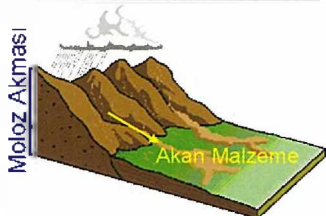
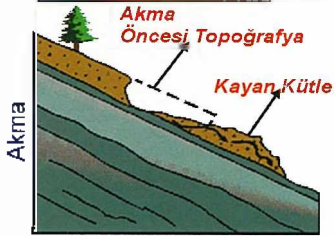
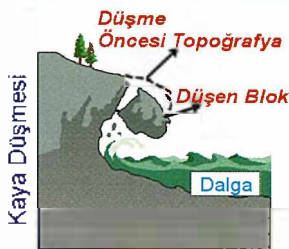
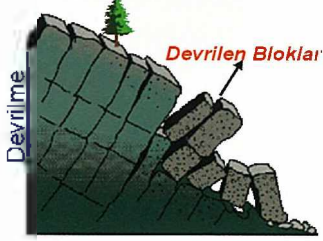
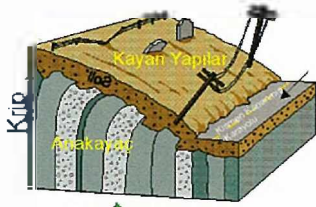
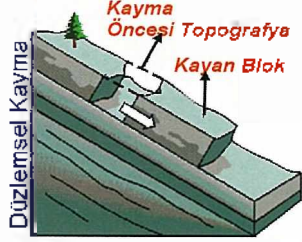
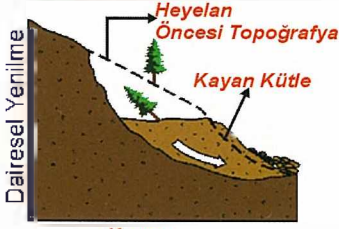


YAMAÇ DURAYSIZLIĞI TÜRLERİ



HEYELANLAR

DÜNYADAKİ SOSYO-EKONOMİK BOYUTLARI VE BAZI ÖRNEKLER

Dünyanın birçok bölgesinde zaman zaman katastrofik etkileriyle trajik sonuçları olan heyelanlar, gerçekte başarılı bilimsel ve teknik çalışmalarla önemli oranda önlenebilir doğal olaylardır.

Birleşmiş Milletler 1987 yılında aldığı bir kararla, 1990-2000 yılları arasındaki on yılı "Doğal Afetlerin Azaltılması İçin Uluslararası 10 Yıl" olarak ilan etmişti. Konuyla ilgili olarak Birleşmiş Milletlerde bir üst komisyon ile Birleşmiş Milletler'e bağlı ülkelerde de ulusal komisyonlar oluşturulmuş ve çeşitli çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Bu günlerde ise, bu çalışmalardan elde edilen veriler ve sonuçlar uluslararası düzeyde tartışılmaktadır. Doğal afet kavramı; deprem, kasırga, sel, heyelan, kuraklık, ani iklim değişiklikleri gibi bir çok olayı barındıran genel bir ifadedir. Ancak, insanların üzerinde yaşadığı coğrafyanın özelliklerine bağlı olarak doğal afet kültürü de farklılıklar göstermektedir. Örneğin bugünlerde doğal afet kavramı Türk insanına ilk önce depremi çağrıştırırken, Çin'in Yangtze Nehri havzası çevresinde yaşayan insanlar için de taşkını hatırlatmaktadır.

Doğal olayların sonuçlarının

afet düzeyine ulaşmasının önüne geçilebilmesi ülkelerin gelişmişlik düzeyiyle çok yakından ilişkilidir. Dünya Bankası verilerine⁽¹⁾ göre doğal afetlerden kaynaklanan ölümlerin %95'i gelişmekte olan ve az gelişmiş ülkelerde oluşmaktadır. Ölümlere ek olarak, gelişmekte olan ülkelerin ekonomileri de doğal afetlerden kötü biçimde etkilenmektedir. Yine Dünya Bankası uzmanlarına göre⁽²⁾ ekonomik büyüme, ödemeler dengesi, halkın harcama gücü ve enflasyon gibi halkın günlük yaşamını doğrudan ilgilendiren ekonomik parametrelerin zarar görmesinin yanısıra, yatırım yapılmasını da doğal afetler olumsuz yönde etkilebilmektedir. Doğal afetler içerisinde çoğu zaman ön planda olmasına rağmen heyelanlar, genelde doğal afet sıralamasında kendine her zaman üst sıralarda yer bulmaktadır. Rakamlar, doğal afet türleri açısından ülkelere göre farklılıklar gösterse de, örneğin İtalya'da doğal afetlerden kaynaklanan can kayıplarının %37'sinin nedeni

¹ Her türlü yamaç duraysızlığı için genel bir terim olarak kullanılmıştır.



