

770770

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

JEODEZİ VE FOTOGRAMETRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**MOBİL COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ (MCBS):
TEMEL KAVRAMLAR VE UYGULAMALAR**

Harita Müh. Fatih DÖNER

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
“Harita Yüksek Mühendisi”
Ünvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 11.07.2005
Tezin Savunma Tarihi : 12.08.2005**

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Tahsin YOMRALIOĞLU

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Cemal BIYIK

Jüri Üyesi : Doç. Dr. Cüneyt ŞEN

Enstitü Müdürü : Prof. Dr. Emin Zeki BAŞKENT

Trabzon 2005

ÖNSÖZ

Mobil Coğrafi Bilgi Sistemleri (MCBS): Temel Kavramlar ve Uygulamalar konulu yüksek lisans tezimin danışmanlığını üstlenen, çalışmamın her aşamasında yol gösteren, fedakârlıkta bulunan, yardım ve desteğini esirgemeyen değerli hocam sayın Prof. Dr. Tahsin YOMRALIOĞLU'na sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Uygulama çalışmaları için bilgi aldığım Trabzon Tarım İl Müdürlüğü çalışanlarından Sacit BOSTAN'a ve arazi çalışmaları sırasında yardımcı olan Öğr. Gör. Mehmet MERDAN'a teşekkür ederim.

Çalışmamın değişik aşamalarında değerleri fikirlerine başvurduğum, tecrübelerini benimle paylaşan ve her türlü yardımda bulunan KTÜ GISLab Ar-Ge'deki tüm kıymetli hocalarıma teşekkür ederim.

Hayatımın her anında olduğu gibi, tez çalışmalarım sırasında da maddi manevi büyük desteklerini gördüğüm çok değerli aileme de teşekkürlerimi sunarım.

Fatih DÖNER
Trabzon 2005

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET.....	V
SUMMARY.....	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ	VII
TABLolar DİZİNİ.....	X
SEMBOLLER DİZİNİ.....	XI
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Problemin Tanımı.....	3
1.3. Çalışmanın Amacı.....	4
1.4. Metodoloji	5
1.5. Temel Kavramlar.....	5
1.5.1. Veri, Bilgi, Sistem, Bilgi Sistemi.....	5
1.5.2. Coğrafi Bilgi Sistemleri.....	6
1.5.3. Coğrafi Bilgi Sistemleri’nde Veri Toplama Teknikleri.....	6
1.5.3.1. Yersel Ölçme Yöntemleri.....	7
1.5.3.2. Fotogrametrik Yöntemle Veri Toplama.....	8
1.5.3.3. Uzaktan Algılama Tekniği.....	9
1.5.3.4. GPS ile Uydu Gözlemlerinden Yararlanarak Veri Toplama.....	11
1.5.3.4.1. GPS ile Temel Ölçü Yöntemleri.....	12
1.5.3.5. Mevcut Verilerin Elde Edilmesi.....	14
1.5.4. Coğrafi Bilgi Sistemleri’nde Veri Toplamanın Önemi.....	14
1.5.5. Mobil Coğrafi Bilgi Sistemleri	16
1.5.5.1. Mobil Coğrafi Bilgi Sistemleri’nde Kullanılan Gezici Cihazlar.....	17
1.5.5.2. Mobil Coğrafi Bilgi Sistemleri’nde Kullanılan Yazılımlar	21
1.5.5.3. Kablosuz Erişim	22
1.6. Mobil Coğrafi Bilgi Sistemleri Uygulamaları.....	24
1.6.1. Türkiye’deki Mobil Coğrafi Bilgi Sistemleri Uygulamaları	25

2.	YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	29
2.1.	MCBS için Donanım Gereksinimi.....	29
2.1.1.	Taşınabilir Bilgisayar İhtiyacı	29
2.1.2.	GPS Alıcısının Belirlenmesi.....	34
2.1.3.	Diğer Yardımcı Donanımlar.....	37
2.2.	MCBS için Uygun Yazılım Tespiti.....	37
2.2.1.	ArcPad Yazılımı.....	39
2.2.1.1.	ArcPad ile Veri Toplama.....	39
2.2.1.2.	ArcPad Yazılımının Temel Fonksiyonları.....	42
2.3.	Çalışma Alanının Belirlenmesi.....	44
2.4.	Veri Toplama.....	46
2.5.	Verilerin Mobil Bilgisayara Aktarılması.....	48
2.6.	Uygulamada Kullanılacak Özel Arayüzlerin Tasarımı.....	50
2.6.1.	Form Tasarımı.....	50
2.6.2.	Araç Çubuğu Arayüzü Hazırlama.....	52
2.6.3.	Uygulamaya Özel Script Hazırlanması	55
2.7.	ArcPad ve GPS Entegrasyonunun Sağlanması.....	56
2.8.	Mobil Coğrafi Bilgi Sistemleri Uygulamaları: Örnek Çalışmalar	60
2.8.1.	Uygulama-1 : Kentsel Alanlarda Binalara Ait Verilerinin Vektör Altılık Üzerinde Toplanması.....	60
2.8.2.	Uygulama-2: IKONOS Uydu Görüntüsünün Tarımsal Arazi Bilgileri ile Zenginleştirilmesi.....	62
2.8.3.	Uygulama-3: 1/25000 Ölçekli Standart Topoğrafik Haritanın Tarımsal Alan Açısından GPS Alıcısı Kullanılarak Güncellenmesi.....	65
2.8.4.	Uygulama-4: Kırsal Yerleşim Alanları ve Köy Yollarına Ait Temel Verilerin Toplanması.....	67
3.	BULGULAR VE İRDELEME	70
3.1.	Uygulama Sonuçları.....	70
3.2.	MCBS Uygulamalarında Karşılaşılabilecek Problemler	75
4.	SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	76
5.	KAYNAKLAR.....	78
6.	EKLER.....	81
	ÖZGEÇMİŞ.....	97

ÖZET

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ilk olarak 1960'lı yılların sonlarında kullanılmaya başlanmıştır. Bu tarihten sonra CBS, temelde bilgisayar endüstrisindeki ilerlemelere paralel olarak büyük bir gelişim göstermiştir. Başlangıçta yalnızca uzman kişiler tarafından güçlü donanımlar üzerinde, sabit bir ortamda gerçekleştirilen uygulamalar, yazılım ve donanım teknolojisinde yaşanan hızlı ilerlemeler neticesinde dinamik olarak yapılabilir hale gelmiştir.

Günümüzde gelişen bilişim teknolojisiyle, masaüstü bilgisayarlarıyla benzer özelliklere sahip seyyar bilgisayarların (cep bilgisayar, Tablet PC vb.) ortaya çıkışı ve yazılım üreticilerinin bu tür donanımlar üzerinde çalışabilecek CBS yazılımları geliştirmeleri coğrafi verinin dijital ortamda araziye taşınmasına olanak sağlamıştır. Özellikle GPS ile sağlanan bütünleşik yapıyla dinamik veri toplamaya yönelik olarak klasik CBS'ye alternatif nitelikte Mobil Coğrafi Bilgi Sistemleri (MCBS) kavramı gündeme gelmiştir.

MCBS, özellikle CBS için gerekli veriyi elde etmede geleneksel yöntemlere alternatif olabilecek etkili bir araçtır. Bu sebeple çalışmada, veri toplamaya yönelik olarak kullanılacak bir MCBS'nin oluşturulması amaçlanmıştır. Öncelikle, MCBS donanım ve yazılım kapasiteleri araştırılarak uygulamalar için uygun olanları tespit edilmiştir. Sonraki aşamada, daha hızlı veri toplamayı sağlamak ve veri toplamadaki kaba hataları en aza indirmek amacıyla arayüzler geliştirilmiştir. Altlık olarak kullanılacak veriler temin edilerek, uygulamalar için hazır hale getirilmiştir. ArcPad yazılımı ve el GPS alıcısı entegrasyonu sağlanarak, çeşitli örnek uygulamalar üzerinde sistem test edilmiştir. Elde edilen sonuçlar mevcut uygulama yöntemleriyle maliyet ve süre açısından karşılaştırılarak MCBS'nin kullanılması durumunda sağlanacak avantajlar tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Coğrafi Bilgi Sistemleri, Mobil Coğrafi Bilgi Sistemleri, Veri Toplama, ArcPad, GPS

SUMMARY

Mobile Geographic Information Systems: Fundamental Concepts and Applications

Geographic Information Systems (GIS) was started to be used in the late 1960s. Since then, GIS has changed dramatically, basically parallel with the growth of the computer industry. In its early days, applications were implemented only by specialist persons on strong hardware and in a static environment. Improvements in software and hardware technologies have made it possible to perform these applications dynamically.

Nowadays, with the improvements in informatics technology, arising mobile computers such as Tablet PC, Pocket PC which have similar properties with a desktop computer, also developing new software's by GIS software producers which have the ability to run this type of mobile computers, have allowed to carry geographic data to field in digital form. Especially, with the integrated structure provided by GPS, the term of Mobile Geographic Information Systems (MGIS) was introduced as an alternative method to classical GIS.

MGIS is an effective tool that can be an alternative to traditional methods for acquiring data needed especially by GIS projects. Therefore, with this study, it was aimed to develop a MGIS that can be used for data collection. First, capacities of MGIS hardware and software were searched and selected the suitable ones for applications. In the next stage, user interfaces were developed to minimize errors and speed up data collection process. The data used in background to guide user was obtained and prepared for applications. Setting the integration between ArcPad and handheld GPS receiver, the system was tested on various case studies. Results taken from applications were compared to existing methods in terms of cost and time. Advantages of MGIS were determined.

Keywords: Geographic Information Systems, Mobile Geographic Information Systems, Data Acquisition, ArcPad, GPS

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 1. Veri toplama teknikleri.....	7
Şekil 2. GPS ile mutlak ve rölatif konum belirleme.....	13
Şekil 3. MCBS Donanımları.....	18
Şekil 4. MCBS Donanımları.....	19
Şekil 5. MCBS uygulamalarında kullanılabilecek farklı GPS alıcıları ve bunlara ait özellikler	36
Şekil 6. El GPS’inde bulunan ekranlara ait görüntüler	37
Şekil 7. Uygulamalar sırasında kullanılan donanımlar.....	38
Şekil 8. Shapefile formatının dosya yapısı.....	40
Şekil 9. Çalışma Alanı.....	45
Şekil 10. ArcView yazılımında ArcPad araç çubuğu.....	49
Şekil 11. Uygulamada bina katmanı için tasarlanan bir form makro dosyasının içeriği.....	50
Şekil 12. Uygulamalar için hazırlanan kullanıcı form örnekleri.....	53
Şekil 13. Uygulama için tasarlanan araç çubuğu arayüzü	54
Şekil 14. ArcPad programında otomatik olarak doldurulan arazi yüzölçümü alanı.....	56
Şekil 15. ArcPad yazılımda iletişim protokolü ve iletişim parametreleri ayarları	58
Şekil 16. Koordinat sistemi tanımlamak için oluşturulan dosya.....	59
Şekil 17. Uygulama–1 için seçilen çalışma alanı.....	61
Şekil 18. Uygulama alanındaki işyerlerinin kullanım türlerine göre dağılımları...	62
Şekil 19. Uygulama–2 ile toplanan veriler için arayüz örnekleri	64
Şekil 20. Uygulama–3 için seçilen çalışma bölgesi	65
Şekil 21. Uygulama–3’de veri toplama sırasında alınan arayüz örnekleri.....	66
Şekil 22. El GPS’i ve cep bilgisayarı entegre edilerek hareket halindeki araçla yol güzergahı tespiti.....	67
Şekil 23. Uygulama–4’de, a) ve b) ArcPad yazılımında grafik arayüzler c) öznitelik bilgilerin toplanmasında kullanılan veritabanı arayüzleri.....	68
Şekil 24. CBS için veri elde etmede kullanılabilecek veri toplama tekniklerinin doğrulukları.....	70
Şekil 25. Veri toplama tekniklerinin birim maliyetleri.....	71

Şekil 26.	Uygulama-4 için 20 km’lik yol güzergahında Geleneksel Yöntem-MCBS maliyet karşılaştırması.....	72
Şekil 27.	Uygulama-2 ve Uygulama-3 için Geleneksel Yöntem-MCBS maliyet karşılaştırması.....	72
Şekil 28.	Uygulama-1’de 32 bina ve 79 iş yerine ait verilerin toplanmasında Geleneksel Yöntem-MCBS süre karşılaştırması.....	73
Şekil 29.	Uygulama-3 için Mevcut Yöntem-MCBS süre karşılaştırması.....	74
Ek Şekil 1.	ArcPad yazılımında araç çubukları.....	81
Ek Şekil 2.	ArcPad yazılımında veri katmanlarının yüklenmesi.....	82
Ek Şekil 3.	ArcPad yazılımında katman seçimi ve büyütme ekranları arayüzü...	82
Ek Şekil 4.	ArcPad yazılımında katman özelliklerini gösteren arayüz.....	83
Ek Şekil 5.	ArcPad yazılımında katman rengini belirlendiği arayüz.....	83
Ek Şekil 6.	ArcPad yazılımında renklendirilmiş veri katmanları.....	84
Ek Şekil 7.	ArcPad yazılımında obje bulmak için kullanılan arayüz.....	84
Ek Şekil 8.	Örnek olarak belirlenen obje bul arayüzleri.....	84
Ek Şekil 9	ArcPad yazılımında, a) aranılan kayda ait bulunan öznelik bilgileri, b) aranılan kaydın bulunarak harita üzerinde işaretlenmesi..	85
Ek Şekil 10.	ArcPad yazılımında edit işlemleri için kullanılan arayüz.....	85
Ek Şekil 11.	Edit işlemi için belirlenen örnek arayüzler.....	86
Ek Şekil 12.	Obje özelliklerinin görüntülediği arayüz.....	86
Ek Şekil 13.	ArcPad yazılımında seçilen detayın konum bilgilerinin değiştirildiği arayüz.....	87
Ek Şekil 14.	ArcPad yazılımında GPS alıcısı ayarlarına erişmek için kullanılan arayüz.....	87
Ek Şekil 15.	ArcPad yazılımında GPS ayarlarının yapıldığı arayüzler.....	88
Ek Şekil 16.	ArcPad yazılında koordinat sistemi ayarlamalarına erişmek için kullanılan arayüzler.....	88
Ek Şekil 17.	Projeksiyon sisteminin tanımlandığı örnek bir makro dosyasının içeriği.....	89
Ek Şekil 18.	ArcPad yazılımında GPS alıcısını aktif hale getirmek için kullanılan arayüz.....	89
Ek Şekil 19.	GPS alıcısı aktif edildikten sonra konum bilgisinin grafik olarak harita üzerinde ve koordinat değerleriyle sayısal olarak gösterilmesi.	89
Ek Şekil 20.	Konum bilgilerinin farklı sistemlerde gösterimi a) UTM sisteminde b) kullanıcı tanımlı sistemdeki koordinatlar.....	90

Ek Şekil 21. ArcPad yazılımında yeni bir katmanın oluşturulması.....	90
Ek Şekil 22. GPS alıcısı ile veri toplanacak katmanın seçildiği arayüz.....	91
Ek Şekil 23. ArcPad yazılımında GPS alıcısı ile veri toplama.....	91
Ek Şekil 24. ArcPad yazılımında nokta koordinatlarının değiştirildiği arayüz.....	92
Ek Şekil 25. Magellan el GPS alıcısının görünümü ve tuşların fonksiyonları.....	93



TABLolar DİZİNİ

	Sayfa No
Tablo 1. Çeşitli ölçekler için fotogrametrik doğruluk	9
Tablo 2. Bazı uzaktan algılama uyduları ve teknik özellikleri	10
Tablo 3. CBS’de kullanılabilir GPS ölçü yöntemlerinin doğrulukları	13
Tablo 4. Farklı veri toplama yöntemlerinin avantaj ve dezavantajları	15
Tablo 5. Depolama araçları ve kapasiteleri	21
Tablo 6. Farklı alanlardaki MCBS uygulamaları	28
Tablo 7. Mobil bilgisayarların karşılaştırmalı özellikleri	30
Tablo 8. Mobil işletim sistemleri	31
Tablo 9. MCBS uygulamalarında test edilen cep bilgisayarları ve teknik özellikleri	33
Tablo 10. Uygulamada kullanılan yazılımlar	39
Tablo 11. Uygulamada altlık olarak kullanılan grafik veriler ve özellikleri.....	48
Tablo 12. MCBS’ye uyarılma öncesi ve sonrasında verilere ait özellikler	49
Tablo 13. Uygulamalar için oluşturulan veri tabloları	51
Tablo 14. Gerçekleştirilen uygulamaların tamamlama süreleri ve toplanan verilere ait bilgiler.....	73
Ek Tablo1. 3 derece dilim genişlikli UTM koordinat sistemi için alıcıya girilecek değerler.....	94
Ek Tablo 2. Farklı marka GPS alıcıları için alıcıda ve ArcPad yazılımında yapılması gerekli ayarlar ve gerekli bağlantı kabloları.....	95

SEMBOLLER DİZİNİ

ABS	:Adres Bilgi Sistemleri
CBS	:Coğrafi Bilgi Sistemleri
GPS	:Küresel Konumlama Sistemi
KBS	:Kent Bilgi Sistemleri
MCBS	:Mobil Coğrafi Bilgi Sistemleri
STH	:Standart Topoğrafik Harita
WAAS	:Geniş Alan Artırım Sistemi
WLAN	:Kablosuz Yerel Alan Ağı
WWAN	:Kablosuz Geniş Alan Ağı



1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) 1960'lı yılların sonlarında farklı harita katmanlarının bilgisayarda gösterimiyle gelişmeye başlamıştır. Bu tarihten sonra CBS, bilgisayar teknolojisindeki ilerlemelere paralel olarak hızlı bir gelişim göstermiş ve 2000'li yıllara gelindiğinde birçok farklı disiplin tarafından çeşitli uygulamalarda karar-verme aracı olarak kullanılmaya başlamıştır. CBS'nin giderek artan kullanımı güncel ve doğru veriye olan talebin önemini artırmış ve bu taleple birlikte çeşitli yeni teknolojik uygulamalar ve veri toplama yöntemleri ortaya çıkmıştır.

Son birkaç yılda gelişen bilgisayar teknolojisi mobil yani taşınabilir bilgisayarların piyasaya çıkmasını sağlamıştır. Başlangıçta sorun olan işlemci hızı ve bellek alanı sorunları bu türden bilgisayarlarda büyük ölçüde aşılmıştır. Mobil cihazlar üzerinde çalışacak mobil işletim sistemlerinin de ortaya çıkışı ile kullanıcılar masaüstü bilgisayarlarında yaptıkları işlemleri bir nevi kalem kullanımı ile büro dışında yapma imkanı bulmuşlardır [1].

Bilgisayar alanındaki bu ilerlemelere paralel olarak CBS yazılım üreticileri de mobil donanımlar üzerindeki çalışabilecek CBS yazılımı üretmek için çalışmalara başlamışlardır. 2000 yılının ortalarından itibaren yazılım sağlayıcıları çeşitli mobil CBS yazılımlarını piyasaya sürmüştür [2]. Böylece CBS kullanıcısı büro ve arazide gerçek zamanlı olarak topladığı dijital veriyi doğrudan bir CBS veritabanına aktarabilmiştir.

CBS'de "veri" en önemli bileşenlerden biridir. CBS'ye yönelik kurulması tasarlanan bir sistem için harcanacak zaman ve maliyetin yaklaşık %50 den fazlası veri toplamak için gerekmektedir [3]. Bunun yanında, veri tabanındaki bilgilerin gerçek dünyayı doğru yansıtabilmesi için düzenli olarak güncellenmesi gerekmektedir. Güncel CBS verisinin geleneksel yöntemlerle toplanması ekonomik açıdan projelerin uygulanabilirliğini ve CBS'nin kullanımını engellemektedir. Bu anlamda geleneksel yöntemlere en önemli alternatiflerden biri Global Positioning System (GPS)'dir. 1990'lı yılların ortalarından itibaren GPS güvenilirliğini ve sürekliliğini kanıtlamıştır. Ayrıca 2000 yılının Mayıs ayından itibaren sivil kullanıcıların ölçülerine bilinçli olarak getirilen SA (Selective Availability) hatasının kaldırılmasıyla mutlak konum belirleme doğruluğu ± 10 metrenin

altındadır [4]. Günümüzde WAAS, EGNOS gibi sistemlerinde kullanılmasıyla optimum koşullardaki mutlak konum belirleme doğruluğu ± 3 metre civarındadır [5]. Günümüzde GPS alıcısı üreticileri oldukça uygun fiyatlarla taşınabilir boyutlara sahip GPS alıcıları üretmekte ve bu alıcılar birçok CBS uygulamasında kullanılmaktadır.

Teknolojik gelişmelerin yaşandığı diğer bir alan ise kablosuz iletişimidir. Günümüzde veri artık tek bir bilgisayar ile sınırlı değildir. Veri, organizasyonun yerel ağı veya internet üzerinden geniş alanlara dağıtılabilir. Kablosuz erişim araçlarına sahip gezici çalışanlar bu sayede konum sınırlaması olmaksızın ihtiyaç duydukları bilgilere ulaşabilmekte, topladıkları verileri doğrudan organizasyonun veritabanına aktarabilmektedir.

İlk mobil haritalama uygulaması 1991 yılında Ohio State Üniversitesi'nde geliştirildi. *GPSVan* olarak adlandırılan bu sistemde 2 GPS alıcısı, 2 CCD kamera ve 2 VHS kamera, geliştirilen bir yazılımla entegre edilmiştir. Uygulamada taşıyıcı platform olarak bir minibüs kullanılmıştır. Yol güzergahı ve GPS ile resimdeki konumları belirlenen objelerin öznitelik bilgileri bu sistemle toplanmıştır [6]. 2000'li yılların başlarına kadar gerçekleştirilen benzer uygulamaların en önemli dezavantajı, yüksek maliyetli ve karmaşık yapıda olmalarıdır.

2000 yılının mart ayında ilk Mobil Coğrafi Bilgi Sistemi (MCBS) yazılımı ArcPad ESRI firması tarafından piyasaya sürülmüştür. Aynı yıl içinde benzer amaçla OnSite (AutoDesk), MapinHand (MapInfo), ve TerraSync (Trimble) yazılımları da üretilmiştir [1]. Ayrıca 1 Mayıs 2000 tarihinde GPS ölçülerindeki SA hatasının kaldırılmasıyla tek bir GPS alıcısıyla 10 kat daha iyi konum belirlemek mümkün hale gelmiştir. Bu gelişmelerden sonraki MCBS uygulamaları taşınabilir platformlar üzerinde CBS-GPS entegrasyonu şeklinde olmuştur.

2001 yılında San Diego State Üniversitesi'nde ArcPad, GPS, kablosuz ağ ve java programlama teknolojileri kullanılarak bir MCBS uygulaması gerçekleştirilmiştir. Uygulamanın amacı, araştırmacıların mobil cihazlar üzerinden doğal yaşam alanlarına ait verilere ulaşmasını ve GPS entegrasyonu ile değişiklikleri gerçek zamanlı olarak belirleyerek arazide gerekli haritaları üretebilmelerini sağlamaktır [URL-1].

2002 yılında Kanada'nın Calgary Üniversitesi'nde yapılan bir çalışmada veri toplamada kullanmak amacıyla, kullanıcının verdiği sözlü komutları algılayabilen bir MCBS uygulaması gerçekleştirilmiştir. Sistem, konum belirlemek amacıyla kullanılan RTK GPS alıcılarından, bir taşınabilir bilgisayardan, internet bağlantısı sağlayacak bir

kablosuz ağ kartından ve geliştiren yazılımdan oluşmaktadır. Uygulamayla seçilen bir bölgede yol sorunlarına ait veriler yaya olarak, bisikletle ve bir araçla ayrı ayrı toplanmış, toplanan veriler aynı zamanda bir merkeze gönderilmiştir [5].

2003 yılında Ohio State Üniversitesi'nde gerçekleştirilen uygulamada, Erie gölü sahilinde zamanla meydana gelen değişimleri belirlemek ve muhtemel genişlemelerden etkilenecek yapıları tespit etmek amacıyla MCBS kullanılmıştır. Bir cep telefonu üzerinden kablosuz internet erişimiyle cep bilgisayarının sunucusuyla bağlantısı gerçekleştirilmiş ve ihtiyaç duyulan haritalar yüklenmiştir. Bunun yanında konum belirlemek ve veri tabanındaki bilgilerin güncelleştirilmesinde GPS kullanılmıştır [2].

2004 yılında, California'da yaklaşık 4000 yangın musluğunun envanteri bir MCBS uygulamasıyla tespit edilmiştir. Yangın musluklarının konum bilgileri GPS ile, yapım tarihleri, en son bakım tarihi, çalışma durumu ve kapasite bilgileri de tasarlanan kullanıcı formlarıyla ArcPad yazılımında toplandı. Benzer bir çalışma da Boulder (Colorado) kentinde gerçekleştirilerek 7000 adet trafik işaretine ait konum ve detay bilgilerini bir MCBS uygulamasıyla toplanmıştır. Kayıp ve yanlış işaretler daha sonra yenilenmiştir [7].

1.2. Problemin Tanımı

CBS'nin en çok maliyet ve zaman gerektiren bileşeni hiç kuşkusuz veri teminidir. CBS için veri, genellikle arazide yapılan çalışmalarla elde edilmektedir. Günümüzde CBS'nin kullanımındaki artış, uygulamalarda verinin doğrudan yerinde hızlı bir şekilde toplanmasını gerektirir. Bununla birlikte bazı durumlarda konumsal analiz ve karar verme işlemlerinin de yine veri toplama aşamasında arazide yapılabilmesi gerekir.

Arazide gerçekleştirilen veri toplama ve veri-edit çalışmaları zaman alan ve hata yapma olasılığı yüksek olan işlemlerdir. Geleneksel yaklaşımlarda, veri toplamada arazide kağıt haritalar kullanıldığında, değişiklikler krokilerle, haritalara iliştirilen notlarla ve formlar yardımıyla belirlenmektedir. Ofis ortamında arazide toplanan veriler tekrar okunarak elle CBS veritabanına girilir. Tekrarlı olarak yapılan bu işlemler hem zaman israfına hem de veri girişinde kullanıcıdan kaynaklanan hatalara neden olmaktadır.

Bilgi teknolojisindeki mobil tabanlı son gelişmeler, konumsal veriye arazide erişim sağlayarak CBS verisinin güçlü taşınabilir bilgisayarlar üzerinde dijital olarak toplanmasına olanak sağlamıştır. Bunun sonucunda uygulamalarda gerçek zamanlı veriler veri tabanına aktarılabilmiştir. Güncel ve daha doğru konum bilgisine ulaşılmasıyla

CBS'nin analiz, veri sunumu ve karar verme fonksiyonları hızlanmıştır. Veri toplama ve analiz işleminin bir arada arazide yapılabilmesi mümkün olmuştur [8].

CBS'nin kullanımındaki artışla ortaya çıkan gerçek zamanlı veriyi ekonomik şekilde doğrudan yerinde elde etme ihtiyacı, Mobil Coğrafi Bilgi Sistemleri (MCBS) ile mümkün olmaktadır. MCBS henüz yeni sayılabilecek bir uygulama alanı olmasına karşın özellikle gelişmiş ülkelerde birçok resmi kurum yada organizasyon tarafından pratikte verimliliği artırmak amacıyla kullanılmaktadır. Buna karşın ülkemizde henüz güçlü bir kullanım alanı söz konusu değildir.

Bir MCBS'nin başarılı olabilmesi için öncelikle sistemi oluşturan bileşenler iyi analiz edilmelidir. Bir MCBS, konumsal veri elde etmede kullanılacak GPS teknolojisi ve veriyi bir merkeze iletmeye ihtiyaç duyulan kablosuz erişim araçları ile bu donanımları uyumlu çalıştırabilen yazılımlardan oluşmaktadır. Beklentiler dikkate alınarak uygun yazılım ve donanım seçimi işlemi önceliklidir. MCBS'nin sağladığı olanaklar yanında bazı eksiklikleri de söz konusudur. Bu eksikliklerin bir kısmı uygulamaların gerçekleştirildiği ortamdan bir kısmı da kullanılan yazılım ve donanımların kapasitelerinden kaynaklanır. Yapılacak çalışmalarda bunların önceden tespit edilerek dikkate alınması gerekmektedir.

1.3. Çalışmanın Amacı

Bu çalışmanın temel amacı, son yıllardaki bilgi teknolojisi gelişmelerinin ortaya çıkardığı MCBS'nin özelliklerini tespit ederek CBS projelerinde gerek veri toplama gerekse konumsal sorgulama işlemlerinde kullanılabilirliğinin irdelenmesidir. Bu amaçla;

- Bir MCBS oluşturmak için gerekli olan temel bileşenlerin belirlenmesi,
- MCBS uygulamalarında kullanılan yazılım ve donanım kapasitelerinin araştırılması ve CBS uygulamaları için uygun olanların seçilmesi,
- MCBS'nin uygulama alanlarının araştırılması ve örnek uygulamalar ile sistemin test edilmesi,
- Gerçekleştirilen uygulamalarda, özellikle veri toplama işlemlerinin maliyet, zaman ve doğruluk açısından irdelenmesi gerçekleştirilecektir.

1.4. Metodoloji

Bu çalışmada aşağıdaki temel işlem adımları takip edilecektir;

- Geleneksel CBS’de veri toplama tekniklerinin irdelenmesi,
- MCBS’ye yönelik literatür araştırmasının yapılması,
- Uygulamalar için belirlenen yazılım-donanım entegrasyonu ve verinin işlenebilirliğinin sağlanması,
- Uygulama sonuçlarının irdelenerek MCBS’nin pratikte uygulanabilirliğinin tespit edilmesi.

1.5. Temel Kavramlar

1.5.1. Veri, Bilgi, Sistem, Bilgi Sistemi

Veri: Sözcük anlamı olarak veri, bir araştırmanın, bir tartışmanın, bir muhakemenin temeli olan ana öge, muta, done anlamına gelmektedir. Veri, bilişimde, olgu, kavram veya komutların, iletişim, yorum ve işlem için elverişli biçimde gösterimidir [URL-2]. Aynı zamanda veri, bilginin hammaddesi olup, bilginin temsil biçimidir [3].

Bilgi: Sözcük anlamı olarak, ‘bir iş veya konu hakkında bilinen şey’ demektir. Bununla birlikte bilgi, insan aklının erişebileceği olgu, gerçek ve ilkelerin tümü olarak da ifade dilmektedir [3]. Ayrıca bilgi, öğrenme, araştırma veya gözlem yolu ile elde edilen gerçek, malûmat, vukuf, kurallardan yararlanarak kişinin veriye yönelttiği anlam olarak da tanımlanabilir [URL-2]. Bilgi kavramı, kullanıcıyı değişik konularda bilgilendirici, kullanıcı tarafından kendi anlayacağı şekle dönüştürülen veri grupları şeklinde de tanımlanabilmektedir. Bilgide özel bir form, bir haber bildirme ve iletme vardır. Herhangi bir kullanıcı tarafından verilere dayanılarak üretilen bir bilgi, bir başka kullanıcı tarafından veri olarak kullanılabilir. Örneğin; Meteoroloji Müdürlüğü’nce ölçülen günlük yağış miktarı, hava sıcaklığı, rüzgar yönü, hakim rüzgar ve bu ölçümlere dayanarak yapılan periyodik ortalama hesaplar, kullanıcılara bilgi olarak sunulur; plancılar ise üretilen bu bilgileri veri olarak kullanarak plan üretirler.

Sistem: Sistem, bilgilerin işlenmesinde, her birinin etkisi birbirini tamamlayacak ve birbirine uyacak şekilde düzenlenmiş yöntem, usul ya da tekniklerin tümüdür. Çok basit

anlamda sistem, bir sonuç elde etmeye yarayan yöntemler düzeni olarak da adlandırılabilir [3].

Bilgi Sistemi: Mevcut veri ve bilgilerin etkili olarak kullanılabilmesi için, bir sistem içerisinde işlenip değerlendirilmeleri gerekmektedir. Veri ve bilgilerin etkili olarak kullanılmasını sağlayan bu sistemler, bilgi sistemleri olarak adlandırılmaktadırlar. Bilgi sistemi, organizasyonların yönetsel fonksiyonlarını desteklemek amacı ile bilgiyi toplayan, depolayan, üreten ve dağıtan bir sistem olarak da tanımlanmaktadır [3].

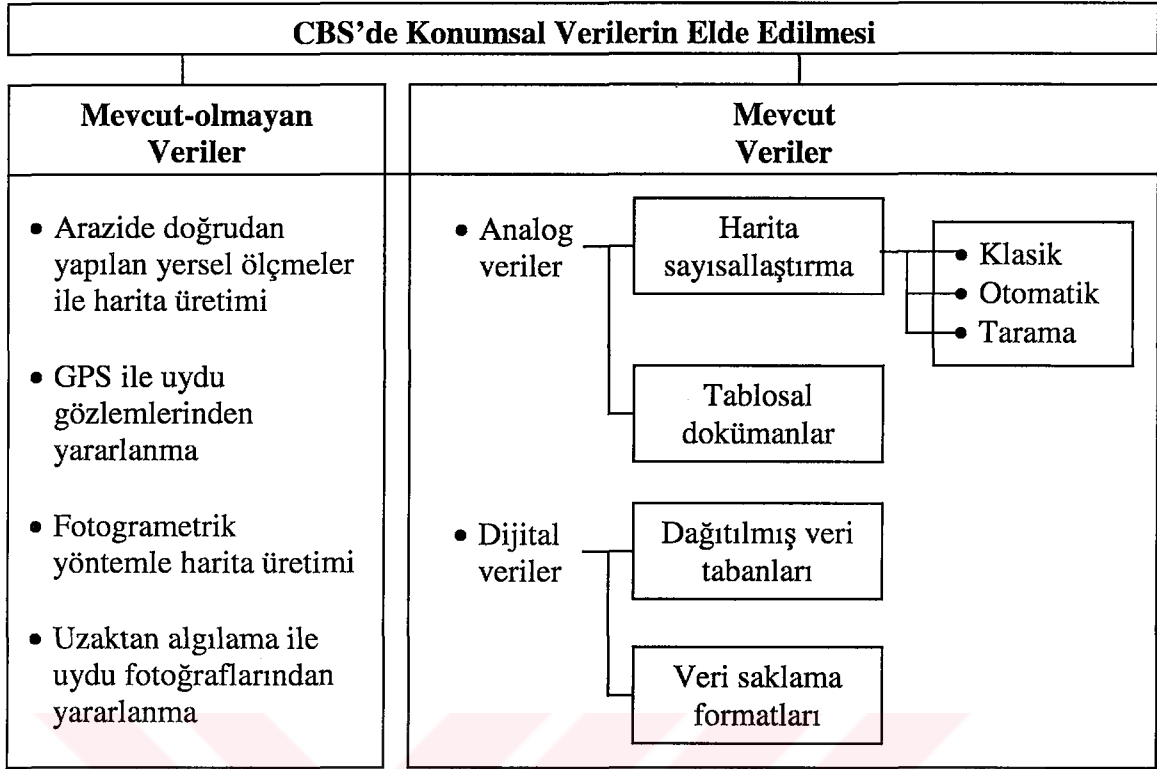
1.5.2. Coğrafi Bilgi Sistemleri

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS); konuma dayalı işlemlerle elde edilen grafik ve grafik-olmayan verilerin toplanması, saklanması, analizi ve kullanıcıya sunulması işlevlerini bir bütünlük içerisinde gerçekleştiren bir bilgi sistemidir [3].

