Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der.
Cilt 17, No 3, 153-165, 2002

J. Fac. Eng. Arch. Gazi Univ.
Vol 17, No 3, 1-165, 2002

DEPREME DAYANIKLI KENTLER İÇİN COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ

Özge YALÇINER
Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Gazi Üniversitesi, 06570 Maltepe Ankara, ozge@mmf.gazi.edu.tr

ÖZET

Bu yazı, kent bilgi sistemleri ve deprem yönetimi kavramlarını tanımlayıp ilişkilendirmeyi; deprem felaketiyle nasıl mücadele edileceği konusunda bilinç uyandırmayı; deprem öncesi ve sonrası için gerekli olabilecek kentsel verileri çıkarmayı amaçlamıştır. Bu bağlamda, topluma daha iyi hizmet sunabilmeyi ve afetlere dayanıklı kentler yaratmak için kentsel kaliteyi etkili afet yönetimiyle geliştirmeyi amaçlayan kent yönetimi anlayışı önem kazanmaktadır. Bilgisayar teknolojisindeki son yenilikler ve coğrafi bilgi sistemleri karar vericilere gerekli bilgileri sağlayacak yeni yollar sunmaktadır. Artık, gelişmeler, iki ya da üç boyutlu haritalarda ve veri tabanlarında görüntülenip analiz edilebilecek, böylece anlaşılır ve kullanılabilir biçimde ilgili yerlere ulaşabilecektir. Bu çalışmada, CBS (Coğrafi Bilgi Sistemleri) 'ne dayalı sistemlerin söz edilen konulardaki kullanımının katkılarını göstermek için; İstanbul'da, Adalardaki kırılmamış ana fay hattına 15 kilometre uzaklıktaki Pendik ilçesi seçilmiştir. Bu bölgede; kentsel verileri, eylem ve iyileştirme planlarını içeren, CBS tabanlı tekniklerle kurulmuş bir sistem yaratmak amaçlanmıştır. İçeriğinde ise görüntüleme, analiz, çakıştırma, riskli bölgeleri ortaya çıkarma, kritik noktaları ve afet anında kullanılabilecek açık yolları bulma , yer seçimi, hizmet alanları, planlar arasında karşılaştırma, bina ve imar yasalarını kontrol, hasar tespit, rapor ve işbirliği bulunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Coğrafi bilgi sistemleri, kent bilgi sistemi, acil durum yönetimi, deprem öncesi ve sonrası planlama, mekansal analizler, Pendik-İstanbul

GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS FOR EARTHQUAKE-RESISTANT CITIES

ABSTRACT

This article aims to define and then find an interrelation between urban information system and earthquake management concepts, to build a body of knowledge and awareness about how to tackle the earthquake disaster, to create an urban inventory

for pre -and post- disaster planning. In this context, urban management plays an important role whose goal is to give better service to the public and to improve the urban quality by efficient management for a safer future, for disaster- resistant cities. Recent advances in computer communication and Geographic Information Systems (GIS) offer innovative ways to provide hazard information to decision- makers. It can then be retrieved, analyzed and displayed in two or three-dimensional maps and databases for use by a wider range of the authorities in a clear and usable format. A case study area is selected to find out the contribution of GIS-based techniques in these subjects, in earthquake-prone Pendik, an administrative district of İstanbul which is about 15 km to the unbroken earthquake faults. A study is carried out to build a system containing the city information, action and recovery plans with the help of GIS-based techniques. This includes monitoring, analyzing and overlaying, creating risk zones, emergency points and roads, site selection, service areas, comparison between plans, testing the building codes, damage assessment, reporting and co-ordination.

Keywords: Geographic information systems, urban information systems, emergency management, pre- and post-planning, spatial analyses, Pendik-İstanbul

1.GİRİŞ

Depremler insanoğlunun en eski düşmanlarındandır. 20. Yüzyılda insanoğlu depremlerin dünyanın oluşumundaki ve hareketindeki doğal sürecin bir parçası olduğunu anlamıştır [1]. Deprem, her büyüklükteki alanı etkileyebilir, insan hayatı ve altyapısına, yerleşimlerin dağılımına ve yoğunluğuna göre şehirlere, yapılara büyük zararlar verebilir. Bu kayıplar insan kaybı, yapı ve altyapı kaybı, iş kaybı ve ekonomik kayıp olarak sıralanabilir.

Artık depremler ölçülebilir, haritalanabilir ve analiz edilebilir hale gelmiştir. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), ulusal, bölgesel ve yerel afet organizasyonlarına hazırlık ve yaraları sarma aşamalarında yardımcı olabilecek teknolojik bir araçtır [2]. Deprem yönetiminde tüm çalışmalar mekanla ilgili olduğundan, CBS, karar verme aşamasında etkili olur. Kent bilgi sistemleri, CBS nin bir parçasıdır. Kent parçalarını ve mekanları, kentin ve kentlinin bilgilerini birbirine bağlar [3].

Haritalandırma, görüntüleme ve analiz etme işlemlerini bilgisayar aracılığıyla kolay hale getiren Coğrafi Bilgi Sistemleri; fiziksel çevre analizleri ve sosyal analizleri bir araya getirip sentezleyerek ve tabloları, grafikleri bu haritalara bağlayarak, günümüz bilgi çağında, mühendislerin, şehir plancılarının ve yöneticilerin kullanacağı yardımcı bir araçtır. Coğrafi Bilgi Sistemleri, program, donanım, yardımcı araçlar ve kullanıcılardan oluşur. Bunlar yardımıyla coğrafi olarak referansı olan mekansal veriyi doğal ve yapay çevre içinde yer kaplayan sabit ve dinamik varlıkların yerlerini, konumlarını, mekansal etkileşimlerini ve coğrafi ilişkilerini belirleyerek bu verileri bilgiye çevirir [4].

