BÜTÜNLEŞİK BİR AFET (DEPREM) BİLGİ SİSTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ (ESKİŞEHİR İLİ ÖRNEĞİ)

U. Avdan [1], A. Alkış [2]
[1]Anadolu Üniversitesi, Uydu ve Uzay Bilimleri Araştırma Enstitüsü, 26480, Eskişehir. uavdan@anadolu.edu.tr
[2]Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Davutpaşa, Esenler, İstanbul. ayhanalkis@gmail.com

ÖZET

Afet olgusu, var olan bir tehlikenin, insan kaynaklı tedbirlerin alınmaması, planlamaların yapılmaması gibi etkenler ile toplumsal yaşantımızda, farklı özellikte ve derecedeki risklerin sonuçları olarak karşımıza çıkmaktadır. Ülkemizde yaşanan son depremler örnek olarak ele alınırsa; deprem, beklenen bir doğa olayı olarak yaşanmasından öte; fiziksel, ekonomik ve sosyal kayıpları ile afete dönüşmektedir. Bu gibi doğa olayları sonucunda yerleşim alanlarımızda meydana gelen zararlar, yönetim, planlama, yer bilimi araştırmaları ve yapı uygulamaları gibi farklı disiplinlerdeki aksaklıklar; toplumsal yaşantımızda Afet Yönetimi kavramının yerleşmemiş olduğunun açık bir göstergesidir. Afet olgusu tek bir meslek disiplinini ilgilendiren bir konu olmayıp farklı meslek disiplinlerinden gelen bilgilerin bütünleşik olarak değerlendirilmesi sonucu oluşan bir olgudur. Bölgede daha önceden yaşanan depremler, çalışma alanı olarak seçilen Eskişehir yerleşim yerini en fazla etkileyebileceği düşünülen doğal afetin deprem olduğunu göstermektedir. Eskişehir ve civarı 20 Şubat 1956 tarihinde, saat 22:35'de Richter ölçü birimine göre 6.4 büyüklüğünde bir deprem ile sarsılmış ve oldukça fazla yapısal hasar meydana gelmiştir. Bu deprem sonucunda Eskişehir merkezinde binlerce ev tahliye edilmiş, yüze yakın bina daha sonra yıkılmış veya oturulamayacak duruma gelmiştir. Eskişehir yerleşim yeri 17 Ağustos 1999 Kocaeli (M=7.4) depreminden de etkilenmiş, bir bina deprem anında olmak üzere beş adet bina yıkılmış ve çok sayıda binada da az ve orta derecede hasar meydana gelmiştir. Afetlerden daha az zarar görülebilmesi sürdürülebilir, doğru ve güncel bir bilgi sisteminin oluşturulması ile mümkün olmaktadır. Bu çalışmada, Eskişehir yerleşim yerinde afet (deprem) öncesi yapılması gereken çalışmalar incelenip, yapı, jeoloji, jeofizik verilere dayalı bütünleşik bir afet (deprem) bilgi sistemi oluşturulması, bu verilerin özniteliklerinin belirlenmesi, veritabanı tasarımının yapılması ve harita mühendisliğinin bu süreçteki rolü ortaya konulmuştur.

Anahtar Sözcükler: Bilgi Sistemi, Doğal Afet, Veritabanı

DEVELOPMENT OF INTEGRATED DISASTER (EARTHQUAKE) INFORMATION SYSTEM (A CASE STUDY: ESKISEHIR PROVINCE)

ABSTRACT

Disaster fact comes up as a result of risks which have different features and levels in our social life with effects of human source imprudence and planless against a hazard. As an example, last earthquakes in our country, lived beyond inevitable nature events; it becomes a disaster with social, economic and physical lost. Residential damages that are effected by nature events, indicates that our problems in management, planning, geological researches, structure techniques and unsettled disaster management concept in our communal life. Besides disaster fact is not the subject of a unique profession, it is a thing which is a result of evaluating integrated information comes from different varying profession disciplines. Earthquakes experienced in this region, indicates that the most effective nature disaster for Eskişehir, is earthquake. İn 20th February 1956 at 22:35 an earthquake happened in Eskişehir and environs as 6.4 magnitude in Richter size. As a result of this earthquake thousands of buildings evacuated in downtown, nearly hundred building collapsed or heavy damaged. The city also effected from Kocaeli earthquake (M=7.4) in 17th August 1999. As a result of the earthquake, five building collapsed one of them during the earthquake and many buildings had low or moderate damages. İn order to decrease damages, it should be created a sustainable, true and actual information system. İn this paper, studies that should be done before disasters such as an integrating disaster information system creation based on structure, geology, geophysics data, determining attributes of those data, database design and role of survey engineering are examined.

Keywords: Database, Information System, Natural Disaster.

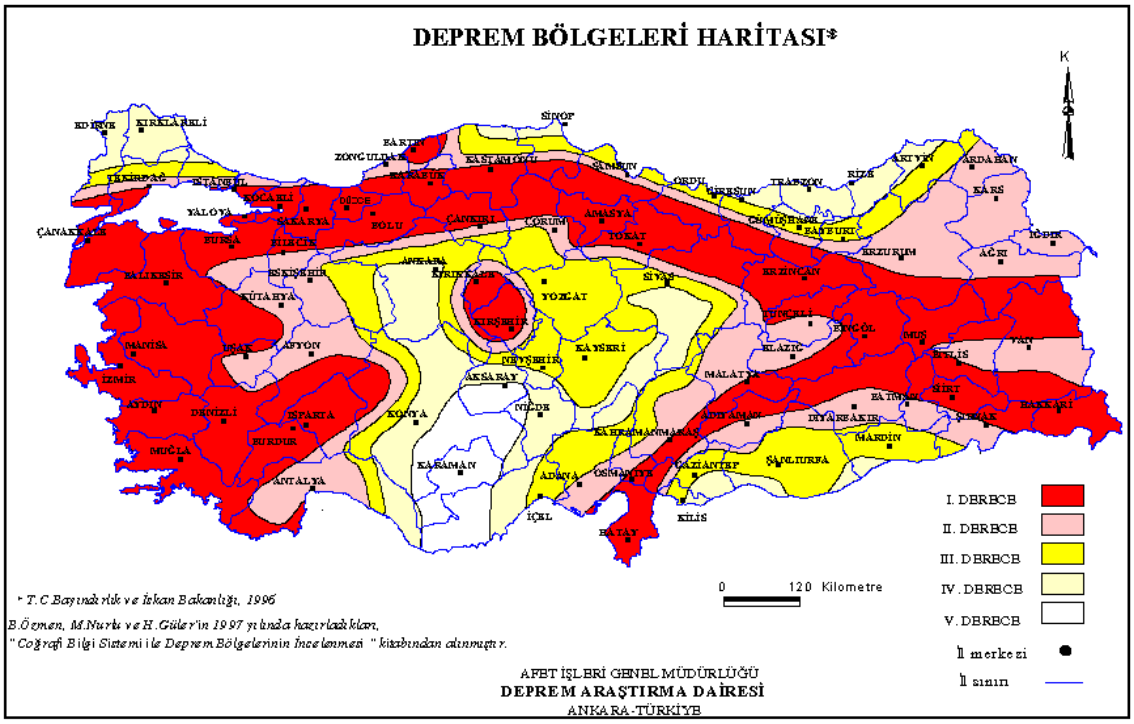
1. GİRİŞ

Afet olgusu, var olan bir tehlikenin, insan kaynaklı tedbirlerin alınmaması, planlamaların yapılmaması gibi etkenler ile toplumsal yaşantımızda farklı özellikte ve derecedeki risklerin sonuçları olarak karşımıza çıkmaktadır. Afet; insanlar için fiziksel, ekonomik ve sosyal kayıplara neden olan, normal yaşamı ve insan faaliyetlerini durdurarak veya kesintiye uğratarak, toplulukları olumsuz etkileyen doğal, teknolojik veya insan kökenli olaylar olarak tanımlanmaktadır. Bir olayın afet olarak

