

# DEPREM ZARARLARININ AZALTILMASINDA COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİ

## PREVENTION OF EARTHQUAKE DISASTER BY GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM

Murat NURLU\*, Bülent ÖZMEN\*\* ve Hüseyin GÜLER

\*Afet İşleri Genel Müdürlüğü Deprem Araştırma Dairesi (nurlu@deprem.gov.tr)

\*\* Gazi Üniversitesi, Deprem Araştırma ve Uygulama Merkezi (bulentozmen@gazi.edu.tr)

**ÖZET:** GIS deprem tahminlerinde kullanılabildiği gibi deprem olayı sonrası meydana gelen zararların azaltılması işleminde' de kullanılabilmektedir. Türk-Japon işbirliğinde deprem zararlarının azaltılması projesi kapsamında GIS olgusundan yararlanılması düşünülmektedir. Bir bölgede deprem olayı gerçekleşip, depremin karakteristik özellikleri saptandıktan sonra, sisteme daha önceden girilmiş verilerin sorgulama yöntemiyle çözümlenerek en fazla hasar meydana gelmiş/gelebileme olasılığı yüksek yerlerin belirlenerek öncelikle yardım ekiplerinin/teçhizatın o bölgelere ulaştırılması prensibine dayanan çalışmada GIS çok önemli bir yer tutmaktadır. Çalışmada GIS' e temel olacak veriler; nüfus, yapı türleri ve sayısı, meydana gelmiş afet türleri gibi istatistiksel bilgiler ile, konuma bağlı inceleme alanının yerüstü ve yeraltı yapısı, hayati tesislerin (elektrik hattı gibi) dağılımı gibi harita bazındaki bilgilerden oluşacaktır. Bu tip verilerin deney ve gözlemlerle saptanmış formüller (Örneğin yapı tiplerinde depremler sonucu gözlenen hasar formülleri, zemin durumunun davranış formülleri vs.) üzerinde işlenmesiyle hasar dağılımıda ortaya konacaktır.

Bu akış mantığının simülasyonunu yapmak amacıyla Kuzuluk (Adapazarı) yöresinde küçük bir GIS uygulaması yapılmıştır. Bu uygulama ile girilecek veri türlerine ve yapılacak işlemlere bağlı olarak hasar tesbitlerinin belirlenmesinin mümkün olabileceği görülmüştür. Bu çalışmada konu itibarı ile deprem ve yarattığı hasarlar üzerinde durulmuştur. Ancak bu çalışmada düşünülen GIS mantığının her türlü afet olayının öncesi ve sonrasında kullanılabiliirliği düşünülmelidir.

**ABSTRACT:** Geographical Information System (GIS); consist of software and hardware components fulfilling the functions of acquiring, storing, processing, analyzing and displaying spatial and non-spatial data's about the geographical entities. GIS used to both earthquake prediction and prevention of earthquake. Our opinion that we should make use of this method at the Turkish-Japanese earthquake disaster prevention project. This project based on determining earthquake limits after events, it could determine hazard region by interrogation techniques with data's that have entry before hand into system. After this process, it could send some material or team to hazard region/regions. In this study, database consists of two components. One of them is non-spatial data's such as population, kind of construction, disaster types etc. Another is spatial data's such as geological condition, distribution of life-line etc. If this data's process of knowledge formula (exp.: hazard formula for construction after disaster, effect formula for soil condition) we could find hazard areas.

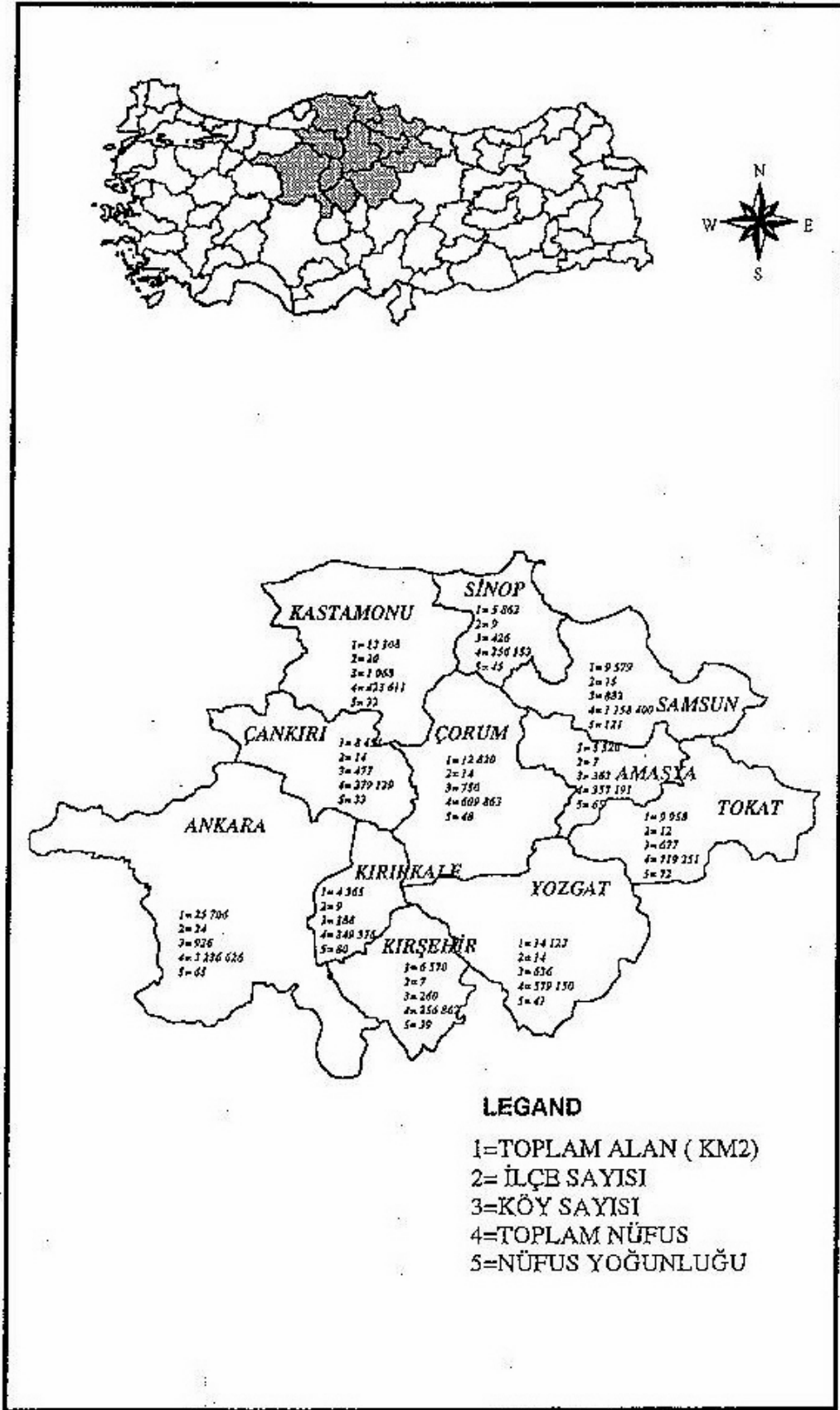
We tried imagination GIS application at the Kuzuluk (Southeast of Adapazarı) area for examination this method. According to this application, we observed distribution of hazard which they were depend on data's type and type of query. We mentioned about earthquake disaster in this paper but it considers that Geographical Information System could use for all disaster types before and after.

