DEPREM BİLGİ SİSTEMİ

C. Tarhan[1], Z. Coşkun[2] ve C. Zülfikar[3]

[1] *Yüksek Lisans Öğrencisi, Deprem Müh. Anabilim Dalı, Boğaziçi Üniversitesi, KRDAE*
[2] *Doktora Öğrencisi, Deprem Müh. Anabilim Dalı, Boğaziçi Üniversitesi, KRDAE*
[3] *Doktor Uzman Araştırmacı, Deprem Müh. Anabilim Dalı, Boğaziçi Üniversitesi, KRDAE*
Email: can.zulfikar@boun.edu.tr

ÖZET:

Türkiye ve dünyada son 10 yılda meydana gelen büyük depremlerin nüfus yoğunluğu yüksek olan yerleşim merkezlerinde, büyük sosyal ve ekonomik kayıplara yol açabileceği görülmüştür. Depremden etkilenen bölgelerin doğru ve hızlı belirlenmesi deprem sonrasında arama ve kurtarma çalışmalarının etkili bir biçimde yapılabilmesi için hayati önem taşımaktadır. 2002 yılındaki Coburn ve Spence'in çalışması, deprem sonrası yetersiz acil müdahalenin can kaybını 10 katına kadar arttırabileceğini işaret etmiştir. Yıkıcı bir deprem sonrası acil müdahale sistemlerinden gelen bilgiler ile hasar yerinin ve seviyesinin acil olarak değerlendirilmesi yerleşim merkezlerinde can kaybını önemli ölçüde azaltacaktır. Bu amaçla dünya genelinde birçok enstitü internet tabanlı makrosismik harita oluşturmak, dolayısıyla depremden en çok etkilenen bölgeleri tespit etmek için çevirim içi deprem şiddeti anketlerini uygulamaya koymuşlardır. Anketlerdeki amaç depremi hisseden kişilerden hızlıca makrosismik şiddet verisini toplayıp, depremin hemen sonrasında deprem şiddet haritası oluşturmaktır. Bu çalışmada, depremin hemen sonrasında deprem şiddet haritasının oluşturulması amacıyla benzer bir internet tabanlı algoritma geliştirilmiştir. Şu anda test aşamasında olan bu sistemin tablet bilgisayar ve akıllı telefon uygulamaları hazır olmakla birlikte, kamu hizmetine test aşaması bittikten sonra sunulması planlanmaktadır. Bu sistemin uygulamaya geçmesiyle birlikte deprem sarsıntı, hasar ve kayıp tahminlerinin eş-zamanlı olarak elde edilmesi dolayısı ile acil tıbbi müdahale gereken yaralı sayısı, geçici barınak ve yemek ihtiyaçlarının eş zamanlı olarak belirlenmesi amaçlanmaktadır. Bu çalışma ile etkin bir acil müdahale ve kamusal bilgilendirme sisteminin oluşturulması hedeflenmektedir.

ANAHTAR KELİMELER: GSM ve internet tabanlı deprem bilgilendirme sistemleri, deprem acil müdahale sistemleri, şiddet haritaları, arama kurtarma çalışmaları.

1. GİRİŞ

Özellikle 1999 Kocaeli Mw=7.4, 1999 Düzce Mw=7.2 ve 2011 Van Mw=7.2 depremlerinden sonra, acil müdahale sistemlerinin önemi ve ihtiyacı artmıştır. Yıkıcı depremlerin hemen sonrasındaki acil müdahale, afet sonrası kurtarma ve onarım aktiviteleri açısından hayati önem teşkil etmektedir. 2002 yılındaki Coburn ve Spence'in çalışması, deprem sonrası yetersiz acil müdahalenin can kaybını 10 katına kadar arttırabileceğini işaret etmiştir. Bu da deprem yer sarsıntı, hasar ve kayıp tahminlerinin eş-zamanlı olarak elde edilmesi ihtiyacını ortaya koymaktadır.

Dünya genelinde birçok sismoloji enstitüsü internet tabanlı makrosismik anket çalışması düzenleyerek deprem hasar ve kayıp tahminini hızlı bir şekilde belirlemektedir. Makrosismik şiddet haritaları gerçek zamanlı olarak anket sonuçlarının analiz edilmesiyle oluşturulmaktadır.

