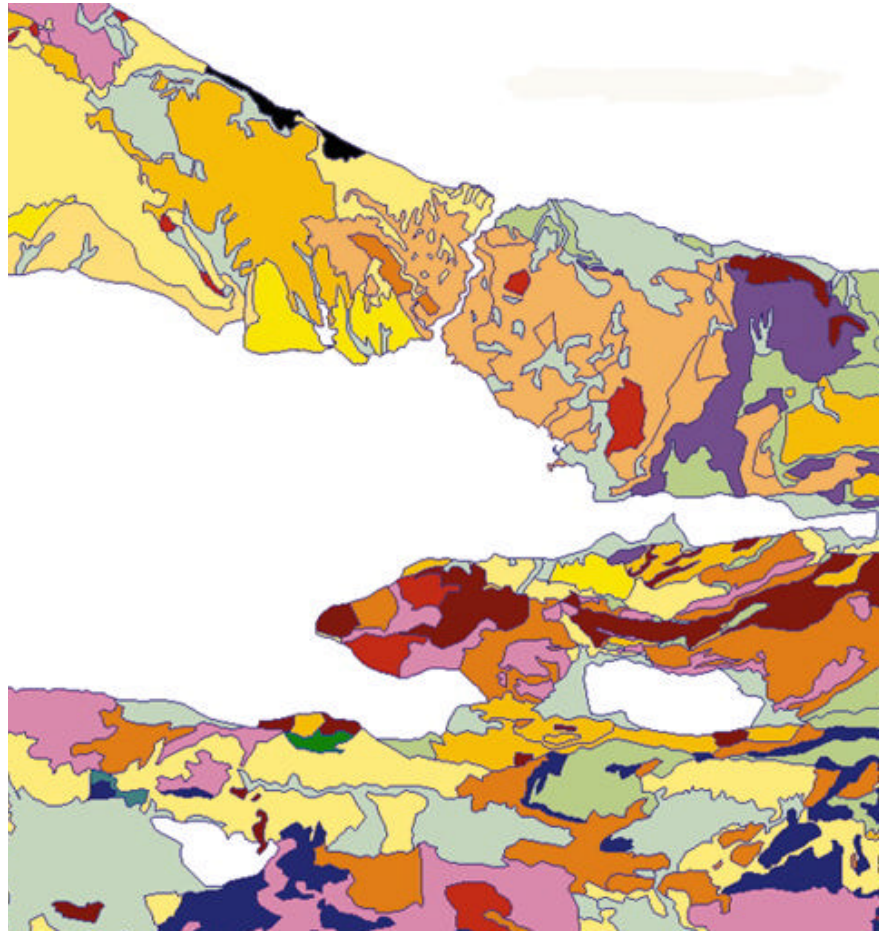


Marmara Deprem Senaryoları İçin Coğrafi Bilgi Sistemi

Birinci yıldönümünü yaşadığımız 17 Ağustos ve onu izleyen 12 Kasım 1999 depremleri resmi sayılara göre 20.000 vatandaşımızın canına, onbinlerce insanın yaralanmasına ve sakat kalmasına, 400.000 e yakın ev ve işyerinin hasar görmesine neden oldu. Çoğu sanayi tesisleri zarar gördü, büyük yangınlar çıktı. Kuzey ve Doğu Anadolu fayları ve Ege graben sistemi gibi dünyanın tektonik açıdan en aktif kuşakları üzerine oturan ve bu nedenle topraklarının %90 dan fazlası deprem riski altında bulunan ülkemiz, binlerce yıldır yaşadığı depremlere karşın 17 Ağustos ve 12 Kasım 1999 depremlerine de hazırlıksız yakalandı. Daha önceki depremlerde defalarca hasar gören yerleşimler yeniden yıkıldı. Önceki depremlerden alınan derslerin, çarpık ve plansız yapılaşmanın diyeti ağır oldu, deprem felakete döndü.



Şekil 1: Marmara bölgesi jeoloji haritası

BUGÜN içerisinde bulunduğumuz bilgi düzeyiyle deprem riskinin nerelerde ve ne oranda olduğunu oldukça sağlıklı biçimde ortaya koymak mümkündür. Bunun için jeolojik-jeomorfolojik ve jeofizik amaçlı saha çalışmalarından tarihi depremlerin araştırılmasına, uydu görüntülerinin değerlendirilmesinden GPS (Küresel Pozisyon Sistemi)