13 Temmuz 1995 felaketinden sonra Senirkent'ten bir görünüm ve felakete neden olan malzeme (Fotoğraf: Reşat Ulusay)

heyelandı⁽²⁾. Bir diğer örnekte ise, 1967-1982 yılları arasında Japonya'da, heyelanlar yılda ortalama 150 insanın ölümüne neden olmuştur⁽³⁾. En tipik heyelan zararlarından birisi 1964 Alaska depreminde yaşanmıştır. Bu deprem sırasında oluşan heyelan ve yanıl yayılma gibi zemin yenilmelerinden kaynaklanan can ve mal kayıpları yersarsıntısının yarattığı kayıplardan daha fazladır⁽³⁾.

Özellikle son yıllarda heyelan zararlarının ve heyelanlardan kaynaklanan risklerin değerlendirilmesi konusu, birçok yer bilimci tarafından işlenmeye başlamıştır. Aleotti ve Chowdhury'ye göre⁽²⁾ heyelana karşı ilginin artışı iki temel nedene bağlıdır:

(1) Heyelanların ve sonuçlarının sosyo-ekonomik açıdan verdiği zararların, toplum ve yerel yönetimler tarafından anlaşılması,

(2) Teknolojik gelişme ve

kentleşme sonucunda oluşabilecek heyelanların kentleşme üzerindeki etkisi.

Aleotti ve Chowdhury'nin yaptığı saptamalar, Birleşmiş Milletler'de kurulan komisyonun başkanı Robert M. Hamilton'un⁽⁴⁾ görüşleriyle de paralellik göstermektedir. Hamilton'a göre toplumun doğal afet kavramını ciddi biçimde dikkate alması zararların azaltılması açısından oldukça önemlidir. Ancak, ender olarak gelişen doğal olaylara karşı yapılacak araştırmalar ve alınabilecek önlemler konusunda, toplumun yatırım motivasyonunu oluşturmak güçtür. Buna karşın sık aralıklarla oluşan doğal olaylardan kaynaklanan zararların azaltılabilmesi için insanlar düşünmeksizin yatırım yaparlar.

Heyelan Kayıplarına Bazı Örnekler

Giriş bölümünde de değinildiği gibi, doğal afetlerden kaynaklanan can kayıplarının %95'inin gelişmekte olan ve az gelişmiş ülkelerde olmasına karşın, heyelanların oluşum sıklığı ve yarattığı ekonomik kayıpların gelişmiş ülkelerde yoğunlaştığı gözlenmektedir. Hutchinson'a göre⁽⁵⁾ de heyelanlar ve yarattığı ekonomik kayıplar ABD, Fransa, İtalya gibi gelişmiş ülkelerde daha fazladır. Söz konusu bu ülkelerin herbirinde heyelandan kaynaklanan ekonomik kayıpların yıllık bir milyar doların üzerinde olduğu tahmin edilmektedir⁽³⁾. ABD için 1925-1975 yılları arasında, heyelanlardan kaynaklanan kayıplar; taşkın, kasırga, tayfun ve deprem kayıplarının toplamının üç katından daha fazladır⁽³⁾. Panama Kanalı'nın yapımı sırasında yaşa-



Mengen-Pazarıköy (Bolu) arasında gelişmiş olan bir heyelanın görünümü

nan heyelanlar bu olaydan kaynaklanan ekonomik kayıplara ve-rilebilecek tipik örneklerdendir. 1900'lerin başında planlanıp yapımına başlanan kanalın tamamlanması, heyelan nedeniyle iki yıl gecikmiş, ayrıca trafiğe açıldıktan sonra, 1914'te yedi farklı noktada oluşan heyelanlardan dolayı trafiğe kapanmıştır. Heyelan sorunları 1940 yılına kadar sürmüş, kanalın açılışı ile 1940 yılı arasındaki dönemde 57 milyon metreküp heyelan malzemesi kaldırılmıştır²⁾.

