



Deprem hasarlarının belirlenmesinde coğrafi bilgi sistemi (22 Temmuz 1967 Mudurnu Vadisi depremi, Türkiye)*

*Determination of earthquake hazards by using geographic information system
(22 July 1967 Mudurnu Valley earthquake, Türkiye)*

Murat NURLU
Sezai GÖRMÜŞ

Afet İşleri Genel Müdürlüğü Deprem Araştırma Dairesi, Eskişehir Yolu 10. km, 06530, Ankara
Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Beytepe, 06532, Ankara

Öz

Doğal afetlerin başında gelen depremlerin oluşturacağı zararları tahmin etmek çok zordur. Bununla birlikte, bilgisayar teknolojisindeki gelişmelerden yararlanarak, deprem zararlarının tahmin edilmesinde, değişik alanlarda uygulama olanağı olan Coğrafi Bilgi Sistemlerinin (CBS) kullanılabilirliğini belirlemek için, başka araştırmacılarla daha önceden hasar çalışmaları yapılmış olan 22 Temmuz 1967 Mudurnu vadisi depremi, bu sistemin sağladığı olanaklarla yeniden değerlendirilmiştir. Bu çalışmada jeoloji ile ilgili bilgiler veri tabanları olarak kullanılarak, jeolojik veri tabanlarının özelliklerine göre bazı varsayımlara yaklaşım sağlanarak, herbir jeolojik özelliğe Risk Katsayı değeri verilmiştir. Elde edilen bu veriler bilgisayar ortamında üst üste çakıştırılarak hasar oluşabilecek potansiyel alanlar belirlenmiştir. Sonuçta belirlenen bu risk alanları, daha önce yapılmış hasar belirleme çalışmalarında elde edilmiş olan sonuçlarla denetlenmiştir. Bu denetleme sonucunda CBS'ni kullanarak uygulanan varsayımlara göre % 65'e varan doğruluk elde edilmiştir. Daha kesin hasar tahmin sonuçlarına ulaşabilmek için veri tabanının geliştirilmesi gerekmektedir.

Anahtar Sözcükler: Coğrafi Bilgi Sistemi, Deprem, Hasar, Risk

Abstract

It's very difficult to estimate earthquake hazards. However, we estimate earthquake hazards by using computer technology especially Geographic Information System (GIS) and we evaluate hazard studies which has been carried out by researchers on 22 July 1967 at Mudurnu valley earthquake. In this study, we use database about geological information. We assumed some parameters according to geological database and we put Risk value to database. After that, we determined potential risk area that has occurred hazards by using overlay analysis. Finally the result of this study correlate with the result of earlier hazard investigation. From this correlation, we obtained % 65 precise result by using GIS. To obtain more precise result, we should have considered increasing database quality.

Key Words: Geographic Information System, Earthquake, Hazard, Risk

GİRİŞ

Bilindiği gibi ülkemizde can ve mal kaybına neden olan afetlerin başında deprem olayı ilk sırayı almaktadır. Günümüze kadar meydana gelmiş hasar yapıcı depremlerde yaklaşık 500000 mühendislik yapısı (konut, köprü, yol vd.) hasar görmüş, 55000 kişi hayatını kaybetmiş ve 200000 kişi yaralanmıştır. Depremlerin meydana getirebileceği hasarları önceden saptayarak bu hasarların en aza indirgenmesi, bu çalışmanın temel amacıdır. Bu amaç kapsamında coğrafi bilgi sistemlerinin bu tip çalışmalarda kullanılabilirliği/uygulanabilirliği araştırılmıştır. Türkiye'de mikro-bölgelendirme, doğal afet-hasar

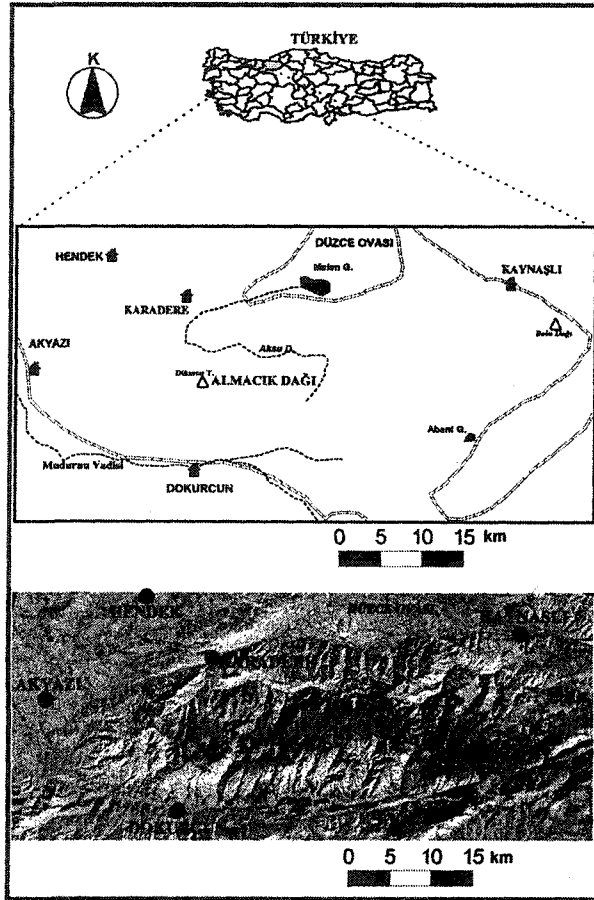
tahmini gibi çalışmalarda kullanılmaya başlanmış olan coğrafi bilgi sistemlerinin bu tür çalışmalarda kullanılması ile ilgili çalışmalar henüz gerçekleşmemiştir. CBS yöntemlerini kullanarak doğal afetlerdeki hasarları önceden belirlemeyi konu alan değişik araştırmalar Matsuo ve Miderikowa (1994), Yamazaki vd. (1994), Rosset vd. (1997) tarafından yapılmıştır. Çok geniş bir uygulama alanına sahip olan coğrafi bilgi sistemleri, bu çalışmada depremlerin oluşturabileceği hasar dağılımlarının belirlenmesinde uygulanmış ve bu uygulama için 22 Temmuz 1967 Mudurnu Vadisi depremi örnek olarak seçilmiştir. Elde edilen sonuçların doğruluğu 1967 Mu-