Tanımın içeriği göz önünde bulundurulduğunda, CBS yi basit anlamıyla bir araç olarak görmek doğru olmayacaktır. Birçok yöntemin bir arada kullanılabildiği CBS problemlerin çözümüne yönelik, hali hazır bilgi sistemlerinden daha farklı yaklaşımlar sunabilmektedir. CBS teknolojisini diğer bilgi sistemlerinden ayırt eden en belirgin özellik; bilgileri hem grafik katmanlar hem de grafik olmayan tablo bilgileri şeklinde sunabilmesidir.

1.5.3. Coğrafi Bilgi Sistemleri'nde Veri Toplama Teknikleri

Veri toplama işlemleri değişik veri kaynaklarından, günümüzdeki teknolojik gelişmelere bağlı olarak, farklı disiplinler tarafından gerçekleştirilmektedir. Ayrıca bu şekilde elde edilen verilerin birbirine entegre edilmesi de büyük önem taşımaktadır. Şekil 1'de CBS'de verilerin toplanmasında izlenen yöntemler gösterilmektedir.



Şekil 1. Veri toplama teknikleri [3].

1.5.3.1. Yersel Ölçme Yöntemleri

Yersel ölçmeler objelerin konumlarını arazide belirlemek için kullanılan ölçme tekniğidir. Çeşitli yersel ölçme teknikleri kullanılarak konum belirlemek mümkündür. Bunlardan bazıları; bağlama yöntemi, dik koordinat yöntemi ve kutupsal koordinat yöntemidir. Yükseklik bilgisi genellikle nivelman adı verilen teknikle elde edilmektedir. Uzunlukların ölçümü çelik şerit metre yada takeometre kullanılarak, açıların ölçümü de teodolit vasıtasıyla gerçekleştirilmektedir. Teknolojik ilerlemeler yersel ölçmelerde yeni aletlerin kullanılmasını olanaklı kılmıştır. Günümüzde, kızılötesi veya görünür lazer kullanan elektronik uzaklık ölçerlerin geliştirilmesiyle mesafe ve açı ölçümlerinin aynı anda yapılması olanaklı hale gelmiştir. Total Station olarak adlandırılan bu tür aletler ayrıca, ölçülerden yararlanarak sonuç koordinat değerlerini hesaplayıp dijital olarak saklama yeteneğine sahiptirler. Bu sayede ölçme işlemleri daha süratli bir şekilde gerçekleştirilebilmektedir [9].

Yersel ölçmeler veri elde etmede en yüksek doğruluk sağlayan yöntemdir. Bir elektronik uzaklık ölçer bir kilometrede yaklaşık ± 5 mm doğruluk sağlamaktadır. Yersel

ölçmeler doğruluk açısından yüksek kaliteli veri sağlamakla birlikte geniş alanlar için veri elde etmede büyük maliyet ve zaman gerektirdiğinden kullanışlı değildirler. Bu yöntemin özellikle küçük alanlarda planlama ve tasarım gibi yüksek doğruluk gerektiren CBS uygulamalarında kullanılması uygundur [10].

1.5.3.2. Fotogrametrik Yöntemle Veri Toplama

Fotogrametri, fotografik görüntülerin ve yayılan elektromanyetik enerjinin şekillerinin kayıt, ölçme ve yorumlama işlemleri sonucu fiziksel cisimler ve çevre hakkında güvenilir bilgileri ortaya koyan, akustik enerji şekilleri ile manyetik olayların analizini de yapan bir bilim dalıdır [11]. Fotogrametrinin başlangıç amacı, yeryüzünün topoğrafik yapısını elde etmek iken, bu amaç bugün yeni ve değişik uygulama alanlarını da içermektedir. Günümüzde fotogrametri, canlı ve cansız cisimlerin geometrik ve yapısal özelliklerini kayıt etme, ölçme ve yorumlamakta kullanılmaktadır [12].

Fotogrametrik Ürünler ve Kullanım Alanları: Fotogrametrinin esas kullanımı, topoğrafik harita üretiminde olmaktadır. Bu haritalar çizgisel (grafik) veya raster (ortofoto) formda olabilmektedir. Söz konusu harita veya ürünler, modern aletlerle üç boyutta üretildiği zaman Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) olarak isimlendirilirler. Arazi yüzeyinin kullanımı ve şekli ile ilgili bilgiler ise çeşitli şekillerde modellenerek CBS’de değişik biçimlerde işlenirler. Ayrıca, fotogrametri mülkiyet amaçlı kadaströ çalışmaları için sınır noktalarının belirlenmesinde de kullanılırlar. Bu tür uygulamalarda önemli olan gerekli doğruluğu sağlayacak ölçekte fotoğrafın çekilebilmesidir [3].

Fotogrametride çekiminden kısa bir süre sonra ham verilere ulaşmak mümkündür. Belirli bir proje için ve geniş alanlar (genellikle 2 km den büyük) kapsayan çalışmalarda kullanılır. Özellikle zaman içerisinde hızla değişim gösteren hareketli bir olayın (sel baskını, orman yangını vb.) herhangi bir anı için dondurulmuş görüntü elde etmede avantajlıdır. Hızlı, çok yönlü ve ekonomik veri sağlama özellikleri yanında sadece gündüz ve uygun ışık koşullarında çekim yapılabilmesi, bulut, sis gibi meteorolojik koşullardan etkilenmesi hava trafiğinin yoğun olduğu veya sınıra yakın bölgelerde fotoğraf çekiminin özel izne tabi olması; bina gölgesi veya ağaç altında kalan detayların görülememesi; detay yorumlamada ölçek fotoğrafik ayırma gücü ve kontrastlığa doğrudan bağlı olması hava fotoğraflarının olumsuz yönleridir [13].

Fotogrametrik Ölçülerin Doğruluğu: Fotogrametride planimetrik (X,Y) ve düşey (Z) doğruluk fotoğraf ölçeğine bağlı olarak değişmektedir. Ekonomik açıdan fotoğraf ölçeğinin olabildiğince küçük olması tercih edilir fakat bu durumda doğruluk azalacaktır. Ayrıca ölçek küçüldükçe ihtiyaç duyulan bilgilerin resim üzerinden toplanabilmesi zorlaşır. Bu nedenle çalışmanın gerektirdiği veriler ve doğruluk dikkate alınarak resim ölçeği belirlenmelidir. Tablo 1’de çeşitli resim ölçeği ve baz oranlarına göre doğruluk değerleri yer almaktadır.

Tablo 1. Çeşitli ölçekler için fotogrametrik doğruluk değerleri [3]

Ölçek	B/Z=1:1		B/Z=1:3		B/Z=1:10		B/Z=1:20	
	m_{xy}	m_z	m_{xy}	m_z	m_{xy}	m_z	m_{xy}	m_z
50000	0.36	0.25	0.43	0.75	0.90	2.50	1.70	5.00 m
10000	0.72	0.50	0.86	1.50	1.81	5.00	3.41	10.00 dm
1000	0.72	0.50	0.86	1.50	1.81	5.00	3.41	10.00 cm
100	0.72	0.50	0.86	1.50	1.81	5.00	3.41	10.00 mm
25	0.18	0.13	0.22	0.38	0.45	1.25	0.85	2.50 mm

1.5.3.3. Uzaktan Algılama Tekniği

Uzaktan algılama, arada fiziksel bir temas olmaksızın cisimler hakkında bilgi toplanması olarak tanımlanabilir. Bu tanım daha da genişletilecek olursa uzaktan algılama, arada fiziksel bir temas olmaksızın bir cisimden yayılan ışınımın nitelik ve nicelik yönünden değerlendirilmesi ile cismin özelliklerinin uzaktan ortaya konması ve ölçülmesi şeklinde tanımlanabilir. Ölçmeler, deri altındaki bir tümörün yerinin saptanması amacı ile derinin algılanmasında olduğu üzere çok yakından veya uzay araçları ile algılamada olduğu üzere çok uzaktan yapılabilir. İnsan hayatında ışığın gözle görülmesi, ısının deri ile hissedilmesi, sesin kulak ile duyulması esasında uzaktan algılama işlemleridir [14].

Uzaktan Algılama Verileri ve Kullanım Alanları: Geniş alanları kapsamaları ve hızlı veri elde edilebilmesi olanağı uzaktan algılamanın veri toplamadaki değerini artırmaktadır. Uzaktan algılama günümüzde uzay teknolojisi ve uzaydan alınmış görüntülerle ilişkilendirilmektedir. Uydular tüm yer yüzeyini izlemeye büyük avantaja

sahip olmakla birlikte, bir uydu uzaktan algılama faaliyetlerinin yürütüldüğü platformlardan sadece bir tanesidir. Sağladıkları çözünürlük değerlerine, bant sayısına, kapsama alanına vb. özelliklere göre uydu görüntülerinin kullanım alanları çeşitlilik göstermektedir. Bunlar; doğal yapıların veya yeryüzü şekillerinin haritalanması, arazi örtüsü ve arazi kullanımının sınıflandırılması, değişikliklerin takibi, haritaların güncelleştirilmesi, üç boyutlu modelleme olarak sayılabilir. Son birkaç yıla kadar düşük çözünürlükleri nedeniyle uydu görüntüleri yüksek duyarlıklılı veri gerektiren çalışmalarda etkin olarak kullanılamamıştır. 1999 yılında IKONOS 1 ve 2001 yılında QUICKBIRD uydusunun fırlatılmasından sonra uydu görüntülerinin yerel yönetimler ve kurumlardaki çalışmalarda olan kullanımında bir artış yaşanmıştır [8]. Bazı uzaktan algılama uyduları ve bunların temel özellikleri Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Bazı uzaktan algılama uyduları ve teknik özellikleri [15]

Uydu	Başlangıç ve Sonlanma Tarihi	Sensör	Çözünürlük		Şerit Genişliği (km)	Görüntüleme Sıklığı (Gün)
			Yersel (m)	Radyo-metrik (bit)		
SPOT 5	2002	HRS-PAN	10	8	120	26
		HRG-PAN	2.5-5	8	60	26
		HRG	10	8	60	26
		HRG	20	8	60	26
		Vegetation	1000	4/8	2250	1
LANDSAT 7	1999	PAN	15	8	185	16
		ETM	30	8	185	16
		ETM	60	8	185	16
IRC 1C/D	1995/97	PAN	5.8	6	70.5	24
		LISS-III	23	7	141	24
		LISS-III	70	7	141	24
		WIFS	188	7	812	24
JERS 1	1992- 1999	OPS	18	6	75	44
		OPS	18	6	75	44
IKONOS 2	1999	SAR	18	3	75	44
		PAN	1	11	11	3.5-5
		Multi	4	11	11	3.5-5
QUICKBIRD	2001	PAN	0.61-0.73	11	16.5	3.5
		Multi	2.5-2.9	11	16.5	3.5
BİLSAT	2003	PAN	12	8	25	116
		Multi	26	8	55	52

Uzaktan Algılama Verilerinin Doğruluğu: Uydu görüntülerinin kullanılacak proje için uygunluğunun belirlenmesinde dikkate alınması gereken iki temel kriter bulunmaktadır. Bunlardan bir tanesi görüntüden elde edilecek verilerin konumsal

geometrik doğruluğu diğeri de kullanılan görüntünün istenilen verileri toplamaya veya ayırt etmeye imkan sağlayacak çözünürlükte olmasıdır. Konumsal doğruluğun iyi olması uydu görüntüsünün değerlendirilmesinde, kullanıcının sağlayacağı kontrol noktalarının ve altlık haritanın doğruluğuna bağlıdır. Harita üzerinden grafik okuma doğruluğu $\pm 0.3\text{mm}$ olarak düşünülürse, 1:5000 ölçekli haritanın sağladığı doğruluğa erişmek için uydu görüntüsünün $\pm 1.5\text{m}$, 1:10000 ölçekli harita için de $\pm 3\text{m}$ doğruluk sağlaması gerekmektedir. Örneğin, yeterli koordinat hassasiyetine sahip kontrol noktaları ve sayısal arazi modeli sağlandığı durumda IKONOS görüntüleriyle ± 1 metre ile ± 5 metre arasında konumsal doğruluk elde edilebilmektedir [16]. Objelerin ayırt edilebilirliği kullanılacak objenin ne olduğuna bağlıdır. Kentsel alanlardaki yapılar için 2 m piksel boyutu, tali yollar için 5 m piksel boyutu, ana yol güzergahları ve bina blokları için 10 m piksel boyutu yeterli olacaktır [17].

1.5.3.4. GPS ile Uydu Gözlemlerinden Yararlanarak Veri Toplama

Uzay bazlı konum belirleme sistemlerinde kullanılan en etkin teknoloji GPS tir. Benzer bir sistem de Ruslara ait olan GLONASS ve yakın gelecekte devreye girecek olan Avrupa'nın GALILEO sistemidir. Bunların hepsi bir Global Konum Belirleme Sistemidir ve yapılan uygulamalarda biri diğerinin yerini sorunsuz olarak alabileceği gibi entegre olarak da çalışabilirler.

NAVSTAR GPS (Navigation Satellite Timing and Ranging Positioning System), ABD Savunma Bakanlığı'nca geliştirilen uydu bazlı bir konum ve zaman belirleme sistemidir. Bu sistem üzerindeki çalışmalar, TRANSİT (Doppler) Sistemi'nin büyük başarılar kazanması üzerine, 1973 yılında başlamıştır. Sistemin amacı, yörüngeleri bilinen uydulardan eş zamanlı olarak gönderilen sinyaller yardımıyla bağıl uzaklıkları ölçerek GPS alıcısının konumunu belirlemektir. Sistem Aralık 1994 itibariyle tamamlanarak devreye girmiştir. Sistemin uzay birimi 6 farklı yörüngede dönen 24 uydudan oluşmaktadır. Bu uyduların yörünge eğiklikleri 55 derece ve periyotları 12 saat olup tasarımdaki yaşam süreleri yaklaşık 5-7 yıldır [18].

Günümüzde ülkemizde CBS uygulamalarında kullanılmak üzere konumsal veri toplamak amacıyla en yoğun kullanılan sistem GPS'tir. GPS alıcıları, yazılım desteği ile konum bilgisinin yanında CBS için planlamış olan diğer bilgileri de toplayabilme ve doğrudan sisteme aktarma teknolojisine sahiptir.

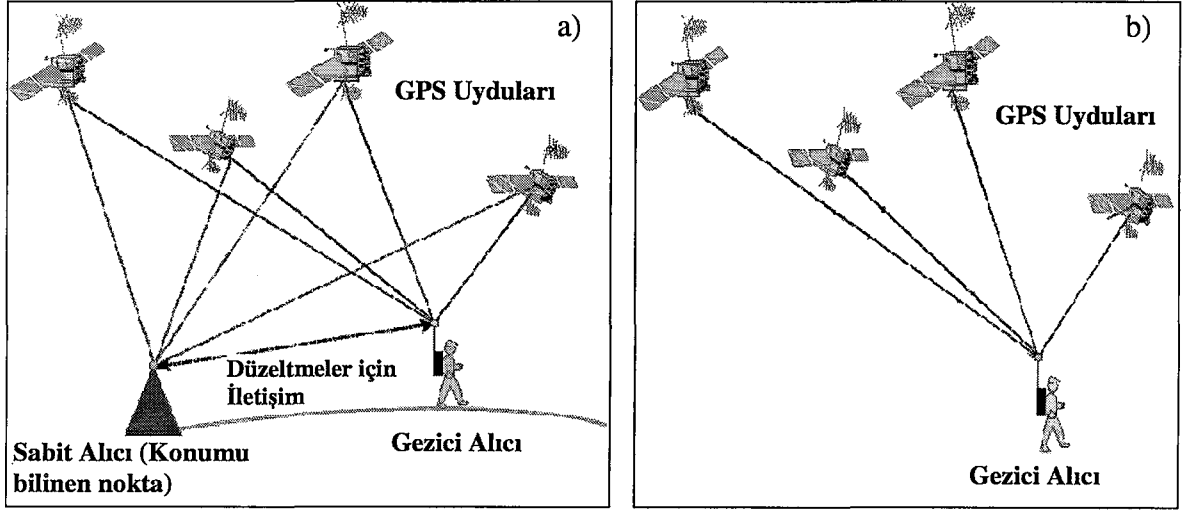
1.5.3.4.1. GPS ile Temel Ölçü Yöntemleri

CBS amaçlı veri toplamak için GPS ile santimetre ile metre mertebesinde duyarlık arasında konum belirleyen ölçü yöntemleri kullanılabilir. CBS için genellikle ya mutlak konum belirleme (Single Point Positioning) ya da rölatif konum belirleme türlerinden olan DGPS (Differential GPS) veya RTK GPS (Real-Time Kinematic GPS) kullanılır [19].

a) Mutlak Konum Belirleme: Bir noktanın mutlak konumu denince seçilmiş bir referans sistemine göre noktanın yeryüzü üzerindeki yeri anlaşılır. GPS ile WGS-84 sisteminde bir noktanın mutlak konumu, konumu belirlenecek nokta ile 4 veya daha fazla uyduya olan mesafeler kullanılarak uzay geriden kestirme yöntemi ile belirlenebilir (Şekil 2 b).

b) Rölatif Konum Belirleme: Bir noktanın konumu diğer bir noktaya göre belirleniyorsa buna rölatif konum belirleme denir. Rölatif konum belirleme sayesinde uyduya ve GPS ölçülerine bağlı hatalar minimuma iner veya ortadan kalkar. Bu nedenle hassas konum belirleme çalışmalarında bu yöntemler kullanılır. Bu tekniklerde en az bir referans alıcı ve bir de gezici alıcı kullanılmak zorundadır, başka bir deyişle en az iki alıcıya gereksinim vardır. Bu alıcıların jeodezik amaçlı olarak geliştirilmiş olanları kullanıldığında konum doğruluğu en yüksek seviyede elde edilebilmektedir (Şekil 2 a).

GPS Ölçülerinin Doğruluğu: GPS ile elde edilen doğruluk, uydulara yapılan mesafe gözlemlerindeki hatalara ve uydu geometrisine bağlıdır. GPS ölçülerine bilinçli olarak getirilen SA (Selective Availability) hatasının kaldırılmasına rağmen GPS doğruluğunu etkileyen çeşitli hata kaynakları bulunmaktadır. Bunlar; uydu ve alıcı saat hataları, atmosferik hatalar, efemeris hatası ve çok yolluluk (multipath) hatası yani sinyalin alıcıya doğrudan ulaşamaması olarak sıralanabilir [5]. Uydu geometrisinin durumu DOP (Dilution of Precision) değeriyle ifade edilir. DOP uydulardan alınan verilerin kalitesinin matematiksel gösterimidir. Yüksek DOP değeri uydu geometrisinin doğru konum belirleme için uygun olmadığını, düşük DOP değeri ise uydu dağılımının iyi olduğunu ifade etmektedir. En çok kullanılan DOP değeri yatay ve düşey DOP değerlerinin kombinasyonundan oluşan PDOP (Positional Dilution of Precision) değeridir. Genel olarak 5'in altındaki PDOP değerleri GPS çalışmaları için iyi kabul edilmektedir [20]. Tablo 3'de CBS projelerinde veri elde etmede kullanılabilecek farklı GPS ölçme tekniklerinin doğrulukları verilmektedir



Şekil 2. GPS ile mutlak ve rölatif konum belirleme. a) Rölatif konum belirleme, b) Mutlak konum belirleme tekniği

Tablo 3. CBS’de kullanılabilecek GPS ölçü yöntemlerinin doğrulukları [5].

GPS Ölçü Yöntemi	Konum Belirleme Türü	Hassasiyet
Single Point Positioning	Mutlak Konum Belirleme	$\pm 2-10$ m
DGPS (Differential GPS)	Rölatif konum belirleme	$< \pm 1$ m, $\pm 1-5$ m
RTK GPS (Real-Time Kinematic GPS)	Rölatif konum belirleme	$\pm 1-5$ cm

Farklı CBS uygulamalarında ihtiyaç duyulan çeşitli doğrulukta veriler yukarıda bahsedilen farklı GPS ölçme teknikleri ve alıcıları kullanılarak elde edilir. Özellikle hızlı ve ekonomik veri toplamanın önemli olduğu mobil CBS uygulamalarında taşınabilir boyutlara sahip el-GPS alıcılarıyla mutlak konum belirleme yöntemi tercih edilmektedir. Bu tip GPS alıcılarının fiyatları yaklaşık 100-300 \$ arasındadır [2]. Daha hassas verilere ihtiyaç duyulan çalışmalarda ise yukarıda bahsedilen rölatif konum belirleme yöntemleri tercih edilir. Rölatif konum belirleme yöntemleri için daha pahalı olan donanımlara ve eğitilmiş elemanlara ihtiyaç vardır. Dolayısıyla, yöntemlerinin hassasiyetleri dikkate alınarak çalışmanın amacına uygun yöntem seçilmelidir.

1.5.3.5. Mevcut Verilerin Elde Edilmesi

Analog veriler, dijital-olmayan ve kağıt ortamda bulunan verilerdir. Bunlar genelde kağıt altlıklar üzerine çizilmiş haritalar, planlar, istatistiksel tablo verileri, defter ve benzeri kayıt ortamlarındaki metinsel türünden veriler, basılı hale gelmiş hava fotoğrafları gibi veriler olup, CBS’de en yoğun biçimde kullanılan veri çeşitleridirler. Analog verilerin CBS açısından kullanılabilir olması için bu verilerin sayısallaştırılması yani dijital hale dönüştürülmesi gerekmektedir. Bu amaçla kullanılan yöntemler, klasik sayısallaştırma, otomatik sayısallaştırma ve ekran sayısallaştırma olarak bilinmektedir. Bu yöntemlere ait açıklayıcı bilgiler [3]’de verilmiştir.

Teknolojinin hızla gelişimi sonucunda konumsal veri toplama teknolojilerinde de önemli gelişmeler olmaktadır. Günümüzde CBS artık yaşamın her noktasına girmeye başlamış, bu nedenle kullanıcı talepleri de her geçen gün artmaya başlamıştır. Bu da sistem tasarımcılarının ve sisteme bilgi sağlayan meslek gruplarının daha dinamik ve teknolojik olanaklarla çalışmalarını dayatmaktadır. Bu nedenle tasarımcılar, veri ve bilgi sağlayıcıları kullanıcı isteklerini doğru değerlendirmek ve uygun teknolojileri seçerek kullanıcı isteklerine yanıt vermek durumundadır. Tablo 4’de farklı veri toplama yöntemleri karşılaştırılarak avantaj ve dezavantajları verilmiştir.

1.5.4. Coğrafi Bilgi Sistemleri’nde Veri Toplamanın Önemi

Veri, uzmanlarca CBS için temel öge olarak kabul edilirken, elde edilmesi en zor bileşen olarak da görülmektedir. Veri kaynaklarının dağınıklığı, çokluğu ve farklı yapılarda olmaları, bu verilerin toplanması için büyük maliyet ve zaman gerektirmektedir. Nitekim CBS’ye yönelik kurulması tasarlanan bir sistem için harcanacak zaman ve maliyetin yaklaşık %50 den fazlası veri toplamak için gerekmektedir. Bu problem temelde, bir coğrafi veri altyapısı politikasının bulunmayışından ve bununla birlikte geleneksel veri toplama ve işleme metotlarının yüksek maliyetinden kaynaklanmaktadır [3].

Son yıllarda özellikle GPS, dijital fotogrametri ve uzaktan algılama alanlarında yaşanan hızlı ilerlemeler CBS projeleri için gerekli olan konumsal veriyi elde etmede büyük avantajlar sağlamıştır. Her bir veri toplama tekniğin kendisine özgü avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Geleneksel yöntemler yoğun iş gücü gerektirdiğinden maliyetlidir. Bununla birlikte en hassas veri de geleneksel yöntemlerle elde edilmektedir.

Tablo 4. Farklı veri toplama yöntemlerinin avantaj ve dezavantajları

Teknik	Dezavantaj	Avantaj
Total Station kullanarak arazide yapılan yersel ölçme yöntemleri	• Yoğun işgücü gerektirir • Veri üretim hızı düşüktür. • Veri üretiminde birbirini gören sıklıkta noktaları olan bir jeodezik altyapıya gereksinim vardır. • Geniş alanları kapsayan yoğun veri toplama çalışmaları için uygun değildir.	• Yüksek konumsal doğruluk vardır. • Kapalı ve açık her ortamda veri toplamaya olanak verir.
GPS Tekniği	• Kentsel alanlar ve ormanlık alanlar için kullanımı uygun değildir. • Geniş alanları kapsayan yoğun veri toplama için uygun değildir.	• Kullanım için tecrübeli elemana ihtiyaç yoktur. • Yüksek bağıl ve mutlak doğruluk vardır.
Fotogrametri Yöntemi	• Kontrol noktası tesisi zor ve masraflıdır. • Sınırlı bir alanda veri sağlar • Sadece fotoğrafta görülebilen bilgiler toplanabilir. • Hava koşullarına bağımlıdır.	• Resim üzerinden hızlı veri toplamak mümkündür. • Kısmen otomatik veri toplama yapılabilir. • Arşivleneme yapılarak zamanla meydana gelen değişimler belirlenebilir.
Uzaktan Algılama	• Yüksek çözünürlükteki uydu görüntüleri pahalıdır. • Yüksek konumsal doğruluk için kontrol noktaları ve SYM gereklidir. • Tecrübeli eleman ve pahalı yazılım/donanım gerektirir.	• Geniş bir kapsama alanında hızlı veri toplamak mümkündür. • Veri dijital olarak elde edilir.
Sayısallaştırma ve Kağıt Paftaların Taranması	• Uygun yazılım ve donanım gerektirir. • Zaman alıcı ve yoğun iş gücü gerektiren işlemlerdir.	• Arazi çalışması gerektirmediğinden ekonomik kazanç sağlar.

Kurulacak sistemin ihtiyaç duyduğu verinin özellikleri iyi belirlenmeli ve bu veri ihtiyacına uygun yöntem seçilmelidir. Tek bir veri toplama tekniği çoğu kez ihtiyaca cevap vermeyebilir. Örneğin uzaktan algılanmış görüntüler ve hava fotoğrafları önemli konumsal veri kaynaklarıdır. Bununla birlikte detay bilgisinin gerekli olduğu durumlarda bu verilerin arazide/yerinde yapılan çalışmalarla desteklenmesi zorunludur. Bu nedenle hem farklı tekniklerin birbirleriyle hem de CBS ile entegrasyonu gerekmektedir. Orta ve uzun vadede düşünüldüğünde çok amaçlı kadastral veritabanlarının oluşturulması farklı CBS çalışmaları için gerekli olan veriyi elde etmede en uygun çözüm olacaktır. Bununla birlikte kısa vadede alternatif veri toplama yöntemlerinin geliştirilmesi projelerin gerçekleştirilebilmesi açısından kaçınılmazdır.

Bütün bunlar dikkate alındığında, özellikle ekonomik kaynakların sınırlı olduğu gelişmekte olan ülkelerde CBS için gerekli olan verilerin süratli bir şekilde toplanmasını sağlayacak yöntemlerin seçilmesi ve bunların CBS ile entegre edilmesi sistemin başarıya ulaşmasında hayati önem taşımaktadır.

1.5.5. Mobil Coğrafi Bilgi Sistemleri (MCBS)

CBS'nin giderek artan kullanımı sonucunda güncel ve doğru veriyi ekonomik olarak elde etme ihtiyacı ve bu ihtiyaçla birleşen teknolojik ilerlemeler, CBS'nin gezici olarak kullanılmasına olanak sağlayan "Mobil Coğrafi Bilgi Sistemleri (MCBS)"nin ortaya çıkmasını sağlamıştır. Sonuçta, bir MCBS; yazılım ve donanım entegrasyonu ile, CBS fonksiyonlarının taşınabilir platformlar üzerinde gerçekleştirilmesine imkan sağlayan gezici bir sistemdir. MCBS, hem konumsal hem de öznitelik bilgilerinin toplanması, saklanması, güncellenmesi, analizi ve sunumunu destekler. MCBS;

- Mobil donanımlar,
- Yazılım,
- Konumsal veri elde etmede kullanılan GPS,
- Kablosuz iletişim

teknolojilerinin bir yada birkaçının entegrasyonu ile oluşur.

1.5.5.1. Mobil Coğrafi Bilgi Sistemleri'nde Kullanılan Gezici Cihazlar

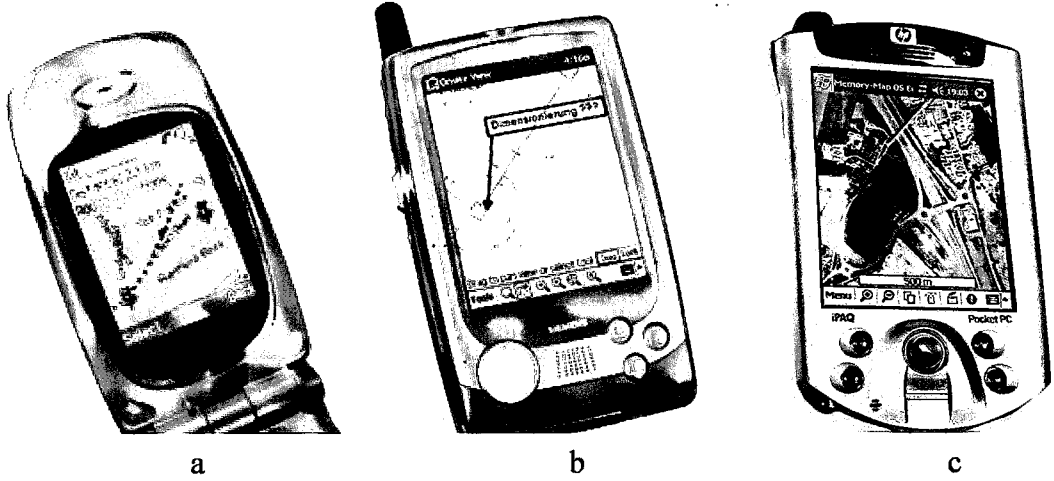
Geleneksel cihazlardan farklı olarak mobil cihazlar iki temel ayırt edici özelliğe sahiptirler. Bunlar; taşınabilirlik ve kapasite'dir (bellek, işlemci hızı, ekran boyutu gibi). Kullanıcılar bir yandan daha küçük ve daha hafif taşınabilir cihazları tercih ederken, diğer yandan grafiksel uygulamalar için geniş ekranlar ve güçlü işlemler için de yüksek işlemci kapasitesine ihtiyaç duyarlar [1]. İletişim teknolojisinde mobil özelliğine sahip, farklı gezici cihaz örnekleri Şekil 3 ve Şekil 4'de görülmektedir.

a) Mobil telefonlar (Cep telefonları)

Bu grup en yaygın ve gelişmiş PIM (Personal Information Management) araçlarını, ağ ve diğer bilgisayar olanaklarını içine alacak şekilde tasarlanmış cihazları içerir. Bu tür cihazlar, akıllı telefon bazlı tasarımları nedeniyle sınırlı bir ekran genişliğinde olup, yine sınırlı bir bellek kapasitesi (2-16 MB) ve işlemci hızına sahiptir (20-104 MHz). Bu tür cihazlar GSM/GPRS gibi WAN (Wide Area Network) yada 3G hücresel sistemlerle Internet erişimi sağlayabilir ve modellerine bağlı olarak Bluetooth protokol, USB yada kızılötesi bağlantı üzerinden diğer çevresel cihazlar ile iletişim kurabilirler (Şekil 3 a).

b) PDA tabanlı akıllı telefonlar

Bu grup esasında, PDA (Personal Digital Assistant) olarak tasarlanmış mobil iletişim özelliklerini barındıran akıllı telefon cihazlarından oluşur. Bu cihazlar Wireless Markup Language (WML) yada Extensible HyperText Markup Language (XHTML) formatındaki hypertext sayfaları göstermek için cep telefonlarına kıyasla uygun olan daha geniş ekranlara sahiptirler. Bunlara ilave olarak; e-mail, Short Message Service (SMS) yada Multimedia Message Service (MMS) mesajları, daha büyük dokümanlar oluşturmak, el yazısı tanıyabilme, dokunmaya duyarlı ekran klavye ve hatta katlanabilir klavyeler sayesinde işlemler PDA cihazları ile daha kolayca gerçekleşir. PDA'lar bellek (64 MB'a kadar), işlemci kapasiteleri (206 MHz'e kadar) ve ekran boyutları (240x320 piksel) ve geniş ağlara bağlanabilirlik özellikleriyle, mobil telefonlardan daha güçlü cihazlardır (Şekil 3 b).



