

## GEZİCİ COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ(GCBS) DESTEĞİYLE DEPREM SONRASI KURTARMA EKİBİ SEVKİYATI UYGULAMASI

E. Ekin<sup>1</sup>, Y. Güney<sup>2</sup>, U. Avdan<sup>3</sup>, A. Çabuk<sup>4</sup>

Anadolu Üniversitesi, Uydur ve Uzay Bilimleri Araştırma Enstitüsü, 26470, İki Eylül Kampüsü, Eskişehir.  
<sup>1</sup>erkekin@gmail.com, <sup>2</sup>yguney64@gmail.com, <sup>3</sup>uavdan@gmail.com, <sup>4</sup>acabuk@anadolu.edu.tr

### ÖZET

Türkiye’de 17 Ağustos ve 12 Kasım 1999 tarihlerinde yaşanan iki büyük depremde resmi kayıtlara göre toplam 18 bin 374 kişi hayatını kaybetti, 48 bin 901 kişi yaralandı. Hayatını kaybedenlerin büyük bir kısmı, deprem sonrası enkaz altında havasızlık, açlık, susuzluk veya kan kaybı gibi kurtarılmaya zamanının çok değerli olduğu sebeplerden dolayı hayatlarını kaybettiler. Kurtarma ekipleri ve eğitilmiş köpeklerin enkaz alanlarına ulaşmalarında saniyelerin bile binlerce hayatta ölçüldüğü bir durumda, mevcut teknolojiyi en uygun ve hızlı bir şekilde kullanmak önem kazanmaktadır. Teknolojinin geldiği bugünkü noktada, insanlar artık kilometrelerce uzaktan bile saniyeler mertebesinde haberleşmekte ve bilgi akışını sağlayabilmektedir. Bu tür teknolojiler ve mobil cihazlar kullanarak, deprem sonrası kurtarma ekiplerini en hızlı ve doğru şekilde enkaz bölgelerine sevk etmek, 3G, 4G veya GPRS adlı iletişim teknolojileri ile kolay bir hale gelmiştir. Tasarlanacak karar destek sistemleri ve bütünleşmiş bilişim sistemleriyle, coğrafi bilgi sistemleri(CBS) ortamında, daha önce araziye gönderilmiş uzman tespit ekiplerinden gelen hasarlı binalar hakkındaki veriler ile adres kayıt sistemindeki birey-ikamet bilgileri analiz edilerek daha önceden oluşturulmuş kurtarma ekipleri, anında bilgilendirilerek gezici cihazlarına gönderilecek görsel ve dijital haritalar yardımıyla enkaz bölgelerine sevk edilecektir. Bu bildiride, söz konusu teknolojinin aşamaları ve dört ayrı kısmın birbiriyle senkronize çalışmasını sağlayacak bir uygulama açıklanacaktır. Metinde deprem felaketi sonrası can kaybını en aza indirme amacıyla hazırlanan uygulamanın hayata uygulanabilirliğinden ve bölümleri arası veri iletişim alternatiflerinden bahsedilecektir.

**Anahtar Sözcükler:** Kurtarma Ekipleri, Deprem, CBS, Gezici, Afet.

## RESCUE TEAM SHIPMENT APPLICATION HANDLING BY MOBILE GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS AFTER EARTHQUAKE

### ABSTRACT

In 17th of August and 12nd of November 1999, 18 thousand 374 people were killed and 48 thousand 901 people were injured as a result of two happened in Turkey, İzmit. A big part of people who lost their lives were those who cought under the destroyed buildings. The reasons were lack of water, air, loss of blood and hunger. Rescue teams and trained dogs should work as efficiently as possible since it's the most important thing to be fast in such a disaster to save more lives. Using the most advanced technologies in these sort of disasters is essential. It is now easy to communicate all around the world in a second via internet and mobile technologies; thus, it would be useful to use both mobile devices and computers to distribute rescue teams to the disaster area. 3G, 4G and GPRS technologies can be used to enable the data transfer between pocket pc and computers. With support of the decision making systems to be designed and GIS, disaster's data collected by investigation teams, will be able to be calculated with people's information living in that buildings and will be able to be analyzed. So that result information will be send to rescue teams who must be in the disaster area as fast as they can. This paper discusses how this technology can work and how sub-parts of the subject combine together. In order to decrease the loss of human lives after an earthquake, an example will be given and it will be mentioned about varying data tranfer alternatives.

**Keywords:** Rescue teams, earthquake, GIS, mobile, disaster.

### 1. GİRİŞ

Afetler doğa ve insan kaynaklı olmak üzere ikiye ayrılırlar. Doğa kaynaklı olanlar; evrende kozmolojik patlamalar, yeryüzünde doğal afetlerdir. İnsan kaynaklı afetler ise; savaş ve terör, sağlık tabanlı afetler, kıtlık afetleri, medeniyet afetleri şeklindedir. Afetler için önceden önlem almak şarttır. Meydana gelen bir afet sonrası oluşan can ve mal kayıpları, insanlara afetten önce de birşeyler yapılması gerektiği dersini vermiştir. Fakat bu önlemler devlet tarafından alınacakları için, ekonomik sıkıntı çeken ülkelerin hükümetleri tarafından zorunlu olarak ikinci plana atılmışlar ve önem gösterilmemişlerdir. Durum böyle olunca, gelişmiş ülkelerde afet sonrası daha az can ve mal kaybı yaşanırken, açlık ve sefalet gibi sıkıntılarla uğraşan ve parasal sıkıntı çeken ülkeler, bir afet sonrasında daha çok kayıp vereceklerdir.