## GİRİŞ

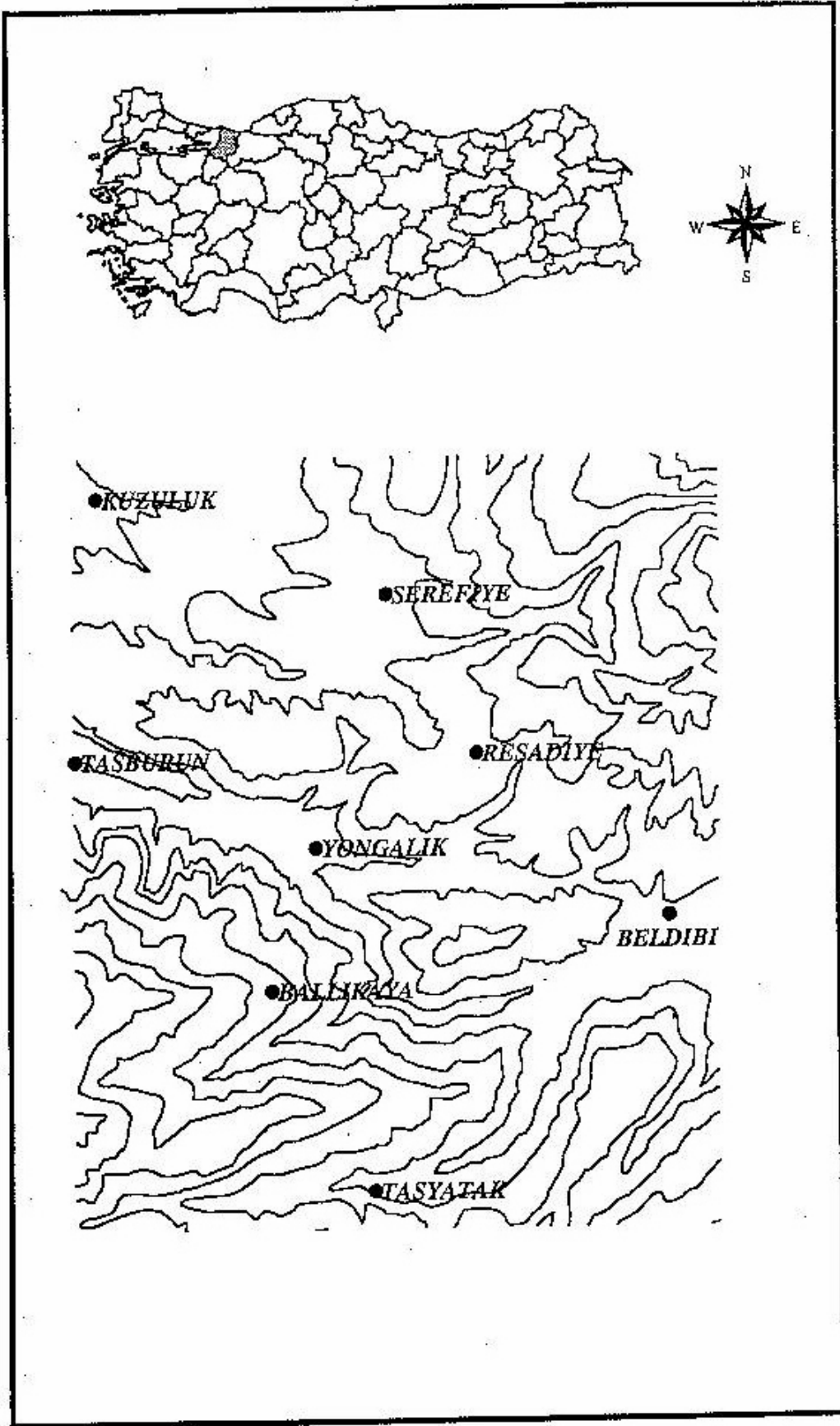
Türk-Japon işbirliğinde gerçekleştirilen “Deprem Zararlarının Azaltılması” konulu proje üç temel bölümden oluşmaktadır. Bu bölümlerden biri olan, Veri Toplama ve Değerlendirme aşamasında Coğrafi Bilgi Sistemi ve Uzaktan Algılama tekniklerinden faydalanılması planlanmıştır. Bu kapsam çerçevesinde, çalışmanın amacı proje bölgesi ile ilgili oluşturulacak veri tabanının sistemdeki yeri ve önemini belirlemektir. Ayrıca kullanılacak programların işleyiş mantığını görmek için proje bölgesinden çok daha küçük ölçekte ve farklı bir yörede uygulama yapılarak ortaya çıkabilecek sorunlar belirlenmiştir.