* Bu makale 51. Türkiye Jeoloji Kurultayı'nda (TMMOB-Jeoloji Mühendisleri Odası, Ankara) kısmen sunulmuş ve hakemlerin görüşleri doğrultusunda yeniden düzenlenerek kabul edilmiştir.

durnu vadisi depreminden sonra bölgede incelemeler yapan Ambraseys vd.'nin (1968) sonuçlarıyla karşılaştırılarak yorumlanmıştır.

ÇALIŞMA ALANININ JEOLojİK VE TEKTONİK KONUMU

Çalışma alanı "Almacık Ofiyolit Topluluğu" olarak bilinen Mudurnu Vadisi ve kuzeyindeki Almacık Dağını kapsamakta, batıda Akyazı, doğuda Abant Gölü, kuzeyde Hendek ve Düzce Ovası (güne) de ise Dokurcun ile sınırlanmış yaklaşık 2000 km²lik bir alanda yer almaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. İnceleme alanının bulduru haritası ve Landsat TM (4. band) uydu görüntüsü.

Figure 1. Location map and Landsat TM (Bant 4) satellite image of the investigation area.

Yapılan arazi çalışmaları sonucunda, çalışma alanında kırık tektoniğinin egemen olduğu gözlenmiştir (Şekil 2). Ana fay sistemleri genellikle sağ yönlü doğrultu atımlı faylardan oluşmuşlardır. Bunlardan Mudurnu Vadisi boyunca yaklaşık EW doğrultulu sağ yönlü doğrultu atımlı fay ile kuzeyde Kaynaş-Karadere-Akyazı arasındaki N50E konumlu sağ yönlü doğrultu atımlı fay ve

bu ana fay sistemleri arasında doğrultusu yaklaşık N15E olan sol yönlü doğrultu atımlı faylar bölgedeki önemli tektonik yapılarıdır. Bölgede iki ana doğrultu atımlı fay arasında kalan N15E konumlu faylar çeşitli araştırmalara göre (Şengör vd. (1985), Barka ve Kadinski-Cade (1988) saat yönündeki rotasyona işaret etmektedir. Aynı şekilde yazarlar bu konumdaki fayların kuzey ve güneydeki ana fay sistemleri arasında kalan bloğun ters yöndeki hareketlerinden kaynaklanan açılma zonları ve bu açılma zonlarının zamanla sol yönlü hareket etmeleriyle oluşabilecekleri kanısındadır.