Örneğin Türkiye'nin Eskişehir ilinde yapılan bir yapı envanteri çalışmasının ortaya çıkardığı verilere göre seçilen pilot bölgedeki yapıların büyük bir çoğunluğu, meydana gelme ihtimali olan,

şiddetli bir depremle yerle bir olacaktır. Bu gerçeği bilmelerine rağmen belediyelerin ellerinden hiçbir şey gelmemektedir. Çünkü tedbir alabilmek için gerekli olan tek çözüm, tüm bu binaların yıkılıp, yerlerine son deprem yönetmeliğine uygun yeni binaların inşaa edilmesidir. Bu da oldukça maliyetli bir çözümdür. Dolayısıyla bu gibi durumlarda afet öncesi alınacak tedbirler aşırı maliyetler sebebiyle rafa kaldırılmaktadır.

Coğrafi Bilgi Sistemleri bu noktada oldukça kullanışlı bir teknolojidir. Bu teknoloji sayesinde konumsal açıdan çok değerli olan verilerin, anlaşılır bir şekilde ve kullanışlı bir arayüzle bilgisayar ortamında analizi, incelemesi ve sorgulaması yapılabilmektedir. Birçok projede kullanılan CBS teknolojisi, afet ve kriz yönetimi konularında da kullanıcılara oldukça yardımcı olabilmektedir. Bu şekilde araziden toplanan verilerin incelenmesi çok hızlı yapılabilmekte ve analiz çıktıları anında istatistiksel olarak incelenebilmektedir. Veri, hızlıca kullanılabilir bilgiye dönüştürülebilmektedir.

20. yüzyılın ikinci yarısında gelişen CBS teknolojisi, bilgisayar teknolojisiyle paralel ilerlemektedir ve CBS yazılım şirketleri de yazılımlarını bu teknolojiyle entegre bir biçimde geliştirmektedirler. NETCAD, ESRI, INTERGRAPH, AUTODESK ve MAPINFO, bu sektörün başını çeken şirketler olmakla birlikte her birinin ürettiği yazılımların bazı kısımları bir başka şirketin ürettiğini tamamlayıcı özellikte olabilmektedir. Bu yüzden tüm yazılımlar incelenmeli ve kullanım amacına uygun olarak, biri veya bir kaç seçilmelidir. Bu yazılımlar, masaüstü bilgisayarlar için uygun olmakla birlikte arazide kullanışlı değildirler. Bunun nedeni yazılımların kurulu olduğu bilgisayarların taşınabilir durumda olmamasıdır. Dizüstü bilgisayarlar arazide kullanılabilir ancak bu cihazlar da toza ve kire dayanıklı olmadıklarından arazi için uygun cihazlar değildirler. 21. yüzyılda elektronik entegre devrelerin boyutlarındaki ani küçülme, beraberinde gelişmiş gezici bilgisayar teknolojisini getirmiştir. Daha önce de var olan cep bilgisayarları artık çok daha hızlı ve yüksek kapasiteye sahip hale gelmişlerdir. Bu da kullanım oranlarını çok fazla artırmıştır. Gezici cihazlar herkesin kullandığı cep telefonlarından, cep bilgisayarlarına, el GPS'lerinden telsizlere kadar büyük bir alana yayılmıştır.

CBS çözümlerinde konum verisi önemli değer taşıdığından, bu verinin araziden doğrudan konumsal veri tabanına işlenmesi daha sağlıklı olacaktır ve projeye gözlemlenebilir bir hız kazandıracaktır. Küresel yer belirleme sistemi de azaltılmış hata payları ile bu gereksinimi karşılayabilecek bir teknolojidir ve gezici cihazlarda uygulanabilmektedir. Geo-senkronize olmayan uydulara da bağlanıp 3 metre hassasiyetle belirlenebilen konumlar araziden doğrudan coğrafi veri tabanına gönderilebilmektedir (Hunter 2002). Bu işlemi gerçekleştirebilen cihazların kullanıldığı sisteme de Gezici Coğrafi Bilgi Sistemleri yani GCBS denilmektedir. GCBS olarak adlandırılan bu teknoloji bir manada bilinen CBS ile GPS teknolojisini birleştirerek konumsal uygulamalara farklı bir boyut kazandırmıştır (Yomralıoğlu 2002). GCBS çözümleri sunan şirketler günden güne artmaktadır. Sadece donanım değil yazılım da bu noktada önemli bir yer tutmaktadır.

Firmalar mobil cihazlara yüklenebilecek CBS yazılımlarına da ilgi göstermeye başlamışlardır. Elde bulunan gezici cihazlara bu yazılımlar yüklenip araziden veri toplanabilmektedir. Araziden toplanacak verinin niteliğine göre masaüstü yazılımda gezici cihaz için özelleştirilmiş arayüz tasarlanabilmektedir. Gezici CBS, Tablo 2'de tablolandığı üzere bir çok disiplinin farklı alt dallarını ilgilendiren bir sektör haline gelmiştir ve aktif şekilde kullanılmaktadır. Kağıt tüketimini de azaltan bu teknoloji, aynı zamanda kullanıldığı projeye zaman da kazandırmaktadır. Yazılımlar, aynı ofis bilgisayarlarında yapılan işlemler olan veri girişi, veri düzenleme, veri silme, veri analizi, veri güncelleme ve konumsal olarak gösterme gibi işlemleri avcumuzun içine taşımaktadırlar (ESRI Mobile GIS 2009).