Deprem zararlarının Azaltılması Projesi (Şekil 1) yaklaşık olarak 30°.30'-38°.00' boylamları ve 39°.00'-42°.30' enlemleri arasında kalan yaklaşık 120.000 km<sup>2</sup> lik bir alanı kapsamaktadır. Bu alan içinde kalan toplam onbir adet yerleşim yeri (Ankara, Yozgat, Kırşehir, Kırıkkale, Çorum, Çankırı, Tokat, Amasya, Kastamonu, Sinop ve Samsun) coğrafi veri tabanı içine alınmıştır.

Uygulama sahası olarakta, Adapazarı iline bağlı Kuzuluk, Şerefiye, Reşadiye, Taşburun, Yongalık, Beldibi, Ballıkaya ve Taşyatak köylerini içine alan yaklaşık 90 km<sup>2</sup> lik bir alan pilot bölge olarak seçilmiştir (Şekil 2).



Şekil 1 : Deprem Zararlarının Azaltılması Projesi Alanı Bulduru Haritası



Şekil 2 : Pilot Proje Sahasının ( Kuzuluk-Adapazarı SW'sı ) Bulduru Haritası

## DEPREM ZARARLARININ AZALTILMASI PROJESİ

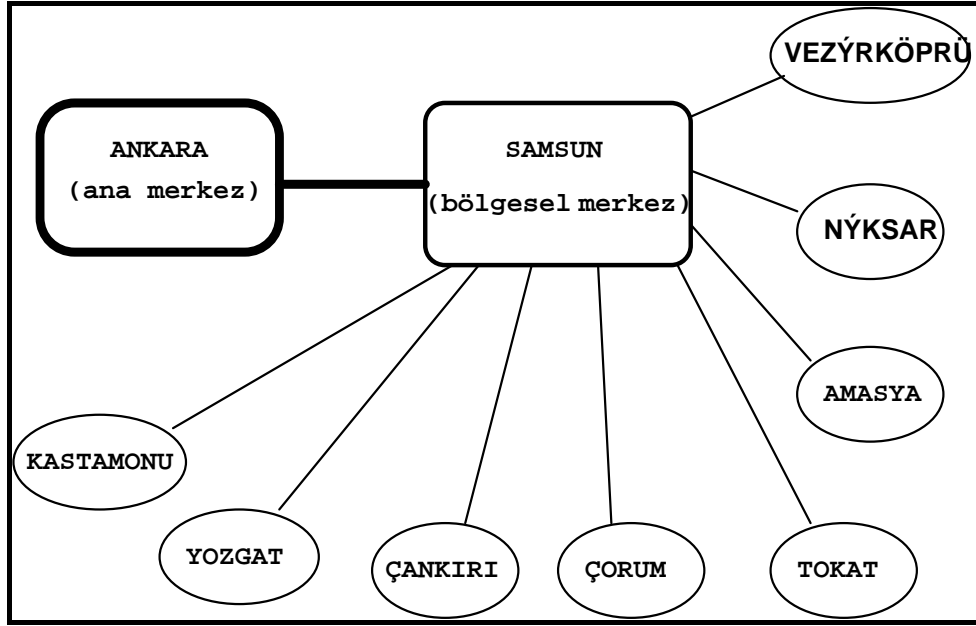
Bilindiği gibi can ve mal kaybına yol açan felaketlerin başında deprem olayı gelmektedir. Ülkemizde şimdiye kadar gözlenen en fazla hasar ve can kaybı depremler sonucunda oluşmuştur (Tablo1).

**Tablo 1:** 1900-1994 yılları arasında aletsel döneme ait ( can kaybı 1000’ den fazla olanlar) önemli depremler (Ayhan, 1988’ den alınmıştır).

Mevki	Tarih	Magnitüd	Can Kaybı Sayısı	Yıkık ve Ağır Hasarlı Bina Sayısı
Erzincan	26.12.1939	7.9	32968	116720
Erbaa (Tokat)	20.12.1942	7.0	3000	32000
Ladik (Samsun)	26.11.1943	7.2	4000	40000
Gerede (Bolu)	01.02.1944	7.2	3959	20865
Varto (Muş)	19.08.1966	6.9	2396	20007
Gediz (Kütahya)	28.03.1970	7.2	1086	19291
Lice (Diyarbakır)	06.09.1975	6.6	2385	8149
Muradiye (Van)	24.11.1976	7.5	3840	9232
Erzurum - Kars	30.10.1983	6.9	1155	3241

Son Erzincan depremi (13 Mart 1992) sırasında yaşanan gerçekler bu projenin önemini daha iyi göstermektedir. Şöyleki; bu depremde hadise meydana geldikten sonra muhtemel hasar ve can kaybı abartılı bir şekilde açıklanmış hatta deprem paniği atlatıldıktan sonra bile yardım ekipleri gerekli yerlere zamanında ve yeterli sayıda gönderilememiştir. Üzerinde çalışılan proje ile bu olumsuz koşullar en aza indirgenecektir.

