Bütün uygulamalarda kullanıcı ön planda tutularak kullanıcı odaklı tasarımlar yapılmıştır.
- Navitime dışındaki diğer uygulamalar test aşamasındadır. Navitime geniş bir kullanıcı grubu tarafından kullanılmaktadır.

- M-Loma ve EGSSystem uygulamalarında bütün gayretlerine rağmen kullanıcının gerçek dünya ile ilişkisi tam sağlanamamaktadır. Bunda kullanıcıların 3 boyutlu gösterime tam adapte olamamaları etkili olmaktadır (Delikostidis 2011).
- Lol@ uygulamasında kullanıcının harita ile gerçek dünya arasındaki ilişkiyi daha kolay sağlayabilmesi için nirengiler kullanılmıştır. Bu yöntem 3 boyutlu gösterimlere göre daha etkili olmaktadır (Delikostidis 2011).
- REAL, EGSSystem, Navitime, MAPPER e GiMoDig uygulamalarında kullanıcının içinde bulunduğu şartlar tasarımda dikkate alınmıştır. Hava şartları, kullanıcın yaşı, kullanıcının eğitimi, cinsiyeti, kültürel altyapısı vb. şartlar çeşitli yöntemlerle bu sistemlerde dikkate alınmaya çalışılmıştır.
- Mobil cihaz kapasiteleri dikkate alınarak uygulamalarda işlemlerin sunucuda yapılıp sonuçların WiFi vb. iletişim imkânlarıyla mobil cihazda gösterildiği sunucu-istemci yaklaşımı tercih edilmiştir. Bu yöntem avantajları yanı sıra mobil iletişim maliyeti ve mobil iletişimin kesilmesi gibi riskleri de barındırmaktadır. Bu nedenle mobil cihaz kapasitelerindeki (özellikle hafıza ve işlemci hızı) artışla beraber verilerin mobil cihazlarda depolanıp işleneceği yöntemlerin de gelecekte daha yaygın kullanılacağı değerlendirilmektedir (Delikostidis 2011).
- Kullanıcın uygulamayla iletişimini artırmak amacıyla bütün uygulamalarda kullanıcıya interaktif sorgulama imkânları (rota, arama, sorgulama vb.) sunulmaktadır.

Bu tez çalışmasında da mevcut uygulamaların zayıf ve güçlü yönleri dikkate alınarak mobil uygulama oluşturulmuştur. Bu kapsamda 3 boyutlu gösterimlere ve rota boyunca sunulan fotoğraflara kullanıcıların adaptasyon sorunları yaşadığı değerlendirildiğinden oluşturulan sistemde panaromik fotoğraflar kullanılmamış sadece belli nirengi noktaları 3 boyutlu çizimleriyle gösterilmiştir. Kullanıcıların gerçek dünya ile harita arasındaki ilişkiyi daha kolay sağlamaları ve sunulan rotadan sapmamaları için nirengilerden yararlanarak rota bilgisi verilmiş ve dijital pusula özelliği ile haritanın istenilirse gidiş yönüne çevrilmesi imkânı tanınmıştır. Çalışma alanında yapılan anket çalışması sonucunda farklı kullanıcı grupları oluşmadığından oluşturulan sistemde farklı kullanıcı profilleri oluşturulmamış ancak bayanların rota seçiminde güvenliğe ve rahat ulaşıma daha çok önem verdiği ortaya çıktığından çalışma alanındaki yaya yolları seçilirken güvenli ve rahat ulaşıma uygun olması da dikkate alınmıştır. Farklı alanlardaki çalışmalarda kullanıcı profillerinin oluşturulmasının faydalı olacağı değerlendirilmektedir. Mobil

cihaz kapasiteleri dikkate alınarak oluşturulan sistemde de sunucu-istemci yaklaşımı tercih edilmiş, veriler sunucularda tutulmuş ve mobil cihazda sadece sonuç ürünler görüntülenmiştir. Yine kullanıcılara interaktif rota sorgulama imkânı tanınmıştır. Yapılan uygulamayla ilgili daha ayrıntılı bilgi sekizinci bölümde verilecektir.

5. NİRENGİLER VE NAVİGASYON

Kullanıcıların çevrelerini anlamalarına ve navigasyonlarına yardım eden etraftaki belirgin objelere nirengi (landmark) denir (Sorrows ve Hirtle 1999). Bir objenin nirengi olarak tanımlanması için diğer objelerden o objeyi öne çıkaran kendine özgü bir özelliğinin olması gerekir. Bu özellik objenin görsel karakteri, konumu veya onu etraftaki objelerden farklı kılan herhangi bir karakteristik özelliği olabilir (Raubal ve Winter 2002, Elias 2002). Özellikle yaya navigasyonunda nirengiler çok önemli bir rol üstlenirler. Çünkü yaya navigasyonunda, kullanıcılar sadece yön tarifinden değil rota üzerindeki nirengilerden de yararlanmak isterler (Michon ve Denis 2001, Elias 2002). Nirengiler mekânsal çevrenin kullanıcın zihninde şekillenmesinde çok önemli yere sahiptirler (Brunner-Friedrich 2004). Ayrıca yayalar doğru yolda olup olmadıklarını bu nirengilerle kontrol ederler (Michon ve Denis 2001, Elias ve Sester 2002, Huang 2010) ve rota boyunca nirengilerle karşılaştıklarında kendilerini daha rahat hissederler. Özellikle kullanıcıların rota ile ilgili kararları verecekleri kavşak noktaları gibi karar verme noktalarında kullanıcın doğru yöne yönlenmesinde bu objeler çok önemli rol oynarlar (Klippel 2003). Bütün bu nedenlerle tasarlanan yaya navigasyon sistemlerinde nirengiler mutlaka kullanılmalıdır. Bu tez kapsamında ele alınacak çalışmada da nirengilerden yararlanarak navigasyon sağlayan bir sistem oluşturulmuştur.

5.1. Nirengilerin Sınıflandırılması

Nirengiler literatürde çok çeşitli şekillerde sınıflandırılmışlardır. Sorrows ve Hirtle (1999) nirengileri konumları ve özelliklerine göre şu şekilde sınıflandırmıştır:

- Görsel (visual) nirengiler: Bu tip objeler görsel karakterleriyle etraftaki diğer objelerden ayrılırlar. Örneğin bir bina için, boyutları, şekli, yaşı, rengi vb. özelikleri nirengi olarak seçilmesinde önemlidir.
- Bilişsel (cognitive) nirengiler: Objelerin kültürel veya tarihsel anlamı da nirengi olarak seçilmesinde etkilidir. Örneğin Mevlana Müzesi Konya için nirengi özelliği taşıyan bir objedir.
- Yapısal (structural) nirengiler: Objelerin fonksiyonları veya konumları da objeleri nirengi haline getirebilir. Konumu herkesçe bilinen objeler (valilik binası gibi) veya kullanım

fonksiyonu etraftaki objelerden farklı olan objeler (mesela kampus alanında kütüphane binası gibi) bu türde nirengi sınıfına girerler.

Lovelace vd. (1999) da nirengiler için 4 farklı sınıf tanımlamıştır:

- Karar verme noktalarındaki (choice point) nirengiler: Kullanıcıların navigasyon kararlarını verdikleri noktalarda (genellikle kavşak noktaları) yer alan nirengilerdir.
- Potansiyel karar verme noktalarındaki (potential choice point) nirengiler: Şu anki rotada kullanılmayan ancak kullanıcının tekrar rota hesaplatmasıyla kullanılması muhtemel olan nirengilerdir.
- Rota üzerindeki (on-route) nirengiler: Rota üzerinde olan fakat karar verme noktalarında olmayan nirengilerdir.
- Rota üzerinde olmayan (off-route) nirengiler: Rotadan uzakta olan fakat rota üzerindeyken görülebilen nirengilerdir.

Yine Raubal ve Winter (2002) nirengileri, global ve yerel olmak üzere iki farklı sınıfta incelemişlerdir:

- Global nirengiler: Rota üzerinde olmasa da rota üzerinden görülebilen ve mekânsal çevrenin kullanıcı zihninde oluşmasında ve kullanıcının yön tayinini yapmasında önemli olan nirengilerdir. Bu tip objeler bir caminin minaresi, uzaktaki bir dağ veya çok uzun bir bina olabilir.
- Yerel nirengiler: Rota üzerinde olan nirengilerdir. Bu nirengiler kullanıcının doğru yolda olup olmadığını devamlı kontrol ettiği objelerdir ve Raubal ve Winter (2002) bu objelerin yaya navigasyonunda mutlaka kullanılması gerektiğini vurgulamışlardır.

5.2. Nirengilerin Türetilmesi

Rota üzerindeki nirengilerin otomatik olarak türetilmesi için literatürde birçok çalışma yer almaktadır. Raubal ve Winter (2002) objelerin yapısal ve görsel özelliklerini dikkate alarak otomatik olarak nirengilerin türetilebileceğini savunmuşlardır. Bu yaklaşımda objeler nokta, çizgi ve alan obje olarak sınıflandırılırken aynı sınıftaki objeler görsel karakterleri, konum ve fonksiyonları dikkate alınarak ağırlıklandırılmaktadır. Bu ağırlıklandırma sonucu veri tabanında sorgulamayla nirengiler türetilmektedir. Bu yöntem küçük veri gruplarında uygulanabilir olsa da büyük veri gruplarında uygulaması oldukça zordur (Brunner-Friedrich 2004). Ayrıca bu ağırlık

katsayılarının farklı kullanıcılar için aynı olması, gece ve gündüz şartlarında bu katsayıların değişebilir olması sistemin eksikliği olarak değerlendirilmektedir (Brunner-Friedrich 2004). Yine Elias (2002) nirengileri otomatik olarak türetmek için, seçilen rota etrafında oluşturduğu tampon bölge içine giren objeleri veri tabanında alan (park, hayvanat bahçesi vb.), bina (kütüphane, restoran vb.) ve yol (cadde, sokak vb.) olarak sınıflandırıp ağırlıklandırmaktadır. Yine veri tabanı sorgulamasıyla nirengiler otomatik olarak türetilmektedir. Bu yaklaşım da yine yukarıdaki yaklaşımda olduğu gibi büyük veri gruplarında uygulaması zor bir yaklaşımdır. Brunner – Friedrich (2004) nirengilerin otomatik olarak türetilmesiyle ilgili olarak 6 farklı yaklaşımı incelemiş ve bu yaklaşımların güçlü ve zayıf yönlerini ortaya koymuştur. Buna göre bütün yaklaşımlarda nirengiler türetilmektedir. Fakat özellikle türetilen nirengilerin rota boyunca görülüp görülmediği incelenmemiştir. Bu ise türetilen bu objelerin navigasyonda kullanılıp kullanılamayacağının belirsiz olmasına neden olmaktadır. Brunner-Fiedrich (2004) bu eksikliği gidermek için bu yöntemlerin veri madenciliği (data-mining) ve lazer tarama (laser scanning) teknikleri gibi gelişmiş teknolojilere birleştirilerek uygulanabileceğini savunmuştur. Fakat bu yöntemlerin de uygulanması oldukça zordur. Bütün bu zorluklardan dolayı Burnett vd. (2001), Millonig ve Schechtner (2007) ve Delikostidis (2011) nirengileri çalışma alanında kullanıcı davranışlarını inceleyerek belirlemişlerdir. Bu yöntemde, çalışma alanını tanımayan birkaç kullanıcı seçilen rotalar üzerinde takip edilmiş ve bu kullanıcıların hangi objeleri nirengi kabul ettiği belirlenmiştir. Bu çalışmaların sonuçları nirengilerin bu yöntemle belirlenmesinin kullanıcı ihtiyaçlarına daha uygun olduğunu göstermektedir. Bu tez kapsamında anlatılacak olan uygulamada da nirengiler kullanıcılara yönelik yapılan anket çalışması ile belirlenmiştir. Bu anket çalışmasının sonuçlarına göre belirlenen nirengiler görsel karakterleri ve fonksiyonlarına göre sınıflandırılarak uygulamada kullanılmıştır. Bu konuyla ilgili ayrıntılı bilgi uygulama bölümünde (sekizinci bölüm) anlatılacaktır.

5.3. Aktif Nirengiler

Konum tabanlı hizmetler teknolojisini kullanan sistemlerde yayaların konumunun sadece GPS ile belirlenmesi bazen sorunlara neden olmaktadır. GPS ile belirlenen konum doğruluğu araç navigasyonu için oldukça iyiyken, yaya navigasyonunda özellikle sinyal kesilmelerinin olduğu dar sokaklar ve kapalı alanlarda yetersiz kalmaktadır. Bir diğer sorun ise özellikle

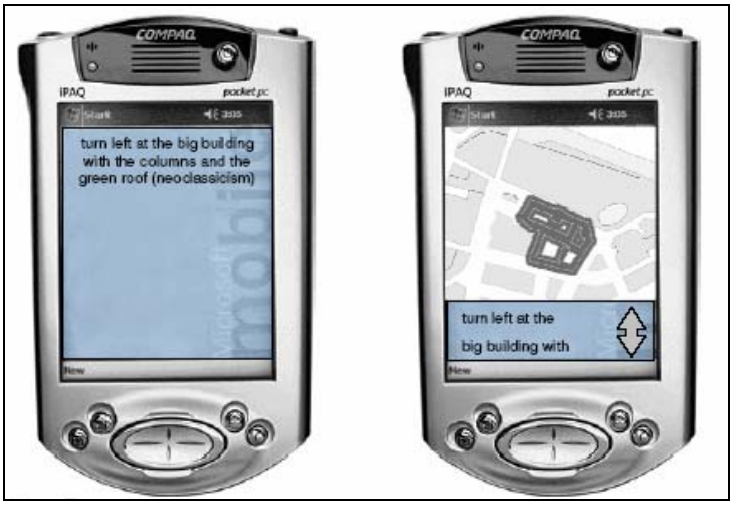
yayanın hızı GPS ile belirlenen konum doğruluğundan daha az olduğu durumlarda GPS ile belirlenen konum bilgisi yanıltıcı olmaktadır. Örneğin GPS'ten beklenen konum doğruluğu 5m iken, yaya ardışık GPS sinyalleri arasında 5m'den daha az yol kat etmişse GPS ile elde edilen konum bilgisi yanıltıcı olmaktadır (Brunner-Friedrich 2004). Bu nedenlerle konum doğruluğunu artırmak ve rota hakkında daha fazla bilgi vermek amacıyla da nirengilerin yaya navigasyonunda kullanılabileceği düşüncesiyle aktif nirengiler kavramı ortaya atılmıştır. Aktif nirengiler, üzerlerine kurulan algılayıcı sistemler yardımıyla kullanıcının kendisine yaklaştığını algılamakta ve doğrudan kullanıcıyla iletişim sağlayarak hem kendisiyle ilgili bilgi vermekte, hem de kurulan sistemle kullanıcının konumu bu nirengiden gelen sinyal şiddetinden yararlanarak düzeltilmektedir (Brunner-Friedrich 2004).

Fonksiyonlarının farklı olması nedeniyle aktif nirengiler diğer nirengilerden farklı özelliklere sahiptirler. Diğer nirengiler kullanıcı tarafından bulunup, tanımlanıp, doğrulanırken, aktif nirengiler ise kullanıcıyı arar ve kullanıcıyla bir ara yüzle eş zamanlı radyo sinyalleriyle iletişim kurarak kullanıcının navigasyon sisteminde kendisini tanımlarlar. Bu davranışlarından dolayı aktif nirengilerin her zaman diğer nirengilerde bulunması gereken şartları taşımasına gerek yoktur. Örneğin kullanıcının onları bulmasına gerek olmadığından ön plana çıkan görsel karakter vb. özelliklerinin olmasına ihtiyaçları yoktur. Bununla beraber karakteristik özellikleriyle ön plana çıkan bir nirengi de aktif nirengi olarak kullanılabilir. Nirengiler navigasyona yardımcı objelerdir fakat aktif nirengiler bunun yanı sıra kurulan sistemin özelliklerine göre sözlü veya yazılı olarak istenilirse kendileri ve çevreleri ile ilgili bilgiler de verebilmektedirler (Brunner-Friedrich 2004). Aktif nirengiler yaklaşımı ileri teknoloji gerektirdiğinden genellikle küçük alanlarda uygulanan prototip çalışmalarda kullanılmıştır.

5.4. Nirengilerin Görselleştirilmesi

5.4.1. Yazıyla gösterim

Bu yöntemde yön tarifleri yazıyla verilirken nirengiler de ek bilgi olarak verilir (ör. Büyük binadan sola dön gibi) (Brunner-Friedrich 2004). Harita kullanmadan da bu yöntem uygulanabilir ancak haritayla beraber kullanılması tercih edilmektedir (Şekil 5.1). Çünkü harita kullanıcının zihninde mekânsal çevrenin oluşması için çok önemlidir.



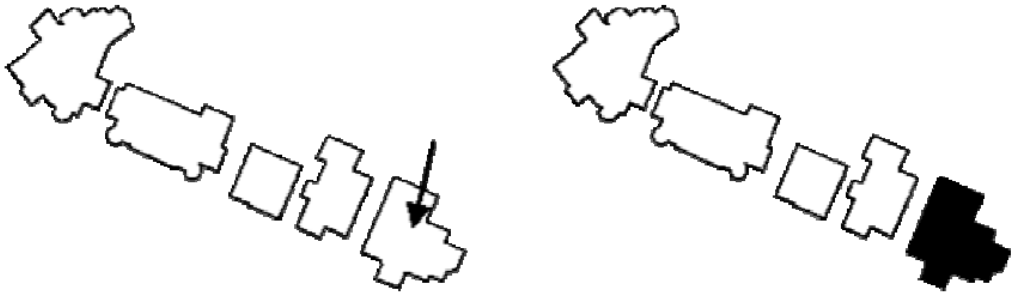
Şekil 5.1. Nirengilerin yazıyla gösterilmesi (Brunner-Friedrich 2004)

5.4.2. Harita ve haritayla ilişkili gösterim

Bu yöntemde harita üzerinde nirengilerin ön plana çıkarılması için çeşitli yaklaşımlar ortaya atılmıştır:

- **Grafik değişkenler kullanarak:**

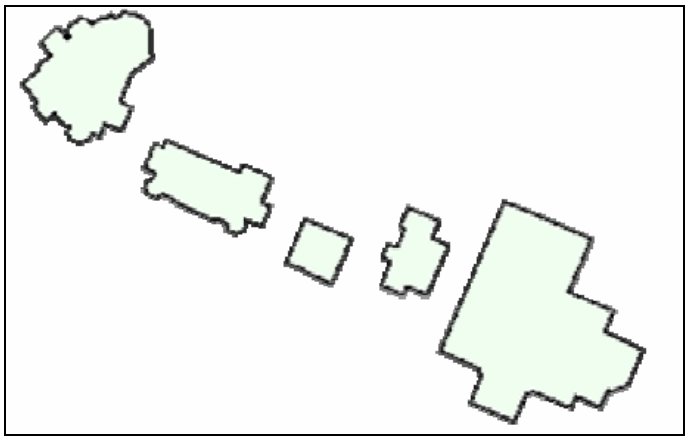
Grafik değişkenlerin kullanıldığı ilk yöntemde nirengi bir okla işaretlenip daha sonra renklendirilmektedir (Şekil 5.2) (Elias 2002). Bu yöntem de sadece nirengi renklendirildiğinden nirenginin algılanması kolaydır ve lejant ihtiyacı yoktur. Ancak birçok objenin renklerle gösterilmesi gerektiğinde yetersiz kalmaktadır.



Şekil 5.2. Nirenginin renk değişkeniyle gösterilmesi (Elias 2002)

Grafik değişkenlerin kullanıldığı bir diğer yöntem ise diğer objeler normal boyutlarında gösterilirken nirenginin abartılarak ve animasyonlu olarak gösterilmesidir (Şekil 5.3) (Elias

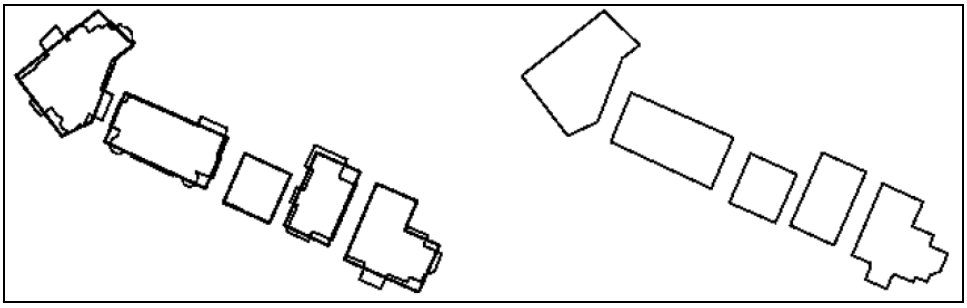
2002). Animasyon uygulamadan da yöntem uygulanabilir ancak kullanıcı yabancı olduğu bir bölgede objenin gerçek boyutunu algılamakta zorlandığından objenin abartıldığını fark etmemektedir (Elias 2002). Bu nedenle objeye küçülüp büyüyen bir animasyonun verilmesi uygun görülmektedir.



Şekil 5.3. Nirenginin abartılarak gösterilmesi (Elias 2002)

- **Genelleştirme operatörleri kullanarak:**

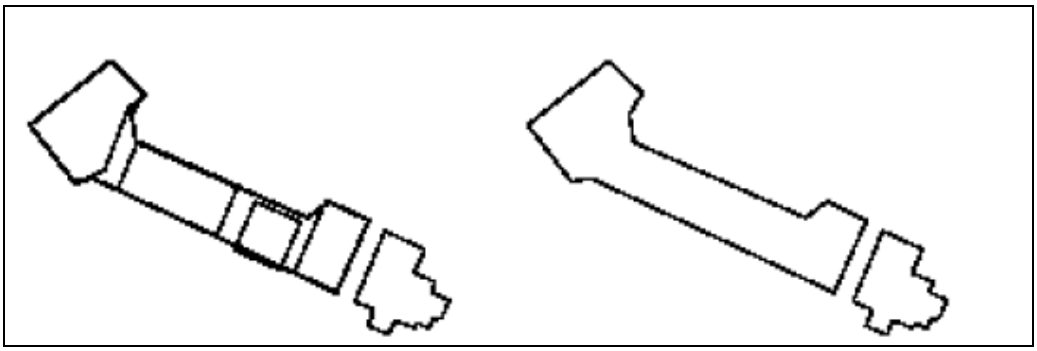
Genelleştirme operatörlerinin kullanıldığı ilk yöntem diğer objelere basitleştirme operatörü uygulanarak nirenginin olduğu gibi bırakılmasıdır (Şekil 5.4) (Elias 2002). Bu basitleştirme yöntemiyle nirengi hemen ön plana çıkmaktadır.



Şekil 5.4. Nirenginin basitleştirme yöntemiyle ortaya çıkarılması (Elias 2002)

Yine genelleştirme operatörlerinin kullanıldığı bir diğer yöntem ise diğer objeler birleştirilerek sadece nirenginin yalnız bırakılmasıdır (Şekil 5.5) (Elias 2002). Bu yöntemde de nirengiler hemen ön plana çıkmaktadır fakat navigasyon açısından ve kullanıcının harita ile

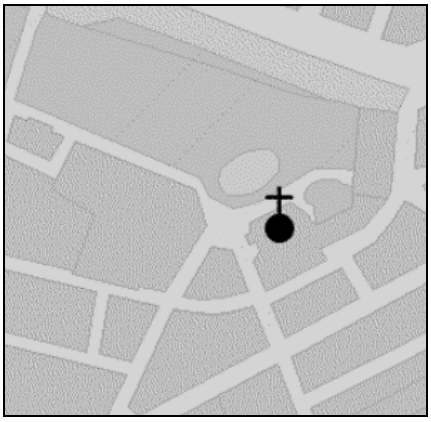
gerçek dünya arasında iletişim kurmasında çok önemli olan küçük sokaklar bu yöntemde ihmal edilmektedir (Elias 2002).



Şekil 5.5. Nirenginin birleştirme yöntemiyle ön plana çıkarılması

- **İkon işaretler kullanılarak:**

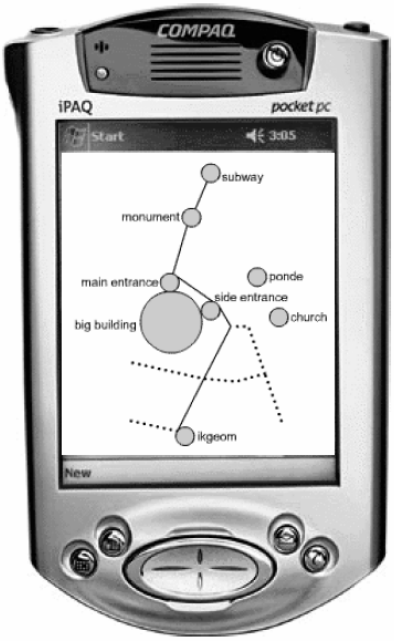
Nirengilerin görselleştirilmesinde grafik değişkenler ve genelleştirme operatörlerinden yararlanma yerine sembol (caminin hilal ve ayla gösterilmesi vb.) veya ikon işaretler de kullanılabilir veya bu ikon işaretler üzerine grafik değişkenler uygulanabilir. Fakat kullanılacak bu sembol veya ikon işaretler çok basit ve kullanıcı tarafından lejant kullanmaksızın algılanabilecek şekilde tasarlanmalıdır (Şekil 5.6) (Brunner-Friedrich 2004). Çünkü mobil cihazların ekranları çok küçük olduğundan haritanın kenarında lejant için bir alan genellikle ayrılmamaktadır. Bu sorun bir butona basarak lejantın çıkması sağlanarak çözülebilir ama bu da gereksiz bir fare tıklaması ve haritadan kopma olarak değerlendirilmektedir.



Şekil 5.6. Nirenginin ikon işaretle gösterilmesi (Brunner-Friedrich 2004)

5.4.3. Şematik harita (schematic map) kullanarak gösterim

Sadece nirengiler ve rotanın gösterildiği ve kullanıcıların nirengilerle ilişkili olarak dönüşleri görebildikleri şematik haritalar (kartogram) kullanılarak nirengiler gösterilebilir (Şekil 5.7) (Bruner-Friedrich 2004). Bu yöntemin dezavantajı ise rotanın etrafındaki diğer yollar vb. ayrıntılar gösterilmediğinden kullanıcının zihninde mekânsal çevre oluşmamakta ve ayrıca kullanıcının farklı bir rota seçme şansı da kalmamaktadır.



Şekil 5.7. Şematik haritayla nirengilerin gösterilmesi (Brunner-Friedrich 2004)

5.4.4. Taslak harita (sketch map) kullanarak gösterim

Taslak haritalar elle yapılan haritaları anımsatan sabit bir ölçeği olmayan haritalardır. Yollar, binalar vb. objeler önem derecelerine göre abartılarak veya küçültülerek çizilmiştir (Şekil 5.8). Taslak haritalara ağırlıklandırılmış (weighted) haritalar da denilebilir (Brunner-Friedrich 2004). Taslak haritalarda objelerin ağırlıklandırılmasında krokiyi üreten kişinin düşünceleri çok önemli olmaktadır. Bu nedenle taslak haritalar subjektif haritalar olarak değerlendirilmektedir.



Şekil 5.8. Nirenginin taslak haritayla gösterilmesi (Brunner-Friedrich 2004)

5.4.5. Multimedya imkânlarıyla gösterim

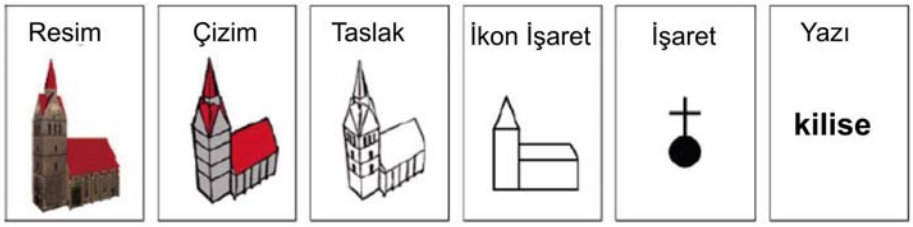
Mobil cihaz kapasitelerinin artmasıyla nirengilerin, fotoğraflarla, 3 boyutlu görüntülerle, sıralı videolarla ve artırılmış gerçeklik (augmented reality) teknolojileriyle gösterilmesine yönelik çalışmalar yapılmıştır (Şekil 5.9) (Radoczky 2004, Kolbe 2003, Hile vd. 2009). Ancak mevcut mobil cihaz kapasitelerinin hala istenen seviyede olmaması (özellikle işlemci hızı, ekran çözünürlüğü vb.) ve 3 boyutlu gösterim ve ileri teknolojik gösterimlere kullanıcıların henüz adapte olamamaları nedeniyle bu yöntemler çok fazla tercih edilmemektedir. Fakat mobil cihaz kapasitelerinin artması ve kullanıcı profillerindeki değişimlere bağlı olarak bu yöntemlerin ileride daha fazla tercih edilebileceği değerlendirilmektedir.



Şekil 5.9. Nirengilerin multimedya imkânlarıyla gösterilmesi (Brunner-Friedrich 2004)

5.4.6. Bina tipi nirengiler için bir yaklaşım

Elias ve Paelke (2008) iki farklı rota üzerinde yaptıkları incelemelerde kullanılan nirengilerin %50'sinin bina olduğunu tespit etmişler ve bina tipi nirengiler için popüler (well-known) mağazalar (örneğin zincir şirketler), türü ile bilinen mağazalar (shops referenced by their type) (ör. restoran, kafe gibi), belirli bir ismi veya fonksiyonu olan binalar (ör. hastane, cami vb.) ve görsel karakteriyle ön plana çıkan binalar olmak üzere 4 farklı kategori tanımlamışlar ve her bir kategorideki binaların farklı gösterim seviyelerinde (Şekil 5.10) nasıl gösterilebileceği ile ilgili de bir tablo hazırlamışlardır (Çizelge 5.1). Bu tabloya göre ismiyle popüler olan mağaza vb. binaların taslak çizimleriyle veya ikon işaretle, türü ile bilinen mağazaların ikon işaret veya işaret ve yazıyla, belirli bir ismi veya fonksiyonu olan binaların resim, çizim veya taslak çizimleriyle, görsel karakteriyle ön plana çıkan binaların ise resim veya çizimleriyle gösterimi önerilmiştir. Bu tez kapsamında anlatılan uygulamada da çalışma bölgesinde seçilen nirengiler bina olduğu için bu tabloya göre nirengiler sınıflandırılmış ve görselleştirilmiştir. Bu yöntemin uygulaması, uygulama bölümünde (bkz. sekizinci bölüm) ayrıntılı olarak anlatılacaktır.



Şekil 5.10. Farklı gösterim seviyelerinde bir kilisenin gösterilmesi (Elias ve Paelke 2008)

Çizelge 5.1. Farklı özellikleriyle ön plana çıkan bina tipindeki nirengiler için gösterim önerileri (Elias ve Paelke 2008)

	Resim (Image)	**Çizim (Drawing)**	**Taslak (Sketch)**	**İkon İşaret (Icon)**	**İşaret (Symbol)**	**Yazı (Words)**
Mağaza (İsim)			+	+		
Mağaza (Tip)				+	+	+
Fonksiyon/İsim	+	+	+			+
Görsel özellik	+	+				

6. YAYA NAVİGASYONUNDA KARTOGRAFİK GÖSTERİM İLKELERİ

Son yıllarda mobil haritaların kullanıldığı yaya navigasyon uygulamaları yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu uygulamalarda kullanıcının konumu çeşitli yöntemlerle sisteme alınmakta ve geliştirilen ara yüzlerle kullanıcı ihtiyaçlarına cevap verilmeye çalışılmaktadır. Burada en önemli sorun mobil cihazın küçük ekranında mekânsal objelerin, uygun ölçekte, okunaklı ve kullanıcının gerçek dünya ile ilişkisini kurmasını sağlayacak şekilde görselleştirilmesidir. Mobil cihazların küçük ekran boyutları ve yaya navigasyonunda kullanılan mobil haritaların oldukça dinamik olması gereken içeriği, mobil haritaların tasarımının analog haritalardan ve diğer ekran haritalarından farklı yapılmasını gerektirmektedir. Bu bölümde yaya navigasyonu amacıyla hazırlanan mobil uygulamalarda karşılaşılan kısıtlamalar, mekânsal objelerin görselleştirilmesinde nelere dikkat edilmesi gerektiği ve mobil harita tasarımında ortaya atılmış yaklaşımlar hakkında bilgi verilecektir.

6.1 Mobil Harita Tasarımında Sınırlar

Mobil harita tasarımında en önemli konu haritanın okunaklılığını korumak ve objelerin birbirleriyle kontrastını sağlamaktır. Mobil harita tasarımındaki sınırlar mobil cihaz kapasitesi ve Internet erişimindeki sınırlar olmak üzere iki başlıkta incelenebilir. Mobil cihaza bağlı sınırlamalar küçük ekran boyutu, sınırlı çözünürlük, sınırlı depolama alanı ve sınırlı işlemci gücüdür. Internet erişimindeki sınırlar ise bağlantı yavaşlığı, verinin gecikmesi ve büyük verilerin taşınmasının zorluğudur (Urquhart vd. 2003). Burada harita tasarımı için en önemli sınırlama küçük ekran boyutudur. Çünkü mobil cihazlarda tüm detaylar, analog haritalar veya sayısal haritalarda olduğu gibi gösterilemez. Mobil harita üzerindeki bilgi yoğunluğu daha fazla genelleştirme yapılarak ve kullanıcı ihtiyaçları dikkate alınarak azaltılmalıdır.