Panama Kanalındaki duraysızlıklar çoğunlukla ekonomik kayıplara neden olurken, 1920'de Çin'in Kansu Bölgesi'nde yaşanan depremde 200 bin insan yaşamını yitirmişti. Bu depremle ilgili Close ve McCormick'in National Geographic Magazin'de 1922 tarihinde yayınladıkları yazılarında⁶⁾ bu depremin neden olduğu heyelanların ve değişik türdeki zemin yenilmelerinin, en az 100 bin kişinin hayatını kaybetmesine mal olduğunu açıklamışlardır.

Schuster ve Fleming'e göre³⁾, 20. yüzyılın en iyi bilinen katas-trofik heyelanlarından ikisi de

1962 ve 1970 yıllarında Peru'da yaşanmıştır. Huascaran Dağı'ndan akmaya başlayan toprak, kaya, buz ve su karışımı molozlar, dağın eteklerindeki köyleri tümüyle kaplamış ve yaklaşık 5000 kişinin ölümüne neden olmuştur. Sekiz yıl sonra aynı bölgede Peru kıyılarındaki oluşan bir deprem tarafından tetiklenen ikinci moloz akması trajedisi yaşanmıştır. Çok yüksek bir hızla Huascaran Dağı'ndan inen molozlar, Yungay ve Ranrahirca kasabalarını tümüyle kaplamış ve 18000 insanın ölümüne neden olmuştur³⁾.

1963 yılında İtalya'da yaşanan Vaiont Barajı heyelanı sonucunda 2000 kişiden fazla ölüm ve 130 milyon dolar ekonomik zarar meydana gelmiştir.

Geçtiğimiz yüzyıl içerisinde meydana gelen ve tam anlamıyla katastrofik olaylar olarak değerlendirilebilecek dünyanın en büyük iki heyelanında, boyutlarına göre can ve mal kayıpları çok az olmuştur. 1911 yılında Tacikistan'da oluşan Pamir heyelanında 2.5 km³, ABD'de St. Helens Dağı'nın kuzey yamacında ise 2.8 km³ malzeme

kaymıştır³⁾.

1966 yılında Galler'in Aberfan kentinde yaşanan kömür ocağına ait pasa yığınlarının kayması olayı ise tam bir trajedidir. Bir okulun üzerini örten pasalar burada 116 çocuğun ve 5 öğretmenin ölümüne neden olmuştur. Buradaki toplam ölü sayısı ise 144 kişidir³⁾. Bu olay, gerçekte doğal bir süreç olmayıp, madencilik çalışmaları sonucunda oluşmuştur.

Yakın zamanda Türkiye'deki Senirkent felaketi, yamaç duraysızlıklarından kaynaklanan can ve mal kayıplarına ülkemizden ve-rilebilecek tipik örneklerden birisidir. 13 Temmuz 1995'te aşırı yağışlar sonucu oluşan ve moloz-çamur akması şeklinde gelişen yamaç duraysızlığında 74 kişi yaşamını kaybetmiş, 180 ev yıkılmış, 212 ev ile 56 işyeri hasar görmüştür. Senirkent'in elektrik şebekesinin yarısı tahrip olmuş, bu da o günün rakamlarıyla sadece elektrik şebekesinde 20 milyar TL ekonomik kayıba⁷⁾ neden olmuştur.



Heyelan Zararlarının Azaltılması Çalışmalarında CBS ve Haritalamanın Önemi

Heyelanlardan kaynaklanan maddi kayıplar gelişmiş ülkelerde daha fazla olmasına karşın bu ülkelerin ekonomilerini fazla etkilememektedir. Gelişmekte olan ülkelere ise heyelanlar yıllık üretimin

%1-2'si kadar ekonomik kayba neden olmaktadır⁽²⁾. Bunlara ek olarak, kentleşme ve sanayileşmenin sonucunda heyelan sayısında da önemli artışlar olmuştur. Örneğin Flentje ve Chowdhury⁽⁶⁾ tarafından Avustralya'da Greater Wollongong bölgesinde yapılan bir araştırmanın sonuçlarını gösteren grafikten de (Şekil 1) anlaşılacağı gibi, son on yılda heyelan sayısı eski yıllara oranla çok artmıştır. Çünkü, teknolojik gelişme daha fazla kazı çalışmalarını da bera-

berinde getirmektedir. Ayrıca, kentsel alanlarda oluşan heyelanlar gerek can, gerekse mal kaybı açısından daha tehlikelidir. Belirtilen bu nedenler ve verilen örnekler dikkate alınarak, heyelanlar üzerine yapılan bilimsel araştırmalar her geçen gün artmaktadır.