Şekil 3. MCBS Donanımları. a) cep telefonu, b) PDA tabanlı akıllı telefon c) PDA

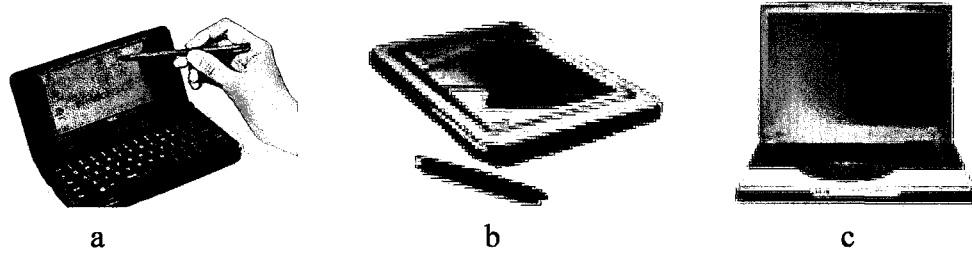
c) PDA/Cep Bilgisayarı (Pocket PC)

PDA'lar ilk piyasaya çıktıklarında kişi listesi, takvim, günlük not, hesap makinesi ve benzeri temel fonksiyonların yönetimini sağlayacak cihazlar olarak algılanmıştır. Ancak günümüzde bu cihazların gelişen özellikleri sayesinde, masaüstü bilgisayarlarda yapılan birçok temel işlem artık bu cihazlar ile gerçekleştirebilmektedir. Bu türden mobil cihazlar günümüzde Pocket PC (Cep Bilgisayarı) olarak adlandırılmaktadır. Cep bilgisayarları özellikle MCBS uygulamalarında en yaygın olarak kullanılan donanımlardır. PDA'ların piyasaya ilk çıkışı 1993 yılında Amstrad, Apple ve Sharp firmaları ile olmuştur. 1996 yılına kadar Palm liderliğinde gelindiğinde bu kategori sektörün birçok büyük üreticisi ile genişlemiştir (örneğin Compaq, Hewlett-Packard, Casio ve Handspring). Teknik özellikleri PDA bazlı akıllı telefonlarla benzer şekildedir, cep bilgisayarı PDA'lar daha fazla belleğe (112 MB) ve işlemci kapasitesine (400MHz) sahiptirler. Multimedya kapasiteleri, WLAN ve Bluetooth protokol aracılığı ile daha geniş bağlantı olanakları vardır. Başlangıçta PDA işletim sistemleri üretici marka tarafından kontrol edilmekteydi ve üçüncü parti uygulamalara kapalıydı. Ancak son yıllarda açık sistemlerin ortaya çıkması ile bu sorun ortadan kalktı. Günümüzde üç ana PDA cep bilgisayarı işletim sistem platformu mevcuttur. Bunlar; Palm OS, Windows CE ve EPOC OS (Şekil 3 c).

d) Handheld bilgisayarlar

Bu gruptaki bilgisayarlar diz-üstü bilgisayar özelliklerine benzer olmakla birlikte, daha küçük boyutlu ekrana (640x240 piksele kadar) sahip cihazlardır. Bu cihazlar

genellikle Microsoft Windows CE işletim sistemiyle çalışırlar (EPOC ve Linux gibi platformlarda mevcuttur). İşlemci, bellek ve kablosuz bağlantı özellikleri bakımından PDA cep bilgisayarlarına benzerler, ancak diğer grup cihazlara göre, ilave klavyeleri sayesinde kullanıcının daha rahat veri girişi yapmasına olanak sağlarlar (Şekil 4 a).



Şekil 4. MCBS Donanımları. a) Handheld bilgisayar, b) Tablet PC, c) Dizüstü PC

e) Tablet Bilgisayarlar

Tablet bilgisayarlar yukarıdaki cihaz gruplarına göre daha yüksek hızlı işlemcilere (1.5GHz), büyük dahili disk sürücülere (40 GB), endüstri standartta arabirim bağlantılara, uzun batarya ömrüne, daha iyi ekran çözünürlüğüne (1050x1400 piksel), el yazısı tanıma yazılımlarına, geniş bir bellek kapasitesine (512 MB), genişletme fonksiyonlarına ve WLAN erişim olanaklarına sahiptir. Bu cihazlar standart Microsoft Windows işletim sistemlerinden birisiyle yada Linux ile çalışabilirler. Özellikle arazi çalışmalarında kullanılan “mapa” benzeri bir tasarıma sahiptir (Şekil 4 b).

f) Notebook (Dizüstü Bilgisayarlar)

Bu cihazlar birkaç gruba ayrılabilir: büyük boyutlu, ince ve hafif, mini ve yarı dizüstü bilgisayarlar gibi. Bazı dizüstü bilgisayarlar standart bir bilgisayara göre daha fazla darbeye ve suya dayanabilecek şekilde tasarlanmıştır. Bu cihazların işlemci kapasiteleri, boyut ve ağırlıkları gibi mobil cihazlar arasında en büyük olanlarıdır. Geleneksel masaüstü bilgisayar özelliklerinin tümüne sahip olup, işlemci hızı 2.4 GHz ve depolama kapasiteleri 1 GB Ram ve 60 GB hard disk olan modeller mevcuttur (Şekil 4 c).

Bu temel bilgisayarlardan farklı olarak uygulamalarda çeşitli ilave donanımlar kullanılmaktadır. Bunlar; konum belirlemek için kullanılan GPS alıcıları, veri depolamak için kullanılan bellekler, kablosuz bağlantı için gerekli olan modemler, dijital kamera vb. donanımlardır.

g) GPS Alıcıları

MCBS uygulamalarında kullanılan alıcılar küçük boyutlu ve taşınabilir olan “el-GPS” alıcılardır. Piyasada uygun fiyatta çeşitli marka ve model el-GPS alıcıları mevcuttur. Bazı GPS alıcıları mobil cihazlara portlar üzerinden uygun kabloyla bağlanırken, piyasada cep bilgisayarlarının genişletme yuvalarına takılabilen el-GPS alıcıları da mevcuttur [2]. Bazı üreticilerin alıcıları GPS uyduları yanında WAAS ve EGNOS sistemlerinden de sinyal alarak ± 3 metre civarında mutlak doğrulukta konum bilgisi sağlarken, bazı el tipi alıcılar da DGPS desteği ile ± 1 metreden daha iyi doğruluk sunmaktadır [5]. Bu alandaki ticari pazara bir nevi Trimble firması hakim olmakla birlikte Magellan ve Garmin marka el tipi GPS alıcıları da çok yaygın olarak kullanılmaktadır.

h) Depolama Araçları

SD Kart: SD (Secure Digital) kartlar her türlü verinin (program verileri, müzik dosyaları vb.) saklanması için ilave depolama alanı sağlamak için kullanılan bir pul boyutunda olan flash bellek kartlarıdır. Depolanan veri mobil cihazlar arasında paylaşılabılır yada bir masaüstü bilgisayarına aktarılabilir.

CF Kart: CF (CompactFlash) kartlar çıkarılabilir kartlardır. Veri depolamak için kullanılmalarının yanında ethernet, modem, bluetooth, dijital telefon, dijital kamera, GPS vb. fonksiyonlar sağlamak için bilgisayarlara takılırlar. Bu kartların kullanılabilmesi için kartın takılacağı genişletme yuvalarının bulunması gerekir.

MMC Kart: MMC (MultiMediaCard) kartlar her türlü verinin depolanması için kullanılırlar. SD kartlardan farkı bu kartlarda yazmaya karşı koruma bulunmamasıdır.

PC Kart: PC kartları bir kredi kartı büyüklüğünde kişisel bilgisayar veya cep bilgisayarında kullanılabilen çıkarılabilir kartlardır. Bu kartlar fiziksel kalınlıklarına göre üç gruba ayrılırlar. Bir cep bilgisayarına takıldıklarında depolama alanı yada bağlantı (telefon hattına veya kablosuz ağa) imkanları sağlarlar.

2005 yılı itibariyle bu kartların sağladıkları depolama alanları Tablo 5’de gösterilmiştir.

Tablo 5. Depolama araçları ve kapasiteleri

Depolama Aracı	Maksimum Kapasite
SD (Secure Digital) Kartlar	1 GB
CF (Compact Flash) Kartlar	4 GB
MMC (Multi Media Card) Kartlar	1 GB
PC Kartlar	1 GB flash bellek 5 GB hard disk

1.5.5.2. Mobil Coğrafi Bilgi Sistemleri'nde Kullanılan Yazılımlar

Klasik CBS yazılımlarından farklı olarak, MCBS için geliştirilmiş çeşitli özel yazılımlar mevcuttur. Bunlardan bazıları; AutoDesk'in OnSite, Intergraph'ın IntelliWhere, ESRI'nin ArcPad ve MapInfo'nun MapXtent yazılımlardır. MCBS yazılımlarının temel amaçları, gezici cihazlar üzerinde CBS'nin fonksiyonlarını yerine getirmekle beraber, kablosuz olarak, ağ üzerinden diğer CBS verilerine ulaşabilmektir. Ancak bu yazılımlardan ArcPad ve IntelliWhere, diğerlerinden farklı olarak GPS desteği sunar [2].

ArcPad ve Trimble'in GPS ile veri toplamak için geliştirdiği "TerraSync" yazılımı veri toplamada yaygın olarak kullanılmaktadır. ArcPad ve TerraSync özel olarak, cep bilgisayarları üzerinde GPS alıcısıyla yada GPS olmaksızın arazide veri toplayabilecek şekilde tasarlanmıştır. ESRI tarafından üretilen ArcPad yazılımı ile konumsal verilere ait öznitelik bilgileri de arazide aynı anda toplanabilmektedir. Ayrıca ArcPad yazılımında özel kullanıcı uygulamaları için form, menü, araç çubukları ve script (kısa yazılım) oluşturmak mümkündür. Böylece kullanıcıya özel geliştirilmiş arayüzler yardımıyla, arazide daha hızlı bir şekilde veri toplanması sağlanmış olur. Yazılımın diğer bir özelliği de arazideyken doğrudan harita sunucularına bağlanarak internet ve benzeri ağlar üzerinden sunulan haritalara erişim olanağı sağlamasıdır.

MCBS uygulamalarında tercih edilen ArcPad yazılımının temel özellikleri şunlardır [URL-3]:

- Mevcut verilerin kullanılması yanında, raster ve vektör veriler aynı anda kullanılabilir.
- İnternet veya ağ üzerinden harita sunucularına bağlanıp harita bilgileri yüklenebilir.

- Haritaların etkileşimli olarak kullanılmasına olanak sağlar. Veri sorgulamalarıyla; tablo verileri kullanılarak istenen detay bulunabilir, arazide uzunluk, alan, kesişim vb sorgulamalar yapılabilir.
- Veri girişini kolaylaştırmak için kullanıcı formları oluşturulabilir.
- Mevcut veya toplanan veriler üzerinde arazide edit yapılabilir.
- shape, dbf vb. dosya formatındaki veriler herhangi bir dönüşüm işlemine gerek olmaksızın mobil cihaz üzerinde kullanılabilir.
- GPS desteği ile eş-zamanlı olarak konumsal veriler toplanabilir.
- Mevcut veya toplanan veriler ile arazide çekilen dijital fotoğraflar anında link edilebilir.
- ArcPad Application Builder yazılımı ile, kullanıcı özel amaca uygun yeni makro yazılım uygulamaları geliştirebilir.

1.5.5.3. Kablosuz Erişim

Birçok konumsal uygulamada klasik CBS kullanılmakla birlikte, bizzat arazide gerçekleşmesi gereken tarım, jeoloji, afet, güvenlik, kentsel planlama ve benzeri uygulamalarda taşınabilir cihazlar üzerinden CBS bilgisine erişme ihtiyacı vardır. Bu iki şekilde gerçekleştirilebilir.

İlk yaklaşımda; arazide doğrudan toplanan bilgiler veya mevcut olan harita bilgileri lokal bellek üzerine kaydedilir. Bu durumda birtakım bellek sorunları söz konusu olabilir. Çünkü taşınabilir cihazların çoğu sınırlı bellek kapasitesine sahiptir. 2005 yılı itibari ile piyasada bulunan tipik bellek cihazları ve kapasiteleri Tablo 5’de verilmiştir. Örneğin Barselona gibi büyük bir kente ait; cadde ve alan isimleri, güzergahlar, tek-çift yönlü yollar, ulaşım ve anıt bilgilerini içeren GDF formatındaki harita bilgileri yaklaşık 40 MB kadardır. Kapasitesi 1 GB olan harici bellek kullanılması halinde, Barselona kentine ait verilerin tam 25 katı büyüklüğünde bir veri grubu rahatça bellekte saklanabilir. Ayrıca aynı alanı kapsayan, ancak sadece cadde ve alan isimlerini içeren bir haritanın boyutu ise yaklaşık 10 MB kadardır. Dolayısıyla harici bellek kapasiteleri ile çok sayıda verinin depolanması mümkündür [1].

İkinci yaklaşımda ise; kartografik bilgiler sadece isteğe bağlı olarak yüklenir. Bu işlem kullanıcı açısından oldukça basit bir şekilde yapılır. Gezici CBS platformu gerekli

haritanın lokal olarak kayıtlı olmadığını algıladığında kullanıcının onayını aldıktan sonra haritayı cihaza yüklemeye çalışır. Mobil cihazlarla kartografik sunucunun oluşturacağı sabit bir ağ ile bağlantı kurabilmek için iki çeşit kablosuz ağ kullanılabilir. Bunlar; Kablosuz Yerel Alan Ağları (WLAN (Wireless Local Area Network)) ve Kablosuz Geniş Alan Ağları (WWAN (Wireless Wide Area Network))'dır. WLAN, isminden de anlaşılacağı gibi birkaç metreden birkaç kilometreye kadar olan sınırlı bir kapsama sahiptirler. Ana özellikleri yüksek transfer hızı sağlamaları ve özel olarak sahiplenilmeleridir. WLAN ilk ortaya çıktığında ofis veri ağları olarak tanındı, daha sonra üniversite kampüsleri, hastaneler yada diğer özel ve kamu kurumları için kapsama sağlayacak şekilde genişledi. Öte yandan WWAN ağları ulusal kapsama sağlayan kamu ağlarıdır ve CDMA2000, UMTS yada FOMA gibi üçüncü kuşak hücresel ağlar için 2 Mbps'a kadar olan daha düşük transfer hızı sağlarlar. Bu tür ağlar daha verimli bağlantı oluşturma hedef alınarak tasarlanmış olup, üzerlerinden veri aktarımı gerçekleştirme işlemi pahalıdır. WLAN ağları için üç temel teknoloji söz konusudur [1]. Bunlar;

IEEE 802.11: WLAN için uluslar arası anlamda kabul gören ilk standart olup 26 Haziran 1997 yılında ortaya çıkmıştır. IEEE 802.11b 11 Mbps transfer hızına, IEEE 802.11a ve IEEE 802.11g 54 Mbps transfer hızına ve IEEE 802.11n 108 Mbps transfer hızına sahiptir. WEP (Wired Equivalent Privacy) algoritması gibi diğer istasyonların veri paketlerini anlamasını engelleyen güvenlik özellikleri bu standarda eklenmiştir.

Bluetooth: Taşınabilir ve/veya sabit elektronik cihazlar arasında kabloyla yapılan bağlantı kurma işleminin yerini almak amacıyla bir noktadan bir-çok noktaya ses ve veri transferi için kısa dalga boylu radyo frekanslarını kullanan bir teknolojidir. Bu teknolojiye cihazların birbirini görmesi gerekmemektedir. Bluetooth ismini 10.yüzyılda yaşamış Danimarka kralı Harald 'Bluetooth' Blatand'dan almıştır. Blatand Danimarka ve Norveç'i birleştirmiştir. Bu olaydan esinlenen Ericsson firması, 1994 yılında bu teknolojiyi tasarlarlarken Bluetooth'un mobil dünyayı birleştireceğini düşünerek geliştirdikleri teknolojiye bu ismi vermiştir [21]. Son zamanlarda birçok teknolojik mobil cihaz bu arabirim ile donatılmış durumdadır. Normal menzili 10 metredir ve bu menzil 100 metreye kadar artırılabilir. Asimetrik data aktarım hızı 721 Kbps, simetrik data aktarım hızı da 432.6 Kbps kadardır.

Infrared (IrDA): Infrared Data Association kelimelerinin kısaltılmış halini temsil eder. IrDA, geniş bir teçhizat, bilgisayar ve iletişim araçları arasında noktadan noktaya transferi destekleyen düşük maliyetli kızıl ötesi veri alışverişini oluşturan bir

organizasyondur. Birçok mobil cihaz, menzili 1 metre ve aktarım hızı 9.6 Kbps'dan 4 Mbps'a kadar olan bu arabirimle donatılmıştır.

WWAN ağları yada yaygın ismiyle mobil telefon ağları ilk olarak ses ağları olarak ortaya çıkan ağlardır. Ancak daha sonra veri aktarımının bir gereksinimi olarak her türlü verinin transferinde kullanılmıştır. Bu ağlar zamanla değişiklik geçirmiş ve kapasitelerine göre üç kuşak şeklinde sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırma 1, 2 ve 3. kuşak şeklindedir.

CBS gibi yoğun veri içeren uygulamalarda veri transfer hızı yüksek olmalıdır. Bu anlamda ikinci kuşak ağlar (2.5G) 144 Kbps'lık yüksek hızlı mobil internet imkanı sağlarlar. İkinci kuşak ağlarla multimedia olanakları mümkündür. Önde gelen 2.5G ağları GPRS (General Packet Radio System) ve CDMA2000 1x (Code Division Multiple Access 2000 1x) dir. 2001 yılının sonunda ilk üçüncü kuşak (3G) ağlar Avrupa'da, Japonya'da ve bölgesel bazlı olarak uygulanmıştır. 3G ağları, SVA (Streaming Video Application), MMS (Multimedia Messaging Services) ve LBS (Location Based Services) gibi gelişmiş uygulamalara 144 Kbps dan 2 Mbps kadar olan aktarım hızıyla olanak sağlamaktadır [2].

1.6. Mobil Coğrafi Bilgi Sistemleri Uygulamaları

Son 20 yılda coğrafi veriye olan talepte büyük bir artış yaşanmıştır. Bunun sonucunda CBS ve haritalama projelerinde daha doğru, güncel, hızlı veri toplama ve veriyi istenildiği zaman mekandan bağımsız olarak kullanma arayışları başlamıştır.

2000'li yılların başından itibaren yaşanan hızlı teknolojik ilerlemeler mobil uygulamalarda yeni yazılım, donanım ve verilerin kullanılmasını sağladı. Taşınabilir bilgisayarlar üzerinde çalışan CBS yazılımları ve GPS alıcıları entegre edildi. Böylece uygulamalarda hem konum hem de öznitelik verileri gerçek zamanlı olarak toplandı. Yüksek çözünürlüklü uydu görüntüsü ve hava fotoğrafı gibi verilerin arazide kullanılması mümkün hale geldi. Bu özelliklere sahip Mobil CBS özellikle yerel yönetimlerin ve devlet kurumlarının arazide gerçekleştirilen envanter çıkarma, bakım onarım, denetim çalışmalarında ve kamu güvenliği alanında gerçekleştirilen çalışmalarda kullanılmaktadır.

Gezici özelliğe sahip bir coğrafi bilgi sistemi ile, kullanıcı bürodaki yazılım donanım gereksinimlerine bağlı kalmaksızın, arazide gerekli olan tüm işlemleri, tıpkı klasik CBS yaklaşımında olduğu gibi, doğrudan mobil cihazlar üzerinde gerçekleştirmektedir [22]. Böylece CBS'nin kullanıldığı uygulama alanlarında artış sağlanmakta ve CBS kullanımı

her geçen gün yaygınlaşmaktadır. Tablo 6'da MCBS'nin çeşitli alanlardaki uygulamaları gösterilmektedir [URL-4].

Dünya genelinde MCBS uygulamaları yaygındır. Çalışmanın 1.1 başlığı altında dünyadaki çeşitli MCBS uygulamalarından örnekler verilmiştir.

1.6.1. Türkiye'deki MCBS Uygulamaları

a) Beyoğlu Bilgi Sistemi Çalışmaları: 2001 yılında, Beyoğlu Belediyesi tarafından Beyoğlu Bilgi Sistemi'ne yönelik arazide gerçekleştirilen veri toplama çalışmalarında MCBS'den yararlanılmıştır. Uygulamada cep bilgisayarları ve Autodesk'in MCBS yazılımı OnSite kullanılmıştır. Bunun yanında mevcut sayısal haritaların hazırlanmasında Autodesk Map, haritaların internet üzerinden yayımlanmasında Autodesk MapGuide'den yararlanılmıştır. Sayısal haritalar cep bilgisayarına aktarıldıktan sonra arazide sağlık tesisleri, kültür tesisleri, resmi binalar, oteller, ulaşım tesisleri ve iş yerlerine ait bilgiler bu haritalar üzerinde toplanmıştır. Toplanan veriler daha sonra ana bilgisayarla otomatik olarak senkronize edilmiştir. Böylece elde edilen veriler ve yapılan güncelleştirmeler doğrudan veritabanına aktarılabilmiştir [URL-5].

b) Eminönü Kentsel Tasarım Projesi: 2001 yılında, Promim Kentsel Tasarım - Çevre Düzenleme ve Peyzaj Mimarlığı Ltd. Şti. tarafından gerçekleştirilen, Ordu Caddesi ile yakın çevresi (Aksaray ve Sultanahmet meydanları arası) düzenleme ve rehabilitasyon projesi kapsamında MCBS uygulamalarından yararlanılmıştır. AutoCAD ortamındaki halihazır haritalar, mülkiyet paftaları ve yol tretuar rölemleri kullanılarak hazırlanan temel paftalar MCBS yazılımı OnSite yüklü olan cep bilgisayarlarına aktarılmıştır. Bu sayede tespit çalışmaları klasik yöntemlere oranla oldukça kısa bir sürede tamamlanmıştır. Zemin ve diğer katlara ilişkin detaylı arazi kullanım, kat yüksekliği, yapı durumu ve harita güncellemeleri cep bilgisayarları yardımı ile arazide anında gerçekleştirilmiştir. Tespit çalışmalarından hemen sonra cep bilgisayar ve ana bilgisayar arasında senkronizasyon gerçekleştirilerek verilerin çok kısa sürede pafta bazında dökümleri alınmıştır. Bu sayede etkileşimli haritacılık uygulamaları ve projenin diğer aşamaları için detaylı bilgiler hassas şekilde kısa sürede toplanmıştır [23].

c) İstanbul Afete Hazırlık Eğitim Projesi: 2001 yılında, Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi Deprem Araştırma Enstitüsü, İstanbul Afete Hazırlık Eğitim Projesi (AHEP), pilot olarak seçilen Kadıköy-Caferağa, Üsküdar- Kuzguncuk ile Bakırköy-Ataköy

mahallelerinde gerçekleştirilmiştir. Proje kapsamında, özellikle mahalle ölçeğinde başlatılan afete hazırlık çalışmalarına destek olmak, koordinasyon ve iletişimi sağlamak, mahalle kaynak ve tehlikelerin tespit edilerek afet hazırlık planlarının hazırlanmasında yardımcı olmak amaçlanmıştır. Hızlı ve güncel veriye ulaşmak için mahalle gönüllülerinin desteği ile saha çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Saha çalışmasının etkin kılınması için önceden veri elemanları belirlenmiş, veri tabanı oluşturulmuş, ardından veri standardizasyonuna gidilmiştir. Projenin en güçlü yanlarından birisi de CBS ile eşzamanlı çalışan veri tabanının el bilgisayarları yardımıyla sahaya taşınmış olmasıdır. Saha çalışmalarında el bilgisayarlarının kullanılması, haritalara eşzamanlı veri aktarımı, hataların en aza indirilmesi ve zamandan tasarruf sağlanması gibi avantajları da beraberinde getirmiştir. Bu sayede el bilgisayarları ile sahaya aktarılan ve sahadan toplanan veriler en hızlı ve doğru şekilde merkezde yer alan ana veritabanına yansıtılmıştır. Proje süresince oluşturulan tematik haritalar yardımıyla mahallelerin afet hazırlık planlarına altlıklar oluşturulması sağlanmıştır [23].

d) Sayaç okumaları: 2000 yılında İstanbul'da, Boğaziçi Elektrik A.Ş için ERSA/DATA Ltd. Şti. tarafından bir uygulama gerçekleştirilmiştir. Uygulamada şirket çalışanlarının elektrik sayaç okumalarında kullanabilecekleri bir sistem geliştirmek amaçlanmıştır. Bu amaçla, öncelikle çalışanların abonelerin yerlerini bulmalarına yardım edecek sayısal haritalar EMI Harita Ltd. şirketinden temin edilmiştir. Haritaların temininden sonra bu haritalar ve hesaplamalarda kullanılacak yazılım 150 adet CASIO Handheld IT marka mobil bilgisayara yüklenmiştir. Uygulamayla elektrik tüketim hesaplamaları ve faturalama işlemleri, yerinde gerçek zamanlı olarak yapılmıştır. Bunun yanında problemleri sayaçlar konumlandırılarak aynı gün içinde onarımları sağlanmıştır. Uygulama sonuçları incelendiğinde veri kaybında büyük düşüş yaşanırken verimliliğin arttığı gözlenmiştir. Ayrıca bu sistem sayesinde çalışanların günlük performanslarını izlemek mümkün olmuştur [URL-6].

e) MOBESE Projesi: MOBESE (Mobil Elektronik Sistem Entegrasyonu), Emniyet Genel Müdürlüğü tarafından Diyarbakır Emniyet Müdürlüğü Hizmetlerinde kullanılmak üzere geliştirilen bir Mobil CBS uygulamasıdır. Bu uygulamanın geliştirilmesindeki temel amaç olaylara en kısa sürede müdahale etmek, suç haritaları oluşturup istatistik analizler yaparak etkin personel ve kaynak istihdamını sağlamaktır. Uygulamayla, GPS ve GPRS destekli tablet bilgisayarla donatılmış mobil ekipler bir merkezden takip edilebilmektedir. Benzer bir çalışma daha önce Bursa Emniyet Müdürlüğü içinde yapılmıştır. MOBESE'nin

farkı sadece araç takip sistemini içermemesi, bunun yanında suç ve suçun işlendiği yer arasındaki bağlantıyı ortaya koymak amacıyla suç verisi toplaması ve analiz yapmasıdır. Böylece bölgelere göre tekrar edilen suçlar ve gelecekteki muhtemel eğilimlerini incelemek mümkündür. MOBESE uygulamasıyla ilk kez tamamen yerli donanım ve yazılımlar kullanılmıştır. Bunun yanında bütün program kodları emniyet personeli tarafından geliştirilmiştir [24]. MOBESE projesi yakın zamanda Ankara, İstanbul ve Mersin kentleri içinde uygulamaya başlayacaktır.

f) SAHADASU Projesi: SAHADASU (Sayısal Harita Destekli Askeri Uygulamalar) projesi Harita Genel Komutanlığı tarafından, etkinliği artırmak ve klasik harita üzerinden yapılan tüm uygulamaların sayısal ortamda kolaylıkla yapabilmek amacıyla geliştirilmiştir. Uygulamanın bir bölümü hareket halindeki mobil personelin bir merkezden ve araç içerisinden izlenmesini içermektedir. Mobil donanım ve GPS alıcısıyla donatılmış ekipler sayısal haritalar üzerinden yer/yön/hedef bulma, alan/mesafe/açı ölçme işlemlerini, bunun yanında çeşitli sorgulama ve analizleri gerçekleştirebilmektedir [URL-7].

Tablo 6. Farklı alanlardaki MCBS uygulamaları [URL-4]

	İdare Tarafından Yapılan Faaliyetler	Tesis ve Altyapı Faaliyetleri	Çevresel Faaliyetler	Kamu Güvenliği Faaliyetleri
Envanter Çıkarma	- Sokak işaretlerinin, yangın musluklarının, ağaçların vb. tesislerin envanterini çıkarma - Nüfus verilerinin toplanmasında	- Sağanak yağmur lagarlarına ait envanterin çıkarılması - Çöp konteynurlarının envanterinin çıkarılması - Altyapı tesislerinin konumlandırılması	- Zehirli maddelerin yerlerinin belirlenmesi - Madensel araştırmalar - Arkeolojik alanların haritalanması - Orman veya köy sınırlarının belirlenmesi	- Askeri çalışma alanı belirleme ve haritalama - Yangın alanlarının haritalanması - Acil durumlara müdahalede adreslerin bulunmasında
Bakım-Onarım	- Yol kusurlarının belirlenip haritalanması, - Cadde ışıklarının, trafik işaretlerinin bakım onarımı	- Elektrik direklerinin bakımı - Yeni kurulan altyapı tesislerinin haritalanması	- Tarımsal ürünlerin izlenmesinde - Sahipsiz arazilerin durumlarının kontrolünde	- Doğalgaz vb. gömülü altyapının konumlandırılması - Heyelan, çığ tehlikesi olan alanların kontrolü
Denetleme	- Bina kodlarının kontrolü - Binaların denetimi - Sağlık denetimlerinin yapılması	- Sayaç okumalarında - Septik sistemlerin denetimi, dokümantasyon	- Doğal yaşam alanlarının kontrolü - Zararlı bitkilerle mücadele	- Hasar tespiti, - Afet öncesi ve sonrası mekanların denetlenmesi.
Olay Raporlama	Bulaşıcı virüslerin raporlanması	Servis dışı kalan tesislerin konumlandırılması	- Kuyuların belirlenmesi sızıntı noktalarının tespiti - Hayvan göçlerinin izlenmesi	- Mülklere oluşan zararın tespiti - Kaza sonrası raporlama
CBS Analizleri	- Mevcut CBS verilerinin doğruluğunun denetlenmesi - Aranılan detaylara navigasyon	- Sayaç okumaları ve faturalama için müşterilerin adreslenmesi - Altyapı ağının izlenmesi	- Tarımsal istatistiklerin çıkarılmasında - Belli bir bitki türünün sınırlarının belirlenmesinde	- Olaylarda etkilenen kişi sayılarının tespitinde - Kaza yada afet alanlarına navigasyon

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. MCBS için Donanım Gereksinimi

Donanım CBS'nin önemli bileşenlerinden biridir. Aynı durum MCBS için de geçerlidir. MCBS uygulamalarında kullanılan donanımlar boyut ve ağırlıklarına, ekran boyutlarına, işlemci güçlerine, bellek kapasitelerine ve pil ömürlerine göre çeşitlilik göstermektedir. Bunun yanında donanım seçiminde diğer önemli bir hususta maliyettir. Uygulamalar için donanım seçilirken tüm bu kriterlerin dikkate alınarak ihtiyaçlara uygun donanımların belirlenmesi gerekir. MCBS uygulamaları için kullanılacak temel donanımlar; mobil yada taşınabilir bilgisayarlar, GPS alıcıları, veri depolama araçları, kablosuz iletişim ve bağlantı kartları ile bunlarla ilgili değişik ekipmanlar olarak sayılabilir.

2.1.1. Taşınabilir Bilgisayar İhtiyacı

MCBS uygulamalardaki temel amaç, verimliliğini artırmak, karar-verme sürecini hızlandırmak, harcamaları azaltmak, veri toplanma ve güncelleme işlemlerini hızlandırmaktır. Dolayısıyla, uygulama için seçilen mobil bilgisayarın bu temel amaca uygun niteliklere sahip olması beklenir.

Uygulamalar sırasında kullanılacak mobil bilgisayar tespit edilirken, dört temel ihtiyacın karşılanması hedeflenmiştir. Bunlar;

- Kolay taşınıp kullanılabilmesi için boyutlarının küçük olması
- Ekonomik olması
- Az enerji tüketmesi
- Verinin gösterimi için uygun ekran özelliğine sahip olmasıdır

Bu ihtiyaçlar dikkate alındığında uygulama için en uygun mobil bilgisayar, Pocket PC (cep bilgisayar) olarak tespit edilmiştir. MCBS uygulamalarında cep bilgisayarlarının yanında, dizüstü bilgisayarlar ve tablet bilgisayarların da kullanılması mümkündür. Tablo 7'de farklı mobil bilgisayarların özellikleri karşılaştırmalı olarak gösterilmektedir.

Tablo 7. Mobil bilgisayarların karşılaştırmalı özellikleri [URL-8]

Mobil Bilgisayar	Dizüstü Bilgisayarlar	Tablet Bilgisayarlar	Cep Bilgisayarları
Bellek Kapasitesi	256 MB – 1 GB RAM 40 – 60 GB HD	256 – 512 MB RAM 40 – 60 GB HD	32 – 64 MB
İşlemci Hızı	2 – 3 GHz	1 GHz	200 – 624 MHz
Ekran Boyutu	13 – 15 inç	10.4 inç	3.5 – 4 inç
İşletim Sistemi	Windows / Linux	Windows XP Tablet PC Edition	Windows CE Windows Mobile 2002/2003
Boyut / Ağırlık	1.5 – 3 kg	2 cm kalınlık 1.4 kg.	120x75x20 mm 120 – 200 gr
Pil Ömrü	2 – 7 saat	2 – 4 Saat	1 – 3 saat
Fiyat	1000 – 3000 \$	2000 – 3000 \$	350 – 1000 \$

Cep bilgisayarları işletim sistemleri ve donanım özellikleri bakımından masaüstü bilgisayarlardan yada diğer mobil bilgisayarlardan bazı farklılıklar gösterirler. Bu farklılıkların bilinmesi cep bilgisayarlarının özelliklerinin anlaşılması ve uygulamada karşılaşılabilecek sorunların önceden belirlenmesi açısından önemlidir.

Cep bilgisayarları masaüstü bilgisayarlar gibi hard disk sürücülerine sahip değildirler. Bunun yerine ROM (Read Only Memory), RAM (Random Access Memory) ve ilave depolama araçlarını kullanırlar. Cep bilgisayarlarında işletim sistemi ROM bellekte saklanır. İşletim sisteminin ROM bellekten okunması hard diskten okumasından daha hızlıdır. Bu nedenle cep bilgisayarlarında işletim sisteminin çalışması daha hızlıdır. Fakat, işletim sisteminin yenilenmesi veya yükseltilmesi işlemi genellikle, fiziksel olarak ROM'un değiştirilmesiyle yapılır. RAM bellekte hem uygulama programları hem de kullanıcıya ait veriler saklanır. Günümüzde, bir masaüstü bilgisayarı için en az 512 MB RAM kullanmak mümkünken cep bilgisayarlarının RAM kapasiteleri genellikle 32 – 64 MB ile sınırlıdır. CompactFlash bellek yada PC kartlar kullanarak depolama alanını artırmak mümkündür. Bu sayede daha fazla veri ve program saklanabilir. Bununla birlikte programlar çalışırken yalnızca cihaza takılı olan RAM belleği kullanabilirler. Çalışan programlar için ihtiyaç duyulan maksimum bellek alanını sağlamak için RAM bellekte kayıtlı kullanıcı verilerinin ve programların sınırlandırılması veya bu verilerin ilave depolama kartlarında saklanması gereklidir. Örneğin bir MCBS yazılımı olan ArcPad bellekte 2 MB'den daha az yer kaplarken, özellikle görüntü verilerinin kullanıldığı uygulamalarda, çalışma anında 20 MB boş RAM bellek alanına ihtiyaç duyabilir.