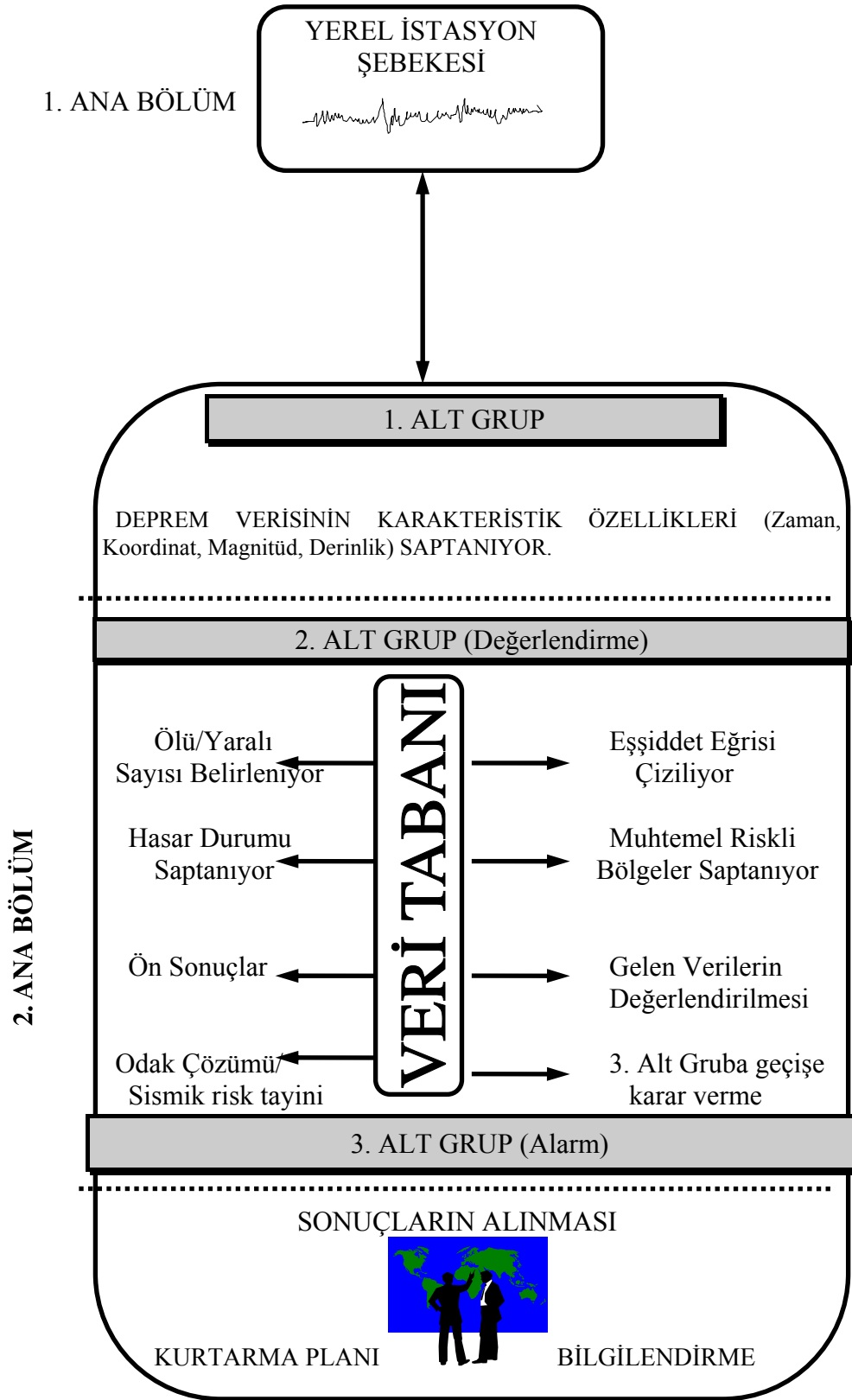
Türk-Japon işbirliğinde gerçekleştirilen bu proje kapsamında inceleme alanında on adet yerleşim yerine (Ankara-ana merkez-; Samsun-bölgesel merkez-, Tokat, Amasya, Kastamonu, Çankırı, Çorum, Vezirköprü, Yozgat ve Niksar) sismik is-tasyonlar kurulacaktır (Şekil 3).



**Şekil 3:** Proje alanındaki istasyonların dağılımı.

Bu istasyonların kurulacağı alanların tesbit çalışmaları devam etmektedir. Son çalışmalarla Tokat, Amasya, Kastamonu, Vezirköprü ve Nıksar’ da istasyon yerleri belirlenmiştir. Ana ve bölgesel merkez dışında kalan istasyonlar doğrudan bölgesel merkeze bağlı olacak, bölgesel merkezin Ankara ana merkez ile Türpak hattı üzerinden bağlantısı sağlanacaktır.

Genel olarak sistem (Şekil 4), iki ana bölümden meydana gelmektedir. Birinci bölüm; meydana gelen kabuk hareketlerinden depremi tanımlayan ve bu veriyi iletişim olanakları (Türpak gibi) ile bölgesel ve ana merkeze ileten sistem topluluğudur. İkinci bölümü ise üç alt gruba ayırmak gerekir. Birinci alt grupta gelen deprem verisinin değerlendirilip, depremin karakteristik özellikleri saptanır. İkinci alt grup, veri tabanı ve değerlendirme aşamalarının yapıldığı kesimdir. Üçüncü alt grup ise, karar aşamasının verilip sonuçların gerekli yerlere iletildiği kısımdır.