Kısaca CBS adı verilen bu sistemin getirdiği pek çok kolaylık bulunmaktadır ve bunlar mekana, haritaya bağlı çalışan çoğu branşta kullanılmaktadır. Coğrafi Bilgi Sistemleri, otomasyonu getirir. Görüntülemede grafik anlatımı zenginleştirir, konulara ve sorgulara bağlı tematik haritalar geliştirir. Bu tematik haritalar analiz edilebilir, sorgulanabilir ve sentezlenerek sonuca ve alternatiflere götürmeye yardımcı olur. Veritabanı desteğiyle tablosal veriler, mekan ile ilişkilendirilir, coğrafi referansı, koordinatı olan bilgiler ortaya çıkar. Çeşitli sınıflamalar yaptırılabilir ve bu bilgilerin anında güncellemesi yapılır. Sonuçta istatistiklere, tablolara, grafiklere ve bunlardan hazır raporlar almaya götürür. CBS, karar-destek sistemidir, zamandan tasarruf sağlar, kaliteyi, hassassiyeti arttırır. Tekrar yapmayı, emek ziyanını önler ve karşılaştırma yapmayı kolaylaştırır [5].

Bu yazıda, kent bilgi sistemi ve deprem yönetimi kavramları açıklanarak etkileşimli bir ilişki kurulmakta, deprem felaketiyle başedebilmek için bilgi dağarcığını zenginleştirmek ve bilinci arttırmak amacıyla, deprem öncesi ve sonrası planlama için kent envanteri nasıl yaratılır, bunlardan örnekler verilmektedir.

2. KENT BİLGİ SİSTEMİ

Kent bilgi sistemi, kalifiye insanlar, mekansal ve açıklayıcı veriler, analitik yöntemler, bilgisayar yazılımı ve donanımından oluşur [6]. Altlık haritalar, haritalara bağlanabilecek veritabanları, kentliye ait yasal rapor ve dökümanlar, parsel ve kadastro bilgileri içerir. Değişik il ve ilçelerde ya da bölge ve kent parçalarında uygulanabilir. 1/1000 den 1/25000 ve üstü ölçeklerde uygulanabilir [7]. Bunların hepsi yaşanabilir, güvenli ve daha yüksek kalitede kentsel yaşam alanları yaratmak, yönetimde verimi arttırmak, kentsel donatıların daha verimli planlanması ve büyümeyi kontrol altına almak içindir.

3. DEPREM YÖNETİMİ

Deprem yönetimi 4 aşamaya ayrılır, bunlar afetin oluşuna göre afet öncesi ve sonrası olarak ayrılırlar [8]:

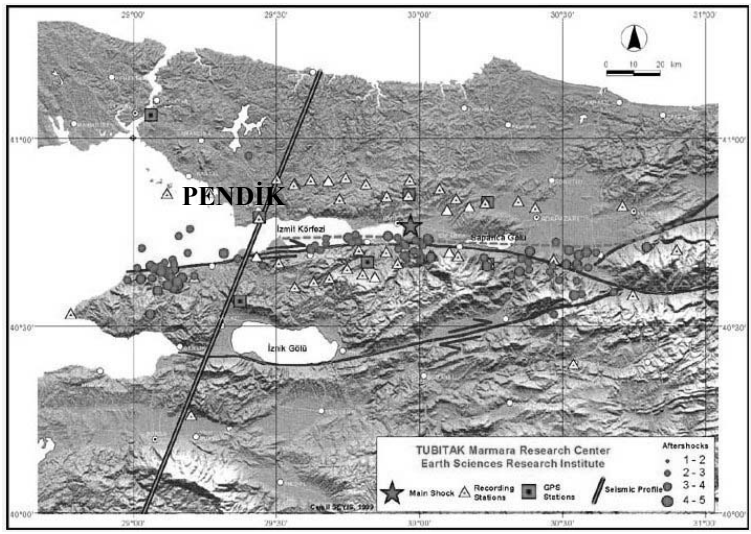
Deprem Öncesi:
Planlama: Problemi tanımlamak ve problemli noktaları bulmaktır.
Risk azaltma: Afetin olabilirliğini, riski azaltma çalışmalarıdır. Örneğin kurallar, yasaklar, dikkatli planlama, arazi kullanımı kontrolleri ve yapı denetimleri gibi.
Hazırlık: Afet olmadan önce yapılan her türlü hazırlıktır. Operasyonel önlemler, erken uyarı sistemleri, kayıp tahminleri, eğitim ve tatbikatlar gibi.

Deprem Sonrası:
Acil yardım: afet olduktan sonra yapılan çalışmalardır. Koordinasyon, arama-kurtarma çalışmaları, hasar tespit ve gelecek bir afete karşı kayıpları azaltma.

Yaraları sarma: Uzun dönemde sistemlerin normale dönmesi için yapılan çalışmalardır. Enkaz kaldırma çalışmaları, su, yiyecek ve geçici barınak bulma çalışmaları gibi.