Nokta, çizgi ve alan objeler işaretlerle haritalarda gösterilmektedir. Analog haritalarda, sayısal haritalarda ve web haritalarında kullanıcı bu işaretlerin anlamını lejanta bakarak anlayabilmektedir. Bu nedenle bu haritalarda basit geometrik işaretler kullanılmaktadır. Aynı işaret farklı haritalarda farklı anlama gelebildiğinden bu haritalarda lejant mutlaka kullanılmalıdır (Worm 2001). Mobil haritalarda ise lejant için hem yer yoktur hem de kullanıcının işaretleri anlamak için zamanı yoktur. Çünkü kullanıcı hareket halindedir ve işaretleri anlamaya çalışırken harita ile gerçek dünya arasındaki ilişkiyi kaybedebilir. Bu nedenle

mobil haritalarda geometrik işaretler yerine temsil ettiği objeyle direk ilişki kurulabilen ve lejanta bakmadan anlaşılabilen resimsel işaretler tercih edilmelidir (Nivala ve Sarjakoski 2007).

Küçük ekran harita tasarımında bir diğer sınırlama ise işaret ve yazıların okunabilirliğidir. Analog ve sayısal haritalardaki minimum işaret boyutları mobil haritaların ekran boyutları ve kullanıcının hareketli olması dikkate alındığında mobil haritalarda kullanılamaz. İşaretler hareket halindeki mobil kullanıcının anlayabileceği şekilde belirgin tasarlanmalıdır. Burada mobil cihaz kapasitelerinde boyuttan daha etkili olan renk, animasyon ve kontrast tekniklerinin kullanılması tercih edilmelidir. Yine haritanın okunaklılığını korumak için yazı sadece ilgilenilen objeler için kullanılmalıdır (Doğru ve Uluğtekin 2006, Nagi 2004, Nivala ve Sarjakoski 2007).

Yine bir diğer sınırlama oluşturulan harita dosyasının boyutudur. Mobil cihaz kapasiteleri ve Internet erişimi dikkate alındığında oluşturulan harita dosyalarının boyutlarının çok büyük olmaması gerekmektedir. Bu nedenle özellikle kullanıcıya raster formatta sunulan haritalarda, haritaların belirli kurallara göre parça parça (tile) kullanıcıya sunulması tercih edilmelidir (Delikostidis 2011, Nivala ve Sarjakoski 2007).

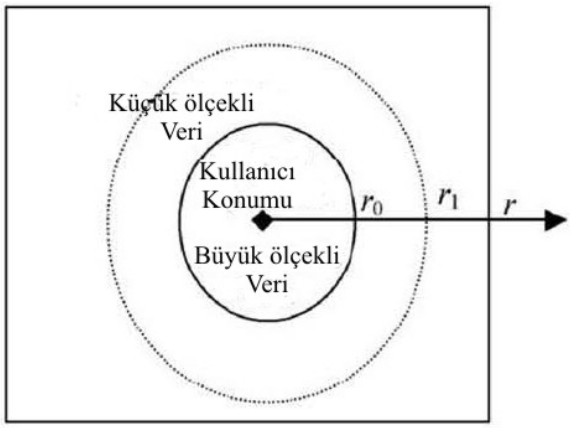
Mobil haritalarda renk kullanımı da çok önemlidir. Özellikle güneş ışığı, gece karanlığı gibi dış etkenlerin olduğu ortamda hareket halindeki kullanıcının işaretleri algılayabilmesi için objeler arasındaki kontrastı en iyi gösterecek renk ve kontrast teknikleri kullanılmalıdır (Nivala ve Sarjakoski 2007).

Zum ve kaydırma teknikleri mobil haritalarda kullanılabilir. Ancak kullanıcının zum ve kaydırma yaparken gerçek dünya ile ilişkisini kaybedebileceği dikkate alınarak LBS uygulamalarında mobil harita, belirlenen kullanıcı konumunu merkez alacak şekilde otomatik olarak gelmeli ve uygun zum seviyesi otomatik olarak sunulmalıdır (Nagi 2004, Nivala ve Sarjakoski 2007).

6.2 Mobil Haritalarda Mekânsal Objelerin Kartografik Gösterimi

Mobil harita tasarımında küçük ekran boyutlarında hangi mekânsal objelerin nasıl gösterileceği en önemli konudur (Baus vd. 2002, Doğru ve Uluğtekin 2006, Burigat ve Chittaro 2007, Mishra ve Punia 2005, Nivala ve Sarjakoski 2007). Örneğin navigasyonda kullanılan mobil harita üzerinde tüm çalışma alanını gösteren küçük ölçekli bir harita kullanılırsa kullanıcı için gerekli olan detaylar gösterilemez. Aynı şekilde detayları göstermek için büyük ölçekli bir harita kullanılırsa da yine kullanıcının navigasyonu için gerekli olabilecek daha geniş çevredeki

detaylar gösterilemez. Aslında yaya navigayonunda kullanıcının hem bulunduğu konumun yakın çevresinin detaylı haritasına hem de daha geniş alanı gösteren küçük ölçekli bir haritaya ihtiyacı vardır. Bu ihtiyacı karşılamak için kullanılan haritanın köşesinde küçük harita (overview map) tarzında tüm alanı gösteren bir haritanın kullanılması mobil cihazın küçük ekran boyutları düşünüldüğünde tercih edilmemektedir. Bu problemin çözümünde Harrie vd. 2002 ve Hampe vd. 2004 kullanıcının bulunduğu konum etrafında büyük ölçekli haritaların kullanılmasını, haritanın kenarlarına gidildikçe küçük ölçekli daha az detay içeren haritaların kullanılmasını önermişlerdir (Şekil 6.1). Burada önerilen kullanıcının yakın çevresinde daha çok mekânsal objenin detaylı olarak büyük ölçekte gösterilmesi, bu konumdan uzak olan bölgelerde ise daha az detay gösterilerek genelleştirme oranının artırılmasıdır.



Şekil 6.1. Değişken ölçekli harita yaklaşımı (Harrie vd. 2002 ve Hampe vd. 2004)

Görsel etki açısından mobil haritalarda kullanılacak işaretlerin seçimi de çok önemlidir. Mobil harita kullanıcısı yaygın kullanılan ve çevresindeki objelerle direk ilişki kurabildiği işaretleri daha kolay algılamaktadır (Nissen vd. 2003). Mobil haritaların kullanılabilirliğini artırmak için mobil kullanıcının profiline ve haritanın yapılış amacına göre işaret seçimi yapılmalıdır. Kullanıcıların ilgi alanları, bölgeye önceden gelip gelmedikleri, yaşları, eğitim durumları, cinsiyetleri vb. özellikleri kullanıcı ihtiyaçlarını ve bu ihtiyaçları karşılamak için kullanılacak işaret seçimlerini etkiler (Zipf 2002, Nivala ve Sarjakoski 2007). Mobil harita kullanıcısının haritayla ilişkisini sağlamak için hangi mekânsal objelerin ve harita bilgilerinin (lejant, başlık vb.) mobil haritalarda nasıl gösterileceğinin belirlenmesi çok önemlidir. Geleneksel kartografik yaklaşımdaki lejant, başlık, ölçek, işaretleştirme ve sayısal kartografyada kullanılan kullanıcı ara yüzü, dosya formatları, zum (büyütme küçültme), kaydırma (pan), seçme

ve ön plana çıkarma gibi özelliklerin mobil haritalarda nasıl kullanılacağı belirlenmelidir (Mishra ve Punia 2005). Mekânsal obje ile kullanıcı arasındaki iletişim zincirinde görselleştirme en son aşamadır. Bu nedenle harita ölçeğinin seçimi, haritanın sunum şekli ve harita içeriğinin görselleştirilmesi mekânsal objenin kullanıcı tarafından algılanmasında çok önemli faktörlerdir. Bu nedenle harita ve içeriğinin mobil cihaz kapasitesine göre genelleştirilmesi bu üç şartın sağlanması için araştırmalarda önerilmektedir. Genellikle mobil harita kullanıcısının genel ve detaylı harita bilgilerine ulaşmasını sağlamak amacıyla mobil haritalarda büyütme küçültme (zum) ve kaydırma (pan) özellikleri kullanılmaktadır. Fakat bu yöntemlerin kullanıcının haritayla gerçek dünya arasında kurduğu ilişkiyi bozma tehlikesi vardır (Burigat ve Chittaro 2007, Dilo ve Oosterom 2006). Bu bölümde yaya navigasyonunda kullanılan mobil haritaların tasarımı için önerilen çeşitli yaklaşımlar ele alınacaktır. Bu kapsamda mobil haritalarda genel ve detaylı bilgilerin bir arada sunulması, haritanın yöneltilmesi, 3 boyutlu gösterimin avantaj ve dezavantajları, mobil harita tasarımında "uyarlama (adaptation)" yaklaşımı hakkında ayrıntılı bilgiler verilecektir.

6.2.1. Mobil harita tasarımında genel ve detaylı bilgilerin sunumu

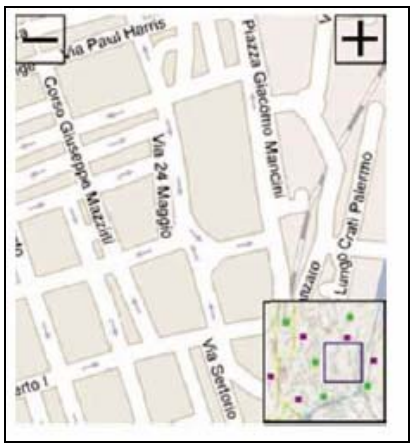
Yukarıda da sözü edildiği gibi mobil harita tasarımını etkileyen en önemli kısıtlama küçük ekran boyutudur. Bu küçük ekranda yaya navigasyonunda kullanıcının ihtiyaç duyduğu genel ve detaylı bilgileri kullanıcıya sunmak en önemli araştırma konularından birisidir. Tüm alanı gösteren küçük ölçekli haritaların (overview map), küçük mobil cihaz ekranında kullanılması ekranı daha da küçültmektedir. Fakat çok büyük ölçekli detaylı haritaların mobil cihaz ekranına kullanılması da sadece küçük bir alanın görüntülenmesini sağlayacağından kullanıcının çevreyi tanımasını ve çevreyle ilişki kurmasını engellemektedir (Yammiyavar vd. 2007, Buering vd. 2006, Stuart vd. 1999, Hornbaek vd. 2002). Büyütme küçültme (zum) ve kaydırma (pan) özelliklerinin kullanılması detaylı haritalarla tüm alanı gösteren (overview) harita arasındaki ilişkiyi kurmada ve mekânsal çevrenin kullanıcı zihninde şekillenmesini sağlamada bir çözüm olarak görülmektedir. Fakat farklı detay seviyesindeki haritaların kullanım sırasında adım adım oluşturulması durumunda meydana gelecek zaman kaybı nedeniyle kullanıcı mekânsal ilişkileri kaybedebilmektedir (Delikostidis 2011, Dilo ve Oosterom 2006).

Bu problemin çözümünde çoğu normal bilgisayarlarda uygulanan yöntemlerin mobil cihazlara uyarlanması şeklinde olan bazı yaklaşımlar önerilmiştir. Aşağıda bu yaklaşımlardan

küçük ve detaylı haritanın birlikte gösterimi, içeriğe odaklanma ve balıkgözü gösterimi, ekran dışındaki objelerin gösterimi, yumuşak (smooth) zum ve kaydırma yaklaşımı ve değişken ölçekli harita yaklaşımlarından bahsedilecektir:

6.2.1.1. Küçük ve detaylı haritanın birlikte gösterimi

Bu yaklaşım bilgisayarlarda uygulanan sistemin mobil cihazlarda da uygulanabileceğini savunmaktadır. Bu yaklaşımda hem detaylı harita hem de tüm alanı gösteren küçük (overview) harita aynı anda kullanıcıya sunulmaktadır. Bu yaklaşımda detaylı haritanın gösterilmiş olduğu bölge küçük harita üzerinde işaretlenmekte ve kullanıcının tüm alan içerisinde nerede olduğunu anlaması hedeflenmektedir (Şekil 6.2).



Şekil 6.2. Küçük ve detaylı haritanın birlikte gösterimi (Burigat vd. 2008)

Araştırmalar bu yaklaşımın bilgisayar uygulamalarında kullanılabilir olduğunu göstermektedir (Beard ve Walker 1990, Hornbaek vd. 2002, North ve Schneiderman 2000). Fakat bu yöntem mobil uygulamalarda iyi sonuç vermemektedir (Chittaro 2006, Buering vd.2008). Bunun nedeni iki görüntü arasında doğrudan kolaylıkla kurulabilecek bir ilişkinin olmaması, küçük ekran şartlarında detaylı haritanın sınırlarının çok dar olması ve iki görüntü arasında ilişki kurmak için kullanıcının yoğun çaba sarf etmesinin gerekliliğidir. Özellikle kullanıcının hızlı bir şekilde çevresiyle ilişki kurmasını gerektiren yönlendirme uygulamalarında bu yöntem kullanılmamalıdır (Buering vd. 2006). Küçük ekran şartlarında küçük harita üzerindeki detayların okunamaması da kullanıcının çevreyle ilişki kurmasını zorlaştırmaktadır

(Chittaro 2006). Bu nedenle zaten küçük olan mobil cihaz ekranını daha da küçülten küçük (overview) harita gösteriminin mobil uygulamalarda kullanılmaması tavsiye edilmektedir.

6.2.1.2. İçeriğe odaklanma ve balıkgözü gösterimi

Bu yaklaşım da bilgisayar uygulamalarından türetilmiştir. Bu yaklaşımda çift odaklı bir gösterim sağlanmaktadır. Buna göre ilgilenilen obje ve yakın çevresi daha büyük, daha uzak bölgeler ise daha küçük gösterilmektedir. İlgilenilen bölgeye mercek tutulmuş gibi bir gösterim şeklidir. Bu şekilde kullanıcıya bulunduğu bölgenin hem detaylı hem de küçük (overview) haritası küçük haritaya ayrı bir yer ayırmaksızın sunulabilmektedir (Chittaro 2006).

Bu yaklaşımı daha da geliştirmek üzere balıkgözü yaklaşımı geliştirilmiştir. Bu yaklaşımda kullanıcının ilgilendiği bölge merkez alarak en büyük büyütme bu bölgeye uygulanmakta ve bu bölgeden uzaklaştıkça ekranın kenarlarına doğru büyütme oranı düşürülmektedir. Böylece merkezdeki objeler büyük boyutta, kenardaki objeler daha küçük boyutta gösterilmekte ve kullanıcının zum ve kaydırma özelliklerini kullanmasına gerek kalmamaktadır. Fakat bu yöntemde harita veya görüntünün boyutuna göre bozulmalar meydana gelebilmektedir (Plaisant vd. 1995).

Balıkgözü yaklaşımın mobil cihazlarda ve yönlendirme uygulamalarında kullanılabilirliği zordur ve tartışmalıdır. Çünkü yönlendirme uygulamalarında kullanıcılar ekrandaki objelerin geometrik ilişkilerini değerlendirerek yolculuk zamanını kestirmek isterler. Bu yöntemde ise farklı büyütmeler uygulandığı için bu kestirimde yanılma ihtimali çok yüksektir (Robbins vd. 2004). Yine de kullanıcının ilgilendiği bölgeyi büyüten ve önemli hale getiren diğer bölgeleri ise daha az önemli şekilde sunan balıkgözü vb. yaklaşımlar mobil uygulamalarda faydalı olabilir. Örneğin karmaşık yol kavşaklarında bu yöntemin uygulanması, o bölgeyi büyüteceği için faydalı olurken, kavşak noktası dışında normal yol üzerinde hareket ederken bu yöntemin uygulanması ise gereksizdir (Chittaro 2006).

6.2.1.3. Ekran dışındaki objelerin gösterimi

Özellikle mobil cihazlarda zum ve kaydırma (pan) özelliklerinin kullanılması kullanıcının mekânsal çevreyle ilişki kurmasını sağlayacak nirengi niteliğindeki birçok objenin ekranın

dışında kalmasına neden olabilmektedir (Şekil 6.3) (Baudisch ve Rosenholtz 2003, Burigat vd. 2006).



Şekil 6.3. Mobil cihaz ekranında etraftaki nirengilerin (metro ve restoran gibi) ekranın dışında kalması (Irani vd. 2006)

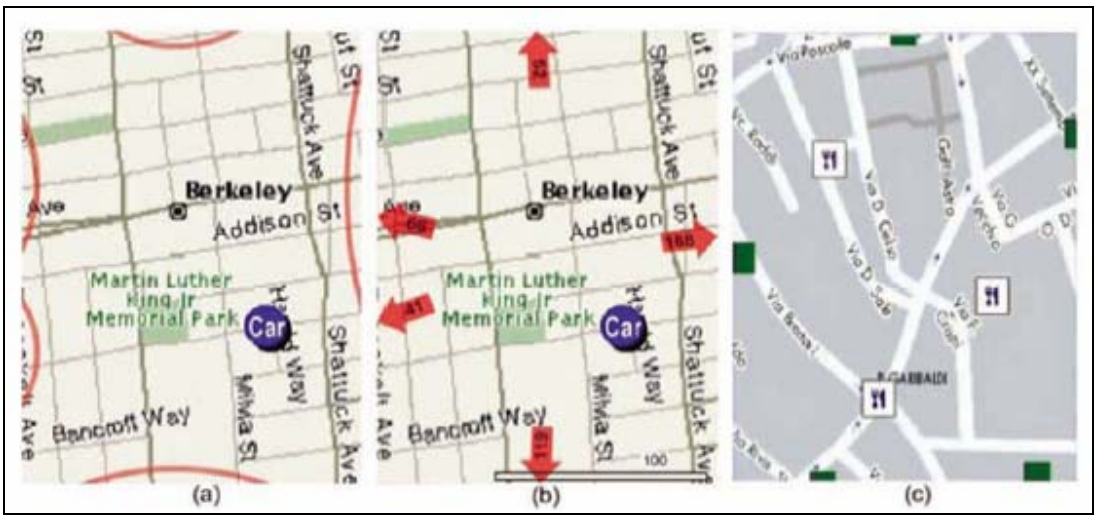
Bu problemin çözümünde ekran dışındaki objelerin gösterimi amacıyla "ışık halkası (halo)", "şehir ışıkları (CityLights)" ve "oklar (Arrows)" gibi yöntemler geliştirilmiştir.

"Işık halkası" yönteminde ekran dışındaki önemli objelerin etrafında bir halka oluşturulmakta ve bu halkanın bir parçasının ekranda görülmesi sağlanarak ekran dışındaki önemli objelerin kullanıcının o anki konumuna göre yönü, kullanıcıya sunulmaktadır (Şekil 6.4.a). Ayrıca bu halkanın büyüklüğü kullanıcıya objeye olan uzaklığı ile ilgili de fikir vermektedir. Eğer halka büyükse obje uzak, küçükse obje yakındır (Baudisch ve Rosenholtz 2003).

"Şehir ışıkları" yönteminde ise ekran dışındaki objenin nokta, çizgi veya alan olmasına göre nokta, çizgi veya alan şeklinde ekranın kenarında bir işaret gösterilmektedir (Şekil 6.4.c). Bu işarete renk veya kalınlık verilerek ekran dışındaki objenin uzaklığı ile ilgili bilgiler de verilebilmektedir (Zellweger vd. 2003).

"Oklar" yöntemi de "ışık halkası" yöntemine benzer şekilde ekran dışındaki objenin yönünü ve uzaklığını vermektedir. Fakat bu yöntemin farkı, halkalar yerine okları kullanmasıdır (Şekil 6.4.b). Objelerin uzaklığı okların büyüklüğü, rengi veya yazıyla gösterilebilir (Burigat vd.

2006). Yapılan test uygulamalar "oklar" yönteminin diğer yöntemlere göre daha etkili olduğunu, ancak ekran dışındaki objelerin gösterimiyle ilgili daha fazla çalışmanın yapılması gerektiğini göstermektedir (Burigat vd. 2006).



Şekil 6.4. Ekran dışındaki objelerin gösterim yöntemleri a) Işık halkası yöntemi b) Oklar yöntemi c) Şehrin ışıkları yöntemi (Baudisch ve Rosenholtz 2003, Burigat vd. 2006)

6.2.1.4. Yumuşak (smooth) zum ve kaydırma yaklaşımı

Bu yaklaşım adım adım zum yaklaşımlarının navigasyon sırasında kullanıcıyla mekânsal çevre arasındaki etkileşimi bozduğu gerekçesiyle ortaya atılmıştır. Bu yaklaşımda sadece ölçeğe bağlı zum değil anlamsal (semantic) zum önerilmekte ve haritanın amacı ve kullanıcı istekleri dikkate alınarak içeriğin amaca uygun olarak filtrelenmesi ve haritanın kullanıcının müdahalesi olmadan otomatik olarak kullanıcının önüne gelmesi önerilmektedir (Delikostidis 2011). Bu yönteme zum seviyeleri arasındaki geçişlerde animasyonlar kullanılabildiği için "animasyonlu zum (animated zoom) yaklaşımı" da denilmektedir. Fakat bu yöntemlerin küçük mobil cihaz ekranlarında kullanılması kolay değildir. Örneğin birbiriyle anlamsal ilişkili olan tüm objelerin, şeklini fazla bozmadan küçük mobil cihaz ekranı üzerinde göstermek oldukça zordur. Yukarıda anlatılan ekran dışındaki objeleri gösterme yaklaşımları bir çözüm gibi görülse de yapılan test uygulamalar bu yöntemlerin de kullanıcılar tarafından anlaşılmasının zorluğunu ortaya koymaktadır (Burigat vd. 2006.) Midtbo ve Nordvik (2007) masaüstü bilgisayarlar için yaptıkları uygulamada animasyonlu zum ve adım adım zum yaklaşımlarını kullanıcılar üzerinde test etmişlerdir. Bu kapsamda kullanıcıdan, ekrandan seçtiği bir noktayı her iki zum yöntemi otomatik olarak uygulandığında tekrar bulması istenmiştir. Yapılan uygulama sonucunda

animasyonlu zum yaklaşımında kullanıcının objeyle olan bağının daha iyi korunduğu ve bu bağı korumada etraftaki nirengilerin de çok önemli olduğu ortaya çıkmıştır.

Fakat animasyonlu zum yaklaşımının mobil cihazlarda kullanımı animasyonların mobil cihazda uygulanmasında karşılaşılan sıkıntılar nedeniyle kolay değildir. Ancak mobil cihazların daha da gelişmesiyle kullanıcının hızına bağlı otomatik animasyonlu zum yaklaşımlarının mobil cihazlarda kullanılabileceği değerlendirilmektedir (Buering vd. 2008). Birçok çalışmada yumuşak zum yaklaşımının mobil haritalarda kullanımı önerilmektedir (Nivala vd. 2003, Reichenbacher 2004, Dilo ve Oosterom 2006, Elzakker vd. 2008).

6.2.1.5. Değişken ölçekli harita yaklaşımı

Kullanıcıya tüm alanı gösteren küçük bir harita (overview) ile detaylı bir haritayı aynı anda sunmak için geliştirilmiş, harita üzerinde birden fazla ölçek kullanmayı öneren bir yaklaşımdır. 6.2.1.2 bölümünde anlatılan balıkgözü yaklaşımına benzemektedir. Ancak genelleştirmede kullanılan değişken ölçek kavramı kullanıcının bulunduğu bölgeyi mercek tutulmuşçasına büyütüp diğer bölgeleri sıkıştırmanın ötesinde bir kavramdır. Bu yaklaşımda kullanıcının bulunduğu bölge büyük ölçekli, daha uzak bölgeler ise küçük ölçekli olarak çizilmektedir. Kullanıcının bulunduğu bölge etrafında çizilen bir daire içerisinde veri kümesinin temel ölçeği esas alınmakta, diğer bölgelerde ise gerçek zamanlı genelleştirme operatörleri kullanılarak türetilmiş küçük ölçekli haritalar kullanılmaktadır (Şekil 6.5) (Harrie vd. 2002).



Şekil 6.5. Değişken ölçekli gösterim (Harrie vd. 2002)

Bu yöntemin dezavantajlarından birisi ilgilenilen bölge ile diğer bölgeler arasındaki ölçek değişiminin yumuşak olmamasıdır. Örneğin büyük ölçekli gösterimin yapıldığı alandan küçük ölçekli gösterimin yapıldığı bölgeye kadar uzanan büyük bir objenin gösterimi büyüklük, kalınlık, uzunluk vb. nitelikleri açısından kullanıcıyı yanıltacak şekilde farklılık gösterebilmektedir (Harrie vd. 2002). Bu yaklaşımın bir diğer zayıf yönü de ekranın kenarlarına doğru haritanın okunaksız hale gelmesidir (Reichenbacher 2004). Reichenbacher (2004) bu zayıflığı ortadan kaldırmak için kullanıcının bulunduğu bölgeyi merkez alarak kenarlara doğru genelleştirme operatörlerinden basitleştirmeyi kullanan bir yaklaşım önermiştir. Bu yaklaşımla ilgili ayrıntılı bilgiler 6.2.4 bölümünde verilecektir.

6.2.2. Haritanın Yöneltilmesi

Haritanın yönünün yönlendirme uygulamalarında kullanıcı performansına etkisi konusunda birçok araştırma yapılmıştır. Genel olarak haritalar iki şekilde kullanıcıya sunulmaktadır. Bunlardan ilki geleneksel olarak analog haritalarda da kullanılan kuzeye dönük haritalar, diğeri ise kullanıcının hareket yönüne göre tasarlanmış haritalardır. Her iki yaklaşımın da kullanıcının profili ve haritanın kullanım amacına göre avantaj ve dezavantajları vardır.

Örneğin kuzeye dönük haritalarda haritanın yönü sabit olduğu için kullanıcının bulunduğu konumu algılaması daha kolaydır. Diğer yönden kullanıcının hareket yönüne göre tasarlanmış uygulamalar kullanıcının gerçek dünya ile ilişki kurarak bulunduğu bölgenin zihninde şekillenmesini zorlaştırmaktadır (Winter ve Tomko 2004, Smets vd. 2008). Willis vd. (2009) yaptıkları test uygulamada navigasyon uygulamalarında kuzeye dönük haritaların daha kullanışlı olduğu sonucuna varmışlardır. Ancak kullanıcı ilk konumunu belirleyip rota üzerinde hareket etmeye başladıktan sonra haritanın hareket yönüne göre yönelmesi kullanıcının çevreyle ilişkisini sağlamada daha etkilidir (Delikostidis 2011).

Bununla birlikte harita yönünün seçilmesinde birçok kişisel faktör de dikkate alınmalıdır. Kullanıcıların yaşı, eğitim seviyesi, kültürel durumları vb. etkiler kullanıcıların harita kullanım şekillerini etkileyebilmektedir. Bu nedenle oluşturulacak sistemlerde hem kuzeye dönük haritaların hem de kullanıcının hareket yönüne göre yöneltilmiş haritaların kullanılması ve her iki kullanım şeklinin de kullanıcının seçimiyle kullanılabilir olması önerilmektedir (Delikostidis 2011).

6.2.3. 2 Boyutlu, 3 Boyutlu ve Kuşgözü Gösterim Şekilleri

Kullanıcının mobil haritayla yönünü belirleyebilmesi için gerçek dünya ile harita arasındaki ilişkiyi çok iyi kurması gerekmektedir. Nirengilerin bu amacı sağlamadaki etkileri beşinci bölümde anlatılmıştır. Yine bu amacı sağlamak için mobil haritalarda 2 boyutlu ve 3 boyutlu sunum şekilleri geliştirilmiştir. 2 boyutlu sunum şekillerindeki prensipler kullanıcıların alışkın olduğu analog haritalardaki prensiplere benzemektedir. 3 boyutlu gösterimler ise kullanıcılara gerçek dünyanın algılanması için ek özellikler sunmaktadır. 3 boyutlu gösterimlerle mekânsal objelerin hacimleri görselleştirilebilmekte ve resimsel ve detaylı bir gösterimi sağlanmaktadır. Bu 2 boyutlu gösterimlere göre kullanıcıların objeleri tanımasını kolaylaştırmaktadır.

3 boyutlu haritaların daha fazla detay verme olanakları olmasına rağmen yapılan deneysel çalışmalar navigasyon uygulamalarında iyi tasarlanmış 2 boyutlu haritaların kullanıcılar tarafından daha faydalı olarak değerlendirildiğini göstermektedir (Oulasvirta vd. 2009). 2 boyutlu mobil haritalarda kullanıcılar etraflarındaki yönlendirme levhaları, yol isim levhaları gibi yön bulmalarına yardımcı olacak objeleri bulmaya yöneltilmekte, böylece kullanıcı gerçek dünya ile harita arasındaki ilişkiyi kolaylıkla sağlayabilmektedir. 3 boyutlu gösterimde aynı ilişkiyi kurmak, küçük ekran boyutunda sokaklar ile binalar arasında tutarlı bir gösterim sağlanamadığından mümkün olamamaktadır (Delikostidis 2011). Ayrıca kullanıcının bakış açısıyla 3 boyutlu görüntü arasında fark olması kullanıcının kafasını karıştırmaktadır. Kullanıcıların 3 boyutlu harita kullanma konusunda daha fazla eğitilmeleri gerekmektedir (Oulasvirta vd. 2009).

3 boyutlu haritaların mobil cihazlarda kullanılmasında bir diğer sorun mobil cihazların performansıdır. Delikostidis ve Elzakker (2009) mobil haritalarda binaların 3 boyutlu gösteriminin mobil cihaz performansını yavaşlattığını belirtmişlerdir. Bu, özellikle büyük alanlardaki uygulamalarda zum ve kaydırma işlemlerinde mobil cihazın zorlanmasına neden olmaktadır. Bu nedenlerle mobil haritalarda sınırlı sayıda nirengilerin 3 boyutlu gösterilmesi veya 3 boyut yerine objelerin fotoğraflarının veya basit çizimlerinin kullanılması tavsiye edilmektedir.

Son zamanlarda yeni bir gösterim şekli olan kuşgözü yaklaşımı ortaya atılmıştır. Bu yaklaşımda kullanıcının ilgilenilen bölgenin üzerinde alçak uçuş yaptığı varsayılmaktadır. Bu

yaklaşım genellikle 2 boyutlu haritaya 3 boyutlu görüntü verme amacıyla kullanılmaktadır. Bu yaklaşım yaya navigasyonunda 2 boyutlu haritalar kullanılırken pek tercih edilmemektedir (Delikostidis ve Elzakker 2009).

6.2.4 Mobil Harita Tasarımında Uyarlama Yaklaşımı

Mobil harita tasarımında kullanıcı ihtiyaçları, grafik imkânlar ve genelleştirme ihtiyaçlarına göre hareket etmek gerekmektedir. Mobil haritalar kullanıcı istekleri dikkate alınarak tasarlanmak zorunda olduğu için çoğunlukla isteğe bağlı (on-demand) haritalar içerisinde ele alınmaktadır. Bu nedenle objelerin gösterilip gösterilmeyeceği, hangi ölçekte, nerede, ne zaman, nasıl (nokta, çizgi, alan) gösterileceği kullanıcının istekleri ve haritanın yapılış amacı dikkate alınarak belirlenmelidir. İsteğe bağlı görselleştirme oldukça karmaşıktır ve mobil cihaz kısıtlamaları bunu daha zor hale getirmektedir. Çünkü mobil cihazlar için yapılan harita tasarımı basit, açık, belirli bir konuyu ele alan ve kolay okunabilir olmalıdır. Ayrıca bu tasarım çevredeki dinamik değişiklikleri yansıtmalı ve kullanıcının gerçek dünya ile ilişkisini sağlamalıdır. En önemlisi kullanıcı hareket halinde olduğu için tasarlanan harita hızlı bir şekilde mobil cihaza ulaşmalı ve mobil cihazda görüntülenebilmelidir (Reichenbacher 2004).

Farklı detay seviyelerinin (LoD), yumuşak zum ve uyarlamalı zum tekniklerinin kullanımı, küçük ekran haritalarında karşılaşılan problemleri tamamen çözmese de problemlerin çözümüne önemli katkı sağlamaktadırlar. Uyarlama kavramı harita içeriğinin ve detay seviyesinin (LoD) zum sırasında otomatik olarak küçük ekranlara göre uyarlanması anlamına gelmektedir (Brühlmeier 2000). Hampe ve Sester (2002), Cecconi (2003), Reichenbacher (2004), Doğru (2009) küçük ekran haritaları için çoklu gösterim veritabanlarının kullanıldığı ve gerçek zamanlı genelleştirmenin yapıldığı yaklaşımlar önermişlerdir.