adlandırılabilmesi için, insan toplulukları ve yerleşim yerleri üzerinde kayıplar meydana getirmesi ve insan faaliyetlerini durdurarak ya da kesintiye uğratarak bir ya da daha fazla yerleşim birimini etkilemesi gerekmektedir. Coğrafi Bilgi Sistemler (CBS), yeryüzünde bir koordinata sahip (konuma dayalı) her türlü veriyi toplamaya, depolamaya ve analiz yapmaya yarayan bilgisayar tabanlı bir sistemdir. Bu açıdan incelendiğinde zamanın son derece önemli olduğu doğal afetler gibi ciddi bir konuda CBS kullanımı kaçınılmaz olmaktadır.

Afet yönetimi; afetlerin önlenmesi ve zararlarının azaltılması amacıyla bir afet olayının yapılması gereken çalışmaların yönlendirilmesi, koordine edilmesi ve uygulanabilmesi için toplumun tüm kurum ve kuruluşlarıyla kaynaklarının bu ortak amaç doğrultusunda yönetilmesini gerektiren çok geniş bir kavramdır (Alkış, 2002). Ülkemiz sahip olduğu jeolojik, topoğrafik ve meteorolojik koşulların olumsuzluğu nedeniyle sık sık büyük doğal afet olaylarıyla karşı karşıya kalmaktadır. Bu doğal afetlerin yaşandığı bölgelerde nüfus yoğunluğu ve ekonomik durumun büyüklüğüne bağlı olarak kayıplar her geçen gün daha da büyümektedir. Ülkemizde afetlerde her yıl ortalama 1000 kişinin hayatını kaybettiği bilinmektedir. Ölçülebilir kayıpların ise; sadece son on yılda yaşadığımız doğal afetlerde 18 milyar USD olması, bu sorunun büyüklüğünü göstermektedir. Doğal afetlere karşı dirençli bir toplum yaratabilmek için afetin her aşamasında başarılı olmak gerekir. Günümüzde önemi gittikçe artan afete hazırlık ve zarar azaltma aşamalarında ve özellikle planlama sürecinde araştırmacıların, karar vericilerin kullanması gereken bilgiler arasında, yaşanmış afet olayları konusundaki bilgi birikiminin önemi çok fazladır. Aynı zamanda afet olayı esnasında yapılan çalışmaların güvenli ve hızlı olması sonuçların uygulamaya aktarılması konusunda da önemli bir etkendir (Nurlu, 2010).

Ülkemiz kentsel yaşam alanlarını en fazla etkileyen doğal tehlikelerin başında deprem gelmektedir. Özellikle kentlerimizdeki depreme dayanıksız yapı, mevcut yapı stoku ve uygun olmayan zemin üzerindeki yapılaşma koşullarından dolayı bir deprem anında karşılaşılabilecek birçok risk faktörü oluşmaktadır. Yapılan incelemelere göre, ülkemizin toplam yüzölçümünün %96'sının ilk dört derecedeki deprem bölgelerinde yer aldığını ve toplam nüfusun %98'inin de bu bölgelerde yaşamakta olduğunu görülmektedir (Şekil 1). Nüfus artış hızına paralel olarak deprem tehlikesi altında yaşayan insanların sayısı her yıl artmaktadır. Kullanım kolaylığı açısından yer ivmesinin 0.40 gal ve daha büyük olacağı bölgeler I, 0.30-0.40 gal arasında olması beklenen bölgeler II, 0.20-0.30 gal arasındaki bölgeler III, 0.10-0.20 gal arasındaki bölgeler IV ve 0.10'dan küçük olması beklenen bölgeler V'inci bölge olarak temsil edilmiştir (Özmen, 1999).



Şekil 1. Deprem bölgeleri haritası

Dünyada ve ülkemizde afet zararlarını en aza indirmek için çeşitli yöntemler geliştirilmekte ve kullanılmaktadır. Bu yöntemlerin başında o bölgenin afet tehlike durumunu ortaya koymak ve mevcut planları buna göre yapmak gerekir. Bu amaçla kent ölçeğinde yapılacak olan imar planlamalarında kullanılmak üzere, sağlıklı kentleşme ve güvenli yapılaşma için kentsel mikrobölgeleme çalışmaları yürütülür. Kentsel mikrobölgeleme çalışmalarından elde edilen verilerin depolanması, coğrafi veri formatında değerlendirilmesi, analiz edilmesi ve yorumlanmasında CBS teknikleri etkin bir araç olarak kullanılmaktadır. CBS teknikleri afet zararlarının azaltılmasında güvenilir, hızlı ve kolay kullanımı açısından tercih edilir bir araç olarak görülmektedir. Doğal afet yönetimi, çok katmanlı ve çok aşamalı bir süreçtir. Çok katmanlıdır; çünkü uluslararası kuruluşlar, devlet, yerel yönetimler, meslek odaları, üniversiteler, sivil toplum örgütleri, şirketler, bireyler bu sürecin belirli noktalarında yer alırlar. Çok aşamalıdır; çünkü önleme ve zarar azaltma, hazırlıklı olma, tahmin ve uyarı, kurtarma ve ilk yardım, iyileştirme, yeniden inşa etme gibi ara süreçleri vardır. CBS, bu katmanlar tarafından, afet aşamalarında felaketi önlemek için kullanılabilir (Duran, 2008).