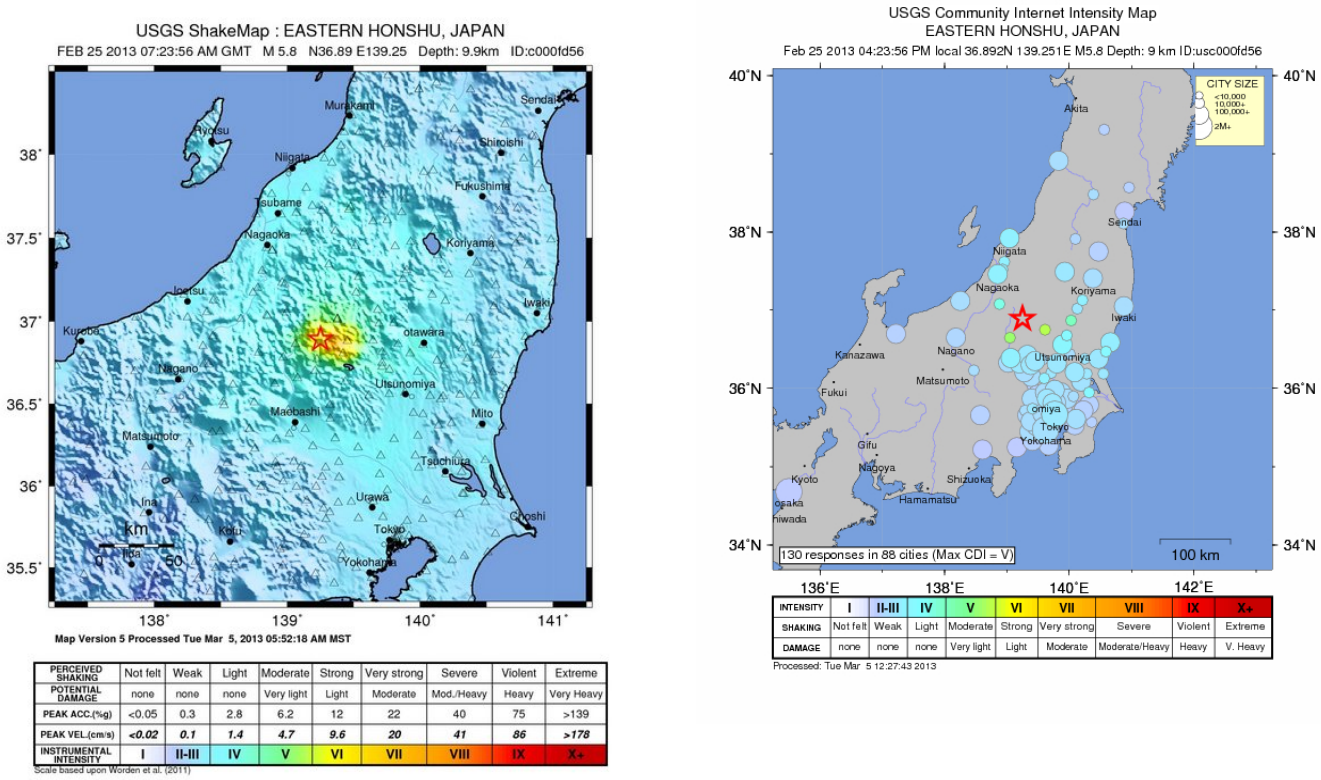
2. ULUSLARARASI İNTERNET TABANLI MAKROSİSMİK ANKETLER

İnternet tabanlı anket sisteminin en büyük avantajı afetten insanların nasıl etkilendiğini, depremin etkilerini ve hasarın derecesini depremden birkaç dakika sonra elde edebilmektir (USGS, 2013a). Oluşturulan şiddet haritaları depremin lokal ölçüde o bölgeyi nasıl etkilediğini açıkça gösteren kapsamlı bir görüntü vermektedir.

2.1. Amerikan Jeolojik Araştırma Merkezi (USGS)

Amerikan Jeolojik Araştırma Merkezi'nin "Did You Feel It®" (DYFI) sistemi, depremin hemen sonrasında internet kullanıcılarından sarsıntı ve hasar bilgilerini toplamaktadır. DYFI sistemi dünya çapında kullanılan, hızlı ve geniş makrosismik veri kaynağının olduğu, Amerika ve diğer ülkelerde meydana gelen depremlerin sarsıntı şiddet ve hasar bilgisini sağlayan bir sistemdir.