ölçümlerine kadar çok disiplinli yaklaşımlara ihtiyaç vardır. Bir bölgedeki deprem riskinin bu çok disiplinli ve uzun zaman isteyen çalışmalar sonucunda öğrenilmek istenmesindeki temel amaçlardan biri de, edinilecek bilginin depreme karşı alınabilecek önlemlerin planlanmasında kullanılmasıdır. İnsanoğlu her ne kadar geçtiğimiz yüzyılda teknolojiye başdöndürücü gelişmeler başarmışsa da, bu-

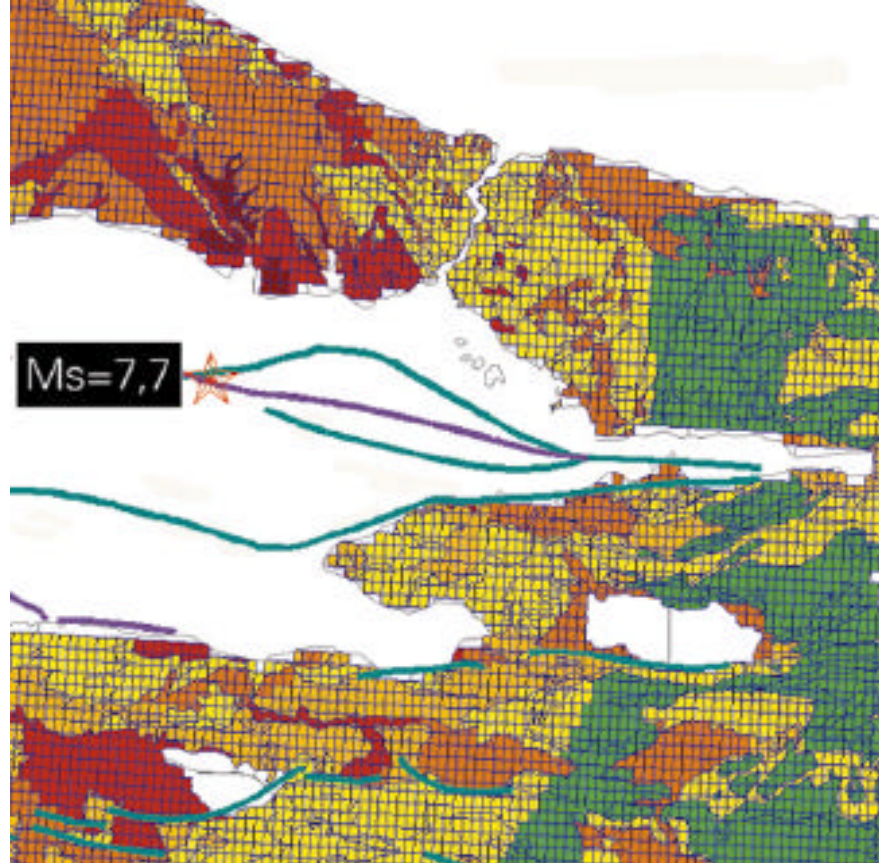
günkü teknoloji ve bilgi düzeyi doğal afetleri önlemede yetersiz kalmaktadır. Ne bugün ne de yakın bir gelecekte yanardağ ya da deprem gibi doğal afetlerin önlenmesinin mümkün olmayacağı açıktır. Diğer doğal afetlerde afetin yaklaştığına dair birtakım veriler bulmak mümkün olmaktadır. Örneğin bir kasırganın yaklaştığı, sel ihtimalinin olduğu hatta bir yanardağın yakın bir zamanda patlamayabile-

ceği bugünkü teknolojiyle belli bir süre önceden belirlenebilmektedir. Oysa depremin önceden belirlenmesi için %100 güvenilir bir yöntemden bahsetmek bugün için mümkün değildir. Bu durumda depremi önceden belirleme çalışmalarını sürdürmenin yanı sıra yapılacak en doğru yaklaşım, depremin vereceği zararların en aza indirilmesini sağlayacak tedbirlerin alınması olacaktır.

Deprem zararlarını en aza indirmek, yerleşim yerlerinin doğru seçilmesi ve binaların depreme dayanıklı olarak inşa edilmesi ya da mevcut binaların güçlendirilmesi ile başlayan afet öncesi tedbirlerden, afet anındaki ve sonrasındaki tedbirlere kadar uzanan çok disiplinli ve kapsamlı bir planlamayı gerektirir. Sağlam veriler ışığında, yaşanan tecrübelerle dayanan sağlıklı bir planlama depremin en aza indirilmesindeki en önemli aşamalardan biridir.