Günümüzde mobil cihazlarda kullanılan haritalar çoğunlukla raster formattadır ve bu haritalar genellikle analog harita tasarımına göre tasarlanmaktadır. Bu ise yukarıda belirtilen mobil cihaz kısıtlamaları nedeniyle istenilen sonuçların alınmasında yetersiz kalmaktadır (okunabilirlik vb.). LBS uygulamalarında kullanıcı istekleri çok önemli olduğundan harita tasarımında da kullanıcı ihtiyaçlarının göz önüne alınması gerekmektedir. Örneğin rota üzerinde hareket eden kullanıcıya rotaya yakın mekânsal objelerle ilgili bilgilerin verilmesi, kısıtlı mobil cihaz ekranında kullanıcının ihtiyacı olmayan gereksiz yazı, yol vb. harita içeriğinin elemine edilmesi gerekmektedir. Bu kişiye bağlı (egocentric) tasarım kullanıcı ihtiyaçlarına göre

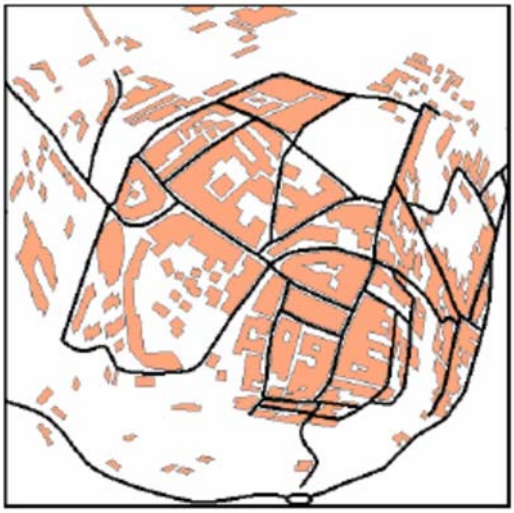
haritaların uyarlanmasıyla (adaptation) mümkündür (Reichenbacher 2004). Haritaların uyarlanması, kullanıcı ihtiyaçları ile mobil cihaz kısıtlamalarının dikkate alınarak harita tasarımının oluşturulmasıdır. Bu kapsamda harita ölçeğinin seçimi, görselleştirme yöntemi (2 boyutlu ve 3 boyutlu gösterim, fotoğraflarla gösterim vb.), nirengilerin görselleştirilmesi, mekânsal objelerin nokta, çizgi veya alan olarak gösterilmesi ve yazıların kullanımı konularında mobil cihaz kısıtlamaları ve kullanıcı ihtiyaçları dikkate alınarak harita tasarımı yapılmalıdır. Reichenbacher (2004) mobil haritalar için kullandığı uyarlama kavramının genelleştirme kavramından farklı olduğunu belirtmiş ve bu fakları şu şekilde sıralamıştır:

- Genelleştirme daha objektif kriterlere sahiptir, harita objelerinin değişik ölçeklerde nasıl gösterilebileceğini belirler ve tüm kullanıcılar için aynı haritayı oluşturur. Uyarlama ise daha subjektiftir ve objelerin görselleştirilmesinde kullanıcıdan kullanıcıya farklılık gösterebilir.
- Genelleştirmede haritanın amacı ve ölçeği etkiliyken, uyarlamada başkaca birçok faktör etkili olabilir (kullanıcı profili, iklim şartları, haritanın kullanım zamanı (gece gündüz) vb.).
- Uyarlama harita tasarımında daha çok objeyi etkiler. Örneğin genelleştirme obje rengini genellikle değiştirmezken, uyarlama değiştirebilir.

Reichenbacher (2004) uyarlama yaklaşımında öncelikle mekânsal objeleri 2 gruba ayırmaktadır. Bunlardan ilki bina, anayol, akarsu vb. mekânsal objeleri içermektedir. Bunların görselleştirmesine bir altlık harita kullanılmaktadır. İkinci grupta ise nirengiler, rotalar, noktasal işaretler, yazılar vb. objeler yer almakta ve bu ikinci grup objeler gerçek zamanlı olarak uyarlanarak harita tasarımında yer almaktadır (Şekil 6.6). Bu uyarlamada objeleri ön plana çıkarmak için renkler ve objeler arasında kontrastı artıran ön plana çıkarma yöntemleri kullanılmaktadır. Örneğin daha az önemli olan objeler daha soluk renklerde gösterilmektedir. Yine kullanıcının konumundan uzakta olan yazılar kullanıcının isteğiyle ekranda görüntülenmekte, kullanıcı istemediği durumlarda gizlenmektedir. Lejant da kullanıcının isteğiyle ekrana gelmektedir. Reichenbacher (2004) uyarlama yaklaşımını kullanarak yaptığı kullanıcı testleri sonucunda şu sonuçlara ulaşmıştır.

- Ortofoto kullanımından kaçınılmalıdır. Çünkü ortofotoların boyutları mobil cihaz kullanımı için uygun değildir. Ayrıca ortofoto üzerinde haritanın okunaklığı azalmaktadır.
- Eş yükselti eğrileri mobil haritalarda gösterilmemelidir.

- Renkler objeleri ön plana çıkarmada kullanılmalı ancak çok fazla çeşit renk kullanılmamalıdır.
- Resimsel işaretler tercih edilmelidir. Lejant kullanımına gerek kalmamalıdır.
- Gereksiz yazılar elemine edilmelidir.



Şekil 6.6. Uyarlama yöntemiyle oluşturulmuş değişken ölçekli gösterim (Reichenbacher 2004)

6.3. Değerlendirme

Genel olarak harita tasarımında haritanın doğru, eksiksiz, kullanma amacına uygun, açık, anlaşılır, okunaklı ve bütünüyle "güzel" olması hedeflenir (Uçar ve Uluğtekin 2006, Klippel vd. 2006, Reichenbacher 2004) ve bu hedefe uygun olarak harita tasarım teknikleri kullanılır. Mobil haritalarda da aynı niteliklerin sağlanması gerekir. Ancak mobil cihazların ekran boyutları ve navigasyon sırasında kullanıcının yaya olarak hareket ettiği dikkate alınarak bu kartografik tasarım tekniklerinin mobil haritalara göre uyarlanması gerekmektedir.

Mobil haritalar yaya olarak hareket eden kullanıcının kolay algılayıp yorumlayabileceği şekilde basit ve yalın olmalıdır (Baus vd. 2001). Ayrıca mobil haritalarda mekânsal iletişim, kullanıcının ihtiyaç duyduğu bilgileri ön plana çıkaran tasarımlarla kolaylaşmaktadır (Zipf ve Richter 2002). Yaya olarak hareket eden kullanıcının ihtiyacı olan bilginin ön plana çıkarılması için çeşitli yaklaşımlar önerilmiştir. Bu yaklaşımlara göre harita objelerinin görsel olarak vurgulamasında aşağıdaki yöntemler önerilmektedir:

- Kontrast farkı: İlgilenilen obje diğer objeler veya arka planla kontrast oluşturmalıdır (Meng 2004, Reichenbacher 2004).

- Renk seçimi: Mobil haritalarda sarı, pembe gibi parlak renklerin kullanılması yaya olarak hareket eden kullanıcılar için gri gösterimden daha etkilidir (Zipf ve Richter 2002, Reichenbacher 2004). Ayrıca seçilen obje rengi, mümkün olduğunca gerçek obje rengini yansıtmalıdır (Nissen vd. 2003).
- Donukluk (opacity) farkı: İlgilenilen objeye yüksek donukluk (şeffaf olmama), diğer objelere düşük donukluk uygulanmalıdır (Baudisch ve Rosenholtz 2003, Reichenbacher 2004, Umlauft vd. 2003).
- Keskinlik (crispness) farkı: İlgilenilen obje keskin diğer objeler soluk gösterilerek istenilen obje ön plana çıkarılmalıdır (Reichenbacher 2004).
- Boyut: Bina, yol gibi objelerin boyutları artırılarak ilgi onlara yöneltilmelidir (Agrawala ve Stolte 2001, Anand vd. 2004).
- Dinamik Efektler: Harita objelerine uygulanacak döndürme, küçülüp büyüme gibi animasyonlar objeyi ön plana çıkarmada etkilidir (Bartram vd. 1995, Buering vd. 2006, Chittaro 2006, Zipf ve Richter 2002).
- Harita genelleştirmesi: İlgilenilen bölgedeki objelere kullanılacak ölçeğe göre önceden belirlenen genelleştirmenin uygulanması, takip eden bölgelerde genelleştirme miktarının artırılması uygundur. İlgilenilen bölgeden uzaklaştıkça genelleştirme oranı artmalı ve objeler daha fazla elemine edilmelidir (Agrawala ve Stolte 2001, Dilo ve Oosterom 2006, Setlur vd. 2005, Zipf ve Richter 2002, Doğru ve Uluğtekin 2006, Doğru 2009). Navigasyon haritaları için mobil harita tasarımında kullanıcının etrafında yeterli oranda detayı görebilmesi ve kartografik gösterim açısından yaklaşık 7500 ölçeği tercih edilmelidir (Gartner ve Uhlirz 2001, Nagi 2004).

Bu tez kapsamında yapılan mobil uygulamada da yukarıda özetlenerek açıklanan kartografik ilkelere uyulmaya çalışılmıştır. Reichenbacher (2004) de önerilen uyarlama yaklaşımında olduğu gibi altlık harita kullanılmış ve ön plana çıkarılacak objeler bu altlık harita üzerine dinamik olarak yerleştirilmiştir. Bu kapsamda altlık harita olarak yedinci bölümde anlatılacak OSM (Open Street Map) ortamından yararlanılmıştır. Bu altlık harita üzerine nirengiler ve navigasyonda kullanılan diğer detaylar (kullanıcı konumu, rota, hedef noktası vb.) dinamik içerik olarak eklenmiştir. Nirengiler resimsel işaretlerle gösterilmiş, rota ve diğer detaylar altlık haritayla kontrast oluşturacak şekilde kullanıcıya sunulmuştur. Burada OSM ortamından gelen altlık harita raster formatta olduğu için bu harita üzerinde genelleştirme

yapılamamış OSM tarafından çeşitli zum seviyeleri için hazırlanmış haritalar otomatik olarak kullanılmıştır. Yukarıda belirtilen kullanıcının zum seviyesini değiştirmesi ve haritayı kaydırmasındaki sakıncalar dikkate alınarak navigasyon sırasında harita otomatik olarak uygun zum seviyesine getirilmiş ve kullanıcı konumunu merkez alacak şekilde kullanıcıya sunulmuştur. Kullanılan yöntemin ayrıntıları uygulama bölümünde (sekizinci bölüm) anlatılmıştır. Kullanılan OSM ortamı ve kullanıcıya harita sunan benzer ortamların kullanıcının harita üzerinde daha fazla değişiklik yapmasına imkân vermesi genelleştirme uygulamaları için bir gerekliliktir. Bu kapsamda navigasyon uygulamalarında kullanıcıdan uzak olan bölgelerdeki gereksiz yazıların elemine edilmesi, bina vb. yapıların genelleştirme oranlarının artırılması mobil haritanın okunaklılığını artıracağı için tavsiye edilmektedir.

7. MATERYAL VE METOT

7.1. Donanım

Bu bölümde kurulacak sistemde kullanılacak akıllı mobil cihazlar ve kiosklar hakkında kısaca bilgi verilecek ve bu donanımların LBS uygulamalarında kullanılabilir olmaları için hangi özelliklere sahip olmaları gerektiğinden bahsedilecektir.

7.1.1. Mobil cihazlar

Günümüzde mobil cihazlar, artık hemen her alanda kullanılmakta, kullanıcılara, şirketlere ve çalışanlara performans artışı, zaman ve maliyet tasarrufu sağlamaktadır. Mobil cihazların LBS uygulamalarında kullanılanları akıllı telefon (Smartphone) olarak isimlendirilen cep telefonunun sağladığı klasik özelliklere, bilgisayar dünyasının bir ürünü olan PDA (Personel Digital Assistant)'ların özelliklerinin de eklenmesiyle tasarlanan gelişmiş mobil iletişim cihazlarıdır (Şekil 7.1). Akıllı telefonlarda mobil işletim sistemleri (ör. Android, Windows, Symbian, Blackberry, iPhone vb.) bulunduğundan birçok farklı amaç için aktif bir şekilde kullanılabilmektedirler. Günümüzde bu tür cihazlarda kullanılan işlemciler karmaşık işlemleri sorunsuzca yapabilecek düzeylere ulaşmıştır. Aynı zamanda birçok akıllı telefonda grafik işlemleri daha kolay yapabilmek için grafik işlemci de bulunmaktadır. Özellikle mobil giriş ve çıkış aygıtlarını destekleyen akıllı telefonlarla, zayıf istemci ve güçlü sunucu (server-client) diye isimlendirilen, ana veri ve yazılımların sunucu bilgisayarda tutulduğu (Gartner 1999), mobil cihazlarda kullanılan ara yüzler ve Internet yardımıyla sonuç ürünlerin görüntülendiği teknolojilerin kullanılmasıyla LBS uygulamalarında akıllı telefonların kullanımı oldukça yaygınlaşmıştır.

Çoğu akıllı telefonda uygulama performansını yukarıya taşıyacak ve diğerlerinden farklı, özgün uygulamaların geliştirilmesine ön ayak olacak donanımsal özellikler bulunmaktadır. Şu ana kadar yapılmış akıllı telefonların büyük bir çoğunluğunda, resim açma veya video oynatma gibi işlerin rahat yapılabilmesi için ekran çözünürlüğü 4:3 veya 16:9 (geniş ekran) şeklindedir. Aynı zamanda, ekranda gösterilen herhangi bir öğenin çok daha parlak ve kaliteli görüntülenebilmesi için çözünürlükleri hızla yükseltilmekte, SUPER AMOLED ve AMOLED gibi yeni teknolojiler kullanılmaktadır (URL 3). Yeni akıllı telefonların bazılarında dijital pusula

da bulunmaktadır. Bu sayede her yöne ekran dönüşü özelliği kullanıcıya sunulabilmekte ve kullanıcı ekrandaki görüntüyü istediği gibi yönlendirebilmektedir. Bu özellik LBS uygulamaları gibi harita kullanılan uygulamalarda çok kullanılan bir özelliktir. Bu özellik yardımıyla kullanıcı isterse haritayı gidiş yönüne göre yönlendirebilmektedir. Ayrıca günümüzdeki akıllı telefonların hemen hepsinde GPS donanımı yer almaktadır. Bu özellik yardımıyla cihazların konumları rahatlıkla tespit edilip, mobil takip yapılabilmekte ayrıca mobil cihazda harita ile yönlendirme sağlanabilmektedir.

Artık akıllı telefonların çoğunda çok gelişmiş bağlantı özellikleri de bulunmaktadır. Bluetooth, Wi-Fi, 3G, Edge, GPRS gibi Internet, bilgisayar ve mobil cihazlara bağlanmayı sağlayan donanım özelliklerinin yanı sıra bazı akıllı telefonlarda bütünleşik barkot okuyucu, radyo frekans algılayıcı gibi ek donanımlar da yer almaktadır. LBS uygulamaları genellikle yukarıda sözü edilen sunucu-istemci teknolojisini kullandıkları için bütün bu bağlantı özellikleri LBS uygulamaları için çok önemlidir.



Şekil 7.1. LBS uygulamalarında kullanılan akıllı telefonlar

Akıllı telefonların, normal telefonlara kıyasla en büyük özellikleri özel işletim sistemleridir. Mobil İşletim Sistemleri yardımıyla, cep telefonları esneklik, özellik ve de uygulama geliştirme imkânına sahip olmaktadırlar. Akıllı telefonlarda Android, Windows, Symbian, Blackberry, iPhone vb. işletim sistemleri kullanılmaktadır. Android, Google tarafından

geliştirilmekte olan ve tüm dünyada akıllı telefonlarda en fazla kullanılan mobil işletim sistemidir (URL 3). Android yalnızca dokunmatik ekranlı telefonlar için kullanılabilir bir işletim sistemidir. Açık kaynaklı ve Linux tabanlı bir mobil işletim sistemidir. Bu nedenle tamamen ücretsizdir ve Java programlama diliyle bu işletim sistemi üzerinde uygulamalar geliştirilebilmektedir. Bu özellikleri nedeniyle bu çalışma kapsamında anlatılacak olan mobil uygulamada Android işletim sistemli akıllı telefonlar kullanılmıştır. Bu nedenle bu tez kapsamında diğer işletim sistemleriyle ilgili ayrıntı bilgi verilmeyecektir.

7.1.2. Kiosk

Kiosk sistemleri kabin içine gizlenmiş bir bilgisayar, dokunmatik bir ekrandan oluşan tanıtım, bilgilendirme, yönlendirme amaçlı kullanılan interaktif bir tanıtım ve hizmet terminalidir. Genel kullanıma açık alanlarda, İnternette her türlü gezinmeyi ve bilgi alışverişini mümkün kılan bu ana özelliğine ek olarak ihtiyaca uygun olarak hazırlanan uygulamalarla değişik hizmetler sunabilen bilgisayar altyapısına dayalı bir sistemdir. Sistem tamamen dokunmatik olarak çalışmakta, ekranda beliren butonlara dokunularak istenilen bilgilere ulaşılmaktadır (URL 4). Kioskların bir iletişim ağı aracılığıyla birbirleriyle haberleşmesi mümkün olduğu gibi, birçok kiosk ile kurulan bir kiosk sisteminde bir merkez birim (sunucu) aracılığı ile istenilen aralıklarla bilginin güncelleştirilmesi de mümkündür.

Basit bir bilgisayar ve dokunmatik ekrandan oluşan bu sistemin kullanım alanlarına her geçen gün bir yenisi eklenmektedir. Kiosklar satış ve pazarlama alanlarında, tüketici enformasyon merkezi, araştırma merkezi olarak veya reklâm amaçlı olarak kullanılabilmektedirler. Kiosklar; tüketicinin, herhangi bir faaliyete bilet alma, rezervasyon yapma hatta sipariş verme gibi isteklerine cevap veren sistemler olarak da kullanılmaktadır. Bu tez kapsamında anlatılacak uygulamada ise yapılan anket çalışması sonucunda akıllı telefonlara sahip kullanıcı sayısı yeterli görülmediğinden, sistemden daha fazla kullanıcının yararlanması amacıyla çalışma alanına yerleştirilen kiosklarla kullanıcıların İnternete bağlanarak kurulan sistemden yararlanması öngörülmüştür.

7.2. Mobil İletişim Teknolojileri

Bu bölümde kurulacak sistemde mobil cihazın servis ve veri sağlayıcılarla iletişim kurması için kullanılan iletişim teknolojileri hakkında kısaca bilgi verilecektir. Bu tez kapsamında anlatılacak uygulamada çalışma alanı içerisinde mobil iletişimin Wi-Fi olanaklarıyla sağlanması hedeflenmiştir. Ancak Wi-Fi erişimin yetersiz kaldığı alanlarda GPRS, EDGE ve 3G mobil iletişim teknolojilerinden de yararlanıldığı için bu bölümde bu teknolojilerden de kısaca bahsedilecektir.

7.2.1. GPRS (General Packet Radio Service)

GPRS, GSM (Global System for Mobile communications) ve TDMA (Time Division Multiple Access) ağları için geliştirilmiş olan paket temelli veri taşıyıcı bir servistir (GSM ve TDMA cep telefonlarında veri taşıma protokolleridir). Bu veri taşıma sisteminde, veri birçok parçaya bölünmekte ve şebeke üzerinden gönderilmekte, diğer uçta ise parçalar birleştirilmektedir. GPRS yüksek hızlarda (Saniyede 115 kilobit) kablosuz İnternet ve diğer veri iletişimine olanak sağlamaktadır (URL 5). GPRS teknolojisi, kullanıcıya yüksek hızlı bir erişimin yanı sıra, bağlantı süresine göre değil gerçekleştirilen veri alışveriş miktarına göre ücretlendirilen ucuz iletişim olanağı da sağlamaktadır. GPRS teknolojisini kullanabilmek için mobil şebeke ve servis sağlayıcı altyapısına GPRS donanım ve yazılımları entegre etmek ve GPRS uyumlu mobil telefonlar gereklidir. Bu yönüyle GPRS, "sürekli bağlantı halinde" olma imkânı sağlamakta ve LBS çalışmaları için de WiFi ve 3G internet bağlantısının sağlanamadığı durumlarda İnternete bağlanmak için önemli bir alternatif özelliği taşımaktadır.

7.2.2. EDGE (Enhanced Data Rates for GSM Evolution)

GSM sisteminde, GPRS altyapısını kullanarak veri iletim hızının yaklaşık olarak üç katına çıkartılabilmesine olanak sağlayan teknolojidir. GPRS altyapısını kullanabilmek için gerekli olan operatör aboneliklerinden farklı bir abonelik gerektirmeden veri hızını arttırması en önemli avantajıdır. Her an alınan ve gönderilen verinin hızı, baz istasyonlarındaki yoğunluğa, telefonda bulunan modem'in terminal sınıfına göre değişiklik gösterebilmektedir. Mobil

iletişiminde üçüncü neslin (3G) başlangıcı kabul edilmektedir. EDGE teknolojisi ile ulaşılabilecek en yüksek hız 236.8 Kbps'dir. EDGE teknolojisinin kullanılabilmesi için baz istasyonlarının EDGE teknolojisini destekleyecek şekilde güncellenmesi ve kullanılan mobil cihazların da bu teknolojiye uygun olması gerekmektedir (URL 6). GPRS teknolojisinde olduğu gibi LBS çalışmaları için de WiFi ve 3G İnternet bağlantısının sağlanamadığı durumlarda İnternete bağlanmak için önemli bir alternatif özelliği taşımaktadır. Bu tez çalışmasında da Wi-Fi ve 3G bağlantı imkânı bulunamayan alanlarda EDGE teknolojisinden yararlanılmıştır.

7.2.3. 3G (Third Generation / Üçüncü nesil)

Üçüncü nesil mobil iletişim teknolojileri için kullanılan kısaltmadır. 3G sayesinde cep telefonları ile sadece sesli görüşme yapmanın yanı sıra görüntülü telefon görüşmesi yapmak, televizyon ve video izlemekte mümkün olabilmektedir. Veri hızında bölgesel değişiklikler görülen 3G'de 144 Kbps ile 2 Mbps arasında hız alınabilmektedir (URL 7). Ülkemizde de bu teknoloji büyük bir hızla kullanılmaya başlanmıştır. GSM şirketleri baz istasyonlarını büyük bir hızla 3G teknolojisine uygun hale getirmektedirler. 3G teknolojisi LBS çalışmalarında da Internet bağlantı hızı nedeniyle çok önemli bir yere sahiptir. Bu tez çalışmasında da Wi-Fi imkânlarına erişimin olmadığı alanlarda 3G teknolojisinden yararlanılmıştır.

7.2.4. Wi-Fi (Wireless Fidelity)

Teknik olarak kablosuz ağ bağlantılarında kullanılan 802.11b/802.11g standartların genel ismi Wi-Fi'dir. Wireless Fidelity'nin kısaltılmış halidir ve kablosuz özgürlük anlamına gelmektedir. Bu standart, kablosuz ağ sağlayıcılarının kapsama alanında olmak kaydı ile herhangi bir yerden kablosuz olarak İnternete bağlanabilmeyi sağlamaktadır (Uzel 2008). Kullanmak için öncelikle bir kablosuz ağ sağlayıcısına (Wireless Router/Wi-Fi Access Point) ihtiyaç vardır. Erişim noktası (access point) olarak isimlendirilen ağ sağlayıcılarının gücü ve dağılımı kesintisiz bir bağlantı için çok önemlidir. Hem ekonomik olması, hem de birçok aygıtın bu teknolojiyi desteklemesi nedeniyle ülkemizdeki uygulamalarda en fazla tercih edilebilecek mobil iletişim teknolojisi olduğu düşünülmektedir. Çeşitli kısıtlamalar nedeniyle kablolu ağ bağlantılarının hızına henüz erişemese de taşınabilir aygıtlara ağ bağlantısı sağlaması, LBS

uygulamaları için önemli bir alt yapı oluşturmakta ve bu tez kapsamında anlatılan uygulamada da çalışma alanımızda ücretsiz WiFi erişimi olduğu düşünüldüğünde en fazla yararlanılacak mobil iletişim teknolojisi olduğu değerlendirilmektedir.

7.2.5. EV-DO (Evolution Data Only, Evolution Data Optimized)

3G ağları üzerinden kullanılan ve Wi-Fi'a oldukça iyi bir alternatif olan EVDO (Evolution Data Only, Evolution Data Optimized) yeni nesil kablosuz bilgi aktarım teknolojisidir. GSM kapsama alanında her yerden ortalama saniyede 2.4Mbit download, 153 Kbit upload hızı ile Internet'e bağlanmaktadır (URL 8). Günümüzde ülkemiz GSM şirketleri de 3G teknolojisi üzerinden bu hizmeti vermektedirler. LBS uygulamalarında WiFi ile erişimin sağlanamadığı durumlarda yüksek hızı nedeniyle tercih edilmektedir.

7.3. Konum Belirleme Teknolojileri

7.3.1. GNSS (Global Navigation Satellite System)

GNSS uydu tabanlı konum belirleme sistemlerinin genel adıdır. 2010 yılı itibariyle Amerika Birleşik Devletlerinin GPS ve Rusya Federasyonunun GLONASS uyduları sisteme dâhildir. Yakın gelecekte Avrupa Birliğinin Galileo uydularının da sisteme katılması beklenmektedir. Uydular yardımıyla konum belirleme sisteminde uydular ile yeryüzündeki GNSS alıcısı arasında yapılan kod veya faz ölçüleri yardımıyla alıcının konumu belirlenmektedir. Uydular ile konum belirleme tekniğinin detaylarına bu çalışma kapsamında değinilmeyecektir (ayrıntılı bilgi için bkz. Leick 2004, Kahveci ve Yıldız 2005).

Günümüzde artık pek çok mobil donanımda da GNSS alıcısı bulunmaktadır. Bu donanımlar içerisindeki yazılımlar sayesinde istenilen konum bilgisi 20m duyarlılıkta alınabilmekte ve yön bulma işlemleri de rahatlıkla yapılabilmektedir. Avrupa'nın uydu tabanlı konumlandırma sistemi olan ve Avrupa Uzay Ajansı, Avrupa Komisyonu ve Eurocontrol'ün ortak girişimi olan EGNOS (European Geostationary Overlay Service) Amerikan GPS ve Rus GLONASS sistemini kullanır ve bu sistemlerin hassasiyetlerini ve doğruluklarını artırır. Asıl amaç mevcut iki sistemin kullanıldığı tüm uygulamalarda (uçaklar, gemiler, havaalanları, şahsi

kullanıcılar) emniyeti ve güvenilirliği artırmaktır. Sistem bu işlemi, Jeosenkron yörüngeye atılacak üç uydu, Dünya üzerindeki istasyon ağı vasıtasıyla belirleyerek EGNOS uyumlu kullanıcılara bu hataları bildirerek yapar. Bu sayede konumlama ve navigasyondaki hata, 20 metreden 5 metreye kadar düşer (URL 9). Son yıllarda mobil cihazlara yönelik yatırımların artması, GNSS alıcılarının boyutlarının küçülmesine ve fiyatlarının ucuzlamasına neden olmuştur. GNSS entegre donanımların çeşitliliğinin artması çoğu sektöre uygun yazılımların yapılmasına imkân sağlamıştır. LBS çalışmalarında da kullanıcının konumu oldukça önemli olduğundan GNSS destekli mobil cihazlar yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak uydular yardımıyla konum belirleme için mutlaka bir GNSS alıcısının olması ve bu alıcının açık alanda (yeterli sayıda uyduyu görebileceği bir alanda) olması gerekir. Bu nedenle kapalı alanlarda ve uydu sinyallerinin alınamadığı yerlerde bu sistem tek başına kullanılamaz. Bu tür alanlarda da konum bilgisini alabilmek amacıyla telekomünikasyon ağlarından, radyo frekans ağlarından, Wireless ağlarından yararlanarak çeşitli çalışmalar yapılmıştır (Kobben, 2007, Retscher, 2007). Bu tez çalışması açık alanda yapılacağı için bu sistemler üzerinde durulmayacak sadece binalara yakın yerlerde (uydu geometrisi bozulduğu için) konum doğruluğunu artırmak için kullanılan Assisted GPS (yardımlı GPS) yöntemi ve GPS'ten bağımsız konum belirleme yöntemleri ayrıntılı olarak anlatılacaktır.

7.3.2. Assisted GPS (Yardımlı GPS)

Assisted GPS (AGPS) GPS alıcısı olan telefonların bazılarında bulunan, telekomünikasyon ağı yardımıyla mobil cihazın kaba konumunu belirleyerek, mobil cihazın GPS uydularıyla daha kolay bağlantı kurmasını sağlayan bir sistemdir. Bu sayede kapalı alanlarda (pencere vb. uyduları az da olsa gören bir açık bölüm olmalı) veya yeteri kadar uydunun görülemediği alanlarda telekomünikasyon ağı (baz istasyonları) yardımıyla mobil cihazın uydulara bağlanması ve daha doğru konum bilgisini alması mümkün olmaktadır.

7.3.3. Mobil cihazların izlenmesi

Mobil cihazların konumunu GPS olmadan belirlemeye yönelik bu yöntemde çevredeki telekomünikasyon baz istasyonlarından kestirme yapılarak mobil cihazın konumu belirlenmeye

çalışılır. Bu yöntemlerle şehir bölgelerinde (baz istasyon sıklığının iyi olduğu bölgelerde) 50m'nin altında doğruluk sağlanabilmektedir. Literatürde 3 şekilde uygulaması vardır.

- **Network tabanlı:** GSM operatörleri mobil cihazın bağlandığı baz istasyonu ve etraftaki baz istasyonlarından olan uzaklığından yararlanarak üçgenleme yöntemiyle konum bilgisini hesaplamaktadır. Bu sistemde GSM operatörlerinin konuyla ilgili yazılımının mobil cihaza yüklenmesi gerekmektedir. Sistemin doğruluğu baz istasyonlarının konumu ve mobil cihazla iletişimine göre değişiklik göstermektedir. Ülkemizdeki GSM şirketlerinin şu an böyle bir hizmeti bulunmamaktadır.
- **Cihaz tabanlı:** Bu yöntemde de cihazın konumunu belirleyen bir yazılımın cihazda yüklü olması gerekir. Bu yazılım yine etraftaki baz istasyonlarından yararlanarak konum hesaplamaktadır. Günümüzde genellikle bu yazılımın yüklü olduğu mobil cihazlarda GPS desteği de bulunmaktadır. Assisted GPS yöntemiyle daha iyi konum doğruluğuna ulaşılabilmektedir.
- **SIM tabanlı:** Mobil cihazlardaki SIM kartlarla o bölgedeki baz istasyonlarının konumları, sinyal şiddetleri ve sinyal gönderme zamanları kabaca ölçülebilmektedir. Bu sayede yine kestirim yöntemiyle mobil cihazın konumu belirlenebilmektedir. Yapılan araştırmalara göre ülkemizdeki GSM operatörlerinin böyle bir hizmeti de bulunmamaktadır (URL 10).

7.4. Yazılım Teknolojileri

Bu bölümde bu çalışmada kullanılan yazılım teknolojileri ele alınacak ve uygulamanın hangi kısmında yararlanıldığından söz edilecektir.

7.4.1. ArcInfo

ArcInfo ileri düzey CBS (Coğrafi Bilgi Sistemleri) oluşturabilmek ve yönetebilmek için gerekli tüm fonksiyonları kullanıcılara sunan ESRI firması tarafından geliştirilmiş bir CBS yazılımıdır. Tüm fonksiyonlara özelleştirilebilir bir ara yüzden erişilebilmekte ve ayrıca modeller, scriptler, programlar kullanılarak bu arayüz geliştirilebilmektedir (URL 11). Veri üretimi, harita görüntüleme, modelleme ve analiz işlemlerinin tümü için ArcInfo kullanılabilmektedir. Harita tasarımı için gelişmiş kartografik araçlara sahiptir. Tez kapsamında

kiosk donanımı için çalışma alanının Internet ortamında yayınlamaya uygun haritasının oluşturulmasında kullanılmıştır. Bu kapsamda harita tasarımının ve rota uygulamasına temel oluşturan ağ analizine imkân verecek topolojik tutarlılığa sahip veri setinin (network dataset) oluşturulmasında ArcInfo imkânlarından yararlanılmıştır.

7.4.2. ArcGIS Server

ArcGIS Server bir coğrafi bilgi sistemi (CBS) sunucu yazılımıdır. Mekânsal veri yönetimi, görselleştirme ve mekânsal analize yönelik kullanıma hazır son kullanıcı uygulamalarını içerir. ArcGIS Server, CBS kullanıcılarının kendi masaüstü bilgisayarlarından 2D ve 3D haritaları ve coğrafi analizleri yönetmelerini ve bunları entegre araçlarla ArcGIS Server üzerinden İnternette yayınlamalarını sağlayan gelişmiş bir CBS sunucusudur (URL 11). ArcInfo yazılımı kullanılarak oluşturulan tasarımın depolanması ve Internet ortamında yayınlanması için kullanılmıştır.

7.4.3. Python

Python, nesne yönelimli, yorumlanabilen, birimsel (modüler) ve etkileşimli bir programlama dilidir. Basit bir söz dizimine (syntax) sahiptir. Bu da ona söz diziminin ayrıntıları ile vakit yitirmeden programlama yapılmaya başlanabilen bir dil olma özelliği kazandırmaktadır (URL 12). Hemen hemen her türlü platformda çalışabilmektedir (Unix, Linux, Mac, Windows, Amiga, Symbian). Ücretsiz, açık kaynak kodlu bir programlama dilidir. Python ile sistem programlama, kullanıcı arabirimi programlama, ağ programlama, uygulama ve veritabanı yazılımı programlama gibi birçok alanda yazılım geliştirilebilmektedir. Çalışmamızda ArcInfo ortamında rota hesaplama ve çizdirme uygulamasının hazırlanmasında Python programlama dili kullanılmıştır.