Cep bilgisayarları için kullanılan temel işletim sistemleri; Windows tarafından geliştirilen Windows CE, Windows Mobile 2002 ve Windows Mobile 2003'dür. Palm ve Epoch firmaları tarafından geliştirilen işletim sistemleri de bulunmakla birlikte, Windows'un işletim sistemleri yaygın olarak kullanılmaktadır [URL-9]. Bu işletim sistemleri cep bilgisayarları yanında, handheld bilgisayarlar, cep telefonları, gaz pompaları, satış terminalleri, oyun bilgisayarları gibi cihazlar üzerinde de kullanılabilirler. Bu türden işletim sistemlerini masaüstü bilgisayarlarında olduğu gibi doğrudan yüklemek mümkün değildir. Yükleme işlemi belirli bir donanım için işletim sistemi konfigürasyonunu yapacak, cihaz üreticisinin kullandığı araçlarla yapılmaktadır. Bunlar; kullanıcı arabirimi, işlemci çip, sürücüler ve uygulama programı arabiriminden oluşmaktadır. Tablo 8'de farklı mobil işletim sistemlerine ait bilgiler verilmiştir.

Tablo 8. Mobil işletim sistemleri

Mobil İşletim Sistemi	Piyasaya Çıkış Tarihi	Açıklama
Palm OS 1.0	1996	İlk olarak Palm OS 1.0 versiyonuyla üretildi. Firma, teknolojik ilerlemelere karşılık vermek amacıyla hemen her yıl bu işletim sisteminin yeni bir versiyonunu çıkarmıştır. 2004 yılı sonu itibarıyla Palm OS 5.4.5 versiyonu mevcuttur.
Windows CE 1.0	1996	1997 yılında 2.0 ve 1998 yılında 3.0 versiyonu üretilmiştir. Halen birçok mobil donanım üzerinde yaygın olarak kullanılmaktadır.
Windows XP Tabled PC Edition	2002	Bu işletim sistemi sayesinde kullanıcılar masaüstü yada dizüstü bilgisayarlarında Windows XP işletim sisteminde yaptıkları işlemleri "stylus" adı verilen bir kalem kullanarak daha hızlı bir şekilde yapma imkanı bulmuşlardır.
Windows Mobile 2002	2002	Microsoft tarafından özellikle yeni nesil cep bilgisayarları için geliştirilmiştir. Bluetooth ve Wi-Fi teknolojilerine uyumlu olup kablosuz veri alışverişine olanak sağlar.
Windows Mobile 2003	2003	Son mobil işletim sistemi olup, cep bilgisayarları yanında yeni nesil akıllı telefonlar (smartphone) üzerinde de çalışabilmektedir. Temel telefon fonksiyonlarını sağlamasının yanında, mail gönderip alma, internete erişme ve anında mesajlaşma imkanları sunmaktadır.

MCBS uygulamalarıyla elde edilen veriler çeşitli analiz işlemleri ve çıktıların alınması gibi değişik amaçlarla farklı uygulamalarda kullanılırlar. Bu nedenle uygun mobil işletim sisteminin seçilmesi, farklı platformlar arasındaki veri ve uygulama erişim/değişiminin sorunsuz olarak yapılabilmesi açısından önemlidir. Windows'un mobil işletim sistemleri, kullanıcı ara birimleri ve dosyalama sistemi bakımında masaüstü versiyonlarıyla birçok benzerlikler gösterir. Dolayısıyla, daha önce masaüstü bilgisayar kullanmış olan bir operatör uygulamalar sırasında mobil cihazı rahatlıkla kullanabilir.

Cep bilgisayarları çok çeşitli işlemciler kullanılarak geliştirilirler. İşlemcilerin yazılımlarla uyumlu olduğu (örneğin Intel, AMD) masaüstü PC'lerden farklı olarak, cep bilgisayarlarında kullanılan işlemci çipler uyumsuzdur. Bundan ötürü bu tip cihazlar üzerinde çalışacak yazılımlar özel olarak belirli işlemcileri destekleyecek şekilde tasarlanırlar. Cep bilgisayarları için en yaygın işlemciler [25];

- Hitachi SH-3, SH-4
- MIPS (R39x veya R41x)
- StrongARM
- x86'dır.

Mobil uygulamalar için yazılım seçilirken yazılımın desteklediği işlemcilerin öncelikli olarak bilinmesi gerekir. Örneğin bir MCBS yazılımı olan ArcPad yalnızca yukarıda sıralanan işlemcilerin kullanıldığı mobil donanımlar üzerinde çalışmaktadır. Benzer şekilde, Windows firmasının geliştirdiği son mobil işletim sistemleri de ancak belirli işlemcilerin kullanıldığı donanımlar tarafından çalıştırılabilirler.

Piyasada farklı üreticilerin çok değişik özelliklere sahip cep bilgisayarları bulunmaktadır. Kullanılacak cep bilgisayarının yukarıda bahsedilen bellek, yazılım ve işlemci kriterleri dikkate alınarak seçilmesi gerçekleştirilecek uygulamaların başarısı açısından önemlidir. Tablo 9'da farklı MCBS uygulamalarında test edilen cep bilgisayarlarına ait teknik bilgiler gösterilmektedir [25].

Tablo 9. MCBS uygulamalarında test edilen cep bilgisayarları ve teknik özellikleri [25]

Üretici Firma	İşlemci	Ram	İşletim Sistemi	Ekran
At Work				
Ranger 133T	StrongARM 206 MHz	32 MB	Windows CE 3.0	320x240 SB*
Ranger 200T	StrongARM 206 MHz	32 MB	Windows CE 3.0	320x240 SB*
Ranger 200C	StrongARM 206 MHz	64 MB	Windows CE 3.0	320x240 R*
Casio				
E-200	StrongARM 206 MHz	64 MB	Pocket PC 2002	240x320 R*
Compaq				
H3600	StrongARM 206 MHz	32 MB	Pocket PC 2002	240x320 R*
H3700	StrongARM 206 MHz	64 MB	Pocket PC 2002	240x320 R*
H3800	StrongARM 206 MHz	64 MB	Pocket PC 2002	240x320 R*
DAP				
CE5240	StrongARM 190 MHz	64 MB	Windows CE 3.0	240x320 SB*
CE5320	StrongARM 190 MHz	64 MB	Windows CE 3.0	320x240 R*
Fujitsu				
200CRF	MIPS 129 Mhz	32 MB	Windows CE 2.1	640x480 R*
HP				
Jornada 565	StrongARM 206 MHz	32 MB	Pocket PC 2002	240x320 R*
Jornada 568	StrongARM 206 MHz	64 MB	Pocket PC 2002	240x320 R*
Juniper				
Allegro	486 AMD 100 MHz	32 MB	Windows CE 2.2	320x200 SB*
Nec				
Mobile Pro	StrongARM 206 MHz	32 MB	Pocket PC 2002	240x320 R*
Panasonic				
Toughbook01	StrongARM 206 MHz	32 MB	Windows CE 3.0	240x320 R*
Toshiba				
e570	StrongARM 206 MHz	64 MB	Pocket PC 2002	240x320 R*
Symbol				
PDT 8100	StrongARM 206 MHz	64 MB	Pocket PC 2002	240x320 R*
PPT 2800	StrongARM 206 MHz	64 MB	Pocket PC 2002	240x320 SB*

* SB: Siyah-Beyaz R: Renkli

Taşınabilirlik, ekonomiklik, verimliliğin artması gibi avantajlar sağlamanın yanında, uygulamalarda cep bilgisayarı kullanmanın bazı dezavantajları da bulunur. Dezavantajlar, genellikle kullanılan donanımın teknik özelliklerinden veya mobil donanımın çalışma ortamından kaynaklanır. Bunlar aşağıdaki şekilde sıralanabilir [5];

- Mobil bilgisayarlar kullanıldıkları ortam nedeniyle, her an için düşmeye, bozulmaya, kaybolmaya veya çalınmaya maruz kalabilirler.
- Güç kaynakları sınırlıdır (ortalama 2 saat). Özellikle uzun süre arazide bulunmayı gerektiren çalışmalarda ilave bataryalara veya araç şarj cihazlarına ihtiyaç duyulur.
- Bellek alanı olarak sadece RAM kullanan cep bilgisayarlarında, bataryanın tamamen bitmesi durumunda toplanan verinin kaybedilmesi söz konusudur.
- Cep bilgisayarlarında, küçük ekran boyutları (ortalama 240x320 piksel) nedeniyle yoğun konumsal verilerin gösterimi sınırlıdır.

2.1.2. GPS Alıcısının Belirlenmesi

MCBS uygulamalarında konumsal veri elde etmenin en etkili yöntemi bir GPS alıcısının sisteme entegrasyonudur. GPS entegrasyonun en önemli yararı toplanan öznitelik verilerine konumsal bir tanımlayıcı atamasıdır. Bu sayede veriler global bir sistemin parçası olarak tanımlanabilir. Bunun yanında GPS entegrasyonu, mevcut verilerin kullanıldığı MCBS uygulamalarında verimliliği artırır. Örneğin yerinde yapılacak güncelleme çalışmalarında, operatör aradığı detaya hızlı ve güvenli bir şekilde erişir. Kullanıcının nerede bulunduğunu hassas bir şekilde bilmesi birçok konumsal analizi otomatik olarak yapmasını sağlayarak, yoğun bir veri grubu içerisinde yalnızca ilgilendiği bölgeye ait olanları seçmesini mümkün kılar.

MCBS uygulamalarında kullanılabilecek farklı özelliklere sahip çeşitli GPS alıcıları bulunmaktadır. Bunlardan biri el GPS alıcılarıdır. Bunun yanında, son yıllarda yaşanan teknolojik ilerlemelerle bağlı olarak CompactFlash GPS alıcıları, Bluetooth GPS alıcıları ve çok küçük boyutlara sahip cep GPS (Pocket GPS) alıcıları mevcuttur. Ayrıca, hem GPS alıcısı hem de cep bilgisayarı fonksiyonlarını bir arada sunan, arazi şartlarına dayanıklı ürünler de uygulamalarda kullanılmaktadır. Bu ürünlerden her birinin diğerlerine göre bazı avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır.

Alıcı seçerken dikkat edilmesi gereken noktalardan biri alıcının desteklediği iletişim protokolleridir. Alıcı, MCBS’de kullanılacak yazılımın desteklediği bir protokolde veri alışverişine olanak sağlamalıdır. Diğer bir husus çalışmadan beklenen konumsal veri doğruluğudur. Daha yüksek doğruluk gerektiren uygulamalarda alıcının diferansiyel olarak konumunu düzeltebilmesi veya WAAS, EGNOS gibi diferansiyel sistemleri kullanabilmesi gerekir. Burada önemli husus çalışılacak bölgede hangi tür diferansiyel düzeltme sisteminin mevcut ve sürekli olacağının bilinmesidir.

Diğer bir hususta maliyettir. Özellikle arazi şartlarına dayanıklı, sağlamlaştırılmış, yazılım ve donanımı entegre olarak sunan ürünler oldukça pahalıdır.

Boyut ve fonksiyonellik de dikkate alınması gereken hususlardandır. Küçük boyutlu veya flash GPS alıcılarının kullanımı daha kolay olmakla birlikte bu alıcıların doğrulukları ve fonksiyonellikleri diğer gruptaki GPS alıcılarından daha düşüktür. Örneğin bir el GPS alıcısı tek başına navigasyon ve veri kayıt imkanı sağlarken cep GPS alıcısı ve bluetooth GPS alıcıları sadece bir yazılıma entegre edilerek kullanabilirler [25]. Şekil 5’de farklı modellerdeki GPS alıcıları ve özellikleri gösterilmektedir.

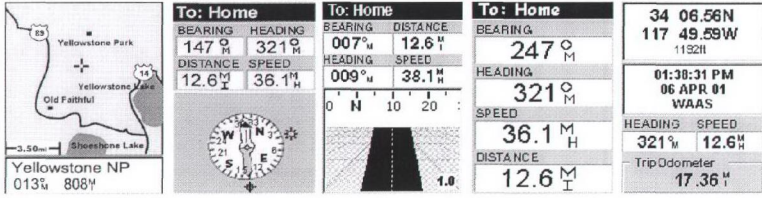
Bu çalışmadaki uygulamalarda konum belirlemek amacıyla kullanılan donanım, Magellan SporTrack marka el tipi GPS alıcısıdır. Bu alıcı uygulamalarda cep bilgisayarına entegre edilerek kullanılmıştır. Seçilen GPS alıcısının temel fonksiyonları şunlardır:

- Arazide nokta ve çizgi özellikte veri toplamak,
- Alıcıda kayıtlı noktaları kullanarak rota oluşturmak,
- Çeşitli navigasyon ekranlarını kullanarak navigasyon yapmak, aranılan noktaların bulunması,
- Mevcut kullanıcı haritalarını yükleyerek bunları kullanmak,
- Aynı anda farklı koordinat sistemleriyle çalışmak,
- Cep bilgisayarı, diz üstü bilgisayar gibi mobil cihazlara entegre ederek CBS yazılımlarıyla birlikte kullanmak.

El GPS alıcısında bulunan farklı ekranlar kullanılarak aranılan noktalara hem grafik olarak hem de sayısal verilerle (mesafe ve açı) navigasyon yapmak mümkündür. Bunun yanında harita ekranı sayesinde kullanıcı hareket halindeyken konumunu harita üzerinde takip edebilir. Şekil 6’da el GPS’inde bulunan farklı ekranlara ait görüntüler yer almaktadır. Ek 2’de Magellan SporTack GPS alıcısının kullanımı hakkında detaylı bilgi verilmiştir.

Cep bilgisayar + GPS Alıcısı 	Bluetooth GPS Alıcısı 	Cep GPS Alıcısı 	Cep bilgisayarı için CF GPS 	Eİ GPS alıcısı 	Bovutlar 16,5x9,5x4,5 cm 490 gram Bellek 64 MB RAM 128 MB dahili flash bellek Ekran 240x320 piksel renkli TFT Özellikler USB Port Dahili anten Su geçirmez, darbeye dayanıklı Bluetooth 9 saat kesintisiz çalışma WAAS uyumlu Fiyat 3.250 \$	Bovutlar 70x50x24 mm 53 gram Özellikler WAAS uyumlu Harici anten desteği 12 kanal 15 saat pil ömrü Araç şarjı desteği NMEA protokol Yalnızca Bluetooth özellikli donanımlarla çalışabilir Fiyat 150 \$	Bovutlar 110x75x35 mm 145 gram 42x50,5x13,8 mm anten boyutu Özellikler Dahili şarj edilebilir batarya Su geçirmez 1,5 m kablo uzunluklu harici anten, 10 saat batarya ömrü Fiyat 515 \$	Bovutlar 8,45x4,14x4,14 cm 64 gram Özellikler WAAS uyumlu 12 kanallı Harici anten desteği Cep bilgisayarının CF genişletme yuvalarına takılır Gerekli enerjiyi cep bilgisayarından alır Fiyat 350 \$	Bovutlar 14,2x5,6x3x3 cm 150 gram Ekran 160x104 çözünürlük 5,8x3,5 cm Bellek 500 nokta, 2000 iz kaydı Özellikler Dahili anten WAAS uyumlu 14 saat pil ömrü 12 kanallı Fiyat 200 \$
---	---	--	--	---	--	--	---	--	--

Şekil 5. MCBS uygulamalarında kullanılabilecek farklı GPS alıcıları ve bunlara ait özellikler



Şekil 6. El GPS’inde bulunan ekranlara ait görüntüler

2.1.3. Diğer Yardımcı Donanımlar

Cep bilgisayarı ve GPS alıcısı yanında uygulamalar sırasında kullanılan çeşitli yardımcı donanımlar bulunmaktadır. Bunlardan en önemlilerini; cep bilgisayarı ve GPS alıcısı için araç şarjları, veri alışverişine olanak sağlayan bağlantı kabloları ve ilave depolama alanı sağlayacak bellekler olarak saymak mümkündür. Bunun yanında, arazi koşullarına ait resimler çekmek ve bunları toplanan verilerle ilişkilendirmek için kullanılacak entegre dijital kameralar, daha hızlı veri girişi sağlayacak klavyeler, cep bilgisayarlarına ilave batarya ve fonksiyonlar (kablosuz bağlantı, kamera, GPS alıcısı vb.) eklemek için kullanılacak genişletme yuvaları da MCBS uygulamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır.

Şekil 7’de çalışmada kullanılan donanımlar ve bu donanımlara ait teknik bilgiler gösterilmektedir.

2.2. MCBS için Uygun Yazılım Tespiti

Yazılım, diğer bir deyişle bilgisayarda koşabilen program, coğrafi verileri depolamak, analiz etmek ve görüntülemek gibi ihtiyaç ve fonksiyonları kullanıcıya sağlamak üzere, yüksek düzeyli programlama dilleriyle gerçekleştirilen algoritmalar. Yazılımların pek çoğu ticari amaçlı firmalarca geliştirilip üretilirken, üniversite v.b. araştırma kurumlarınca da eğitim ve araştırmaya yönelik yazılımlar geliştirilmektedir. Dünyadaki CBS pazarının önemli bir kısmı, yazılım geliştiren firmaların elindedir. Bunun en önemli sebeplerinden biri, yazılımın bilgi sistemi teknolojilerinin temel bileşenlerinden biri olmasıdır [3]. MCBS uygulamalarında kullanılan yazılımlar mobil donanımlar

üzerinde çalışabilecek şekilde tasarlanmışlardır. Özellikle 2000 yılından itibaren geliştirilen çeşitli MCBS yazılımları mevcuttur. Bunlardan en popüler olanları; ESRI'nin ArcPad, AutoDesk'in OnSite, Intergraph'ın IntelliWhere, ve MapInfo'nun MapXtent yazılımlarıdır.



Şekil 7. Uygulamalar sırasında kullanılan donanımlar

Uygulama için MCBS yazılımı seçilirken bazı kriterler dikkate alınmıştır. Bunlar şu şekilde sıralanabilir;

- Mevcut CBS verilerinin mobil bilgisayar üzerinde kullanımına olanak sağlaması
- GPS alıcısıyla entegrasyon sağlayarak arazide nokta, çizgi ve poligon tabanlı veri toplamaya imkan vermesi,
- Uydu görüntüsü, hava fotoğrafı veya taranmış haritalar gibi raster verilerin kullanımını desteklemesi,
- Toplanan verilerin herhangi bir dönüşüm gerektirmeden diğer CBS uygulamalarında kullanılabilmesi.

Bu kriterleri sağlayan belli başlı MCBS yazılımları; ArcPad (ESRI), OnSite (AutoDesk), TerraSync (Trimble) ve MapXtent (MapInfo) olarak sıralanabilir. Uygulamalar için, kriterlere en uygun olan, ESRI firması tarafından üretilen ArcPad yazılımı seçilmiştir. ArcPad'in seçilmesindeki diğer bir etken de yazılımın KTU GISLab Ar-Ge ortamında mevcut olmasıdır. Bunun yanında, uygulamalarda verinin gösterimi ve çeşitli düzenlemeler için ESRI firmasının ArcView 3.2 yazılımı ve verilerin mobil bilgisayarlar cep bilgisayarı arasında transferi için Microsoft'un ActiveSync yazılımı kullanılmıştır. Tablo 10'da çalışmada kullanılan yazılımlar verilmiştir.

Tablo 10. Uygulamada Kullanılan Yazılımlar

Yazılım	Üreticisi	Kullanım Yeri
ArcPad 6.0.3	ESRI	Cep bilgisayarı üzerinde gerçekleştirilen mobil uygulamalarda
ArcView 3.2	ESRI	Toplanan verinin gösterimi ve mevcut verilerin mobil bilgisayarda kullanım için hazırlanmasında
ActiveSync 3.7	Microsoft	Masaüstü bilgisayar ile cep bilgisayarı arasında veri alışverişini sağlamada

2.2.1. ArcPad Yazılımı

ArcPad yazılımı ESRI tarafından üretilen, hem kişisel bilgisayarlar hem de mobil bilgisayarlar üzerinde çalışacak şekilde tasarlanmış ve GPS entegrasyonu sağlayan bir Mobil CBS yazılımıdır. ArcPad yazılımı ilk olarak 2000 yılının Mart ayında piyasaya sürülmüştür. Uygulamada kullanılan en son sürüm olan ArcPad 6.0.3, 2003 yılının Aralık ayında piyasaya çıkmıştır. ArcPad yazılımının üreticisi olan ESRI'nin verilerine göre 2004 yılı itibarıyla dünya genelinde 50 binden fazla lisanslı ArcPad kullanıcısı bulunmaktadır [26].

2.2.1.1. ArcPad ile Veri Toplama

ArcPad yazılımında coğrafi detayların temsili için hem vektör hem de raster veri formatları kullanılabilir. Vektör veride coğrafi detaylar, nokta, çizgi ve poligonlarla temsil edilirler. Noktalar, haritanın ölçeğine bağımlı olarak, çizgi ve poligonlarla gösterilemeyecek kadar küçük detayları temsil ederken, çizgiler de alan ile temsil

edilemeyecek kadar dar detayları temsil ederler. Alanlar ise, kapalı bir yüzey oluşturan detayları temsil ederler. Raster veride ise yeryüzü hücrelere bölünmüş grid detayları ile temsil edilirler. Bir hücreden küçük detaylar ise görüntülenemezler.

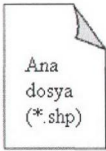
ArcPad vektör harita katmanlarını ve raster görüntü katmanlarını farklı semboller kullanarak bir arada listeler.

a) Vektör Veri Kaynakları

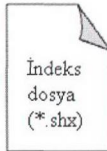
ArcPad yalnızca ESRI'nin vektör veri formatı olan shape dosyalarını desteklemektedir.

Shapefile : Shapefile, coğrafi detayları vektör formatında depolayan, ESRI'nin bir veri dosyası formatıdır. Shapefile formatında harita detayları X,Y koordinatlarıyla temsil edilmektedir. Noktalar tek bir X,Y koordinat çiftiyle, çizgiler düzenli X,Y koordinat çifti serileriyle, alanlar ise başlangıç ve bitişi aynı nokta olan X,Y koordinat çifti serileriyle temsil edilirler. Shapefile'daki koordinatlar kartezyen koordinat sistemini kullanır. Yatay değerler soldan sağa doğru, dikey değerler ise alttan üste doğru yükselir.

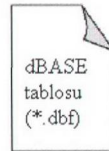
Her bir detayın geometrisi, bir dizi vektör koordinatından oluşan bir şekil olarak depolanır. Her bir detay için öznitelik tabloları, shapefile ile birleştirilmiş DBASE tablosuna bir kayıt olarak depolanır. Ana dosyadaki (shapefile) her bir detay için DBASE tablosunda bir kayıt vardır. Shapefile formatı, coğrafi kaynaklı detayların öznitelik tablolarını ve geometrilerini, sabit dosya uzantılarına sahip 3 dosya yoluyla tanımlar (Şekil 8)



Şeklin geometrisini içeren ana dosya uzantısıdır.



Detayın geometrisinin içeriğini depolayan dosya uzantısıdır.



Her bir şekil için öznitelik bilgisi içeren dBASE tablosu uzantısıdır.

Şekil 8. Shapefile formatının dosya yapısı [27]

Her bir shapefile bir şekil tipini temsil eder. ArcPad tarafından desteklenen şekil tipleri noktalar, çizgiler ve poligonlardır. Şekil 8'de gözüken üç dosya yapısı her bir katmanın gösterimi için mutlaka bir arada olması gereken dosyalardır [25].

b) Raster Veri Kaynakları

ArcPad aşağıdaki raster görüntü dosyalarını desteklemektedir;

- JPEG (*.jpg)
- MrSID sıkıştırılmış görüntüler (*.sid)
- Windows Bitmap (*.bmp)
- CADRG raster haritalar

Görüntü dosyaları raster veri olduğundan hücre grubu olarak kaydedilirler. Raster görüntülerde koordinat başlangıcı sol üst köşedir. Uydur görüntüleri ve hava fotoğrafları bu veri tipi için örnek verilebilir.

JPEG, MrSID ve Windows Bitmap görüntü dosyalarının gösterimi için ayrıca ilişkili bir dosyaya gereksinim vardır. Bu dosya "worldfile" olarak adlandırılır. Bu dosyanın uzantısı ilişkili olduğu raster görüntü dosya uzantısının birinci ve üçünü karakteri yanına w harfi getirilerek oluşturulur. Örneğin JPEG (*.jpg) görüntüler için *.jgw, MrSID sıkıştırılmış görüntüler için *.sdw şeklindedir [25].

c) Diğer Dosya Yapıları

Vektör ve raster veri dosyalarının yanında ArcPad'in özelleştirilerek farklı kullanıcılara yönelik özel uygulamalar geliştirmek ve programın daha etkili kullanılmasını sağlamak amacıyla yararlanılan çeşitli dosya yapıları mevcuttur. Bunlar aşağıda özetlenmiştir.

Applet Dosyaları (*.apa): ArcPad Applet, ArcPad programı içinde çalışan küçük bir modül olarak tanımlanır. Applet'ler, ArcPad konfigürasyonunu değiştirmeden bağımsız küçük uygulamaların gerçekleştirilmesine olanak sağlarlar. Applet'ler araç çubuklarını, formları ve script'ler üzerinden erişilecek ArcPad obje modeline ait sistem objelerini içerirler. Applet dosyaları .apa uzantısına sahiptir. Bunun yanında bazı uygulamalarda .apa dosyası içerisinde çağırılacak VBScript'lerini içeren ilişkili bir .vbs dosyası içerirler. Applet'ler ArcPad Studio adı verilen bir programda oluşturulurlar. Bu program bir masaüstü uygulama geliştirme programıdır ve ayrı bir ürün olan ArcPad Application

Builder yazılımıyla birlikte gelir. ArcPad studio kullanılarak oluşturulan dosyalar bir metin editörü içerisinde düzenlenerek de kullanılabilir.

VBScripts Dosyaları (*.vbs): ArcPad programına yönelik özel uygulamaların büyük bir çoğunluğu script'ler yazılarak gerçekleştirilir. ArcPad Microsoft'un VBScript dilini desteklemektedir. Script'ler nadiren diğer ArcPad konfigürasyon dosyaları içerisine yazılabilmekle birlikte (örneğin .apa), çoğunlukla .vbs uzantılı metin dosyaları olarak ayrıca saklanmaktadır.

ArcPad Katman Tanımlama Dosyaları (*.apl): Katman tanımlamaları shapefile ile aynı isme sahip .apl uzantılı dosyalar olarak saklanırlar. Bu dosyalar veri girişinde kullanılacak formlara ait özellik ve tanımlamaları içerirler. Örneğin form üzerinde bulunan etiket ve veri giriş kutularının boyut ve yerleri, hangi alanların veri girişi için zorunlu olduğu gibi. Bununla birlikte, katmana ait sembol tanımlamaları da bu dosyalarda saklanır. Sembol tanımlama işlemi ArcPad programıyla birlikte gelen ArcView 3.x ve ArcGIS için masatistü araç çubukları kullanılarak gerçekleştirilir.

ArcPad XML Dosyaları (*.apx): ArcPad XML formatı ArcPad'in özelleştirilmesi için kullanılacak bir protokol olarak tasarlanmıştır. ArcPad XML, XML 1.0 baz alınarak geliştirilmiştir. ArcPad programında .apx uzantısı kullanan yalnızca üç dosya bulunmaktadır. Bunlar ArcPad.apx, ArcPadBookMarks.apx ve ArcPadPrefs.apx dosyalarıdır. Bu dosyalardan ArcPad.apx dosyası ArcPad sistem klasörü içinde bulunur. Diğer ikisi "belgelerim" klasörü içine kayıtlıdır. ArcPad her başlatıldığında otomatik olarak yüklenirler. Bu dosyalar araç çubuğu, form ve script tanımlamalarını içeren kodları içinde bulundurabilirler. Bunun yanında program başlatıldığında hangi araç çubuklarının görünebilir olacağı, diyalog kutularında bulunan varsayılan değerlerin hangileri olacağı, GPS ile ilgili ayarlamalar ve varsayılan dosya yolu adları bu dosyalar içinde tanımlanır.

2.2.1.2. ArcPad Yazılımının Temel Fonksiyonları

ArcPad programında gerçekleştirilebilecek temel işlemler tezin genel bilgiler kısmında verilmiştir. Bu kısımda temel fonksiyonlara ilave olarak yapılabilecek

uygulamalara yer verilmiştir. Ek 1’de ArcPad yazılımının bir cep bilgisayarı üzerinde el GPS’i ile birlikte kullanımı hakkında detaylı bilgi verilmiştir.

a) ArcPad 6.0.3 Veri Kalitesi Ayarları

Bu ayarlar GPS alıcısıyla veri toplamada eşik değerler tanımlamak için kullanılır. Tanımlanan değerler aşıldığında program konum hesaplamayı durdurur ve kullanıcıyı ikaz eder. Maksimum bir PDOP veya tahmini konum hatası (EPE) değeri seçilerek tanımlama yapılır. Bunun yanında programın, sadece 3 boyutlu konum hesaplandığında yada DGPS düzeltilmesi alındığında konumsal veri elde etmesini sağlamak mümkündür. Bu ayarlamalar sayesinde GPS alıcısıyla daha kaliteli veri toplamak mümkündür.

b) ArcIMS Sunucusundan Veri Alma

ArcPad kablosuz veri erişimini desteklemektedir. ArcPad 6.0.3 ESRI’nin internet haritalama ve CBS yazılımı olan ArcIMS için bir istemci gibi davranır. Kablosuz yerel alan ağı, cep telefonu yada bir kablosuz modem gibi TCP/IP bağlantısı kullanılarak veri ArcPad yazılımı tarafından yüklenmektedir. ArcIMS katmanı bellekte JPEG görüntüsü olarak saklanır. Eğer sunucuda öznitelik bilgilerini içeren vektör bir katman varsa ArcPad yazımı ArcIMS katmanları üzerinde bu bilgileri gösterebilir.

c) Sembol Kullanma

ArcPad programındaki katmanlar için eğer istenirse sembol oluşturmak mümkündür. Bu işlem ArcView 3.x yada ArcGIS yazılımlarında ArcPad programıyla gelen araç çubukları kullanılarak gerçekleştirilir. Katmanlar için sembol oluşturulması özellikle çok sayıda katman içeren haritaların küçük ekran boyutlu mobil bilgisayarlar üzerinde daha rahat anlaşılabilmesini sağlamaktadır.

d) Faklı Uygulamalarla Bağlantı Kurma

ArcPad programında öznitelik tabloları üzerinden farklı programları çalıştırarak dosya ve internet sayfalarına bağlantı kurmak (link) mümkündür. Örneğin tablodaki bir kayda link verildiğinde bu kayıtlı ilgili olan bir görüntü (resim.jpg) yada veri dosyası (data.xls) çalıştırılır. Bir internet sayfası açılmak istenirse sayfanın adresi tabloda ilgili alana yazılır (örneğin: <http://gislab.ktu.edu.tr>).

e) Form Oluşturma

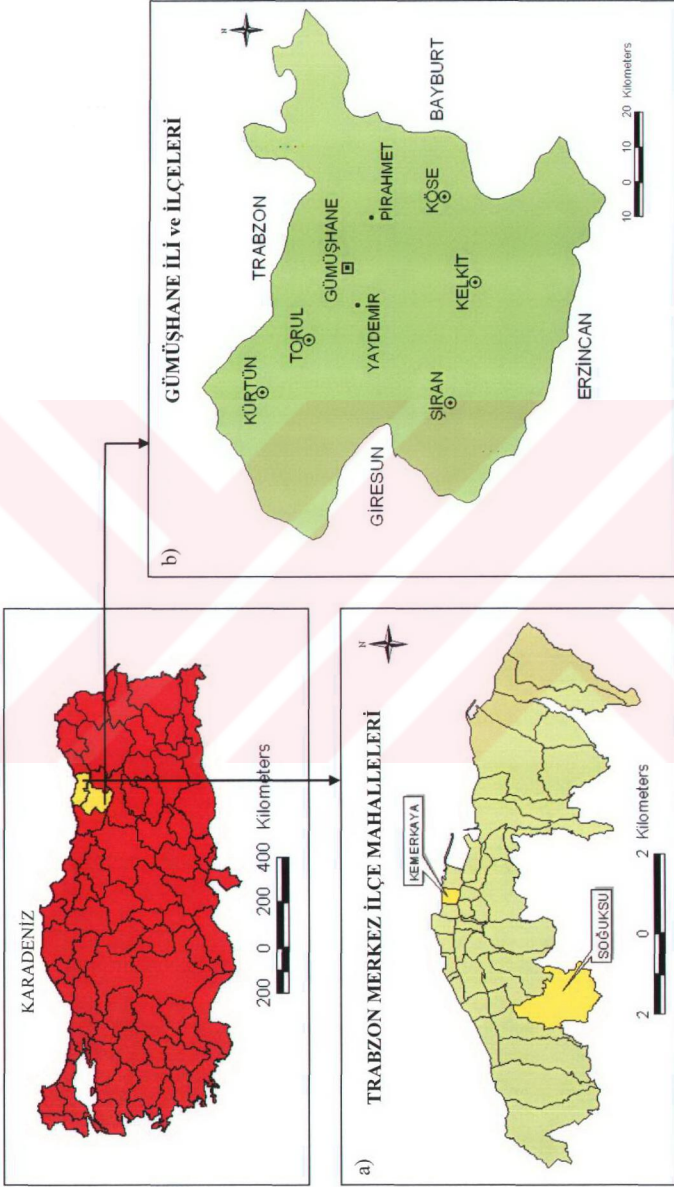
Mobil CBS uygulamaları farklı gruplardan olan kullanıcıları içermektedir. Bu nedenle farklı kullanıcı ve amaçlara yönelik arayüzlerin oluşturulması kullanıcıların programı daha kolay kullanmalarını sağlar. ArcPad programıyla oluşturulan formlar veri girişinde, mevcut verinin düzenleme (edit) işlemlerinde ve öznetelik bilgilerinin gösteriminde kullanılabilir. Tasarlanan formlar shape dosyalarıyla aynı isme sahip olup uzantıları .apl şeklindedir. ArcPad'de kullanılacak formların tasarımı ArcPad Application Builder yazılımında kolaylıkla yapılmaktadır. Bunun yanında .apl dosyaları bir metin editöründe açılarak da form geliştirilebilir.

2.3. Çalışma Alanının Belirlenmesi

MCBS'nin yazılım ve donanım gibi gerekli altyapı hazırlıkları tamamlandıktan sonra sistemin pratikte uygulanabilirliğini belirlemek ve ortaya çıkabilecek sorunları tespit etmek için çeşitli uygulamaların yapılarak MCBS'nin test edilmesi amaçlanmıştır. Çalışma alanı olarak, Trabzon kent merkezindeki Kemer kaya ve Soğuksu Mahalleleri seçilmiştir. Bunun yanında el GPS'i kullanılarak yapılan veri toplama çalışmaları Gümüşhane ilinde gerçekleştirilmiştir.