Depreme karşı tedbir alınırken önemli aşamalardan biri de depremin yaratacağı sarsıntının büyüklüğünün bilinmesidir. Bu amaçla yakın geçmişteki depremlere ve fay hatlarına dayanan bir genel sınıflama yapılarak, ülkemiz birinci, ikinci, üçüncü derece gibi deprem bölgelerine ayrılmıştır. Ancak coğrafi temele dayalı bu sınıflamada özellikle zemin parametreleri dikkate alınmamakta, örneğin deprem dalgalarının büyümesine yol açan alüvyon gibi zeminlerle, deprem dalgalarını azaltan kaya ortamları birlikte değerlendirilmektedir. Oysa bir bölgede deprem dalgasının yaratacağı sarsıntının detaylı olarak tahmin edilmesi, yerleşimin ve afete karşı alınacak tedbirlerin planlanmasında son derece önemlidir. Yerbilimleri açısından olaya bakıldığında, bir bölgedeki yersarsıntısının büyüklüğünü etkileyen faktörler olarak depremin büyüklüğü, deprem odağına olan uzaklık ve zemin türü dikkati çekmektedir.

Depremin Büyüklüğü: Bilindiği gibi depremin ölçeklendirilmesinde çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Sismografların olmadığı dönemlerde, depremin gücünü belirleme amacıyla depremlerin canlılar, yapılar ve toprak üzerindeki etkileri sınıflanmış ve şiddet ölçeği ortaya çıkmıştır. Bu sınıflandırma depremin insanlar tarafından algılanmasından binaların ya



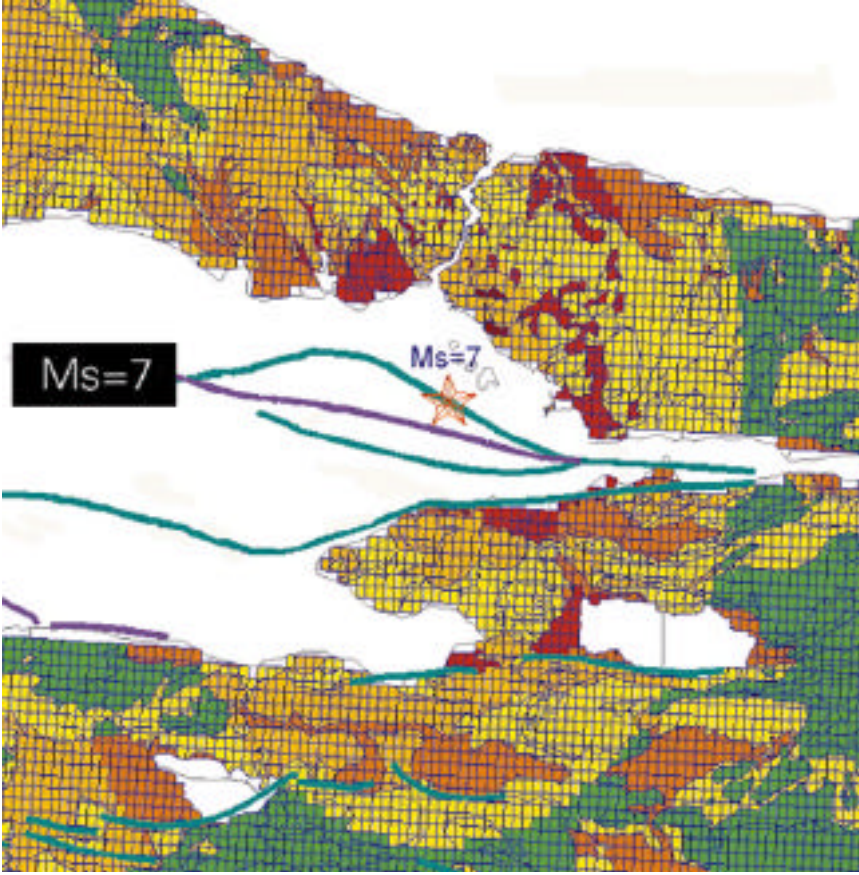
Şekil 2: Deprem senaryosu 1 – Marmara denizi ortalarında olabilecek Ms=7,7 büyüklüğündeki depremin bölgeye etkisinin eş ivme / aletsel şiddet cinsinden gösterimi. Deprem yeri, Le Pichon vd. (1999) nin önerdiği tek parçalı kırılma senaryosuna uygun olarak seçilmiştir. Elde edilen sonuçlar bu durumda İstanbul yarımadasının, Armutlu Yarımadasının kuzeyinin ve Marmara güneyinin en fazla etkilenen yerler olacağını göstermektedir.