7.4.4. Java

Java, James Gosling tarafından geliştirilmeye başlanmış açık kaynak kodlu, nesneye yönelik, ortamdan bağımsız, yüksek verimli, çok işlevli, yüksek seviye, adım adım işletilen bir

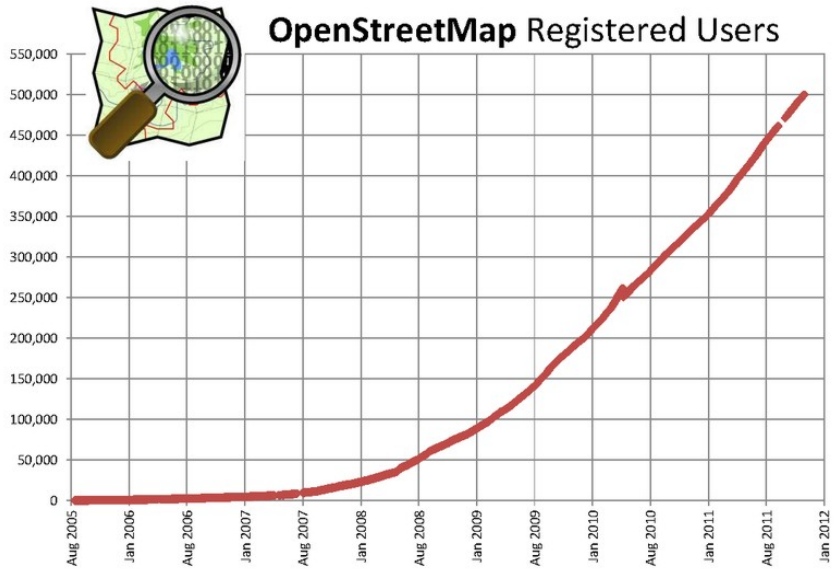
programlama dilidir (URL 13). Java, C ve C++ programlama dillerinden birçok sözdizim kullanmasına rağmen bu sözdizimler daha basit nesne modeli ve daha düşük imkânlar içermektedir. Java uygulamaları bilgisayar mimarisine bağlı olmadan herhangi bir Java Virtual Machine (JVM)'de çalışabilen uygulamalardır. Java başlangıçta daha çok düşük kapasiteli cihazlarda (mobil cihazlar gibi) kullanılmak için tasarlanmış ortak bir programlama dili olarak tasarlanmıştır. Ancak ortamdan bağımsızlığı (bütün işletim sistemlerinde çalışıyor olması) ve tekbiçim (uniform) kütüphane desteği C ve C++'tan çok daha üstün, güvenli bir yazılım geliştirme ve işletme ortamı sunduğundan ve 2006 yılından bu tarafa ücretsiz açık kaynak kodlu olması nedenleriyle hemen her yerde kullanılmaya başlanmıştır (URL 13). Şu anda özellikle kurumsal alanda ve mobil cihazlarda son derece popüler olan Java, özellikle J2SE 1.4 ve 5 sürümü ile masaüstü uygulamalarda da yaygın kullanılmaya başlamıştır. Tez kapsamında Android işletim sistemli mobil cihazlar üzerine mobil uygulama tasarlama aşamasında Java programlama dili kullanılmıştır.

7.5. Veri Kaynakları

7.5.1. Open Street Map

OpenStreetMap (OSM) tüm harita kullanıcılarının ücretsiz olarak kullanılabileceği, tüm dünyadaki katılımcıların işbirliği ile (gönüllülük esasıyla) bütün dünyayı kapsayan bir harita verisinin oluşturulması amacıyla, 2004 yılında Steve Coast tarafından başlatılmış harita verisi üretme projesidir (URL 14). Tüm dünyadaki kullanıcılar, ellerindeki harita verilerini bu sisteme çeşitli yazılımlarla dâhil edebilmekte ve istedikleri tüm verileri, isterlerse Internet yardımıyla sisteme bağlanarak isterlerse ihtiyaç duydukları bölgenin verilerini bilgisayarlarına indirerek kullanabilmekte, istedikleri bölgenin verileri üzerinde düzeltme ve güncelleme yapabilmektedirler. Sistem tamamen ücretsiz olması, verinin bilgisayara indirilebilmesi, veri üzerinde gerekli güncelleme ve değişikliklerin yapılabilmesi, programlamaya uygun veri altyapısı, üretilen haritaların kartografik açıdan oldukça kaliteli olması gibi çeşitli özellikleriyle günümüzde yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Şekil 7.2'de de görüldüğü gibi kurulduğu 2004 yılından 2012 yılına kadar kayıtlı kullanıcı sayısı sürekli artmış ve 2012 yılı itibariyle kayıtlı kullanıcı sayısı 500000'i aşmıştır. Özellikle çok yaygın kullanılan Google Map

uygulamalarında harita verisinin bilgisayara indirilememesi ve herhangi bir kullanıcının kendi verilerini sisteme girmesinin veya güncellemesinin mümkün olmaması nedenleriyle son zamanlarda OSM kullanımı özellikle akademik çevrelerde tercih edilmektedir. Java programlama dili kullanılarak OSM verileri web sayfalarında ve mobil cihazlarda da kullanılabilmektedir. Bu da OSM'e çok yaygın kullanım olanağı vermektedir. Bu çalışma kapsamında anlatılacak olan mobil uygulamada da temel harita verisi OSM ortamına aktarılmış ve bu harita mobil uygulamamızda altlık harita olarak kullanılmıştır.



Şekil 7.2. OSM kayıtlı kullanıcı sayısındaki değişim (URL 15)

7.5.1.1. JOSM (Java Open Street Map)

Java programlama diliyle yazılmış kullanıcıların istedikleri bölgenin verisini bilgisayarlarına indirip, düzenleme ve güncelleme yapmalarına imkân sağlayan Open Street Map editör yazılımlarından biridir. Bu amaçla kullanılan başka yazılımlar (Potlatch, Potlatch2, Merkaartor vb.) da vardır (URL 16). Ancak en yaygın kullanılan editör olması ve diğerlerine göre daha fazla formatı desteklemesinden dolayı bu çalışmada verilerin Open Street Map ortamına aktarılmasında JOSM editörü kullanılmıştır. JOSM editörü ile istenilen bölgenin harita verisi OSM ortamından bilgisayara indirilebilmekte ve üzerinde düzenleme ve güncellemeler yapılabilmektedir. Yine elde bulunan GPS iz dosyası (.gpx), Google Earth dosyası (.kml, .kmz) vb. formatındaki veriler coğrafi koordinatları kullanması ve WGS 84 datumunda olması

durumunda kolaylıkla OSM ortamına aktarılabilmektedir. Hem güncellenen veriler hem de yeni üretilen veriler Internet yardımıyla OSM ortamına aktarıldıktan hemen sonra sistemde yayınlanmaya başlamaktadır.

7.5.1.2. OSM veri yapısı

OSM ortamında bütün mekânsal veriler noktalar (nodes), çizgiler (ways) ve ilişkilerden (relations) meydana gelmektedir. Noktalar OSM ortamında en temel elemandır. Enlem, boylam ve varsa yükseklik bilgisiyle sistemde yer almaktadırlar. Noktalar hem çizgileri tanımlamak için hem de noktasal objeleri göstermek amacıyla kullanılmaktadır. Bağımsız noktasal objelerin en az bir tane etiketi (tag) olmak zorundadır. Herhangi bir öznitelik bilgisi içermeyen bağımsız noktalar sistem tarafından elemine edilmektedir. Bir çizginin parçası olan noktaların ise öznitelik bilgisi içerme zorunluluğu yoktur. Bir nokta hem bağımsız bir objeyi temsil edebilmekte, hem de bir çizginin parçası olabilmektedir. Örneğin tren yolu üzerindeki bir nokta aynı zamanda tren istasyonu olabilmektedir. Ayrıca bir nokta birden fazla çizginin ortak noktası olarak da tanımlanabilmektedir (URL 17).

Çizgiler, en az 2 en fazla 2000 sıralı noktadan oluşan yol, akarsu, enerji nakil hattı, alan sınırları, bina sınırları vb. çizgisel objeleri gösteren elemanlardır. Bir çizgi kendine özgü özelliklere sahip olmak zorundadır. Eğer çizginin bir parçasında özellik değişikliği var ise çizginin o parçası ayrı bir obje olarak tutulmak zorundadır. Örneğin yolun bir bölümü çift yön iken diğer bir bölümü tek yön ise yolun ismi aynı da olsa tek yön olan kısım ayrı bir obje olarak tutulmalıdır. Kapalı alanlar başlangıcı ve son noktası aynı olan kapalı çizgiler olarak tanımlanmaktadır. Kapalı alan özelikleri bu çizgilere öznitelik bilgileri girilerek sağlanmaktadır (area=yes gibi). Kapalı çizgilere alan olduğuna dair herhangi bir öznitelik bilgisi girilmezse bu çizgiler alan gibi davranmamaktadırlar (URL 18).

İlişkiler, mekânsal olarak birbirleriyle ilişkili (bağlı veya komşu olan) objeleri (nokta ve çizgiler) gruplandırmak amacıyla kullanılmaktadır. Noktalar ve çizgiler aynı ilişkinin üyesi olabilmektedirler. Bu, birden çok nokta veya çizgiye aynı özelliğin tek bir bilgiyle girilmesini sağlamaktadır (Örneğin çeşitli yolların otobüs rotası olarak tutulması gibi). İlişkiler aynı zamanda objeler arasındaki mekânsal bağlantıyı sağlamaktadırlar. Örneğin aynı ilişki grubundaki bir objenin bu gruptaki objelerle kesinlikle bir mekânsal ilişkisi olmak zorundadır. İki çizgi

birbirlerine geometrik olarak bağlı da olsalar eğer yol (road) ilişkisi tanımlanmamışsa bu iki çizgi arasında bağlantı yok kabul edilmekte ve bu iki çizgi rota tanımlamasında kullanılmamaktadır. Her bir ilişkinin kendine özgü etiketleri bulunmaktadır. Örneğin tip=rota, rota=otobüs öz nitelikleri girilmiş ise bu ilişki grubundaki tüm nokta ve çizgiler otobüs rotasının elemanı olarak kabul edilmektedir. OSM ortamında ilişkilerin tutulmasıyla ilgili daha ayrıntılı bilgilere URL 19 adresinden ulaşmak mümkündür.

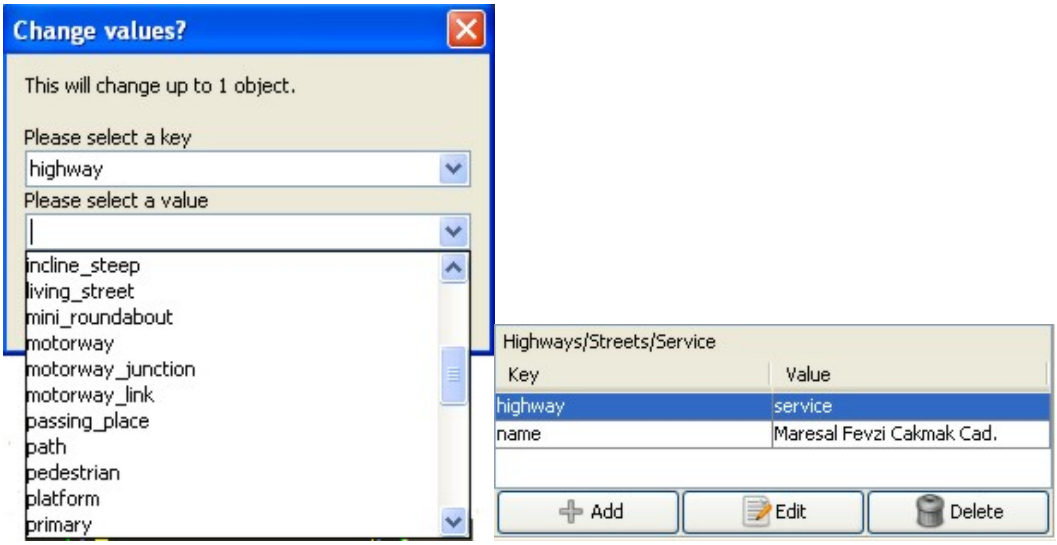
7.5.1.3. OSM ortamında obje öznitelik bilgileri

OSM ortamında OSM elemanlarına (nokta, çizgi, ilişki) öznitelik bilgileri girmek için kullanılan etiketlerde bir sınırlandırma bulunmamaktadır. Kullanıcılar isterlerse kendilerine özgü etiketler tanımlayabilmektedirler. Ancak OSM tarafından hazır olarak sunulan etiketlerin seçilmesi, harita tasarımının otomatik olarak doğru şekilde yapılmasının ve tüm kullanıcıların aynı dili kullanmasının sağlayacağı faydalar dikkate alınarak önerilmektedir. Çünkü ortak bir temel harita (base map) üretmek için ortak bir dilin kullanılması oldukça önemlidir. Buna rağmen kullanıcılar sunulan öznitelik etiketlerinde bir eksiklik gördüklerinde, kendi objeleriyle ilgili bilgi de vererek yeni bir öznitelik etiketi sisteme eklediklerinde bu etiket incelenerek bundan sonraki kullanımlarda sisteme eklenebilmektedir (URL 20).

Çizelge 7.1. OSM ortamında harita verilerinin öznitelik bilgileri (URL 20)

OSM Ortamında Harita Verilerinin Öznitelik Bilgileri	
Fiziksel (Physical)	**Fiziksel Olmayan (Non Physical)**
Anayol (Highway)	Rota (Route)
Bariyer (Barrier)	Sınırlar (Boundary)
Bisiklet yolu (Cycleway)	Spor (Sport)
Patika tipi (Tracktype)	Bina toplulukları (Abutters)
Su yolu (Waterway)	Aksesuarlar (Accessories)
Tren yolu (Railway)	Özellikler (Properties)
Hava yolu (Aeroway)	Sınırlamalar (Restrictions)
Havai hatlar (Aerialway)	
Toplu ulaşım (Public Transport)	**İsimlendirme (Naming)**
Enerji hattı (Power)	İsim (Name)
İnsan yapıları (Man Made)	Referanslar (References)
Boş zaman aktiviteleri (Leisure)	Yerler (Places)
Tesisler (Amenity)	Adresler (Addresses)
Ofisler (Office)	
Dükkanlar (Shop)	**Açıklama (Annotation)**
El sanatları (Craft)	Açıklamalar (Annotation)
Acil durum (Emergency)	
Turizm (Tourism)	
Tarihi (Historic)	
Arazi kullanımı (Landuse)	
Askeri (Military)	
Doğa (Natural)	
Jeolojik (Geological)	

Çizelge 7.1'de görüldüğü gibi öznitelik bilgileri temsil ettikleri objenin arazide fiziki olarak görüp görülmediğine göre gruplandırılmış, ayrıca isimlendirme ve açıklama için kullanılan öznitelik bilgileri ayrı olarak ele alınmıştır. Bu tabloda obje özniteliklerinin sadece ana başlıkları verilmiştir. Bu başlıkların altında her bir obje için tekrar sınıflandırma yapılmaktadır. Örneğin Şekil 7.3'de JOSM ortamında anayol (highway) etiketinin altında yaklaşık 40 tane alt değer (values) olduğu görülmektedir. URL 20 adresinde her bir obje sınıfının özellikleri ve harita tasarımında nasıl gösterileceği örnekleriyle açıklanmıştır. Kullanıcı bu örneklere bakarak mekânsal objelerinin özelliklerine göre öznitelik bilgisi girebilmektedir (Şekil 7.3).



Şekil 7.3. OSM ortamına öznitelik bilgisi girişi

7.5.1.4. OSM zum seviyeleri

OSM ortamında 0 tüm dünyayı kapsayan seviye olmak üzere 18 zum seviyesi tanımlanmıştır. Bu zum seviyelerinin karşılık geldiği yaklaşık ölçekler Çizelge 7.2'de gösterilmiştir. Bu tez kapsamında çalışma alanının büyüklüğü dikkate alındığında 14-16 zum seviyeleri kullanılmıştır. Bu zum seviyelerinin hangi aşamalarda kullanıldığı ve bu zum seviyelerinde hangi detayların gösterildiği mobil uygulamanın anlatıldığı sekizinci bölümde ayrıntılı olarak anlatılacaktır.

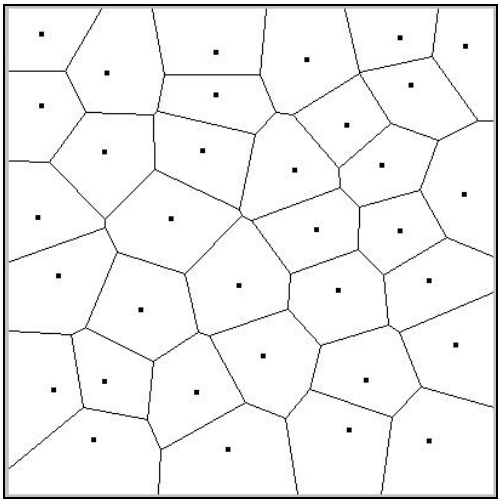
Çizelge 7.2. OSM zum seviyeleri (URL 21)

Zoom Seviyes	Yaklaşık Ölçek		Zoom Seviyesi	Yaklaşık Ölçek
0	1:500 milyon		10	1:500000
1	1:250 milyon		11	1:250000
2	1:150 milyon		12	1:150000
3	1:70 milyon		13	1:70000
4	1:35 milyon		14	1:35000
5	1:15 milyon		15	1:15000
6	1:10 milyon		16	1:8000
7	1:4 milyon		17	1:4000
8	1:2 milyon		18	1:2000
9	1:1 milyon			

7.6. Metot

7.6.1. Nirengilerle Yönlendirme

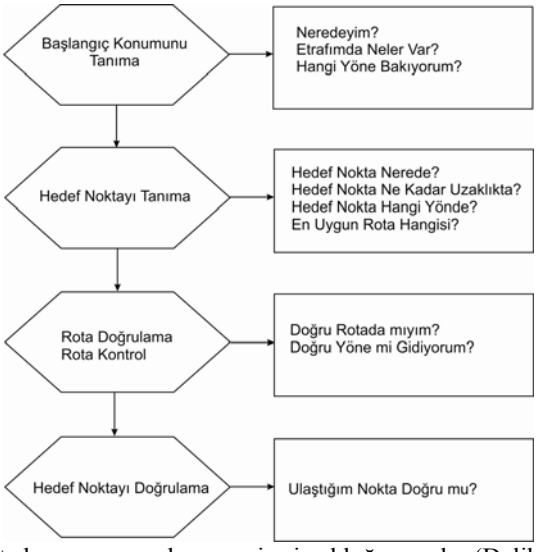
Nirengiler beşinci bölümde anlatıldığı gibi yaya navigasyonunda çok önemlidir. Bu nedenle bu tez kapsamında hazırlanan mobil uygulamada da nirengiler yönlendirmede kullanılmıştır. Bu kapsamda rota boyunca hareket eden kullanıcının her an bir nirengiyle iletişim kurması hedeflenmiştir. Bu amaçla çalışma alanı içerisindeki nirengiler etrafında Voronoi çokgenleri oluşturulmuştur. Düzlemde yer alan sonlu nokta kümesine ait herhangi bir noktaya, kümedeki diğer noktalardan daha yakın konumda bulunan düzlem noktalarının geometrik yerine, o noktanın "Voronoi Çokgeni" denilmektedir. Kümedeki tüm noktaların Voronoi çokgenlerinin birleşimi, o kümenin Voronoi diyagramını oluşturmaktadır (Tsai 1993,Yanalak 1997, McAllister ve Snoeyink 2000) (Şekil 7.4). Bu diyagram en yakın nokta problemleri için kullanılan kesin bir yapıdır. Bir noktanın Voronoi çokgeni o noktayı, komşu noktalar denen, o noktaya en yakın konumdaki noktalardan ayırmaktadır. Bu şekilde kullanıcı rota boyunca hareket ederken kendisine en yakın nirengi ile iletişim içinde olmakta ve tüm çalışma alanı Voronoi çokgenler ile kaplandığından bir nirengi bölgesinden çıkınca mutlaka başka bir nirenginin bölgesine girmektedir. Uygulanan bu yönlendirme yaklaşımıyla kullanıcı tüm rota boyunca doğru yolda olduğunu kontrol edebilmekte ve nirengiler onu hedef noktaya ulaştırmaktadır. Böylece kullanıcının çeşitli nedenlerle rota dışına çıkması engellenmekte ve güvenli bir şekilde hedef noktaya ulaşması sağlanmaktadır.



Şekil 7.4. Dağınık nokta kümesine ait Voronoi çokgenleri (URL 22)

7.6.2. Yaya navigasyonunda navigasyon aşamaları

Yaya navigasyonu alanında yapılan çalışmalar nirengilerle birlikte harita üzerindeki diğer detayların gösterimlerinin de yaya navigasyonunda önemli olduğunu ortaya koymuştur. Yaya navigasyonunda kullanıcılar, yabancı oldukları bir bölgeye geldiklerinde bölgeyi tanıma aşamasından hedef noktasına ulaşıncaya kadar geçen süreçte, farklı evrelerde farklı bilgilere ihtiyaç duymaktadırlar. Delikostidis (2007), Elzakker vd. (2008), ve Delikostidis (2011), yaptıkları test uygulamalarla yayaların davranışlarını gözlemleyerek yaya navigasyonu sırasında yayaların rota boyunca 4 farklı evreden geçtiklerini belirlemiş ve bu evrelerde yayaların hangi sorulara cevap aradıklarını ortaya koymuşlardır. (Şekil 7.5).



Şekil 7.5. Rota boyunca yayaların geçirmiş olduğu evreler (Delikostidis 2011)

1.Evre (Başlangıç konumunu tanıma): Kullanıcıların GPS vb. sistemler yardımıyla konumunun gösterildiği mobil haritaları kullanarak bulunduğu konumu ve çevresini algılamaya çalıştığı aşamadır. Bu aşamada kullanıcının haritadaki yön kavramı algılayabilmesi, etraftaki nirengileri görebilmesi ve gerçek dünya ile harita arasındaki ilişkiyi kurabilmesi amaçlanmaktadır. Yayaların bu aşamada cevabını aradığı sorular:

- Neredeyim?
- Etrafımda neler var?
- Hangi yöne bakıyorum?

Kullanıcının bu soruların cevabını bulabilmesi için harita üzerinde aşağıdaki bilgilere ulaşması gerekmektedir:

a) Haritadaki konumu (GPS. vb. sistemlerle)

b) Tüm çalışma alanını gösteren genellikle kuzeye dönük harita (bu harita gidiş yönüne dönük de olabilir fakat o bölgeye ilk kez gelen bir yaya gidiş yönüne göre hazırlanmış haritayı algılamakta zorlanabilir)

c) Büyütme (zoom in) ve kaydırma (pan) özellikleriyle tüm alanı ve detayları gösterebilen bir harita

d) Biçim ve boyutları gerçekle uyumlu sokaklar

e) Haritayla çevresi arasında ilişki kurmasına yardımcı olmak için gösterilmesi mümkün olan sokak isimleri

f) Çevrede bulunan ve görülebilen nirengiler

g) Etrafta bulunan nirengilerle ilgili ek bilgiler (resim, çizim, yazı vb.)

2. Evre (Hedef noktayı tanıma): İlk evre tamamlanıp kullanıcı başlangıç konumunu ve çevresini algıladıktan sonra hedef noktayı belirleyeceği ve rotanın tanımlanacağı ikinci evreye geçmektedir. Bu evrede amaç kullanıcının rahat ve kısa sürede hedef noktaya ulaşacağı rotayı belirlemektir. Bu evrede yayalar şu soruların cevabını aramaktadır:

- Hedef nokta nerede?
- Hedef nokta ne kadar uzaklıkta?
- Hedef nokta hangi yönde?
- En uygun rota hangisi?

Yayaların bu sorulara cevap verebilmesi için yukarıdaki a ve b maddelerindeki bilgilerin yanı sıra şu bilgilere de ihtiyaçları vardır:

h) Hedef noktanın harita üzerindeki konumu

i) Hedefin bulunduğu yönün gösterilmesi

j) Harita üzerinde hedef nokta yönündeki nirengilerin gösterilmesi

k) Hedefe giden uygun rota

l) Mümkünse hedef nokta hakkında ayrıntılı bilgi (fotoğraf, yazı vb.)

3. Evre (Rota doğrulama / Rota kontrol): Bu evrede o anki konumunu haritada belirleyen ve harita ile gerçek dünya arasında ilişkiyi kurup hedef noktanın yönünü ve hedef noktaya ulaşan rotayı tespit eden kullanıcı rotayı takip etmeye başlamıştır. Bu evrede amaç yayanın rotayı doğru bir şekilde takip etmesi ve rotadan sapmasının önlenmesidir. Bu amaçla nirengiler yardımıyla yayanın devamlı rotayı kontrol etmesinin sağlanması gerekmektedir. Bu evrede yayalar şu soruların cevabını aramaktadırlar:

- Doğru rotada mıyım?
- Doğru yöne mi gidiyorum?

Yayaların bu sorulara cevap verebilmesi için yukarıdaki a, d, e, f, g, h, i, j, k maddelerindeki bilgilerin yanı sıra şu bilgilere de ihtiyaçları vardır:

m) Haritanın kuzeye ve gidiş yönüne doğru yönlendirme imkânı vermesi

n) Haritanın küçültme (zoom out) ve kaydırma (pan) özellikleriyle tüm alanı ve detaylı haritayı gösterme imkânı vermesi

4. Evre (Hedef noktayı doğrulama): Kullanıcının planlanan hedef noktaya ulaştığı (veya ulaştığını varsaydığı) navigasyonun son aşamasıdır. Bu aşamada amaç yayanın ulaştığı noktanın doğru nokta olup olmadığını kontrol etmesinin sağlanmasıdır. Bu evrede yayalar şu sorunun cevabını aramaktadır:

- Ulaştığım nokta doğru mu?

  Bu soruya cevap verebilmek için yayanın yukarıda bahsedilen a, d, e, f, g, h, k, l, m maddelerindeki bilgilere ihtiyacı vardır.

7.6.3. Navigasyon evrelerinde kullanıcıya sunulacak bilgiler

Yukarıda sözü elden evrelerde yayaların navigasyon ihtiyaçlarını karşılayabilmek için navigasyon yazılımında her bir evre için aşağıdaki detay bilgilerinin gösterilmesi gerekmektedir (Şekil 7.6).

1. Evre: Kullanıcının başlangıç konumunu belirlemeye çalıştığı bu evrede, sistem kuzeye dönük tüm alanı kapsayan bir haritada kullanıcının konumunu göstermelidir. Yapılabiliyorsa kullanıcının haritayı gidiş yönüne göre çevirebilmesi için araçlar (pusula vb.) sunulmalıdır. Bu aşamada hareket sensörü yardımıyla haritanın otomatik yönlenmesi sağlanabileceği gibi, kullanıcının elle haritayı yönlendirmesi de sağlanabilir. Kullanıcının başlangıç konumu etrafındaki global nirengiler gösterilmelidir. Bu kapsamda global nirengiler noktasal olarak işaretlerle gösterilmelidir. İşaret seçiminde altıncı bölümde anlatıldığı gibi nirengiyi kolaylıkla tanıtabilecek resimsel çizimlerin kullanılması faydalıdır. Ayrıca bu nirengi işaretlerinin arka plandaki haritayla kontrast oluşturması da oldukça önemlidir. Bu aşamada tüm çalışma alanı gösterildiği için haritanın okunaklılığını azaltacak gereksiz yazı ve detaylar elemine edilmelidir. Bu kapsamda bina vb. objeler seçilen ölçeğe göre ya noktasal işaretlerle ya da basit çizimleriyle gösterilmeli, bina girinti ve çıkıntıları elemine edilmelidir. Yine kullanıcının yaklaşık olarak mesafe hesaplamasına olanak tanımak için haritada çizgisel ölçek mutlaka kullanılmalıdır.

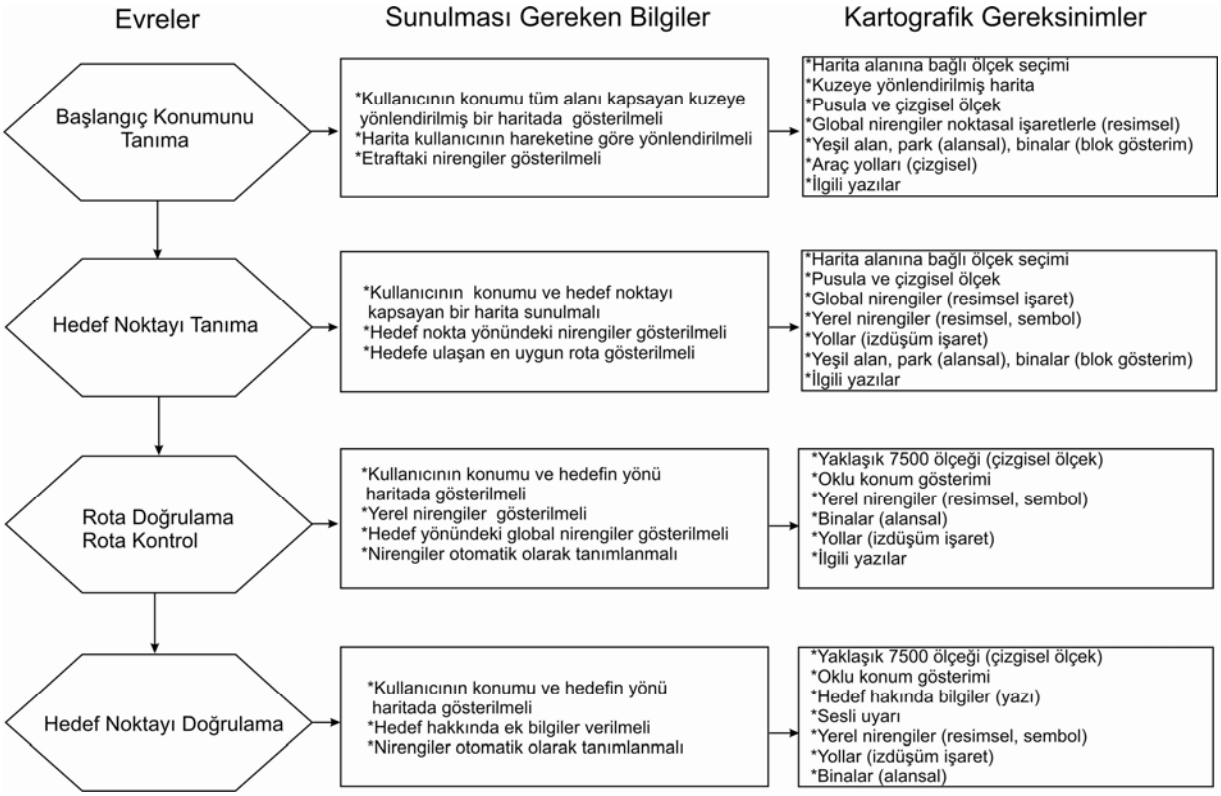
2. Evre: Kullanıcının hedef noktayı belirleyip rotayı seçeceği bu evrede, başlangıç konumunu ve hedef noktayı gösterecek şekilde tüm rotayı kapsayan bir haritanın sunulması faydalı olacaktır. Hedef nokta yönündeki nirengilerin gösterilmesi kullanıcının hedef noktanın yönünü doğru belirlemesinde etkili olacaktır. Bu aşamada hedef noktaya ulaşan en uygun rota kullanıcıya sunulmalıdır. Bu kapsamda ölçek tüm rotayı kapsayacak şekilde seçilmelidir. Rotadan uzakta olan detaylar elemine edilmeli, rota üzerindeki global nirengiler çizimleriyle, yerel nirengiler ise lejant kullanılmaksızın anlaşılabilecek resimsel işaretlerle gösterilmelidir. Bu aşamada mesafe hesaplama kullanıcı için çok önemli olduğundan çizgisel ölçek harita üzerinde mutlaka yer almalıdır. Yine yollar gerçekle uyumlu olacak şekilde izdüşüm işaretlerle (çift çizgi şeklinde) gösterilmelidir. Binalar blok şeklinde, yeşil alan, park gibi detaylar da alansal olarak gösterilmelidir.

3.Evre: Kullanıcının doğru rotada olup olmadığını kontrol ettiği bu evrede, kullanıcının konumunun hedefe doğru yön gösteren bir okla haritada gösterilmesi faydalı olacaktır. Bu aşamada Gartner ve Uhlirz (2001), Nagi (2004) tarafından önerilen yaklaşık 7500 ölçeğine karşılık gelen zum seviyesinin kullanılması faydalı olacaktır. Çünkü yapılan araştırmalar bu ölçekte yaya navigasyonunda kullanıcının etrafındaki gerekli detayların yeterli oranda gösterilebildiğini ortaya koymaktadır. Bulunulan konum ve hedef nokta etrafındaki yerel ve

global nirengiler çizim ve resimsel işaretlerle bu aşamada harita üzerinde gösterilmelidir. Çizgisel ölçek mutlaka harita üzerinde yer almalı ve rota üzerindeki yol isimleri mutlaka gösterilmelidir. Binalar alan olarak gösterilmeli, yol genişlikleri yaklaşık olarak gerçek yol genişliklerini yansıtmalı, özellikle yolların birbirine göre genişlikleri gerçekle tutarlı olmalıdır. Bu evrede nirengilerin otomatik olarak tanıtılması kullanıcının rotadan sapmasını engellemektedir.

4. Evre: Kullanıcının doğru hedefe gelip gelmediğini kontrol ettiği bu evrede önceki evrelerde sağlanan bilgiler kullanıcıya sunulmaya devam etmeli, ek olarak hedefle ilgili fotoğraf, yazı vb. bilgiler sunulmalıdır. Hedefe yaklaşıldığını gösteren sesli ve yazılı uyarı sistemi kullanılmalıdır.

Bu tez çalışmasında tüm bu evrelerde kullanıcıya yönelik hangi çözümlerin sunulduğu uygulama bölümünde (bkz. sekizinci bölüm) ayrıntılı olarak anlatılacaktır.