**Şekil 4:** Deprem Zararlarını Azaltma Bilgi Sisteminin Genel Akış Şeması.

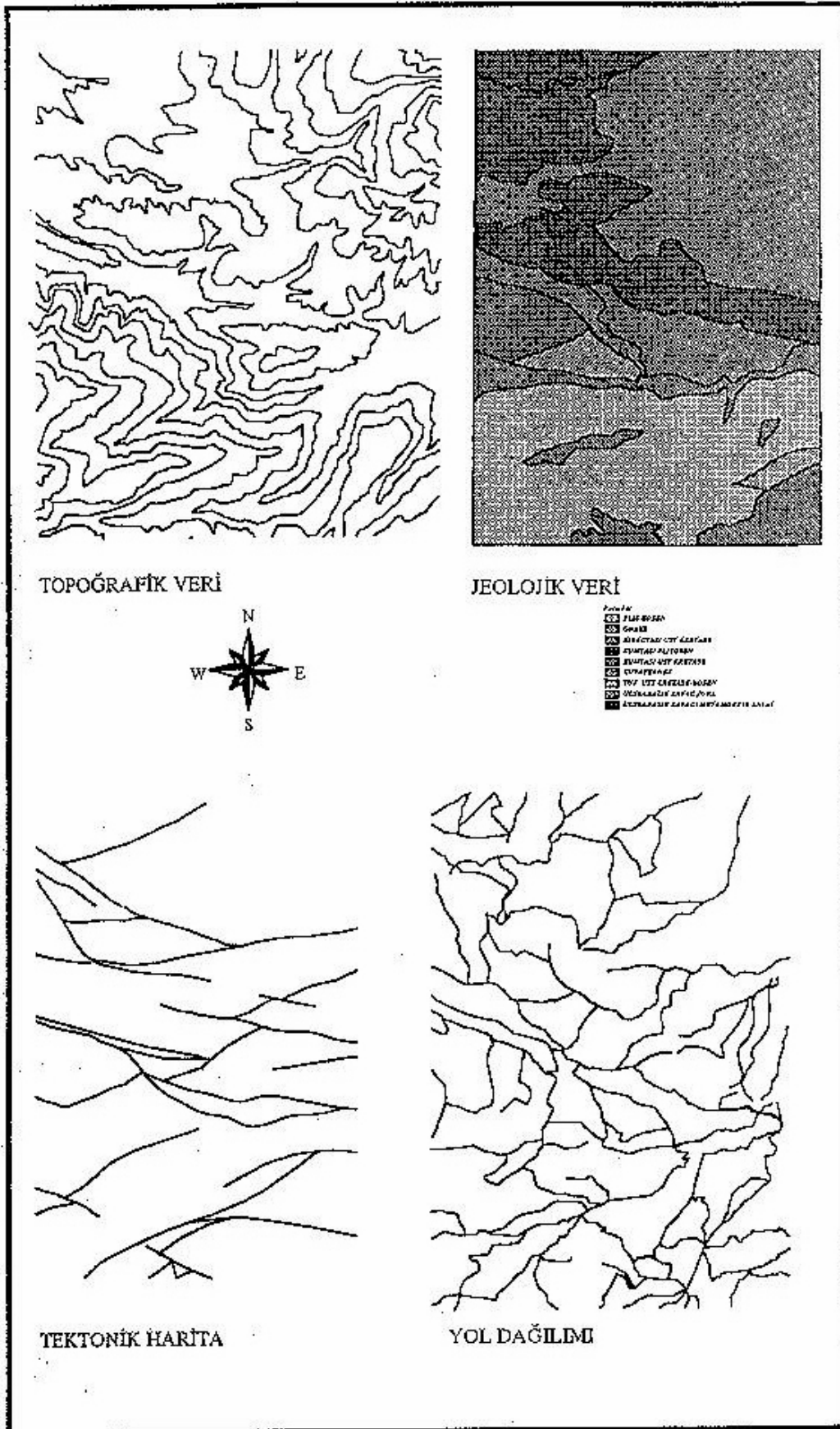
Projede kullanılan sistemin (bundan sonra Deprem Zararlarını Azaltma Bilgi Sistemi “DZABS” olarak adlandırılacaktır) benzer özellikte olanı Japonya’da Gonchan sistemi adıyla çalışmasını sürdürmektedir. DZABS’ de kullanılacak veri tabanı harita bazlı, istatistiksel bazlı olacaktır. Uzaktan algılama verisi olarakta Spot, Fuyo ve Landsat uydu görüntülerinden faydalanılması düşünülmektedir. Bu tip uydu görüntüleri genellikle jeolojik verilerin kontrolünde, proje bölgesine ge-niş bir bakış açısı sağlamak amacıyla kullanılacaktır. Ayrıca kullanılacak yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri vasıtasıyla özellikle kentsel alanlardaki gelişmeler izlenebilecektir. Coğrafi veri tabanında harita bazındaki bilgiler genel olarak jeolojik, topoğrafik, ulaşım ağları ve hayat damarları (elektrik, su, gaz şebekesi gibi) şeklinde olup, istatistiksel verilerde iki gruba ( nüfus, yapı, deprem verileri gibi kesin veriler ile nüfus artış hızı, deprem-hasar ilişkisi, eğitim miktarına bağlı heyalan risk analizleri gibi hesaplanmış veriler) ayrılması düşünülmüştür.

## **DEPREM ZARARLARININ AZALTILMASI BİLGİ SİSTEMİNDE (DZABS) GIS UYGULAMALARI**

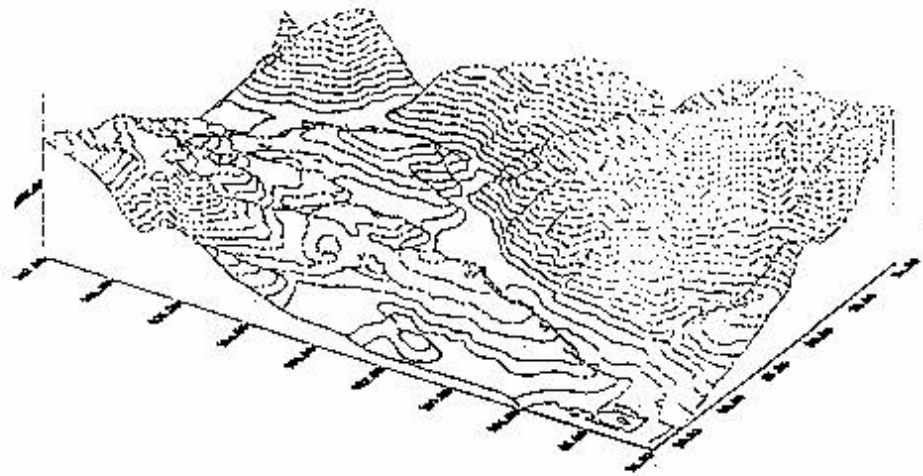
DZABS’ de GIS uygulamaları için yapılan çalışmalar iki aşamada gerçekleştiril-miştir. Birinci aşama, pilot bölge olarak seçilen Kuzuluk ve yakın yöresinde yapılmıştır. Bu çalışma’ da yerleşim yerlerine ait güncel istatistiksel veriler anket yöntemiyle saptanmıştır. Harita bazındaki bilgi olarakta inceleme alanının 1/25000 ölçekli topoğrafik haritası, jeolojik haritası, tektonik haritası ve yol dağılımı (Şekil 5) veri tabanına girilmiştir. Ayrıca inceleme alanına ait Spot uydu görüntüsü ve üç boyutlu arazi görünüşü’ de kullanılmıştır (Şekil 6).