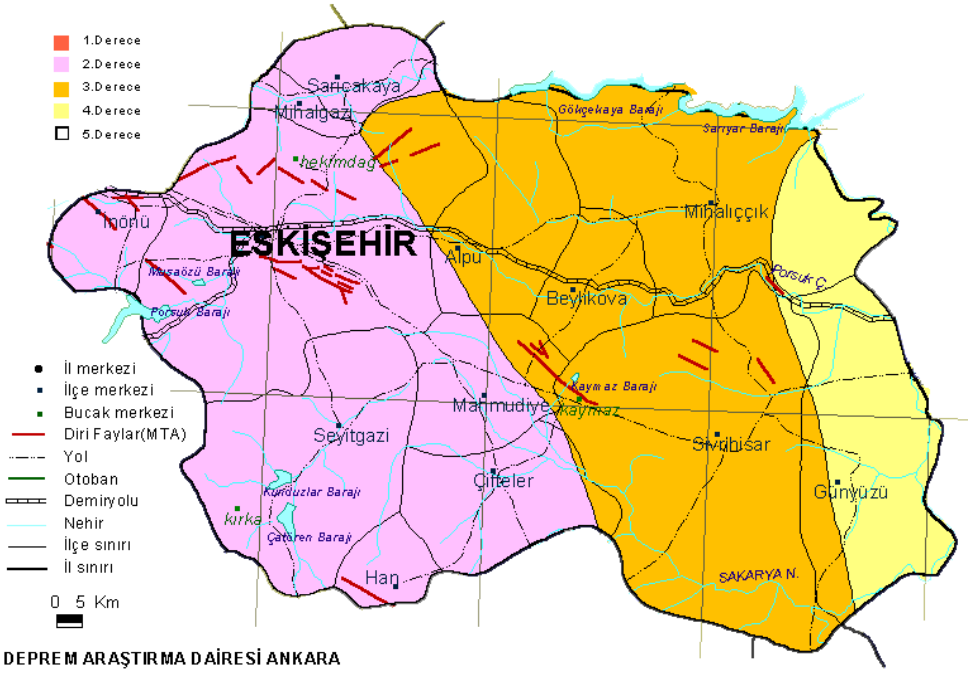
Afet yönetimi ve afet risklerinin belirlenmesi sadece bir meslek disiplinin işi değil disiplinler arası bir yaklaşım ile sonuca ulaşılması gereken bir konudur. Farklı meslek disiplinlerinden gelen farklı türde ve yapıdaki verilerin bir ortamda birleştirilmesi ve analiz edilmesi gerekmektedir. Bu açıdan incelendiğinde harita mühendislerinin rolü çok önemlidir. Özellikle CBS kullanılarak farklı veriler incelenebilmekte ve yorumlanabilmektedir. CBS kullanılarak oluşturulacak haritaların uzman kişiler tarafından yorumlanması gerekmektedir. CBS ile afetlerden önce çok iyi bir hazırlık dönemi yapılmalı, afet anında ve sonrasında bu verileri etkin ve hızlı bir şekilde kullanılması gerekmektedir. Afetlerde ilk 72 saatlik zaman dilimi çok önemlidir. Bundan dolayı hızlı ve doğru karar verme sürecinde en etkin yöntem CBS yöntemidir.

Bütünleşik bir Afet (Deprem) Bilgi sistemi oluşturabilmek için çalışma alanındaki detaylı yapı bilgisine, Jeolojik verilere ve Jeofizik verilere ihtiyaç duyulmaktadır. Yeni yerleşime açılacak alanlarda kesinlikle detaylı jeolojik ve jeofizik çalışmaların yapılması gerekmek ve genel anlamda bu çalışmalara mikrobölgeleme çalışmaları denilmektedir. Bütün bu verilerin bir arada değerlendirilmesi ancak CBS teknikleri kullanılarak yapılabilmektedir. Bu çalışmada arazi çalışmalarından elde edilen zemin özellikleri verilerinin, mevcut yapı stoku özelliklerinin ve bölgeyi etkileyebilecek deprem tehlikesi etki düzeyinin bir arada değerlendirilmesine imkan tanıyacak bütünleşik bir afet bilgi sistemin tasarımı üzerinde durulmuştur.

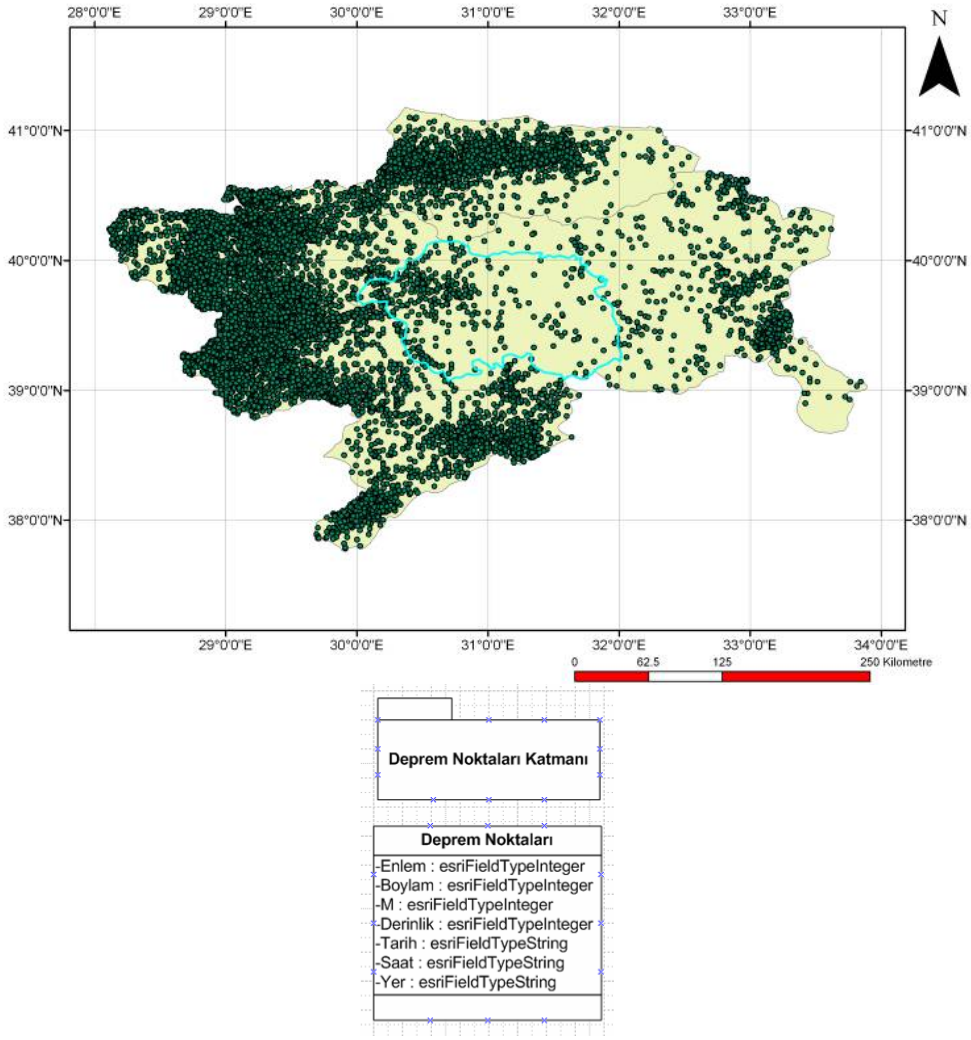
2. ÇALIŞMA ALANI

Bölgede daha önceden yaşanan depremler çalışma alanı olarak seçilen Eskişehir yerleşim yerini en fazla etkileyebileceği düşünülen doğal afetin deprem olduğunu göstermektedir. Eskişehir ve civarı 20 Şubat 1956 tarihinde, saat 22:35'de Richter ölçü birimine göre 6.4 büyüklüğünde bir deprem ile sarsılmış ve oldukça fazla yapısal hasar meydana gelmiştir. Bu deprem sonucunda Eskişehir merkezinde binlerce ev tahliye edilmiş, yüze yakın bina daha sonra yıkılmış veya oturulamayacak duruma gelmiştir. Eskişehir yerleşim yeri 17 Ağustos 1999 Kocaeli (M=7.4) depreminden de etkilenmiş, bir bina deprem anında olmak üzere beş adet bina yıkılmış ve çok sayıda binada da az ve orta derecede hasar meydana gelmiştir. Eskişehir Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası'na göre II. Derece deprem bölgesinde (Şekil 2) yer almasına karşın yerleşimin yoğunlaştığı alanlardaki zemin özelliklerinin yüksek sıvılaşma potansiyeline sahip olduğu bilinmektedir. Ayrıca Eskişehir yerleşim yerine güneyden girerek doğu-batı yönlü geçen Porsuk Çayı boyunca ve Porsuk çayına paralel bir hatta oldukça geniş alanda yumuşak kil özelliği gösteren zemin tipinin yer aldığı bilinmektedir.

Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü'nden alınan verilere göre, Eskişehir ve civarında 1900 sonrası 15898 adet sismik nokta saptanmıştır (Şekil 3). Bu verilere göre 89 adet $M \geq 5$ büyüklüğünde, 4499 adet $3 \leq M < 5$ büyüklüğünde depremlerin meydana geldiği görülmüştür. Bu verilere bağlı olarak öngörülen deprem noktaları veri tabanında olması gereken öznitelik verileri ve tabloların UML diyagramı Şekil 3'te gösterilmiştir.



Şekil 2. Eskişehir İli deprem bölgeleme haritası.

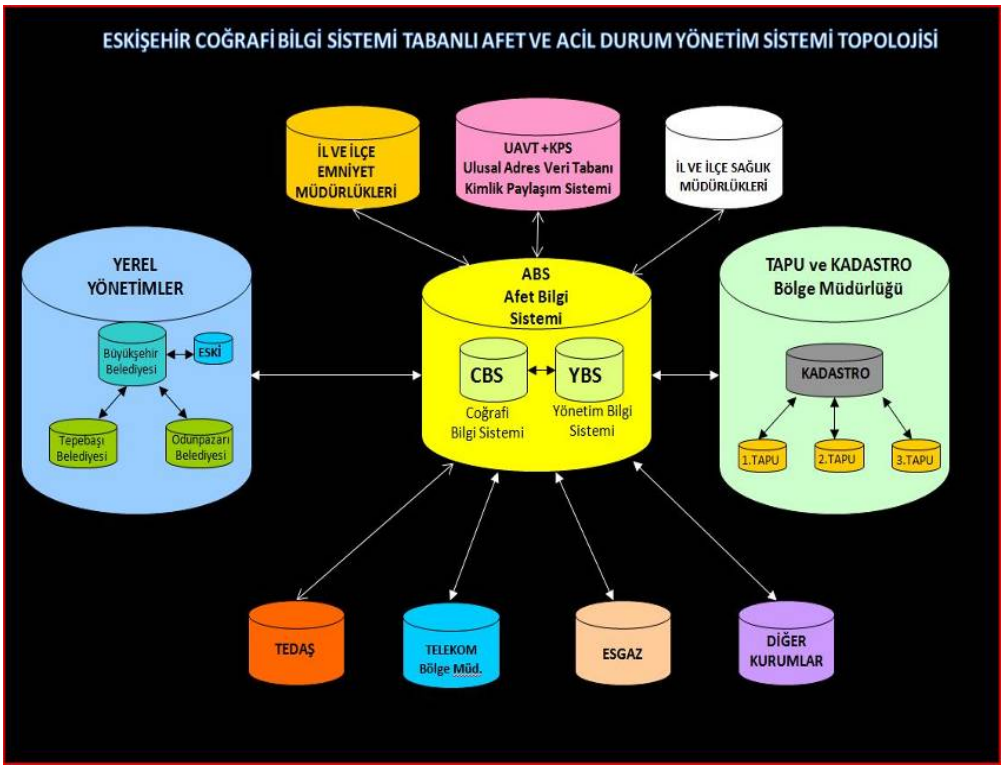


Şekil 3. Eskişehir ve çevresine ait deprem lokasyon haritası ve UML diyagramı.

3. CBS VERİLERİNİN ELDE EDİLMESİ

Afetle etkin bir şekilde mücadele edebilmek için en öncelikli gereksinim bilgidir. Karar verici pozisyonundaki kişilerin doğru bilgiye zamanında ulaşabilmeleri için gerekli teknik altyapı oluşturulmalıdır. Afet nedeniyle normal haberleşme imkanlarının devre dışı kalması halinde alternatif acil haberleşme sistemleri devreye girmelidir. Uydu üzerinden haberleşmek, uydu görüntüleri ile afet bölgesini inceleyebilmek, CBS ile mevcut veritabanlarını sorgulayabilmek gerekir. Bunlar bilgi teknolojisindeki en son gelişmelerin afet yönetiminde kullanım örnekleridir. Böylece karar vericiler, ellerindeki imkan ve kaynakları en kısa sürede ve etkin bir şekilde afete müdahale amacıyla kullanılabilecektir. Ayrıca mevcut afet veri tabanlarının yeni bilgilerin ilavesiyle geliştirilmesi, sistemi kullananların deneyim kazanmaları, bir sonraki afette daha başarılı olunması mümkün olabilecektir (Güler, 2007).

Afet yönetimi çok aktörlü ve çok aşamalı bir süreçtir. Merkezi ve yerel yönetim, uluslararası kuruluşlar, meslek odaları, sivil toplum örgütleri, özel sektör, üniversiteler ve vatandaşlar bu sürecin aktörlerini, önleme ve zarar azaltma, hazırlıklı olma, tahmin ve uyarı, kurtarma ve ilk yardım, iyileştirme, yeniden inşa etme süreçlerini içerir. Bundan dolayı CBS ortamında güncel ve doğru bilgiye ihtiyaç duyulmaktadır. Böyle bir veri Şekil 4'deki gibi kurumlar arası işbirliği ve koordinasyon ile elde edilebilir. Kurumlar ellerindeki güncel veriyi paylaşmalıdır. Verilerin güncellenme işi ise kurumların kendi iç dinamikleri vasıtasıyla gerçekleştirilebilir. Böyle bir yapılanma ancak illerde yeni kurulmaya başlayan ve T.C. Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı'na ve illerdeki valiliklere bağlı İl Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı çatısı altında gerçekleştirilebilir. Ancak şu an ülkemizde neredeyse hiçbir kurum veri paylaşımı yapmamakta, veri eksikliklerini tamamlamamaktadır.



Şekil 4. İl Afet ve Acil Durum Müdürlüklerinde planlanan veri topoloji şeması.

Yukarıdaki şekildeki gibi bir yapılaşma ancak kurumlar arası koordinasyonun tam olması halinde gerçekleşebilir. Böyle bir koordinasyon yönetmelik ve tüzüklerdeki gerekli değişikliklerle sağlanabilir. Ülkemizde henüz böyle bir yönetmelik ve tüzük yoktur. Bu sebepten bu tür değişikliklerin hiç vakit kaybetmeden yapılması gerekir.