Şekil 7.6. Yaya navigasyonunda gösterim seviyeleri (Delikostidis 2011'den yararlanılarak geliştirilmiştir)

8. UYGULAMA

Çalışmanın bu bölümünde öncelikle çalışma alanıyla ilgili bilgi verilecek, daha sonra çalışma alanındaki kullanıcı profilini, kullanıcıların yaya olarak hareket ederken navigasyon ihtiyaçlarını ve çalışma alanında nirengi olarak gördükleri yapıları belirlemek için yapılan anket çalışması anlatılacak, bu anket çalışması sonucu, kullanıcıların sistemin kullanılabilmesi için gerekli özelliklere sahip akıllı mobil cihaz kullanım oranlarının düşük olduğu ortaya çıktığından, akıllı mobil cihazı olmayan kullanıcıların da sistemden yararlanması için tasarlanan kiosk uygulaması ve hazırlanan mobil uygulama ayrıntılı olarak anlatılacaktır.

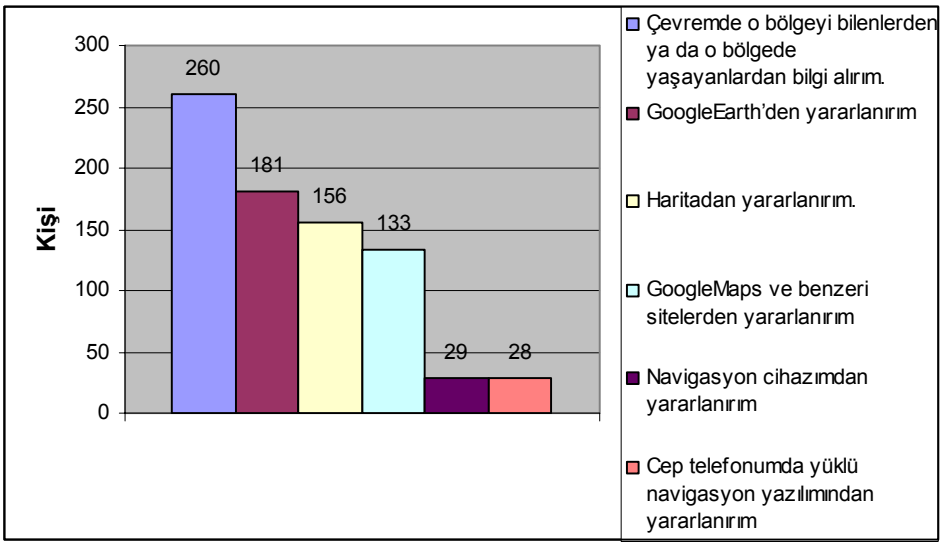
8.1. Çalışma Alanı

Bu çalışma Selçuk Üniversitesi Kampus alanında uygulanmıştır. Çalışma alanı yaklaşık 5 km^2 lik bir alan oluşturmaktadır. Bu alanda 16 fakülte, 5 yüksekokul, 13 araştırma uygulama merkezi, bir kütüphane, bir cami, alışveriş merkezleri ve yurtlar bulunmaktadır. Selçuk Üniversitesi Kampus alanında 50000'den fazla öğrenci ve 5000'den fazla akademik ve idari personel bulunmaktadır. Kullanıcıların İnternete bağlanmasına imkân sağlayan kablosuz İnternet erişimi (Wi-Fi) çalışma alanının büyük bölümünü kapsamaktadır. Bu sayede kurulan sistemde Internet imkânlarından yararlanmak mümkün olmaktadır.

8.2. Anket Çalışması

Çalışma alanındaki kullanıcı profilini, kullanıcıların yaya olarak hareket ederken navigasyon ihtiyaçlarını ve çalışma alanında nirengi olarak gördükleri yapıları belirlemek için bir anket çalışması yapılmıştır. Anket soruları php yazılımı kullanılarak sayısal ortamda hazırlanmış ve email yoluyla kampus içerisindeki tüm kullanıcılara dağıtılmıştır (bakınız EK 1). Ankete 267 öğretim elemanı, 106 öğrenci, 42 işçi veya memur ve 8 diğer katılımcı olmak üzere 423 kişi katılmıştır. Katılımcıların %76 sı erkek, %24'ü bayandır. %80 civarındaki katılımcı 18–45 yaş aralığındadır. Bu bölümde ankette sorulan sorulara katılımcıların verdiği cevaplar ve bu cevaplardan çıkarılan sonuçlarla ilgili ayrıntılı bilgi verilecektir.

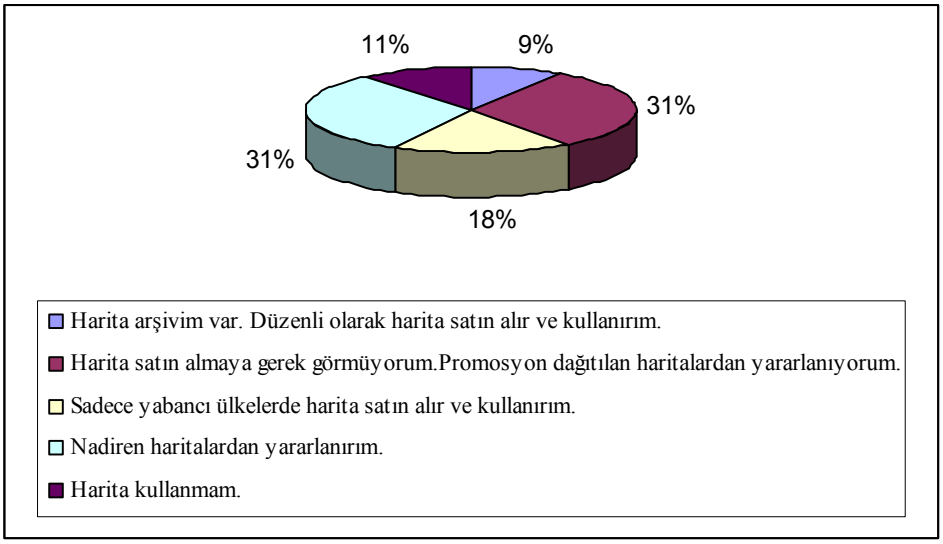
- Bilmediğiniz bir yere gideceğinizde



Şekil 8.1. Katılımcıların navigasyon alışkanlıkları

Bu soruya verilen cevaplar dikkate alındığında (Şekil 8.1), etraftaki kişilerden bilgi almak beklenildiği gibi en fazla verilen cevaptır, ancak Google Earth, Google Maps, haritalar gibi seçeneklerin de oldukça yüksek oranda tercih edildiği görülmektedir. Bu da kullanıcı profilinin yüksek eğitim seviyesiyle ilişkilendirilebilir. Ayrıca navigasyon cihazı ve yazılım kullanımının oldukça az olduğu görülmektedir.

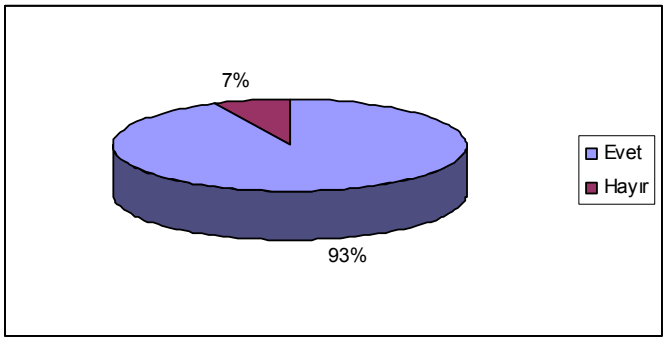
- Harita satın alma ve kullanma alışkanlığınız var mı?



Şekil 8.2. Katılımcıların harita kullanma alışkanlıkları

Şekil 8.2'de görüldüğü gibi katılımcıların harita kullanma alışkanlığının çok fazla olmasa da ortalamanın üstünde olduğu görülmektedir. Bu durum harita kullanma imkânlarının artırılması durumunda harita alışkanlığın artacağı şeklinde yorumlanmıştır.

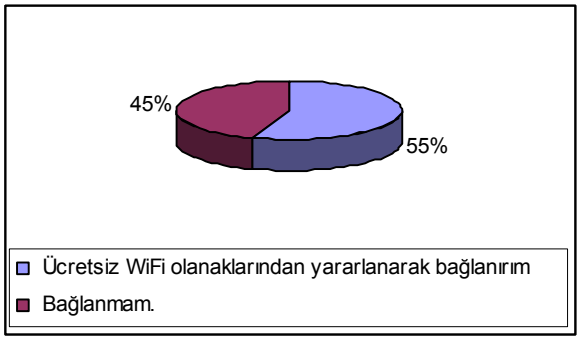
- Bilmediğiniz yerlerde aradığınız adreslere kolayca ulaşmak için cep telefonu veya navigasyon cihazının kullanılmasının yararlı olacağını düşünüyor musunuz?



Şekil 8.3. Cep telefonu veya navigasyon cihazının navigasyonda kullanılabilirliği

Bu soruya % 93 gibi bir oranda evet cevabı verilmesi kurulacak sistemde cep telefonlarından yararlanmanın gerekliliğini ortaya koymuştur (Şekil 8.3). Özellikle akıllı mobil cihazların daha da yaygınlaşmasıyla bu mobil cihazlar üzerindeki navigasyon yazılımlarının çok yaygın kullanılacağı değerlendirilmektedir.

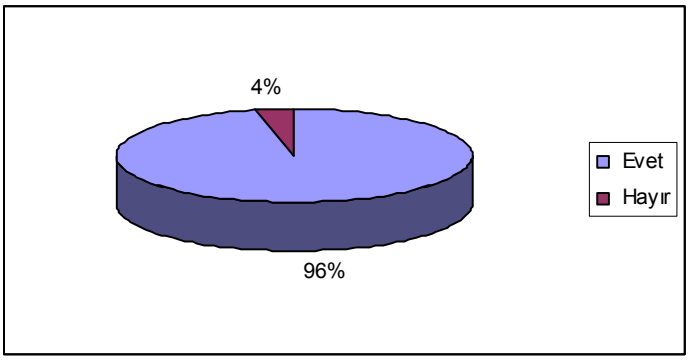
- Kullandığınız navigasyon/harita yazılımı gerektiriyorsa cep telefonuyla internete bağlanır mısınız?



Şekil 8.4. Katılımcıların navigasyonda internetten yararlanma oranları

Şekil 8.4'teki sonuçlar kullanıcıların gerektiğinde İnternete bağlanabileceği şeklinde yorumlanmıştır. Özellikle ücretsiz WiFi olanaklarına sahip akıllı mobil cihazların yaygınlaşmasıyla bu oranın daha da artacağı değerlendirilmektedir.

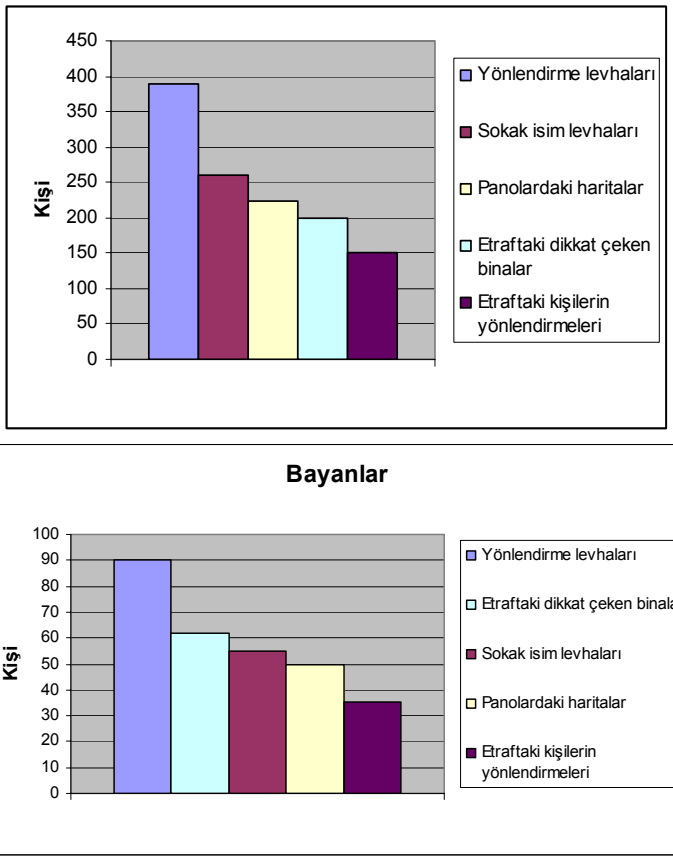
- Kampus içi yönlendirmenin kolaylaştırılması için bir çalışma yapılmasının gerekli olduğunu düşünüyor musunuz?



Şekil 8.5. Katılımcıların yapılan çalışmayı gerekli görme oranları

Alınan bu yüksek oranda evet cevabı (Şekil 8.5), yapılan bu çalışmanın katılımcılar tarafından da çok gerekli görüldüğü şeklinde değerlendirilmiştir. Bu da çalışma alanında özellikle yaya navigasyonu için bir çalışma yapılmasının gerekliliğini ortaya koymaktadır.

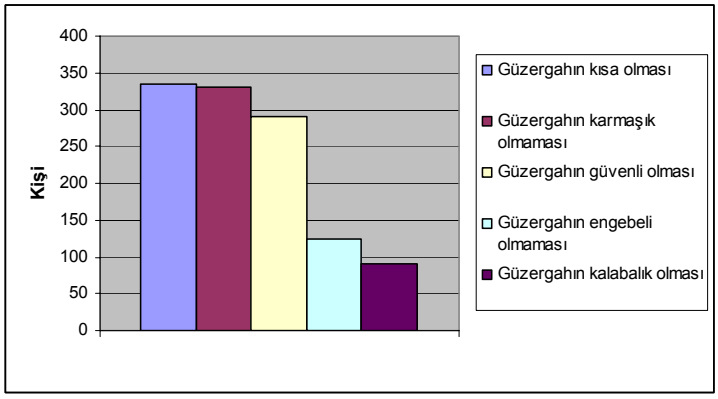
- Aşağıdakileri aradığınız yeri bulmadaki etkilerine göre sıralayınız.



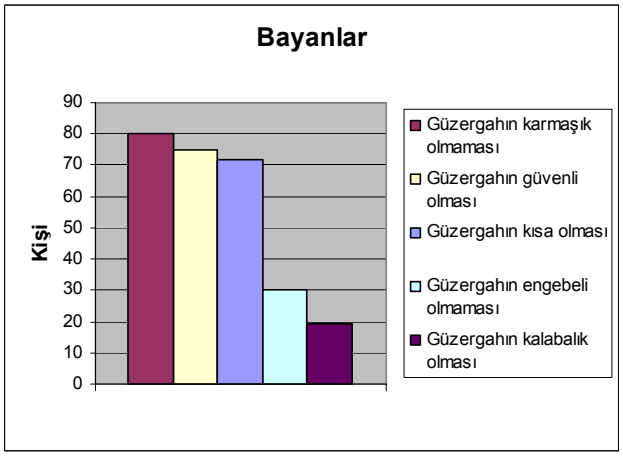
Şekil 8.6. Katılımcıların navigasyon davranışlarını etkileyen veriler

Literatürde erkek ve bayanların navigasyon davranışları değişebileceği belirtildiğinden bu soruda sadece bayanlar dikkate alınarak da değerlendirme yapılmıştır. Yönlendirme levhalarının hem erkek hem de bayanlar için oldukça önemli olduğu görülmektedir (Şekil 8.6). Bu nedenle kurulan sistemde yönlendirme levhalarının karar verme noktalarında olacağı da dikkate alınarak yönlendirme levhaları sisteme dâhil edilmiştir. Etraftaki dikkat çeken binaların bayanlar için erkeklerden daha önemli olduğu görülmektedir. Nirengi olarak kabul edilen bu binaların yaya navigasyonunda daha da önemli olduğu değerlendirildiğinden mobil cihazlar üzerinde kurulan sistemde kullanıcının hareket halindeyken bu objelerden yararlanarak yönlendirildiği bir sistem tasarlanmıştır. Ayrıca sokak isimlerinin de navigasyon için çok önemli olduğu değerlendirildiğinden, hangi sokak isimlerinin hangi ölçeklerde gösterileceği belirlenerek, sokak isimlerinin değişik ölçeklerde harita tasarımında gösterilmesi sağlanmıştır.

- Hedeflediğiniz noktaya yaya olarak ulaşmak için seçeceğiniz güzergâhta bulunması gereken özellikleri öncelik sırasına göre sıralayınız.



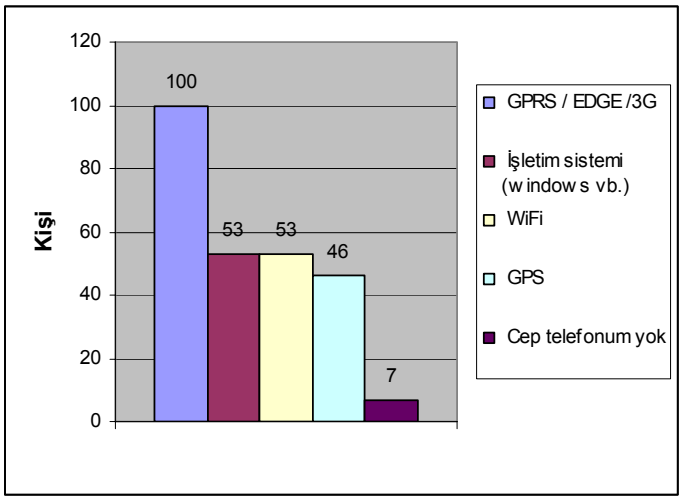
Şekil 8.7.a. Katılımcıların güzergâh seçme kriterleri



Şekil 8.7. b Bayan katılımcıların güzergâh seçme kriterleri

Şekil 8.7.a ve Şekil 8.7.b'deki cevaplar incelendiğinde ve yaya navigasyonunda kullanılan yolların taşıt yollarından bağımsız olacağı ve yayaların genellikle çok kullanılan yaya yollarını tercih ettiği düşüncesiyle (Millonig ve Schechtner 2007) çok kullanılan yaya yolları harita tasarımına eklenmiş ve bu yollar bina girişleriyle ilişkilendirilmiştir. Alınan bu cevaplar sonucu en kısa yolun yaya navigasyonunda da genellikle tercih edildiği ancak yaya yollarının seçimi yapılırken karmaşıklık ve güvenliğin de göz önünde tutulması gerekliliği ortaya çıkmıştır. Özellikle bayanların karmaşık olmayan ve güvenli yolları tercih edebileceği düşüncesiyle çalışma alanında yaya yolları belirlenirken bu özellikler de dikkate alınmıştır.

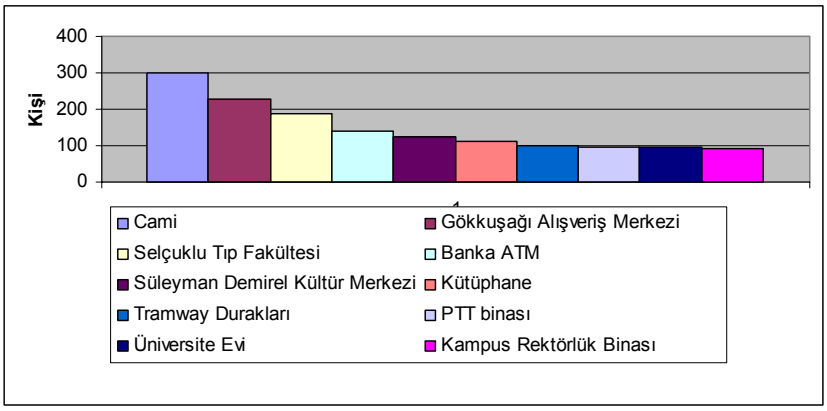
- Varsa cep telefonunuzda aşağıdaki özelliklerden hangileri var?



Şekil 8.8. Katılımcıların cep telefonunda bulunan özellikler

Bu soruda cep telefonlarında GPS özelliği olan kullanıcıların sayısının (46) toplam katılımcıya (423) göre oldukça az olduğu görülmüştür (Şekil 8.8). Bu nedenle GPS'e alternatif konum belirleme yöntemleri araştırılmış fakat ülkemizdeki GSM şirketlerinin verdiği konum bilgileri bu çalışma için yeterli görülmemiştir. Ayrıca işletim sistemi özelliğine sahip mobil cihaz sayısının da çok az olduğu görüldüğünden akıllı mobil cihazların yeterince yaygın olmadığı sonucuna varılmış ve sistemden daha çok kullanıcının yararlanması için bir de kiosk uygulaması yapılmasına karar verilmiştir. Bu amaçla çalışma alanımızda yayaların navigasyon kararlarını vermelerinde etkili olacağı düşünülen noktalar kiosk noktası olarak belirlenmiş ve buralara yerleştirilecek kiosklar yardımıyla akıllı mobil cihazı olmayan kullanıcıların da sistemden yararlanması planlanmıştır. Tasarlanan bu kiosk uygulamasıyla ilgili ayrıntılı bilgiler bir sonraki bölümde verilecektir.

- Kampusu bilmeyen bir yakınınıza kampus içerisindeki bir yeri tarif ederken aşağıdaki yapılardan hangilerini kullanırsınız?



Şekil 8.9. Katılımcıların nirengi olarak gördükleri yapılar

Bu soru çalışma alanındaki nirengileri belirlemek amacıyla sorulmuştur. Verilen cevaplar sonucu belirlenen şekil 8.9'daki 10 bina çalışma alanında nirengi olarak kabul edilmiştir. Verilen cevaplar incelendiğinde genellikle görsel özellikleriyle ön plana çıkan binalar ve fonksiyonları itibariyle diğer binalardan farklı olan binaların katılımcılar tarafından nirengi olarak değerlendirildiği görülmektedir. Bu nirengilerin navigasyonda nasıl kullanıldığı ile ilgili ayrıntılı bilgiler mobil uygulama bölümünde verilecektir.

8.3. Kiosk Uygulaması

Yapılan anket çalışması sonucu kullanıcıların sadece %20 sinde GPS, WiFi, işletim sistemi gibi gelişmiş özellikleri olan cep telefonu olduğu anlaşılmıştır. Bunun üzerine daha fazla kullanıcının kurulacak sistemden yararlanması amacıyla, kiosk uygulamaları da oluşturulmuş ve çalışma alanı içerisine yerleştirilen kiosklar üzerinde bu uygulamaların çalışır hale getirilmesi düşünülmüştür. Bu kapsamda çalışma alanı içerisinde yayaların navigasyon kararlarını vermelerinde etkili olacağı düşünülen noktalar kiosk noktası olarak belirlenmiş, belirlenen bu noktalara (bakınız Şekil 8.10) kioskların kurulması planlanmıştır. Kiosk uygulamalarından bir tanesi ArcInfo 10 ve ARCGIS Server 10 yazılımları yardımıyla oluşturulmuş, diğer uygulama ise OSM imkânlarından yararlanılarak oluşturulmuştur.

8.3.1. ARCGIS yardımıyla kiosk uygulamasının oluşturulması

Kiosk uygulamasının oluşturulması amacıyla öncelikle ArcInfo yazılımı kullanılarak çalışma alanının haritası oluşturulmuştur. Bu aşamada değişik zum seviyelerinde hangi objelerin gösterileceği kararlaştırılmış ve özellikle sokak isimlerinin hangi ölçek aralıklarında gösterileceği belirlenmiştir. Yaya navigasyonunda kullanılan yolların taşıt yollarından bağımsız olacağı ve yayaların genellikle güvenli ve yürümesi kolay olan ve çok kullanılan yaya yollarını tercih ettiği düşüncesiyle bu şartları sağlayan yaya yolları harita tasarımına eklenmiş (Şekil 8.10), bu yollar mevcut taşıt yollarına paralel ise bu taşıt yollarının ismi yaya yollarına da verilmiş, taşıt yollarından bağımsız olan yaya yollarına ise farklı isimler verilmiştir. Yine yaya navigasyonunda binayı bulmanın ötesinde bina girişini bulmak çok önemli olduğundan, bina girişleri harita tasarımına eklenmiş ve yaya yolları bina girişleriyle ilişkilendirilmiştir (Şekil 8.10). Daha sonra bu yaya yolları ve bina girişleri, rota hesaplanırken kullanılacak olan veri setinin (network dataset) elemanları olarak kullanılmış ve ArcInfo 10 yazılımıyla bu veri seti oluşturulmuştur. Bu veri seti oluşturulurken yaya yolları ve bina girişleri arasında ağ topolojisini bozacak bağlantı kesikliklerinin olmaması gerekmektedir. Bu çalışmada yaya navigasyonu hedeflendiğinden bütün yollar çift yönlü olarak değerlendirilmiş ve rota tariflerinde kullanılacak olan yolların isimleri ve ArcInfo yardımıyla hesaplatılan metre cinsinden uzaklıkları veri setinde tanımlanmıştır.

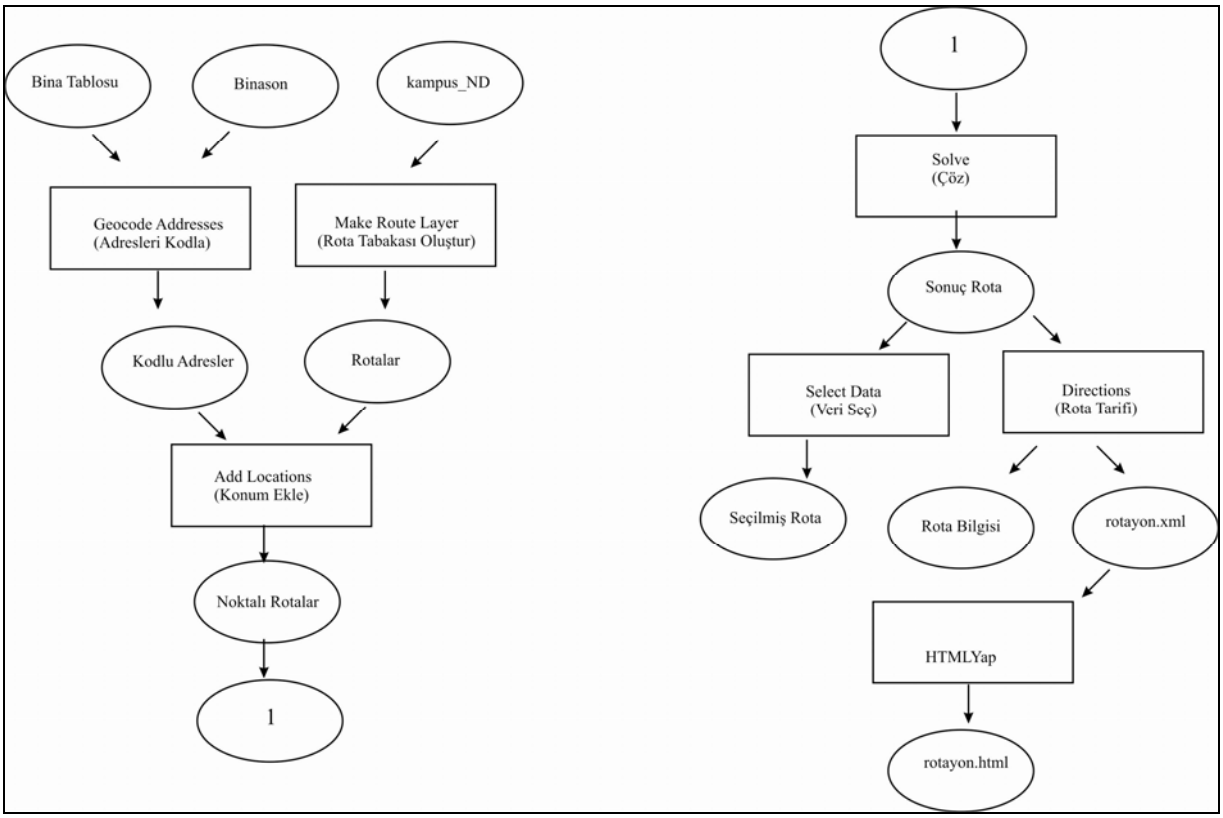


Şekil 8.10. Kiosk noktaları (★), yaya yolları (—·—) ve bina girişleri (●)

Rota hesaplama aşamasında kullanılacak veri seti (network dataset) ArcInfo 10 yazılımı yardımıyla oluşturulduktan sonra rota belirleme aracı "Rota Bul", ArcInfo 10 ortamında Python

script dili kullanılarak hazırlanmış ve hazırlanan tüm harita ve bu araç ARCGIS Server yardımıyla kiosk ortamında kullanılabilecek şekilde web uygulaması olarak yayınlanmıştır. Bu aracın akış diyagramı (Şekil 8.11) ve açıklamaları aşağıda ayrıntılı olarak sunulacaktır:

- Öncelikle ArcInfo 10 yazılımı yardımıyla bütün bina girişlerinin adresini tutan "binason" adı verilen adres tablosu oluşturulmaktadır. "Geocode adresses" fonksiyonu bu tabloyu ve "bina tablosu" olarak adlandırılan kullanıcının rota için verdiği noktaları içeren tabloyu eşleştirerek "kodlu adresler" tablosunu meydana getirmektedir. Burada kullanıcının noktaları girdiği "bina tablosu" rota bul aracının giriş parametresidir. Bu tablo kullanıcının bir listeden (drop down) bina girişlerini seçeceği şekilde tasarlanmıştır.
- "Make route layer" fonksiyonu ise yukarıda bahsedilen bina girişleri ve yaya yolları kullanılarak oluşturulan "KAMPUS_ND" (network dataset) dosyasından "rotalar" tabakasını oluşturmaktadır.

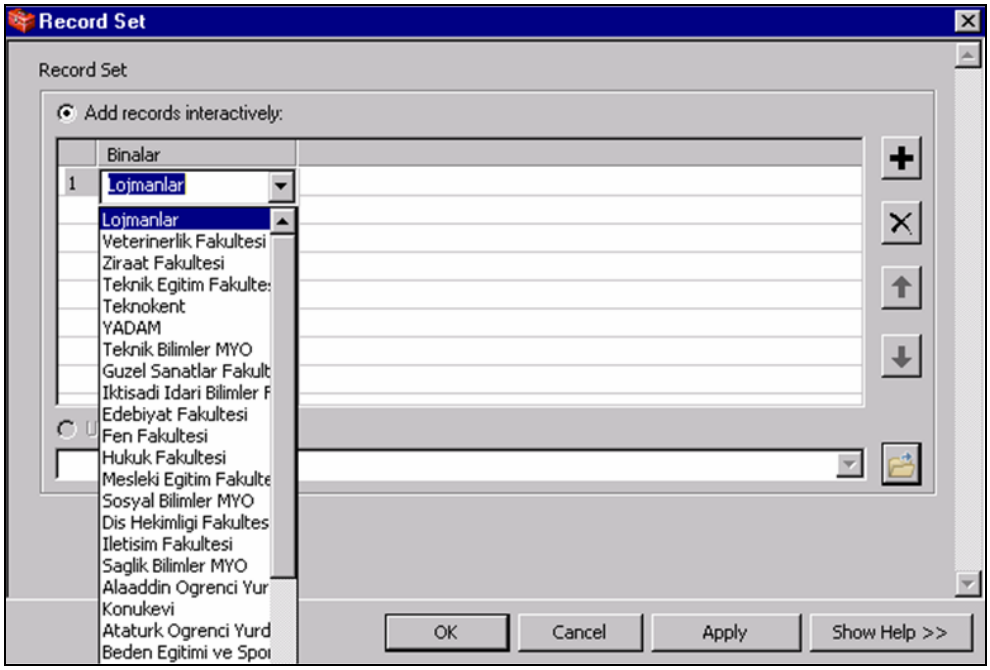


Şekil 8.11. Rota Bul aracının akış diyagramı

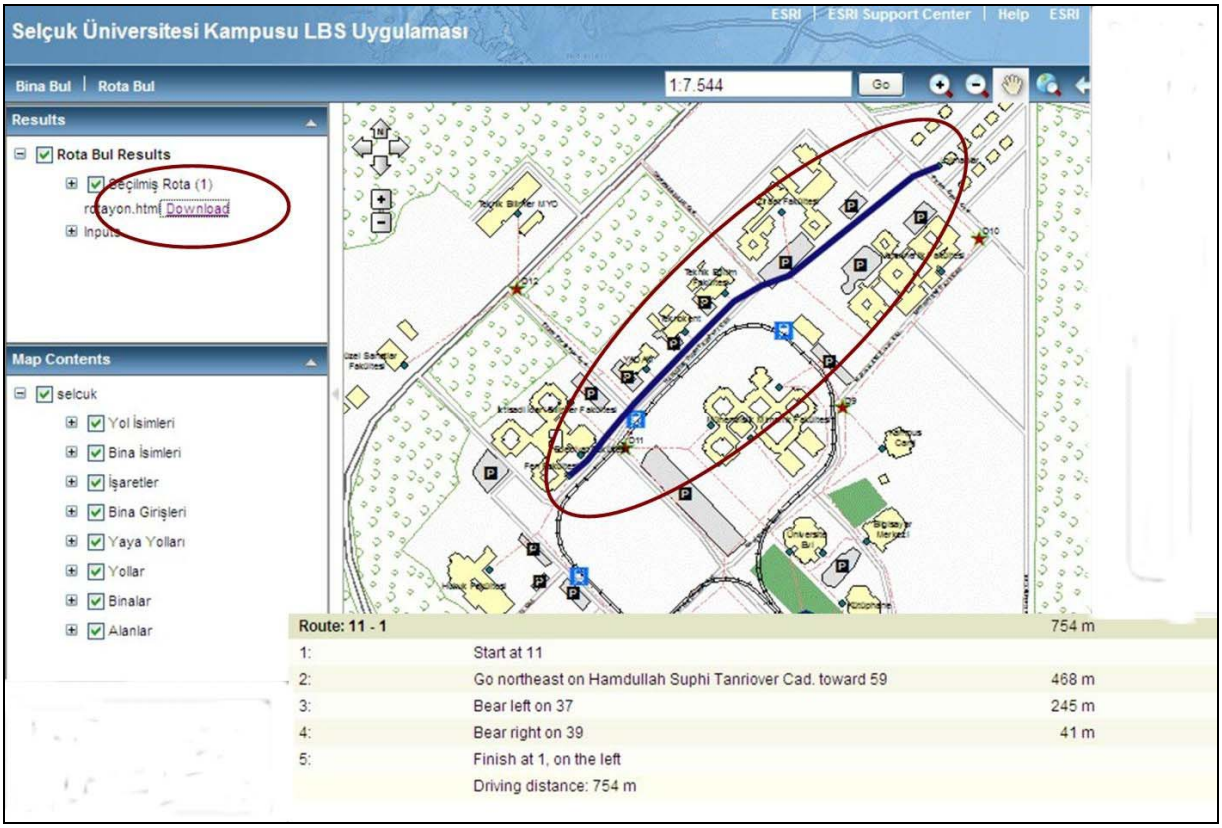
- “Add Locations” fonksiyonu üretilen “kodlu adresler” tablosunu “rotalar” tabakasına eklemektedir. Bu şekilde “noktalı rotalar” diye isimlendirilen dosya oluşmaktadır.
- “Solve” fonksiyonu üretilen “noktalı rotalar” dosyasını alıp rotayı hesaplamaktadır. Üretilen “sonuç rota” tabakası Web ortamında yayınlamak için çok fazla veri içerdiğinden oluşan “sonuç rota” tabakasından sadece rota çizgisi “select data” fonksiyonuyla seçilmiş ve “seçilmiş rota” tabakası web ortamında yayınlanmak üzere sonuç parametresi olarak belirlenmiştir.
- “Directions” fonksiyonu “sonuç rota” tabakasından yol tarifini üreten fonksiyondur. Bu fonksiyon rota tarifini hem txt olarak hem de xml olarak üretebilmektedir. Fakat yapılan uygulamada rota tarifi web ortamında yayınlanacağı için XML olarak sonuç dosyası üretilmiş ve bu XML dosyası oluşturulan “HTMLyap” fonksiyonuyla HTML dosya biçimine dönüştürülerek “rotayon.html” dosyası oluşturulmuştur.