Doğu Karadeniz Bölgesinde yer alan Gümüşhane doğusunda Bayburt, batısında Giresun, kuzeyinde Trabzon ve güneyinde Erzincan ile komşudur. Gümüşhane 38° 45' - 40° 12' doğu boylamları ile 39° 45' - 40° 50' kuzey enlemleri arasında olup, yüzölçümü 6.575 kilometrekare, deniz seviyesinden yüksekliği ortalama 1210 metredir. Beş ilçesi bulunan Gümüşhane ilinin, 2000 yılı kesinleşen nüfus sayımına göre toplam nüfusu 186.953'dür. Nüfusun %41.5 (77.570) merkezlerde, %58.5 (109.383) köylerde yaşamaktadır. Merkez ilçe nüfusu ise 46.656'dır [URL-10]. (Şekil 9).

Trabzon ili, 39° 7' - 40° 30' doğu boylamları ile 40° 30' - 41° 7' kuzey enlemleri arasında, Doğu Karadeniz Bölgesinde yer almaktadır. Güneyinde Gümüşhane ve Bayburt, batısında Giresun, doğusunda Rize illeri ile çevrili olan Trabzon, kuzeyinde Karadeniz'e kıyıdır. 465.923 hektar toplam alana sahip olan Trabzon ili 17 ilçe, 59 beldeden oluşmaktadır. 2000 yılı nüfus sayımlarına göre ilin toplam nüfusu; 975137, kent merkezinin nüfusu ise 214949 olarak belirlenmiştir. Trabzon kent merkezi 39 mahalleden oluşmuş ve 3470 hektar üzerine kurulmuştur [URL-11]. (Şekil 9).



Şekil 9. Çalışma Alanı a) Trabzon İli Merkez İlçe Mahalleleri (Soğuksu ve Kemerhaya Mahalleleri) b) Gümüşhane İli ve İlçeleri (Merkez İlçe Pır Ahmet ve Yaydemir Köyleri)

2.4. Veri Toplama

Çalışmanın bu aşamasında, uygulamalar sırasında kullanılacak verilerin elde edilmesi amaçlanmıştır. Toplanan veriler, gerçekleştirilen MCBS uygulamalarında altlık olarak kullanılmıştır. Kullanılan verilerin bir kısmı daha önce KTU GISLab Ar-Ge ortamında yapılan çeşitli çalışmalarla elde edilmiş olup bu veriler doğrudan çalışmaya dahil edilmiştir. Bu sayede ihtiyaç duyulan verilerin elde edilmesinde zaman tasarrufu sağlanmıştır.

MCBS uygulamalarında kullanılacak mevcut vektör yada raster veri katmanları, arazide gerçekleştirilecek adres bulma ve envanter oluşturma çalışmalarında güvenilir bir altlık oluşturmaları ve kullanıcının nerede olduğunu anlayabilmesine olanak sağlaması açısından önemlidir. Kullanılan altlıkların doğruluğu bu altlıklar üzerinde gerçekleştirilecek uygulamaların doğruluğunu doğrudan etkileyecektir.

Kullanılacak veriler için diğer önemli bir nokta da bellekte kapladıkları alandır. Uygulamada kullanılan cep bilgisayarı kişisel bilgisayarlara kıyasla sınırlı bellek alanına sahiptir. Bu nedenle çalışmaya dahil edilen verilerin format ve boyutları da önemlidir.

Aşağıda, uygulamalar sırasında kullanılan katmanlar belirtilerek, bunların hangi kaynaklardan nasıl elde edildikleri, ne amaçla kullanıldıkları açıklanmıştır. Tablo 11'de uygulamada altlık olarak kullanılan grafik veriler gösterilmiştir.

a) Bina Katmanının Oluşturulması

Trabzon kent merkezinde yapılan MCBS uygulaması için altlık olarak binaları gösteren veri katmanı kullanılmıştır. Bina veri katmanı 2001 yılında İller Bankası tarafından yaptırılan halihazır harita üzerinden elde edilmiştir. Halihazır harita üzerinde bloklar halinde bulunan bina katmanı, bölünerek kullanılabilir formata dönüştürülmüştür. Sayısallaştırılan bina katmanı verileri Arc/Info yazılımı ile topolojik yapıya kavuşturulmuş, ArcView yazılımında gerekli düzenlemeler yapılmıştır [28]. Bu grafik katman kent merkezinde, Kemer kaya Mahallesi'nde gerçekleştirilen uygulamada kullanılmıştır. Bu nedenle sadece bu mahalledeki binaları içermektedir.

b) Yol Katmanının Oluşturulması

Uygulamada cep bilgisayarı üzerinde kullanılan yol katmanı da bina katmanında olduğu gibi halihazır harita üzerinden üretilmiştir. Yol katmanı, yol orta çizgilerinin

sayısallaştırılması ile oluşturulan çizgi özellikli katmandır. Yol verisi, “cad” tabanlı yazılımlar kullanılarak sayısal ortamdaki halihazır harita verisi üzerinden elde edilmiştir. Bu veri Arc/Info yazılımı ile “çizgi-düğüm” topolojisi kurularak ArcView yazılımında işlenebilir bir yapıya dönüştürülmüştür. Yol orta çizgilerinin oluşturduğu bu katman ArcView yazılımında “convert to shape file” komutu kullanılarak gerekli düzenlemelerin yapılabileceği bir yapıya kavuşturulmuştur [28]. Yol katmanı da bina katmanı gibi Kemer kaya Mahallesinde yapılan uygulamada, cadde ve sokakların gösterimi için kullanılmıştır. Kemer kaya mahallesindeki yol verilerini içermektedir.

c) 1/25000 Ölçekli Dijital Standart Topoğrafik Haritalar (STH)

MCBS uygulamalarında vektör harita katmanları yanında raster yapıdaki görüntüleri de kullanmak mümkündür. Arazi çalışmaları yapan kurumlar incelendiğinde bu kurumların çalışmalarında temel harita altlığı olarak 1/25000 ölçekli standart topoğrafik haritalar kullandıkları anlaşılmıştır. Bu nedenle, uygulama sırasında kullanmak amacıyla tarama yoluyla sayısallaştırılmış 1/25000 ölçekli topoğrafik haritalar çalışmaya dahil edilmiştir. Bu haritalar sayısal olarak elde edildikten sonra ERDAS programında, resim koordinatlarından harita koordinatlarına dönüştürülerek TIF formatında kayıt edilmiştir. Harita koordinatlarında elde edilen bu raster katman uygulamalar sırasında altlık olarak kullanılmıştır.

d) IKONOS Uydu Görüntüsü

MCBS uygulamalarında kullanılabilecek diğer bir grafik veri kaynağı da uydu görüntüleridir. Özellikle yüksek çözünürlüklü ve güncel görüntüler veri toplama çalışması sırasında kullanıcının işini oldukça kolaylaştırır. Bu nedenle uygulamalar sırasında kullanmak amacıyla daha önce yapılan bir çalışmada kullanılan, geometrik olarak düzeltilmiş Mayıs 2003 tarihli 1m piksel çözünürlüklü (PanSharpened) IKONOS uydu görüntüsü çalışmaya dahil edilmiştir. Bu görüntü Trabzon’un güneyinde bulunan Bengisu köyü civarını göstermekte olup arazide kapladığı alanın boyutları yaklaşık 2.5x3.5 kilometredir.

Tablo 11. Uygulamada altlık olarak kullanılan grafik veriler ve özellikleri

Vektörel Veri Katmanları						
Katman İsmi	Katman Tipi	Kaynak	Öznitelik Tablosunda		Dosya Formatı	Boyut (KB)
			Alan Sayısı	Kayıt Sayısı		
Bina Yol	Poligon Çizgi	Halihazır harita	19 23	644 196	Shapefile Shapefile	429 91
Raster Görüntüler						
Katman	Arazide Gösterdiği Alan (km)		Bellekte Kapladığı Alan (MB)		Dosya Formatı	Üretim Tarihi
1/25000 ölçekli taranmış harita	10x14		65 MB		TIF	1985
IKONOS Uydu Görüntüsü	2.5x3.5		25 MB		TIF	2003

2.5. Verilerin Mobil Bilgisayara Aktarılması

Mobil uygulamalar, çalışma koşulları ve kullanılan donanımlar açısından ofiste gerçekleştirilen CBS faaliyetlerinden farklılıklar gösterir. Cep bilgisayarları gibi mobil donanımlar güçlü masaüstü bilgisayarlardan farklı olarak sınırlı ekran ve bellek alanına sahiptir. Özellikle büyük hacimli yoğun verilerin kullanımı uygulamalarda yavaşlamaya ve grafik verilerin gösteriminde karmaşıklığa sebep olur. Bunun yanında, uygulamalar sırasında farklı hava koşulları altında çalışabilmek, verinin etkili bir biçimde gösterimini gerektirir. Bu problemleri aşmak için, mobil CBS yazılım üreticileri çeşitli araçlar sunmaktadır. Masaüstü CBS yazılımlarıyla birlikte kullanılan bu araçlar sayesinde büyük bir veri grubu içinden sadece uygulama için ihtiyaç duyulan kısmı ayrılıp kullanabilmektedir. Ayrıca, masaüstü uygulamalarda olduğu gibi, lejant ve sembollerin hazırlanmasıyla verinin daha kolay anlaşılıp kullanılması sağlanmaktadır.

Uygulamalarda, bir uydu görüntüsünün yada taranmış bir paftanın tamamının kullanılması yerine, her bir arazi ekibinin çalışma bölgesini kapsayacak şekilde görüntünün parçalara ayrılarak dağıtılması daha uygun olacaktır. Aynı durum vektörel yapıdaki veri katmanları için de geçerlidir.

Bu amaçla, uygulamalara altlık olacak veriler arazide yapılacak çalışmalara başlamadan önce düzenlenmiştir. Bu işlem ArcPad yazılımıyla birlikte gelen araçların

ArcView programında kullanımıyla gerçekleştirilmiştir. Şekil 10'da ArcView 3.2 çalıştırıldığında ekrana getirilen ArcPad araç çubuğu gösterilmektedir. ArcPad araç çubuğu kullanılarak projede bulunan tüm katmanlar tek bir dosya içerisine otomatik olarak kayıt edilerek verilerin kolay bir şekilde mobil bilgisayara aktarımı sağlanabilir. Bunun yanında, harita katmanları için lejant ve semboller hazırlanarak uygulamalarda verinin daha etkili şekilde gösterimi sağlanabilir. ArcPad araç çubuğunun diğer bir fonksiyonu da raster verileri coğrafi referanslı olarak daha küçük boyutlu dosyalar şeklinde kullanmaya olanak sağlamasıdır.



Şekil 10. ArcView yazılımında ArcPad araç çubuğunun gösterilmesi

Çalışmanın veri toplama bölümünde verilen Tablo 11'de, kullanılacak mevcut veriler gösterilmiştir. Bu tablo incelendiğinde raster verilerin boyutlarının çok büyük oldukları görünür. Bu nedenle, IKONOS uydu görüntüsü ve 1/25000 ölçekli taranmış haritanın sadece çalışmada kullanılacak kısımları ayrı dosyalar olarak kaydedilmiştir. Böylece verinin bellekte daha az alan kaplaması sağlanmıştır. Tablo 12'de düzenleme sonrası elde edilen verilere ait bilgiler yer almaktadır.

Tablo 12. MCBS'ye uyarlama öncesi ve sonrasında verilere ait özellikler

	Önce		Sonra	
	IKONOS Uydu Görüntüsü	1/25000 ölçekli taranmış harita	IKONOS Uydu Görüntüsü	1/25000 ölçekli taranmış harita
Dosya Formatı	TIF	TIF	JPG	JPG
Boyut	25 MB	65 MB	1.67 MB	861 KB
Arazide kapladığı alan	2.5x3.5 km	10x14 km	1.2x1.7 km	1.5x1.0 km

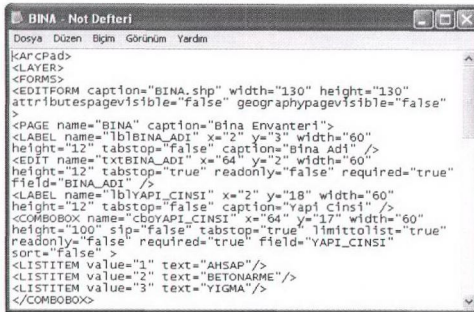
2.6. Uygulamada Kullanılacak Özel Arayüzlerin Tasarımı

2.6.1. Form Tasarımı

Yapılan uygulamalar sırasında ArcPad yazılımı kullanılmıştır. ArcPad yazılımında veriler, eğer önceden bir form oluşturulmamış ise, doğrudan “.dbf” dosya uzantılı tablolar üzerinde toplanmaktadır. Benzer şekilde, verilerin gösterimi ve düzenlenmesi (edit) işlemleri de bu tablolarla yapılır. Bununla birlikte, farklı alanlardaki MCBS uygulamalarında kullanıcı formlarının oluşturulması çalışmalarındaki verimliliği artıracaktır.

Uygulamalar için geliştirilen arayüzler sayesinde kullanıcı topladığı veriyi, daha kolay anlayabileceği formlar üzerinden veri tabanına aktarır. Bunun yanında, açılır liste kutusu, kontrol kutusu, otomatik metin, tarih gibi özelliklerin kullanılmasıyla veri toplama işlemi daha süratli bir şekilde yapılır. Veri girilmesi zorunlu alanlar tanımlanarak bu alanlara bilgi girilmediğinde programın kullanıcıyı uyarması sağlanabilir. Bu sayede veri kaybı olmaz ve veri toplama kalitesi artar. Bunlara ilave olarak programın kullanımı daha kolay ve anlaşılır olur. Dolayısıyla uygulamalar için harcanan zaman azalır, verimlilik artar.

ArcPad 6.0.3 programı için arayüzler, ArcPad Studio yazılımındaki Form Editor kullanılarak geliştirilmektedir. Tasarlanan formlar .apl uzantılı dosyalar olarak saklanır. Ayrıca, bir metin editörü kullanarak bu dosyaları açmak mümkündür. Şekil 11’de uygulama için oluşturulan bir apl dosyasının içeriği görülmektedir.



Şekil 11. Uygulamada bina katmanı için tasarlanan bir form makro dosyasının içeriği

Bu sayede formun görünümü, nesnelerin formlar üzerindeki yerleri ve veri toplamayla ilgili kurallar tanımlanabilir veya değiştirilebilir.

Form tasarımı yapabilmek için öncelikle, uygulamalarda kullanılacak veri tablolarının oluşturulması gerekmektedir. Daha sonra bu tablolardaki alanlar ve toplanacak veriler dikkate alınarak gerekli form nesneleri seçilir. Tablo 13’de uygulamalar için oluşturulan veri tabloları, içerdikleri alanlar ve bu alanlar için kullanılan form nesneleri verilmiştir.

Tablo 13. Uygulamalar için oluşturulan veri tabloları

Tablo Adı	Alanlar	Alacağı değerler	Form Nesnesi
BINA	BINA_ADİ	Bina adı	Metin Kutusu
	YAPI_CINSI	Yapı cinsi	Liste Kutusu
	KULLANIM_T	Kullanım türü	Metin Kutusu
	KAPI_NUMAR	Kapı numarası	Metin Kutusu
	MAHALLE	Mahalle isimleri	Liste Kutusu
	CADDE	Cadde isimleri	Liste Kutusu
	NOT	Açıklama	Metin Kutusu
	KAT_ADEDİ	Kat sayısı	Metin Kutusu
	DIS_CEPHE	Dış cephe türü	Liste Kutusu
	CATI_KATI	Çatı katı (Var/Yok)	Kontrol kutusu
	TARİH	Veri toplama tarihi	Tarih
ENVANTER	MAHALLE	Mahalle adı	Liste kutusu
	CADDE	Cadde adı	Liste kutusu
	CINSI	Detay Türü	Metin kutusu
	KUL_TURU	Kullanım şekli	Metin kutusu
	ADI	İşyeri adı	Metin kutusu
	TARİH	Veri toplama tarihi	Tarih
YOL	İL	İl adı	Liste kutusu
	İLCE	İlçe adı	Liste kutusu
	KOY	Köy adı	Metin kutusu
	YOL_ADİ	Yol adı	Metin kutusu
	KAPLAMA	Kaplama türü	Liste kutusu
	TARİH	Veri toplama tarihi	Tarih
KIRSAL_ALAN	İL	İl adı	Liste kutusu
	İLCE	İlçe adı	Liste kutusu
	KOY	Köy adı	Metin kutusu
	CINSI	Detay türü	Liste kutusu
	ADI	Detay Adı	Metin kutusu
	TARİH	Veri toplama tarihi	Tarih
	NOT	Açıklama	Metin kutusu

Tablo 13'ün devamı

TARIM_ARAZI	İL	İl adı	Liste kutusu
	İLCE	İlçe adı	Liste kutusu
	KOY	Köy adı	Metin kutusu
	ARAZI_TURU	Arazi türü	Liste kutusu
	URUN	Yetiştirilen ürün	Liste kutusu
	ALAN	Alan	Metin kutusu
	MALIK	Sahibi	Metin kutusu
	NOT	Açıklama	Metin kutusu
	TARİH	Veri toplama tarihi	Metin kutusu
	DENETIMCI	Denetimi yapan	Metin kutusu

Formlar hazırlandıktan sonra, arazide gerçekleştirilecek uygulamalarda kullanılmak üzere cep bilgisayarına aktarılır. Şekil 12'de uygulamalar sırasında kullanılan form örnekleri gösterilmiştir.

2.6.2. Araç Çubuğu Arayüzü Hazırlama

ArcPad yazılımı kolay bir kullanım sağlayacak şekilde tasarlanmıştır. Bununla birlikte, kullanıcılar programda kendi önceliklerini yansıtacak değişiklikler yapabilirler. Kullanıcıya özel değişiklikler yapmanın bir yöntemi de yeni araç çubukları geliştirmektir. Bu sayede kullanıcı çalışmasında yararlanacağı, farklı menüler altında bulunan komutlara bir araç çubuğu üzerinden kolaylıkla erişebilir.

ArcPad yazılımı üç standart araç çubuğu sunmaktadır. Bunlardan ilki, katman ekleme, dosya açma ve dosya saklama gibi temel işlemlerin yapıldığı ana araç çubuğudur. İkincisi, harita büyütme, küçültme, kaydırma, obje bulma işlemlerinin yapıldığı araç çubuğu sonuncusu ise, GPS kullanarak veya kalemle yapılan veri toplama ve düzenleme, özellik sorgulama işlemlerinin gerçekleştirildiği edit araç çubuğudur. Bu araç çubuklarının her biri ayrıca birçok alt menüye sahiptir. Özellikle arazide gerçekleştirilen çalışmalarda gerekli komutlara bu menüler üzerinden erişmek kullanıcı için zor ve zaman alıcıdır.

ArcPad programında, daha verimli bir kullanım için araç çubuklarıyla gerçekleştirilebilecek işlemler üç gruba ayrılabilir. Bunlardan birincisi, mevcut araç çubuklarından ihtiyaç duyulmayanları kapatmaktır. Böylece özellikle ekran alanının sınırlı olduğu cep bilgisayarı gibi donanımlarda harita alanının gösterimi için daha fazla yer sağlanabilir.

BINA.SHP

SAYFA 1 SAYFA 2

MAHALLE: KEMERKAYA

CADDE: MARAS

BINA ADI: ZIRAAT

YAPI_CINSI: BETONARME

KULLANIM TURU: BANKA

Tamam İptal

BINA.SHP

SAYFA 1 SAYFA 2

KAPI NO: 32

KAT ADETI: 3

DIS CEPHE: TAS

☐ CATI KATI

NOT:

TARİH: 07.03.2005

Tamam İptal

ENVANTER.SHP

isyeri_envanteri

MAHALLE: KEMERKAYA

CADDE: MARAS

CINSI: TURİZM

KULLANIM TURU: OTEL

ADI: ZORLU GRAND

TARİH: 07.03.2005

Tamam İptal

tarim_arazi.shp

SAYFA 1 SAYFA 2

İL: TRABZON

İLCE: MERKEZ

KÖY: KISARNA

SINIF: DİKİLİ TARIM ARAZ

URUN: FINDIK

Tamam İptal

tarim_arazi.shp

SAYFA 2 Attributes

ALAN: 19434.642

MALİK: HASAN YILMAZ

NOT:

TARİH: 16.04.2005

DENETİMCİ: FATİH DONER

Tamam İptal

kirsal.shp

Detay Bilgileri

İL: GUMUSHANE

İLCE: TORUL

KÖY: İKİSU

CINSI: TURİZM

ADI: KARACA MAGRAŞI

TARİH: 19.04.2005

NOT:

Tamam İptal

yol.shp

Yol Bilgileri

İL: GUMUSHANE

İLCE: TORUL

KÖY: İKİSU

YOL ADI: D-885

Kaplama: ASFALT

TARİH: 19.04.2005

Tamam İptal

Şekil 12. MCBS uygulamaları için hazırlanan kullanıcı form örnekleri

İkinci yaklaşım, farklı araç çubuklarında yer alan komutlara erişmek için yeni bir araç çubuğunun oluşturulmasıdır. Bu sayede kullanıcının uygulamalar sırasında harcadığı zaman azaltılarak çalışmaların verimliliği artırılır. Üçüncü yaklaşımda ise, çeşitli görev ve hesaplamaları tek seferde yapacak butonların tasarlanan araç çubuğu üzerine yerleştirilmesi söz konusudur. Burada, hazırlanan VBScript'ler ile bağlantı sağlanarak, belli bir çalışmaya yönelik özel uygulamalar geliştirilir. Örneğin, çalışma için kullanılacak katmanların ve kullanıcı formlarının otomatik olarak oluşturulması, çeşitli hesaplamaların yapılarak veri tablolarının otomatik olarak doldurulması sağlanabilir.

Uygulamada, tarım arazilerine ait veri toplama çalışmalarında kullanmak amacıyla bir araç çubuğu hazırlanmıştır (Şekil 13). ArcPad için araç çubuğu geliştirme işlemi ArcPad Studio isimli yazılımda gerçekleştirilir. Bunun yanında, ilgili dosyalar bir metin editöründe açılarak da uygulama geliştirmek mümkündür. Uygulama sırasında oluşturulan araç çubuğu, ArcPad yazılımının üreticisi olan ESRI'nin internet sitesinde bulunan çeşitli örneklerin uygulamaya uyarlanmasıyla elde edilmiştir. Hazırlanan dosyalar ArcPad programının yüklü olduğu dizindeki Applets isimli klasörün içine kaydedilmiştir. Yazılım her çalıştırıldığında bu klasörün içeriğini kontrol ederek tasarlanan araç çubuklarını yüklemektedir.



Şekil 13. Uygulama için tasarlanan araç çubuğu arayüzü

Program çalıştırıldığında ekrana getirilen araç çubuğu üzerinde üç buton yer almaktadır. Bunlardan resimli olanına cep bilgisayarının kalemıyla tıklanıldığında açılan diyalog kutusuyla, kullanıcıdan oluşturulacak yeni vektör katman için bellekte bir yer belirtmesi istenir. Tarım arazilerine ait bilgileri içeren bu katmanın veri tablosu Tablo 13'de verilmiştir. Otomatik olarak oluşturulan bu katman sayesinde kullanıcının yeni bir çalışma için kendisinin katman tanımlamasına gerek kalmamaktadır. Bunun yanında, veri toplama çalışmalarında kullanılacak form da program tarafında kullanıcının belirttiği yere aynı dosya ismiyle kopyalanır.

Araç çubuğu üzerinde gözüken diğer iki buton ise, veri toplama işlemleri sırasında kullanılmaktadır. Bunlardan  şeklinde olanı bir altlık üzerinden sayısallaştırılarak veri toplamayı diğeri ise GPS alıcısıyla veri toplamada kullanılır. Uygulama sırasında, tarım arazilerine ait sadece poligon yapıdaki veriler toplanacağından, araç çubuğuna diğer veri toplama şekilleriyle ilgili (nokta ve çizgi) butonlar eklenmemiştir.

2.6.3. Uygulamaya Özel Script Hazırlanması

Uygulama için toplanması gereken veriler arasında tarım arazilerinin yüzölçümleri de yer almaktadır. Çalışmanın bu aşamasında, arazi alanlarının uygulama sırasında otomatik olarak hesaplatılarak tablosundaki ilgili alana yazdırılması amaçlanmıştır. Böylece, geleneksel olarak uygulama sonrasında yapılan bu işlem veri toplama aşamasında tamamlanarak, harcanacak zaman tasarruf edilmiştir. Bu bağlamda, bir script hazırlanarak uygulama sırasında kullanılmıştır. Script, bir uygulama programı için genellikle bu programın söz dizimi (syntax) içinde yazılan bir komutlar grubudur [URL-12]. ArcPad yazılımını Microsoft'un VBScript dilini desteklemektedir. Hazırlanan script ArcPad yazılımının yüklü olduğu dizinde, sistem klasöründeki dosya içerisine kaydedilmiştir. Veri toplanan katmana her yeni kayıt eklendiğinde veya, mevcut poligonun şekli değiştirildiğinde, program .dbf tablosunda "ALAN" isminde bir sütun arar ve hesapladığı poligon alanını bu sütuna yazar. Şekil 13'de görülen tarım arazisine ait bilgiler kullanıcı formuna girilirken, "ALAN" kısmı otomatik olarak program tarafından doldurulmaktadır (Şekil 14).

tarim_arazi.shp

SAYFA 2 Attributes

ALAN 17157.82

MALIK HASAN YANIK

NOT

TARİH 30.04.2005

DENETİMCİ FATİH DÖNER

Tamam İptal

Şekil 14. ArcPad programında otomatik olarak doldurulan arazi yüzölçümü alanı

2.7. ArcPad ve GPS Entegrasyonun Sağlanması

ArcPad yazılımının GPS alıcısıyla entegre edilerek veri alışverişinin doğru bir şekilde sağlanması için yapılması gereken bazı ön işlemler bulunmaktadır. Bunlar; uygun iletişim protokolünün belirlenmesi, kablo bağlantılarının yapılması, alıcının konfigürasyonu ve kullanılacak projeksiyonun ve datumun seçilmesidir.

a) İletişim Protokolünün Belirlenmesi

GPS alıcılarından veri almak için kullanılan çeşitli iletişim protokolleri vardır. ArcPad yazılımı NMEA (National Marine Electronics Association), TSIP (Trimble Standart Interface Protocol) ve Delorme Earthmate olmak üzere üç iletişim protokolünü destekler. Bu protokollerden herhangi birini destekleyen her GPS alıcısı eğer bağlantı ayarları gereği gibi yapılmışsa ArcPad'le çalışır.

GPS alıcılarının büyük bir çoğunluğu NMEA protokolünü desteklemektedir. Bu standart ilk olarak 1983 yılının Mart ayında NMEA 0183 olarak tanımlanmıştır. NMEA standardı, veri aktarımında kullanılan cümleleri tanımlar. Bu cümleler ASCII formatındaki metinlerden oluşur ve aşağıda tarif edilen yapıdadır.

- Cümle her zaman \$ karakteriyle başlar
- Sonraki iki karakter veri gönderen sistemi tanımlar (örneğin GPS için GP)
- Sonraki üç karakter cümleyi tanımlar (örneğin GPS fix verisi için GGA)
- Cümleyle ilgili veri içeren alanlar virgülle ayrılır

Bu şekilde tanımlanan cümleler sayesinde yazılımlar, farklı üreticiler tarafından geliştirilen GPS alıcılarının gönderdikleri verileri işleyerek gerekli değerleri hesaplar ve kayıt eder. Aşağıda GPS alıcısından alınan örnek bir NMEA cümlesi bulunmaktadır.

\$GPGGA,121505,4807.038,N,01131.324,E,1,08,0.9,133.4,M,46.9,M,,*42

Bu cümlede “121505” kısmı konum belirlendiği andaki UTC zamanını, takip eden alanlar ise sırasıyla; derece ve dakika biriminde enlem ve boylam değerlerini, görünen uyudu sayısını, HDOP değerini, yüksekliği, yükseklik birimini, elipsoidal yükseklik farkını ve bu yükseklik farkının birimini ifade etmektedir.

b) GPS Alıcısıyla Bağlantı Kurma

GPS ile ArcPad’ın kullanıldığı mobil bilgisayar arasındaki bağlantıyı kurmak için öncelikle hangi kablo, adaptör ve dönüştürücülere gerek olduğu belirlenmelidir. Gerekli kablo ve dönüştürücülerle bağlantı sağlandıktan sonra alıcıdaki ve yazılımdaki konfigürasyon ayarları yapılır.

Farklı GPS alıcısı ve mobil cihazların kendilerine özgü port ve seri kablo özellikleri vardır. Özellikle cep bilgisayarları ve el GPS alıcıları için kullanılan bağlantı araçları çok çeşitlidir. Bununla birlikte çoğunlukla, GPS alıcısına bağlanacak bir seri kabloya, mobil bilgisayara bağlanacak bir seri kabloya, bir dönüştürücüye ve bir adaptöre ihtiyaç duyulur. Son yıllarda özellikle cep bilgisayarları için geliştirilen entegre GPS alıcıları kullanılarak herhangi bir kabloya gerek olmadan da bağlantı kurmak mümkündür.

Cep bilgisayarları standart olmayan portlara sahip olduklarından kendileri için özel tasarlanan seri kabloları kullanarak bir GPS alıcısıyla bağlantı kurarlar. Diğer mobil donanımlar ve kişisel bilgisayarlar ise standart 9 pinli bir seri kablo kullanarak GPS alıcısına bağlanır. Uygulamada Compaq IPAQ 3600 markalı bir cep bilgisayarı kullanıldığından bu cihaza uygun kablo temin edilerek uygulamalar gerçekleştirilmiştir.

c) GPS Alıcısı Konfigürasyonu

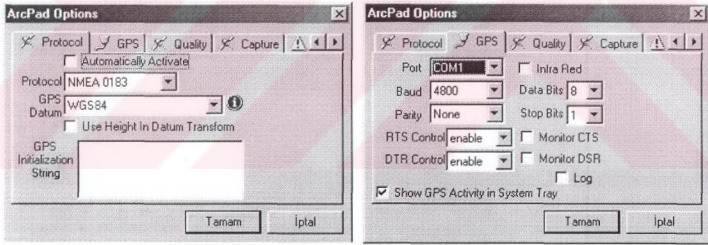
Birçok GPS alıcısında başlangıç ayarları dışarıya GPS verisi göndermeyecek şekilde düzenlenmiştir. Bu nedenle alıcının ayarlarının veri gönderecek şekilde yapılması gerekir. Veri gönderme büyük çoğunlukla NMEA protokol üzerinden yapılır. Bazı GPS alıcılarında NMEA standardının birden çok versiyonu desteklenir. Bu durumda ArcPad’le bağlantı kurabilmek için en son versiyonun seçilmesi gereklidir.

Bunlara ilave olarak GPS alıcısı için doğru iletişim parametrelerinin tespit edilmesi gerekir. Bu parametreler; veri iletim hızı (baud rate), eşlik (parity), veri bitleri (data bits) ve dur bitleri (stop bits) şeklindedir. Bu parametreler ArcPad yazılımı içindeki ayarlamaların yapılmasında kullanılır.

Uygulamada kullanılan Magellan SporTrack GPS alıcısı için yapılan ayarlar, gerekli NMEA protokolün seçilmesi (NMEA V2.1 GSA) ve veri iletim hızının 4800 baud olarak ayarlanması şeklinde gerçekleştirilmiştir.

d) ArcPad Yazılımında GPS Ayarlarının Yapılması

GPS alıcısını aktif hale getirmeden önce ArcPad'deki iletişim parametrelerinin GPS alıcısındaki parametrelerle eşleşecek şekilde ayarlanması gerekir. ArcPad programı içerisinde yapılması gereken ayarları içeren iki sayfa bulunmaktadır. Bunlardan biri iletişim protokolünün seçildiği sayfa diğeri de iletişim parametrelerinin tanımlandığı sayfadır. Şekil 15'de uygulamada ArcPad programında yapılan iletişim protokolü ve GPS iletişim parametreleri ayarlarını göstermektedir.



Şekil 15. ArcPad yazılımında iletişim protokolü ve iletişim parametreleri ayarları

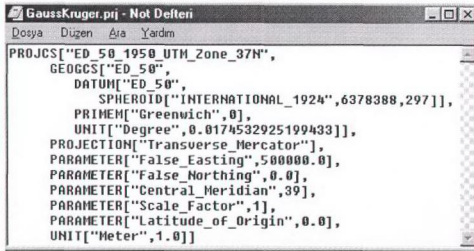
Uygulamalarda GPS alıcısıyla ArcPad arasındaki bağlantıyı kurmada karşılaşılan sorunlar genellikle alıcıda ve programda doğru ayarların yapılmamasından veya doğru bağlantı kablosunun kullanılmamasından ileri gelir. Bu nedenle, kaynak olması açısından, Ek Tablo 2'de farklı üreticilerin GPS alıcıları için alıcıda ve programda yapılması gereken ayarlamalar ve kullanılması gereken bağlantı kabloları verilmiştir.

e) Projeksiyon Sistemi ve Datumun Seçilmesi

ArcPad programı, seçilen datum ve tanımlanan projeksiyon sistemi parametrelerini kullanarak GPS alıcısından elde ettiği koordinatları kullanıcının tanımladığı sisteme dönüştürür. Tanımlamaların doğru bir şekilde yapılması toplanacak verilerin farklı çalışmalarda kullanılabilmesi açısından önemlidir. Aksi halde veri toplama işleminden sonra farklı sistemler arasında dönüşüm yapmak gerekli olacaktır. Benzer şekilde, uygulamalar sırasında tanımlanan koordinat sisteminin altlık olarak kullanılan verilerin koordinat sistemleri ile uyumlu olması gerekir. Bu hususa dikkat edilmediği takdirde, uygulamalarda program tarafından hesaplanıp altlık üzerinde işaretlenen konum hatalı olacak ve kullanıcıyı yanıltacaktır.

ArcPad yazılımı coğrafi koordinat sistemini, silindirik projeksiyonu, stereografik projeksiyonu ve Transverse Mercator (Gauss Krüger) projeksiyonunu desteklemektedir. Projeksiyon sistemiyle ilgili tanımlamalar .prj uzantılı dosyalarda saklanmaktadır. Birçok hazır .prj dosyası programın sistem klasöründe yer almaktadır. Bunun yanında kullanıcı kendi dosyasını hazırlayabilir veya mevcut olanları kullanabilir. Bunun yanında, sistem klasörü içinde bulunan bir dosyada 250'den fazla datuma ait tanımlamalar yer almaktadır.