Bu bölgede hayali olarak 40.32-30.44 coğrafi koordinatlarında Ms=5 şiddetinde bir deprem olduğu varsayılmıştır. Bu depremin artçı şoklarından Taşyatak köyünün güneyinden geçen sol yönlü dorultu atımlı fayın aktif hale geçtiği belirlenmiştir. Bu fayın etkileyeceği alanları belirlemek amacıyla 300 m. (1. derecede etkilenen bölgeler için) ve 3 km.’lik (2. derecede etkilenen bölgeler için) buffer zonları çizilmiştir. Bundan sonra depremin etkileyebileceği yerleşim yerleri için mevcut veri tabanına göre ölü-



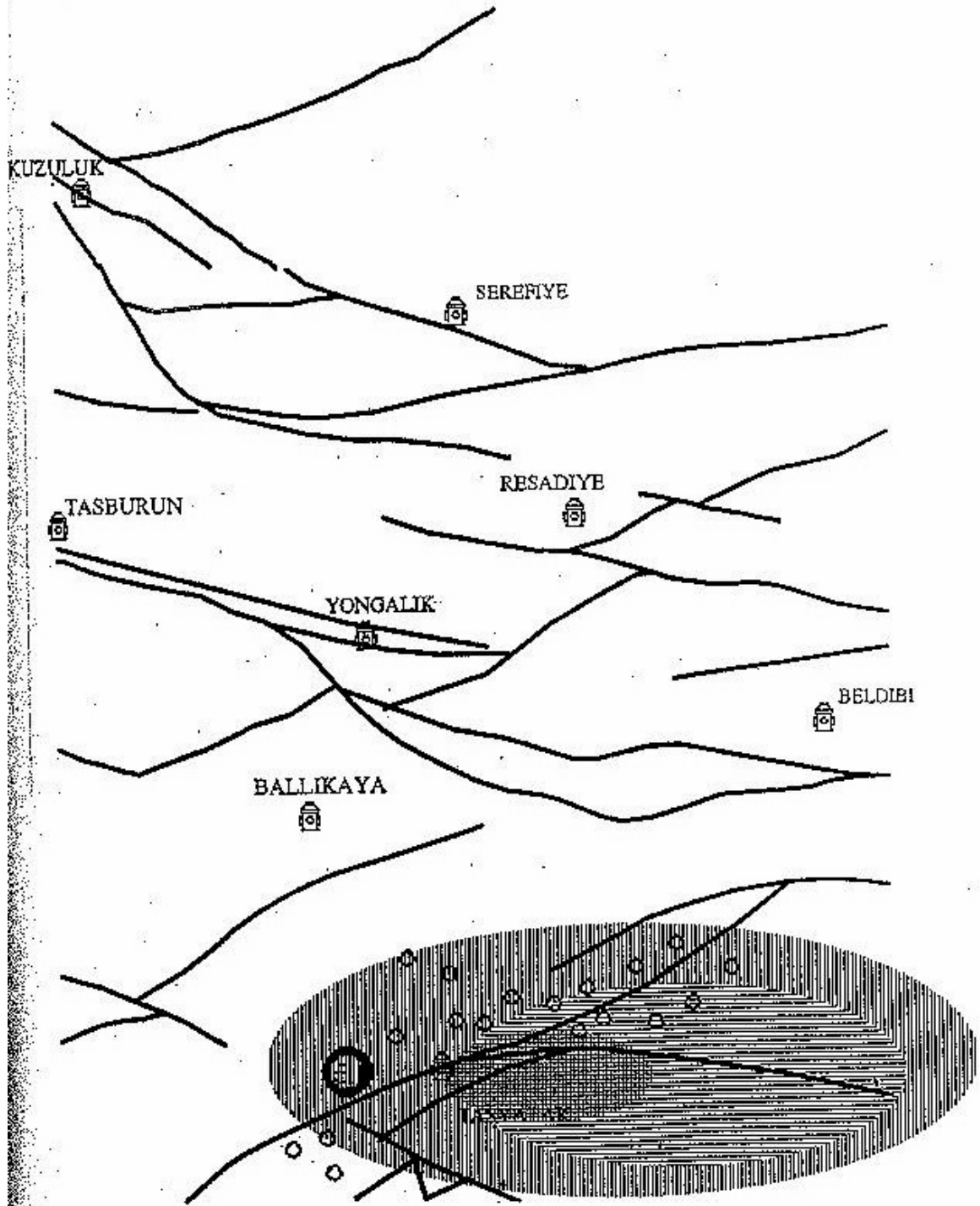


Şekil 5 : Kuzuluk Yöresi Harita Bazlı Veri Tabanı



Şekil 6: Kuzuluk Yöresi Spol Uydu Görüntüsü ve Üç Boyutlu Arazi Modeli.

yaralı/hasar tesbitleri yapılmış (Tablo 2), eşşiddet eğrileri oluşturulmuştur (Şekil 7). Gelen verilerin değerlendirilip ön sonuçların alınmasıyla birlikte 3. Alt Gruba (alarm aşaması) geçilmesine karar verilmiştir. Bu aşamada yetkili kişilere ve ilk yardım ekiplerine uygulanacak kurtarma planı ile ilgili veri oluşturulmuş (Şekil 8) ve gereken yerlere iletilmiştir.