“Rota Bul” aracı Python script dili kullanılarak oluşturulduktan sonra ArcInfo yazılımı yardımıyla üretilen harita ve bu araç ArcGIS Server 10 yazılımı yardımıyla kiosk uygulaması olarak çalışacak şekilde web ortamında yayınlanmıştır. “Rota Bul” aracının kiosk ortamında kullanımı aşağıda anlatılmıştır:

- Kiosk ortamında kullanıcı sol üst köşedeki Rota Bul sekmesine tıkladığında (Şekil 8.13) karşısına rota noktalarını girmesi için bir ara yüz (record set) açılmaktadır (Şekil 8.12). Bu ara yüz üzerinde kullanıcı en az iki tane olmak üzere istediği kadar noktayı listeden (drop down) seçerek sisteme girebilmektedir.
- Aracın çalışması sonucu bir rota çizgisi, bu rotaya ait teknik bilgiler (uzunluğu vb.) ve rotayon.html dosyası oluşmaktadır (Şekil 8.13). rotayon.html dosyasını açmak için yanında bulunan download sekmesine tıklamak gerekmektedir. Burada rotayon.html dosyasının İngilizce olması dikkat çekmektedir. Bunun sebebi ARGIS SERVER 10 için Türkçe yamanın henüz hazır olmamasıdır. Bu yama hazırlandığında bu dosya Türkçe olarak oluşacaktır.



Şekil 8.12. Kullanıcının rota noktalarını girmesi



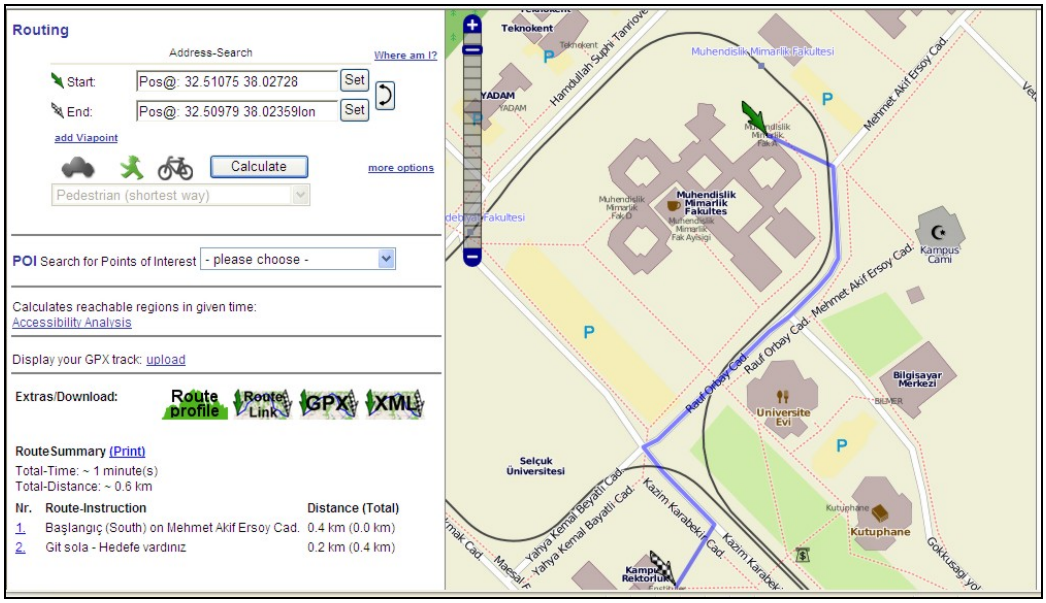
Şekil 8.13. Rota Bul aracının çalışması sonucu oluşan sonuç ekranı

8.3.2. OSM imkânlarıyla kiosk uygulamasının oluşturulması

Öncelikle kiosk uygulaması için temel harita olarak kullanılacak veriler, OSM ortamında bulunmadığından, bu veriler JOSM editörü kullanılarak ArcInfo ortamından OSM ortamına aktarılmıştır. Bu kapsamda yaya navigasyonu için çok önemli olan yaya yolları ve bina girişleri de OSM ortamına birbirleriyle ilişkili olarak kaydedilmiştir.

Kiosk uygulamasının oluşturulmasında yine OSM imkânlarıyla oluşturulmuş olan Open Route Service (ORS) sunucularından yararlanılmıştır. Bu kapsamda çalışma alanı için sorgu cümleleri oluşturularak çalışma alanını içeren kiosk uygulaması oluşturulmuştur. Örneğin http://openrouteservice.org/index.php?start=32.51075,38.02728&lon=32.509200&lat=38.022730&pref=Shortest&lang=tr&zoom=15 sorgu cümlesi çalışma alanını ekrana getiren ve başlangıç noktasını Mühendislik Mimarlık Fakültesinin A Blok girişini kabul ederek kullanıcının seçeceği hedef noktaya göre rota hesaplamaktadır. Bu sorgu cümlesinde "start" ifadesinden sonraki rakamlar rotanın başlangıç noktasının sırasıyla boylam ve enlem değerlerini, "lon" ve "lat" ifadelerinden sonraki rakamlar ise ekrana gelecek olan haritanın orta noktasının boylam ve enlem değerlerini temsil etmektedir. "Pref" ifadesinden sonraki "Shortest" rotanın hangi kritere göre hesaplanacağını ifade etmektedir. Burada taşıt navigasyonu için "fastest" veya "shortest" seçenekleri seçilebilmektedir ancak yaya navigasyonunda sadece "shortest" ifadesi tanımlıdır. "lang" ifadesi yön tarifinde hangi dilin kullanılacağını göstermektedir. "tr" Türkçeye karşılık gelen kısaltma olduğundan kullanılmıştır. ORS, Türkçe yön tarifi verme imkânına sahiptir. "zoom" ifadesi ekrana OSM ortamındaki hangi zum seviyesindeki haritanın getirileceğini göstermektedir. Burada kiosk uygulaması için 15 zum seviyesi seçilmiştir. ORS ile ilgili daha ayrıntılı bilgilere URL 23 adresinden ulaşılabilir.

Kiosk uygulamasında kullanıcı, ekrana gelecek harita üzerinden "Calculate" butonuna basıp başlangıç ve bitiş noktalarını haritadan seçerek yön tarifi alabilmektedir. Kullanıcı bu yön tarifini taşıt, yaya veya bisikletli yolculuk yapmasına göre farklı şekilde sorgulayabilmektedir (Şekil 8.14).



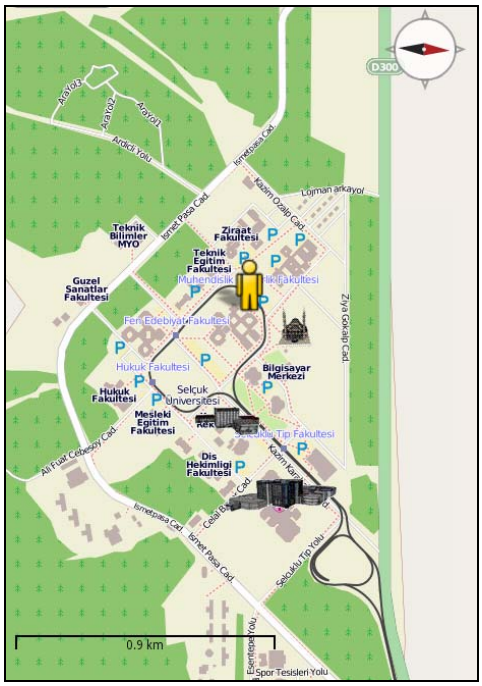
Şekil 8.14. ORS imkânlarıyla oluşturulan kiosk uygulaması

8.4. Mobil Uygulama

Kiosk uygulamaları tamamlandıktan sonra kurulacak sistem LBS çalışması olduğundan sistemin mobil cihazlarda kullanılması için mobil uygulama hazırlanmıştır. Bu kapsamda ücretsiz olması nedeniyle Android işlemcili mobil cihazlara yönelik bir uygulama yapılması kararlaştırılmıştır. Android işlemcili mobil cihazların yine ücretsiz olan Java programlama diliyle yazılım geliştirme olanağı vermesi bu tercihimizin önemli bir başka nedenidir. Oluşturulan uygulama Android 2.2 ve daha üst Android işlemcilerde çalışabilen bir Java uygulamasıdır. ArcInfo ortamında hazırlanmış olan veriler Android işlemcili mobil cihazlarda kullanılamadığından verilerin bu tip mobil cihazlarda kullanılabilmesi için araştırmalar yapılmıştır. Bu kapsamda ilk akla gelen Google Map alt yapısının kullanılmasıdır. Ancak çalışma alanının Google Map ortamında eksiksiz bir şekilde bulunmaması ve çalışmada kullanılacak olan yaya yolları ve bina girişlerinin Google Map üzerine eklenme imkânı olmaması nedenleriyle çalışmada Google Map altyapısı kullanılamamıştır. Bu nedenle yapılan uygulamada kullanıcıların kendi verilerini üretmesine olanak sağlayan ve Java ile programlamayı da destekleyen OSM verileri altlık harita (base map) olarak kullanılmış, osmdroid (URL 24) Open Street Map android paketlerinden uygulama sırasında yararlanılmıştır.

Kiosk uygulaması sırasında çalışma alanı OSM ortamına aktarıldığından bu veriler mobil uygulamada da temel harita olarak kullanılmıştır. Daha sonra mobil uygulamanın ilk hali bu verileri kullanarak Java ortamında üretilmiş ve mobil uygulama SelcukLBS olarak isimlendirilmiştir. Bu kapsamda 7.6. bölümde anlatılan, kullanıcının bulunduğu konumu anlamaya çalıştığı 1. evrede ihtiyaç duyabileceği kuzeye dönük tüm çalışma alanını kapsayan bir harita üzerinde kullanıcı konumu, büyütme küçültme (zoom in, zoom out) özellikleri, çizgisel harita ölçeği, kullanıcının istediği zaman aktif hale getirerek haritayı yönlendirebileceği pusula özellikleri ve global nirengiler uygulamaya dâhil edilmiştir (Şekil 8.15). Bu aşamada çalışma alanını kapsayan OSM 14. zum seviyesi kullanılmıştır. Bu yaklaşık olarak 35000 ölçeğine karşılık gelmektedir. Böylece başlangıç ekranında tüm çalışma alanının görüntülenmesi sağlanmıştır. Bu nedenle tüm çalışma alanını gösterecek ayrı bir küçük haritanın (overview map) ekranda görüntülenmesine gerek duyulmamıştır. Çünkü böyle bir gösterim zaten küçük olan mobil cihaz ekranının daha da küçülmesine neden olmaktadır. Mobil cihaz ekranının küçüklüğü dikkate alınarak sisteme lejant da eklenmemiştir. Lejantın bir menü (pull down) yardımıyla kullanılması ise kullanıcının seçim yaparak lejantı görüntülemesi, daha sonra tekrar lejantı kapatıp haritaya dönmesinin kullanıcının gerçek dünya ile harita arasında kurduğu bağı koparabileceği endişesiyle tercih edilmemiştir (Delikostidis 2011). Bu nedenle OSM imkânları kullanılarak işaretleştirmede kolay anlaşılabilir işaretler seçilerek kullanıcıların lejant kullanmadan haritayı algılaması hedeflenmiştir. Yine bu evrede kullanıcının ihtiyaç duyacağı konumu mobil cihazın GPS özelliği yardımıyla sisteme alınmış ve insan ikonuyla harita üzerinde gösterilmiştir (Şekil 8.15). Bu aşamada GPS'in ilk konumu bulurken zorlanması veya GPS erişiminin olmaması ihtimali dikkate alınarak kullanıcıya bulunduğu konumu harita üzerinden seçerek sisteme dâhil etme imkânı da verilmiştir. Yine bu evrede kullanıcının haritayı gidiş yönüne yönlendirme ihtiyacı dikkate alınarak dijital pusula özelliği sisteme eklenmiştir (Şekil 8.15). Kullanıcının konumunu algılamasında ve harita ile gerçek dünya arasında ilişki kurmasında çok önemli olduğu beşinci bölümde anlatılan ve 8. bölümde anlatılan anket çalışması sonucu belirlenen global nirengiler de bu evrede sisteme alınmış ve noktasal işaretlerle (resimsel) gösterilmiştir. Yeşil alan ve park alanları alansal olarak harita üzerinde gösterilmiştir. Bu aşamada 7.6. bölümde anlatıldığı gibi binaların blok gösterimle gösterilmesi gerekmektedir. Ancak çalışma alanındaki binaların ayrık yapısı ve bina sayısının çok olmaması nedeniyle bu zum seviyesinde binalar alan olarak gösterilebilmiştir. Bu aşamada yolların çizgisel olarak

gösterilmesi yeterlidir. Ancak OSM ortamında bu zum seviyesinde taşıt yolları izdüşüm işaret olarak gösterilebilmektedir. Bu evrede çalışma alanı daha büyük olan uygulamalarda yollar tek çizgiyle gösterilmelidir. OSM, yazıları otomatik ürettiği ve kullanıcıya yazıları elemine etme imkânı vermediği için bu aşamada gereksiz görülen bazı yazılar elemine edilememiştir.(Şekil 8.15).



Şekil 8.15. Mobil uygulama üzerinde çalışma alanı (1.evre)

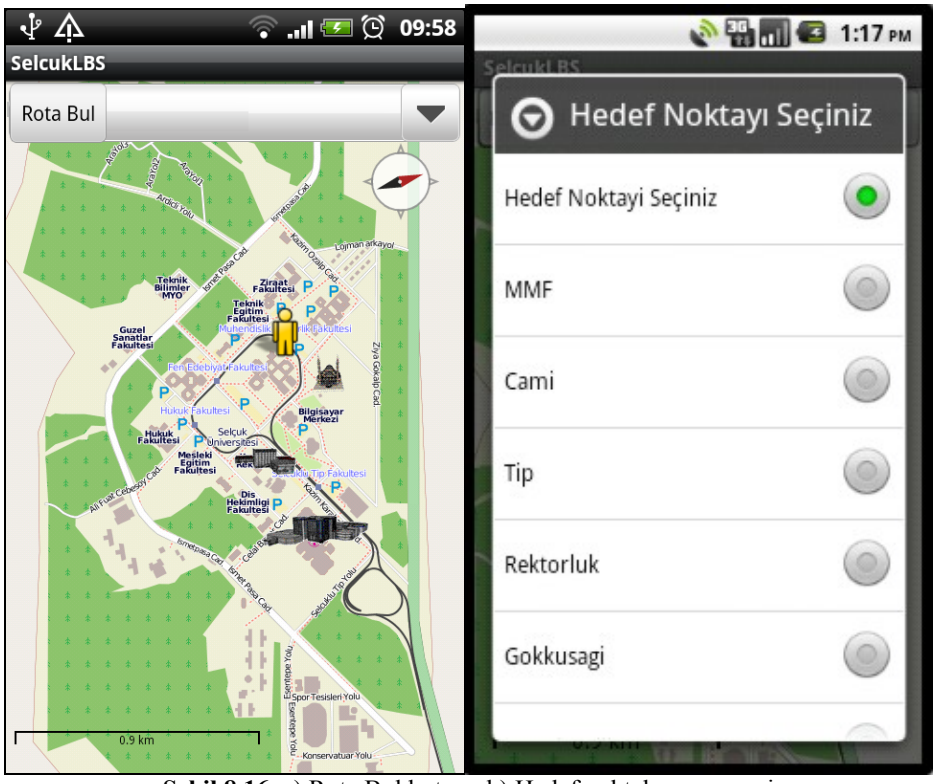
Nirengilerin uygulamaya dâhil edilmesi için, yine beşinci bölümde anlatılan Elias & Paelke (2007)'nin bina tipi nirengiler için önerdiği yaklaşım uygulanmıştır. Bu kapsamda yapılan anket sonuçlarına göre nirengi olduğuna karar verilen binaların özellikleri dikkate alınarak, bu nirengilerin nasıl gösterileceğine dair bir çizelge oluşturulmuştur (Çizelge 8.1).

Çizelge 8.1. Çalışma alanındaki nirengilerin sınıflandırılması ve görselleştirilmesi

	Sınıflandırma				Görselleştirme					
NİRENGİLER	**Görsel Özellik**	**İsim / Fonksiyon**	**Dükkân (Tip)**	**Dükkân (İsim)**	**Resim (Image)**	**Çizim (Drawing)**	**Taslak (Sketch)**	**İkon İşaret (Icon)**	**İşaret (Symbol)**	**Yazı (Words)**
Cami	+	+			+	+			+	
Gökkuşağı Alışveriş Merkezi		+	+				+	+	+	+
Selçuklu Tıp Fakültesi	+	+			+	+	+		+	
Banka ATM		+						+	+	+
Süleyman Demirel Kültür Merkezi		+						+	+	+
Kütüphane		+						+	+	+
Tramway Durakları		+						+	+	
Postane		+						+	+	+
Üniversite Evi		+						+	+	
Rektörlük binası	+	+			+	+				

Çizelgede görüldüğü üzere cami, Selçuklu Tıp Fakültesi ve Rektörlük binası hem görsel özelliği hem de fonksiyonu olan nirengilerdir. Caminin minaresi ve yüksek olan Selçuklu Tıp Fakültesi ve Rektörlük binaları neredeyse tüm çalışma alanında görülebilen binalardır. Bu nedenle global nirengi olarak değerlendirilmişler ve resim veya çizimleriyle gösterilmelerinin doğru olacağı değerlendirilmiştir. Uygulamada bu binalar çizimlerinin resimlerine göre mobil cihaz kapasitelerinde daha kullanışlı olacağı değerlendirildiğinden çizilmiş modelleriyle gösterilmiştir (Şekil 8.15). Bu çizimler değişen zum seviyeleriyle ilişkilendirilerek her zum seviyesinde uygun görünümleri sağlanmıştır. Diğer nirengiler ise genellikle fonksiyonları itibariyle diğer binalardan ayrılan yapılardır. Bu nedenle bu binalar yerel nirengi olarak değerlendirilmiş ve uygulamada OSM imkânları kullanılarak ilgili evrelerde seçilen işaretlerle görselleştirilmiştir.

7.6. bölümde anlatılan 1. evre tamamlandıktan sonra kullanıcının hedef noktayı belirleyeceği ve hedefin yönünü tayin etmeye çalışacağı 2. evreye geçilmiştir. Bu kapsamda kullanıcının konumu sisteme alındıktan sonra rota uygulaması oluşturulmuş ve nirengiler bu uygulama içerisinde yönlendirmede kullanılmıştır. Bu amaçla "Rota Bul" butonu uygulamaya eklenmiştir (Şekil 8.16(a)). Kullanıcı bu butona bastığında, ekrana çalışma alanı içerisinde bulunan bütün hedef noktaların listesi gelmektedir (Şekil 8.16(b)). Kullanıcı bu hedef noktalarından birini seçtiğinde Cloudmade (URL 25) rota algoritması çalışmakta ve kullanıcının o anki konumundan seçtiği hedef noktasına olan rota ekrana çizilmektedir (Şekil 8.17(a)). Coudmade rota algoritmasının çalışması için rotanın başlangıç ve bitiş noktasının koordinatları, rotanın yaya için mi taşıt için mi istendiği, sonuç dosyasının formatını içeren bir sorgu cümlesi http://route.cloude.map adresine gönderilmekte ve bu adresten alınan sonuç rota dosyası ayrıştırılarak rota ekrana çizilmektedir (Şekil 8.17(a)). Cloudmade rota algoritması ile ilgili daha ayrıntılı bilgiler URL 25 adresinde bulunmaktadır. Bu aşamada ekranda hem kullanıcının o anki konumu hem de hedef nokta görülecek şekilde haritanın zum seviyesi belirlenmiştir. Bu evrede global nirengiler yine resimsel çizimleriyle, yerel nirengiler de kullanıcı tarafından kolaylıkla anlaşılabilecek resimsel işaretlerle gösterilmiştir. Seçilen zum seviyesinde yollar izdüşüm işaretlerle görselleştirilmiş ve yol isimleri haritada gösterilmiştir. Yukarıda belirtilen nedenlerle bu aşamada da gereksiz görülen bazı yazılar elemine edilememiştir. Bu evrede binalar alansal olarak gösterilmiş, park ve yeşil alan gibi arazi kullanım bilgileri de alansal olarak görselleştirilmiştir(Şekil 8.17.(a)).



Şekil 8.16. a) Rota Bul butonu b) Hedef noktalar penceresi

2. evre tamamlandıktan sonra kullanıcının rota boyunca hareket ettiği ve doğru rotada olup olmadığını kontrol edeceği 3. evreye geçilmiştir. Bu evrede kullanıcının rotayı kontrol etmesi için gerekli bilgiler kullanıcıya sunulmuştur. GPS yardımıyla kullanıcı konumu her 10 saniyede bir sisteme alınmış ve harita üzerinde hareket yönünü gösteren okla gösterilmiştir. Her konum güncellemesinde harita bu konumu merkez alır duruma getirilip, 7.6. bölümde anlatıldığı üzere yaklaşık 7500 ölçeğine karşılık gelen OSM'in 16. zum seviyesi kullanılarak, yerel nirengiler resimsel işaretlerle, yollar izdüşüm işaretle, binalar alan olarak gösterilmiştir. Bu evrede kullanıcının rotadan sapmaması ve rotayı doğrulamasına imkân vermek için nirengilerle yönlendirme uygulaması çalışmaya başlamaktadır. Bu kapsamda kullanıcı rota üzerinde hareket ederken yukarıda tanımlanan her bir nirenginin kapsama alanına girdiğinde o nirenginin ismi yanıp sönmeye başlamakta ve nirenginin konumu üzerinde nirenginin bulunduğu yeri gösteren bir işaret belirmektedir (Şekil 8.17(b)). Bu animasyon kullanıcı o nirenginin kapsama alanı dışına çıkıncaya kadar devam etmektedir. Kullanıcı bir nirenginin kapsama alanından çıkınca mutlaka bir başka nirenginin kapsama alanına girmektedir. Bu şartı sağlamak için çalışma alanı içerisindeki nirengiler etrafında 7.6. bölümde anlatılan Voronoi çokgenleri oluşturulmuştur. Bu

şekilde kullanıcı rota boyunca hareket ederken kendisine en yakın nirengi ile iletişim içinde olmakta ve tüm çalışma alanı Voronoi çokgenler ile kaplandığından bir nirengi bölgesinden çıkınca mutlaka başka bir nirenginin bölgesine girmektedir. Uygulanan bu yönlendirme yaklaşımıyla kullanıcı tüm rota boyunca doğru yolda olduğunu kontrol edebilmekte ve nirengiler onu hedef noktaya ulaştırmaktadır. Böylece kullanıcının çeşitli nedenlerle rota dışına çıkması engellenmekte ve güvenli bir şekilde hedef noktaya ulaşması sağlanmaktadır. Bu aşamada kullanıcı isterse tekrar "Rota Bul" sekmesini tıklayarak bulunduğu noktadan bir başka noktaya tekrar yönlendirme isteğinde bulunabilmektedir.



Şekil 8.17. a) Rotanın çizilmesi b) Nirengilerle yönlendirme

7.6. bölümde anlatılan yaya navigasyonundaki evrelerin sonuncusu olan 4. evrede kullanıcı ulaştığı hedef noktanın doğru olup olmadığını kontrol etmektedir. Uygulamada bu evrede hedef noktası raptiye (pushpin) işaretiyle gösterilerek noktanın ismi yine animasyonla gösterilmiştir (Şekil 8.17(b)). Ayrıca hedef noktaya yaklaşıldığı ses ve yazıyla kullanıcı uyarılarak belirtilmektedir. Bu şekilde kullanıcının hedef noktaya ulaştığını anlaması hedeflenmiştir. Yine bu evrede yaklaşık 7500 ölçeğine karşılı gelen OSM'nin 16.zum sevyesi tercih edilmiş, bu kapsamda yerel nirengiler resimsel işaretlerle, yollar izdüşüm işaretlerle ve

binalar alansal olarak gösterilmiştir. Yine uygulamanın tüm evrelerinde kullanıcının büyültme küçültme özellikleriyle haritayı istediği zum seviyesine getirmesine imkân tanınmıştır.

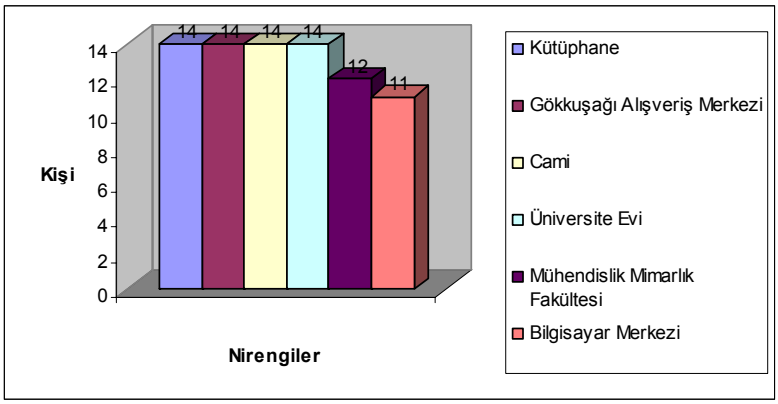
8.5. Mobil Uygulamanın Test Edilmesi

Yukarıda anlatılan mobil uygulama tamamlandıktan sonra çalışma alanında seçilen bir rota üzerinde uygulama test edilmiştir. Test uygulama için çalışma alanındaki Mühendislik Mimarlık Fakültesi ile Gökkuşağı Alışveriş Merkezi arasındaki rota seçilmiştir (Şekil 8.17.a). Seçilen bu rota üzerinde bir global nirengi (cami), iki yerel nirengi (üniversite evi, kütüphane) bulunmaktadır. Uygulamanın test edilmesi amacıyla 8 erkek, 6 bayan olmak üzere 14 kullanıcı seçilmiş ve bu kullanıcılardan seçilen güzergâhta uygulamayı test edip kendilerine verilen anket formunu (bakınız EK2) doldurmaları istenmiştir. Katılımcıların 13 tanesi 18-25 yaş aralığında, 1 tanesi ise 25-30 yaş aralığındadır. Katılımcıların 5 tanesi çalışma alanına ilk kez gelen kişilerden, diğerleri ise önceden alanı bilen kişilerden seçilmiştir.

Yapılan anket çalışması sonucunda katılımcıların tamamı oluşturulan mobil uygulamanın yayaların kampus içi yönlendirmesinde faydalı olacağını düşünmektedir. Yine katılımcıların tamamı uygulamada çizimleriyle gösterilen (Şekil 8.16.a) global nirengilerin (Cami, Selçuklu Tıp Fakültesi, Kampus Rektörlük Binası) yönlerini bulmada kendilerine yardımcı olduğunu ifade etmişledir.

Anket formunda katılımcılara sorulan diğer sorular ve alınan cevaplar aşağıda sunulmuştur:

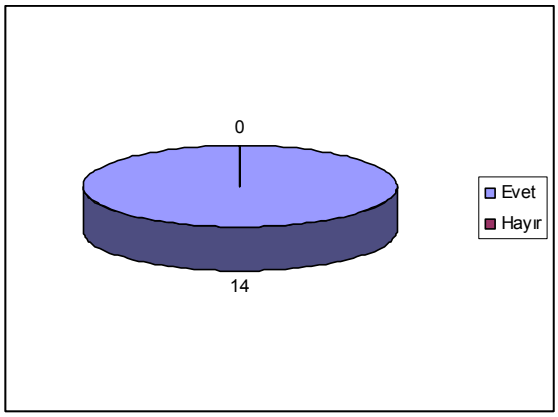
- Yazılımı kullanırken güzergâh boyunca aşağıdaki binalardan hangileriyle karşılaştınız?



Şekil 8.18. Katılımcıların güzergâh boyunca karşılaştıkları binalar

Bu soruda anketin güvenirliğini artırmak amacıyla şıklara güzergâhta bulunmayan binalar da eklenmiştir. Bu soruya verilen cevaplar değerlendirildiğinde uygulamada nirengi olarak belirlenen kütüphane, üniversite evi ve cami ile hedef noktası olan Gökkuşağı Alışveriş Merkezinin tüm katılımcılarca fark edildiği ortaya çıkmıştır (Şekil 8.18). Bu da nirengi seçimi ve uygulamada seçilen vurgulama yöntemi ile hedef noktasının vurgulama yönteminin uygun olduğu şeklinde değerlendirilmiştir.

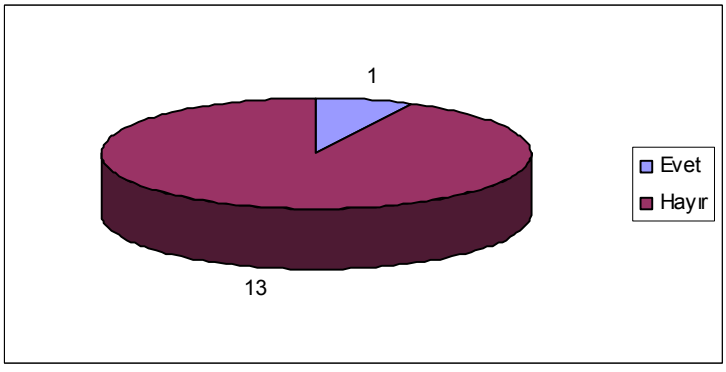
- Kullandığınız yazılımda siz hareket ederken bazı binaların vurgulanması yolunuzu bulmanıza yardımcı oldu mu?



Şekil 8.19. Katılımcıların nirengilerle yönlendirmenin yararlı olduğuna dair düşünceleri

Bu soruya tüm katılımcıların olumlu cevap vermesi (Şekil 8.19) nirengilerle yönlendirme yaklaşımının yararlı olduğu şeklinde yorumlanmıştır.

- Güzergâh boyunca başka binaların da vurgulanması gerekir miydi?

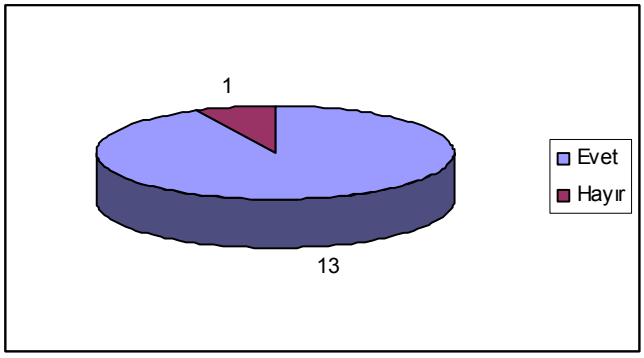


Şekil 8.20. Katılımcıların güzergâh boyunca başka binaları nirengi olarak görüp görmedikleri

Bu soruya verilen cevaplar incelendiğinde 13 katılımcının nirengi olarak vurgulanan binaların yeterli olduğunu, başka binaların vurgulanmasına gerek olmadığını düşündüğü

görülmüştür (Şekil 8.20). Bu da nirengi seçiminde başarılı olunduğu şeklinde yorumlanmıştır. 1 katılımcı ise bilgisayar merkezinin de vurgulanması gerektiğini belirtmiştir. Bu düşünce de güzergâh üzerinde hareket ederken bilgisayar merkezinin giriş kapısı önünden geçilmesinin etkili olduğu değerlendirilmiştir. Nirengiler sadece bu güzergâh için değil, tüm çalışma alanını kapsayan bir anket çalışması ile belirlendiğinden bilgisayar merkezi nirengi olarak belirlenmemiştir. Literatürde her bir güzergâh için nirengilerin tanımlandığı yöntemler de vardır. Ancak bu yöntem güzergâh sayısının fazla olduğu uygulamalarda uygulama zorluğu ortaya çıkardığı için bu tez kapsamındaki uygulamada kullanılmamıştır.