Gerçekleştirilen uygulamalardan birinde, mevcut altlıkla uyum sağlamak amacıyla kullanılan ve ArcPad'te hazır olarak bulunmayan bir .prj dosyası oluşturulmuştur. Bu dosya 3 derece dilim genişlikli Gauss-Krüger koordinat sistemini ve kullanılan datumu tanımlamaktadır. Bu dosyanın içeriğine ait bilgiler Şekil 16'da görülmektedir.



Şekil 16. Koordinat sistemi tanımlamak için oluşturulan dosya

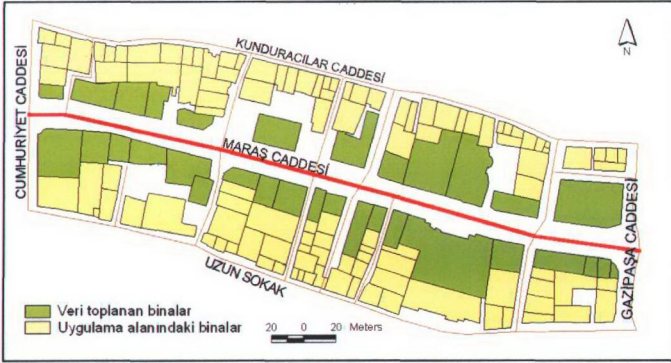
2.8. MCBS Uygulamaları: Örnek Çalışmalar

Çalışmanın bu aşamasında, çeşitli uygulamalar üzerinde sistemin test edilerek MCBS'nin uygulanabilirliğinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Uygulamalar seçilirken nokta, çizgi ve poligon yapıdaki grafik verilerle bunlara ait öznitelik bilgilerinin hem raster ve vektör altlıklar üzerinde hem de GPS entegrasyonu ile toplanması amaçlanmıştır. Bu amaçla dört farklı uygulama gerçekleştirilmiştir. Uygulama-1'de, Kent Bilgi Sistemleri (KBS) ve Adres Bilgi Sistemleri (ABS) için ihtiyaç duyulan bilgilerin kent merkezinde seçilen bir cadde boyunca toplanması hedeflenmiştir. Uygulama-2'de, tarım arazilerine ait bilgilerin IKONOS uydu görüntüsü altlık olarak kullanılarak, arazide toplanması amaçlanmıştır. Uygulama-3'de, tarım arazilerine ait bilgiler bu kez GPS alıcısıyla toplanmıştır. Uygulama-4'de, bir köy yolu güzergahının, yol boyunca olan sanat yapılarının ve köydeki çeşitli yapılara ait bilgilerin CBS+GPS entegrasyonu ile elde edilmesi hedeflenmiştir.

2.8.1. Uygulama-1: Kentsel Alanlarda Binalara Ait Verilerinin Vektör Tabanlı Altlık Üzerinde Toplanması

Kent Bilgi Sistemleri (KBS) ve Adres Bilgi Sistemleri (ABS) uygulamalarını hayata geçirebilmek için arazide veri toplama çalışmalarının yapılması veya verilerin güncellenmesi kaçınılmazdır. Bina ve yol katmanı gibi grafik veriler haritalardan veya yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerinden elde edilebilse de, binalara ait kat adeti, kapı numarası, daire sayısı gibi bilgilerin veya iş yerlerine ait kullanım özellikleri bilgilerinin yerinde yapılan çalışmalarla elde edilmesi/güncellenmesi gerekmektedir. Verilerin sağlıklı bir şekilde toplanması sonradan yapılacak envanter çıkarma ve adres bulma çalışmalarında kullanılabilecek güvenilir bir referans altlığın oluşturulması açısından önemlidir.

Uygulama bölgesi olarak Trabzon-Kemerkaya mahallesinde, Maraş caddesinin Gazipaşa ve Cumhuriyet caddeleriyle kesişen yaklaşık 400 metre uzunluktaki kısmı seçilmiştir (Şekil 17). Çalışma bölgesini içeren bina katmanı ve oluşturulan kullanıcı formları cep bilgisayarına aktararak caddenin her iki yanında bulunan bina ve işyerlerine ait bilgiler bu MCBS uygulamasıyla toplanmıştır.

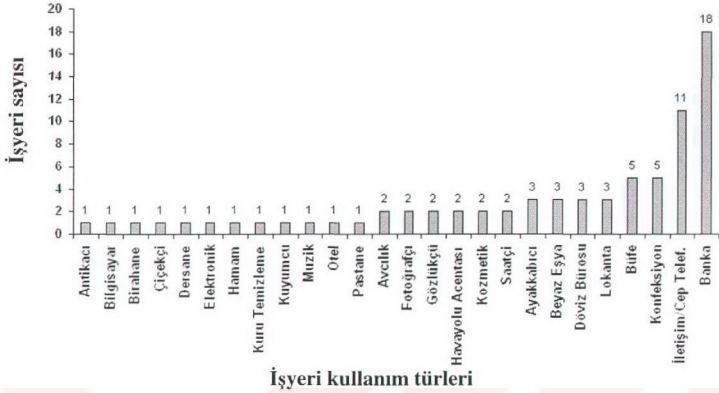


Şekil 17. Uygulama-1 için seçilen çalışma alanı

Çalışma yaklaşık 2 saatlik bir sürede tamamlanarak, Marş caddesi üzerinde bulunan 32 bina ve 79 işyerine ait bilgiler bu süre içerisinde yerinde toplanmıştır. Veriler shape formatındaki bina katmanı üzerinde toplanmış olup uygulamada GPS alıcısından konumsal veri elde etmek amacıyla değil yalnızca mevcut konumun altlık üzerinde gösterilmesinde yararlanılmıştır. Öznitelik verileri uygulama için hazırlanan formlar aracılığı ile doğrudan veri tablolarına aktarılmış dolayısıyla veri toplamayla ilgili bütün işlem arazide iken tamamlanmıştır.

Uygulama-1 tamamlandıktan sonra dijital yapıdaki veriler, birkaç dakika içinde, cep bilgisayarındaki dosyaların masaüstü bilgisayara kopyalanmasıyla kullanıma hazır hale getirilmiştir. Böylece geleneksel yöntemlerde verilerin okunarak klavyeden veri tabanına aktarılması için harcanan süre doğrudan tasarruf edilmiştir.

Uygulama-1 için seçilen alan kent merkezinde bulunan ve işyerlerinin yoğun olarak yer aldığı bir bölgedir. Şekil 18’de toplanan işyeri verilerinin kullanım türlerine göre dağılımları verilmiştir.



Şekil 18. Uygulama alanındaki işyerlerinin kullanım türlerine göre dağılımları

2.8.2. Uygulama-2: IKONOS Uydu Görüntüsünün Tarımsal Arazi Bilgileri ile Zenginleştirilmesi

Yapılacak uygulamaların belirlenmesi aşamasında, çeşitli kamu kurumlarıyla görüşülerek bu kurumların arazide gerçekleştirdikleri veri toplama faaliyetli araştırılmıştır. İncelenen kurumlardan biri de Tarım Bakanlığı'na bağlı Trabzon Tarım İl Müdürlüğü'dür. Müdürlükçe, Sorunlu Tarım Arazilerinin Tespiti ve İyileştirilmesi (STATİP) ve Doğrudan Gelir Desteği (DGD) çalışmaları kapsamında; tarım arazilerini belli standartlara göre kategorize etmek, niteliklerini belirlemek, tarım yapılan arazi parsellerinin korunması ve desteklemelerin yapılabilmesi amacıyla arazide veri toplama faaliyetleri yürütülmektedir.

Mevcut uygulama yöntemi incelendiğinde, verilerin arazide kağıt paftalar üzerine işaretlenerek toplandığı görülmüştür. Arazi çalışmaları tamamlandığında, toplanan grafik veriler sayısallaştırılmış altlıklar üzerinde bilgisayarda yeniden çizilmekte, öznetelik bilgileri de elle CBS yazılımı veri tabanına girilmektedir. Arazi çalışmalarında GPS kullanılmakla birlikte bir CBS+GPS entegrasyonu sağlanamadığından GPS ile toplanan konum bilgileri elle CBS ortamına aktarılmaktadır. Arazilere ait alan hesaplamaları ayrıca yapılarak veri tabanına girilmektedir. Tekrarlı olarak yapılan işlemler ve tam bir entegrasyonun sağlanamaması çalışmaların planlanan vaktinde bitirilememesine, arazide uzun zaman harcanmasına, görevli ekiplerin ulaşım, baskı ve iletişim masraflarının artmasına neden olmaktadır. Nitekim, 2002 yılında başlatılıp 2004 yılı içinde ülke

genelinde tamamlanması hedeflenen STATIP projesi verilerin toplanamaması nedeniyle henüz bitirilememiştir.

Veri toplamada kullanılacak uydu görüntüsü cep bilgisayarına yüklenerek uygulama-2'ye başlanmıştır. Cep bilgisayarı ile uygulama alanında dolaşarak tarım arazileri uydu görüntüsü üzerinden sayısallaştırılmıştır. Hazırlanan kullanıcı formlarıyla öznitelik bilgileri aynı anda toplanmıştır. Bunun yanında, arazilerin alan bilgileri de hazırlanan script (kısa program) ile uygulama sırasında hesaplatılarak veri tablosuna otomatik olarak yazdırılmıştır (Şekil 19).

Şekil 19 a'da uydu görüntüsü üzerinde kalem (stylus) kullanılarak sayısallaştırılan tarım arazisi gözükmektedir. Sayısallaştırma işlemi tamamlandığında, uygulama-2 için hazırlanan araç çubuğundaki (Mobil Tarım Uygulaması) poligon ikonuna tıklanınca Şekil 19 b ve Şekil 19 c'de gözüken kullanıcı formları ekrana getirilir. Bu formlara uydu görüntüsü üzerinden sayısallaştırılan araziye ait öznitelik bilgileri girilir. Şekil 19 c'de gözüken alan isimli kısım program tarafından otomatik olarak doldurulmaktadır.

Yaklaşık 210 dönümlük tarım arazisi ve bunlara ait bilgiler 2 saat 15 dakikalık bir sürede elde edilerek uygulama-2 tamamlanmıştır. Toplanan tüm veriler dijital yapıda olduğundan ofise döndüğünde herhangi bir dönüşüm yada ilave hesaplama gereksizdir.

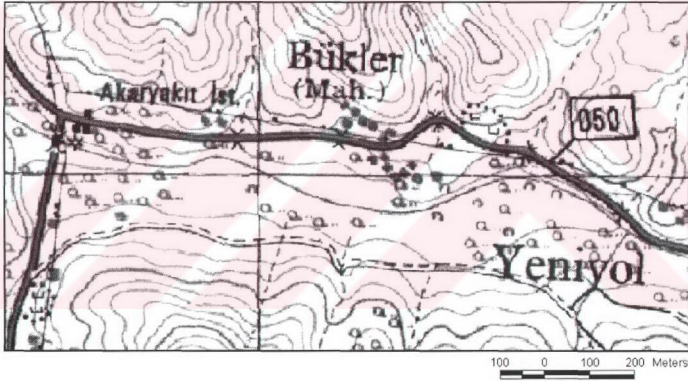


Şekil 19. Uygulama-2 ile toplanan veriler için arayüz örnekleri: a) İKONOS uydu görüntüsü üzerinde sayısallaştırılan tarım arazisini gösteren ArcPad yazılımı arayüzü, b) ve c) Tarım arazisine ait öznitelik bilgilerinin girildiği veri tabanı arayüzleri

2.8.3. Uygulama-3: 1/25000 ölçekli Standart Topoğrafik Haritanın Tarımsal Alan Açısından GPS Alıcısı Kullanılarak Güncellenmesi

Trabzon Tarım İl Müdürlüğü tarafından arazide gerçekleştirilen veri toplama çalışmalarında çoğunlukla 1:25000 ölçekli kağıt haritalardan yararlanılmaktadır. Bunun yanında, kadastro yapılmamış yerlerde DGD çalışmaları kapsamında desteklenecek araziler tespit edilirken el GPS alıcısı kullanılmaktadır. Uygulama-3’de, tarım arazilerine ait bilgilerin hem 1:25000 ölçekli dijital topoğrafik harita altlık olarak kullanılarak hem de GPS entegrasyonu sağlanarak cep bilgisayarı üzerinde ArcPad programıyla toplanması amaçlanmıştır.

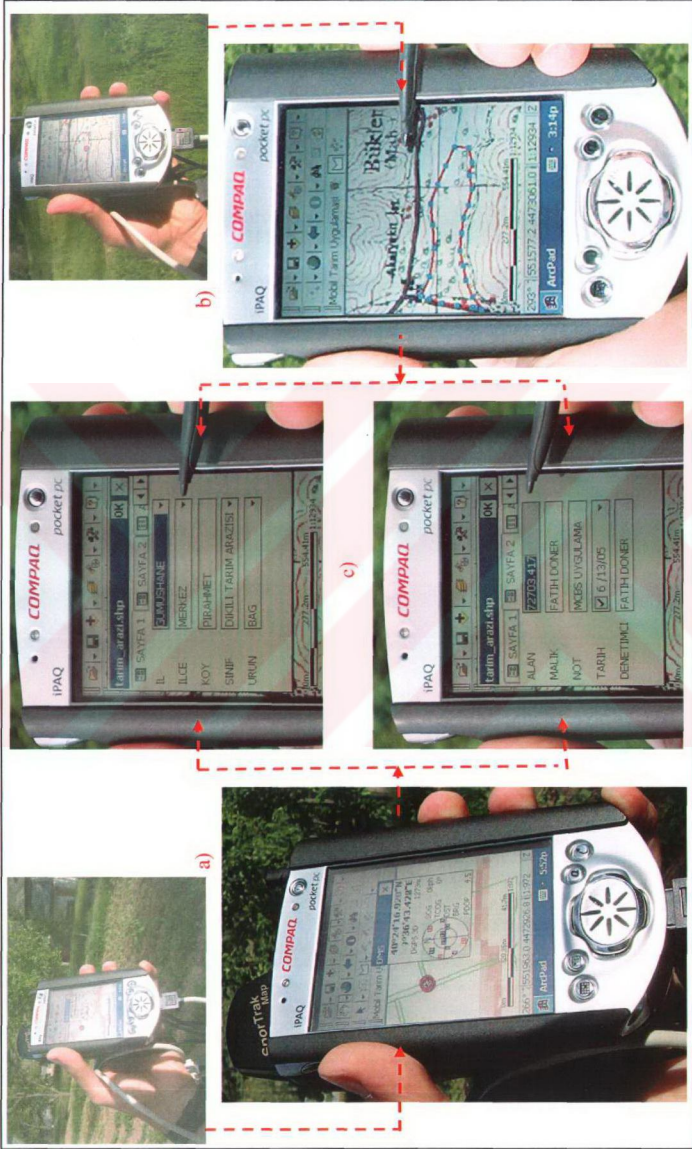
Uygulama bölgesi olarak Gümüşhane ili Merkez İlçe’ye bağlı Pirahmet Köyü’nün Bükler Mahallesi seçilmiştir (Şekil 20).



Şekil 20. Uygulama-3 için seçilen çalışma bölgesi

Şekil 20’deki ST haritada gözüken akarsu ile güneydeki yol (siyah kesikli çizgi) arasında kalan alanlar tarım arazileridir. Bu alanlar yerinde görülerek cep bilgisayarı üzerinde sayısallaştırılmıştır (Şekil 21 b). Bunun yanında 12 adet tarım arazisinin sınırları, cep bilgisayarına entegre edilen GPS alıcısıyla dolaşarak elde edilmiştir (Şekil 21 a).

Yaklaşık 110 dönüm tarım arazisi ve bunlara ait bilgiler 1.5 saatlik bir sürede toplanarak Uygulama-3 tamamlanmıştır.



Şekil 21. Uygulama-3 sırasında, a) GPS entegrasyonuyla, b) 1/25000 ölçekli dijital harita altlık kullanılarak elde edilen tarım arazilerine ait grafik veriler, c) tarım arazilerine ait öznelitik bilgilerinin toplanmasında kullanılan veritabanı arayüzleri

2.8.4. Uygulama-4: Kırsal Yerleşim Alanları ve Köy Yollarına Ait Temel Verilerin Toplanması

Süreklilik özelliği gösteren güzergah verilerinin geleneksel yöntemlerle toplanması oldukça maliyetli ve zaman alıcıdır. Köy bazında, çeşitli kurumların ihtiyaç duydukları güzergah ve yerleşim alanlarına ait konumsal veriler genellikle 1/25000 ölçekli topoğrafik haritalardan elde edilmektedir. Fakat, bu haritaların ülke genelinde güncellenmeleri uzun zaman almaktadır. Bu anlamda, hareket halindeki bir araçta GPS alıcısı kullanılarak yol güzergahının algılanması geleneksel uygulamalara bir alternatif oluşturmaktadır. Bunun yanında, çeşitli uygulamalar için ihtiyaç duyulacak doğal kaynaklar, yerleşim alanları, sanat yapıları, tarihi eserler, turistik tesisler gibi detaylara ait konumsal veriler de GPS ile arazide elde edilebilir [29].

Uygulama bölgesi olarak Gümüşhane İli Merkez İlçe'ye bağlı Yaydemir Köyü seçilmiştir. Köy ulaşım yolu ve yol boyunca bulunan çeşitli detaylara ait verilerin bir MCBS uygulamasıyla elde edilmesi amaçlanmıştır. Yol güzergahı, el GPS alıcısı, cep bilgisayar ve ArcPad programının hareket halindeki bir araçta kullanımıyla elde edilmiştir (Şekil 22). Yol üzerinde karşılaşılan detaylar ve köy yerleşim alanına ait veriler detayın yanına gidilerek yerinde sayısallaştırılmıştır (Şekil 23).



Şekil 22. El GPS'i ve cep bilgisayar entegre edilerek hareket halindeki araçla yol güzergahı tespiti



Şekil 23. Uygulama-4’de, a) ve b) ArcPad yazılımında grafik arayüzler c) öznitelik bilgilerin toplanmasında kullanılan veritabanı arayüzleri

Uygulama-4 için seçilen yol güzergahı, çok sayıda tarihi kalıntıyı içeren ve 2003 yılında sit alanı ilan edilen Süleymaniye Mahallesi'nden geçmektedir. Eski Gümüşhane olarak bilinen bu bölgede çok sayıda tarihi eser bulunmaktadır. Uygulamayla, bu eserlerden yol yakınında bulunanlarına ait veriler toplanmıştır.

Uygulama-4 sonucunda, 20 km'lik yol güzergahı ve 18 adet çeşitli detaya ait veriler elde edilmiştir. Bu detaylar; Yaydemir Köyü'nde bulunan köy merkezi, köy okulu ve camii; yol üzerinde bulunan tarihi eserler (2 camii, 2 kilise, 2 minare kalıntısı, 1 köprü, 4 çeşme); maden sahası, yayla merkezi, mezarlık ve meteoroloji müdürlüğüne ait bina şeklindedir.

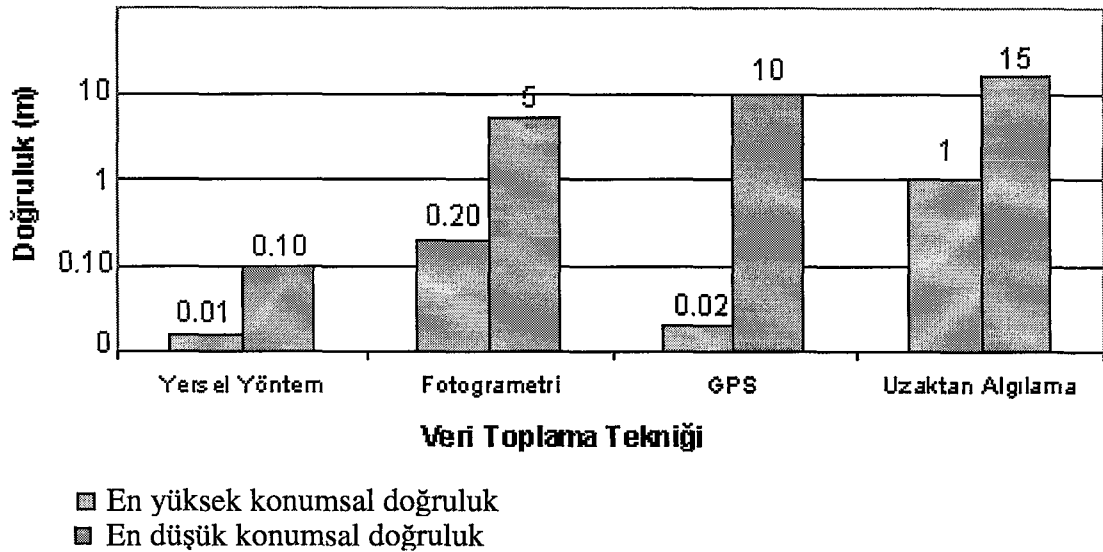
Uygulama-4 sırasında dijital fotoğraf makinesi kullanılarak tarihi eserlere ait resimler çekilmiştir. Çekilen her resim bellekte, farklı bir numaraya sahip dosya adı içerecek şekilde saklanmakta ve bu numara fotoğraf makinesinin ekranında gösterilmektedir. Toplanan veriler ile çekilen fotoğrafların ilişkilendirilmesini sağlamak amacıyla, veritabanı arayüzünde bulunan "Not" bölümüne resim numaraları yazılmıştır (Şekil 23).

Yol güzergahının araçla çizdirilmesi 35 dakikada tamamlanmıştır. Çalışmanın tamamı ise yaklaşık 1.5 saatte bitirilmiştir.

3. BULGULAR VE İRDELEME

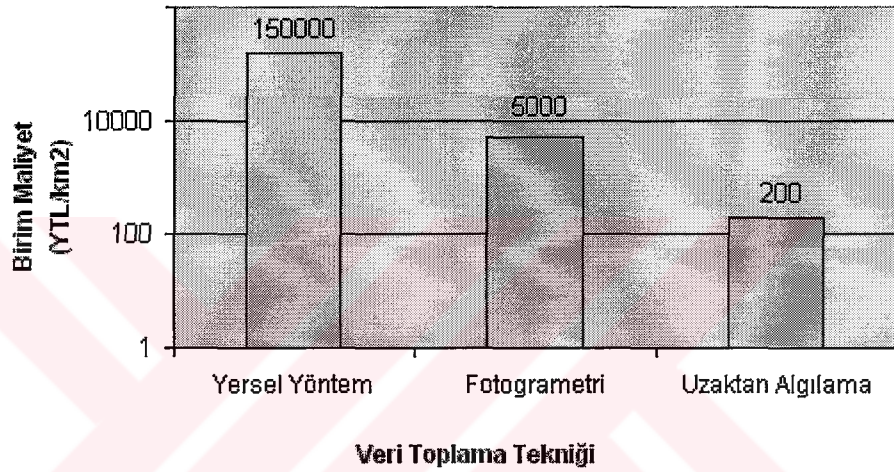
3.1. Uygulama Sonuçları

MCBS uygulamalarıyla elde edilen konumsal verinin doğruluğu, uygulamalarda kullanılan altlıkların üretim tekniğine bağlıdır. Kent merkezinde gerçekleştirilen uygulamada (uygulama-1) 1/1000 ölçekli halihazır haritadan elde edilen bina katmanı, uygulama-2’de geometrik düzeltmesi yapılmış IKONOS uydu görüntü ve uygulama-3’de 1/25000 ölçekli topoğrafik harita altlık olarak kullanılmıştır. Bunun yanında, uygulama-3’ün bir bölümünde tarım arazilerinin sınırlarının çizdirilmesinde, uygulama-4’de yol güzergahı ve diğer verilerin toplanmasında el GPS alıcısı kullanılmıştır. Dolayısıyla, her bir uygulamanın doğruluğu kullanılan veri toplama yöntemine göre farklılık göstermektedir. Şekil 24’de CBS için veri elde etmede kullanılabilecek farklı veri toplama tekniklerinin doğrulukları gösterilmiştir. Şekil 24’de açık renkli sütunlar her bir teknikle elde edilebilecek en yüksek konumsal doğruluğu, koyu renkli sütunlar ise en düşük konumsal doğruluğu metre birimi cinsinden göstermektedir.



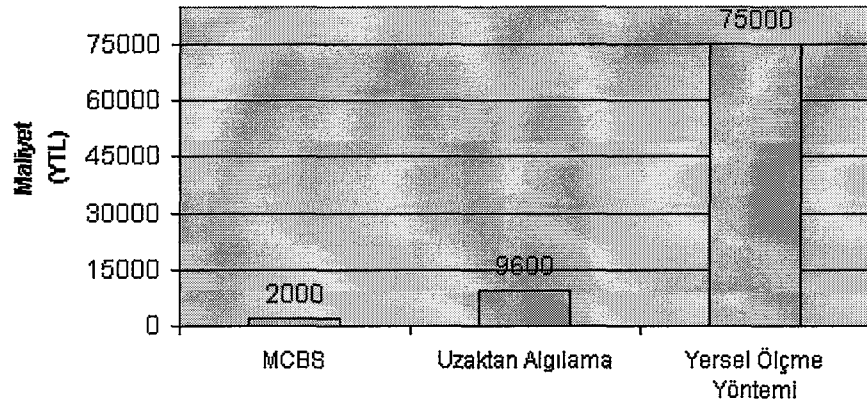
Şekil 24. CBS için veri elde etmede kullanılabilecek veri toplama tekniklerinin doğrulukları [9], [11], [14], [20]

Dikkate alınması gereken noktalardan biri de uygulamaların maliyetidir. Uygulamalar sırasında kullanılan yazılım ve donanımların toplam maliyeti yaklaşık 2000 YTL'dir. Bu fiyatın 700 YTL'lik kısmını ArcPad yazılımı, geri kalan kısmını da cep bilgisayar, GPS alıcısı ve bu donanımlara ait çeşitli aksesuarlar oluşturmaktadır. Bir kez ödeme yaparak sahip olunacak bu yazılım ve donanımlar bir kurumun gerçekleştirdiği çok sayıda veri toplama çalışmasında geleneksel yöntemlere alternatif olarak kullanılabilir. Şekil 25 farklı veri toplama tekniklerinin birim alan için maliyetlerini göstermektedir.



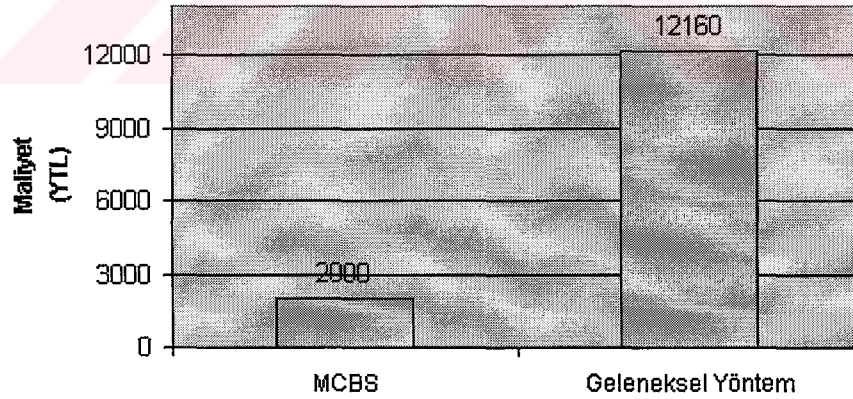
Şekil 25. Veri toplama tekniklerinin birim maliyetleri [15], [16], [30], [31]

Uygulama 4 ile toplam 20 km'lik yol güzergahı, cep bilgisayar ve GPS alıcısı kullanılarak ArcPad programında elde edilmiştir. Geleneksel yersel ölçme teknikleriyle 1 km'lik yol güzergahının ölçüm maliyeti 3750 YTL'dir [31]. Dolayısıyla bu yol yersel yöntemle haritalanacak olsa 75000 YTL harcanması gerekecektir. Çizdirilen yol güzergahı yaklaşık 48 km²'lik alanı kapsamaktadır. Aynı yol güzergahı 1km²'lik birim fiyatı 200 YTL olan IKONOS uydu görüntüsüyle elde edilecek olsa veri toplama maliyeti 9600 YTL olacaktır. Şekil 26'da uygulama-4'de, MCBS, uzaktan algılama ve geleneksel yersel ölçme yöntemlerinin maliyeti karşılaştırmalı olarak gösterilmiştir.



Şekil 26. Uygulama-4 için 20 km'lik yol güzergahında Geleneksel Yöntem-MCBS maliyet karşılaştırması

Bunun yanında, uygulama-2 ile 210 dönüm ve uygulama-3 ile 110 dönüm olmak üzere toplam 320 dönüm tarım arazisine ait alan MCBS ile elde edilmiştir. Yersel ölçme yöntemiyle 1 hektarlık alanın sınırlarının belirlenmesinin maliyeti 380 YTL'dir [31]. Dolayısıyla yersel ölçme teknikleriyle 320 dönümlük alanın haritalanmasının (sınırlarının belirlenmesi) maliyeti 12160 YTL'dir. Şekil 27'de uygulama-2 ve uygulama-3 için geleneksel yöntem MCBS maliyet karşılaştırması verilmiştir.



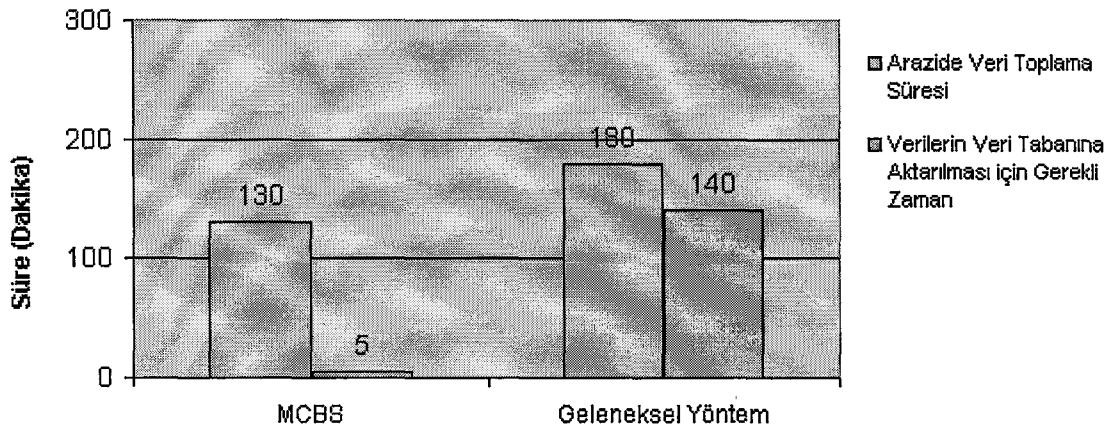
Şekil 27 Uygulama-2 ve Uygulama-3 için Geleneksel Yöntem-MCBS maliyet karşılaştırması

Yapılan uygulamaların tamamlanma süreleri Tablo 14'de gösterilmektedir.

Tablo 14. Gerçekleştirilen uygulamaların tamamlama süreleri ve toplanan verilere ait bilgiler

	Uygulama-1	Uygulama-2	Uygulama-3	Uygulama-4
Tamamlanma Süresi	• 2 saat 10 dakika	• 2 saat 15 dakika	• 20 dönümlük tarım arazisi GPS ile 45 dakika • Tüm uygulama 1 saat 15 dak.	• Yol güzergahı 35dakika • Tüm uygulama 1.5 saat
Toplanan veriler	• 32 bina • 79 işyerine ait veriler	• 210 dönüm tarım arazisine ait veriler	• 110 dönüm tarım arazisine ait veriler	• 20 km'lik yol güzergahı • 18 adet detay verisi
Açıklama	Vektörel yapıdaki bina katmanı kullanılmıştır	IKONOS uydu görüntüsü kullanılmıştır	1/25000 ölçekli STH ve GPS alıcısı kullanılmıştır	Tüm veriler GPS alıcısı entegrasyonu ile toplanmıştır

Kent merkezinde gerçekleştirilen uygulama-1'de geleneksel yöntem takip edildiğinde, verilerin arazide kağıt altlıklar üzerinde toplanması ve toplanan verilerin veri tabanına aktarılması için toplam 5 saat 20 dakika gerekmektedir. Aynı veriler MCBS ile toplandığında arazideki çalışma 2 saat 10 dakikada tamamlanmıştır. Toplanan veriler dijital halde olduklarından büro ortamında doğrudan CBS veritabanına aktarılabilmiştir. Şekil 28'de geleneksel şekilde ve MCBS ile gerçekleştirilen uygulama-1 için tamamlanma sürelerinin karşılaştırılması yapılmıştır.

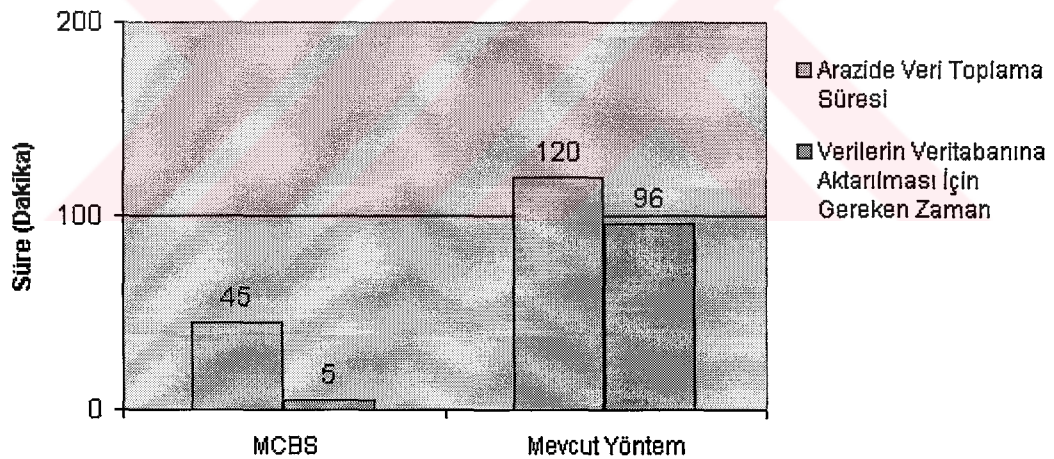


Şekil 28. Uygulama-1'de 32 bina ve 79 iş yerine ait verilerin toplanmasında Geleneksel Yöntem-MCBS süre karşılaştırması

Şekil 28 incelendiğinde 320 dakikada tamamlanacak uygulamanın MCBS ile 135 dakikada tamamlandığı görülmektedir. Dolayısıyla, çalışma 185 dakika daha erken bitirilerek zaman açısından verimlilikte %137’lik artış elde edilmiştir.