Afete yönelik bir bilgi sisteminin oluşturulabilmesi için detaylı jeofizik, jeolojik ve yapı bilgisine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu bilgiler afetten (deprem) önce hazırlanmalıdır. Sürdürülebilir bir afet yönetimi ve verilerin koordinasyonu için Unified Modeling Language (UML) diyagramlarından

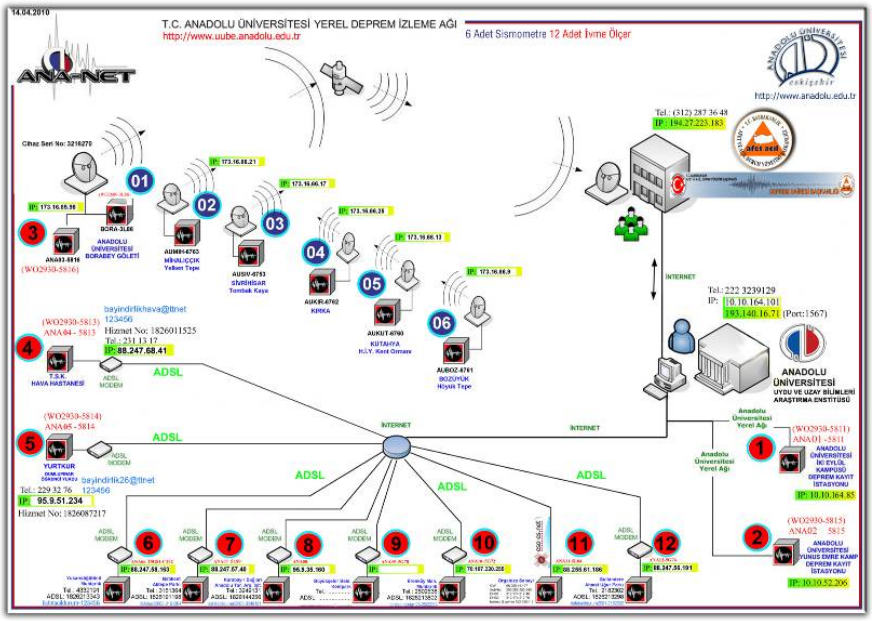
yararlanılması kullanım kolaylığı açısından gerekmektedir. UML nesneye dayalı tanımlamalar ve analizler için önemli bir standarttır. UML grafik temelli bir araçtır ve bu grafiklerin sayısı 20'ye yakındır. Uygulama ve aktivite diyagramı, sınıf diyagramı, nesne diyagramı, alt sistem diyagramı vb. yazılım mühendisleri ve analistleri UML ile uygulamaları standartlaştırarak görselleştirebilir, tanımlayabilir, oluşturabilir ve dokümantasyonunu yapabilirler. Bugün teknolojinin bu olanaklarına rağmen CBS alanında UML henüz fazla kullanım alanı bulamamıştır. Buna karsın örneğin ISO/TC 211 19100 standardı olarak tanımlanmış ve kullanılması önemle tavsiye edilmektedir (Uçar, 2007).

3.1. Jeofizik Verilerin Oluşturulması

Depremin herhangi bir yüzey alanında oluşturacağı etkiyi belirlemek için kuvvetli yer hareketi kayıtçılarından yararlanılır. Bu kayıtçılar kurulduğu noktadaki deprem sırasında oluşan yer ivmesini ölçer. Depremin ivmesi, deprem anında zeminin ne kadar ve ne hızla sarsıldığının bir ölçüsüdür. Ayrıca bu ivme kayıtları mühendislik uygulamaları ve bilimsel çalışmalar için önemli veri tabanı oluşturmaktadır. Önemli mühendislik bilgileri içeren bu ivme değerleri, depremin uzaklıkla azalım ilişkileri geliştirilmesinde ve depreme dayanıklı yapı tasarımı konusunda kullanılmaktadır. Alansal deprem tehlikesi belirlenmesinde, en önemli dinamik parametre depremin ivmesidir. Yakın aralıklarla konumlandırılmış ivme-ölçer dizilerinden sağlanan kayıtlarla, deprem dalgasının yayılımı, fayın karakteristiği, depremin odak mekanizması ve zemin büyütmesi belirlenebilir.

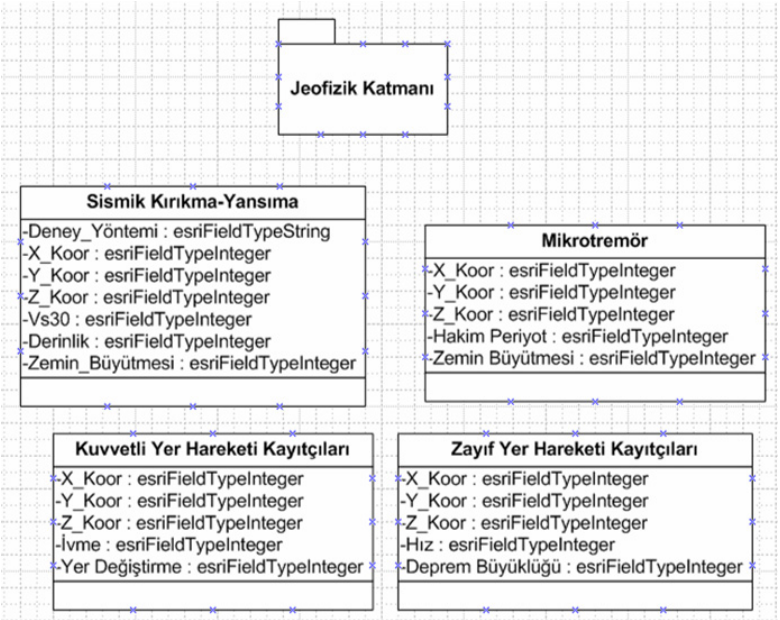
Zemin büyütmesi riskine en büyük etkenin zemin etkisi olduğu söylenebilir. Özellikle deprem tehlikesi olan bölgelerde, zemin etkisinin belirlenebilmesi için, yerel sismik ağlar kurulur. Sismik İstasyon; içerisinde sismik enerjiyi algılayıp kaydedecek cihazlar ve bir merkezle bağlantısını sağlayan iletişim ünitesi olan, belirli yerlere özel koşullarda konumlandırılmış birimlerdir. Sismik Gözlem Şebekesi; Bölge, ülke veya uluslararası ölçekte sismik hareketleri gözlemek amacıyla belirli kriterlere göre kurulan yeterli sayıda sismik istasyona sahip olan, gelen verileri işleyip değerlendiren ve yayınlayan teknolojiye sahip tesislerdir (Güler, 2007).

Bir bölgenin depremselliği hakkında yorum yapabilmek, öncelikle o bölgeyi etkileyen geçmiş dönemdeki ve güncel deprem etkinliğinin hassas ve güvenilir bir şekilde izlenmesi ile mümkündür. Aynı şekilde bir bölgenin kabuk yapısını ve deprem oluş mekanizmasını anlamak ancak sayısal ve çok sayıda deprem istasyonundan gelen deprem verilerinin değerlendirilmesi ile mümkündür. Sismik ağ, bölgesel mikrodeprem etkinliğinin sürekli izlenebilmesi, deprem çözümlemelerinin daha doğru ve güvenilir bir şekilde yapılabilmesi, olası bir depremde; yerel zemin koşullarına bağlı olarak değişim gösterebilecek deprem yer hareketinin karakteristik özelliklerini saptamak, deprem oluşumu ve yerkabuğunun ayrıntılı yapısını anlamak, depreme dayanıklı yapı tasarımı için bölgesel çözüm önerileri geliştirebilmek amacıyla, deprem aktivitesinin fazla olduğu bölgelere yerleştirilmiş sismik algılayıcı istasyonlardan oluşan bir ağdır. Aşağıdaki şekilde Anadolu Üniversitesi tarafından oluşturulan yerel deprem izleme ağı ve veri akış şeması gösterilmektedir.