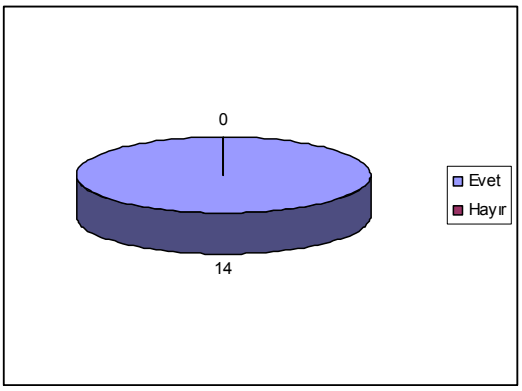
- Önerilen yaya yolları güvenli ve rahat ulaşıma uygun mu?



Şekil 8.21. Katılımcıların yaya yollarını güvenli ve rahat olarak değerlendirme oranları

Bu soruya verilen cevaplar incelendiğinde 13 katılımcının önerilen yaya yollarını güvenli ve rahat olarak değerlendirdiği görülmektedir (Şekil 8.21). Bu da yaya yollarının yazılımda yer almasının ve yaya yolu seçimlerinin uygun olduğu şeklinde değerlendirilmiştir. 1 bayan katılımcı ise güzergâh boyunca taşıt yollarıyla kesişimlerin olması nedeniyle güzergâhın yeterince güvenli olmadığını belirtmiştir. Fakat kampus içi ulaşım planında yayalara özel yollar ayrılmadığından taşıt yollarından tamamen bağımsız yaya yolları belirlemek çalışma alanında mümkün olmamıştır.

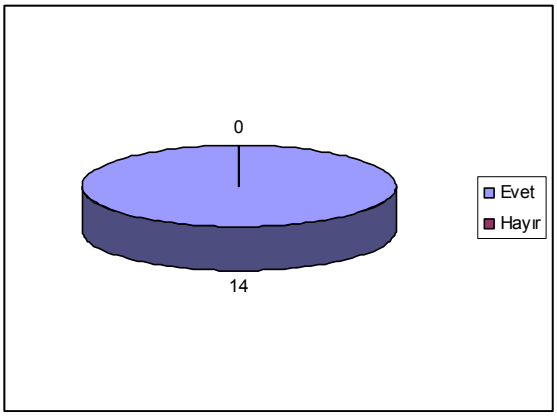
- Yazılımın ölçek ve büyültme küçültme (zoom) özellikleri yeterli mi?



Şekil 8.22. Katılımcıların yazılımın ölçek ve büyültme küçültme özelliklerinin yeterliliğine dair düşünceleri

Bu soruda yazılımda kullanılan ölçek ve büyültme küçültme özelliklerinin yararlı ve yeterli olup olmadığı sorgulanmış katılımcıların tamamının bu özellikleri yeterli gördüğü belirlenmiştir (Şekil 8.22).

- Yazılımda bulunan pusula özelliği sizce faydalı mı?



Şekil 8.23. Katılımcıların yazılımın pusula özelliğinin yeterliliğine dair düşünceleri

Şekil 8.23'deki cevaplar incelendiğinde katılımcıların yazılımdaki pusula özelliğini faydalı ve yeterli olarak değerlendirdiği görülmüştür.

- Varsa yazılımın iyileştirilmesi için önerileriniz nelerdir?

Bu soruya iki katılımcı önerilerde bulunmuştur. Bunlardan bir tanesi yazılıma seslendirmenin eklenmesinin faydalı olacağını belirtmiştir. İleriki aşamalarda yazılıma seslendirme özelliğinin eklenmesi planlanmaktadır. Diğer katılımcı ise hedef noktaya varıldığında daha belirgin şekilde hedef noktanın vurgulanmasının faydalı olacağını belirtmiştir.

Buradaki sorunun hedef noktasındaki işaretin nirengilerle aynı olmasından kaynaklandığı değerlendirilerek yazılımda hedef noktaya raptiye (pushpin) işareti yerleştirilmiştir.

8.6. Uygulama Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Bu çalışmada yapılan uygulamalar Türkiye'deki LBS çalışmaları için bir test uygulama olarak hazırlanan Selçuk Üniversitesi Kampusu yaya yönlendirme sisteminin kurulması amacıyla yapılmıştır. Bu kapsamda öncelikle çalışma alanındaki kullanıcı profilini ve kullanıcıların nirengi olarak gördükleri binaları belirlemek üzere anket çalışması yapılmıştır. Anket çalışmasının sonuçları incelendiğinde, yapılacak uygulamanın gerekli olduğu ve LBS uygulamalarının kullanıcıların harita kullanım alışkanlıklarını artıracağı değerlendirilmiştir. Ayrıca kullanıcılarda yeterli oranda LBS uygulamalarında kullanılabilecek kapasitede gelişmiş mobil cihaz olmadığı görüldüğünden bir kiosk uygulamasının da yapılmasına karar verilmiştir. Bu amaçla kiosk ortamında çalışabilecek iki adet web uygulaması yapılmış ve bir kiosk üzerinde test edilmiştir. Gerekli donanım imkânları sağlandığında çalışma alanında belirli noktalara kiosk yerleştirilmesinin faydalı olacağı değerlendirilmektedir. Daha sonra asıl hedef olan mobil uygulama tasarlanmıştır. Bu kapsamda tüm kullanıcılara açık olan ve gün geçtikçe yaygın bir kullanım alanı bulunan OSM imkânları çalışmada kullanılmıştır. Yaya navigasyonunda kullanıcıların 4 evreden geçtiği düşünülerek her bir evre için çözümler geliştirilmiştir. Bu kapsamda yayaların navigasyon ihtiyaçlarının taşıt sürücülerinden farklı olacağı ve nirengilerin yaya navigasyonunda kullanımının çok faydalı olacağı değerlendirilerek, çalışma alanında nirengilerden yararlanarak navigasyon sağlayan bir uygulama hazırlanmıştır. Bu yaklaşımda kullanıcının rota üzerindeyken daima bir nirengiyle ilişki kurabilmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla nirengiler etrafında Voronoi çokgenleri tanımlanmış ve tüm çalışma alan Voronoi çokgenleriyle kaplanmıştır. Bu yaklaşımın iyi sonuç vermesi için çalışma alanındaki nirengilerin çok iyi belirlenmesi gerekmektedir. Bu amaçla çalışma alanındaki nirengilerin anket veya kullanıcı gözlemleriyle belirlenmesinin faydalı olacağı değerlendirilmektedir. Yaya navigasyon uygulamalarının çoğunlukla küçük alanlarda uygulandığı düşünülerek her bir uygulama alanında nirengilerin belirlenmesi için bir ön çalışmanın yapılması faydalı olacaktır. Bu yaklaşımın çalışma alanındaki nirengiler iyi belirlendiği zaman yaya yönlendirmesine büyük katkı sağlayacağı değerlendirilmektedir. Son olarak hazırlanan mobil uygulama gerçek kullanıcılarla test edilmiş ve kullanıcıların uygulamaya ilişkin görüşleri alınmıştır. Test sonuçları

incelendiğinde yaya navigasyonunda tanımlanan 4 evre için de sunulan çözümlerin yerinde olduğu, nirengi seçimlerinin ve nirengilerle yönlendirme yaklaşımının faydalı olduğu değerlendirilmektedir. Hem kiosk uygulaması hem de mobil uygulamanın kullanılmasıyla çalışma alanımızda yayaların yönlendirilmesiyle ilgili önemli sorunların ortadan kalkacağı düşünülmektedir. Özellikle dünyadaki eğilim dikkate alındığında gelişmiş mobil cihaz kullanımının artacağı ve bu artışın bu tip uygulamaların kullanım oranını da artıracağı değerlendirilmektedir.

9. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

9.1 Sonuçlar

Konum tabanlı hizmetler (LBS), mobil cihazların, dolayısıyla onları kullananların konumlarının bilgi sistemleri açısından önemli olmasıyla birlikte öne çıkmıştır. Özellikle mobil cihazların yazılım geliştirme imkânı vermesi, konum belirleme sistemlerine (GPS vb.) sahip olması, grafik ekran imkânlarının ve bellek kapasitelerinin artmış olması mobil cihazların kullanım alanlarını oldukça artırmaktadır. Bu özellikleri, 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.

LBS uygulamalarının en fazla kullanıldığı alanlardan birisi de yönlendirme uygulamalarıdır. Günümüzde özellikle araç navigasyonu uygulamaları tüm dünyada çok yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu yazılımlar genellikle araç sürücülerinin aracıyla hareket ederken ihtiyaç duyabileceği bilgileri veren yazılımlardır. Fakat bilmediği bir bölgeye yaya olarak seyahat eden bir kullanıcının navigasyon ihtiyaçları araç sürücüsünden çok farklıdır. Öncelikle yayaların takip ettikleri yollar çoğu zaman araç yollarından farklıdır. Ayrıca yayalar bilmedikleri bir bölgede hareket ederken çok daha fazla tedirgin davranmakta ve verilen her fazla bilgi onları rahatlatmaktadır. Özellikle çevrelerindeki nirengi olarak nitelendirilen belirgin objelerle ilgili verilen bilgiler yayaların doğru yolda olduklarını kontrol etmelerini sağladığından yaya navigasyonunda vazgeçilmez bir ihtiyaç olarak değerlendirilmektedir. Bu nedenlerle yaya navigasyonu için yapılan uygulamaların araç navigasyonu uygulamalarından farklı olması gerekmektedir.

Bu tez kapsamında öncelikle yapılan anket çalışması sonucu çalışma alanındaki kullanıcılarda yeterli oranda akıllı mobil cihaz bulunmadığı görüldüğünden, akıllı mobil cihazı olmayan kullanıcıların da sistemden yararlanması amacıyla kiosk uygulamaları tasarlanmıştır. Tasarlanan her iki kiosk uygulamasında da yaya navigasyonundaki ihtiyaçlar dikkate alınarak yaya yolları tanımlanmış ve bu yaya yolları bina girişleriyle ilişkilendirilmiştir. Kiosk uygulamalarının ilki ArcInfo ve ArcGIS Server yazılımları kullanılarak oluşturulmuştur. Bu

uygulama hazırlanırken yazılımdan kaynaklanan, donanım uyuşmazlıkları vb. sorunlarla karşılaşılmıştır. Ayrıca hazırlanan rota tarifi yazılımın Türkçe yaması hazırlanmadığı için İngilizce olarak sunulmuştur. Yazılımın ücretli olması ve sunucu donanımı gerektirmesi nedeniyle ikinci kiosk uygulaması OSM imkânlarından yararlanarak oluşturulmuştur. Bu uygulama Türkçe rota tarifi içermesi ve donanımdan bağımsız ücretsiz yazılımlar kullanması nedeniyle daha tercih edilebilir olarak değerlendirilmektedir.

Yine bu tez kapsamında yaya navigasyonu amacıyla bir mobil uygulama tasarlanmıştır. Bu mobil uygulamada ücretsiz Android işlemcili mobil cihazlar, yine ücretsiz Java programlama dili ve OSM imkânları kullanılmıştır. Bu uygulamada yayaların navigasyon sırasında 4 evreden geçtiği düşüncesiyle her bir evre için çözümler geliştirilmiştir. Bu kapsamda rota boyunca etrafta dikkat çeken yapılar (nirengiler) kullanıcıların yönlendirilmesinde kullanılmıştır. Yapılan kullanıcı testleri sonucu, geliştirilen yaklaşımın yaya navigasyon uygulamalarında rahatlıkla kullanılabileceği ve çok faydalı olacağı değerlendirilmektedir. Özellikle gelişmiş mobil cihaz kullanımının artmasıyla bu tip uygulamalara olan ihtiyacın artacağı açıktır. Kartografların bu tip uygulamaların hazırlanmasında yer alması, haritaların bu uygulamalarda doğru kullanılması ve kullanıcının haritayla gerçek dünya arasındaki ilişkiyi kolaylıkla sağlaması açısından oldukça önemlidir.

Günümüzdeki mobil uygulamalarda, kullanıcıların sisteme girişi genellikle ya bir listeden kullanıcı grubunun seçimi veya elle kullanıcı tarafından sisteme giriş yapılmasıyla mümkün olmaktadır. Yapay zekâ, kullanıcı algısı, bağımsız ve sürekli olayların konum zaman veri modelleri gibi çeşitli araçların ilerdeki uygulamalarda bu amaçla kullanılabileceği öngörülmektedir.

Ayrıca çalışmada kullanılan OSM verileri tüm dünyadaki kullanıcılara açık olması ve kullanıcıların kendi verilerini eklemelerine izin vermesi nedeniyle tüm dünyada yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Fakat bu veriler incelendiğinde ülkemize ait yeterli oranda veri olmadığı görülmektedir. Bu nedenle harita camiasının ve kurumlarımızın desteği ile bu verilerin OSM ortamına girilmesi ve kullanılmasının ülkemizdeki haritaya ihtiyaç duyan tüm kişi ve kurumların istedikleri verilere ulaşması açısından çok önemli olacaktır. Bu kapsamda OSM vb. kartografik yazılım firmalarının otomatik harita yapmanın yanı sıra kullanıcının sisteme alınması, kullanıcı ihtiyaçları ve genelleştirme, işaret seçimi vb. kartografik ihtiyaçlara göre kullanıcının daha aktif olabileceği yazılımlar yapmaları için teşvik edilmeleri gerekmektedir.

Ayrıca çalışmada kullanılan ücretli yazılımların gerek donanıma bağlı olmaları, gerekse web ve mobil uygulama geliştirmede yeterince esnek olmamaları nedenleriyle yapılacak akademik çalışmalarda OSM vb. ücretsiz harita ortamlarının kullanılmasının daha faydalı olacağı değerlendirilmektedir.

Oluşturulan mobil uygulamada sesli navigasyonun olmaması ve rota boyunca nirengiler için görülebilirlik analizlerinin yapılmıyor olması bir eksiklik olarak değerlendirilmektedir. Çalışmanın ileri aşamalarında bu özelliklerin de sisteme eklenmesi planlanmaktadır. Yine kullanıcılara haritaya eklemeler yapma imkânının da verilmesi hedeflenmektedir.

9.2 Öneriler

LBS uygulamalarının en yaygın kullanım alanlarından birisi de yönlendirme uygulamalarıdır. Günümüzde özellikle araç navigasyonu alanında birçok uygulama yaygın olarak kullanılmaktadır. Fakat bu uygulamalar, bu çalışma kapsamında anlatıldığı gibi yaya navigasyonu için uygun değildir. Bu nedenle yaya navigasyonu çalışmalarında aşağıdaki önerilerin dikkate alınmasının faydalı olacağı düşünülmektedir.

- Yaya navigasyonunda kullanıcı ihtiyaçları çok önemlidir. Bu nedenle yaya navigasyonu uygulaması hazırlamadan önce çalışma alanında kullanıcı ihtiyaçları ve kullanıcı profilinin belirlenmesi için anket vb. çalışmaların yapılması faydalı olacaktır.
- Yaya navigasyonunda en önemli konu kullanıcının haritanın bir parçası haline getirilmesidir. Bunu sağlayabilmek için kullanıcını haritayla gerçek dünya arasındaki ilişkiyi çok iyi kurması gerekir. Bu iletişimin iyi bir şekilde sağlanabilmesi için harita tasarımın çok iyi yapılması gerekmektedir. Bu kapsamda yaya navigasyonu için kullanıcı ihtiyaçları dikkate alınarak önerilen 4 evreli yaklaşımın veya kişi merkezli (egocentric) haritalar vb. harita tasarım tekniklerinin kullanılmasının faydalı olacağı değerlendirilmektedir.
- Yaya navigasyon uygulamalarında da tüm LBS uygulamalarında olduğu gibi en önemli bileşenlerden birisi de konum bileşenidir. Kullanıcının konumunu sisteme almak için literatürde birçok yöntem uygulanmıştır. Bu araştırmada da olduğu gibi açık alandaki uygulamalarda en yaygın kullanılan yöntem uydu tabanlı (GNSS vb.) konum belirleme sistemlerinden yararlanmaktır. Ancak ülkemizdeki kullanıcı profili incelendiğinde henüz GPS vb. gelişmiş özelliklere sahip mobil cihaz kullanımının yeterince yaygın olmadığı görülmektedir.

Ayrıca yaya navigasyonunda kullanıcının hızı düşük olduğu için kullanıcı, ardışık GPS sinyalleri arasında GPS'in konum doğruluğundan (yaklaşık 10m) daha az hareket edebilmektedir. Bu anlarda ve uydu geometrisinin yeterli doğrulukta konum belirlemeye uygun olmadığı durumlarda (binalara çok yakın yerler, kapalı alanlar vb.) kullanıcının konumunu daha iyi (10m altında) doğrulukta belirlemek için gelişmiş konum belirleme yöntemlerinden yararlanarak veya farklı konum belirleme yöntemlerini (WiFi erişim noktalarından, aktif nirengilerden vb. yararlanarak) bir arada kullanarak konum doğruluğu artırılmalıdır. Bu kapsamda GSM şirketlerinin baz istasyon noktalarından yararlanarak mobil izleme yöntemleriyle kullanıcının konumu belirlemek iyi bir çözüm olarak değerlendirilebilir. Ancak ülkemizde bu kapsamda kullanılabilecek konum bilgisi sağlanmamaktadır. Bunun üzerine çalışmaya, çalışma alanını kapsayan, kullanıcının konumunu girerek kullanabileceği bir kiosk uygulaması da eklenmiştir. Ayrıca mobil uygulamada kullanıcıya harita üzerinden konumunu seçerek rota bilgisi alma imkânı tanınmıştır. Bu nedenle ülkemizdeki GSM şirketlerinin doğruluğu daha iyi olan konum bilgisi vermesi için çalışmalar yürütülmesinin faydalı olacağı değerlendirilmektedir.

- Kullanıcının, rota boyunca doğru yönlenmesindeki ve gerçek dünya ile harita arasındaki iletişimi kolaylıkla sağlamasındaki etkisi dikkate alınarak nirengiler yaya navigasyonunda mutlaka kullanılmalıdır. Bu objelerin belirlenmesinde çeşitli yöntemler kullanılabilir. Ancak günümüzde en kabul gören yöntem, bu objelerin belli bir grup kullanıcı üzerinde yapılan gözlemler sonucu belirlenmesidir. Bu amaçla yaya navigasyon uygulamalarında uygulama hazırlanmadan önce, çalışma alanındaki nirengiler anket veya gözlemler değerlendirilerek belirlenmelidir. Bu kapsamda bu gözlem sonuçlarının değerlendirilmesinde veri madenciliği (data mining), yapay zeka gibi yeni tekniklerin kullanılmasının faydalı olacağı değerlendirilmektedir.

- Özellikle mobil uygulamalarda nirengilerin görselleştirilmesinde bina objeler için Elias ve Paelke (2008)'nin yaklaşımı tercih edilmektedir. Mobil cihaz kapasitelerinin artmasıyla (işlemci hızı, grafik imkânlar vb.) multimedya imkânları kullanılarak video, 3 boyutlu gösterimler, fotoğraflar gibi görselleştirme olanaklarının da artacağı değerlendirilmektedir. Ayrıca rota boyunca nirengilerin görülebilirlik analizlerinin de yapılması yaya navigasyonu için faydalı olacaktır.

- Yapılan uygulama ve test sonuçları dikkate alındığında sesli navigasyon özelliğinin de yaya navigasyonunda kullanılmasının kullanıcının sürekli mobil cihaz ekranına bakmasını

önlemesi, güneş ışığı, karanlık gibi etkenlerle mobil cihaz ekranın görülmemesi gibi durumlarda faydalı olacaktır.

KAYNAKLAR

Agrawala, M., Stolte, C., 2001. Rendering Effective Route Maps: Improving Usability Through Generalization. Proceedings of the 28th Annual Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques, Los Angeles, California: ACM, s. 241-249.

Anand, S., Ware, J.M., Taylor, G.E., 2004. Map Generalizaton for OSMasterMap Data in Location Based Services & Mobile GIS Applications. In: Brandt, S. (Ed.) Proceedings of the 12th Interational Conference on Geoinformatics, Gavle, İsveç, s. 54–60.

Arikawa, M., Ken'ichi, T., Hidyuki, F., Akihiro, O., 2007. Place – Tagged Podcasts With Synchronized Maps on Mobile Media Players. Cartography and Geographic Information Science, v.34,n.4,s.293–303.

Armstrong, M.P., Bennett, D.A., 2005. A Manifesto for Mobile Geographic Education. The Professional Geographer, v.57, n.4, s.506-515.

Bartram, L., Ho, A., Dill, J., Henigman, F., 1995. The Continuous Zoom: A Constrained Fisheye Technique for Viewing and Navigating Large Information Spaces. Proceedings of the 8th Annual ACM Symposium on User Interface and Software Technology. Pittsburgh, Pennsylvania, s. 207-215.

Baudisch, P., Rosenholtz, R., 2003. Halo: A Technique for Visualizing Off-screen Objects. Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, Ft. Lauderdale, Florida, s. 481-488.

Baus, J., Butz, A., Krueger, A., Lohse, M., 2001. Some Remarks in Automated Sketch Generation for Mobile Route Descriptions. In Conference Companion to the 1st International Symposium on Smart Graphics, Hawthorne, New York, CD.

Baus, J., Krueger, A., Wahlster, W., 2002. A Resource Adaptive Mobile Navigation System. Proceedings of the 7th International Conference on Intelligent User Interface, San Francisco, s. 15–22.

Beard, D.B., Walker, J.Q., 1990. Navigational Techniques to Improve the Display of Large Two-dimensional Spaces. Behaviour and Information Technology, v.9, n.6, s. 451-466.

Beatty, W.W., 2002. Sex Difference in Geographical Knowledge: Driving Experience is not Essential. Journal of the International Neuropsychological Society, v.8, n.6, s.804-810.

Beeharee, A., Steed, A., 2007. Exploiting Real World Knowledge in Ubiquitous Applications, Personal Ubiquitous Computing, v.11, n.6, s. 429-437.

Bettini, C., Wang, X.S., Jajodi, S., 2005. Protecting Privacy Against Location – Based Personal Identification. Proceedings of 2nd VLDB Workshop Secure Data Management (SDM05), s.185-199.

Bogdahn J., Volker C., 2009. Using 3D Urban Models for Pedestrian Navigation Support. In: Kolbe TH., Zhang H., Zlatanova S. (Ed.), International Archives Of Photogrammetry, Remote Sensing And Spatial Information Sciences Volume XXXVIII-3-4/C3, Berlin, s.9-15.

Brimicombe, A. J., 2002. GIS - Where are the Frontiers Now? Proceedings GIS 2002. Bahrain, s. 33- 45.

Brunner-Friedrich, B., 2004. The use of Landmarks and Active Landmarks in Pedestrian Navigation Systems in Combined Indoor/Outdoor Environments. The Second Report of Navio Project, Vienna, (Yayınlanmamış).

Brühlmeier, T.,2000. Interaktive Karten - adaptives Zoomen mit Scalable Vector Graphics, Dissertation, Geographisches Institut, Universität Zürich.

Buering, T., Gerken, J., Reiterer, H., 2006. Usability of Overview-supported Zooming on Small Screens with Regard to Individual Differences in Spatial Ability. Proceedings of the Working Conference on Advanced Visual Interfaces. Venezia, Italy, ACM Press, s. 233-240.

Buering, T., Gerken, J., Reiterer, H., 2008. Zoom Interaction Design for Pen-operated Portable Devices. International Journal of Human-Computer Studies, v.66, n.8, s. 605-627.

Burigat, S., Chittaro, L., Gabrielli, S., 2006. Visualizing Locations of Off-screen Objects on Mobile Devices: A Comparative Evaluation of Three Approaches. Proceedings of the 8th Conference on Human-Computer Interaction with Mobile Devices and Services. Helsinki, s. 239-246.

Burigat, S., Chittaro, L., 2007. Geographical Data Visualisation on Mobile Devices for Users' Navigation and Decision Support Activities. In Belussi, A. Catania, B., Clementini, E. Ferrari E. (Ed.), Spatial Data on the Web, Springer, Berlin, s. 261-284.

Burigat, S., Chittaro, L., Parlato, E., 2008. Map, Diagram, and Web Page Navigation on Mobile Devices: The Effectiveness of Zoomable User Interfaces with Overviews. In Mobile HCI 2008: Proceedings of the 10th International Conference on Human-Computer Interaction with Mobile Devices and Services. Amsterdam, s. 147-156.

Burnett, G.E., Smith, D., and May, A., 2001. Supporting the Navigation Task: Characteristics of 'Good' Landmarks, In: Proceedings of the Annual Conference of the Ergonomics Society, Turin, Italy, 7-9 November, s. 441-446.

Cecconi, A., 2003. Integration of Cartographic Generalization and Multi-Scale Databases for Enhanced Web Mapping, Dissertation, Geographisches Institut, Universität Zürich.

Chang, S.E., Hsieh, Y., Chen, C., Liao, C., Wang, S., 2006. Location Based Services for Tourism Industry: An Emprical Study. Ubiquitous Intelligence and Computing: Lecture Notes in Computer Science, v. 4159, s.1144-1153.

Chittaro, L., 2006. Visualizing Information on Mobile Devices. Computer, v.39, n.3, s. 40-45.

Delikostidis, I., 2007. Methods and Techniques for Field-Based Usability Testing of Mobile Geo-Applications. Yüksek Lisans Tezi, Twente Üniversitesi, Hollanda.

Delikostidis, I., 2011. Improving The Usability of Pedestrian Navigation Systems. Doktora Tezi, Twente Üniversitesi, Hollanda.

Delikostidis, I., Elzakker, C.P.J.M., 2009. Designing a More Usable Cartographic Interface for Personal Geo-identification and Pedestrian Navigation. In: Proceedings of the 6th International Conference on LBS and TeleCartography, Nottingham, UK, CD.

Dey, A. K., Abowd, G. D., 1999. Towards a Better Understanding of Context and Context–Awareness. Technical Report GIT–GVU–99–22, Georgia Institute of Technology.

Dilo, A., Oosterom, P., 2006. Usable Mobile Maps Based on a Vario-scale Data Server. In: Kraak M.J., Meerkerk J. (Ed.), GIN-RGI Symposium 2006, Netherlands, s. 140-147.

Doğru, A.Ö., 2009. Çoklu Gösterim Veri Tabanları Kullanılarak Araç Navigasyon Haritası Tasarımı İçin Kartografik Yaklaşımlar. Doktora Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Dogru, A.Ö., Ulugtekin, N., 2006. Car Navigation Map Design in terms of Multiple Representations. First International Conference on Cartography and GIS, 25-28 January, Borovets, Bulgaria, CD.

Elias, B., 2002. Erweiterung von Wegbeschreibungen um Landmarks. In: Seyfart E (Ed.), Publikationen der Deutschen Gesellschaft für Photogrammetrie und Fernerkundung, v. 11, s. 125 – 132, Potsdam.

Elias, B., Sester, M., 2002. Landmarks für Routenbeschreibungen. In: GI-Technologien für Verkehr und Logistik, IfGI prints, Institut für Geoinformation, v. 13, Münster, CD.

Elias, B., Paelke, V., 2008. User Centered Design of Landmark Visualization. In: Meng L, Zipf A, Winter S (Ed.) Map Based Mobile Services: Design, Interaction and Usability, Springer, Germany, s.33-56.

Elzakker, van C.P.J.M., 2003. The Use of Maps in the Exploration of Geographic Data. In Proceedings of the 21st International Cartographic Conference. Durban, s. 1945–1955.

Elzakker, van C.P.J.M., Delikostidis, I., van Oosterom, P., 2008. Field-Based Usability Evaluation Methodology for Mobile Geo-Applications. The Cartographic Journal, v.45, n.2, s. 139-149.

Gartner G., 1999. Multimedia GIS and the Web. In: Cartwright, W.E., Peterson, M.P., Gartner, G. (Ed.) Multimedia Cartography. Springer, Heidelberg, Berlin, s.305-313.

Gartner G., Uhlirz S., 2001. Maps, Multimedia and The Mobile Internet. Proceedings of Maps and the Internet 2002, Viyana, s.143-151.

Gartner G., Frank, A., Retscher G., 2003. Pedestrian Navigation System for Mixed Indoor/Outdoor Environment. LBS and TeleCartography, v.66, s.161-167.

Gartner G., 2004. Location Based Mobile Pedestrian Navigation Services –The Role of Multimedia Cartography. ICA UPIMap2004, Tokyo, CD.

Gartner G., Bennett, D.A., Morita, T., 2007. Towards Ubiquitous Cartography. Cartography and Geographic Information Science, v.34, n.4, s.247–257.

Gellersen, H.W., 2003. Embedded Interactive Systems: Towards Everyday Environments as the Interface. In: Szwillus, G., Ziegler, Z. (Ed.), Mensch and Computer 2003: Interaktion in Bewegung, Stuttgart, s. 25-28.

Hampe, M., Sester, M., 2002. Real-time Integration and Generalization of Spatial Data for Mobile Applications. Geowissenschaftliche Mitteilungen, Maps and the Internet, s.167-175, Wien.

Hampe, M., Sester M., Harrie, L., 2004. Multiple representation databases to support visualization on mobile devices. Web: http://www.isprs.org/proceedings/XXXV/congress/comm4/papers/329.pdf (01.09.2012)

Harrie L., Sarjakoski L.T., Lehto L., 2002. A Mapping Function for Variable-Scale Maps in Small-Display Cartography, Journal of Geospatial Engineering, v.2, n.3, s. 111-123.

Hile, H., Grzeszczuk, R., Liu, AL., Vedantham, R., Kosecka, J., Borriello, G., 2009. Landmark-Based Pedestrian Navigation with Enhanced Spatial Reasoning, Proceedings in Pervasive 2009, Japonya, 59-76.

Hornbaek, K., Bederson, B.B., Plaisant, C., 2002. Navigation Patterns and Usability of Zoomable User iInterfaces With and Without an Overview. ACM Transactions on Computer-Human Interaction, v.9, n.4, s. 362-389.

Huang, H., 2010. The Report of Way2Navigate project, Vienna, (Yayınlanmamış).

Irani, P., Gutwin, C., Yang, X.D., 2006. Improving Selection of Off-screen Targets with Hopping. In Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems. Montreal, Quebec, Canada, s. 299-308.

Jiang, B., Yao, X., 2007. Location Based Services and GIS in Perspective. Location Based Services and Tele Cartography, Springer, Berlin, s. 27–42.

Kahveci, M., Yıldız, F., 2005. GPS (Global Konum Belirleme Sistemi) Teori – Uygulama, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.

Klippel A., 2003. Wayfinding Choremes: Conceptualizing Wayfinding and Route Direction Element. Doktora tezi, Bremen Üniversitesi.

Klippel, A., Freksa, C., Winter, S., 2006. You-Are-Here Maps in Emergencies – The Danger of Getting Lost. Journal of SpatialScience, v.51, n.1, s. 117-131.

Kobben B., 2007. Wireless Campus LBS: A Test Bed for WiFi Positioning and Location Base Services. Cartography and Geographic Information Science, v.34, n.4, s.285–292.

Kolbe, T., 2003. Augmented Videos and Panoramas for Pedestrian Navigation. Location Based Services and Tele Cartography, v.66, s. 45–52.

Kopczynski M., 2003. Localization with Sketch Based Maps. Location Based Services and Tele Cartography, v.66, s. 117-126.

Kölmel, B., Wirsing, M., 2002. Nutzererwartungen an Location Based Services – Ergebnisse Einer Empirischen Analyse. In: Zipf, A. Strobl, J. (Ed), Geoinformation Mobile. Wichmann, s. 85–97.

Kraak, M.J., 2002. Current Trends in Visualisation of Geospatial Data with Spatial Reference to Cartography. Indian Cartographer, v.22, s. 319–324.

Küpper, A., 2005. Location Based Services Fundamentals and Operations. Wiley, İngiltere, ISBN-10: 0470092319.

Leick, A., 2004. GPS Satellite Surveying. Wiley Inc., USA, ISBN 0-47-05930-7.

Leitner, M., Curtis, A., 2006. A First Step Towards a Framework for Presenting the Location of Confidential Point Data on Maps – Results of An Empirical Perceptual Study. International Journal of Geographical Information Science, v.20, n.7, s.813-822.

Look, G., Shrobe, H., 2007. Towards Intelligent Mapping Applications: A Study of Elements Found in Cognitive Maps. Proceedings of the 12th International Conference on Intelligent User Interfaces. Honolulu, Hawai, s. 309–312.

Lovelace, K., Hegarty, M., Montello, D., 1999. Elements of Good Route Directions in Familiar and Unfamiliar Environments. In: Freska C, Mark D.M. (Ed.) COSIT, s.65–82, Stade, Germany.

McAllister, M., Snoeyink, J., 2000. Medial Axis Generalization of River Networks. Cartography and Geographic Information Science, v.27, n.2, s.129-138.

Meng, L., 2002. About Self Explanatory Presentations for Mobile Users. TeleCartography and LBS, v.58, s.99–107.