Kullanıcı İnternet Şiddet haritası anketlere gelen cevapların analizinden sonra gayri resmi olarak ilk defa 1997 yılında California'da üretilmiştir ve Wald ve diğer.[1999] tarafından ilk defa tanımlanmıştır. Bunu izleyen yıllarda sistem önemli ölçüde geliştirilmiş ve kullanıma geçmiştir. 2000 yılında DYFI Amerika genelinde yaygınlanmış ve 2004 yılında küresel makrosismik veri arşivi oluşturulmasına başlamıştır (Wald ve diğer., 2011). Şekil 1'de 2013 Mw5.8 Doğu Honshu depremi sonrası üretilen aletsel ve kullanıcı şiddet haritası gösterilmektedir (USGS, 2013b).



Şekil 1. Aletsel (sol) ve kullanıcı (sağ) şiddet haritaları

2.2. Yeni Zelanda Geonet Hissedilme Raporu

Yeni Zelanda'da GNS Science (http://www.geonet.org.nz) çevrimiçi sistemi 2004 yılından beri faaliyet göstermektedir. GNS internet arayüzü hem aletsel hem de makrosismik şiddeti gösteren interaktif bir arayüzdür. GNS otomatik sistemi, şiddeti sadece VIII'ye kadar olan depremleri sunmaktadır. GNS internet kullanıcılarına depremin tarihi ve zamanına dayanan bir sorgu sistemine erişmelerini de sağlamaktadır (Wald ve diğer., 2011)

2.3. INGV (Instituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Ulusal Jeofizik ve Volkanoji Enstitüsü)

İtalya için internet tabanlı makrosismik veri toplama sistemi ("Did you feel the quake?"/"Hai Sentito il Terremoto": http://www.haisentitoilterremoto.it) 2007 yılından itibaren çevrimiçi olarak hizmet vermektedir. Bu sistemde bireysel cevaplar ve onların analiz sonuçlarının toplanması sonucunda, her bir giriş için en olası makrosismik derece atanmaktadır. Tutarsız girişleri elemek için veri tabanlarında bulunan ortalama şiddet ağırlığının varyansı kullanılır (Sbarra ve diğer., 2010). Buna ek olarak, girilen değerler, o bölge için seçilen büyüklük ve uzaklığın fonksiyonu olan şiddet tahmin denklemlerinin önceden belirlenmiş sınırlarını geçerse, elimine edilir. Daha sonra atanan şiddet değerlerinin her bir şehir ve köy için ortalamaları alınır (Wald ve diğer., 2011).

2.4. EMSC (European-Mediterranean Seismological Centre, Avrupa-Akdeniz Sismoloji Merkezi)

Avrupa-Akdeniz Sismoloji Merkezi'nde bulunan online anket sistemi 2004 yılından beri çalışmaktadır (http://www.emsc.eu/Earthquake/felt.php). Sistem 32 dilde hizmet vermektedir.

Bu enstitülerden başka dünya genelinde internet tabanlı makrosismik anket düzenleyen diğer enstitüler arasında İngiliz Jeolojik Araştırma Kurumu (British Geological Survey), (Fransız Merkez Sismoloj Bürosu) Le Bureau Central Sismologique Français, Kanada Doğal Kaynaklar Bakanlığı (Minister of Natural Resources of Canada), İsviçre Sismoloji Servisi (Swiss Seismological Service) sayılabilir.