Araştırmacılar bir bölgede heyelanlarla ilgili çalışma yaparken; "heyelan nerede olacak?", "ne tür heyelan gelişecek?" ve "heyelan nasıl oluşacak?" gibi üç temel sorunun yanıtlarını ararlar. Araştırmacılar bu soruların yanıtını ararken dört temel ön kabulde bulunurlar⁽²⁾:

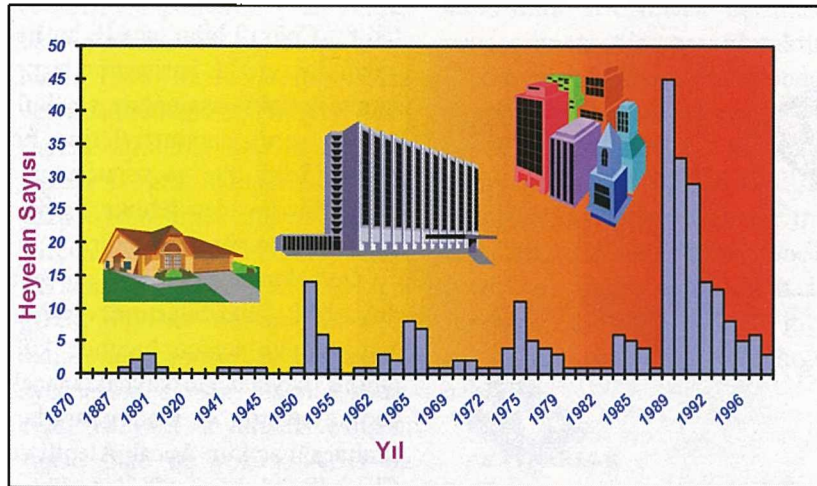
(1) Önceden oluşmuş heyelanlar aynı jeolojik, jeomorfolojik, hidrojeolojik ve iklim koşullarında gelecekte de oluşabilir,

(2) Heyelanlara neden olan olaylar, belirlenebilir fiziksel faktörlerdir,

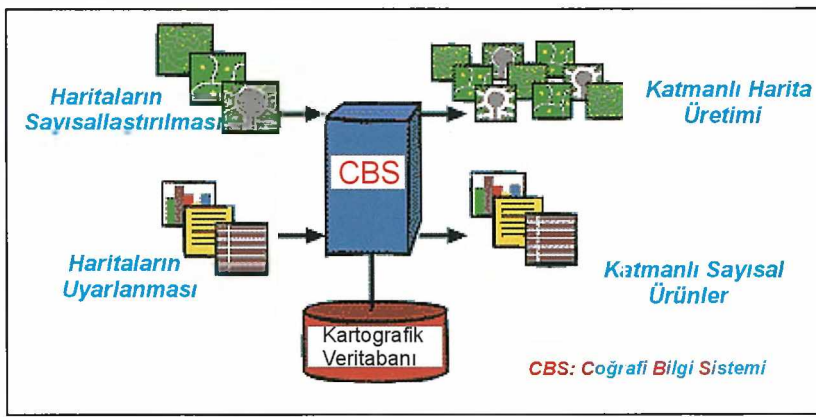
(3) Heyelanlar sonucunda oluşabilecek zararın derecesi belirlenebilir,

(4) Tüm heyelan türleri tanımlanabilir ve sınıflandırılabilir.

Ancak, tüm bu araştırmalara ve kabullere karşın yine de heyelan



Şekil 1: Avustralya'da Greater Wollongong bölgesinde heyelan sayısının yıllara göre değişimi (Rel. Flentje, P.N. ve Chowdhury, R., 1999. Quantitative landslide hazard assessment in an urban area. Proc. 8th Australia-New Zealand Conf., Australia.)