Görüldüğü üzere GCBS çoğu sektörün birçok uygulamasında kullanılabilir. Bu amaca hizmet eden yazılım ve donanım firmalarının bünyelerinde bulunan müşterilerinden gelen geri beslemeler göz önünde bulundurulduğunda zaman kazandıran, bütçeyi azaltan ve dolayısıyla kar artıran bir teknolojidir bahsedilmektedir. Bu yöntem birçok testi geçmiştir ve bizlere afet projelerinde de rahatlıkla kullanılabileceğini kanıtlamaktadır. Ancak bilindiği gibi afetler diğer kullanım alanlarına benzerlik göstermeyen birçok ekstra bileşene sahiptir. Örneğin bir afet sonrasında şehir tanınmaz hale gelebilmekte, baz istasyonları çökebilmekte, yardımcı ekipler yaşam mücadelesi verecek duruma gelebilmektedir. Bir bakıma afet bölgesi kilitlenmektedir. Geliştirilecek çözümlerin bu kilitli yapıda bile rahat işleyebilecek özellikte tasarlanması gerekmektedir, aksi takdirde planlanan hiçbir şey doğru olarak çalışmayacaktır. Bu bakımdan afet öncesi tüm olası tehlikeler göz önünde bulundurulmalı ve sistemler bu tehlikeler dahilinde muntazam şekilde kurulmalıdır.

**Tablo 1.** GCBS Kullanım Alanları (ESRI Mobile GIS, 2009)

|                           | Devlet  | Kamu ve Alt Yapı   | Çevre   | Güvenlik   |
|---------------------------|---|--|---|--|
| <b>Alan Haritalama</b>    | Bina Alanlarının Kaydı<br>İrtifak Hakkı Haritalaması<br>Tesis Haritalama  | Hizmet Haritalama<br>Yol İnceleme ve Haritalama  | Orman Bölge Haritalama<br>İz Haritalama<br>JeoKimyasal Haritalama<br>Volkanik Birikim Haritalaması<br>Sulak Alan Haritalama         | 112 Acil Adres Haritalama<br>Mayın Arazisi Haritalama<br>Askeri Alan Haritalama  |
| <b>Taşınmaz Envanteri</b> | Yol İşaretleri Envanteri<br>Belediye Mülkleri Envanteri<br>Ağaç Varlığı<br>Nüfus Verileri<br>Yapı Durum Değerlendirmesi<br>Mezarlık Envanteri | Yeni Yapı Kayıtları<br>Yağış Suyu Drenaj Kuyuları<br>Depo Tankı Haritalama   | Zehirli Madde Envanteri<br>Maden Arama<br>Bitkisel Arazi İncelemesi<br>Sulak Alan Araştırması<br>Kültür Varlıklarının Haritalanması | Kuşbakışı Mahal İnceleme<br>Yangın Haritalama  |
| <b>Taşınmaz Bakımı</b>    | Yol Bakım Araştırması<br>Yol Işığı Araştırması<br>Hasta Kaydı   | Elektrik Direklerinin Bakımı<br>Yeni Ekipman Kurulumu<br>Yol Kaplama Durum Değerlendirmesi                               | Ağaç Kesimi Haritalandırma<br>Boş Arazi Durum Yönetimi<br>Odun Hasat Yönetimi<br>Drenaj Sistemi Yönetimi                            | Kazılmış Altyapı Yönetimi<br>Çığ Gözlemleri Kayıtları<br>Hizmet Bakımları  |
| <b>Denetim</b>            | Kaldırım Yönetimi<br>Yapı Denetimi<br>Sağlık Denetimleri<br>Yönetmelik Kontrolü<br>Su Hakları Yönetmelikleri Kontrolü                         | Ölçü Okuma<br>Hatalı Sistem Değerlendirmesi<br>Dökümantasyon<br>Uyumluluk Haritalaması<br>Baraj Güvenlik Değerlendirmesi | Yerleşim İşleri<br>Yabani Ot Temizliği<br>Sondaj Kuyusu Denemeleri<br>Yabani Bölge Yangınlarının Seyri                              | Zarar Denetimi<br>Şiddet İzleme<br>Yol İşaretleri Denetimi<br>Taşkın Riski Değerlendirme                                   |
| <b>Olay Raporlama</b>     | Virüs Yayılma Olayları<br>Taciz ve Tecavüz Vakaları   | Zayıf Konumlandırma<br>Düzene Uyum   | Hayvanların Göç Bölgelerini İzleme<br>Petrol Sızıntısı Değerlendirmesi<br>Radyoaktif Yayılım İzleme                                 | Yapı Zarar Değerlendirmesi<br>Kaza Raporlama   |
| <b>CBS Analizi</b>        | CBS Verisi Doğrulama<br>Güzergah Çizme<br>Emlak Kayıt Yönetimi  | Ölçülendirme ve Fiyatlandırma için Müşteri Konumlandırma<br>Güzergahlandırma<br>Ağ Kesintilerini İzleme                  | Tarımsal İstatistikler<br>Tarım Arazisi Seçimi  | Soruşturma Amaçlı Adrese Dayalı Kayıt Sistemi<br>Etkilenmiş Bölgelerin Aciliyet Tanımlamaları<br>Kaza Bölgesine Navigasyon |