3. ULUSAL İNTERNET TABANLI MAKROSİSMİK ANKET

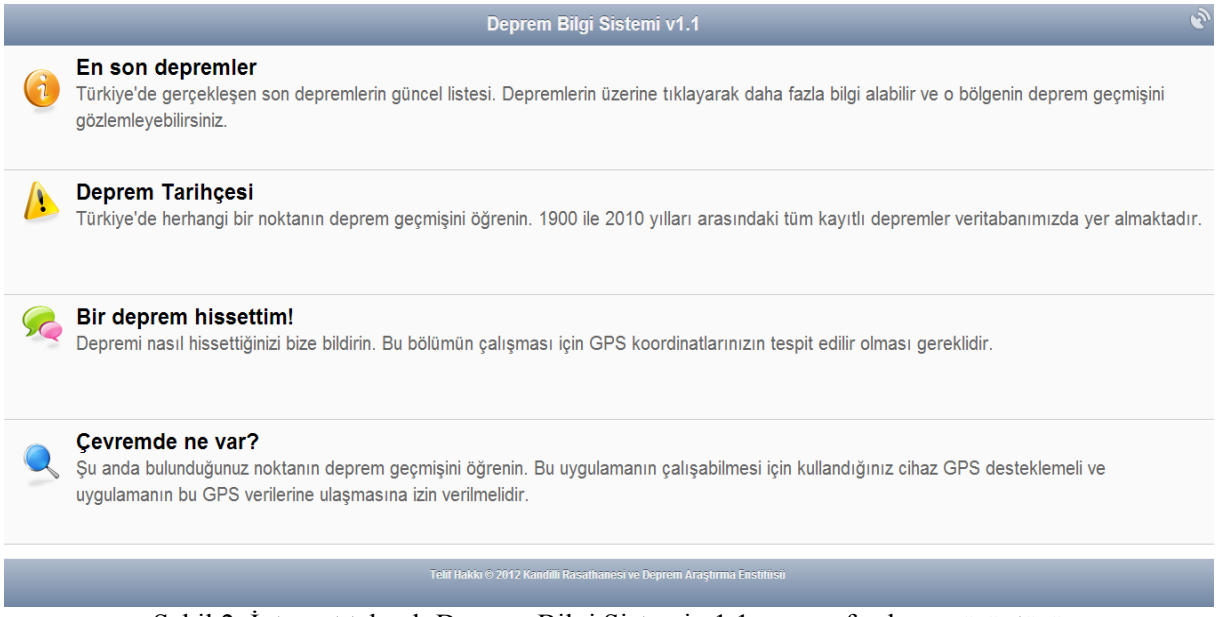
Türkiye için ulusal ölçekde gerçek zamanlı makrosismik veri toplamayı ve bu verileri kullanarak deprem yer sarsıntı ve hasar haritaları oluşturmayı hedefleyen Deprem Bilgi Sistemi, Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü (KRDAE) tarafından Haziran 2012'de test edilmeye başlanmış ve Nisan 2013'de tüm internet kullanıcılarının kullanımına açılmıştır. Deprem Bilgi Sistemi, halen IOS işletim sistemini kullanan cep telefonu ve tabletler (iPhone ve iPad), Android işletim sistemini kullanan cep telefonu ve tabletler, ayrıca tüm mobil cihazlar ve masaüstü, laptop bilgisayarlara kolaylıkla yüklenebilmektedir. Halihazırda tüm kullanıcıların kullanımına açık bu sistemin amacı aletsel şiddet ve internet kullanıcılarının anket sonuçları analizine dayanan kullanıcı şiddetini birleştirip, bütünleştirilmiş şiddet haritası oluşturmaktır. Bu sistemle birlikte Türkiye'de olabilecek muhtemel bir depremin hemen sonrasında yer sarsıntı parametrelerinin dağılımı haritalanarak deprem hasarının en yoğun olduğu bölgeler belirlenebilecektir. Bu bilgi acil müdahaleden sorumlu birimlerin depremin hemen sonrasında oluşturacakları acil müdahale planının önemli bir parçası olacaktır.

Bu çalışmada temel amaç, Türkiye için deprem sarsıntı, hasar ve kayıp tahminlerinin eş-zamanlı olarak elde edilmesidir. Bu verilere dayanarak ilgili birimlere acil tıbbi müdahale gereken yaralı sayısı, geçici barınak ve yemek ihtiyaçları gibi gereksinimlerin organizasyonu için temel bilgiyi sağlamaktır. Şekil 2' de gösterildiği gibi Deprem Bilgi Sistemi dört bölümden oluşmaktadır.