Şekil 2: Harita üretimi amaçlı bir coğrafi bilgi sistemi ve bileşenleri

tehlikesi değerlendirilmesinde heyelana neden olan bazı etkenlerin sayısal olarak ifade edilememesi nedeniyle bazan insan öznelliğine dayalı tartışmalı sonuçlar ortaya çıkabilmektedir. Bu nedenle, konuyla ilgili Dünyadaki bilim insanları arasında üzerinde anlaşılması bir yöntem de henüz mevcut olmasına karşın⁽⁹⁾, bölgesel anlamda birçok heyelan tehlikesi haritası hazırlanması gerektiğinde, tanıma dayalı istatistiksel çalışma yapılması zorunluluğu da bir gerçektir⁽¹⁰⁾. Herşeye rağmen, mevcut durumu yansıtan iyi bir heyelan haritası yardımıyla; heyelan türleri, kayan malzemenin hacmi, hareket

aralığı gibi konularda kullanıcı için önemli bilgiler sağlanabilir.

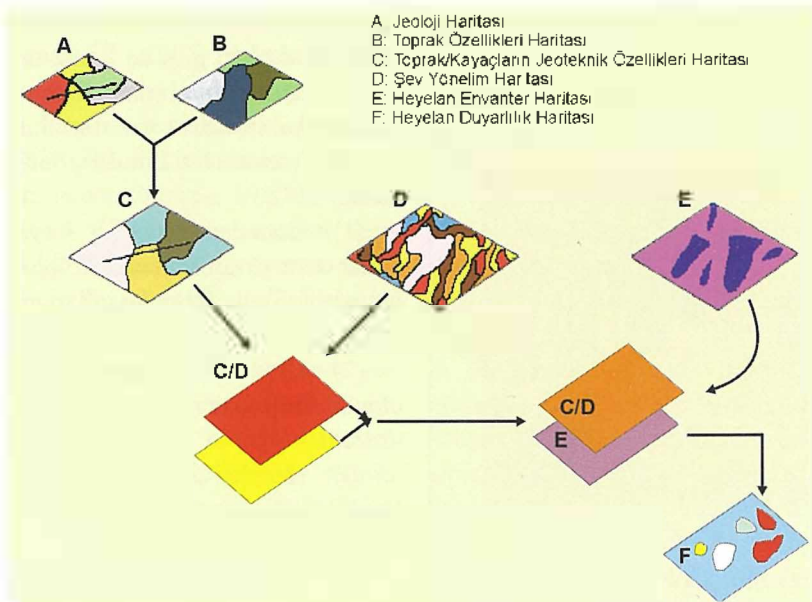
Son yıllarda bilgisayar teknolojisinin gelişmesine koşut olarak, harita hazırlanmasında büyük kolaylıklar sağlayan coğrafi bilgi sistemleri (CBS) de önemli aşamalar kaydetmiştir. Özellikle heyelan tehlikesi veya heyelan duyarlılığı haritalarının hazırlanmasında etkili bir araç olan coğrafi bilgi sistemleri, bu alanda daha yaygın bir biçimde kullanılmaya başlamıştır. Bir coğrafi bilgi sisteminin ana hatlarıyla ne olduğu şematik olarak Şekil 2'de gösterilmiştir.

Heyelanlardan kaynaklanan zararların değerlendirilmesi ve risk

yönetimi için gerekli koşullar; yapılan değerlendirmenin başarısı, çevresel etkileri de kapsayacak biçimde heyelan sonuçlarının etkileri ve ekonomik etkiler şeklinde sınıflandırılabilir⁽²⁾.