da diğer nesnelere etkilenmesine kadar matematiksel olmayan bazı kriterler kullanılmaktadır. Örneğin Değiştirilmiş Mercalli ölçeğine göre de II. Derece deprem ancak yapıların üst katlarındaki kişiler tarafından duyulurken VI. Derece deprem herkes tarafından duyulur, eşyalardan bir bö-

lümü yerinden oynar, sıvaların ve binaların düştüğü görülür, iyi yapılmamış taş, tuğla ve kerpiç yapılar da önemli çatlaklar oluşur. VIII. Derece depremde iyi yapılmamış taş, tuğla ve kerpiç yapılarda ağır hasar ya da tümüyle yıkılma görülür. İyi yapılmış yığma kâgir yapılarda ağır hasar, iyi yapılmamış betonarme yapılarda taşıyıcı sistemlerde çatlaklar oluşur. Arazide kum fışkirmaları (sıvılaşma), çatlaklar ve faylar (kırıklar) olur. Kayalar düşer ve heyelanlar olabilir. IX. Derece depremde yığma kâgir yapılar yıkılır ya da çok ağır hasar görür. Betonarme yapılarda taşıyıcı sistemde mafsallaşma başlar. Demirler betondan fırlar, ayrılır ve bina burkulur. Yeraltındaki borular kopar. Kumlu zeminlerde sıvılaşma olur. X. Derece depremde betonarme yapılarda çok ağır hasar ya da kırılma görülür. Yeryüzünde büyük çatlaklar ortaya çıkar. Raylar bükülür. İrmak kıyılarında ve dik yamaçlarda heyelanlar olur, kum ve çamur akmaları (sıvılaşma) görülür. XI. Derece depremde yapıların



Şekil 5: Lejant:



Şekil 3: Deprem senaryosu 2 – Adaların güneyinden geçen fay üzerinde Ms=7 büyüklüğünde bir depremin bölgeye etkisinin eş ivme / aletsel şiddet cinsinden gösterimi. Bu fay Okay vd. (2000) nin önerdiği fay haritasında Çınarcık çukurluğunu kuzeyden sınırlayan normal atım bileşeni de olan bir fay olarak gösterilmiştir. Bu senaryoda İstanbul Yarımadasında deprem şiddeti bir önceki senaryoya oranla düşerken Kocaeli yarımadasındaki genç çökeller ve alüvyon üzerinde alanlarda artmaktadır. Armutlu yarımadasında da bu durumda bir önceki senaryoya oranla daha şiddetli bir depremin yaşaması beklenir.

çok azı ayakta kalabilir. Köprüler yıkılır. Yeryüzünde geniş çatlak ve yarıklar oluşur, yeraltı yapıları tümüyle tahrip olur, yumuşak zeminlerde yer kaymaları ve toprak yığıntıları olur. XII. Derece depremde tüm yapılar yıkılır. Deprem bölgesindeki yeryüzü biçimi değişir. Şiddet ölçeği niteliksel bir özelliğe sahip olduğundan, depremin büyüklüğünün tam bir ölçüsü değilse de, olmuş ya da olabilecek bir depremin vereceği hasarı tahmin açısından önemli bilgiler sağlamaktadır. Şiddet değerlerinde birçok faktör rol oynamaktadır. Bu faktörlerin başlıcaları deprem odağına olan uzaklık, depremin mekanizması, açığa çıkan enerjinin zaman ve mekandaki davranışı, depremin süresi, sarsılan bölgedeki kayaların yapısı, sarsılan noktanın odağa uzaklığı, sarsılan bölgenin fiziksel parametreleri, ve yapıların depreme dayanıklılığını bulmaktadır.

1841 yılından itibaren deprem öl-

çümünde aletsel veriler kullanılmaya başlanmış, 1935 te Richter, sismograflarda izlenen deprem kayıtlarının genliklerinden hesaplanan ve büyüklük adı verilen bir ölçek geliştirmiştir. Richter ölçeği logaritmiktir, yani 4 büyüklüğünde bir depremin yer hareketi, 3 ölçeğindeki depreminkinden 10 kat daha fazladır. Ancak deprem esnasında odakta açığa çıkan enerji dikkate alınırsa, 5 ölçeğindeki depremin enerjisi 4 ölçeğinkine kıyasla 31,5 kat daha fazla olmaktadır. 1967 de Aki, sismik moment ölçeğini geliştirmiştir. Sismik moment deprem kaynağındaki kuvvetlerin mekanik momentinin karşılığıdır. Büyüklük ölçekleri ile sismik moment ilişkilendirilmiş olarak kullanılabilir. 1967 de Aki, sismik moment ölçeğini geliştirmiştir. Sismik moment deprem kaynağındaki kuvvetlerin mekanik momentinin karşılığıdır. Büyüklük ölçekleri ile sismik moment ilişkilendirilmiş olarak kullanılabilir.