5. ÇALIŞMA ALANI: PENDİK İLÇESİ

Pendik İstanbul'un bir ilçesi olup, İstanbul'un doğusunda yer alır. Nüfusu yaklaşık 2000 yılı itibarıyle 390,000'dir. İlçenin içinden önemli yolar ve otoyollar geçer. İstanbul'un 2. Havaalanı -Sabiha Gökçen Havaalanı- Pendik'te bulunur. Pendik birinci derecede deprem bölgesi içindedir (Şekil 1). Uzmanlar tarafından İstanbul'da -kırılmamış fayların bulunduğu Adalar civarı- Marmara Denizinde olması tahmin edilen büyük depremin merkezi Pendik'e aşağı yukarı 15 km ötededir [9].



Şekil 1. 17 Ağustos Marmara Depremi ve Pendik'in konumu

6. ALAN ÇALIŞMASI

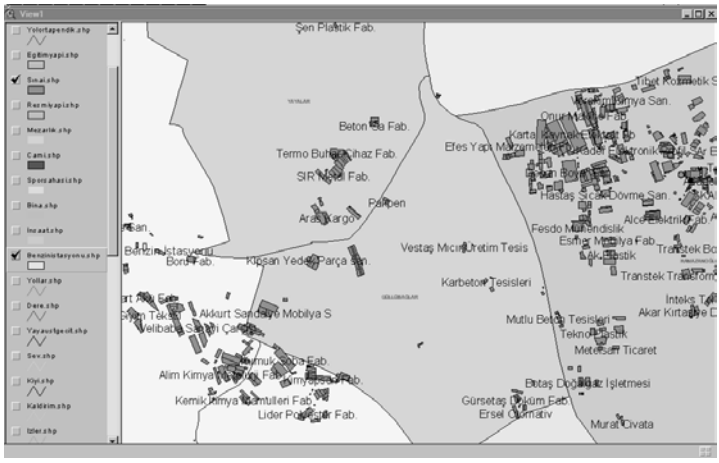
Problemlerin ortaya konulmasından sonra veritabanı şeması oluşturulmuştur. Belediyeden alınan bilgiler ve alan çalışmalarından sonra veriler elde edilmiştir. Bu veriler 2001 yılına ait gerçek verilerdir. Verilerin % 80'i kağıt üzerinde olduğundan scan edilip sayısallaştırma yapılmıştır. Sonra düzeltme işlemleri yapılmıştır. MicroStation, AutoCAD, ArcView programları bu aşamalarda kullanılmıştır. Data Automation Kit for ArcInfo topoloji yaratmakta kullanılmıştır. ErMapper programı ise hava fotoğraflarının koordinatlara bağlanması ve mozaik oluşturmada kullanılmıştır.

Veritabanı sisteminde 48 tablo bulunmaktadır. Bunlardan 26'sı ortak kolonlardan birbirlerine bağlıdır. Parsel bilgileri ve imar planlarında ortak kolon ADA_PARSEL'dir. Diğer tablolar Sokakadi_binano kolonunu paylaşırlar.

7. TEMATİK HARİTALAR

Alan çalışmasında ayrı ölçeklerde 3 grup bulunmaktadır. Makro ölçek tüm Pendik'i kapsamakta, orta ölçekteki haritalar mahalleler düzeyinde ve mikro ölçekteki çalışmalar ise sadece Pendik'in Batı Mahallesindeki çalışmalardır.

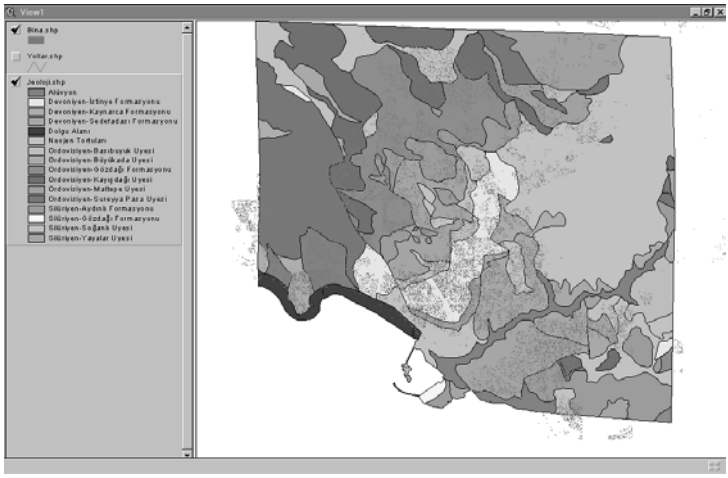
Makro ölçekte pek çok tematik harita üretilmiştir. Bütün hastaneler, sağlık ocakları ve okullar, yerleri bir tematik haritada gösterilmiştir. Sanayi bölgesindeki tüm fabrikalar, isimleri ve benzin istasyonları başka bir haritada gösterilmiştir (Şekil 2). 46000 yapı ve 2000 yılı itibariyle 5000 inşaat, caddeler, köprüler, kaldırımlar, dereler, su ve doğal gaz hatları, depoları çıkarılmıştır.Resmi yapılar, karakol ve itfaiye yapıları işaretlenmiş, bu çalışma için önemi çok olan jeoloji haritası oluşturulmuştur (Şekil 3). Bina yoğunlukları bulunmuştur.