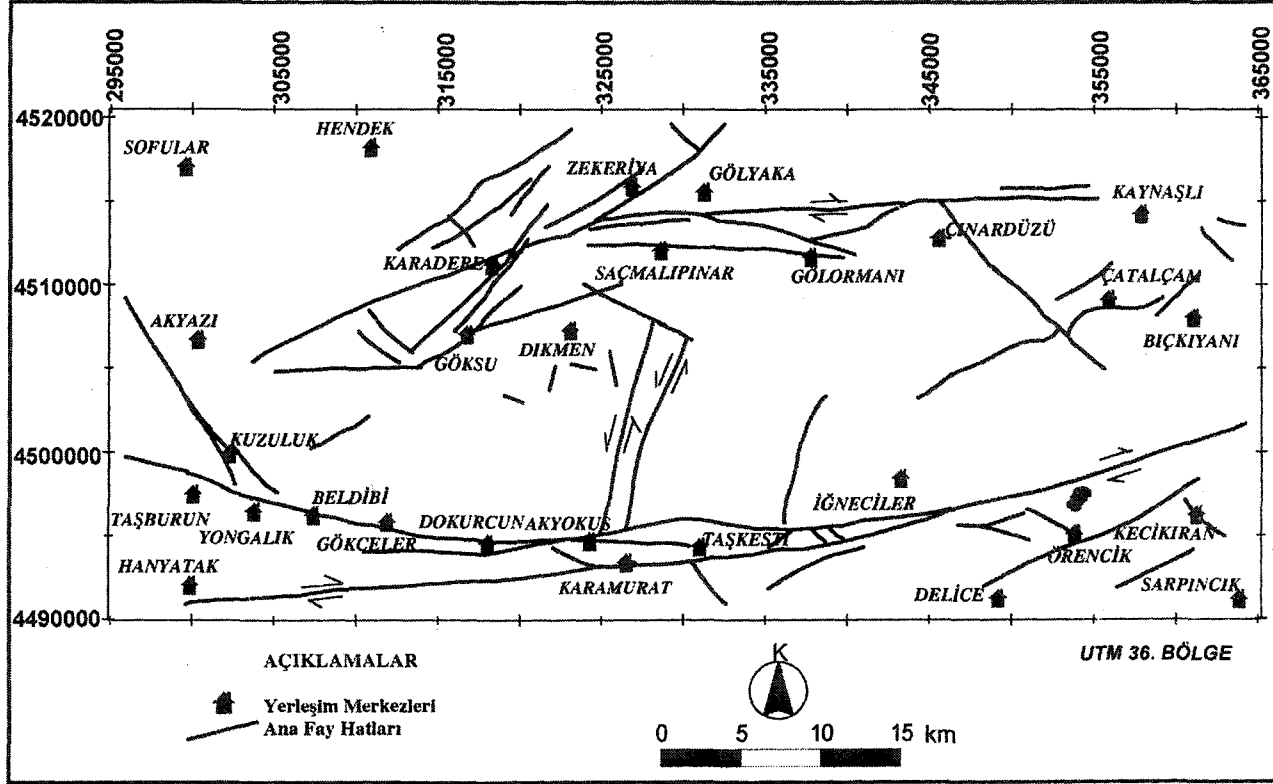
İnceleme alanında Kuzey Anadolu Fay Zonunun geçtiği Mudurnu Vadisinin kuzeyinde ve güneyinde yüzeylenen değişik yaşlardaki kayaç toplulukları yer almaktadır (Şekil 3). Bu birimler Abdüsselamoğlu (1959) ve Yılmaz (1982) tarafından ayrıntılı olarak incelenmiştir. Genellikle kuzey kesimlerde andezit, metamorfik seri, serpantin, Devoniyen yaşlı birimler ile Üst Kretase yaşlı kayaçlar egemendir. Güney kesimde ise Üst ve Alt Kretase yaşlı kayaçlar, Jura yaşlı volkanik kayaçlar ve Eosen fliş gözlenmektedir. Arazi gözlemleri sonucunda; inceleme alanında metamorfik kayaçları bol kıvrımlı amfibolit, gnays ve mikaşistlerin, Devoniyen yaşta birimleri killi şist ve kireçtaşı bloklarının oluşturduğu belirlenmiştir. Andezitler genelde küresel bozunmaya maruz kalmışlardır. Almacık Ofiyolit topluluğunun bir üyesi olan Serpantinler, inceleme alanının ortasındaki N15E konumlu faylara paralel şekilde yüzeylenmektedir. Jura yaşlı volkanik kayaçlar ise belirgin bir tabakalanma gösteren genellikle tüflü serilerden ibarettir. Alt Kretase yaşlı birimler inceleme alanının güneyinde bol çatlaklı, breşleşmiş kireçtaşlan, Üst Kretase ve Eosen yaşlı birimler ise fliş ile temsil edilmektedir. Pliyosen yaşlı kayaçlar zayıf çimentolu kumtaşı ve marnlardan oluşmuştur. Alüvyonlar genellikle çakıl ve kumlardan oluşmakta yer yer de yamaç döküntüleri halinde gözlenmektedir.

22 TEMMUZ 1967 MUDURNU VADİSİ DEPREMİNİN ÖZELLİKLERİ

22 Temmuz 1967 depremi ile ilgili yapılan çalışmalar; Ambraseys vd. (1968), Ambraseys ve Zapotek (1969), depremden hemen sonra arazi gözlemlerine katılarak depremin oluşturduğu hasarları incelemişler, Tchalenko ve Ambraseys (1970), Jackson ve McKenzie (1984), Kıyak (1986) tarafından da depremin özellikleri (odak çözümlenmesi gibi) hakkında incelemeler yapmışlardır.

22 Temmuz 1967 tarihinde yerel saatle 18.56'da Türkiye'nin kuzeybatısında Mudurnu vadisi civarında aletsel koordinatları 40.60-30.80, magnitudü (Ms) 7.1, şiddeti X olan büyük bir deprem meydana gelmiştir

DEPREM HASARLARININ BELİRLENMESİNDE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİ



Şekil 2. İnceleme alanının tektonik haritası.
Figure 2. Tectonic map of investigation area.

(Ambraseys vd., 1968). Depremde 86 kişi hayatını kaybetmiş yaklaşık 5200 konut hasar görmüştür. 22 Temmuz 1967 Mudurnu Vadisi depreminin hasar dağılımına bakıldığında (Şekil 4), hasarsız veya çok az hasar gözlenen köylerin çalışma alanının kuzeydoğusunda, orta derecede hasarlı yerleşim merkezlerinin yüzey kırığına yakın bölgelerde ve en az fazla hasarın ise episantıra yakın, yüzey kırığı üzerinde bulunduğu belirlenmiştir (Ambraseys vd., 1968). Yüzey kırığına yakın bölgelerde başka bir deyişle Mudurnu vadisi boyunca hasar dağılımlarındaki büyük farklılıklar, özellikle bu depremden 10 yıl önce meydana gelen (22 Mayıs 1957) Abant depremi ile bağlantılıdır.