Şekil 5. Deprem izleme ağı veri akış şeması.

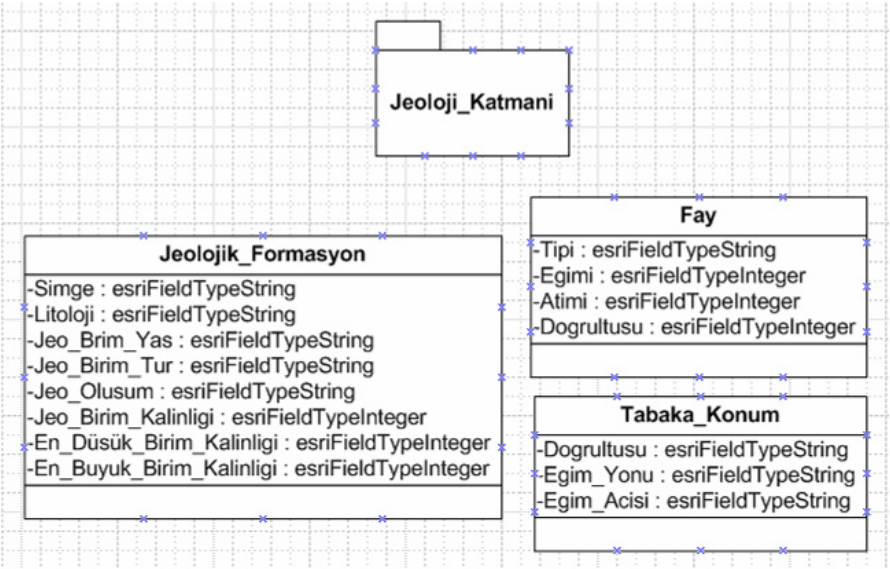
Jeofizik veriler sadece deprem kayıtçılarından oluşan bir ağ olarak düşünülmemelidir. Zeminin dinamik parametrelerinin belirlenmesi amacıyla sismik kırılma/yansıma deneyleri, mikrotremör ölçümleri, kuvvetli yer hareketi kayıtları ve zayıf yer hareketi kayıtçıları verilerine de ihtiyaç duyulmaktadır. Bu tür verilerin yerleşime açılacak alanların belirlenmesinde kullanılması ve ona göre yerleşim alanlarının açılması gerekmektedir. Son zamanlarda yeni çıkan yönetmeliklerle, ülkemizde bu tür çalışmalar yerini almaya başlamıştır. Aşağıdaki şekilde jeofizik veritabanı için hazırlanmış UML diyagramı gözükmektedir.



Şekil 6. Jeofizik veri tabanı için tasarlanmış UML diyagramı.

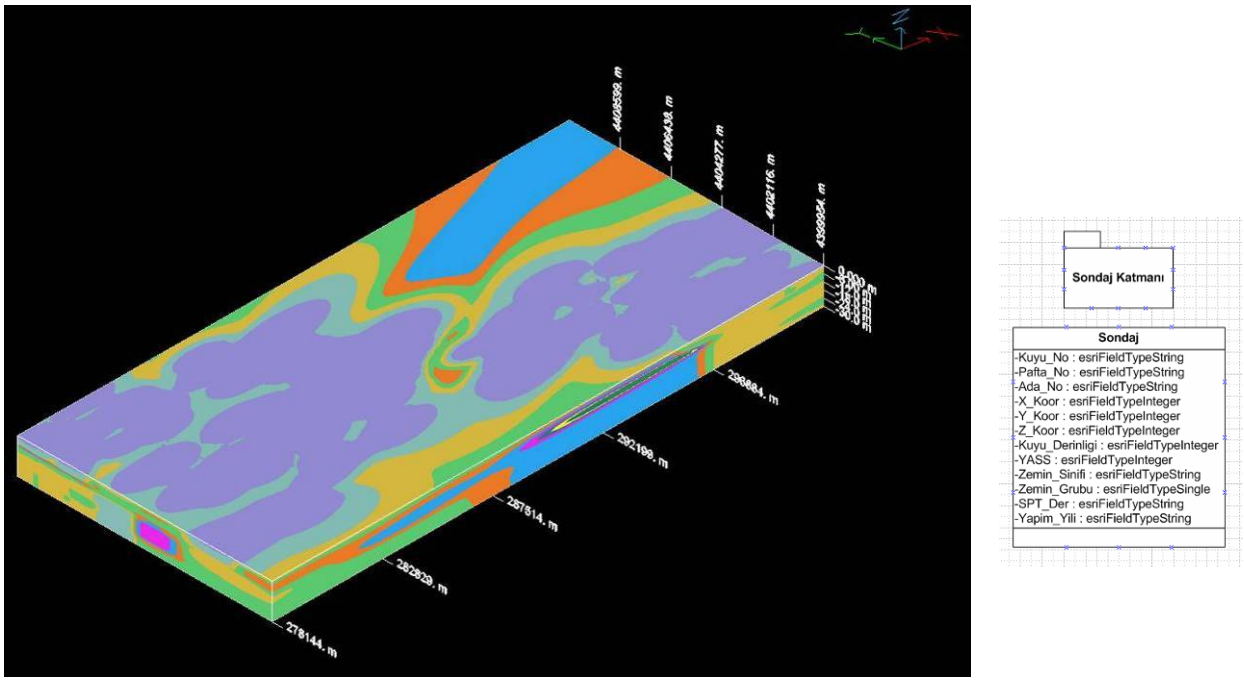
3.2. Jeolojik Verilerin Oluşturulması

Yeryüzünün belli bir kesiminde yer alan jeolojik verileri, çeşitli renk, işaret, çizgi ve sembollerle gösteren haritalara jeolojik haritaları denir. Bu haritalar kapsadıkları bilgi türüne göre çeşitlere ayrılabilir. Konu afet olunca afete (deprem) yönelik bir jeoloji haritası ve buna göre bir veritabanı tasarlanması gerekir. Bu veritabanı oluşturulurken çalışma alanının jeolojik formasyonuna, fay durumuna ve tabaka konumlarının durumlarına göre bir veritabanı hazırlanabilir. Bunu gösteren UML diyagramı aşağıdaki şekilde gösterilmektedir.