Deprem Odağına Olan Uzaklık: Yerkabuğunun kırılması ya da diğer bir deyişle faylanması sonucunda ortamın esneklik parametrelerine bağlı olarak sismik dalgalar yayılır. Bu

dalgalar, kayalar içerisinde bir su içerisinde atılan taşın yarattığı dalgalar gibi ilerler, odaktan uzaklaştıkça kayalar tarafından özümseyerek sönümlenirler. Sismik dalgaların sönümlenme mesafesi, içerisinde geçtikleri kayaların fiziksel özelliklerine ve deprem odağından uzaklığa bağlı olarak değişir. Büyük depremler, yerküreyi birkaç kez dolaşan sismik dalgalar üretebilmektedir.

Zemin Türü: Yukarıda belirtilen gibi sismik dalgalar kayalar içerisinde ilerlerken, içerisinde geçtikleri kayaların fiziksel özelliklerinden önemli oranda etkilenirler. Sıkı tutturulmuş, yoğun ve sağlam kayalar sismik dalgaları özümseyerek güçlerini azaltırken taneleri birbirine tutturulmamış olan ya da gözenekleri su ile dolu olan kayalar sismik dalgaların kolayca iletilmesini sağlamakta hatta onları büyütmektedir.

Bir bölge için deprem zararlarını azaltıcı tedbirler alınırken bazı faktörler biliniyorsa, yersarsıntısının büyüklüğünü tahmin etmek mümkün olacaktır. Bu faktörlerin başlıcaları aktif fayların bulunduğu yerler, fayların tipi ve geometrisi, fay segmentleri üzerinde birikmiş olan gerilme miktarı ve buna bağlı olarak olabilecek depremin büyüklüğü, çalışılan bölgenin sıhhatli bir jeoloji haritası ve bölgeyi oluşturan kayaların fiziksel özelliklerinin bilinmesi gerekmektedir.

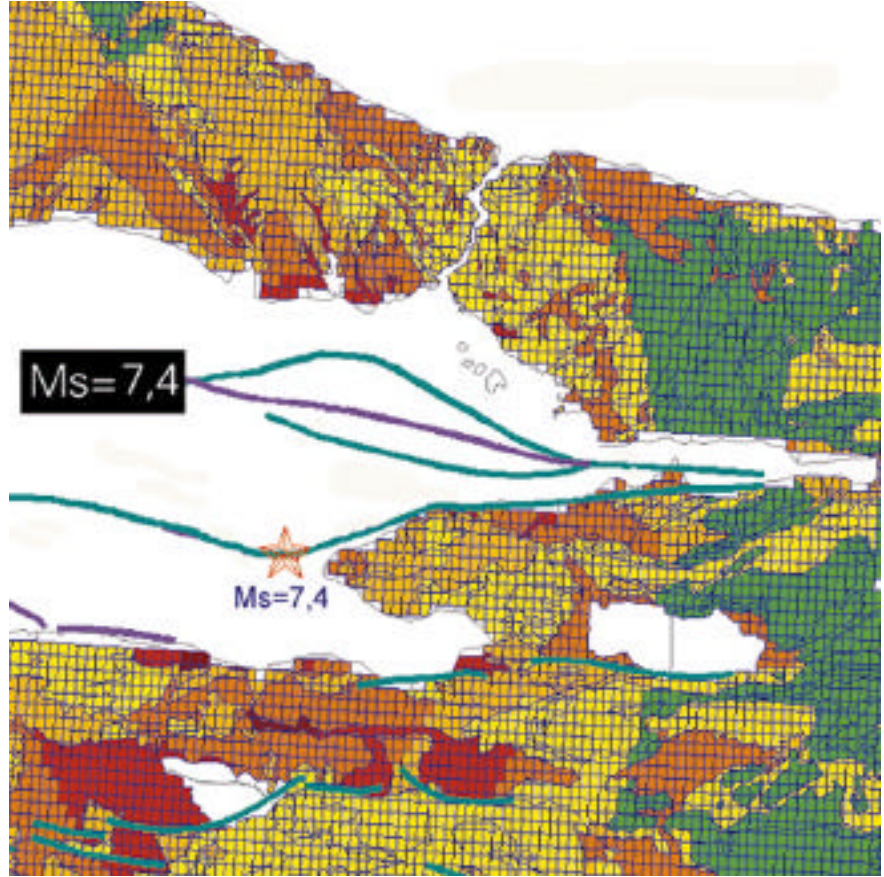
Geçtiğimiz yıl üç ay arayla yaşanan depremler ve bunların Marmara Bölgesinde yeni depremleri tetikleyebileceği endişesi, geçmişte depremlerden pek de ders almadığımızı acı bir şekilde hatırlattı. 17 Ağustos'tan bu yana geçen bir yıllık süredeyse, gerek merkezi ve yerel yönetimler gerekse bireyler (yeterliliği ve yöntemleri tartışılabilir) olanak ve bilgileri oranında önlemler almaya çaba gösterdiler. Son iki depremden alınan en önemli derslerden biri de, bir afet yönetim planının mutlaka olması gerektiğiydi. Teknolojiyi akılcı bir şekilde kullanarak hazırlanan bir afet yönetim planı olmadan doğal afetlerin felakete dönüştüğü yakın geçmişimizdeki çok sayıda olayda belleklerimizimize kazınmıştır. Afet yönetimi, çok katmanlı ve çok aşamalı bir süreçtir. Çok katmanlıdır; farklı disiplinler-