## 2. KULLANILACAK EKİPMANLARIN SİSTEM KONFIGÜRASYONLARI

### 2.1. Sunucu Bilgisayarın Konfigürasyonları

Gezici cihazların taşınmaları gereken özelliklere daha önce değinilmiştir. Yeterli konfigürasyonları sağlamayan cihazlar amaca yönelik fayda sağlayamayacağından dolayı seçilmemelidirler. Aynı şekilde CBS analizlerinin yapılacağı ve verilerin gezici cihazdan aktarılacağı sunucu bilgisayarın (server) da sistem özellikleri, ihtiyacı karşılayacak biçimde yapılandırılmış olması gerekmektedir. Bu bilgisayarların sürekli yüksek hızlı internet bağlantısına sahip olması ve işlemci hızlarının yüksek olması gerekmektedir. Zira afet anında yavaş bir bilgisayarda yapılacak analizler can kaybının artmasına sebep olacaktır. Bu da geçen her saniyenin insan canı değerinde olduğunu göstermektedir.

Sunucu bilgisayarları, seçilmiş CBS yazılım veya yazılımlarının ek yazılım paketleri olan sunucu paketlerini hafızasında yüklenmiş olarak barındırmalıdır. Araziden gelecek ya da el ile

doğrudan girilecek veriler bu sunucu bilgisayarda analiz edilip optimize edilecek ardından tekrar kurtarma ekiplerine bu analizlerden sağlanan kullanılabilir bilgiyi gönderecektir. Sunucularda istenen en belirgin birkaç özelliğe gelecek olursak;

- En az 6 Gb geçici belleğe (RAM)'e,
- En az 512 Mb paylaşımsız ekran kartına,
- En az 8 Megabit internet veri akışına,
- CBS yazılım şirketlerinin sağladığı ek sunucu yazılımına (Esri ArcPAD, Autodesk OnSite),
- Çift çekirdekli, 3.00 Megahertz hızının üstünde işlemciye sahip olması istenmektedir.

## 2.2. Afet Amaçlı Çalışmalarda Kullanılacak Gezici Cihazların Konfigürasyonları

Kullanılacak el donanımları yeterli hafızaya, şarj ömrüne ve ekran çözünürlüğüne sahip olmalıdır. Veri iletişimi, olası tehlikeler karşısında alternatif veri yollarına kayacak teknolojilere dayanmalıdır. Normalde 3G teknolojisi kullanan bir cihaz, yakındaki baz istasyonunun çökmesi durumunda verileri başka yollardan merkeze yollayabilmelidir. Eğer böyle bir yol da kalmamışsa verileri yerel olarak depolamalıdır. Görevli kişi daha sonra bu verileri merkezdeki CBS yazılımına el ile tanıtılabilmelidir.

Şarj ömrü de yeteri kadar uzun olmalıdır. Arazi teftişi sırasında birçok veri toplanacaktır. Eğer cihazın pili biterse tüm işler yarıda kalabilir ve operasyon sekteye uğrar. Bu açıdan uzun şarj ömürlü cihazlar kullanılmalıdır veya yedek batarya taşınmalıdır.

Dikkat edilmesi gereken diğer bir özellik de dahili kamera ve GPS donanımlarıdır. Afet bölgesini görüntülemek de merkezdeki karar vericiler için bir aciliyet endeksi sağlayabilir. Eğer arazi tanınamayacak haldeyse veri gönderen görevli elbette tam olarak nerede olduğunu kestiremeyecektir. Bu yüzden de dahili bir GPS donanımı barındıran bir gezici cihaz kullanılmalıdır. Eğer GPS dahili olmaz da harici ayrı bir cihaz olarak kullanılacaksa, konumsal yer belirleme sisteminden elde edilecek konumsal verinin, mobil cihaza işlenebilmesi için arayüzünde ayrı veri alanları içermesi gerekmektedir. Konumsal veri bu noktada değer kazanmaktadır. Olası bir afet senaryosu karşısında en verimli el cihazını seçmek için göz önünde bulundurulacak önemli özellikleri sıralamak gerekirse;

- 3G, Edge, Wap, WI-FI gibi kablosuz iletişim ağlarından biri veya birkaçını desteklemelidir.
- Dahili kamerası olması istenir.
- Şarj süresinin kısa, deşarj süresinin ise uzun olması istenir.
- Yedek batarya takılabilir olmalıdır.
- Dahili GPS donanımına sahip olması istenir.
- CBS yazılımlarının yüklenmesine elverişli işletim sistemi kullanılmalıdır.
- Kullanıcı arayüzü kullanışlı ve kolay olmalıdır.
- Ekran çözünürlüğünün fazla olması gerekmektedir. (örn: 320x480 piksel)
- Hızlı bir işlemciye sahip olmalıdır.
- Geniş bir belleğe sahip olmalıdır. Belleğin SSD yani fiziksel dönme yapmayan cinsten olması istenir.

Bu özelliklerin tümüne birden sahip cihazlardan 3 adet örnek Şekil 1, Şekil 2 ve Şekil 3'te gösterilmiştir.