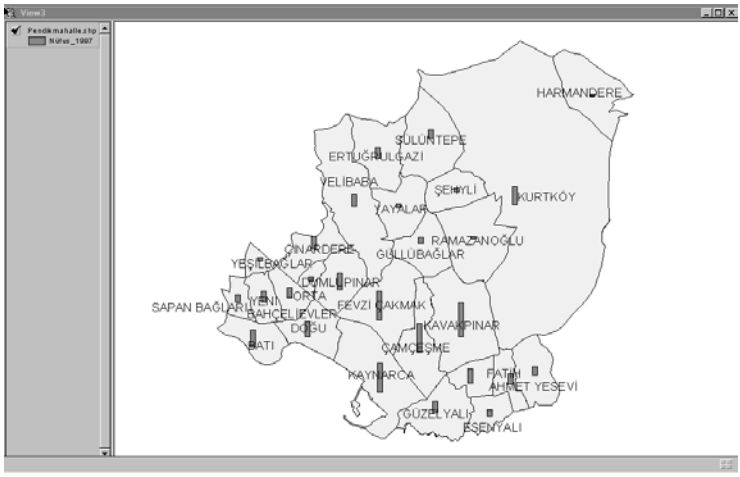
Şekil 2. Pendik'teki sanayi tesisleri ve akaryakıt istasyonları

Orta ölçek çalışmalarda ise mahalleler arası karşılaştırma yapmak için grafik haritalar üretilmiştir. Bir grafik haritada okulların sayısı gösterilmiştir (Şekil-4). Okullar deprem anında öğrencilerin tahliye edilmesi için önemlidir. Diğerlerinde ise nüfus, sağlık ocağı, öğrenci sayısı, kişi başına düşen m^2 olarak yeşil alan gibi sayısal veriler grafik haritaya dönüştürülmüştür.

Batı Mahallesi detaylı çalışılmak için pilot bölge seçilmiştir. Batı Mahallesi'nin nüfusu yaklaşık 17000'dir ve Pendik'in merkez mahallelerindendir. Belediye, devlet



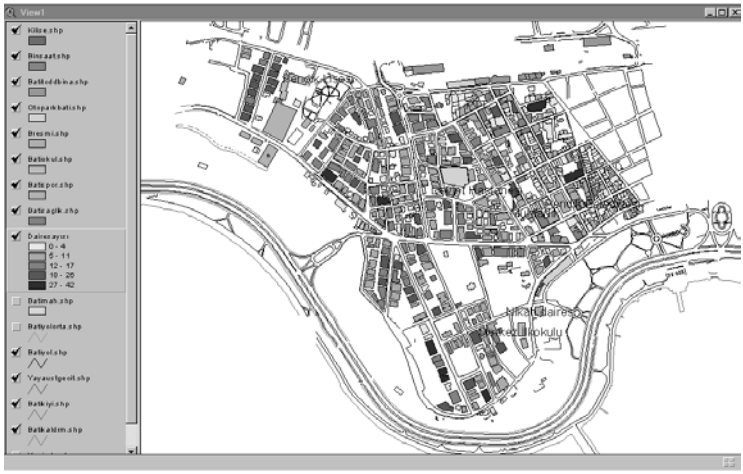
Şekil 3. Pendik İlçesi jeoloji ve formasyon haritası



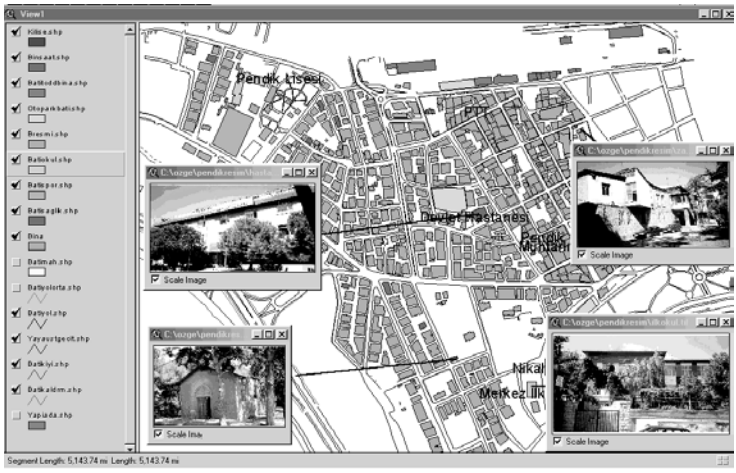
Şekil 4. Mahallelere göre okul sayılarını ifade eden grafik harita

hastanesi ticari faaliyetler, okullar ve konutlar bu alanda yer alır. Alan çalışmasına göre, tematik haritalar, veritabanları sorgulanarak oluşturulmuştur. Zemin kat kullanımı genelde ticari dükkanlardır. Konut bölgeleri batıya ve denize doğru görülmektedir. Bürolar, ticari aktiviteler ve karma kullanımlar doğu mahallesi yakınındadır. Bürolar, dükkanlar, dernek vb. faaliyetler diğer kat kullanımlarıdır. Apartmanlar burun tarafındadır. Planlarda sınır 5 kat iken 5 ten fazla katlı yapılar bir tematik haritada gösterilmiştir. 10 yığma ve 2 ahşap yapı bu alanda görülmektedir. Diğer 728 bina betonarmedir. Apartmanların çoğunda 15 daire vardır ama 40 daireli ve birden fazla girişi olan apartmanlar çıkarılmıştır. Daire sayısına paralel olarak

100 kişiden fazlasını barındıran apartmanlar belirlenmiştir (Şekil 5). Bu kalabalık apartmanlar tahliye sırasında güçlük çıkarabilecektir. Ayrıca sistemde fotoğraflar da haritalara bağlanabilmektedir (Şekil 6).