Şekil 7 : Kuzuluk Yöresi Artçı Şokları ve Eşşiddet Eğrileri

## KURTARMA PLANI

Deprem: 40°32'N-30°44'E, Ms=5.6, 12 km. derinlik, Oluş Zamanı:14.45

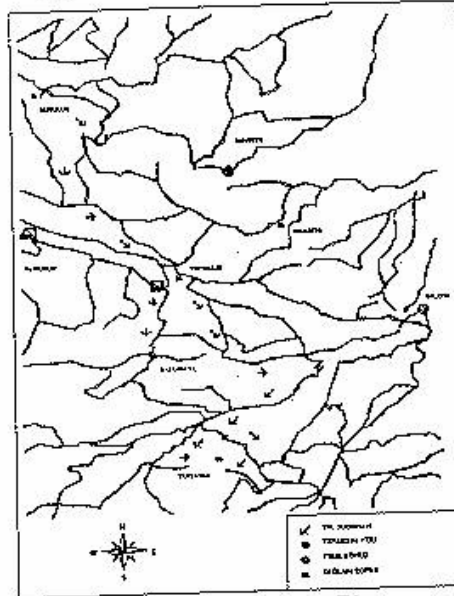
### Son Durum

Yerleşim Verinin Adı	Toplam Nüfus	Toplam Yapı	Muhtemel Ölü Sayısı	Muhtemel Yaralı Sayısı	Hasarlı Yapı Sayısı
KUZULUK	3900	810	4	5	3
ŞEREFİYE	750	142	1	4	2
REŞADİYE	436	102	1	5	2
TAŞBURUN	3350	458	2	4	4
YONGALIK	602	112	4	4	8
BELDİBİ	790	175	6	20	9
TAŞYATAK	1205	210	18	36	15
BALLIKAYA	454	74	6	30	10

### Gerekli Teçhizat ve Personel (Öncelikli Yerleşim Yerleri İçin)

Yerleşim Verinin Adı	Personel	Ekipman	Koordinatör	Tahm. Varış Zam (15.00Adapazarı'n dan hareket)
TAŞYATAK	5 Sağlık P., 24 İşçi	3 Ambülans, Çekici, Kazıcı, Jenaratör	.....	16.00
BALLIKAYA	3 Sağlık P., 10 İşçi	2 Ambülans, Çekici, Kazıcı, Jenaratör	.....	15.49
BELDİBİ	2 Sağlık P., 10 İşçi	1 Ambülans, Çekici, Kazıcı, Jenaratör	.....	15.55
YONGALIK	2 Sağlık P., 8 İşçi	1 Ambülans, Çekici, Kazıcı, Jenaratör	.....	15.50
TAŞBURUN	2 Sağlık P., 8 İşçi	1 Ambülans, Çekici, Kazıcı, Jenaratör	.....	15.40
KUZULUK	2 Sağlık P., 6 İşçi	Çekici, Kazıcı,	.....	15.37
REŞADİYE	2 Sağlık P., 4 İşçi	Jenaratör	.....	15.44
ŞEREFİYE	1 Sağlık P., 4 İşçi	Kazıcı	.....	15.52

### Uygulanacak Yol Güzergahı



Şekil 8: Deprem Sonrası Uygulanacak Kurtarma Planı

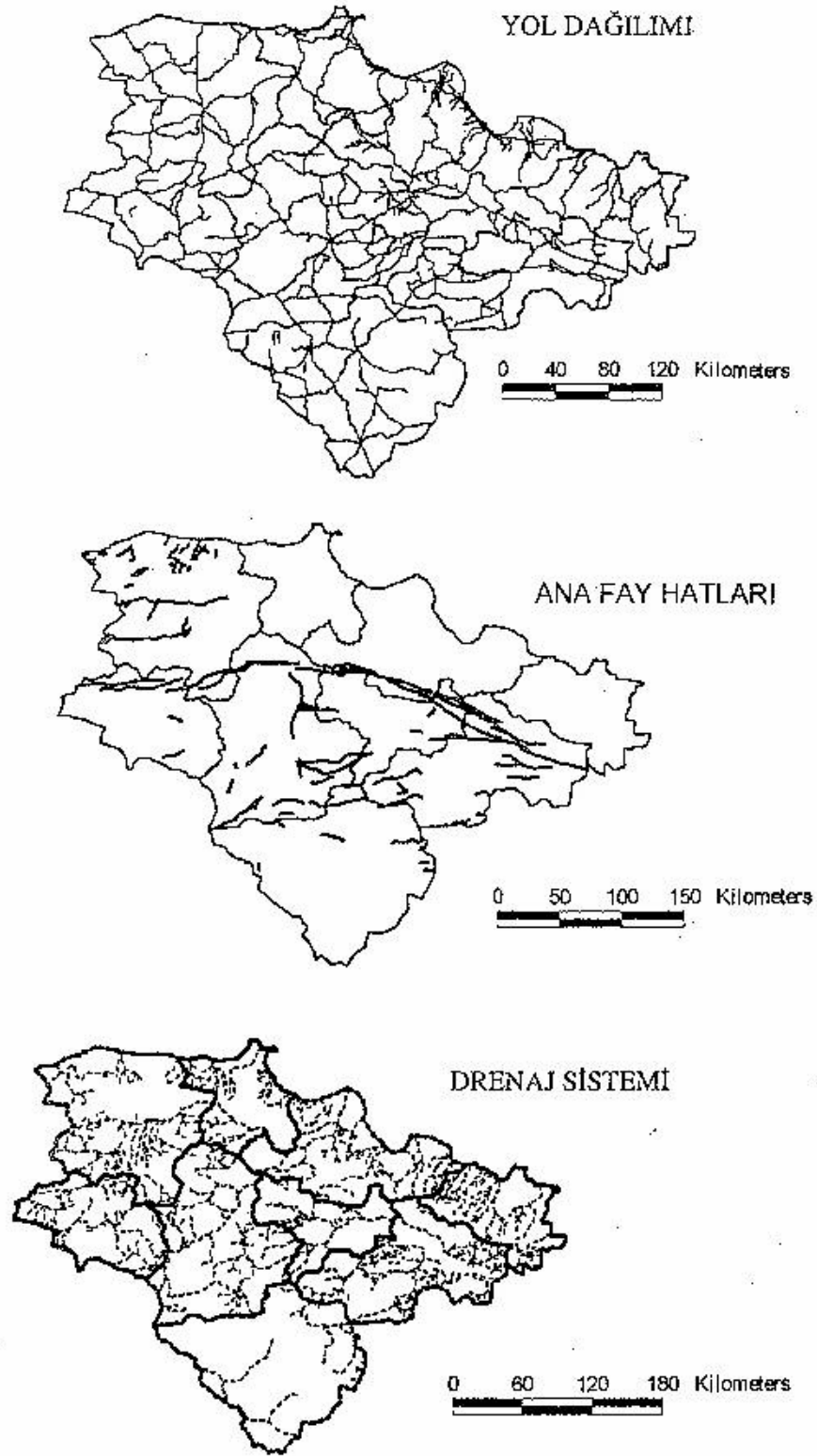
**Tablo 2:** Uygulama Sahası İçin Muhtemel Ölü-Yaralı/Hasar Ön Sonuçları