Artçı şoklarının (Msa4.0) dağılımına bakıldığında, bunların genelde episantırın batı ve kuzeybatısında yoğunlaştığı gözlenmiştir. Ambraseys vd. (1968) tarafından yapılmış olan arazi çalışmalarında deprem yüzey kırığının doğuda Abant gölünün yaklaşık 6 km. batısından başlayarak Mudurnu Vadisi boyunca çalışma alanı sınırları dışında da daha da batıya, yaklaşık Sapanca Gölünün güneyine kadar uzandığı ifade edil-

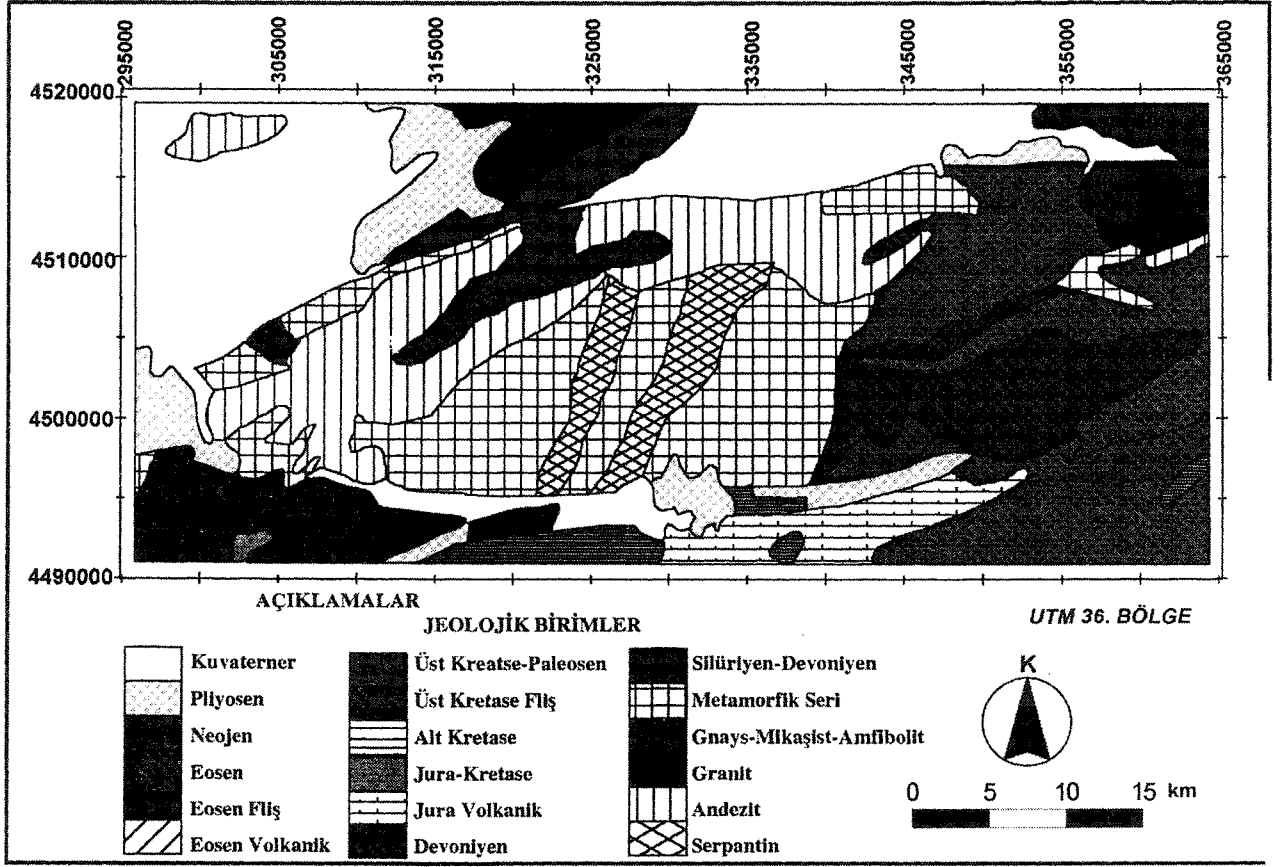
mektedir. Bu depremin odak mekanizması çözümü de N85W doğrultulu sağ yönlü doğrultu atımlı fayı ortaya çıkarmakta olup, odak derinliği 10 km. olan Mudurnu depremi nedeniyle yanal yönde maksimum bağıl yer değiştirme 190 cm. düşey yönde ise 120 cm. olarak hesaplanmıştır. Ana şok yaklaşık 450000 km²'lik bir alanda hissedilmiştir.

HASAR DAĞILIMININ COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİ YARDIMIYLA BELİRLENMESİ

CBS'ni, kullanıcıların daha doğru karar vermesi ve üretimini artırması amacıyla çok sayıda verinin (harita, istatistik, formül vs.) toplanması, saklanması, sorgulanması, analizi ve sunulması için bir araya getirilmiş bilgisayar yazılımı, donanımı ve teknik elemanlarından oluşan bir bütün olarak tanımlanabilir. Coğrafi Bilgi Sistemlerinde çok çeşitli yazılımlar mevcuttur. Bu çalışmada Arc-Info* programının PC ve workstation ortamları için geliştirilmiş yazılımları ile birlikte Arc-View*, Imagine** ve çeşitli bilgisayar yazılımları kullanılmıştır.

* Arc-Info ve Arc-View programları Environmental Systems Research Institute Inc. tarafından üretilen lisanslı yazılımlardır.

** Imagine programı Erdas Inc. tarafından üretilen lisanslı yazılımdır.



Şekil 3. İnceleme alanının jeoloji haritası (1/500.000 ölçekli Türkiye jeoloji haritasından basitleştirilmiştir).
Figure 3. Geological map of investigation area (Simplified from geological map of Türkiye 1/500.000 scale).