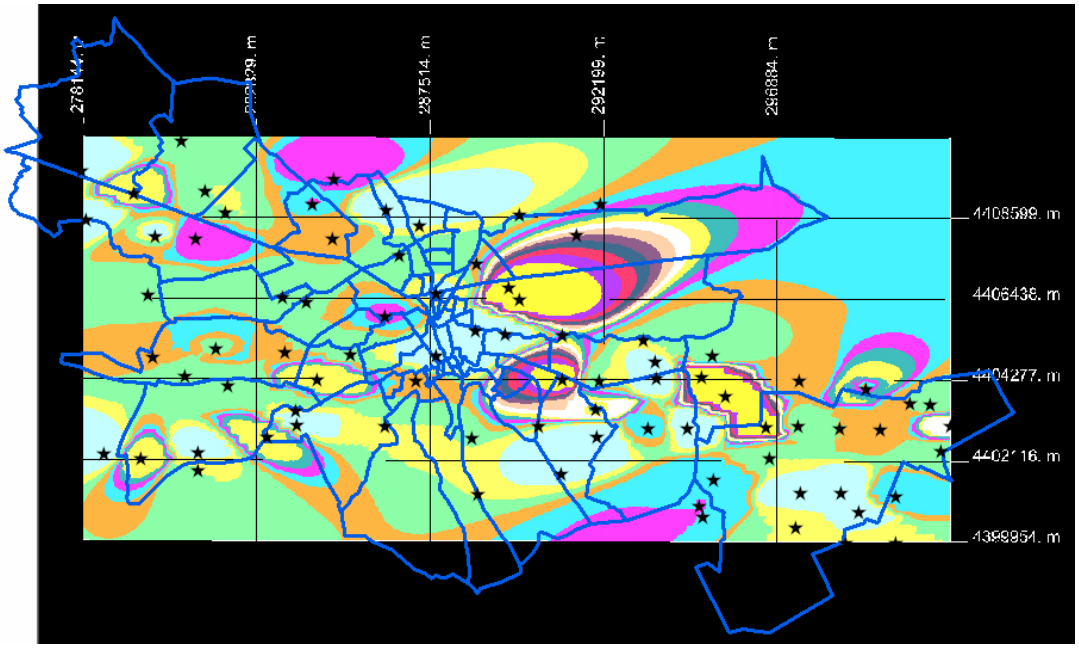
Şekil 7. Jeofizik veri tabanı için tasarlanmış UML diyagramı.

Herhangi bir yerin zemin durumunun belirlenebilmesi için sondaj verilerinden yararlanılır. Sondaj verileri derinliğe bağlı olarak değişen verilerdir. Bu sebepten bu verilerin üç boyutlu olarak modellenmesi gerekmektedir. Bu çalışmada üç boyutlu model Voxel Analsyt programından yararlanılarak oluşturulmuştur. Oluşturulan üç boyutlu model ve sondajlar için tasarlanan UML diyagramı Şekil 8'de gösterilmiştir.



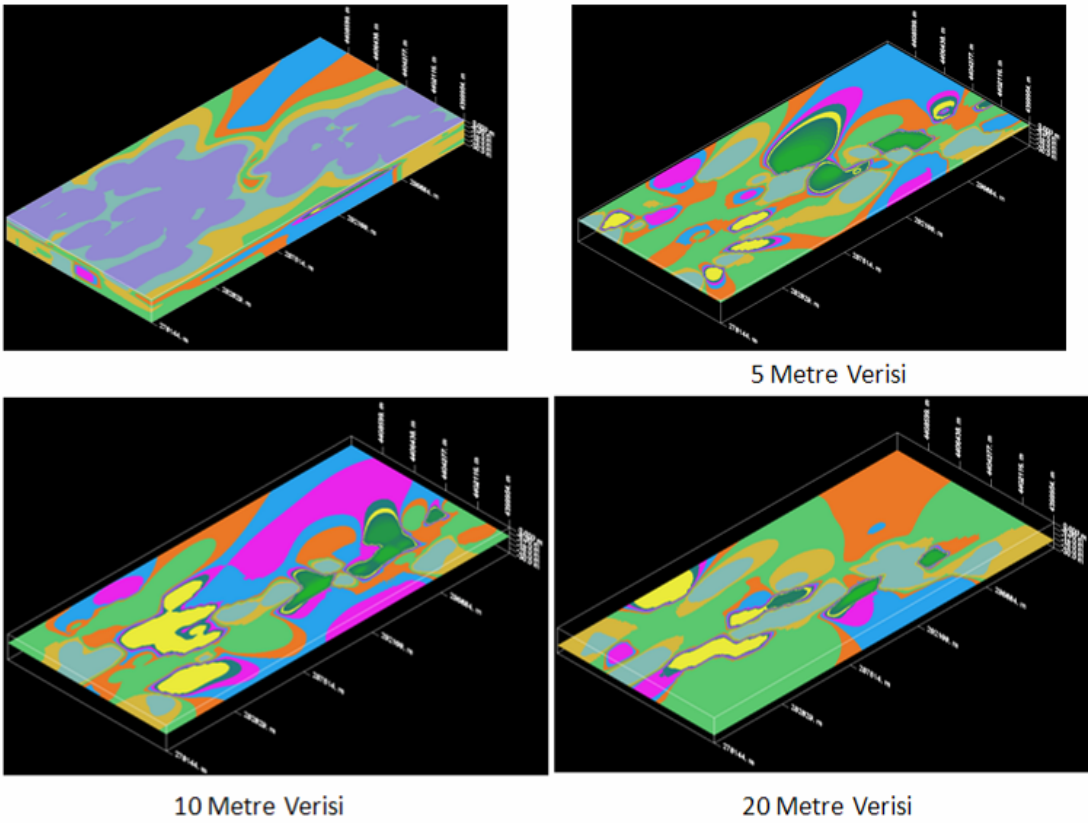
Şekil 8. Voxel Analyst programında oluşturulan üç boyutlu model ve sondaj verileri için tasarlanan UML diyagramı.

Oluşturulan modelde kullanılan sondaj verileri; Dünya Bankasının finanse ettiği ve T.C. Başbakanlık, Proje Uygulama Biriminin uyguladığı MEER projesi kapsamında yapılan sondajlar sonucunda elde edilmiş ve Eskişehir örneğinde kullanılmıştır. Aşağıdaki şekilde üç boyutlu model 3 metreden (inşaatlarda kullanılan temel derinliği) kesilerek CBS ortamına aktarılmıştır. Ayrıca Eskişehir'in mahalle sınırları ve modelde kullanılan sondajların konumları ile çakıştırılmıştır.



Şekil 9. 3 metre derinliğinde kesilen üç boyutlu model ve sondaj lokasyonları.

Üç boyutlu model oluşturulduktan sonra istenilen katmanlardan kesilerek önemli olan derinliğin verisi elde edilebilir. Derinlik değiştikçe zemin katmanlarının değiştiği gözlenebilir. Aşağıdaki şekilde 5, 10 ve 20 metrelerden kesilmiş model görülmektedir.