Şekil 1. Trimble



Şekil 2. Apple iPhone



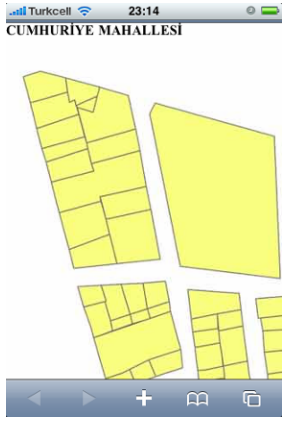
Şekil 3. Hp iPAQ

### 3. ÖRNEK UYGULAMA: ESKİŞEHİR CUMHURİYET MAHALLESİ'NDE TÜM YAPILARIN HASAR PUANLAMASI

Bu çalışmada çalışması istenen işlemleri örneklemek amacıyla Eskişehir'in en işlek caddelerinin çevrelediği Cumhuriyet Mahallesi'nde binaların görüntüsüne bakarak, bu yapıların hasar durumları 100 üzerinden puanlanmıştır. Atanan puanlar ada ve parsel bilgileriyle birlikte sunucu bilgisayardaki hazır veritabanına binası ile eşleşecek şekilde 3G ile gönderilmektedir.

#### 3.1. GCBS Arayüzleri

Aşağıdaki arayüz Apple iPhone'da dahili bulunan bir tarayıcı olan Safari için geliştirilmiş PHP programlama dili tabanlı küçük çaplı bir yazılımdır. Veritabanı olarak özel bir sunucuda bulunan MySQL veritabanı kullanılmıştır. Veri göndermek için özel bir cep telefonu operatörünün ücretli 3G bağlantısı kullanılmıştır. Lokasyon verileri, veritabanına html kodları içine gömülü «map» tekniği kullanarak gönderilebilmektedir. Bu çalışma örnek amaçlıdır, gerçek sistemde vektör ve raster veriler birlikte kullanılacaktır. Uydu görüntüleri de raster veri olarak her cihazda bulunacaktır. Kurulması planlanan sistemin altyapısı Apple firmasının henüz piyasaya sürdüğü iOS4 işletim sistemi için geliştirilecektir. Tespit ekiplerine iPhone 4, kurtarma ekiplerine ise iPad sağlanacaktır. Dolayısıyla iki farklı platform için ayrı CBS yazılımları geliştirilecektir.



Şekil 4. Parsel seçimi



Şekil 5. Yapı puanlama



Şekil 6. Onay

Şekil 4'teki arayüz ile puanlanacak yapı seçilecektir. Bu aşamada dahili veya harici GPS kullanılabilir. GPS, cihazda yüklü güncel haritada o anki konumu verecektir. Afet sonrasında mekanlar tanınmaz hale gelebileceği için bu şekilde bir çözüme gidilmiştir. Eğer arazi tanınyorsa GPS verisi kullanmaya gerek kalmayacaktır. Arayüzden yapı seçildikten sonra ekrana Şekil 5'teki görüntü gelecektir. Bu puanlama arayüzüdür. Bina çok hasarlıysa az puan verilecektir. Bu puanlama işlemini inşaat eğitimi görmüş tespit ekipleri yapacaktır. Hasar oranı sunucuya gönderildikten sonra arayüz Şekil 6'daki onay penceresi görüntülenecektir.

Şekil 7'de ise sunucu bilgisayara aktarılan verilerin internet üzerinden sorgulaması ve takibi yapılabilmektedir. Örnekte MySQL veritabanı kullanılmakla beraber gerçek sistemde isteğe göre açık kaynak kodlu ya da ücretli veritabanı yazılımlarından herhangi birinden yararlanılabilmektedir.

#### 3.2. Afet ve Kriz Yönetiminde GCBS Altyapısı

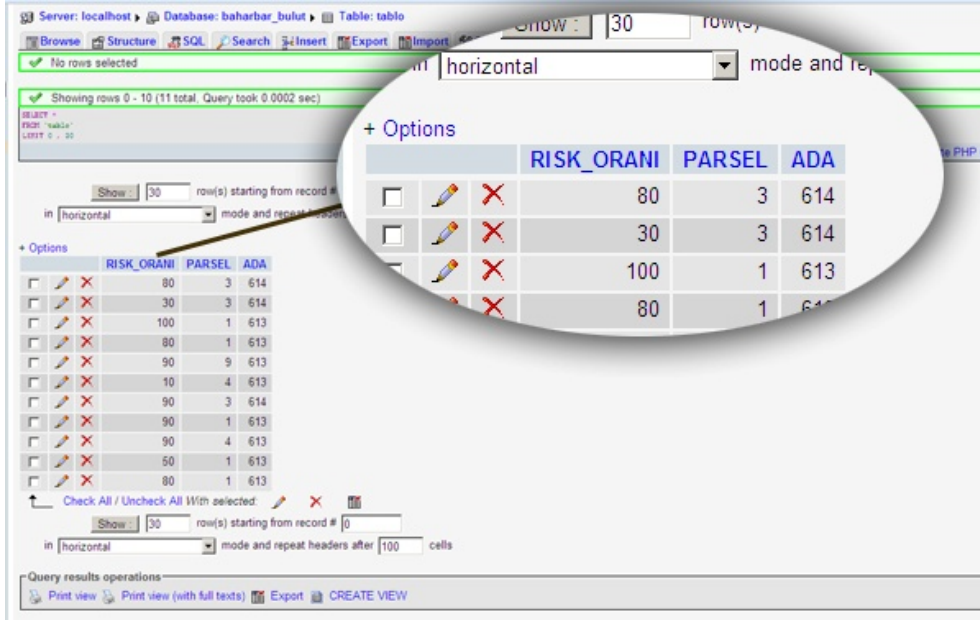
17 Ağustos 1999'da Adapazarı'nda meydana gelen deprem sonrası, ilin ve çevre illerin yerle bir olmuş görüntülerinin, öncelikle bu depremi birebir yaşamış bölge halkının, ardından o görüntüleri medya kanalıyla evlerinden izleyen insanların hafızalarından silinmesi oldukça zordur. 45 saniye süren depremin etkilerini kavrayabilmek için bir örnek vermek gerekirse, sarsıntı hiposantrından 270 km uzaktaki Eskişehir ilinde bile bir bina yıkılmış, onlarca bina da hasar görmüştür. Richter ölçeğine göre 7.4 şiddetindeki deprem ülkede genel bir krize yol açmıştır. Tüm telefon operatörlerinin telefon ve kısa mesaj servisleri kilitlenmiştir. Çevre il ve komşu ülkelerden yardım ekipleri afet bölgesine gelmişlerdir. Fakat tam koordinasyon sağlanamamıştır.