Bir bölgede depremin oluşturabileceği hasar derecesi çok çeşitli faktörlere bağlı olarak değişir. Bu faktörlerin başında depremin karakteristikleri, bölgenin jeolojik ve morfolojik özellikleri, mühendislik yapılarının (yapı tipleri vd.) durumu gelmektedir. Küçük ölçekteki yerleşim merkezlerinin (köy, belde, mahalle vd.) bina stokları (yapı tipleri, sayıları vd.) belli olmadığından hasar tahmininde bu faktör kullanılmamış olup, bu çalışmada sadece jeoloji ile ilgili veriler veri tabanı olarak kullanılmıştır (Şekil 5). Bu veriler deprem, fay, jeoloji, yamaç, yönelimi, drenaj (dere yatakları) ve yamaç eğim veri tabanları olmak üzere altı adet veri tabanı için değişik varsayımlar yapılarak risk katsayıları tanımlanmıştır.

1967 Mudurnu Vadisi depremindeki hasar dağılımlarının 5 grupta toplanmış olması nedeniyle risk katsayıları beş gruba ayrılması düşünülmüştür. Oluşturduğumuz modelde her bir veri tabanına ait varsayımlar için 6 ile 10 arasında değişen risk katsayıları belirlenmiştir. Burada "6" risk katsayısı ile en düşük hasar, "10" risk katsayısı

ile en yüksek hasara sahip veriler değerlendirilmiştir.

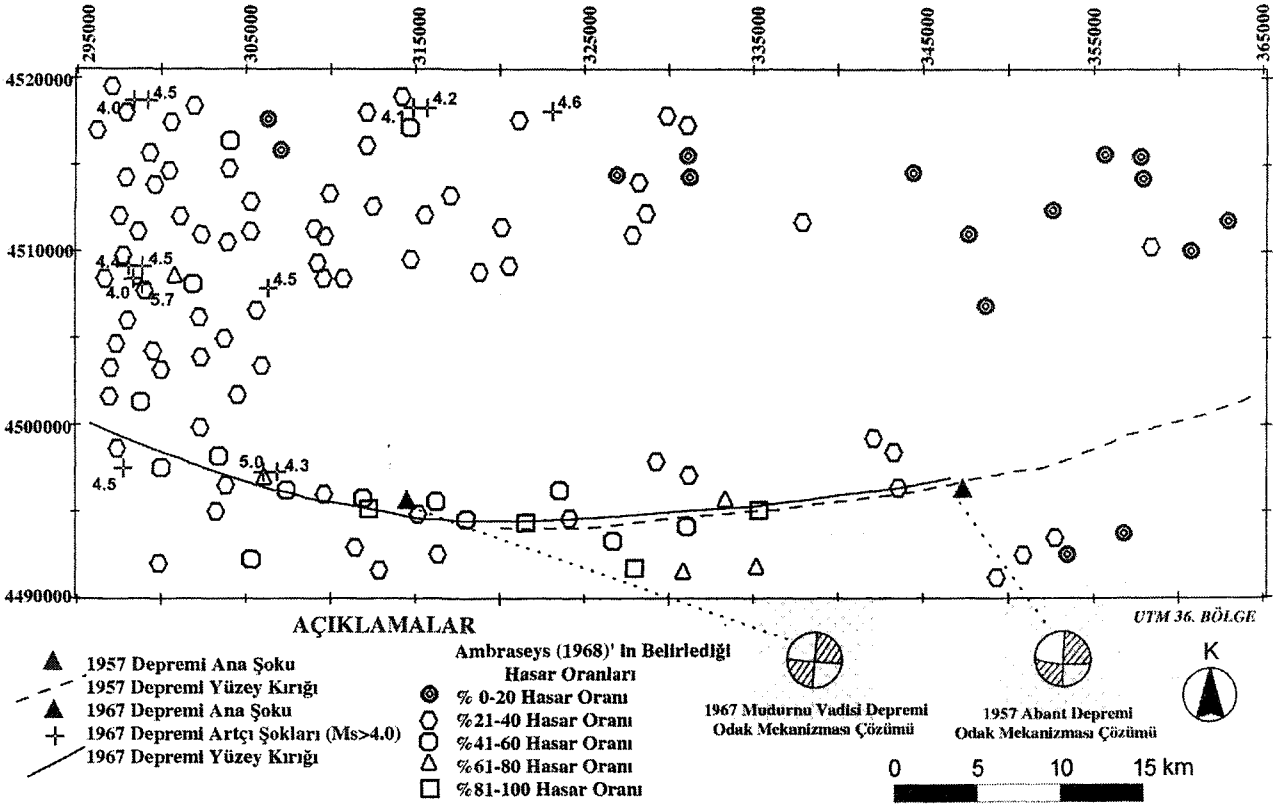
Modele göre deprem veri tabanında episantr'dan itibaren magnitudün 1/4, 2/4, 3/4,4/4 ve 5/4'ü kadar alanlar etki alanı olarak belirlenmiştir. Örneğin risk katsayısını "8" olarak düşünelim. '8' risk katsayısına karşılı gelen değerimiz '3/4'tür. Buna göre '8' risk katsayısı için Mudurnu Vadisi depreminin etki alanı;

$$(7.1) \cdot 3/4 \cdot 1000 = 5330 \text{ metre'dir.}$$

Yukarıda ifade edilen kabullenmeye göre, Mudurnu Vadisi depreminin episantr'ından itibaren beş adet riskli etki alanı belirlenmiş ve herbirine risk katsayıları verilmiştir.