- En son depremler
  Türkiye'de gerçekleşen son depremlerin güncel listesi bulunmaktadır. Depremlerin üzerine tıklayarak daha fazla bilgi alabilir ve o bölgenin deprem geçmişini gözlemleyebilirsiniz.
- Deprem tarihçesi

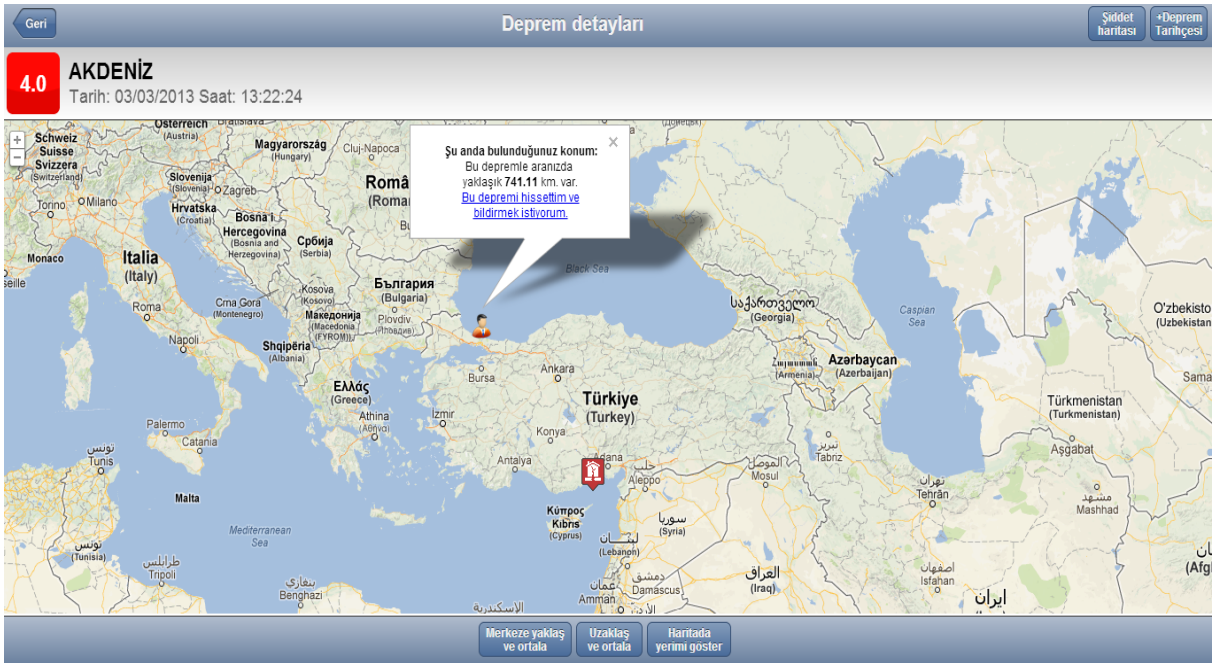
Türkiye'de herhangi bir noktanın deprem geçmişini öğrenebilirsiniz. 1900 ile 2010 yılları arasındaki tüm kayıtlı depremler veritabanında yer almaktadır.

- Bir deprem hissettim!
  Anket bölümü. Depremi nasıl hissedildiğinin bildirildiği bölümdür. Bu bölümün çalışması için GPS koordinatlarının tespit edilir olması gerekmektedir.
- Çevremde ne var?
  Bulunulan noktanın deprem geçmişinin öğrenilebileceği bölümdür. Bu uygulamanın çalışabilmesi için kullanılan cihaz GPS destekli olmalı ve uygulamanın bu GPS verilerine ulaşmasına izin verilmelidir.