Tarım İl Müdürlüğü’nce STATIP projesi kapsamında, 1/25000 ölçekli kağıt paftalar üzerinde gerçekleştirilen tarım arazilerine ait veri toplama işleminin arazi çalışmaları 130 günde, gerekli hesaplamaların yapılarak toplanan verilerin CBS ortamına aktarılması işlemi de 150 günde tamamlanmıştır. Dolayısıyla, aynı uygulamada veriler MCBS ile dijital olarak toplanırsa, çalışmanın tamamlanma süresi %50 azalacaktır.

Müdürlükçe yapılan farklı bir çalışmada, Maçka ilçesinin Karaağaçlı köyünde 190 hektar (635 parsel) tarım arazinin köşe koordinatları el GPS ile belirlenmiştir. GPS ile arazide yapılan veri toplama çalışmaları 30 günde, gerekli çizim ve alan hesaplamaların yapılarak toplanan verilerin CBS aktarılması da 10 günde (iş günü) tamamlanmıştır. Bu veriler, üç numaralı MCBS uygulamasıyla oranlanacak olursa tamamlanma süreleri Şekil 29’daki gibi olur.



Şekil 29. Uygulama-3 için Mevcut Yöntem-MCBS süre karşılaştırması

Şekil 29 incelendiğinde, aynı miktarda verinin MCBS ile 4 kat daha kısa sürede toplanarak CBS sorgulama ve analizleri için kullanıma hazır hale getirileceği anlaşılmaktadır.

3.2. MCBS Uygulamalarında Karşılaşılabilecek Problemler

Mobil CBS uygulamaları, uygulama ortamı, kullanılan yazılım ve donanımlar dikkate alındığından geleneksel CBS uygulamalarından farklılıklar göstermektedir. Bu durum uygulamalar sırasında yaşanabilecek bazı sorunları da beraberinde getirmektedir. Temel problemler özetlenecek olursa;

- Mobil donanımlar sınırlı güç kaynağına sahiptir, uzun süre arazide çalışmayı gerektiren durumlarda şarj problemi yaşanabilmektedir,
- Cep bilgisayarları gibi donanımlar sınırlı bellek alanına sahiptirler, geniş hacimli veriler için ilave belleklere ihtiyaç duyulur,
- Düşük çözünürlüklü küçük ekranlara sahip donanımlarda yoğun konumsal verinin gösterimi ve anlaşılabilirliği zordur,
- Cep bilgisayarları üzerinde çalışan MCBS yazılımları karmaşık analiz ve sorgulamaları yerine getirecek şekilde tasarlanmamışlardır,
- GPS entegrasyonu özellikle nokta ve çizgisel özellikteki verilerin toplanmasında avantajlıdır. Bununla birlikte, arazinin engebeli ve bitki örtüsüyle kaplı olduğu yerlerde poligon yapıdaki verilerin sınırların dolaşarak toplanması zaman alıcıdır. Ayrıca, bu tip alanlarda GPS sinyalleri engellendiğinden doğruluk azalmaktadır.

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Son yirmi yılda konumsal bilgiye olan talepte önemli bir artış yaşanmıştır. Bu talep, daha doğru güncel verilerin süratli ve ekonomik olarak üretilmesi ihtiyacını gündeme getirmiştir. CBS projeleri için ihtiyaç duyulan konumsal verilerin geleneksel yöntemlerle elde edilmesi oldukça maliyetli ve zaman alıcıdır. Bunun yanında, öznetelik bilgilerinin gerekli olduğu uygulamalarda konumsal verinin yerinde yapılan çalışmalarla desteklenmesi gerekmektedir.

Büyük ölçekli CBS projeleri için ihtiyaç duyulan verilerin elde edilmesinde, uzun vadede çok amaçlı kadastral veritabanlarının oluşturulması uygun olacaktır. Bununla birlikte, kısa vadede, özellikle ekonomik kaynakların sınırlı olduğu gelişmekte olan ülkelerde alternatif veri toplama yöntemlerinin geliştirilmesi çalışmaların sürdürülebilmesi açısından kaçınılmazdır.

Donanım ve yazılım teknolojisindeki son ilerlemeler, coğrafi bilginin taşınabilir bilgisayarlar üzerinde dijital olarak toplanabilmesini olanaklı kılan MCBS'ni gündeme getirmiştir. MCBS uygulamaları, arazi ve büroda yapılan çalışmaların bir arada yürütülebileceği bir ortam sağlayarak verimliliğin artmasına, maliyetlerin azalmasına ve projelerin tamamlanma sürelerinin en aza indirilmesine olanak sağlar.

Yapılan çalışma ile, MCBS'nin irdelenmesi ve özellikle veri toplama çalışmalarında kullanılabilirliğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla öncelikle MCBS uygulamaları için gerekli olan yazılım ve donanım kapasiteleri araştırılarak, uygulamalar için hem kullanım hem de ekonomik açıdan en uygun olanları tespit edilmiştir.

Gerekli yazılım ve donanım sağlandıktan sonra, uygulamalarda verimliliği artırmak amacıyla arayüz tasarımları gerçekleştirilmiştir. Hazırlanan kullanıcı formları öznetelik bilgilerinin daha hızlı toplanması yanında veri girişindeki hataları da en aza indirme imkanı sağlamaktadır.

Bir sonraki aşamada, farklı yapıdaki mevcut verilerin ve GPS'in MCBS ile entegrasyonu sağlanarak uygulamalar gerçekleştirilmiştir. Uygulamalar belirlenirken, arazide veri toplama çalışması yapan kurumlar araştırılarak bu kurumların faaliyetleri incelenmiştir. Böylece uygulamalarla elde edilen sonuçlar gerçek verilerle kullanılarak

mevcut uygulama yöntemiyle karşılaştırılmıştır. MCBS'nin veri toplama çalışmalarında maliyet ve zaman bakımından uygulanabilirliği tespit edilmiştir.

Gerçekleştirilen uygulamaların sonuçları incelendiğinde, MCBS'nin veri toplama çalışmalarını geleneksel yöntemlere göre 4 kata kadar varan oranlarda hızlandığı tespit edilmiştir. Çalışmaların tamamlanma sürelerinde meydana gelen kısalma, büyük ölçüde verinin dijital olarak toplanabilmesinden kaynaklanmaktadır.

Uygulama sonuçları maliyet açısından incelendiğinde MCBS'nin diğer veri toplama yöntemlerine göre daha avantajlı olduğu tespit edilmiştir. Çeşitli kurum ve özel şirketlerden elde edilen birim fiyatlar dikkate alındığında, MCBS ile gerçekleştirilen uygulamaların en az 5-6 kat daha ekonomik olduğu belirlenmiştir.

Veri temininin CBS'nin en önemli bileşeni olduğu dikkate alındığında, yapılan uygulamalar MCBS'nin CBS için gerekli konumsal ve konumsal olmayan verileri toplamada güçlü bir araç olduğunu göstermektedir. Bir kez yapılacak harcama ve kısa süreli bir eğitimle, birçok kurum ihtiyaç duyduğu verileri MCBS yazılım ve donanımlarını kullanarak süratli ve ekonomik olarak elde edebilir. Ülkemizde, sınırlı bütçe imkanlarına sahip ve eleman eksiklikleri bulunan resmi kurumlar, araziye dönük veri toplama çalışmalarını zamanında tamamlayabilmek için MCBS'i tercih edebilirler.

Veri toplamada sağladığı imkanlar yanında, MCBS coğrafi bilginin kullanımını da yaygınlaştırmaktadır. İnsanlar günlük faaliyetlerinde farkında olarak yada olmayarak konumsal bilgiden yararlanırlar. Geçmişte, yalnızca uzman kişiler tarafından güçlü donanımlar üzerinde gerçekleştirilen konumsal analizler, MCBS sayesinde bireylerin günlük yaşantılarına girmiştir. Mobil iletişim teknolojisindeki ilerlemelere paralel olarak, bir cep telefonu, cep bilgisayar ve GPS alıcısını entegre eden donanımlar, konumsal analizleri günlük hayatın bir parçası haline getirerek CBS'yi çok geniş bir kullanıcı kitlesinin hizmetine sunmaktadır.

5. KAYNAKLAR

1. Casademont, J., Wireless Technology Applied to GIS, Computers & Geosciences, 30 (2004) 671 – 682.
2. Niu, X., On-Site Coastal Decision Making with Wireless Mobile GIS, Department of Civil and Environmental Engineering and Geodetic Science, Ohio State University, Ohio, USA, 2004.
3. Yomralıoğlu, T., Coğrafi Bilgi Sistemleri: Temel Kavramlar ve Uygulamalar, İkinci Baskı, ISBN 975 – 97369 – 0 – X, İstanbul, 2000.
4. Mintsis, G., Applications of GPS Technology in The Land Transportation System, European Journal of Operational Research 152 (2004) 399 – 409.
5. Hunter, A., Mobile GIS as if Field Users Mattered, Yüksek Lisans Tezi, Calgary Üniversitesi, Department of Geomatics Engineering, Canada, 2002.
6. Ellum C. M, The Development of a Backpack Mobile Mapping System, Yüksek Lisans Tezi, Calgary Üniversitesi, Department of Geomatics Engineering, Canada, 2002.
7. Environmental Systems Research Institute (ESRI), ArcUser, Taking GIS on Road, Ocak – Mart, 2004, 30 – 32.
8. Montoya, L., Geo-data Acquisition through Mobile GIS and Digital Video; an Urban Management Perspective, Environmental Modeling and Software, 18, 10 (2003), 869-876.
9. Yeung, A. K.W., Concepts and Techniques of Geographic Information Systems, Canada, 2002.
10. Al-Nabi, G., GIS Locational Data Acquisition, International Symposium on GIS/ GPS, 1997, İstanbul.
11. Tüdeş, T., Yer Fotogrametrisi, KTÜ Basımevi, Yayın No:105, Trabzon, 1986.
12. Marangoz, A. M., Sayısal Kameralarla Tarihsel Yapıların Rölevelerinin Çıkarılması Olanakları, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Haziran 2002.
13. Yerci, M., CBS Veri Kaynaklarında Güncelleştirme, TUJK 2003 Yılı Bilimsel Toplantısı: Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Jeodezik Ağlar Çalıştayı, 2003, Konya.

14. Örmeci, C., Uzaktan Algılama: Temel Esaslar ve Algılama Sistemleri, İstanbul Teknik Üniversitesi Kütüphanesi, Sayı:1345, İstanbul, 1987.
15. Nik İnşaat Ticaret Ltd. Sti., Ortaklar Cad. Yönet Apt. No:27 D:6 Mecidiyeköy/İstanbul, Tlf: +90 (212) 347 38 15 Fax: +90 (212) 288 76 02, 2005.
16. İNTA SpaceTurk Ltd.Şti., Haymana Yolu 12. km P.K. 18 06830 Gölbaşı/Ankara, Tlf: +90 (312) 612 23 70 Fax: +90 (312) 612 23 90.
17. Büyüksalih, G., Son Teknoloji Uzaktan Algılama Sistemleri ve Harita Yapım Amaçlı Yeterlilik Düzeylerinin Değerlendirilmesi, Yerel Yönetimlerde Kent Bilgi Sistemleri Uygulamaları Sempozyumu, 1999, Trabzon, 213 – 230.
18. Eren K., Uzel T., GPS Ölçmeleri, Yıldız Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü, Yayın No:301, İstanbul, 1995.
19. Gökalp E., Güngör O., GPS'in Kent Bilgi Sistemi Uygulamalarındaki Yeri ve Önemi, Yerel Yönetimlerde Kent Bilgi Sistemleri Uygulamaları Sempozyumu, 1999, Trabzon, 307 – 316.
20. Thurston J., Poiker T. K., Moore J. P., Integrated Geospatial Technologies A Guide to GPS, GIS and Data Logging, ISBN:0-471-24409-0, Willey Inc.,USA, 2003.
21. Erasala, N., Yen, D.C, Bluetooth Technology: A Strategic Analysis of its Role in Global 3G Wireless Communication Era, Computer Standards and Interfaces, 24 (2002) 193 – 206.
22. Wilson, J.D., GIS Goes Mobile, GISWorld, 11, 1998.
23. Eminönü Ordu Caddesi ve Yakın Çevresi Kentsel Tasarım Projesi'nde Mobil GIS Uygulaması, Sayısal Grafik 5. Coğrafi Bilgi Sistemleri Semineri: Mobil Coğrafi Bilgi Sistemleri, 2001, İstanbul, 87 – 89.
24. Demirci, S., Emniyet teşkilatında CBS'nin uygulanabilirliği: Mobil Elektronik Sistem Entegrasyonu (MOBESE) Başarı Öyküsü, Emniyet Genel Müdürlüğü, İstihbarat Daire Başkanlığı, 2003, Ankara.
25. Environmental Systems Research Institute (ESRI), Using ArcPad: Mobil GIS, California, USA, 2003.
26. Environmental Systems Research Institute (ESRI), ArcUser, Inventory Infrastructure with ArcPad, Ocak-Mart, 2004, .36-40.
27. Çete, M., Kent Bilgi Sistemi Tasarımı Ve Uygulaması: Pelitli Belediyesi Örneği, Yüksek Lisans Tezi, KTU Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, Temmuz 2002.
28. Yıldırım, V., Adres Bilgi Sistemi Tasarımı ve Uygulaması: Trabzon Kent Örneği, Yüksek Lisans Tezi, KTU Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, Temmuz 2003.

29. Yomralıoğlu, T., Reis S., Nişancı R., GPS İle Hareket Halindeki Araçlardan Elde Edilen Gerçek Zamanlı Verilerin Orta Ölçekli CBS Çalışmalarında Kullanılabilirliği, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Öğretiminde 30. Yıl Sempozyumu, 2002, Konya, 107 – 115.

30. Bakanlıklararası Harita İşlerini Koordinasyon ve Planlama Kurulu (BHİKPK) Yönetmeliği Uyarınca 2004 Yılında Uygulanacak Birim Fiyatlar, BHİKPK Başkanlığı, Harita Genel Komutanlığı, Ankara, 2004.

31. 01.01.2005 – 30.06.2005 Tarihleri Arasında Geçerli Mühendislik Hizmetleri Ücret Cetveli, Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği (TMMOB) Harita Kadastro Mühendisleri Odası (HKMO), Ankara, 2005.

URL-1 <http://map.sdsu.edu/mobilegis/intro.htm>, Nisan 2005.

URL-2 <http://www.tdk.gov.tr/tdksozluk.htm>, Türk Dil Kurumu Sözlüğü, Aralık 2004.

URL-3 <http://www.esri.com/software/arcgis/ArcPad/about/features.html>, Nisan 2005.

URL-4 <http://www.esri.com/software/arcgis/about/mobile.html>, Nisan 2005.

URL-5 <http://www.sayisalgrafik.com.tr/beyoglu>, Mart 2005.

URL-6 www.casio.co.jp/English/system/pa/solution/2000dec/turkey_main.html, Mart 2005.

URL-7 www.hgk.mil.tr/urunler/sahadasu/sahadasu_tarihce.asp, Mart 2005.

URL-8 <http://www.hp.com.tr/products/mobile.htm>, Mart 2005.

URL-9 <http://www.planetpdamag.com/content/073102az.htm>, Mapping Your Way on a PDA, with Geographic Information Systems, PlanetPDA Magazine, Nisan 2005.

URL-10 <http://www.gumushane.gov.tr>, Nisan 2005.

URL-11 <http://www.trabzon.gov.tr>, Nisan 2005.

URL-12 ESRI Support Center, <http://support.esri.com/index>, Nisan 2005.

6. EKLER

Ek-1: ArcPad Yazılımı Kullanımı

Ek-1’de; ArcPad yazılımında, Pocket PC (cep bilgisayar) ve el tipi GPS alıcısının birlikte kullanılarak veri toplama işlemlerinin nasıl gerçekleştirileceği açıklanmıştır.

1. ArcPad Yazılımın Pocket PC’ye Yüklenmesi

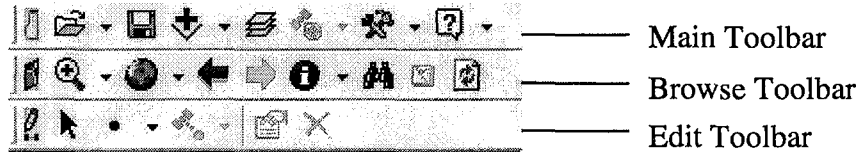
ArcPad yazılımının cep bilgisayarına yüklenebilmesi için öncelikle ArcPad’in bir masaüstü bilgisayara yüklenmesi gerekmektedir. ArcPad masaüstü bilgisayar yüklendikten sonra Microsoft ActiveSync yazılımı vasıtasıyla cep bilgisayar ile masaüstü bilgisayar arasında bir bağlantı kurulur ve ArcPad cep bilgisayarına yüklenir (Microsoft ActiveSync yazılımı <http://www.microsoft.com/pocketPC/downloads/activesync.asp> adresinden yüklenilebilir).

ArcPad programının cep bilgisayarına yüklenmesinde aşağıdaki işlem adımları takip edilir.

- ArcPad yazılımı bir PC’ye kurulur.
- Cep bilgisayarının kablosu PC’nin USB portuna takılarak Microsoft ActiveSync programı ile bu iki bilgisayar arasında bağlantı oluşturulur.
- Masaüstü bilgisayarından, Start (Başlat) > Programs (Programlar) > ESRI > ArcPad 6.0.3 > “Install ArcPad CE 6.0.3 onto Device” kısmı seçilerek kurulum işlemi gerçekleştirilir.
- Kurulum işlemi tamamlandıktan sonra cep bilgisayarında ArcPad 6.0.3 simgesi “Programs” kısmına eklenir.

2. Mevcut Harita Katmanlarının ArcPad Programında Açılması ve Bu Katmanların Gösterim Özelliklerinin Belirlenmesi

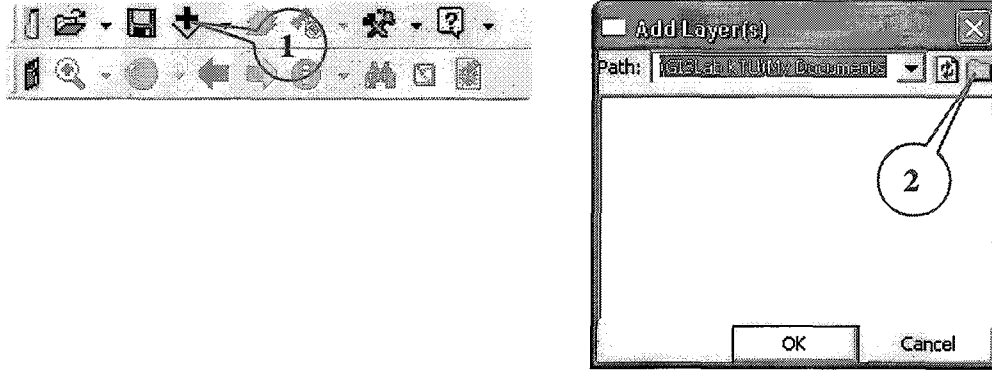
ArcPad programı kurulduktan sonra cep bilgisayarında programlar kısmında beliren ArcPad 6.0.3 simgesine cep bilgisayarının kalemi (Stylus) ile dokunularak ArcPad programı çalıştırılır. ArcPad programı Ek Şekil 1’de görülen 3 ana araç çubuğundan oluşmaktadır. Bundan sonraki aşamalarda yapılacak olan tüm işlemler bu araç çubuklarından ilgili olanlar kullanılarak yapılacaktır.



Ek Şekil 1. ArcPad yazılımında araç çubukları

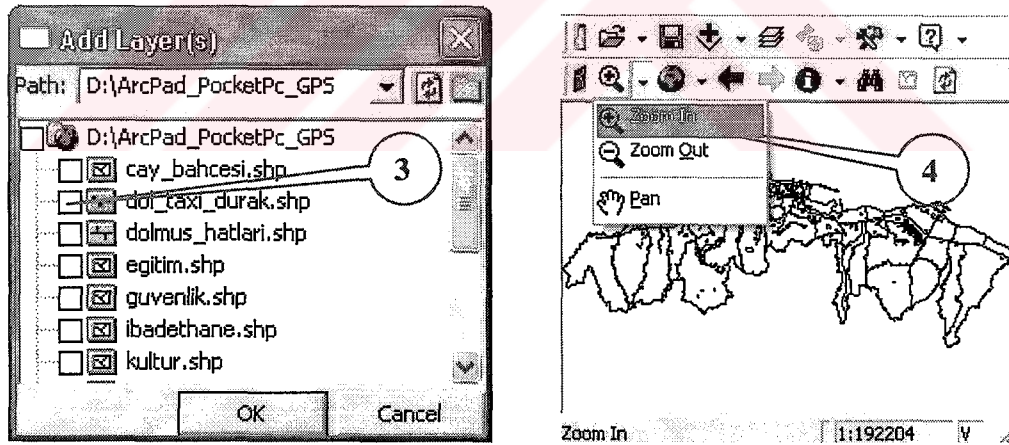
ArcPad programında harita katmanlarının ekrana getirilmesi için “Add Layer” butonu kullanılır. Bu butona tıklanıldığında ekrana gelen pencerede harita katmanlarının

bulunduğu klasörü seçmek için klasör simgesi tıklanır ve ilgili klasör seçilir. Bu işlemler Ek Şekil 2’de gösterilmektedir.



Ek Şekil 2. ArcPad yazılımında veri katmanlarının yüklenmesi

1. “Add Layer” butonu tıklanılarak projeye eklenecek harita katmanları seçilir.
2. Klasör simgesine tıklanılarak veri katmanların bulunduğu klasör seçilir ve “OK” butonuna basılır.
3. Hangi katman görüntülenmek isteniyorsa sol tarafındaki kutucuk işaretlenir ve “OK” butonu tıklanır. Bu işlem yapıldıktan sonra seçilen katmanlar yazılımdaki harita ekranında görüntülenir (Ek Şekil 3).

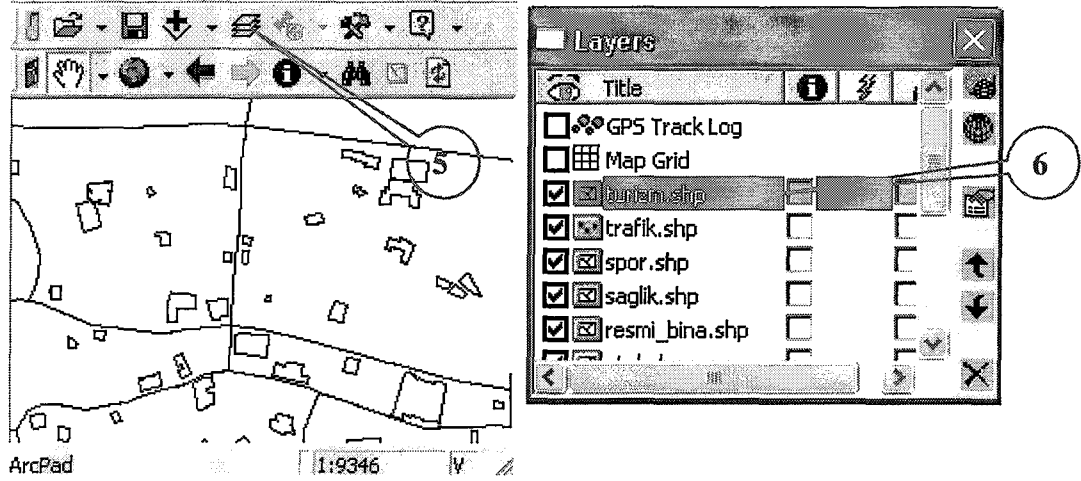


Ek Şekil 3. ArcPad yazılımında katman seçimi ve büyütme ekranları arayüzü

4. Görüntüyü daha yakından görmek için büyüteç simgesinin kenarındaki ok’a tıklanarak açılan menüden “Zoom In” seçilir ve cep bilgisayarının kalem ile harita üzerinde büyütülecek alan çerçeve içerisine alınır. Aynı menüde bulunan “Zoom Out” ile ekranda harita küçültülürken “Pan” seçilerek de harita cep bilgisayarının kalem ile istenilen yöne kaydırılabilir (Ek Şekil 3).

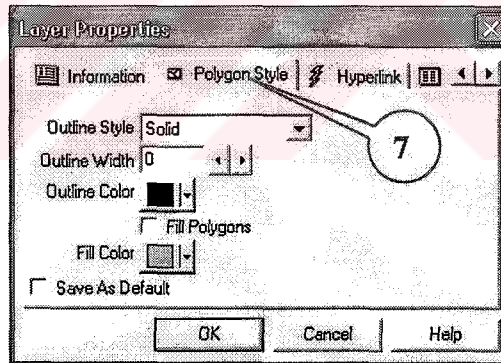
ArcPad programında ayrıca görüntülen her bir katmanın görüntü özellikleri değiştirilebilir. Nokta, çizgi veya poligon detayların renkleri ve çizgi kalınlıkları kullanıcı

istediği takdirde değiştirilebilir. Bunu gerçekleştirmek için “Layers” butonuna tıklanılır ve özellikleri değiştirilmek istenen katmana cep bilgisayarının kalemi ile çift tıklanılır.



Ek Şekil 4. ArcPad yazılımında katman özelliklerini gösteren arayüz

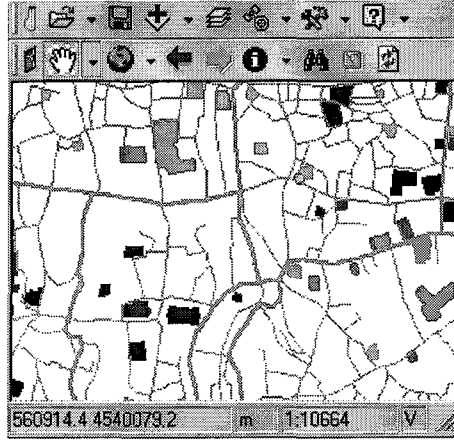
5. “Layers” butonuna tıklanılarak projeye eklenen katmanlar listelenir (Ek Şekil 4).
6. Görünümü değiştirecek katman seçili iken çift tıklanılarak özellikleri ayarlanır.



Ek Şekil 5. ArcPad yazılımında katman rengini belirlediği arayüz

7. “Polygon Style” kısmında seçilen katmanın rengi ayarlanır. Bu kısımda, örnek olarak seçilen katman poligon özelliğinde olduğundan yukarıdaki tabloda “Polygon Style” yazmaktadır. Eğer çizgi özellikteki bir katman için stil ayarı yapılacak olsa aynı kısımda “Line Style” yazacaktır (Ek Şekil 5).

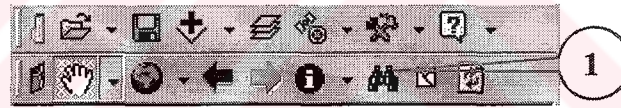
Ek Şekil 6’daki ekran görüntüsü ArcPad programında projedeki her bir katman değişik renklerde renklendirildikten sonra alınmıştır.



Ek Şekil 6. ArcPad yazılımında renklendirilmiş veri katmanları

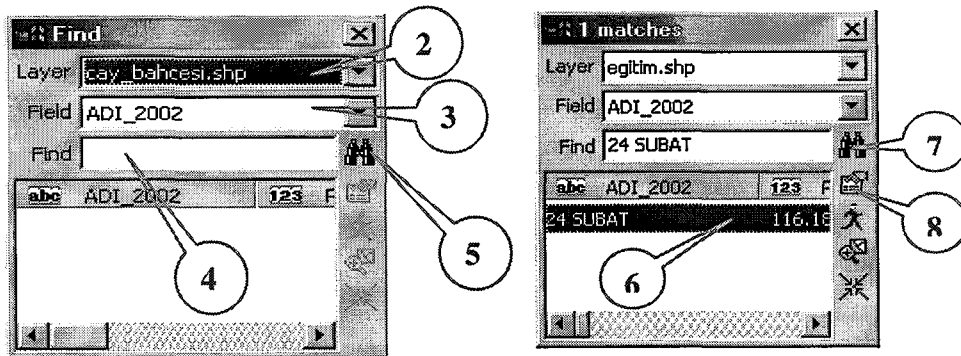
3. Bir Katmandaki Objenin Bulunarak Harita Üzerinde Gösterilmesi

ArcPad programı, projedeki veri katmanlarında bulunan veride arama yaparak bulunan objenin harita üzerinde gösterilmesine olanak sağlamaktadır. Örneğin; projedeki “egitim” isimli katmanın öznitelik tablosunda bulunan okul isimleri alanından adı “24 Subat” olan okul bularak harita üzerinde gösterilmesi istensin. Bu işlem için, sırasıyla şu işlem adımları takip edilir;



Ek Şekil 7. ArcPad yazılımında obje bulmak için kullanılan arayüz

1. Öncelikle araç çubuğundan “Find” ikonu tıklanır. Bu ikona tıklama yapılırca “Find” penceresi ekrana gelecektir (Ek Şekil 7).

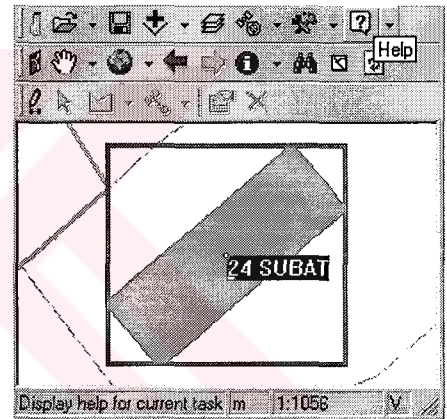


Ek Şekil 8. Örnek olarak belirlenen obje bul arayüzleri

2. 2 numara ile gösterilen “Layer” kısmında hangi katmanda arama yapılacaksa o katman seçilir, örnekte “egitim” katmanında arama yapılacağı için liste kutusundan “egitim” katmanını seçilir (Ek Şekil 8).
3. Seçilen katmada hangi alana göre arama yapılacaksa o alan listeden seçilir, örnekte okul adına göre arama yapacağımızdan ilgili alan seçilir.
4. Bu kısma “egitim” katmanında aranan okulun ismi girilir
5. Bu işlemlerden sonra 5 numara ile gösterilen “Find” butonu tıklanılarak arama sonuçlandırılır.
6. Bulunan kayıt cep bilgisayarının kalemi ile işaretlenir.
7. 7 numara ile gösterilen ikona tıklanacak olunursa bulunan kayda ait öznitelik tablosu açılır. Ek Şekil 19-a’daki ekran görüntüsü 7 numara ile gösterilen ikona tıklandıktan sonra alınmıştır.
8. 8 numara ile gösterilen koşan adam ikonuna tıklanacak olunur ise bulunan kayıt harita üzerinde kullanıcıya gösterilir. Ek Şekil 19-b’deki ekran görüntüsü 8 numara ile gösterilen ikona basılıp 24 SUBAT isimli okul haritada bulunduktan sonra alınmıştır.

Property	Value
AREA	640.64213
PERIMETER	116.18934
EGITIM_	19
EGITIM_ID	0
ADI_2002	24 SUBAT
SUB_S_2002	31
TOP_O_2002	1222

a)

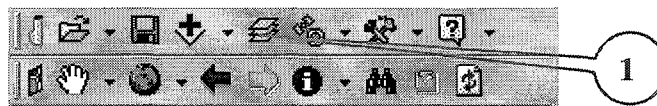


b)

Ek Şekil 9. ArcPad yazılımında, a) aranan kayda ait bulunan öznitelik bilgileri, b) aranan kaydın bulunarak harita üzerinde işaretlenmesi

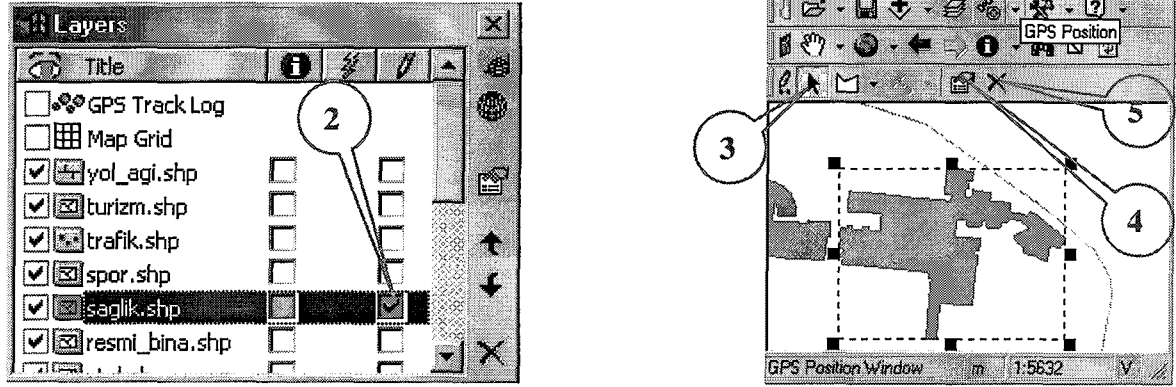
3. Mevcut Veri Katmanlarında Değişiklik Yapılması.

ArcPad programı seçilen harita katmanlarındaki grafik (coğrafi) ve grafik olmayan (öznitelik) verilerde değişiklik yapılmasına imkan vermektedir. Bunun için öncelikle değişiklik yapılacak katmanın “edit” özelliğinin aktif yapılması gerekmektedir. Örneğin “saglik” veri katmanında bulunan Farabi hastanesine ait kayıtlarda değişiklik yapılmak istensin. Bu işlem sırasıyla şu şekilde gerçekleştirilir;



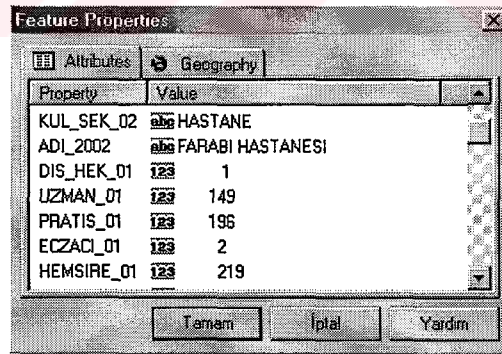
Ek Şekil 10. ArcPad yazılımında edit işlemleri için kullanılan arayüz

Öncelikle “Layers” butonuna tıklanarak hangi katmanda değişiklik yapılacaksa o katmanın edit özelliği aktif hale getirilir. Örnekte “sağlık” katmanına ait veride değişiklik yapılacağından bu katman seçilir (Ek Şekil 10).