Fay veri tabanında depreme neden olan fay 50(m.'lik etki alanları ile beş gruba ayrılmış ve herbir risk katsayıları verilmiştir. Litoloji veri tabanında araz gözlemleri yardımıyla jeolojik birimler hasar oluşturu durumlarına göre beş grupta toplanmış ve risk katsayıları verilmiştir. Yamaç yönelimi veri tabanında öncek depremler nedeniyle Güney'e yönelimli bölgelerin dahj

DEPREM HASARLARININ BELİRLENMESİNDE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİ



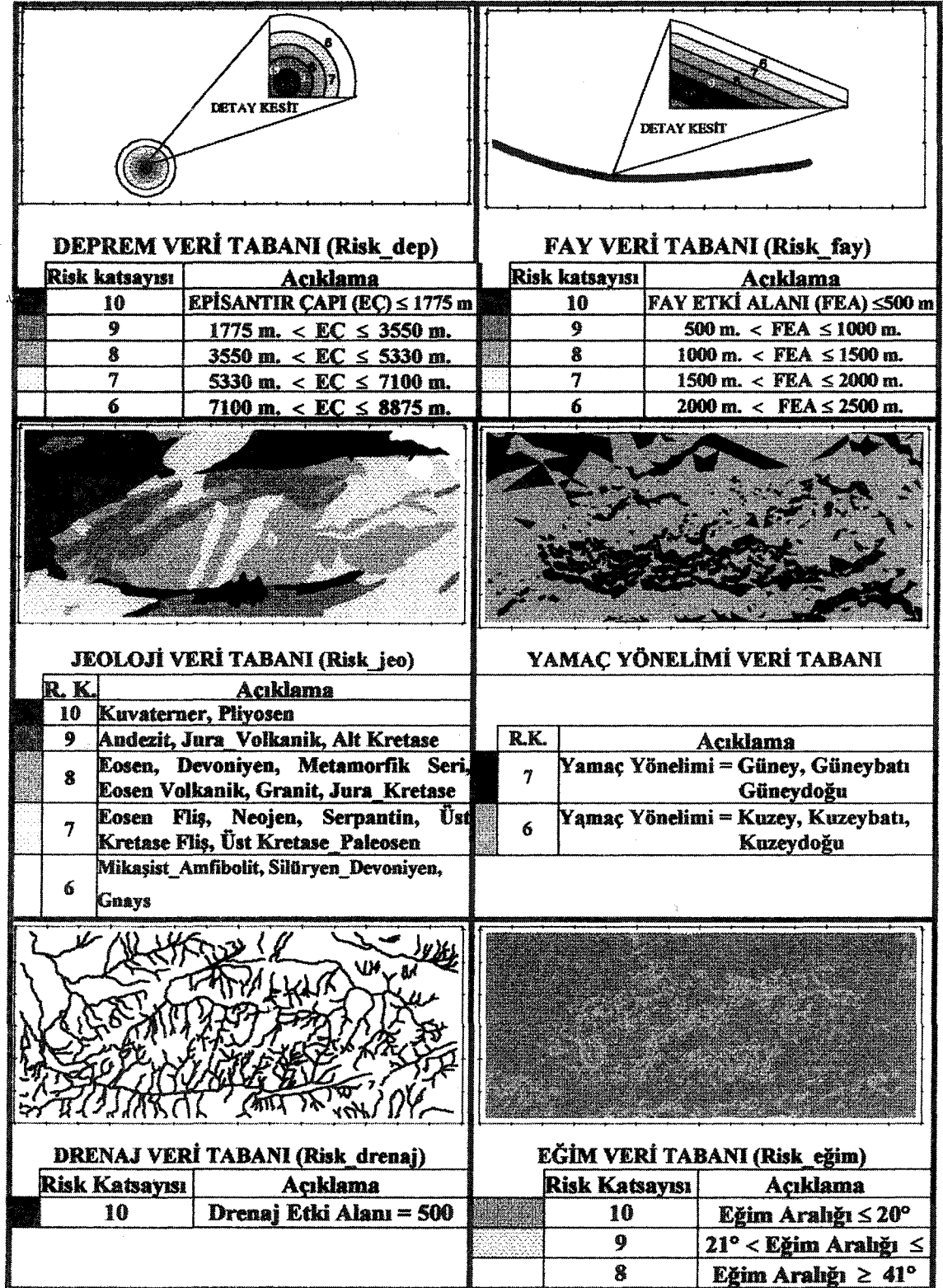
Şekil 4. 22 Temmuz 1967 Mudurnu Vadisi Depremi, artçı şokları ve hasar dağılımı (Ambraseys vd., (1968)'den düzenlenmiştir.
Figure 4. 22 July 1967 Mudurnu Valley Earthquake, aftershocks and hazard distribution map (Modified fi-om Ambraseys et al., 1968).

fazla hasar görmesinden hareket ederek en fazla risk katsayısı Güney yönelimli yamaçlara verilmiştir. Ancak yamaç yöneliminin en büyük risk katsayısı değeri "7" olarak varsayılmıştır. Drenaj veri tabanında çalışma alanında gözlenen dere/vadi yatakları çizgisinden itibaren 500 m.'lik etki alanları belirlenmiş ve bu etki alanlarının risk katsayısına en yüksek değer olan "10" katsayısı verilmiştir. Değerlendirmeye alınan son veri tabanı olan Yamaç Eğim veri tabanında ise, inceleme alanı eğim derecesine göre üç gruba ayrılmıştır. Buna göre; 20°'ye kadar eğim açısına sahip alanlara "10" risk katsayısı, 20° ile 40° arasındaki eğimli alanlara "9" risk katsayısı ve 40°'den büyük eğime sahip alanlarda "8" risk katsayısı verilmiştir.