Yerleşim Yerinin Adı	Toplam Nüfus	Toplam Yapı	Muhteme l Ölü Sayısı	Muhtemel Yaralı Sayısı	Hasarlı Yapı Sayısı
KUZULUK	3900	810	4	5	3
ŞEREFİYE	750	142	1	4	2
REŞADİYE	436	102	1	5	2
TAŞBURUN	3350	458	2	4	4
YONGALIK	602	112	4	4	8
BELDİBİ	700	175	6	20	9
TAŞYATAK	1205	210	18	36	15
BALLIKAY A	454	74	6	30	10

Deprem Zararlarının Azaltılması projesi kapsamında proje sahası için 11 ilin DZABS' de değerlendirildiği açıklanmıştı. Bu bölgelerin kapsadığı alanlar için harita bazındaki veri tabanı şu şekilde oluşturulmuştur (Tablo 3, Şekil 9).

**Tablo 3:** DZABS' de harita bazlı veri tabanı

Veri Tabanı	Ölçek	Nitelik	Özellik
Jeoloji Haritası	1/500.000	Poligon	11 adet kayaç topluluğu ve/veya yaş grubu ayırtlanmış
Tektonik Harita	1/500.000	Çizgi	5 ve 10 km. lik buffer zonlara ayrılmış
İdari bölümler	1/250.000	Poligon	Mevcut il/ilçe sınırlarına göre yapılmış
Hidrojeolojik Harita	1/500.000	Çizgi-Poligon	Önemli Akarsu ve göl dağılımları
Enerji Haritası	1/250.000	Çizgi-Nokta	Çeşitli enerji hatları ve santrallerin dağılımı
Ulaşım Ağı	1/250.000	Çizgi	Karayolu ve demiryolu dağılımı



Şekil 9: Deprem Zararlarının Azaltılması Bilgi Sisteminde Harita Bazlı Veri Tabanı

**Tablo 4:** DZABS’ de İstatiksel bazlı veri tabanı

Veri Tabanı	Özellik
İdari (İlçe bazında)	Nüfus (1970,1975,1980,1985,1990 sayımları), Nüfus Yoğunluğu (1990), Yüzölçümü, Nüfusun Yaşlara Göre Dağılımı (1990),
Yapı (İlçe bazında)	Bina İstatistiklerine göre Yapı türleri sayısı (1984)
Deprem (İlçe bazında)	Deprem Tehlike değeri (1995), İvme değerleri (1995), Deprem Katoloğu (1995)

DZABS’ nin ilk adımlarında olunmasına rağmen kullanılacak yöntem ve uygulama adımları hakkında bilgiye çoğunlukla sahip olunmuştur. Şöyleki, çalışmanın ilk bölümünde proje sahası için DZABS’ nin büyük ölçeklerde geliştirilmesi düşünülmüştür. Sonraki adım riskli bölgeler için DZABS’ nin küçük ölçeklerde düzenlenmesi şeklinde olacaktır.

## SONUÇLAR VE TARTIŞMALAR

Coğrafi Bilgi Sistemi ve Uzaktan Algılama mantığının DZABS projesindeki yeri ve önemi gözardı edilemez. Bu sonuçtan hareket ederek, ilk adım olarak büyük ölçeklerde çalışma yapılması amaçlanmıştır. Daha sonraki çalışmalarda bu küçük ölçek bazında yürütülecektir. Burada karşılaşılan en önemli sorun verilerin toplanmasından gelmektedir. Ulusal Coğrafi Veri Tabanı oluşturulması gerekmektedir.

DZABS’ de oluşturulacak veri tabanı üzerine uygulanacak hasar/zarar tesbit formüllerinin geliştirilmesine ihtiyaç vardır. Zemin durumu, fay hatlarının aktifliği, mühendislik yapılarının deprem esnasında davranış biçimlerinin proje itibarıyla gözden geçirilmesi gerekmektedir.

DZABS’ de veri tabanı oluştururken önemli faktörlerden biriside veri tabanına standart bir kodlama sisteminin getirilmesi, hassasiyet ve güvenilirlik katsayılarının belirlenmesi gerekmektedir. Bu konuda proje kapsamında çalışmalar yapılmaktadır. Kodlama sisteminin ulusal coğrafi veri tabanı merkezince açıklığa kavuşturulacağı tahmin edilmektedir.



Tartışmaya açık konulardan biriside yetkili kişilerin ve sivil savunmaya ait ekiplerin bu konuda bilgilendirilmesidir. Şöyleki DZABS' nin deprem anında oluşturacağı bilgileri düzenli şekilde uygulamak bu kişilerin inisiyatifinde olmalı, bölgeye gönderilecek araçlara hedef noktaya gerekli teçhizat, zamanında ve en güvenli şekilde ulaşabileceği bilgiler bilgi sistemi biçiminde olmalıdır.

## **TEŞEKKÜR**

Bu çalışmalar sırasında yardımlarını esirgemeyen Afet İşl. Gen. Müd. Sayın Oktay Ergünay'a, Deprem Araş. Dai. Bşk. Sayın Sinan Gencoğlu'na, Lab. Şb. Müd. Sayın Hüseyin Güler'e, daire elemanlarından Sayın Ali Hürata'ya, projenin Japon kesiminden JICA elemanlarından Sayın Huromu Shima'ya, Sayın Noritoshi Goto'ya, Sayın Noboru Ikenishi ve Sayın Shigeyuki Okada'ya yazarlar teşekkürü borç bilir.