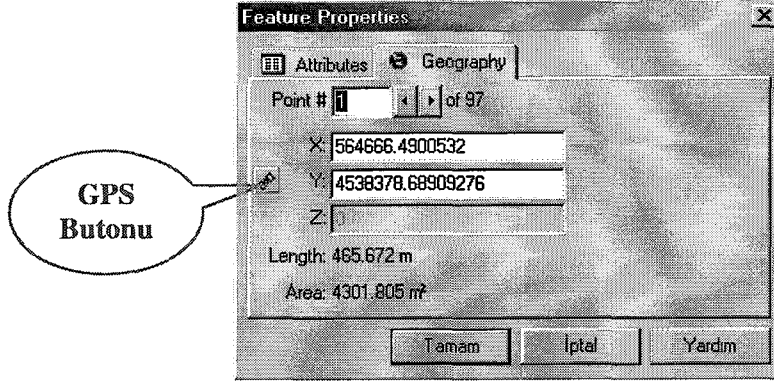
Ek Şekil 11. Edit işlemi için belirlenen örnek arayüzler

1. “sağlık” katmanının edit özelliği seçilip X butonuna basıldığında “Edit” araç çubuğu gözüktür (Ek Şekil 11).
2. 3 numara ile gösterilen ok işaretli ikona tıklanılarak hangi detayda değişiklik yapılmak isteniyorsa o detay seçilir. Detaya tıklandığında değişiklik yapılacak detay kesikli nokta ile gözüken çerçeve içine alınır.
3. 4 numara ile gösterilen ikona tıklanınca aşağıdaki şekilde gözüken değişiklik yapılacak detaya ait “Feature Properties” penceresi açılır (Ek Şekil 12).



Ek Şekil 12. Obje özelliklerinin görüntüldüğü arayüz

Bu kısımda eğer tablo (öznitelik) bilgileri üzerinde değişiklik yapılacaksa değiştirilecek alanın karşısındaki satıra kalemle dokunulup açılan klavyeden istenilen değer girilebilir. Eğer grafik (coğrafi) veride değişiklik yapılacaksa “Feature Properties” penceresinde “Geography” kısmı seçilir. Bu durumda ekran görüntüsü Ek Şekil 13’deki gibi olur.



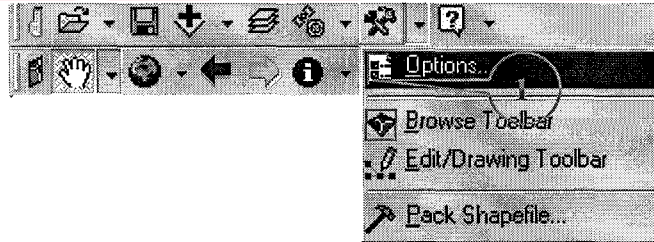
Ek Şekil 13. ArcPad yazılımında seçilen detayın konum bilgilerinin değiştirildiği arayüz

Örnek olarak seçilen detay poligon özelliğinde olduğundan buna ait koordinatlar dizisi burada gözükmektedir. Eğer nokta özellikte bir detayda edit işlemi yapılacak olsaydı tek bir koordinat gözükecekti. Şekil 13’de görülen GPS butonunun işlevi şudur; eğer GPS bağlantısı aktif ve GPS alıcısı konum belirliyorsa bu butona tıklanıldığında o an bulunan noktanın koordinatları değiştirilecek noktanın koordinat değerlerine atanır.

4. 5 numara ile gösterilen butona tıklanırsa seçil olan detay silinir.

4. GPS Alıcısı Kullanılarak Mevcut Konumun Harita Üzerinde Gösterilmesi

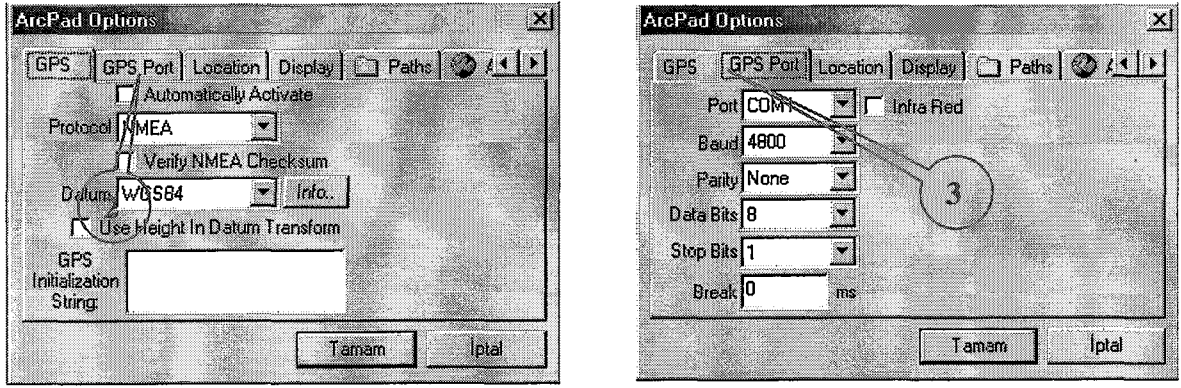
ArcPad programı GPS alıcısı ile on-line çalışarak, alıcının belirlediği konumu mevcut harita üzerinde gösterebilmektedir. Bu işlem aşağıda tarif edildiği sırada gerçekleştirilir.



Ek Şekil 14. ArcPad yazılımında GPS alıcısı ayarlarına erişmek için kullanılan arayüz

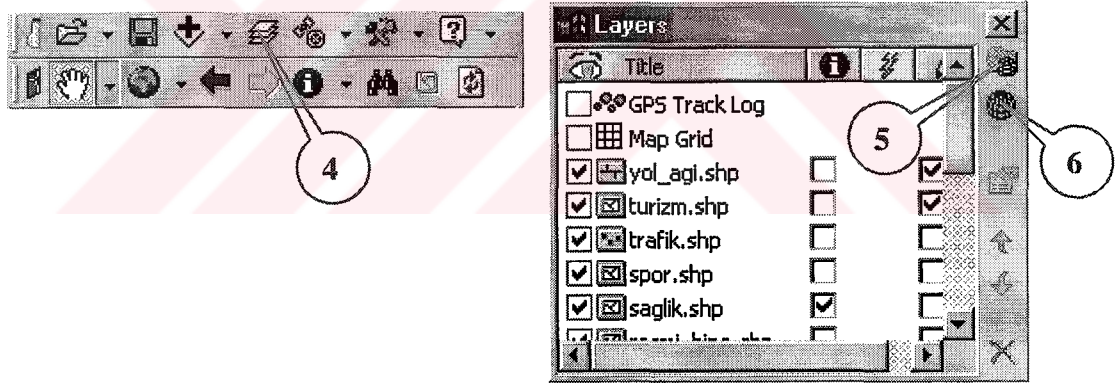
1. Araç çubuğundaki çekiç resimli ikonun kenarındaki ok işaretine tıklanılır daha sonra açılan menüde “Options” seçeneğine cep bilgisayarının kalem ile tıklanılır (Ek Şekil 14).

Bu işlemden sonra GPS ile ilgili ayarların yapılacağı arayüz görüntüsü ekrana gelir (Ek Şekil 15).



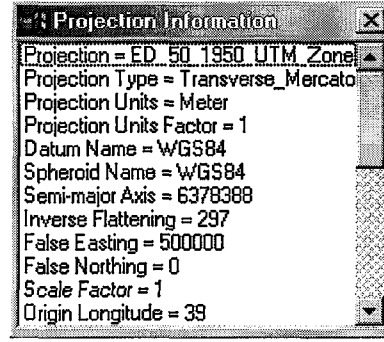
Ek Şekil 15. ArcPad yazılımında GPS ayarlarının yapıldığı arayüzler

2. Açılan “Options” penceresinin “Protocol” kısmında GPS ile bilgisayar arasındaki veri alışverişi için kullanılacak protocol, datum kısmında da GPS datumu bulunmaktadır.
3. Options penceresinde “GPS Port” kısmı tıklanılarak port ve aktarım hızı (baud) ayarları yapılır.
4. “Layers” ikonuna tıklanılarak projedeki katmanların listelendiği “Layers” penceresi açılır (Ek Şekil 16).

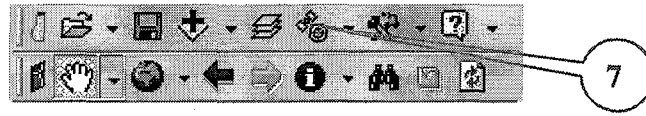


Ek Şekil 16. ArcPad yazılında koordinat sistemi ayarlamalarına erişmek için kullanılan arayüzler

5. Doğru konumun harita üzerinde gösterilmesi için harita katmanlarına ait projeksiyon bilgilerini gösteren prj uzantılı dosyanın seçilmesi gerekmektedir. Bu işlem 5 numara ile gösterilen ikona tıklanılarak yapılır.
6. Projeksiyon dosyası seçildikten sonra 6 numara ile gösterilen ikona tıklanırsa bu prj uzantılı dosyanın içeriği görüntülenir. Projede kullanılan datum dosyasının içeriği Ek Şekil 17’deki ekran görüntüsünde gösterildiği gibidir.

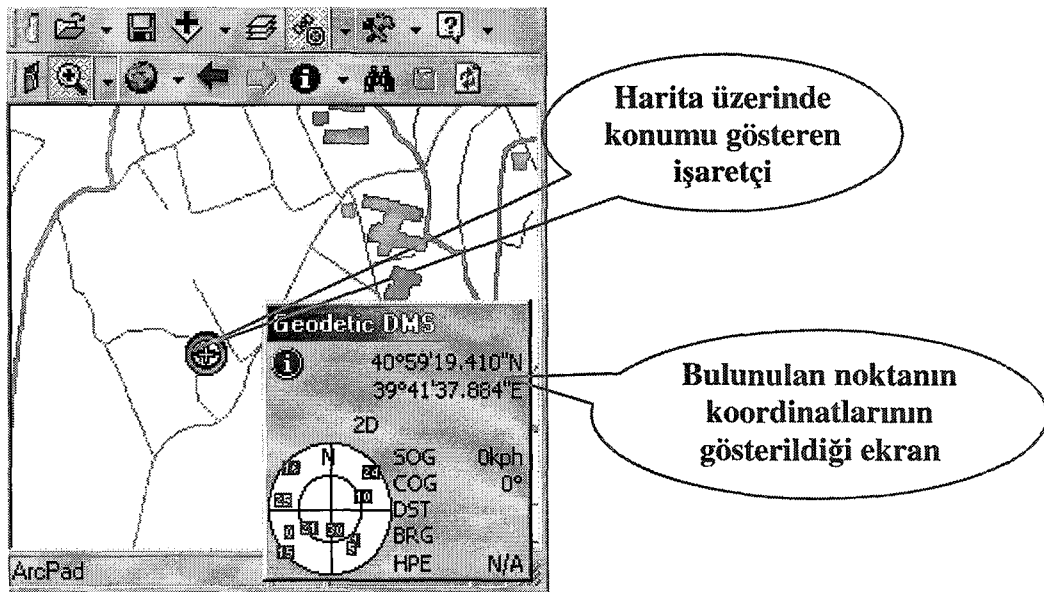


Ek Şekil 17. Projeksiyon sisteminin tanımlandığı örnek bir makro dosyasının içeriği



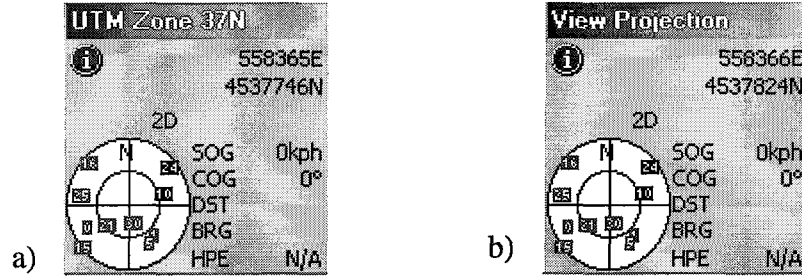
Ek Şekil 18. ArcPad yazılımında GPS alıcısını aktif hale getirmek için kullanılan arayüz

7. Bu işlemler yapıldıktan sonra, “GPS Position” ikonuna tıklama yapılarak GPS bağlantısı aktif hale getirilir (Ek Şekil 18). Butona tıklanıldığında program GPS bağlantısını aktif yapmak isteyip istemediğimizi sorar, “Yes” butonuna tıklama yapılırsa GPS ile bağlantı kurulur. Eğer ayarlarda doğru yapılmış ve GPS alıcısı konum belirliyor ise o anki konum harita üzerinde kırmızı renkli bir işaretçi ile gösterilir ve ayrıca bulunan konumu gösteren bir “Position” penceresi ekranda belirir (Ek Şekil 19).



Ek Şekil 19. GPS alıcısı aktif hale getirildikten sonra konum bilgisinin grafik olarak harita üzerinde ve koordinat değerleriyle sayısal olarak gösterilmesi

Hareket edildiği takdirde işaretçinin yeri ve gösterilen koordinatlar değişecektir. Ek Şekil 19'da örülen koordinatlar derece dakika ve saniye cinsinden coğrafi koordinatlardır. Bu koordinatların üzerine cep bilgisayarının kalemı ile tıklama yapılırsa UTM koordinat sistemindeki koordinatlar ve Ek Şekil 17'deki makro dosya ile tanımlanan ülke sistemindeki koordinatlar gösterilir. Bu gösterimler Ek Şekil 20'de verilmiştir.

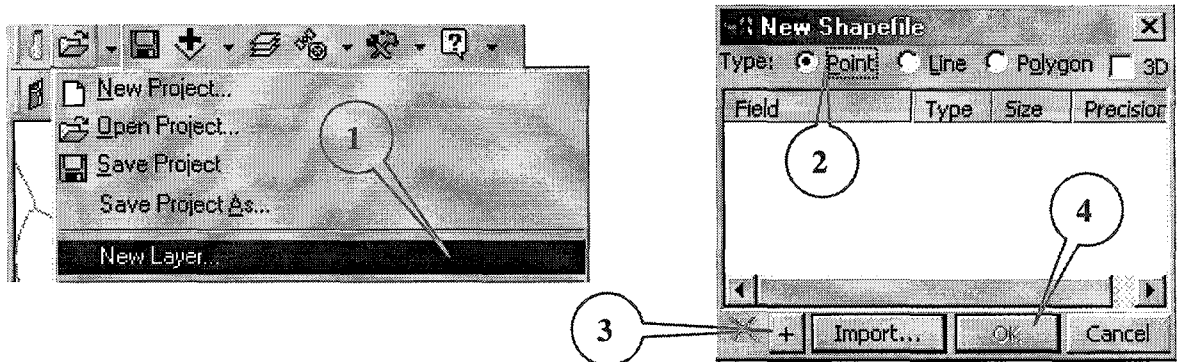


Ek Şekil 20. ArcPad yazılımında GPS ile belirlenen konum bilgilerinin farklı sistemlerde gösterimi a) UTM sisteminde b) kullanıcı tanımlı sistemdeki koordinatlar

5. GPS Alıcısı ile Veri Toplama

ArcPad programında GPS ile belirlenen konumdan yararlanılarak iki şekilde veri toplanılabilir. Bunlardan ilki, yeni bir katman oluşturulup, bu katmanın özelliğine göre nokta, çizgi veya poligon yapıdaki verilerin toplanılması diğeri ise toplanan verinin yeni bir katman oluşturmaksızın projedeki mevcut veri katmanlarına kaydedilmesidir.

a) Yeni bir Katmanın Oluşturulması



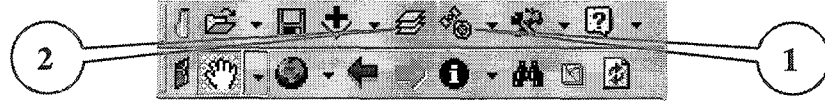
Ek Şekil 21. ArcPad yazılımında yeni bir katmanın oluşturulması

1. Araç çubuğunda "Open Project" ikonunun kenarındaki oka tıklanılarak açılan menüden "New Layer" seçilir (Ek Şekil 3).
2. Oluşturulacak olan katman tipi belirlenir (Nokta, çizgi veya poligon).
3. "+" işaretine tıklanılarak oluşturulacak katmana ait öznelik tablosundaki alanlar belirlenir.

- Alanlar belirlendikten sonra aktif hale gelen “OK” butonuna tıklama yapılarak oluşturulacak katmanın kayıt yeri belirlenir. Bu işlem sonucunda katmana ait “.dbf”, “.prj”, “.shp”, “.shx” uzantılı dosyalar oluşturulur.

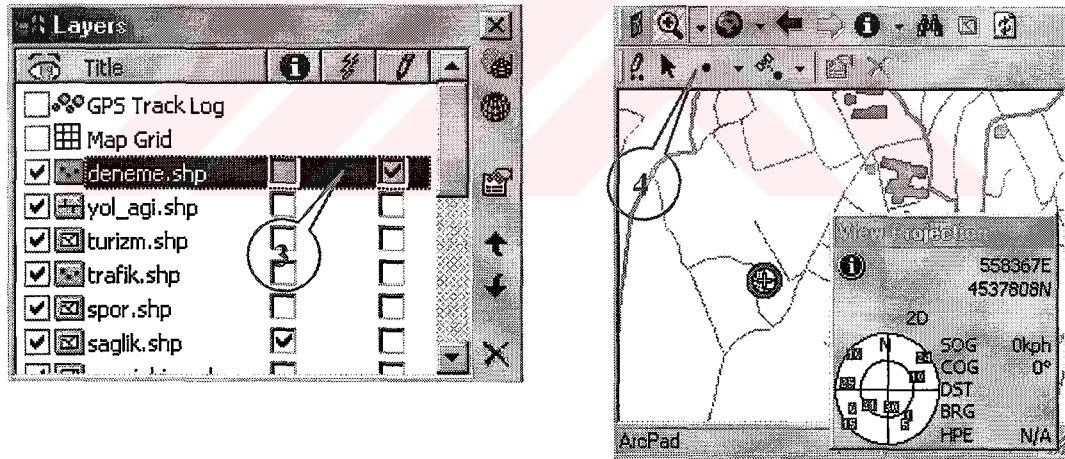
b) GPS ile bir veri katmanını üzerinde veri toplanması

Öncelikle verinin toplanacağı katmanın, “Layers” butonuna tıklanarak açılan pencerede “Editable” yapılması gerekir.



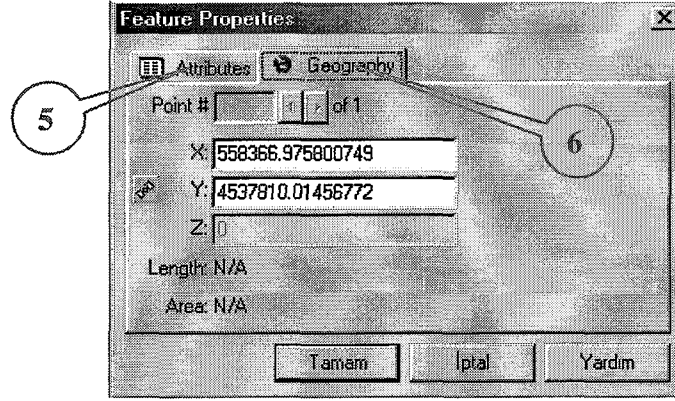
Ek Şekil 22. ArcPad yazılımında GPS alıcısı ile veri toplanacak katmanın seçildiği arayüz

- “GPS Position” butonuna tıklanılarak GPS bağlantısı aktif hale getirilir (Ek Şekil 22).
- “Layers” ikonuna tıklanılarak veri eklenecek katmanın “editable” özelliği seçilerek aktif hale getirilir.



Ek Şekil 23. ArcPad yazılımında GPS alıcısı ile veri toplama

- Veri eklenecek katman “editable” yapılır. Bu işlemten sonra “X” butonuna basılarak “layers” penceresi kapatılırsa ekranda “Edit/Drawing” araç çubuğu belirir (Ek Şekil 23).
- Örnek katmanımız nokta özelliğinde olduğundan 4 numara ile gösterilen kısımda “Capture Point” ikonuna tıklanılır. Bunun sonucunda o an bulunulan noktaya ait özellikler tablosu ekrana getirilir.



Ek Şekil 24. ArcPad yazılımında nokta koordinatlarının değiştirildiği arayüz

5. 5 numara ile gösterilen kısımda katmana eklenen alanlar gösterilir. Kullanıcı istenirse cep bilgisayarının kalemını kullanarak bu alanlara veri girebilir (Ek Şekil 24).
6. 6 numara ile gösterilen kısımda ise eklenen detaya ait koordinat bilgileri bulunmaktadır (Ek Şekil 24).

Yukarıdaki örnekte eklenen detay nokta özelliğindedir, çizgi ve poligon özelliğinde veri eklemede de durum aynıdır. Önce bu özellikte olan katman “editable” yapılır ve “GPS Capture” ikonundan uygun olanı seçilir (nokta, çizgi veya poligon), çizgi ve detay özelliğindeki veri alımı tamamlandıktan sonra aynı ikona (GPS Capture) tekrar basılır ve işlem tamamlanır.

NOT: ArcPad yazılımı değişiklikleri orijinal dosya üzerinde yapmaktadır. Bu nedenle yazılımda yapılan işlemi geri alma fonksiyonu yoktur.

Ek 2: Magellan SporTrack El GPS Alıcısı Kullanımı

Ek 2’de, uygulamalarda kullanılan Magellan SporTrack marka GPS alıcısıyla konum belirlemek, nokta ve çizgi kaydı yapmak ve arazide iken kayıtlı noktaların bulunması ile ilgili bilgiler verilmiştir. Magellan marka alıcıların cep bilgisayarı ile bağlantısını sağlamak için yapılması gereken ayarlar Ek Tablo 2’de yer almaktadır.

1. Alıcının açılarak konum belirlemek için hazır hale getirilmesi

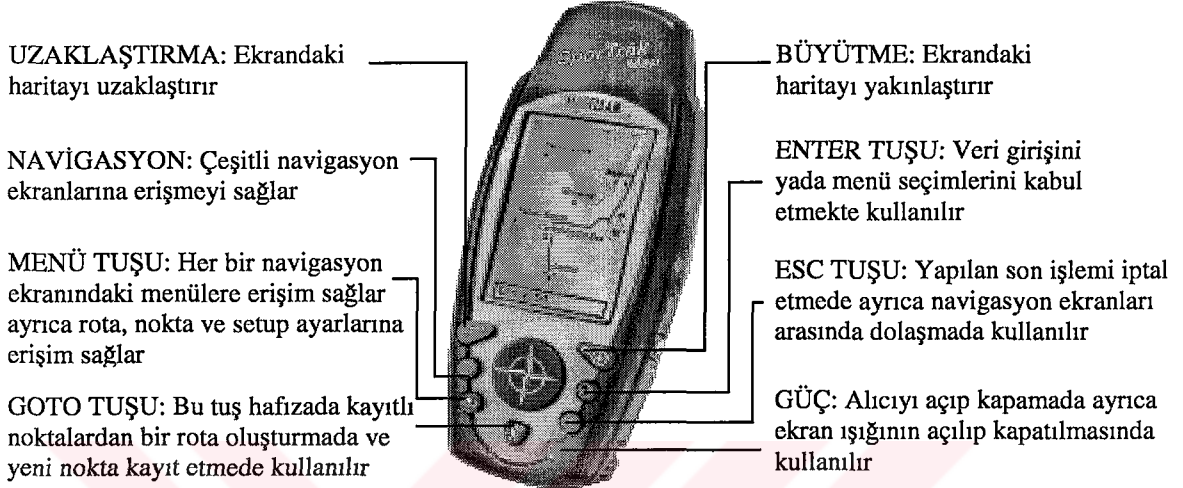
GPS alıcısı kullanılırken alıcının yakınlarında GPS sinyallerini etkileyecek engellerin (binalar, yoğun ağaçlık alan vb.) bulunmamasına dikkat edilmelidir. GPS ile açık arazide gökyüzü görüşünün engellenmediği ortamlarda çalışmalıdır.

Magellan SporTrack el GPS alıcısının görünümü ve alıcı üzerindeki tuşların fonksiyonları Ek Şekil 25’de görülmektedir. Önce GÜÇ düğmesine ardından 2 kez ENTER tuşuna basılarak alıcı açılır.

Her açılışta ilk olarak uydu durum ekranı gözükür. Bu ekranda sinyal alınan uydular siyah sütunlar şeklinde gözükmemektedir. Alıcının konum belirlemesi için en az 4 uydudan sinyal alması gereklidir. GPS alıcısının ilk kez kullanımında konum belirleme işlemi 5–10 dakika arasında bir süre alabilir. Daha sonraki kullanımlarda ortalama 1.5-2 dakikalık bir

sürede alıcı konumunu belirler. Alıcı 4 uydu gördüğünde otomatik olarak, uydu durum ekranından koordinatların gösterildiği koordinat ekranına geçer. Ek Şekil 25’de görülen NAVİGASYON tuşu kullanılarak farklı ekranlar arasında dolaşmak mümkündür.

Koordinat ekranında, alıcıda seçilmiş koordinat sisteminde hesaplanan koordinatlar yer alır. Kullanıcı hareket ettikçe koordinat değerleri değişir.



Ek Şekil 25. Magellan SporTrack el GPS alıcısının görünümü ve tuşların fonksiyonları

2. Alıcıda gösterilecek koordinatların belirlenmesi

Alıcı koordinat ekranında, iki farklı koordinat sistemindeki koordinat değerlerini gösterebilmektedir. Çalışılacak koordinat sistemlerinin seçilmesi alıcıda sırasıyla şu işlem adımlarının takip edilmesiyle yapılmaktadır;

- MENÜ tuşuna basılarak sırasıyla sırası ile “Setup” ve “Coord System” menülerinin içine girilir.
- Ekranda birinci koordinat sisteminde gösterilecek koordinatların belirlenmesi için “Primary” ikinci koordinat sisteminin belirlenmesi için “Secondary” kısmı seçilerek sonraki işlem adımlarına geçilir.
- Ekran getirilen listeden koordinat sistemi seçilir. Örneğin coğrafi koordinatlar (Enlem/Boylam) için “Lat/Lon”, UTM koordinatları için “UTM” seçilir. Seçim yapıldıktan sonra ENTER tuşuna basılır.

Alıcıda bulunan koordinat sistemleri haricinde kullanıcı isterse kendi koordinat sistemini tanımlayabilir. Örnek olması açısından 3 derece dilim genişlikli UTM koordinat sistemini tanımlamak için alıcıda yapılması gereken işlemler sıralanmıştır.

- MENÜ tuşuna basılarak sırasıyla sırası ile “Setup” ve “Coord System” menülerinin içine girilir
- “Primary” menüsüne girilerek açılan listeden “USER GRID” seçilir.
- Listedden “Transversal Marc” seçilerek ENTER tuşuna basılır.
- Daha sonra ilgili alanlar Tablo 1’deki değerler girilir.

Alan	Değer
Latitude of origin	0 N
Longitude of origin	39 E
Scale Factor	1
Unit to meter conv	1
False East. at origin	00500000.0
False North. at origin	00000000

Ek Tablo 1. 3 derece dilim genişlikli UTM koordinat sistemi için alıcıya girilecek değerler

Koordinat sistemlerinin seçilmesi dışında yapılması gereken diğer işlem de kullanılacak datumun belirlenmesidir. Alıcıda kullanılacak datumun seçimi şu şekildedir;

- MENÜ tuşuna basılarak sırasıyla sırası ile “Setup” ve “Map Datum” menülerinin içine girilir
- “Primary” veya “Secondary” kısımlarından biri seçilerek açılan listeden kullanılacak datum seçilir.
- Listedten EUROP50 seçilerek ENTER tuşuna basılır.

3. GPS alıcısı ile belirlenen koordinatın belleğe kayıt edilmesi

Bu işlem için Ek Şekil 25’de gösterilen GO TO tuşu kullanılır. Herhangi bir noktanın koordinatını kaydetmek için GO TO tuşu iki saniye süreyle basılı tutulmalıdır. Bu sürenin sonunda alıcının o anki konumu gösteren koordinatlar, daha önce seçilen koordinat sisteminde ekrana getirilir. Kullanıcı, nokta adı için en fazla 6 karakterden oluşan bir isim seçerek “ENTER” tuşuna bastığında kayıt işlemi gerçekleştirilir. Magellan SporTrack GPS alıcısı belleğinde 500 noktaya ait kayıt saklayabilmektedir.

Bunun yanında, koordinat kayıt ekranında bulunan koordinatları değiştirmek de mümkündür. Bu sayede kullanıcı alıcıya koordinatını bildiği noktaları kayıt ederek bu noktaları daha sonra arazide bulmak için GPS alıcısını kullanabilir.

Tek bir nokta koordinatının haricinde, Magellan SporTrack el GPS’inde çizgi şeklindeki bir güzergaha ait kaydı da saklamak mümkündür. Bu işlem için aşağıdaki işlem adımlarının takip edilmesi gerekir;

- Ek Şekil 25’de görülen NAVİGASYON tuşu kullanılarak harita ekranına geçiş yapılır,
- MENU tuşuna basılarak “Map Setup” kısmı seçilir ve ENTER tuşuna basılır,
- “Map Setup” menüsünde “Track Mode” isimli bir liste kutusu bulunmaktadır,
- “Track Mode” liste kutusunda “0.01 km’den başlayıp 5 km’ye kadar devam eden değerlerden biri seçilerek “ENTER” tuşuna basılır. Bu değerler kayıt edilecek çizgi şeklindeki güzergahta vertex uzunluğunu belirlemektedir.

Bu işlemlerden sonra kullanıcının hareketiyle çizilen yol güzergahı alıcının belleğine kayıt edilir. Aynı zamanda çizgi şeklindeki güzergah harita ekranında gösterilir. Magellan SporTrack GPS alıcısı 2000 vertex’e ait kaydı belleğinde saklayabilmektedir. Eğer bir yol güzergahı çizdirilmek isteniyorsa yolun toplam uzunluğu dikkate alınarak “Track Mode” liste kutusundan uygun değer seçilmelidir. Örneğin 0.01 km seçilirse en fazla 20 km’lik bir veri saklanabilir.

4. GPS alıcısı kullanılarak arazide aranılan noktaların bulunması

Bu işlem için Ek Şekil 25’de görülen GO TO tuşu kullanılır. Aşağıda gerekli işlem adımları özetlenmiştir.

- GO TO tuşuna bir kez basıldığında alıcı ekranında bir liste açılır,
- Bu listede alıcıdaki tüm kayıtlar sınıflandırılmıştır. Kullanıcı kendi kayıt ettiği noktalardan birini bulmak istiyor ise “USER” kısmını seçip “ENTER” tuşuna basmalıdır,
- Bu işlemden sonra açılan listede kullanıcı isteği noktayı seçerek “ENTER” tuşuna bastığında GO TO menüsü kapanır,
- NAVİGASYON tuşu kullanılarak farklı navigasyon ekranlarında aranılan noktaları hem sayısal değerlerle (açı mesafe) hem de grafik olarak bulmak mümkündür.

Kullanıcı tarafından kayıt edilmiş noktalar yanında, alıcıda üretici yada satıcı firmanın yüklediği il ve ilçe merkezleri, hava alanları, eczaneler vb. yerlere ait konum bilgileri de bulunabilir. Kullanıcı bu noktalardan birini arıyorsa GO TO tuşuna bir kez basıldığında açılan listeden bunlarla ilgili olan alanı seçebilir.

Ek Tablo 2. Farklı marka GPS alıcılarının ArcPad’le kullanılabilmesi için, alıcıda ve ArcPad yazılımında yapılması gerekli ayarlar ve gerekli bağlantı kabloları

GPS Alıcısı	Alıcıdaki Ayarlamalar	Gerekli Kablo ve Adaptörler		ArcPad’deki Ayarlar	
		Windows CE Cihazlar	Windows 9x, NT, 2000, XP PC’ler	Kullanılan Protokol	Veri İletişim Ayarları
Delorme Earthmate	Yok	Earthmate dahili seri kablo Cep bilgisayar için GPS adaptör kablosu	Earthmate dahili seri kablo	Earthmate	Baud: 9600 Parity: None Data Bits: 8 Stop Bits:1
Garmin	<u>Konum ayarları</u> Format: hddd.ddddd <u>Arabirim ayarları</u> Format: NMEA Baud Rate:4800	Garmin arabirim kablosu, dönüştürücü, null modem adaptör	Garmin arabirim kablosu	NMEA 0183	Baud: 4800 Parity: None Data Bits: 8 Stop Bits:1
Leica	Yok	CE cihazlar için seri kablo	9 pinli null modem seri kablo	NMEA 0183	Baud: 4800 Parity: None Data Bits: 8 Stop Bits:1
Magellan	Baud Rate:4800 NMEA: V2.1 GSA	Magellan PC kablosu, 9 pinli dönüştürücü, null modem adaptör	Magellan PC kablosu	NMEA 0183	Baud: 4800 Parity: None Data Bits: 8 Stop Bits:1

Ek Tablo 2'nin devamı

NAVMAN iPAQ 3000 serisi cep bil. için GPS	Yok	Yok	Yok	NMEA 0183	3600 ve 3700 serisi için Port:COM4, 3800 serisi için Port:COM5 Baud: 57600 Parity: None Data Bits: 8 Stop Bits:1
Teletype cep bilgisayarı için Compact Flash GPS alıcısı	Yok	Yok	Yok	NMEA 0183	Baud: 4800 Parity: None Data Bits: 8 Stop Bits:1
Trimble GPS Pathfinder	<u>Port B Ayarları</u> Protocol: TSIP	CE cihazlar için seri kablo	9 pinli null modem seri kablo	TSIP	Baud: 9600 Parity: None Data Bits: 8 Stop Bits:1
Trimble GPS Pathfinder	<u>Port B Ayarları</u> Protocol: NMEA Baud: 9600 Parity: None Data Bits: 8 Stop Bits:1	CE cihazlar için seri kablo	9 pinli null modem seri kablo	NMEA 0183	Baud: 9600 Parity: None Data Bits: 8 Stop Bits:1

ÖZGEÇMİŞ

1980 yılında Trabzon’da doğdu. İlköğrenimini 24 Şubat İlkokulu ve Prof. İhsan Koz İlköğretim Okulu’nda, Ortaöğrenimini Fatih Lisesi’nde tamamladı. 2002 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi (K.T.Ü), Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü’nden mezun oldu. 2002 yılında K.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü’nde yüksek lisans öğrenimine başladı. 2003 yılında K.T.Ü Gümüşhane Mühendislik Fakültesi Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü’ne Araştırma Görevlisi olarak atandı. Halen 2002 yılında K.T.Ü Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü’nde başladığı yüksek lisans eğitimine devam etmektedir.