Meng, L., 2004. About Egocentric Visualization. Proceedings of the 12th International Conference on Geoinformatics - Geospatial Information Research, Bridging the Pacific and Atlantic, University of Gavle, Sweden, Web: http://129.187.175.5/lfkwebsite/fileadmin/user_upload/publications/meng/paper/Gavle2004_paper.pdf (01.09.2012)

Meng, L., 2005. Ego centres of Mobile Users and Egocentric Map Design. In: Meng, L.,Reichenbacher, T., Zipf, A. (Ed.) Map Based Mobile Services, Springer, Berlin, s.87–105.

Meng, L., Reichenbacher, T., 2005. Map Based Mobile Services. In: Meng, L., Reichenbacher, T., Zipf, A. (Ed.) Map Based Mobile Services, Springer, Berlin, s.1–10.

Michon, P.E., Denis, M., 2001. When and Why are Visual Landmarks used in Giving Directions? In: Montello D.R. (Ed.), Spatial Information Theory, Lecture Notes in Computer Science, v.2205, Springer, Berlin, s.292–305.

Midtbo, T., Nordvik, T., 2007. Effects of Animations in Zooming and Panning Operations on Web maps: A Web-based Experiment. The Cartographic Journal, v.44, n.4, s. 292-303.

Miller, H.J., 2005. Necessary Space – time Conditions for Human Interactions. Environment and Planning, v.32, n.3, s.381–401.

Millonig, A., Schechtner, K., 2007. Developing Landmark-Based Pedestrian-Navigation Systems. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, v. 8, n.1, s.43-49.

Mishra, K.K., Punia, M., 2005. Cartographic Adaptations of Maps for Mobile Devices: A Context Sensitive Approach. http://www.gisdevelopment.net/technology/mobilemapping/ma0545.htm (15.08.2012)

Morita, T., 2005. A Working Framework of Ubiquitous Mapping. Proceedings of the 22nd International Cartographic Conference, CD.

Nagi, S.R., 2004. Cartographic Visualization for Mobile Applications. Yüksek Lisans Tezi, International Institute for Geoinformation Science and Earth Observation (ITC), Hollanda.

Nissen, F., Hvas, A., Münster-Swendsen, J., Brodersen, L., 2003. Small-Display Cartography (GiMoDig Report), Web: http://gimodig.fgi.fi/pub_deliverables/D3_1_1.pdf (15.08.2012).

Nivala, A.M., Sarjakoski, L.T., Jakobsson, A., Kaasinen, E., 2003. Usability Evaluation of Topographic Maps in Mobile Devices. Proceedings of the 21st International Cartographic Conference. Durban, South Africa, s. 1903-1913.

Nivala, A.M., Sarjakoski, L.T., Sarjakoski, T., 2005. User- Centred Design and Development of a Mobile Map Service, In: Hauska, H., Tveite, H. (Ed.) ScanGIS'2005 – Proceedings of the 10th Scandinavian Research Conference on Geographical Information Science, Stocholm, Sweden, s.109-123.

Nivala, A.M., Sarjakoski, L.T., 2007. User Aspects of Adaptive Visualization for Mobile Maps. Cartography and Geographic Information Science, v.34, n.4, s.275–284.

North, C., Schneiderman, B., 2000. Snap-together Visualization: Can Users Construct and Operate Coordinated Visualizations? International Journal of Human-Computer Studies, v.53, n.5, s. 715-739.

Nurminen, A., 2006. m-LOMA – a Mobile 3D City Map. Proceedings of the 11th Inernational Conference on 3D Web Technology, Columbia, Maryland, s.7–18.

Nurminen, A. 2008. Mobile 3D City Maps. IEEE Computer Graphics and Applications, v.28, n.4, s.20–31.

OGC, 2005. Open Location Services 1.1 raporu, Web: http://www.opengeospatial.org (01.09.2012).

Onishi, K., 2004. Development of Multimodal Human Navigation Services for GPS Equipped Cellular Phones. Proceedings of the First International Joint Workshop on Ubiquitous, Pervasive and Internet Mapping, s. 17–31, Tokyo.

Oulasvirta, A., Estlander, S., Nurminen, A., 2009. Embodied Interaction with a 3D Versus 2D Mobile Map. Personal Ubiquitous Computer, v.13, n.4, s. 303-320.

Pammer, A., Radoczky, V., 2002. Multimediale Konzepte für Mobile Kartenbasierte Füßgangernavigationssysteme. In: Zipf, A. Strobl, J. (Ed), Geoinformation Mobile, Wichmann, s. 117–126.

Plaisant, C., Carr, D., Schneiderman, B., 1995. Image-Browser Taxonomy and Guidelines for Designers. IEEE Software, v.12, n.2, s. 21-32.

Radoczky, V., 2003. Cartographic Support of Route Descriptions for Pedestrian Navigation Systems. Dissertation, Viyana Teknik Üniversitesi.

Radoczky, V. 2004. Literature Review and Analysis about Various Multimedia Presentation Forms. Internal Report in Vienna University of Technology (Yayınlanmamış).

Raper, J., 2007. Design Constraints on Operational LBS. Location Based Services and TeleCartography, Springer, Berlin, s.13-23.

Raubal M., Winter S., 2002. Enriching Wayfinding Instructions with Local Landmarks. In: Egenhofer M, Mark D (Ed.) GIScience 2002, Lecture Notes in Computer Science, v. 2478, s.243–259.

Rehrl, K., Gartner, G., 2007. Smartphone Based Information and Navigation Aids for Public Transport Travellers. Location Based Services and TeleCartography, Springer, Berlin, s. 525–541.

Reichenbacher, T., 2003. Adaptive Methods for Mobile Cartography. Proceedings of the 21th ICC, Durban, South Africa, s.1311-1322.

Reichenbacher, T., 2004. Mobile Cartography – Adaptive Visualisation of Geographic Information on Mobile Devices. PhD. Thesis. Institute for Photogrammetry and Cartography, Technical University of Munich.

Reichl, B. 2003. Potential of Cartographic Presentations for Small Screen Displays, Dissertation, Viyana Teknik Üniversitesi.

Retscher, G., 2002. Discussion of Parameters of Positioning with Cellular Phones. TeleCartography and LBS, v.58, s.42–58.

Retscher, G., 2007. Augmentation of Indoor Positioning Systems with a Barometric Pressure Sensor or Direct Altitude Determination in a Multi – Storey Building. Cartography and Geographic Information Science, v.34, n.4, s.305–310.

Robbins, D.C., Cutrell, E., Sarin, R., Horvitz, E., 2004. ZoneZoom: Map Navigation for Smartphones with Recursive View Segmentation. Proceedings of the Working Conference on Advanced Visual Interfaces, Gallipoli, Italy, s. 231-234.

Sarjakoski, T., Sarjakoski LT. 2005. The GiMoDig Public Final Report, Finish Geodetic Institute, Finlandiya.

Schmidt, A., Beigl, M., Gellerse, H.W. 1999. There is More Context than Location. Computer &Graphics Journal, v.23, n.6, s.893–902.

Schmidt, A., van Laerhoven, K., 2001. How to Build Smart Appliances? IEEE Personal Communications, v.8, n.4, s.66–71.

Setlur, V., Xu, Y., Chen, X., Gooch, B., 2005. Retargeting Vector Animation for Small Displays. Proceedings of the 4th International Conference on Mobile and Ubiquitous Multimedia, Christchurch, New Zealand, s. 69-77.

Smets, N.J.J.M., Brake, G.M.T.B., Neerincx, M.A., Lindenberg, J., 2008. Effects of Mobile Map Orientation and Tactile Feedback on Navigation Speed and Situation Awareness. Proceedings of the 10th International Conference on Human-Computer Interaction with Mobile Devices and Services, Amsterdam, s. 73-80.

Sorrows M.E., Hirtle S.C., 1999. The Nature of Landmarks for Real and Electronic Spaces. In: Freksa C., Mark D.M. (Ed.), Spatial Information Theory: Cognitive and Computational Foundation of Geographic Information Science. Lecture Notes in Computer Science, Springer Verlag, Berlin, s.37-50.

Steiniger, S., Neun, M., Edwardes A., 2006. Foundations of Location Based Services. CartouCHe, Lecture Notes on LBS, v.1.0, Web: http://www.e-cartouche.ch/content_reg/cartouche/LBSbasics/en/html/index.html (01.09.2012)

Stuart, K.C., Mackinlay, J., Schneiderman, B., 1999. Readings in Information Visualization: Using Vision to Think. San Diego, California, Academic Pres, ISBN-10: 1558605339.

Tsai, V.J.D., 1993. Fast Topological Construction of Delaunay Triangulations and Voronoi Diyagrams, Computer and Geosciences, v.19, n.10, s. 1463-1474.

Uçar, D., Uluğtekin N., 2006. Kartografyaya Giriş. Ders notu, İstanbul Teknik Üniversitesi.

Uluğtekin N., Bildirici İ.Ö., Doğru A.Ö., 2003. Web Haritalarının Tasarımı. 9.Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Ankara, 31.03.2003 - 04.04.2003, s. 347-359.

Ulugtekin, N., Dogru A.O., 2004. Consideration of Map Design for Hand Held Devices. International Symposium Modern Technologies, Education and Professional Practice in Geodesy and Related Fields Sofia, Bulgaria, s.259-265.

Umlauft, M., Niklfeld, G., Michlmayr, E., 2003. LoL@, a Mobile Tourist Guide for UMTS. Journal on Information Technology and Tourism, v.5, n.3, s.151–164.

Urquhart, K., Miller, S., Cartwright, W., 2003. An User-Centred Research Approach to Designing Useful Geospatial Representations for LBS. In: G. Gartner (Ed.) LBS & TeleCartography, v. 66, s. 69-79.

Uzel, K., 2008. Mobil Takip Sistemleri. Yüksek lisans semineri. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Virrantaus, K., Markkula, J., Garmash, A., Terziyan, Y.V., 2001. Developing GIS-Supported Location- Based Services. In: Proc. of WGIS'2001 – First International Workshop on Web Geographical Information Systems, Kyoto, Japonya, s. 423–432.

Weakliam, J., Wilson, D., Bertolotto, M., 2008. Personalization Map Feature Content for Mobile Map Users. In: Meng, L., Zipf, A. Winter, S. (Ed), Map Based Mobile Services. Lecture Notes in Geoinformation and Cartography. Berlin Heidelberg: Springer – Verlag, s.125–145.

Willis, K., Hoelscher, C., Wilbertz, G., Li, C., 2009. A Comparison of Spatial Knowledge Acquisition with Maps and Mobile Maps. Computers, Environment and Urban Systems, v.33, n.2, s.100-110.

Winter, S., Tomko, M., 2004. Shifting the Focus in Mobile Maps. Proceedings of International Joint Workshop on Ubiquitous, Pervasive and Internet Mapping, s. 153-165.

Worm, J., 2001. Web Map Design in Practice. In: Kraak, MJ. ve Brown, A. (Ed.), Web Cartography, Taylor and Francis, Chapter 7, s. 87-107.

Yammiyavar, P., Nainwal, S., Banerjee, S., Gupta, S., 2007. Comparison of the Fisheye Technique and Event Horizon Method for Location Based Services. Web: http:// sgupta.newsit.es/projects/fisheye.pdf (12.08.2012).

Yanalak, M., 1997. Sayısal Arazi Modellerinden Hacim Hesaplarında En Uygun Enterpolasyon Yönteminin Araştırılması. Doktora Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Zellweger, P.T., Mackinlay, J.D., Good, L., Stefik, M., Baudisch, P., 2003. City Lights: Contextual Views in Minimal Space. In CHI '03 extended abstracts on Human Factors in Computing Systems. Ft. Lauderdale, Florida, s. 838-839.

Zipf, A., 2002. User-Adaptive Maps for Location-Based Services (LBS) for Tourism. In Wöer, K., Frew, A.J. & Hitz, M. (Ed.), Information and Communication Technologies in Tourism 2002: Proceedings of the 9th International Conference (ENTER 2002), Innsbruck, Austria, 329-338.

Zipf, A., Richter, K., 2002. Using Focus Maps to Ease Map Reading Developing Smart Applications for Mobile Devices. Künstliche Intelligenz, n. 4, s. 35-37.

URL 1: http://en.wikipedia.org/wiki/Electronic_paper (29.07.2012)
URL 2: http://www.tokyo-ubinavi.jp/index_en.html (29.07.2012)
URL 3: http://tr.wikipedia.org/wiki/Smartphone (05.08.2012)
URL 4: http://ceit356.wikispaces.com/Kiosk+Nedir (06.08.2012)
URL 5: http://www.bilisimterimleri.com/bilgisayar_bilgisi/bilgi/83.html (07.08.2012)
URL 6: http://en.wikipedia.org/wiki/Enhanced_Data_Rates_for_GSM_Evolution (10.08.2012)
URL 7: http://en.wikipedia.org/wiki/3G (10.08.2012)
URL 8: http://en.wikipedia.org/wiki/Evolution-Data_Optimized (10.08.2012)

URL 9: http://en.wikipedia.org/wiki/European_Geostationary_Navigation_Overlay_Service (13.08.2012)
URL 10: http://en.wikipedia.org/wiki/Mobile_phone_tracking (04.08.2012)
URL 11: http://www.islem.com.tr/kategori_alt.asp?MenuKATURL=10 (06.08.2012)
URL 12: http://www.python.org/about/ (06.08.2012)
URL 13: http://tr.wikipedia.org/wiki/Java_(programlama_dili) (06.08.2012)
URL 14: http://wiki.openstreetmap.org/wiki/Main_Page (01.08.2012)
URL 15: http://wiki.openstreetmap.org/wiki/Stats#Database_Statistics_-_Graphical (02.08.2012)
URL 16: http://wiki.openstreetmap.org/wiki/Comparison_of_editors (01.08.2012)
URL 17: http://wiki.openstreetmap.org/wiki/Nodes (02.08.2012)
URL 18: http://wiki.openstreetmap.org/wiki/Ways (02.08.2012)
URL 19: http://wiki.openstreetmap.org/wiki/Relations (02.08.2012)
URL 20: http://wiki.openstreetmap.org/wiki/Map_Features (02.08.2012)
URL 21: http://wiki.openstreetmap.org/wiki/Zoom_levels (10.07.2012)
URL 22: http://www.cs.wustl.edu/~pless/546/lectures/L11.html (15.08.2012)
URL 23: http://wiki.openstreetmap.org/wiki/OpenRouteService (06.06.2012)
URL 24: http://code.google.com/p/osmdroid/ (06.06.2012)
URL 25: http://cloudmade.com/ (06.06.2012)

EKLER

EK-1 Anket Soruları

KAMPUS YÖNLENDİRME SİSTEMİ ANKET ÇALIŞMASI

1. Kampusteki göreviniz nedir?
   ☐ Öğrenci ☐ Öğretim elemanı ☐ İşçi veya memur ☐ Diğer

2. Kaç yıldır kampustesiniz?
   ☐ 0-1 ☐ 1-2 ☐ 2-5 ☐ 5-10 ☐ 10 yıldan fazla

3. Cinsiyetiniz nedir? ☐ Erkek ☐ Kadın

4. Kaç yaşındasınız?
   ☐ 18-25 ☐ 25-30 ☐ 30-35 ☐ 35-45 ☐ 45'den büyük

5. Bilmediğim bir yere gideceğimde ;
   ☐ Haritadan yararlanırım.
   ☐ GoogleEarth'den yararlanırım
   ☐ GoogleMaps ve benzeri sitelerden yararlanırım
   ☐ Navigasyon cihazımdan yararlanırım
   ☐ Cep telefonumda yüklü navigasyon yazılımından yararlanırım
   ☐ Çevremde o bölgeyi bilenlerden ya da o bölgede yaşayanlardan bilgi alırım.

6. Harita satın alma ve kullanma alışkanlığınız var mı?
   ☐ Harita arşivim var. Düzenli olarak harita satın alır ve kullanırım.
   ☐ Harita satın almaya gerek görmüyorum. Promosyon dağıtılan haritalardan yararlanıyorum.
   ☐ Sadece yabancı ülkelerde harita satın alır ve kullanırım.
   ☐ Nadiren haritalardan yararlanırım.
   ☐ Harita kullanmam

7. Bilmediğiniz yerlerde aradığınız adreslere kolayca ulaşmak için cep telefonu veya navigasyon cihazının kullanılmasının yararlı olacağını düşünüyor musunuz?
   ☐ Evet ☐ Hayır

8. Kullandığınız navigasyon/harita yazılımı gerektiriyorsa cep telefonuyla internete bağlanır mısınız?
   ☐ Ücretsiz WiFi olanaklarından yararlanarak bağlanırım ☐ Bağlanmam.

9. Bilgisayar ortamında yol tarifinde aşağıdakilerden hangisi sizce en etkilidir?
   ☐ Yolun harita üzerinde çizilmesi
   ☐ Sesle yolun tarif edilmesi
   ☐ Yolu tarif eden bir video
   ☐ Yolun harita üzerine çizilip sesle tarif edilmesi

10. Kampus içi yönlendirmenin yayalar için yeterli olduğunu düşünüyor musunuz?
☐ Evet ☐ Hayır

11. Kampus içi yönlendirmenin kolaylaştırılması için bir çalışma yapılmasının gerekli olduğunu düşünüyor musunuz?
☐ Evet ☐ Hayır

12. Aşağıdakileri aradığınız yeri bulmadaki etkilerine göre sıralayınız.
__ Sokak isim levhaları
__ Yönlendirme levhaları
__ Panolardaki haritalar
__ Etraftaki dikkat çeken binalar
__ Etraftaki kişilerin yönlendirmeleri

13. Hedeflediğiniz noktaya yaya olarak ulaşmak için seçeceğiniz güzergahta bulunması gereken özellikleri öncelik sırasına göre sıralayınız.
__ Güzergahın kısa olması
__Güzergahın güvenli olması
__ Güzergahın engebeli olmaması
__ Güzergahın kalabalık olması
__ Güzergahın karmaşık olmaması

14. Cep telefonunuz var mı? ☐ Evet ☐ Hayır

15. Cep telefonunuz varsa kaç yıldır cep telefonu kullanıcısısınız?

☐ 0-1 ☐ 1-5 ☐ 5-10 ☐ 10 yıldan fazla ☐ Cep telefonum yok

16. Varsa cep telefonunuzda aşağıdaki özelliklerden hangileri var?
☐ Cep telefonum yok ☐ GPS ☐ Video görüntüleyebilme
☐ GPRS/EDGE ☐ Renkli ekran ☐ İşletim sistemi (windows vb.)
☐ WiFi ☐ Hafıza kartı ☐ 3G
☐ Ses dosyaları çalabilme ☐ Geniş ekran özelliği ☐ Bluetooth

17. Cep telefonunuz varsa aşağıdaki özelliklerden hangilerini aktif olarak kullanıyorsunuz?
☐ Cep telefonum yok ☐ GPS ☐ Video görüntüleyebilme
☐ GPRS/EDGE ☐ Renkli ekran ☐ İşletim sistemi (windows vb.)
☐ WiFi ☐ Hafıza kartı ☐ 3G
☐ Ses dosyaları çalabilme ☐ Geniş ekran özelliği ☐ Bluetooth

18. Cep telefonuyla internete bağlanırken hangi özelliği tercih ediyorsunuz?
☐ GPRS/EDGE ☐ 3G ☐ Wireless
☐ Bilgisayardan USB veya bluetooth yardımıyla kablolu/kablosuz internet paylaşımı
☐ İnternete bağlanmıyorum

19. Kampus içerisindeki aşağıdaki yapılardan hangilerinin yerini biliyorsunuz?

☐ Hepsi
☐ 19 Mayıs spor salonu
☐ Stadyum
☐ Beden Eğitimi ve Spor MYO.
☐ Atatürk Öğrenci Yurtları
☐ Üniversite konukevi
☐ Alaaddin öğrenci yurdu
☐ Sağlık Bilimler Fakültesi
☐ Selçuklu Tıp Fakültesi
☐ İletişim Fakültesi
☐ Diş Hekimliği Fakültesi
☐ Sosyal Bilimler MYO.
☐ Mesleki Eğitim Fakültesi
☐ Hukuk Fakültesi
☐ Süleyman Demirel Kültür Merkezi
☐ Kampus rektörlük binası
☐ Gökkuşağı alışveriş merkezi
☐ Kütüphane
☐ Üniversite evi (sosyal tesis)
☐ Bilgisayar merkezi
☐ Cami
☐ Mühendislik Mimarlık Fakültesi
☐ Veterinerlik Fakültesi
☐ Üniversite lojmanları
☐ Ziraat Fakültesi
☐ Teknik Eğitim Fakültesi
☐ Teknokent binası
☐ YADAM
☐ Fen ve Edebiyat Fakültesi
☐ Güzel Sanatlar Fakültesi
☐ Teknik Bilimler MYO.
☐ Banka ATM'leri
☐ Akbank binası
☐ Vakıfbank binası
☐ PTT binası
☐ Tramvay durakları
☐ Fakülte önlerindeki abideler
☐ Halil Cin Konferans Salonu
☐ Ayışığı Kafeterya

20. Kampusu bilmeyen bir yakınınıza kampus içerisindeki bir yeri tarif ederken aşağıdaki yapılardan hangilerini kullanırsınız?

☐ 19 Mayıs spor salonu
☐ Stadyum
☐ Beden Eğitimi ve Spor MYO.
☐ Atatürk Öğrenci Yurtları
☐ Üniversite konukevi
☐ Alaaddin öğrenci yurdu
☐ Sağlık Bilimler Fakültesi
☐ Selçuklu Tıp Fakültesi
☐ İletişim Fakültesi
☐ Diş Hekimliği Fakültesi
☐ Sosyal Bilimler MYO.
☐ Mesleki Eğitim Fakültesi
☐ Hukuk Fakültesi
☐ Süleyman Demirel Kültür Merkezi
☐ Kampüs rektörlük binası
☐ Gökkuşağı alışveriş merkezi
☐ Kütüphane
☐ Üniversite evi (sosyal tesis)
☐ Bilgisayar merkezi
☐ Cami
☐ Mühendislik Mimarlık Fakültesi
☐ Veterinerlik Fakültesi
☐ Üniversite lojmanları
☐ Ziraat Fakültesi
☐ Teknik Eğitim Fakültesi
☐ Teknokent binası
☐ YADAM
☐ Fen ve Edebiyat Fakültesi
☐ Güzel Sanatlar Fakültesi
☐ Teknik Bilimler MYO.
☐ Banka ATM'leri
☐ Akbank binası
☐ Vakıfbank binası
☐ PTT binası
☐ Tramvay durakları
☐ Fakülte önlerindeki abideler
☐ Halil Cin Konferans Salonu
☐ Ayışığı Kafeterya

21. Kampusu **az da olsa bilen** bir yakınınıza kampus içerisindeki bir yeri tarif ederken aşağıdaki yapılardan hangilerini kullanırsınız?

☐ 19 Mayıs spor salonu
☐ Stadyum
☐ Beden Eğitimi ve Spor MYO.
☐ Atatürk Öğrenci Yurtları
☐ Üniversite konukevi
☐ Alaaddin öğrenci yurdu
☐ Sağlık Bilimler Fakültesi
☐ Selçuklu Tıp Fakültesi
☐ İletişim Fakültesi
☐ Diş Hekimliği Fakültesi
☐ Sosyal Bilimler MYO.
☐ Mesleki Eğitim Fakültesi
☐ Hukuk Fakültesi
☐ Süleyman Demirel Kültür Merkezi
☐ Kampüs rektörlük binası
☐ Gökkuşağı alışveriş merkezi
☐ Kütüphane
☐ Üniversite evi (sosyal tesis)
☐ Bilgisayar merkezi
☐ Cami
☐ Mühendislik Mimarlık Fakültesi
☐ Veterinerlik Fakültesi
☐ Üniversite lojmanları
☐ Ziraat Fakültesi
☐ Teknik Eğitim Fakültesi
☐ Teknokent binası
☐ YADAM
☐ Fen ve Edebiyat Fakültesi
☐ Güzel Sanatlar Fakültesi
☐ Teknik Bilimler MYO.
☐ Banka ATM'leri
☐ Akbank binası
☐ Vakıfbank binası
☐ PTT binası
☐ Tramvay durakları
☐ Fakülte önlerindeki abideler
☐ Halil Cin Konferans Salonu
☐ Ayışığı Kafeterya

EK-2 Mobil Uygulama Test Soruları

SelcukLBS YAZILIMI KULLANICI DEĞERLENDİRME ANKETİ

1. Cinsiyetiniz nedir? ☐ Erkek ☐ Kadın

2. Kaç yaşındasınız?
   ☐ 18-25 ☐ 25-30 ☐ 30-35 ☐ 35-45 ☐ 45'den büyük

3. SelcukLBS yazılımının yayaların kampus içi yönlendirmesinde faydalı olacağını düşünüyor musunuz?
   ☐ Evet ☐ Hayır

4. Yazılımda çizimleriyle gösterilen binalar yönünüzü bulmada yardımcı oldu mu?

   ☐ Evet ☐ Hayır

5. Yazılımı kullanırken güzergâh boyunca aşağıdaki binalardan hangileriyle karşılaştınız?

   ☐ Hepsi
   ☐ Üniversite evi (sosyal tesis)
   ☐ Bilgisayar merkezi (Bilmer)
   ☐ Kütüphane
   ☐ Alaaddin öğrenci yurdu
   ☐ Selçuklu Tıp Fakültesi
   ☐ Gökkuşağı alışveriş merkezi
   ☐ Kampus rektörlük binası
   ☐ Süleyman Demirel Kültür Merkezi
   ☐ Cami
   ☐ Mühendislik Mimarlık Fakültesi(MMF)

6. Kullandığınız yazılımda siz hareket ederken bazı binaların vurgulanması yolunuzu bulmanıza yardımcı oldu mu?
   ☐ Evet ☐ Hayır

7. Güzergâh boyunca başka binaların da vurgulanması gerekir miydi?
   ☐ Evet (Lütfen bina adını yazınız) ☐ Hayır

8. Önerilen yaya yolları güvenli ve rahat ulaşıma uygun mu?
   ☐ Evet ☐ Hayır

9. Yazılımın ölçek ve büyültme küçültme (zoom) özellikleri yeterli mi?
   ☐ Evet ☐ Hayır

10. Yazılımda bulunan pusula özelliği sizce faydalı mı?
    ☐ Evet ☐ Hayır

11. Varsa yazılımın iyileştirilmesi için önerileriniz nelerdir?

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Hüseyin Zahit Selvi
Uyruğu : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi : Konya,11.11.1980
Telefon : 05365696634
Faks :
e-mail : hzselvi@yahoo.com

EĞİTİM

Derece		Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	:	**Selçuklu Anadolu İmam Hatip Lisesi, Konya**	**1999**
Üniversite	:	**Selçuk Üniverstesi, Konya**	**2003**
Yüksek Lisans	:	**Selçuk Üniverstesi, Konya**	**2006**
Doktora	:	**Selçuk Üniverstesi, Konya**	**2012**

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2004-	**Selçuk Üniversitesi**	**Aaştırma Görevlisi**

UZMANLIK ALANI
Kartografya, Kartografik Genelleştirme, LBS

YABANCI DİLLER
İngilizce

ÖDÜLLER
2003 Selçuk Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Birinciliği
2003 Selçuk Üniversitesi Harita Mühendisliği Bölüm Birinciliği
2007 TÜBİTAK Yurtiçi Doktora Bursu
2011 TÜBİTAK Yurtdışı Doktora Araştırma Bursu (6 ay, Viyana Teknik Üniversitesi)

YAYINLAR
Makale, SCI dergi

- Selvi, H.Z., Bildirici, İ.Ö., Yerci, M.(2010) Triangulation method for Area-Line Geometry-type Changes in Map Generalisation,The Cartographic Journal, 47(2), 157-163. *
- Bildirici, İ.Ö., Üstün, A., Selvi, H.Z., Abbak, A., Bugdayci, I.(2009) Assessment of SRTM Based on Topographic Maps in the Territory of Turkey,Cartography and Geographic Information Science, 36/1, 95-104,

Makale, ulusal hakemli dergi

- Selvi, H.Z., Bildirici, İ.Ö., Yerci, M.(2007) Büyük Ölçekli Verilerde Yol eksenlerinin Üçgenleme Yöntemiyle Otomatik Olarak Oluşturulması,HKM Dergisi, s.97, 32-39. *

Kitap içinde bölüm, uluslararası

- Bildirici IO, Üstün A, Uluğtekin NN, Selvi HZ, Abbak RA, Buğdaycı İ and Doğru A.Ö.(2009) Compilation of Digital Elevation Model for Turkey in 3-Arc-Second Resolution by Using SRTM Data Supported with Local Elevation Data,G.Gartner, F. Ortag (eds), Cartography in Central and Eastern Europe, Lecture Notes in Geoinformation and Cartography, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, pp. 63-76

Bildiri, uluslararası

- Selvi, H.Z., Bildirici, İ.Ö., Gartner, G. (2012) Landmark Orientation for Pedestrians: A Case Study at Selcuk University,4th International Conference On Cartography And GIS, Albena, Bulgaristan, 18-22 Haziran 2012. **
- Selvi, H.Z., Bildirici, İ.Ö., Gartner, G. (2011) An Orientation System Design for Pedestrians: A Case Study at Selcuk University,8th International Symposium on LBS, 21–23 November 2011, Vienna University of Technology, Vienna, Austria, s. 257-271. **
- Selvi, H.Z, Bildirici, İ.Ö.(2009) Wireless Campus LBS in Konya,Proceedings of the First ICA Symposium for Central and Eastern Europe 2009,Georg Gartner & Felix Ortag (Eds.) Vienna University of Technology. **
- Selvi, H.Z, Bildirici, İ.Ö.(2008) The Accuracy and Reliability of Digital Elevation Models Created From the Contour Lines of Paper Map,Second International Conference on Cartography and GIS, 261-267,Borovets/Bulgaria
- Bildirici, İ.Ö., Üstün, A., Uluğtekin, N., Selvi, H.Z, Abbak, R.A., Buğdaycı, İ., Doğru, A.Ö.(2008) Comparison of SRTM and 25K Maps in Turkey,Second International Conference on Cartography and GIS,219-227,Borovets/Bulgaria
- Bildirici, İ.Ö., Üstün, A., Uluğtekin, N., Selvi, H.Z, Abbak, R.A., Buğdaycı, İ., Doğru, A.Ö.(2007) SRTM Data in Turkey: Void Filling Strategy and Accuracy Assessment,Middle East Spatial Technology 4th Conference & Exhibition MEST 2007, CD,Bahrain
- Bildirici, İ.Ö., Üstün, A., Ulugtekin, N., Selvi, H.Z., Abbak, A., Buğdaycı, İ., Dogru, A.Ö.(2007) SRTM Verilerine Dayalı Ülke Bazında 3"x 3" Çözünürlüklü Sayısal Yükseklik Modelinin Oluşturulması,Türkiye Ulusal Fotogrametri ve Uzaktan Algılama Birliği IV. Sempozyumu. 5-7 Haziran 2007, CD,İstanbul
- Üstün, A., Bildirici, İ.Ö.,Selvi, H.Z., Abbak, R.A.(2006) An evaluation of SRTM3 DTM data: Validity, problems and solutions,First international conference on cartography and GIS,Borovets, Bulgaria
- Selvi, H.Z., Bildirici, İ.Ö.(2006) Area-Line Geometry Changes in Model Generalization: Triangulation Method,Fifth International Symposium "Turkish-German Joint Geodetic Days". *

Bildiri, ulusal

- Bildirici İ.Ö.,, Selvi H.Z., Böge S., Üstün A.(2009) CBS ve Bilgi Teknolojileri ile Orta ve Küçük Ölçekli Kartografik Tasarım: Konya İli Haritası Yapımı,TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi 2009 02-06 Kasım 2009, İzmir
- Bildirici I.O., Üstün A., Uluğtekin N.N., Selvi H.Z., Buğdaycı İ. ve Doğru A.Ö.(2008) SRTM Verilerine Dayalı Ülke Bazında 3"×3" Çözünürlüklü Sayısal Yükseklik Modelinin Oluşturulması: Proje Sonuçları,Uzaktan Algılama ve CBS Sempozyumu, 13-15 Ekim 2008,Kayseri
- Selvi, H.Z, Bildirici, İ.Ö.(2005) Cbs Açısından Topolojinin Önemi Ve Alan Çizgi Geometrik Dönüşüm Yöntemleri,Ege CBS Sempozyumu,229-238. *
- Bildirici,İ.Ö., Selvi, H.Z.(2005) Model Genelleştirmesinde Geometri Değişimlerinden Alan - Çizgi Dönüşüm Yöntemleri,10. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı,Ankara. *

Kitap editörlüğü, Türkçe

- Ferruh Yildiz, Hüseyin Zahit Selvi, S.Savaş Durduran,(2005) Türkiyede Arazi Toplulaştırma Sempozyumu,Nobel Yayın Dağ., ISBN: 975-591-862-0, 252, Ankara, 2005

Tez, yüksek lisans

- Selvi, H.Z.(2006) Model Genelleştirmesinde Alan Çizgi Geometrik Dönüşümü, SÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya

Proje raporu

- Bildirici IO, Ustun A, Ulugtekin NN, Selvi HZ, Abbak RA, Bugdayci I, Dogru A.O.(2008) Yerel Yükseklik Bilgileriyle Desteklenmiş SRTM Verileri Kullanılarak Türkiye için 3"x3" Çözünürlüklü Sayısal Yükseklik Modelinin Oluşturulması,Tübitak 106Y130 numaralı proje raporu

* : Yayın yüksek lisans tezinden çıkmıştır

** : Yayın doktora tezinden çıkmıştır.