Şekil 5. Daire sayısına göre sınıflandırılmış tematik harita

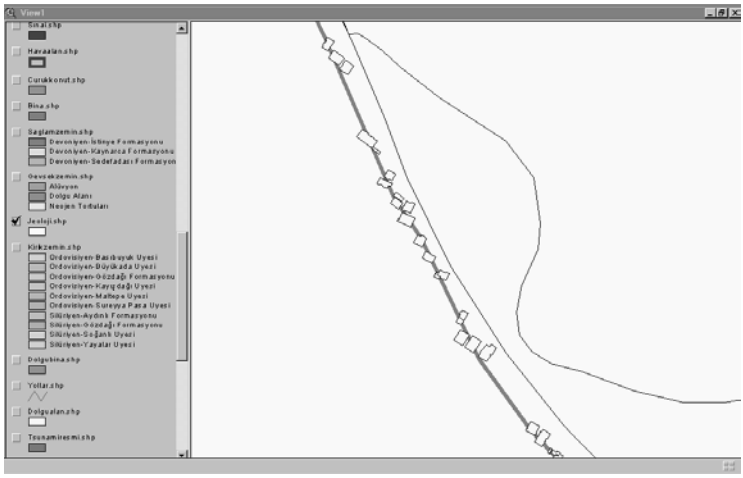


Şekil 6. Önemli yapıların fotoğraflarıyla ilişkilendirilmesi

8. SORGULAR VE ANALİZLER

Haritalamanın yanısıra bir takım sorular sisteme sorulabilir: Nerede? İçinde ne var? Ne ile kesişiyor? Ne kadar? Eğer? gibi... [10].

Bir analiz bina ve fay hatları katmanlarının çakıştırılmasından ortaya çıkmıştır. 255 yapı tam fay hatları üstündedir (Şekil 7). 46000 yapıdan 8300'ü gevşek zemin üstünde bulunmaktadır. 62 okuldan 13'ü gevşek zemin üstündedir. Kimyasal, bütan gaz, petrol ürünleri üreten sanayi tesisleri ve benzin istasyonları patlayıcı olup sorgularla belirlenmiştir.Yüksek voltajlı enerji nakil hatları altında bulunan yapılar bulunmuştur. İlçe afet bürosunun eylem planı ve jeoloji haritası çakıştırıldığında 2 geçici yerleşim alanı, 2 lojistik destek noktası ve yardım noktalarının gevşek zemin üstünde oldukları görülmektedir.

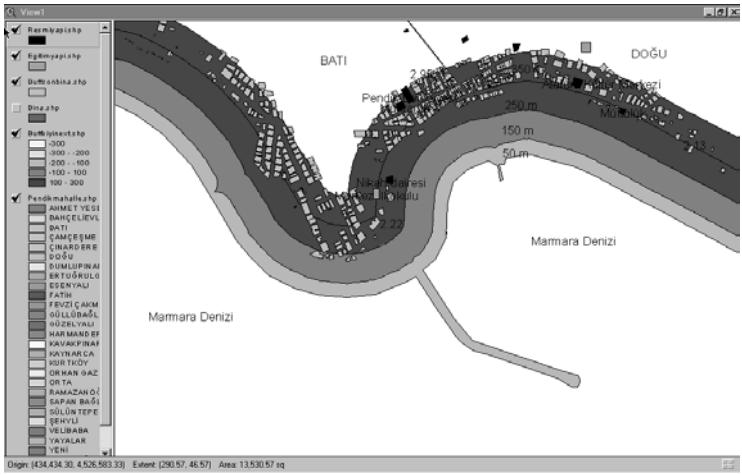


Şekil 7. Diri fay hattı üzerine inşa edilmiş yapılar

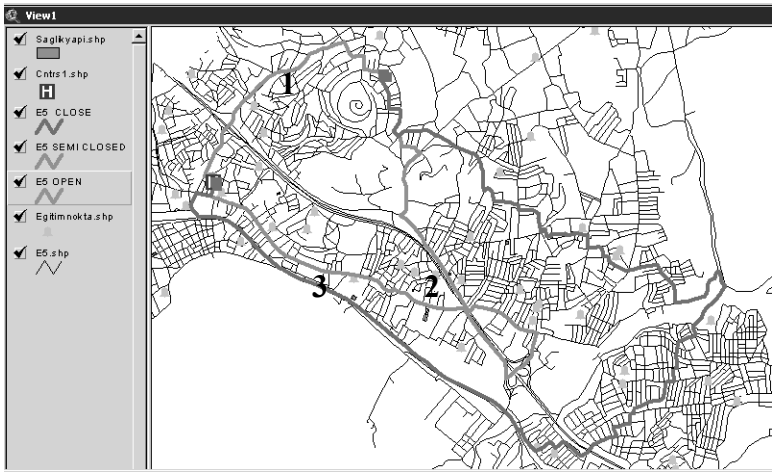
Tsunami- dev dalgalar deprem sonrasında gelip büyük zarar verebilmektedir, Marmara Depreminde olduğu gibi. Bir analizde ilk 50 m, sonrası 100m'lik kuşaklar oluşturulmuştur (Şekil 8). Topoğrafyanın oldukça düz olduğu bu bölgede, pek çok bina zarar görebilecektir. Bunların içinde Pendik Belediyesi de 3. 100m'lik kuşakta bulunmaktadır.

Pendik Devlet Hastanesi'ne yol ağı olarak yakınlık ölçülmüştür ve ilk 1-2-3 ve 4 km'lik halkalar yol ağına göre oluşturulmuştur. Yol uzadıkça acil yardım süresi de uzamaktadır.