Bu noktada arama ve kurtarma ekiplerini doğru koordine etmek hayati önem taşımaktadır. En uygun şekilde, doğru uzman ekibi doğru mahale yönlendirerek can kaybı minimize edilmelidir.

Kriz yönetiminde birçok parametre bulunduğundan, insan canı için yapılan bu gibi projelerde yine insan zekası büyük rol oynamaktadır. Hızlı düşünen ve mantıklı karar vericiler sayesinde belki de yüzlerce hatta binlerce insan hayatta kalabilir. Ancak insan beyni ne kadar hızlı ve mantıklı olursa olsun bir afet karşısında vereceği kararlar yeterli olmayacaktır. Bu noktada devreye çok iyi bir karar destek sistemi olan coğrafi bilgi sistemleri teknolojisi girmektedir. Kurulacak ve çalışacak uygun bir CBS altyapısı afet koordinasyon merkezindeki karar vericiler için çok iyi bir yardımcı olacaktır. Sistem 4 ana bileşenden oluşmaktadır. Bunlar başlıca;

1. Tespit ekipleri,
2. Afet koordinasyon merkezi,
3. Adrese dayalı kayıt sistemi,
4. Arama ve kurtarma ekipleri şeklinde sıralanabilir.

*Tespit ekipleri* mahalle başına en az 3 elemandan oluşmak üzere afet sonrası toplanma yerleri belli bireylerden oluşacaktır. Her biri gezici bir el cihazına sahip olacak, varsa yedek bataryasını, fenerini ve baretini afet bölgesine giderken beraberinde götürecektir. Görevi, ona tahsis edilen mahalledeki yapıların afet sonrası durumunu, taşıdığı mobil cihaz ile hızlı bir şekilde merkeze yollamaktır.



|  | RISK_ORANI | PARSEL | ADA |
|--|------------|--------|-----|
|  | 80         | 3      | 614 |
|  | 30         | 3      | 614 |
|  | 100        | 1      | 613 |
|  | 80         | 1      | 613 |
|  | 90         | 9      | 613 |
|  | 10         | 4      | 613 |
|  | 90         | 3      | 614 |
|  | 90         | 1      | 613 |
|  | 90         | 4      | 613 |
|  | 50         | 1      | 613 |
|  | 80         | 1      | 613 |

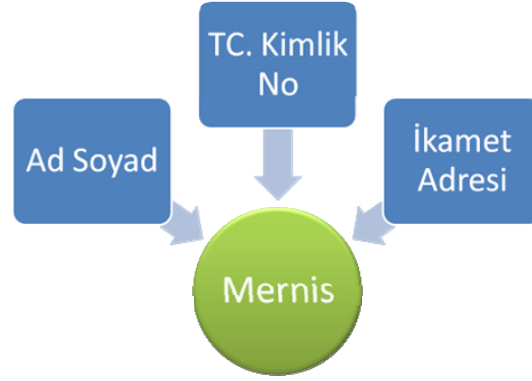
Şekil 7. Sunucu bilgisayarda toplanan veriler

Tespit ekiplerinden gelecek olan veriler bu merkezde bulunan sunucu bilgisayarlarda depolanacaktır. CBS yazılımları gelen konumsal verileri görsel biçime sokarak karar vericiye sergileyecektir. Karar verici de bu bilgiler dahilinde arama ve kurtarma ekiplerini olay mahaline sevkedecek ve bunu sürekli tekrarlayacaktır. Ancak sadece binaların hasar durumlarına göre değil, içinde ikamet eden insanların sayısını da bir endeks olarak kullanacaktır. Ayrıca *afet koordinasyon merkezi* afet sonrası afet bölgesindeki doğalgaz, elektrik ve suyu kesecek bağlantılara sahip olmalıdır.

Tespit ekipleri tarafından afet koordinasyon merkezi sunucularına gönderilen konumsal bilgi aynı zamanda binaların eşsiz numaralarını da merkeze iletacaktır. Bu eşsiz numaralar *adrese dayalı kayıt sisteminde* (Mernis Şekil:8) kendisiyle ilişkili binada ikamet eden insanların sayısını anında merkeze ulaştıracaktır. Merkezdeki karar destek sistemi, bu parametreyi de sunacaktır.