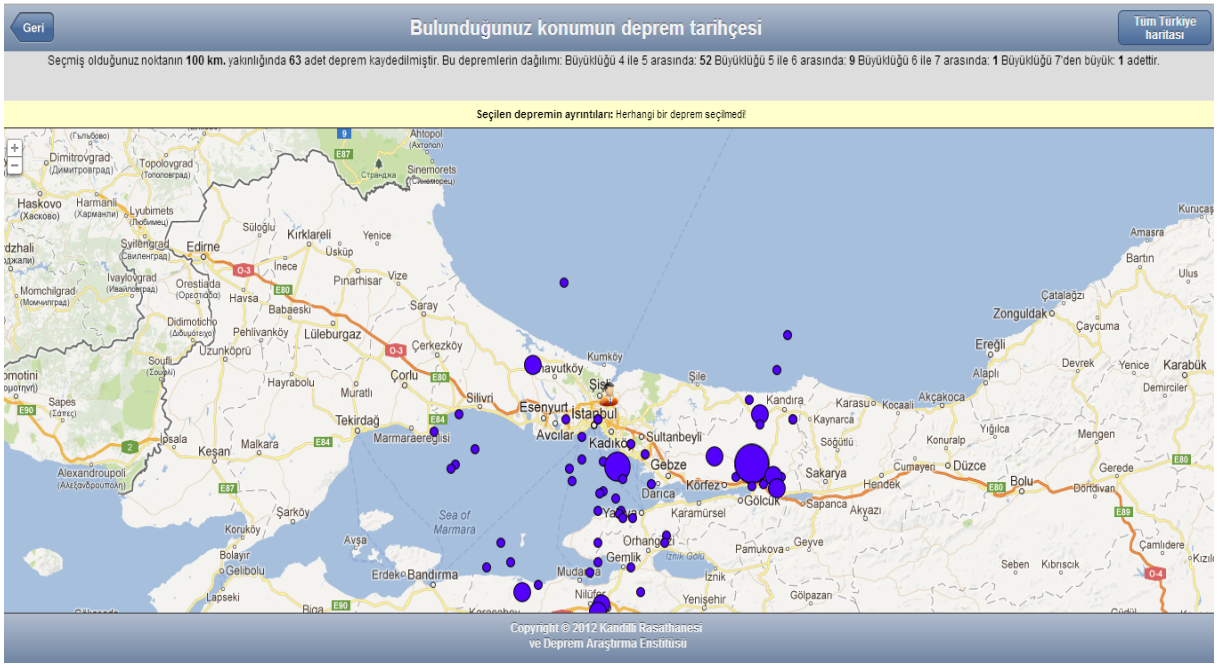


Şekil 2. İnternet tabanlı Deprem Bilgi Sistemi v1.1 ana sayfa ekran görüntüsü

Şekil 3. En son meydana gelen deprem listesini gösteren ekran görüntüsü



Şekil 4. Seçilen depremin detayları ve kullanıcı lokasyonuna uzaklığını gösteren ekran görüntüsü



Şekil 5. Bulunulan konumun deprem tarihçesini gösteren ekran görüntüsü

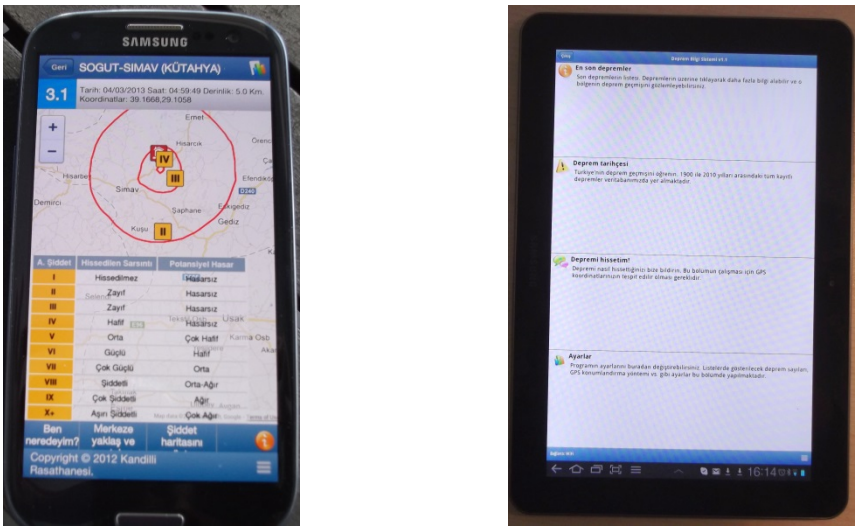
Şekil 6. Anket bölümünü gösteren ekran görüntüsü

Deprem Bilgi Sistemi'nde bulunan anket bölümündeki sorular (Wald ve diğer.,1999) aşağıdaki gibi sıralanmıştır:

1. Çevrenizdekiler de bu depremi hissetti mi?
   - Çevremde kimse yoktu
   - Çevremdekiler hissetmedi
   - Bazı kişiler hissetti ama çoğunluk hisetmedi
   - Çoğunluk hissetti ama hissetmeyenler de vardı
   - Çevremdeki herkes hissetti
2. Yer sarsıntısını nasıl tanımlarsınız?
   - Çok hafif
   - Zayıf
   - Orta derece
   - Güçlü
   - Çok güçlü
3. Depreme karşı tepkiniz ne oldu?
   - Herhangi bir tepki göstermedim
   - Heyecanlandım
   - Korktum
   - Çok korktum
   - Korkudan ne yapacağımı bilemedim
4. Depreme sırasında ayakta durmak veya yürümek zor muydu?
   - Hayır
   - Evet
5. Raflardaki eşyalar devrildi veya düştü mü?
   - Hayır, sadece sallandılar
   - Birkaç tane eşya devrildi ya da yere düştü
   - Çoğu eşya yere düştü
   - Raflardaki herşey yere düştü

6. Duvarlardaki resimler düştü veya eğrildi mi?
   - Hayır
   - Evet, ama yere düşmediler
   - Evet, bazıları yere düştü
7. Mobilyalar veya beyaz eşyalar kaydı, devrildi veya yer değiştirdi mi?
   - Hayır
   - Evet
8. Bina içinde hasar oluştu mu?
   - Herhangi bir hasar oluşmadı
   - Duvarlarda ince çatlaklar oluştu
   - Birkaç cam çatladı
   - Duvarlarda birkaç büyük çatlak oluştu
   - Duvarlarda birçok büyük çatlak oluştu
   - Lambalar ve tavan kaplamaları yere düştü
   - Camlar kırılarak dışarı döküldü
   - Tuğla duvarlardan tuğlalar söküldü
   - Duvarlar çöktü ve devrildi

Deprem Bilgi Sistemi v1.1'in akıllı telefon ve tablet bilgisayar (Şekil 7) uygulamaları halihazırda aşağıdaki kaynaklar kullanılarak yüklenebilmektedir.



Şekil 7. Sistemin akıllı telefon ve tablet bilgisayar uygulamasını gösteren ekran görüntüsü

IOS cihazlar için: Appstore
https://itunes.apple.com/app/deprem-bilgi-sistemi/id658265387?mt=8

Android cihazlar için: Google Play
https://play.google.com/store/search?q=deprem+bilgi+sistemi&c=apps

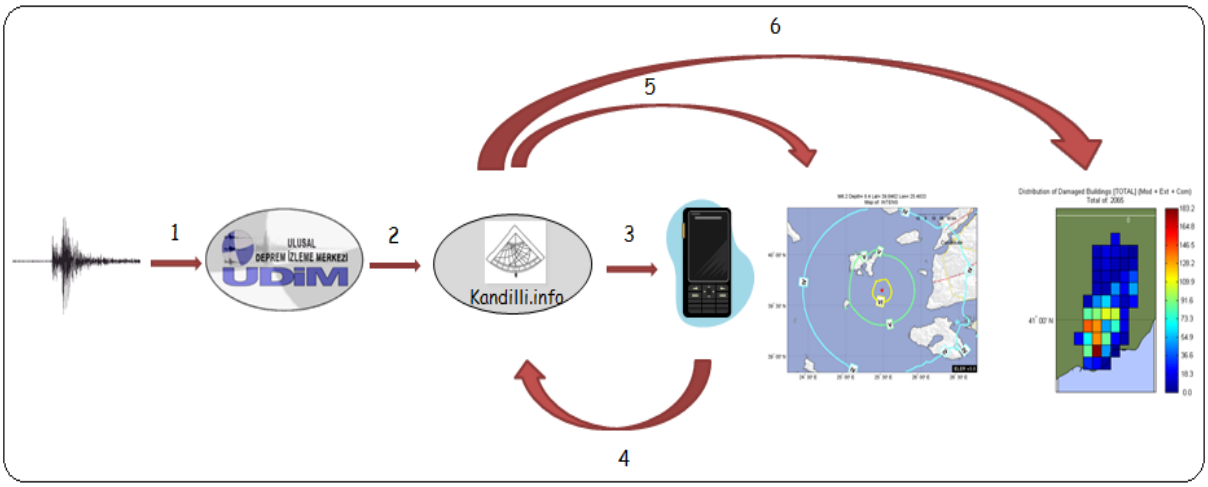
Diğer tüm mobil cihazlar, masaüstü bilgisayarlar ve laptoplar için:
http://m.koeri.boun.edu.tr

Geliştirilen sistem cihazlardan bağımsız olarak tüm kullanıcılara aynı arabirim, aynı görüntü ve aynı anket sorularıyla ulaşmakta, verilen tek bir veritabanında konsolide edilerek yorumlanmaktadır.