Sonra, network analizi eğer (if) senaryosu içinde yapılmıştır. "Eğer deprem sonrası E5 kapanırsa Pendik'in ulaşımı ne olur?" 1 numaralı yol hastaneden çıkan bir ambulansın bir okula giderken izleyeceği yoldur (Şekil 9). Ambulans E5 üstünden köprüden geçerek okula varır. Eğer bu köprü çökerse bu sefer ambulans için alternatif olarak 2 numaralı yol bulunmuştur. O da E5 teki diğer kavşaktan geçerek yine aynı okula erişmektedir. Eğer bu kavşak ta kapanırsa ambulans ne yapar? Cevap 3 numaralı yoldur. Sahil yolunu kullanır ve E5 üzerindeki 3. Köprüden geçer.



Şekil 8. Tsunami tehlikesini gösteren kuşaklar ve yapılar



Şekil 9. E-5 network analizi

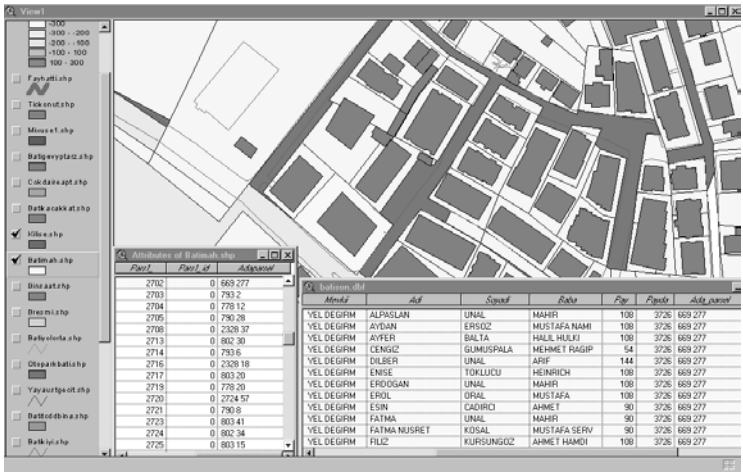
Ancak sahil tsunami etkisinde olabilir ve en kötü senaryo olan E5 üzerindeki 3 geçiş te kapanabilir. O zaman karayolu bağlantısı kopmaktadır.

Orta ölçekteki sorgulara gelince; sanayi alanlarının çeperindeki mahalleler gecekondu mahalleleri olup en mağdur olan yerlerdir. Acil durumda en çok oralara yardım gitmesi gerekmektedir.Yapı yoğunluğu insanların tahliyesi için önemlidir. Gevşek zeminde bulunan, yapı yoğunluğu fazla olan mahalleler belirlenmiştir.Batı Mahallesi Pendik'in merkez mahallesidir. 860'dan fazla yapı bulunmaktadır ve yarısından çoğu gevşek zemindedir. Eğer jeolojik analiz yapılarla çakıştırılırsa, pek



Şekil 10. Yığma ve ahşap yapılar

çok yapının 5 katın üstünde, alüvyon zemindeki yapılar olduğu anlaşılır. Yığma yapılar ise kolay yıkılabilen yapılardır (Şekil 10). Deprem sonrası çıkabilecek yangın ise ahşap yapılara zarar verebilir. İnşaat mühendisleri, zemin kattaki dükkanlarda bulunan eksik kolonlar ya da kısa kolonları yumuşak kat olarak tanımlamaktadırlar [11]. Yumuşak kat barındıran yapılar kolaylıkla yıkılmaktadır. Çok daireli apartmanlar da bir sarsıntıda çok önemlidir. Çünkü binadan dışarıya çıkma onun büyüklüğüne, çıkışlarının sayısına, planının karışıklığına ve aynı anda dışarı çıkmak isteyen insanların sayısına bağlıdır. Bir analiz de ise gevşek zeminde bulunan kalabalık apartmanlar bulunmuştur. Eğer gevşek zemindeki parseller sorgulanırsa, sistem parseli ve sahiplerini verir (Şekil 11). Ayrıca Pendik'in

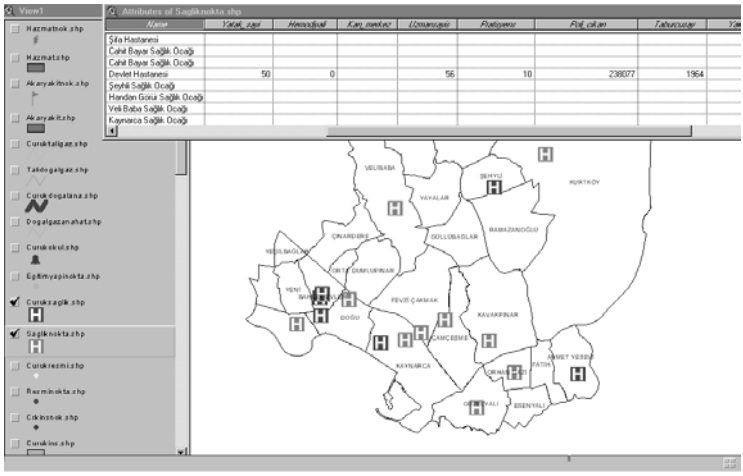


Şekil 11. Gevşek zeminde bulunan bir parsel ve sahipleri

veritabanları acil bir durum için hazırlanmıştır. Medikal stoklar için eczanelerin dökümü yapılmıştır (Şekil 12). Hastanelerin ve sağlık ocaklarının yerleri ve bilgileri girilmiştir. Yeri, uzman ve pratisyen sayısı, kan bankaları, ameliyathane ve hasta istatistikleri girilmiştir (Şekil 13). İlçe afet bürosunun araç-gereçleri de girilmiştir. Kazı ve enkaz çalışmaları için kurtarma araçları belirlenmiştir. Gıda depremden hemen sonraki gün ve günlerde acil olarak afet alanına yetiştirilmelidir.Yemek siteleri ve gıda stoğu olan yerler çıkarılmıştır.