*Arama kurtarma ekipleri* çok iyi organize olmuş eğitimli bireylerden oluşacaktır. Her ekibin bir lideri olacak ve elinde navigasyon özelliklerini destekleyen bir cihaz bulunacaktır. Merkezden gelen koordinatlara bu cihazdan ulaşacak ve gerekirse cihaz afet bölgesine ulaşacakları en kısa yolu çizecektir. Arama ve kurtarma ekiplerinin temel görevleri şu şekildedir;

- Hastalara ve yaralılara aldıkları özel eğitim ve donanım ile, olay yerinde, en kısa sürede ve uygun yöntemlerle müdahale ederek gecikmiş kurtarmaya bağlı ölümleri ve kurtarmadan kaynaklanacak ölüm ve sakatlıkları en aza indirmek,
- Afet veya olağandışı durumlarda imkân ve kabiliyetlerini kullanarak hastalara/yaralılara medikal müdahale yapmak ve kurtarmak,
- Kurtarılan kazazedeleri, en kısa sürede ileri acil tedavi ünitelerine naklini sağlamak üzere ambulanslara, uygun nakil araçlarına ve görevlilerine teslim etmek,
- Afetler ve olağan dışı durumlarda diğer sağlık ekiplerinin sunduğu tıbbi yardımların yeterli olmadığı durumlarda ve alanlarda, ekibin kendi donanım, personel ve eğitim olanakları dahilinde ihtiyaç duyulan sağlık hizmetlerine destek vermek
- Olay yeri sağlık hizmetlerinin yönetimini yapmak, triaj, tıbbi müdahale, nakil hazırlıkları, haberleşme ve kayıt yapmak,
- Afet Birimi ve diğer yerler ile gerekli iletişimi ve bilgi akışını sağlamak,
- Faaliyetleri kapsamında ilgili kurum, kuruluş ve kişilerle işbirliği yapmak,
- Gerekli hallerde, yurtdışında meydana gelen afet ve olağan dışı durumlarda sağlık hizmetlerinde görev almak (UMKE 2010).

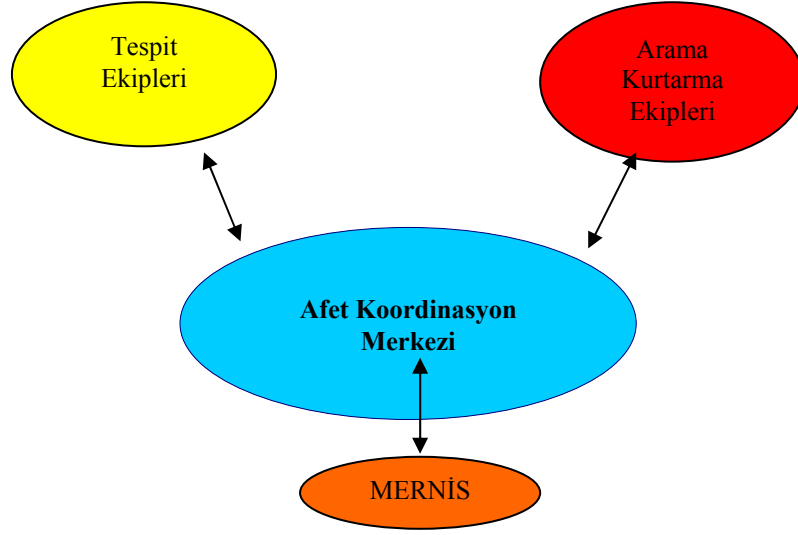


Şekil 8. Mernis projesi

Tespit ekipleri afet bölgesine vardığında iki durumla karşılaşabilir; bunlar, arazinin tanınabilir olması ve tanınmaz olması durumlarıdır. Afet sonrası -özellikle deprem felaketi sonrası- bazı bölgeler tamamen enkaz kalıntıları ile dolu olabilir. Bu durumda arazi tanınmamaktadır. Dolayısıyla tespit ekipleri hangi parseldeki hangi binanın hasar gördüğünü anlayamaz, ya da yanlış binayı hasarlıymış gibi gösterebilir. Dolayısıyla gezici cihazına entegre GPS donanımı ile bulunduğu koordinatları okuyup haritayı cihazın hafızasına indirmesi gerekebilir. Bölgenin haritası cihazda daha önceden yüklüyse bu işlem kısa sürer fakat yüklü değilse merkeze ilk önce koordinatlarını göndermeli, ardından merkez sunucusundan gelen haritada bina işaretlenecek ve daha sağlıklı sonuçlar elde edilebilecektir.

Eğer tespit ekipleri araziye tanıyabildiyse, bulunduğu yeri haritadan elle bulabilecektir. Ardından hasarlı binayı işaretleyip hasar oranı öznelik bilgisini el ile girecektir ve merkeze yollayacaktır. Veri iletişimi 3G teknolojisi ile sağlanacaktır. Telefon ve kısa mesaj band genişlikleri aşırı yoğunluktan tıkalı olabilir, ancak veri ağı her zamanki yoğunluğundadır. Bu nedenle veri iletişimde bir sıkıntının olmayacağı öngörülmektedir.