Risk katsayıları belirlenen bu veri tabanları, kullanılan CBS yazılımı yardımıyla analiz edilmiştir. Bu analizde tüm veri tabanları üst üste çakıştırılarak ortak olan her alan için altı adet risk değeri elde edilmiştir. Bu alanların toplam risk değerinin hesaplamasında şu yöntem kullanılmıştır: Hasar oluşturma önemine göre deprem veri tabanı "6", fay veri tabanı "5", litoloji veri tabanı

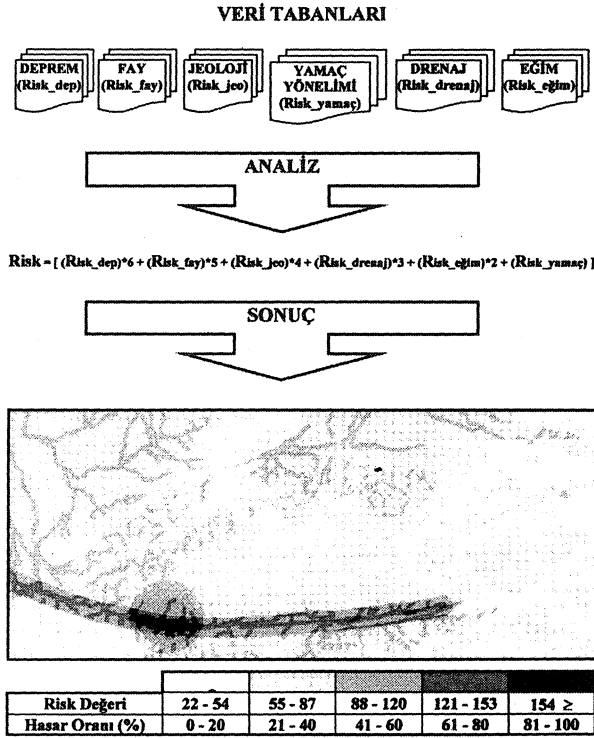
"4", drenaj veri tabanı "3", eğim veri tabanı "2" ve yamaç eğim veri tabanı da "1" katsayısı ile çarpılmış ve sonuçlar toplanarak risk değerlerinin 22-182 arasında değiştiği saptanmıştır. Bu risk değerleri beş gruba ayrılarak tahmini hasar yüzdeleri belirlenmiş ve sonuçta çalışma alanının Potansiyel Hasar Risk haritası elde edilmiştir (Şekil 6). Elde edilen bu harita gözden geçirildiğinde; 1967 depreminin özellikle Mudurnu vadisi boyunca, yüzey kırığına bağlı olarak en fazla hasar oluşturabileceği, bunun dışında çalışma alanının doğu kesimlerinde en az hasarın gözlenebileceği modelimize göre saptanmıştır.

Elde edilen potansiyel hasar risk haritası, Ambraseys vd. (1968)'nin tarafından yapılan arazi gözlemlerine dayalı hasar sonuçları ile grafiksel olarak değerlendirildiğinde (Şekil 7), bu çalışmada 1. derece riskli bölge olarak belirlenen alan Ambraseys vd. (1968) tarafından saptanan 1. derece hasarlı yerleşim merkezlerinin % 50'si ile çakışmaktadır. Benzer şekilde 2. derece riskli bölge olarak belirlenen alanlarda % 66 ve 5. derece riskli bölge olarak belirlenen alanlarda ise % 50 çakışma



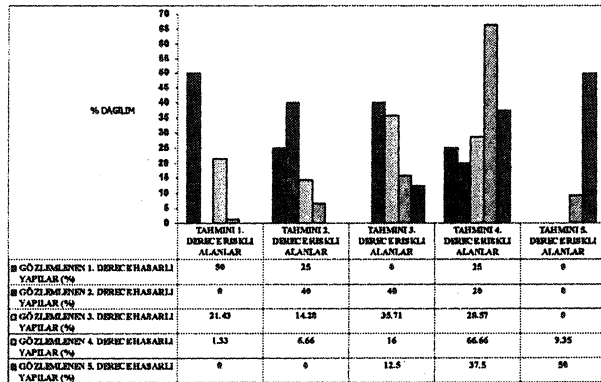
Şekil 5. İnceleme alanına ait hasar risk analizi veri tabanları.
Figure 5. Hazard risk analysis database of the investigation area.

DEPREM HASARLARININ BELİRLENMESİNDE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİ



Şekil 6. İnceleme alanına ait potansiyel hasar risk haritası.
Figure 6. Potential hazard risk map of the investigation area.

gözlenmiştir. Bu sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde belirlenmiş olan potansiyel risk alanlarında önceki başka araştırmacılarla araziye bağlı olarak yapılmış hasar belirlemelerine göre % 65'e yakın bir doğruluk ortaya çıkmıştır.



Şekil 7. İnceleme alanına ait tahmin edilen hasar risk alanlarının arazide gözlenen gerçekleşmiş hasar alanlarıyla (Ambraseys vd., 1968) karşılaştırılması.

Figure 7. Correlation of estimated hazard risk area of the investigation area with observed result by Ambraseys et al., (1968) at field.