	A	B	C	D	E	F
1	Eczane_Ismi	Eczaci_Ismi	Dip_No	Ruhsat_Tarih_No	Acilis_Tarihi	Telefon
2	AKASYA	Ayfer Kuru	4012	25/3/1988/51	11.04.1988	3547732
3	ANADOLU	Mehmet Ozkan	2225	10/2/1988/149/3	10.03.1989	4913618
4	ARZU	Ethem Arslan	2873	25/7/1990/246/79	28.10.1993	3961389
5	AVSARER	Aran Avsarer	1901	8/8/1995/281/6	09.08.1995	3781373
6	AYDOS	Seyma Oma	2091	1/12/1993/412/25	09.01.1993	4261996
7	AYKIN	Mehmet Faruk Aykin	1977	19/11/1982/154/58	06.12.1982	3543759
8	BANKALAR	Selma Halacoglu	1656	20/10/1983/106/16	14.12.1983	3549201
9	BEGUMHAN	Sukran Kiziltan Bora	2114	15/5/1984/116/74	26.04.1984	3549200
10	BINGUL	Ahmet Ercan Gecioglu	4109	6/7/1993/284/25	30.07.1993	3903420
11	BIRSEN	Birsen Sunay	2316	20/11/1989/238/78	02.01.1990	3758135
12	BIZIM MECIT	Eyup Leblebici	2395	8/2/1982/144/100	20.03.1982	3541243
13	BUKET	Buket Oktem	1535	10/3/1983/87/14	29.01.1983	3540776
14	BURCU	Sevil Biyikli	1369	1/2/1983/157/16	21.02.1983	3546611
15	CAN	Sema Evgin	3029	17/1/1992/265/76	06.02.1992	3547241
16	CAGLA	Fatma Goyuk	263	21/12/1990/223/88	18.02.1991	3900494
17	CAMCESME	Ipek Ebru Akarcay	218	23/7/1993/284/97	13.10.1993	3961789
18	DEFNE	Nejat Baltaci	2750	7/1/1987/159/65	03.05.1983	3540601
19	DERMAN	Osman Sonbay	1573	31/3/1986/194/81	26.06.1986	3547923
20	DILEK	Dilek Okten	2287	29/5/1989/163/67	31.07.1989	3546471
21	EDEP	Muammer Baz	2002	3/3/1980/129/19	20.03.1980	3548490
22	ELIF	Okkes Karaduman	4676	30/12/1993/290/85	21.01.1994	3543249
23	ELVAN	Elvan Edincikli	4509	6/6/1995/309/59	20.06.1995	3905702
24	ERDEM	Mubeccel Erdem	2210	21/1/1991/238/22	08.02.1991	3545263
25	ERKUT	Hasan Erkut	36	28/7/1992/271/85	17.08.1992	3969237
26	GAR	Guler Okay	816	16.12.1985/90/80	08.01.1986	3545783
27	GOKCE	Gokce Kocak	4378	25/8/1994/287/68	19.09.1994	3901173
28	GOKTEPE	Serpil Goktepe	3884	26/3/1990/243/43	30.04.1990	3544122
29	GOLEBEYI	Muzehher Akgungor	2310	25.08.1998/190/46	31.06.1986	3782319
30	GULHAN	Aysın Seylan	2645	28/07/1989/234/67	25.08.1989	3540439
31	GUZELYALI	Fatma Nesrin Unal	3940	9/2/1989/229/47	16.02.1989	3924094
32	HALITBEY	Salih Soyal	1557	26.11.1992/276/21	13.01.1993	3755540

Şekil 12. Eczane veritabanı



Şekil 13. Sağlık birimlerinin konumları ve sağlık veritabanı

9. SİSTEMİN SONUÇLARI

Sistem çakıştırma, analiz, sentez özellikleriyle karar vericileri daha hassas sonuçlara götürmektedir. Sistem haritalarla tabloları ve dökümanları bağlayarak mekansal ilişkiler kurmakta ve sorgular yapılabilmektedir. Sistem tahminler için senaryolar kurarak karar vericilere yardımcı olacaktır. Kent envanteri deprem yönetimini desteklemektedir. Kritik noktalar ve tehlikeli bölgeler etkileşimli sistemler arasından bulunmakta ve veri alışverişi yapılmaktadır. Sistem pek çok katmanı kolaylıkla karşılaştırabilmektedir. Sistem deprem örnekleri vermektedir bunun yanında diğer yangın, tsunami, fabrika hataları, kötü hava koşulları gibi felaketler göz önüne alınmıştır. Kritik noktalar, riskli mahalleler, otoparklar, acil durumda kullanılabilecek yollar, sanayi envanteri, gecekondu bölgeleri ve hizmet alanı analizleri girdi olarak alınabilmektedir. Sistem diğer veritabanlarına kolayca entegre edilebilmekte, vergi, muhtar, kimlik no (mernis numarası), polis kayıtları ADAPARSEL, KIMLIKID, SokakAdı_Binano gibi ortak kolonlar sayesinde birleştirilebilmektedir. Sistem diğer deprem bölgelerine genel olarak uygulanabilecektir ancak Pendik'e özel girdiler, sistemi bazen özelleştirmektedir. Batı Mahallesi'ndeki pilot çalışma yararlıdır ve test edilebilir. Eğer herşey önceden planlanırsa deprem sonrası yaraları sarma daha kolay olacak ve daha kısa zaman alacaktır. Yerseçimi çalışmaları ve alternatifler daha hassas yapılabilecektir. Su, doğal gaz, kanalizasyon gibi altyapı sistemleri ve yapılar arasında bağlantı kurulup hasargörebilirlikleri çalışılabilir. Sistem organizasyon, bilgi akışı ve alışverişi, takım çalışması, zaman, katılımı beraberinde getirmektedir. Planlama, hazırlık, risk azaltma, yaraları sarma çalışmaları rahatlıkla yapılır ve yeni organizasyon şeması rahat işler. Okullar, hastaneler ve resmi yapıların sistemde önceliği vardır. Sistem internete, GPS'e, avuçiçi bilgisayarlara ve uzaktan algılama teknolojileriyle uyum içindedir. Ekipman ve stok envanterler ihtiyaca göre genişletilebilmektedir.