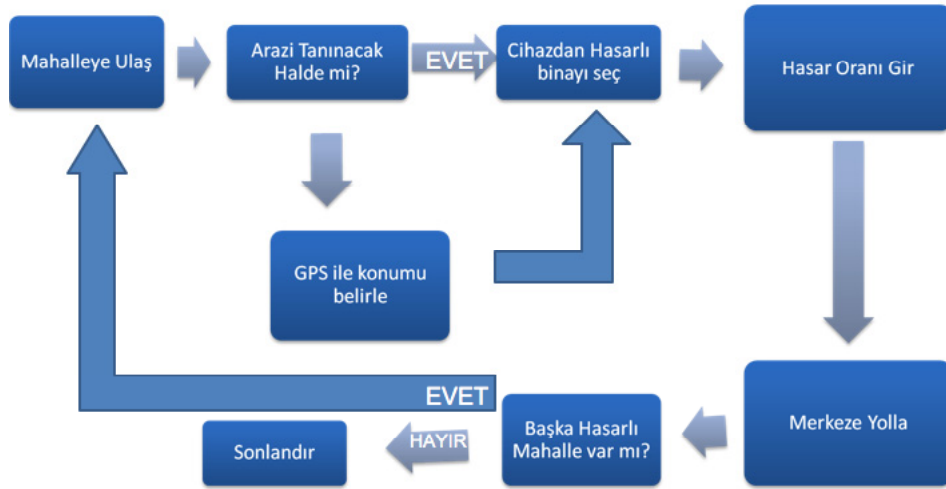
Merkezde bu şekilde toplanacak yüzlerce bina bilgisi anında adrese dayalı kayıt sisteminden veritabanında ilişkili binayı tanıyıp içinde ikamet eden ailelerin sayısı bilgisini de merkeze gönderecektir. Merkezdeki CBS yazılımı, otomatik haritalama yöntemleriyle bu verileri karar vericiye sunacaktır, karar vericinin onayının ardından kurtarma ekiplerine yine 3G teknolojisini kullanarak gidecekleri mahal bildirilecektir.



Şekil 9. GCBS ile afet sonrası kurtarma ekibi sevkıyatı işleyiş şeması

### 3.3. İşleyiş Şeması

Tasarlanması planlanan sistemin en hızlı biçimde işleyebilmesi için tüm işlemlerin belli bir standarda bağlanması gerekmektedir. Şekil 10'da ise tespit ekiplerinin izleyecekleri çalışma planı gösterilmiştir. Görüldüğü üzere afet bölgesine ulaşan tespit ekipleri bu şemaya göre ilk önce arazinin durumunu inceleyeceklerdir. Mahalledeki binalar tanınmayacak derecede zarar gördüyse yer belirleme sistemiyle uydu üzerinde yer tayini yapıp haritalar yine 3G metoduyla mobil cihaza ulaşacaktır. Eğer arazi tanınıyorsa hasarlı binaların oranlarını merkeze yollayabileceklerdir. Her bina için bu algoritma baştan uygulanacaktır.



Şekil 10. Afet bölgesine sevk edilen ekiplerin işleyiş şeması

## 4. TATBİKATLAR

Afet birimi, düzenli olarak, tüm yönetim sistemini test etmek ve olası uyumsuzlukları tespit edebilmek amacıyla tüm alt birimlerin dahil olacakları tatbikatlar düzenlemelidir. Bu tatbikatlar tamamen gerçeği yansıtacak biçimde planlanmalı ve afetin büyüklüğü ve lokasyonu daha önceden tüm ekiplere bildirilmelidir.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

GCBS bugün dünyada birçok farklı disiplinde hızlı veri toplama ve iş verimliliğini artırmada etkili biçimde kullanılmaktadır (Yomralıoğlu 2010). Bu teknolojinin çeşitli kişiselleştirmeler ile afet



yönetimi sistemlerinde kullanmanın da uygunluğu açıkça ortadadır. Sistemli bir şekilde işleyen ve afet sonrası etkin biçimde kullanılacak GCBS teknolojisi, deprem felaketi sonrasında yardım bekleyen bir çok hayata umut olabilecek bir teknolojidir. Amacı hızlı ve doğru bilgi üreterek afet sahasına yardımın en hızlı biçimde ulaşmasını sağlamaktır. Projeye ayrılacak fon, geliştirilmesi düşünülen sistemin en iyi şekilde işlemesi için gereken işgücü ve cihazlara ayrılacaktır. Bilgisayar mühendisleri, yazılımcılar, eğitimli kurtarma ekipleri, gönüllüler gibi farklı insan gruplarından bahsedilmektedir. Dolayısıyla bu kadar geniş çaplı bir sistemin kurulması için devletin desteğine ihtiyaç duyulacaktır. Altlık sağlama konusunda da belediyelere iş düşecektir. Fakat dünyada ilk kez çalışacak ve binlerce hayatın kurtarılmasını sağlayacak bir yenilik geliştirilecektir.

#### KAYNAKLAR

- ESRI** Mobile GIS <http://www.esri.com/library/fliers/pdfs/arcgis-mobile.pdf> (12.09.2010).
- Ergünay, O.**, 2002, Afete Hazırlık ve Afet Yönetimi, Türkiye Kızılay Derneği Genel Müdürlüğü Afet Operasyon Merkezi (AFOM), Ankara.
- Hunter, P.M.**, 1999, Mobile GIS as if Field Users Mattered, Geomatik Mühendisliği Bölümü, Calgary, Canada.
- Yomraloğlu, T.**, 2000, Coğrafi Bilgi Sistemleri: Temel Kavramlar ve Uygulamalar, İstanbul.
- Yomraloğlu, T.**, Mobil GIS: Gezici Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uygulamaları, İstanbul.