Kullanıcılar bir deprem hissettiklerinde ellerinde Deprem Bilgi Sistemi v1.1 yüklenmiş herhangi bir cihaz varsa depremi nasıl hissettiklerini bu programın arabirimini kullanarak raporlama imkanına sahiptirler.

Ayrıca, önemli bir deprem olduğunda, Deprem Bilgi Sistemi v1.1 aşama aşama aşağıda sıralanan prosedürü izlemektedir;

1. Kandilli Rasathanesi Deprem Araştırma Enstitüsü Ulusal Deprem İzleme Merkezi (KRDAE-UDİM) depremin büyüklük, lokasyon ve derinlik gibi kaynak parametrelerini belirler.
2. Kandilli.info (http://www.kandilli.info) UDİM sunucusunu her 20 sn de bir kontrol eder ve yer hareketi tahmin denklemlerini kullanarak ELER (Earthquake Loss Estimation Routine) (http://www.koeri.boun.edu.tr/Haberler/NERIES%20ELER%20V3.1_6_176.depmuh) programıyla aletsel şiddet ve hasar haritaları otomatik olarak üretilir.
3. Depremin merkez üssünde depreme maruz kalan insanlara GSM hatları aracılığıyla çoktan seçmeli anket (http://m.koeri.boun.edu.tr/dbs) SMS yoluyla gönderilir.
4. Anketi yapan insanların cevapları kandilli.info sunucusuna iletilir.
5. Aletsel şiddet haritası, analiz edilen kullanıcı şiddet haritasıyla güncellenir.
6. Şiddet dağılımına göre, yapı hasar haritaları oluşturulur ve bu bilgi ilgili makamlarla paylaşılır.



Şekil 8. Acil müdahale sistemi ana şeması

Mevcut sistemde aletsel şiddet ve hasar haritaları otomatik olarak ELER programı kullanılarak üretilmektedir. Kullanıcı şiddet bilgisi katkısıyla daha güvenilir Yer Sarsıntı ve Hasar haritaları üretilebilecektir.

Olası yıkıcı bir deprem sonrasında, yıkılan binalar içinde mahsur kalan ve yaralanan insan sayısının temini, arama kurtarma ekiplerinin daha fazla hasar olan bölgede yoğunlaşması için önem teşkil etmektedir. Deprem sırasında hızlı ve güvenilir hasar tespiti hayati önem taşıdığı için, depremden direkt etkilenen insanlardan gelen hissetme ve hasar bilgileri arama ve kurtarma yönetiminde büyük önem arz edecektir.

KAYNAKLAR

Coburn, A. ve Spence, R. (2002). Earthquake Protection (2nd edn), Wiley, Chichester, U.K.

Sbarra, P., P. Tosi and V. De Rubeis , 2010," Web-based macroseismic survey in Italy: method validation and results", *Nat. Hazards*, 54, 563-581

Wald, D.J., Quitoriano, V., Dengler, L.ve Dewey, J.W. (1999). Utilization of the Internet for Rapid Community Intensity Maps, *Seismol. Res. Letters*, 70 (6), 680-697.

Wald, D. J., Quitoriano, V., Worden, B., Hopper M., Dewey, J. W., 2011, "USGS "Did You Feel It?" Internet-based macroseismic intensity maps", *Annals of Geophysics,* Vol 54, No 6.

EMSC, (2011), http://www.emsc.eu/Earthquake/ felt.php.

ELER Software Manual, 2013,
http://www.koeri.boun.edu.tr/Haberler/NERIES%20ELER%20V3.1_6_176.depmuh

GEONET, (2011), http://www.geonet.org.nz

INGV, (2011), http://www.haisentitoilterremoto.it

KOERI, (2013), Deprem Bilgi Sistemi v1.1, http://m.koeri.boun.edu.tr/dbs

USGS, (2013a), http://earthquake.usgs.gov/research/dyfi/

USGS, (2013b),
http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/shakemap/global/shake/c000fd56/#Instrumental_Intensity