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

- 1) Coğrafi Bilgi Sisteminin yerbilimlerini ilgilendiren çeşitli konularda kullanılabilirliği mümkün görülmektedir. Böylece bir bölgeye ait jeoloji, jeofizik, morfoloji gibi yerbilimi disiplinlerine ait bilgilerin aynı ortamda bir araya toplanması, sorgulanması ve sonuçta çözüm üretilmesi büyük önem taşımaktadır.
- 2) Bu çalışmada, 22 Temmuz 1967 depremi baz alınarak depremin oluşturabileceği riskli alanlar tahmin edilmiştir. Bu tahmin edilen alanlara Ambraseys vd. (1968) tarafından elde edilen yerleşim birimleri bazındaki hasar dağılımları yerleştirilerek kullanılan varsayımların doğruluk derecesi araştırılmıştır. Buna göre %65 doğruluk payıyla hasar tahminlerimiz gerçekleşmiştir.
- 3) Daha kesin sonuçlara ulaşmak için; veri tabanının geliştirilmesi gerekmektedir. Örneğin gravite, manyetik, tilt gibi jeofizik veriler, zemin özellikleri gibi jeolojik veriler ve küçük ölçekli yerleşim merkezleri için bina sayıları, konut tipleri gibi inşaat bilgileri veri tabanına eklenirse sonuçların doğruluk yüzdesi artırılabilecektir.
- 4) Kabul edilen varsayımların geliştirilmesi sonuçların kesinlik payını artırabilir. Örneğin deprem veri tabanında dairesel etki alanları varsayımı kabul edilmiştir. Bu varsayım elips şekilli etki alanlarına dönüştürülebilir veya etki alanlarının hesaplanmasında değişik katsayılar eklenebilir.
- 5) Doğal afetlerin oluşturacağı zararları en az düzeyde tutabilmek için yine Coğrafi Bilgi Sistemlerinden faydalanılmalıdır. Ayrıca yerbilimini ilgilendiren afetler (çığ, heyelan, deprem vd.) konusunda tahmin çalışmalarında, planlama aşamasında ve riskli bölgelerin belirlenmesinde bu bilgi sistemlerinden faydalanılmalıdır.

KATKI BELİRTME

Yazarlar bu çalışmanın gerçekleşmesinde katkıları bulunan Afet İşleri Genel Müdürü Sn. Oktay Ergünay'a, Deprem Araştırma Dairesi elemanlarından Sn. Bülent Özmen'e teşekkür eder.

DEĞİNİLEN BELGELER

Abdüselamoğlu, Ş., 1959, Almacık dağı ile Mudurnu ve Gökünük civarının Jeolojisi, İ.Ü. Fen Fak. Monogr., 14,94 s.
Amferaseys, N.N., Zapotek, A., Taşdemiroğlu, M. ve Aytun,

- A., 1968, The Mudurnu valley (West Anatolia) earthquake, Unesco Report, 622,1-74 p.
- Ambraseys, N.N. and Zapotek, A., 1969, The Mudurnu valley (West Anatolia, Turkey) earthquake of 22 July 1967, Bull. of the seis. soc, 59,2,521-589 p.
- Barka, A.A. and Kadinski-Cade, 1988, Strike-slip fault geometry in Turkey and its influence on earthquake activity, Tectonics, 7,663-684 p.
- Jackson, J. and Mckenzie, D., 1984, Active tectonics of the Alpin-Himalayan belt between Turkey and Pakistan, Geophys. J.R. Astr. Soc, 77,185-264 p.
- Kıyak, Ü., 1986, Kuzey Anadolu fay zonunun batı uzantılarının incelenmesi, Doktora tezi, İstanbul Üniversitesi, Jeofizik Müh. Bölümü, 152 s, (yayınlanmamış).
- Matsuoka, M. and Miderikowa, S., 1994, GIS-based seismic hazard mapping using the digital national land information, The ninth Japan earthquake engineering symposium, 3, 331-336 p.
- Rosset, Ph., Berge, C, Sartori, M. and Wagner, J., 1997, Seismic zonation in the Wallis: an application of a kinematic fault rupture, first result. Extended abstract in Actes du colloques "Tremblement de terre dans l'Arc alpin: effets, prevention" a l'occasion des 50 ans du seisme du valais central, (Ed. by Wagner, J. and Delaloye, M.), Sion-valais 11,74-78 p.
- Şengör, A.M.C., Görür, N. and Şaroğlu, F., 1985, Strike slip faulting and related basin formation in zones of tectonic escape: Turkey as a case study, Soc. of economic paleontologists and mineralogist, 37, 227-264 p.
- Tchalenko, J.S. and Ambraseys, N.N., 1970, Structural analysis of the dasth-e Bayaz (Iran) earthquake fractures, Geology Soc. Am. Bull., 81,41-60 p.
- Yamazaki, F., Katayama, T., Yoshikawa, Y. and Otani, Y., 1994, Development of city gas network alert system based on monitored earthquake ground motion, The ninth Japan earthquake engin, symp., 3,2113-2118 p.
- Yılmaz, Y., 1982, Abant (Bolu) ve Dokurcun (Sakarya) arasında Kuzey Anadolu fay zonunun kuzey ve güneyinde kalan tektonik birliklerin jeolojik evrimi, İ.Ü. yerbilimleri, 239-261 s.

Makalenin geliş tarihi: 13.03.1998

Makalenin yayma kabul edildiği tarih: 18.07.1998

Received March 13, 1998

Accepted July 18, 1998