10. PENDİK'E İLİŞKİN SONUÇLAR

Pendik sanayinin de etkisiyle hızla gelişen bir kenttir. Nüfusu pek çok ilden fazladır ve kıyısı olan birinci derece deprem bölgesi olan bir yerdir. Kara, deniz ve hava yolu çeşitliliğine rağmen E5 karayolu kenti ikiye böler ve iki tarafı bağlayan başka bir yol yoktur. E5'te kuvvetlendirme çalışmaları yoktur. İlçe afet bürosunun eylem planı yapılırken boş araziler gözönüne alınmıştır ancak zeminle karşılaştırıldığında gevşek zemin üzerine geçici yerleşim alanlarının planlandığı görülmektedir.

Batı Mahallesi'nde alüvyal tabanlı yerler bulunmaktadır ve Pendik Belediyesini de kapsayan bu bölgelerde yeraltından pekçok dere yatakları geçmektedir. Sistem gevşek zeminde parselleri bulunan parsel sahiplerini göstermektedir, otoriteler bu insanları uyarmalıdırlar. Pek çok mahalleden doğalgaz hatları ve depoları geçmektedir ama gevşek zeminde bulunan hatlarda önlem alınmalıdır, sıvılaşma potansiyeli vardır.

Sanayi bölgesi yakınlarında yüksek yoğunluklu gecekondu yerleşimleri bulunmaktadır, buralarda önlem almak şarttır. Patlayıcı madde içeren kimyasal, bütan gaz, petrol ürünleri üreten fabrikalar Pendik'te bulunmaktadır, İpragaz Fabrikası, Malazlar Kibrit Sanayi gibi. Sağlık tesisleri yetersiz, kapasiteleri düşüktür. Pendik Devlet Hastanesi 50 yataklıdır ve yapı ve zemin olarak zayıftır. Planlarda maksimum 5 kata kadar izin varken kıyıya yakın yerlerde 6 ve üstü katlar görülmüştür. Sistem fay hatları ve yapıları çakıştırdığında pek çok yapı fay üzerinde çıkmıştır, yer değiştirilmesi gerekmektedir. Yol ağı karışıktır ve pek çok çıkmaz sokak vardır. Konutların zemin katlarında bulunan ticari dükkanlar sorun yaratabilecektir.

11. SONSÖZ

İnsanoğlu rahatsız gezegeninde yaşamayı sürdürecektir. Yerkabuğu sallanmaya devam edecek ama insanoğlu ve yapılı çevre, bilişim çağında, bu çalışmada anlatılan ve daha da geliştirilecek teknolojik sistemlerle, dünyanın kötü etkilerine karşı gelmeyi becerebilecektir...

KAYNAKLAR

1. Coburn, A. And Spence, R., **Earthquake Protection**, Chichester-New York, Wiley Inc., 1992.
2. Nuraliyev, I., **Application of Geographic Information System In Earthquake Losses**, basılmamış Master tezi ,İnşaat Müh. Bölümü, ODTÜ, Ankara, 1999.
3. Huxhold ,W., An Introduction to Urban Geographic Information Systems, NewYork, Oxford University Press, 1991.
4. Parr, D. M., **GIS Glosssary of Terms**, Quick Study, URISA, Illinois, 2000
5. Kim, K. and Levine, N., "Using GIS to improve highway safety", **Computers, Environment, and Urban Systems**, 20 (4[5) : 289-302, 1996.
6. Zeiler, M., **Modeling Our World: The ESRI guide to geodatabase design**, California, ESRI Press, 1999.
7. Pendik Yıllık Faaliyet Raporu, Pendik Belediyesi, İstanbul, 2000.
8. Radke, J., Cova, T., Sheridan M., Troy, A., Mu, L., Johnson R., "Application challenges for geographic information science: implications for research, education and policy for emergency preparedness and response", **Journal of the Urban and Regional Information Systems Association**, 12(2), 15-30, 2000.
9. Pendik Yıllık Faaliyet Raporu, Pendik Belediyesi, İstanbul, 2000.
10. ESRI, **Using ArcView 3.1**, ESRI Press, Redlands, California, USA, 1996.
11. Türkiye Deprem Vakfı, http://www.ins.itu.edu.tr/tdv/bina02.htm, 29/09/2002 tarihinde ziyaret edilmiştir.