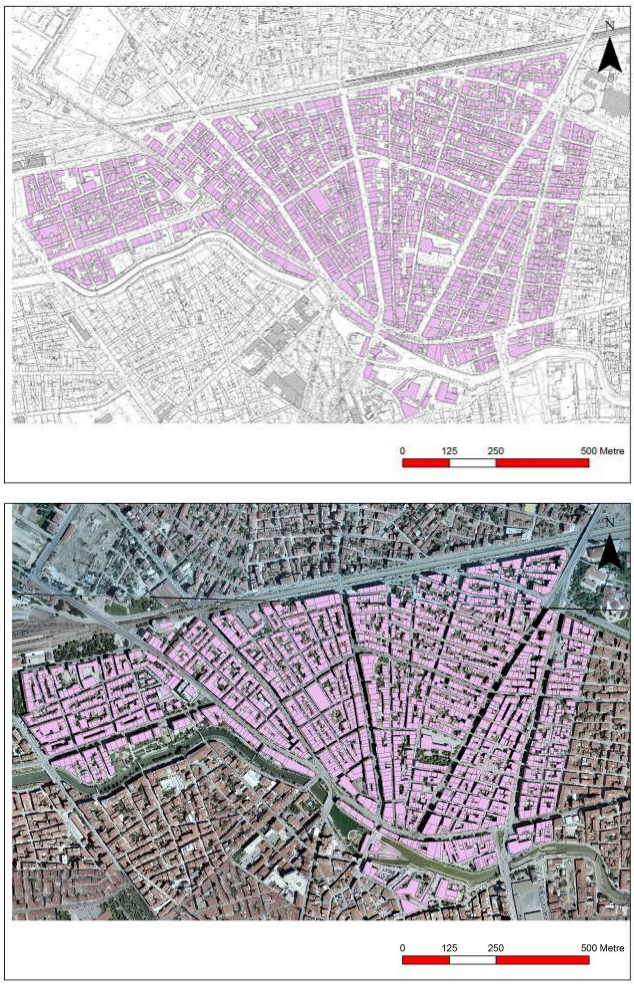


Şekil 10. Üç boyutlu modelin değişik derinliklerdeki kesiti.

3.3. Yapı Verileri

Ülkemizde hala tam olarak kullanılabilen depreme yönelik bir bilgi sistemi bulunmamaktadır. Öncelikle insanların içinde yaşadığı yapıların bilgisinin elde edilmesi gerekmektedir. Ülkemizde 1999 depreminden sonra yeni yapım yönetmelikleri çıkmıştır. Bu yönetmeliklere uygun olarak daha sağlam yeni yapılar inşa edilmiştir. Yapı bilgisinin oluşturulabilmesi için öncelikle yapının projesinin incelenmesi gerekmektedir. Daha sonra sahada, yapının projeye uygun olarak inşa edilip edilmediğinin kontrolü sağlanmalıdır. Özellikle yapının kat adedi, yapım yılı, yapı düzeni (ayrık, bitişik), taşıyıcı sistemi (betonarme, kagir, çelik, ahşap) gibi detaylı yapı bilgisinin elde edilmesi gerekmektedir. Çalışma alanında halihazır haritalardan, güncel uydu görüntülerinden ve/veya hava fotoğraflarından yararlanılması gerekmektedir. Aşağıdaki şekilde çalışma alanı olarak seçilen alandaki yapıların uydu görüntüsü ve imar planlarındaki durumu gösterilmektedir.

Ülkemizde yapı stokunun çok detaylı bir şekilde incelenmesi hem maddi açıdan hem de zaman açısından neredeyse imkansızdır. Ancak yurtdışında geliştirilen bazı sistemler, HAZUS gibi, hızlı bir şekilde yapılara ait değerlendirmeler yapabilmektedir. Yurtdışında yapılan bina türleri genelde aynı standart içerisinde yapılmaktadır. Ülkemizde böyle bir standart olmaması, hatta mimari projeye bile uyulmayan yapıların yapılması HAZUS gibi hızlı değerlendirme yöntemlerinin uygulanmasını zorlaştırmaktadır. Bu sebepten ülkemizdeki yapılara uygun geliştirilecek hızlı değerlendirme yöntemleri uygulanmalıdır. Bu veriler CBS ortamında değerlendirilerek gerekli analizler yapılmalıdır. Eskişehir ilindeki bir mahalledeki yapıların hava fotoğrafı ve kat yüksekliğine bağlı olarak üç boyutlu görüntüsü Şekil 12'de gösterilmektedir.



Şekil 11. Çalışma alanındaki yapıların imar planı ve hava fotoğrafindaki konumu.

Şekil 12. Yapıların üç boyutlu olarak gösterilmesi.

4. SONUÇ

Ülkemizin toplam yüzölçümünün %96'sının deprem kuşağında yer aldığını ve toplam nüfusunun %98'inin bu bölgelerde yaşamakta olduğunu bilinmektedir. Bu sebepten dolayı kullanılabilir bir afet (deprem) bilgi sisteminin geliştirilmesi ve uygulanması gerekmektedir. Böyle bir uygulama, ancak kurumlar arası iş birliği ve koordinasyon sonucunda gerçekleşebilir. Böyle bir koordinasyon ülkemizde henüz mevcut değildir. Gerekli yasal düzeltmelerle böyle bir imkanın sağlanması gerekmektedir. Bir afet karşısında yöneticilere yardımcı olabilecek sistemlerin geliştirilmesi gerekmektedir. Özellikle yeni yerleşime açılacak alanlarda gerekli mikrobölgeleme çalışmaları yapılmalıdır. Üç boyutlu değerlendirmeler ile yerleşime açılacak alanların zemin durumunun net bir şekilde belirlenmesi ve buna uygun yapı tasarımının yapılması gerekmektedir. Son zamanlarda bu tür uygulamalar ülkemizde oluşmaya başlamıştır. Mevcutta yapılaşma olan alanlarda yapı bilgisinin oluşturulması mevcut yapı stokunun ve özelliklerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bütün bu bilgiler yeni kurulan İl Afet ve Acil Durum Müdürlüklerinde bulunması gereken bilgilerdir. Böyle bir bilginin analizi, yorumlanması ve depolanması ve farklı veri kaynaklarının bütünleşik şekilde haritalanması ancak CBS teknikleri ile mümkün olmaktadır. Böylece afet öncesinde, anında ve sonrasında kullanılabilir bir bilgi sistemi elde edilmiş olur. Afetlerle mücadelede; CBS imkanlarının kullanılması ve yaşayan bir bilgi sisteminin oluşturulması, bu sistemi kullanan kişilerin eğitilmesi ile mümkün olur.

KAYNAKLAR

Alkış, A., Alkış, Z., Batuk, F., Bayram, B., Gümüşay, Ü., Helvacı, C., Eraslan, C., Emem, O., Demir, N., 2002, Afet acil yönetim bilgi sistemi (AFAYBİS) ön değerlendirme raporu, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.

Durduran, S.S ve Geymen A., 2008. Türkiyede afet bilgi sistemi çalışmalarının genel bir değerlendirilmesi, Erciyes Üniversitesi 2. Uzaktan algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu,13-15 Ekim 2008, Kayseri.

Güler, H.H., 2007, Deprem risk analizi-afet yönetimi dersi ders notları, Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Ankara.

Nurlu, M., Türkiye Afet Bilgi ve İletişim Sistemi (Tabis), http://www.hgk.mil.tr/bhikpk/bildiriler/MNurlu.doc.

Özmen, B., Nurlu, M., 1999, Deprem Bölgeleri Haritası ile İlgili Bazı Bilgiler, TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Haber Bülteni, Sayı: 99/2-3.

Uçar, D., 2007, GIS ve ilgili standartlar için birlikte çalışabilirlik (Interoperability), http://www.karto.itu.edu.tr/derslerimiz/computeraided/Interoperability_03_TU_2007.pdf