de uzmanlaşmış ulusal ve uluslararası resmi ve özel kuruluşlar, meslek odaları, üniversiteler, sivil toplum örgütleri, yerel ve merkezi yönetimler ve bireyler bu sürecin belirli noktalarında yer alırlar. Çok aşamalıdır; önleme ve zarar azaltma, hazırlıklı olma, tahmin ve uyarı, kurtarma ve ilk yardım, iyileştirme, yeniden inşa etme gibi ara süreçleri vardır.

Afet yönetimini destekleyen günümüzün en önemli teknolojik unsurlarından biri de coğrafi bilgi sistemleridir (GIS ya da CBS). Coğrafi bilgi sistemi, coğrafi dağılıma sahip farklı verilerin bilgisayar ortamında sınıflanmasını ve analizini en verimli ve çabuk şekilde sağlayan, böylece karar mekanizmasının başında ve içindeki kişi(ler)i doğru yöne hızla yönelten bir yöntemler topluluğudur. Doğal afetler coğrafi boyuta sahip olduklarına göre, olan ya da olacak olan afetin analizi en iyi CBS ile yapılabilir.

Deprem Öncesinde, Sırasında ve Sonrasında CBS'den Nasıl Yararlanılır?

Coğrafi bilgi sistemleri yeni yerleşim yerlerinin planlanmasından mevcut yerleşim birimlerinin iyileştirilmesi, afet anında yapılacak işlerin planlanması, afet sonrası rehabilitasyon planlamalarına kadar hemen her konuda verilerin analizi, eksiklerin ortaya konması, yeni planların yapılmasında kullanılabilir. Bu düşünceyle Marmara bölgesi için yapılacak afet yönetimi çalışmalarına katkı sağlamak üzere bir model hazırlanmıştır. Çünkü Türkiye nüfusunun büyük bir kısmının yaşadığı, sanayinin en yoğun olduğu Marmara bölgesinde önümüzdeki 30 yıl içerisinde bir deprem olma riski %62 olarak hesaplanmaktadır (Stein vd., 1999). Yine önerilen tektonik modellere göre Marmara bölgesinde oluşabilecek bir depremin deniz içerisinde olacağına kesin gözü ile bakılmaktadır. Bu çalışmada hazırlanan modelde doğal afet yönetimi üç aşamalı olarak düşünülmüştür. Bu aşamalar:



Şekil 4: Deprem senaryosu 3 – Armutlu açıklarında olabilecek Ms=7,4 büyüklüğündeki depremin bölgeye etkisinin eş ivme / aletsel şiddet cinsinden gösterimi. 17 Ağustos 1999 kırığının devamında Armutlu Yarımadası-İmralı adası civarında olabilecek 7.4 büyüklüğüne bir depremde İstanbul önceki senaryolara oranla daha az etkilenirken güneyde Bursa, Gemlik gibi yerleşim birimlerinde şiddet artmaktadır.

1. Deprem öncesi (Önlem aşaması): Deprem zararlarını en aza indirmek amacıyla deprem öncesinde önlem almak maliyetli gibi görünebilir de, yara sarmaya oranla çok daha akılcı ve ekonomiktir. Hele de Marmara Bölgesi gibi ülke nüfusunun ve ekonomisinin ağırlıkta olduğu, deprem riski yüksek bir bölge için önlem almak kaçınılmaz bir olgudur. Alınacak önlemlerle can kaybı azaltılır, yerleşim yerleri bilimsel veriler ışığında seçilebilir, mevcut binalar deprem koşullarına uygun hale getirilerek zararın minimuma indirilmesi sağlanır. CBS bu aşamada deprem senaryoları oluşturarak deprem riski taşıyan bölgeleri belirlemede, uygun yerleşim alanlarının seçilmesinde ve bina yapımında dikkate alınması gereken koşulları belirlemede kullanılabilir.