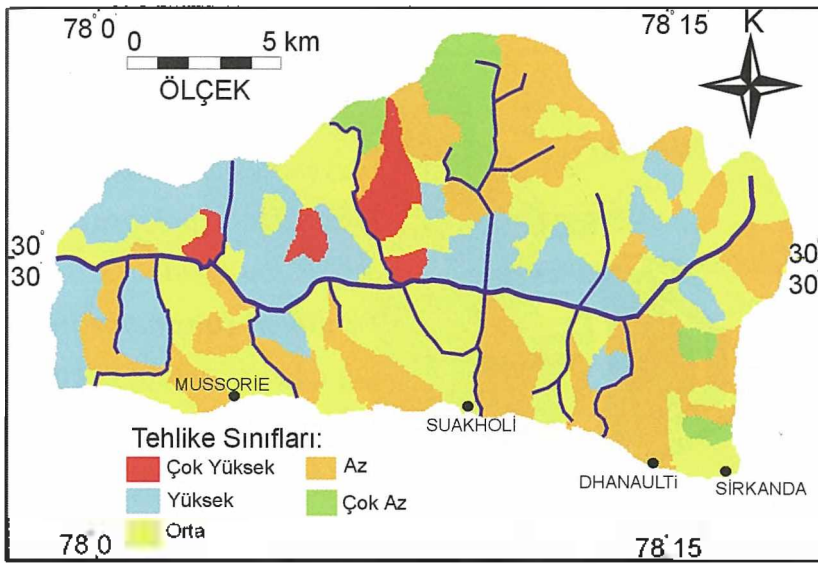
Bir bölgedeki heyelanların değerlendirilmesi için bir yöntem geliştirilirken, potansiyel heyelan nedenlerinin mutlaka ayrıntılı biçimde değerlendirilmesi gerekir. Bunun en önemli aşamalarından birisi de geçmişte bölgede olan heyelanların nedenlerinin araştırılması ve envanterinin oluşturulmasıdır. Heyelan envanter çalışmalarına gelişmiş ülkelerde oldukça önem verilmektedir. Çünkü, uygulanacak yöntemin belirlenmesinde geçmişteki heyelanların nedenlerinin gelecekte de heyelanlara neden olabileceği görüşü hakimdir. Ancak, heyelan nedenlerinin bazan tek, bazan da birden fazla olması yüzünden, neden-etki ilişkisini değerlendirmek çok kolay değildir. Tüm bu olumsuzluklara rağmen, konuyla ilgili bilim insanları ve mühendisler bu konudaki araştırmalarını tüm gayretleriyle sürdürmekte ve yol almaya çalışmaktadırlar. Bu tür araştırmalarda verilerin toplanması, depolanması ve güncelleştirilmesi araştırma maliyetinin %70-80'ini oluşturmaktadır⁽²⁾. Coğrafi bilgi temelli bir heyelan duraysızlık haritasının hazırlanmasındaki aşamalar ve kullanılan girdi parametrelerine bir örnek Şekil 3'te ve sonuçta elde edilen bir heyelan tehlike haritası ise Şekil 4'te görülmektedir.

Gerçekte heyelan tehlikesi veya duyarlılık haritalarının uygun zamanda ve uygun biçimde kullanımı, heyelandan kaynaklanacak can kayıplarını ve maddi zararları azaltacağı açıktır. Ancak Aleotti ve Chowdhury'ye göre⁽²⁾, üst düzey yetkililer ve politikacılar, çoğu zaman bu tür haritaları dikkate



- A: Jeoloji Haritası
- B: Toprak Özellikleri Haritası
- C: Toprak/Kayaçların Jeoteknik Özellikleri Haritası
- D: Şev Yönelim Haritası
- E: Heyelan Envanter Haritası
- F: Heyelan Duyarlılık Haritası

Şekil 3: Heyelan duyarlılık haritası hazırlanması aşamalarını gösteren basitleştirilmiş bir örnek (Ref: Maharaj, R.J., 1993. Landslide processes and landslide susceptibility analysis from an upland watershed: A case study from St. Andrew, Jamaica, West India. Engineering Geology. 34, 53-79)



Şekil 4: Heyelan tehlike haritalarına bir örnek (Ref: Pachauri A.K. ve Pant, M., 1992. Landslide hazard mapping based on geological attributes. Engineering Geology. 32, 81-100.)

almamaktadırlar. Buna ek olarak, yer bilimciler dışındaki insanlar bu tür haritaları anlamakta güçlük çekebilmektedirler. Yine aynı araştırmacılara göre⁽²⁾, bu sorunların aşılabilmesi için yer bilimcilere düşen görevler: "(a) haritaların üzerindeki açıklamaların anlaşılabilir seçilmesi ve (b) yerleşim alanları seçilirken, bu haritaların kullanımıyla, daha az maddi kayıp olacağını vurgulanması" şeklinde özetlenmiştir. Bu konuda üstün performans gösteren ülkelerin başında Japonya gelmektedir. Gelişmiş ülkeler arasında, uzun yıllar boyunca heyelandan oldukça fazla etkilenen Japonya'da⁽¹⁾, 2. Dünya Savaşı'ndan sonra başlatılan çalışmalar, 1958 yılında yasallaştırılmış ve yılda ortalama 500 milyon dolar kaynak ayrılarak, can ve mal kayıpları en aza indirgenmiştir. Ne yazık ki bu örnek dünyada tektir. Birçok ülke heyelandan kaynaklanan zararların azaltılması için gerekli bilimsel ve teknolojik çalışmalara önemli miktarda kaynak ayırmasına rağmen, Japonlar kadar ciddi ve yasa boyutunda çalışma yapan ülke de yoktur. ABD bu konuda ulusal düzeydeki ilk programını, ancak 1980'lerin ortalarında uygulamaya koyabilmiştir. Bu-