2. Deprem hemen sonrası (Acil yardım ve kurtarma aşaması): Deprem olduğunda ilk bilinmesi gereken konu, depremin nerede oldu-

ğu ve nereleri hangi oranda etkilemiş olduğudur. Böylece ilk yardım çalışmaları doğru yerlere yönlendirilebilir. Hemen yapılması gereken şey, arama ve kurtarma ekiplerinin en kısa sürede bölgeye ulaşmasını sağlamak ve mümkün olduğu kadar çok insanı en kısa sürede kurtarmaktır. Eşzamanlı olarak yaralıların tahliyesi yapılmalı, bölgeye lojistik destek sağlanmalıdır. Bu sayılanların içinde coğrafya boyutu hep vardır. CBS bu aşamada depremin yerine ve büyüklüğüne bağlı olarak nereleri etkilemiş olabileceğini, buralara en kısa sürede nasıl ulaşılacağını planlamada kullanılabilir.

3. Deprem sonrası iyileştirme: Deprem olduktan ve ilk yardım işleri tamamlandıktan sonra, rehabilitasyon ve yeniden yapılanma süreci başlar. İnsanların durumunun iyileştirilmesi, bölgede zarar gören yapıların yıkılması ve yeniden yapılması gerekir. Yeni yerleşim birimlerinin kurulması, iş gücünün dağıtılması,

Tablo 1: Zemin grupları, açıklamaları ve karşılık gelen kayma dalgası hızı değerleri

Zemin Grubu	Tanımı	Kayma Dalgası Hızı (m/s)
a1	Masif volkanik kayalar ve ayrışmamış sağlam metamorfik kayalar, sert çimentolu tortul kayalar	>1000
a2	Çok sıkı kum, çakıl	>700
a3	Sert kil ve siltli kil	>700
b1	Tüf ve aglomera gibi gevşek volkanik kayalar, süreksizlik düzlemleri bulunan ayrışmış çimentolu tortul kayalar	700-1000
b2	Sıkı kum, çakıl	400-700
b3	Çok katı kil ve siltli kil	300-700
c1	Yumuşak, süreksizlik düzlemleri bulunan çok ayrışmış metamorfik kayalar ve çimentolu tortul kayalar	400-700
c2	Orta sıkı kum, çakıl	200-400
c3	Katı kil ve siltli kil	200-300
d1	Yeraltı su seviyesinin yüksek olduğu yumuşak, kalın alüvyon tabakaları	<200
d2	Gevşek kum	<200
d3	Yumuşak kil, siltli kil	<200

T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik metninden alınmıştır.

göç sonrasında bölgenin değişen profilinin değerlendirilmesi, yine hep coğrafya üzerinde gerçekleşir. Bu aşamalarda da CBS önemli katkılar sağlayacaktır.

Deprem Senaryosu

Olabilecek bir depremden nelerin hangi oranda etkileneceğinin tahmin edilmesiyle deprem senaryoları üretilerek afet öncesi, anı ve sonrası önlemler planlanabilir. Senaryonun doğru bir veri tabanına oturtulması ve uygulama provalarının yapılmasıyla deprem zararı en aza indirilebilir. Bu sayede, örneğin Adalar'ın güneyindeki bir fayda oluşabilecek 6,0 büyüklüğünde bir depremin, Kadıköy ilçesini nasıl etkileyeceğini belirlemek mümkün olur, buna göre de tedbir alınabilir.

Bu araştırmada yukarıda tanımlanan faktörler dikkate alınarak Marmara Denizi içerisinde olabilecek bir depremin, Marmara çevresi alanlarda yaratacağı şiddet belirlenmeye çalışılmıştır. Modelde kullanılan veriler elde mevcut verilerdir ve genellemeler yapılarak kullanılmışlardır. Ancak coğrafi bilgi sistemlerinin en önemli yönlerinden biri, kolay güncellenebilmeleridir. Detay veriler elde edildikçe bunların modelde kullanılmaları, böylece daha sıhhatli modellere ulaşılması mümkündür.

Hazırlanan senaryo için altlık olarak Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü'nün 1967 yılında yayınladığı Türkiye Jeoloji Haritası İstanbul Paftası kullanılmış (Şekil 1), bu

harita gridlenerek her hücredeki kaya türü ortaya konmuştur. Daha sonra Marmara Denizi içerisinde son birkaç yılda gerçekleştirilen çalışmalarda aktif olduğu belirlenen faylar, bu haritaya konmuştur. Senaryonun bu bölümündeki amaç bu faylar üzerinde olabilecek bir depremin Marmara çevresinde karada yaratacağı yersarsıntısını hesaplamaktır. Her bölgedeki yatay ivme hesapları için, N. N. Ambraseys'in "Development and Application of Strong Ground Motions" (1997) makalesindeki formülden yararlanılmıştır:

$$\log(a_h) = -1.05 + 0.245M_s - 0.001r - 0.786\log(r) - 0.15\log(V)$$

Burada a_h yatay ivmeyi, M_s depremin yüzey dalgası büyüklüğünü, r bölgenin depremin odağından uzaklığını, V kayma dalgası hızını (shear-wave velocity) temsil eder. V için yerel zemin profilleri için ölçüm ile belirlenen değerlerin kullanılması gerekir. Ancak, Marmara Bölgesini oluşturan kayaların tümü için laboratuvarla elde edilmiş bu tür bir veri olmadığından, jeoloji haritasındaki formasyonların egemen kaya türü ve bu kaya türlerine karşı gelen kayma dalgası hızı değerleri kullanılmıştır (Tablo 1). AutoCad Map programı kullanılarak sayısallaştırılan ve böylece bilgisayar ortamına aktarılan jeoloji haritasına herbir kaya türünün özellikleri AutoDesk World programı kullanılarak tablolar halinde eklenmiştir. Seçilen bir odak noktası ve deprem büyüklüğü verildiğinde bu program, herbir grid içerisindeki kayanın özelliklerini bu tablolardan

okumakta, deprem odağından olan uzaklığa bağlı olarak o grid içerisinde gelişebilecek ivme değerini yukarıda verilen formülü kullanarak hesaplamaktadır. Bu model yardımıyla her bölge için maksimum ivme değeri hesaplanmıştır. Gösterimde kolaylık açısından, ivme değerleri, şiddet (instrumental intensity) değerlerine çevrilerek haritaya yansıtılmıştır. Bu çevrim içinse TriNet (www.trinet.org) organizasyonunun tabloları kullanılmıştır. Böylece Marmara Denizi içerisinde olabilecek üç olası deprem için üç senaryo üretilmiştir (Şekil 2, 3 ve 4). Bu haritalar zemin nitelikleri ve faya olan uzaklığın yersarsıntısının büyüklüğünde son derece önemli olduğunu açık bir şekilde göstermektedir.

Yukarıda belirtildiği gibi bu senaryoların sıhhatli olabilmesi için, detay verilere ihtiyaç vardır. Bu noktadan hareketle bilhassa deprem riski taşıyan yerleşim birimlerinde detay jeolojik ve jeofizik çalışmalarla zeminin özellikleri ortaya konulmalı, saha ve laboratuvar verileri bir bütün olarak değerlendirilmeli, sonuçta her bölge için mikrozonlama haritaları yapılmalıdır. Yerleşim planları ve mevcut yerleşimlerin iyileştirilmesi ise bu koşullara uygun olarak planlanmalıdır. Sağlam verilerle desteklenen coğrafi analizler bu planlamanın en temel araçlarından biridir. Böylece deprem için önerilen modeller dikkate alınarak bir yerleşim biriminin olası bir depremden ne ölçüde etkileneceği tahmin edilerek gerekli tedbirlerin alınması yoluna gidilebilir. Diğer yandan bu modelde kullanılan formül içinde bulunan jeolojik faktörlere bağlı olarak değiştirilip daha sıhhatli sonuçlara ulaşılabilir.

Bu araştırmada kullanılan bilgisayar programlarını karşılıksız olarak veren Sayısal Grafik AŞ'ye ve içirik üzere rinde görüşlerini bildiren Prof. Dr. Haluk Eyidoğan'a teşekkür ederiz.

Okan Tüysüz*, Arda Serim**
**Prof. Dr., İTÜ Avcıya Yerbilimleri Enstitüsü
**Sayısal Grafik AŞ

Kaynaklar

- Ambraseys, N.N., 1997, Development and Application of Strong Ground Motions, Deprem Mühendisliği Türk Millî Komitesi Dördüncü Deprem Mühendisliği Konferansı, ODTÜ, 3-22.
Le Pichon, X., Taymaz, T. Ve Şengör, A.M.C., 1999, Büyük Marmara Fayı: Niçin, nerede ve ne olabilir? Cumhuriyet Bilim Teknik Dergisi, 20 Kasım 199, Sayı 661, 8-11
Okay, A.L., Özcan, A., İmren, C., Boztepe-Güney, E., Demirbağ, E., Kuşu, A., 2000, Active faults and evolving strike-slip basins in the Marmara Sea, northwest Turkey: a multichannel seismic reflection study. Tectonophysics, 321, 189-218.