nun yanısıra İtalya'da 1990'larda oluşan heyelanlar sırasında oluşan önemli can kayıplarından hala söz edilmektedir⁽¹¹⁾. Ancak, 1990'ların ikinci yarısında İtalya'da heyelanlara karşı duyarlı bölgelerin bazılarında erken uyarı sistemi uygulamaları başlamıştır⁽¹²⁾. Dünya Bankası uzmanlarının da söz ettiği gibi⁽¹⁾, doğal afetleri gözardı ederek başarılı bir ekonomik kalkınmanın sağlanması mümkün değildir. Bu gerçekten hareketle, tüm ülkelerin sürekli ve aktif bir "heyelan zararlarının azaltılması programını" yaşama geçirip, kaynak ayırması insan yaşamının güvenliği ve kalitesinin artırılması açısından vazgeçilmez bir zorunluluktur. Çünkü birçok ülkede heyelandan kaynaklanan maddi zararlar ve can kayıpları dahi henüz tam olarak bilinmemektedir. Şüphesiz ki, heyelandan kaynaklanan can ve mal kayıpları sifira indirilemez, ancak gerekli yatırımların yapılması ile Japonya örneğinde olduğu gibi, çok düşük bir seviyeye indirgebilir.

KAYNAKLAR

- (1) Kremier, A. ve Arnould, M., 2000. World Bank's role in reducing impacts of disasters. Natural Hazards Review. Vol.1,

No.1, 37-42.

- (2) Aleotti, P. ve Chowdhury, R., 1999. Landslide hazard assessment: summary review and new perspectives. Bull. Eng. Geol. Env., No.58, 21-44.
- (3) Schuster, R. L. ve Fleming, R. W., 1986. Economic losses and fatalities due to landslides. Bull. of the Assoc. of Eng. Geol., Vol. XXIII, No.1, 11-28.
- (4) Hamilton, R. M., 2000. Science and technology for natural disaster reduction. Natural Hazards Review. Vol.1, No.1, 56-60.
- (5) Hutchinson, J. N., 1995. Landslide hazard assessment. Proc. VI Int. Symp. on Landslide, Christchurch, 1805-1842.
- (6) Close, U. ve McCormick, E., 1922. Where the mountains walked. National Geographic Magazine. Vol.41, No.5, 445-464.
- (7) Yalçınkaya, S., 1995. Isparta Senirkent feyzanı. DSİ Bülteni, Temmuz-Agustos'95. 13-20
- (8) Flentje, P.N. ve Chowdhury, R., 1999. Quantitative landslide hazard assessment in an urban area. Proc. 8th Australia-New Zealand Conf., Australia.
- (9) Guzzetti, F., Carrara, A., Cardinali, M. ve Reichenbach, P., 1999. Landslide hazard evaluation: a review of current techniques and their application in a multi-scale study, Central Italy. Geomorphology, No.31, 181-216.
- (10) Zezere, J. L., Ferreira, A.B. ve Rodrigues, M.L., 1999. Landslide in the North Lisbon Region (Portugal): Conditioning and triggering factors. Phys. Chem. Earth (A). Vol.24, No.10, 925-934.
- (11) Luino, F., 1999. The flood and landslide event of November 4-6 1994 in Piedmont Region (Northwestern Italy): Causes and related effects in Tanaro Valley. Phys. Chem. Earth (A). Vol.24, No.2, 123-129.
- (12) Lazzari, M. ve Salvaeschi, P., 1999. Embedding a geographic information system in a decision support system for landslide hazard monitoring. Natural Hazards. No.20, 185-195.

Murat Ercanoğlu

Araş.Gör., H.Ü. Jeoloji Mühendisliği Bölümü
e-mail: murate@hacettepe.edu.tr

Candan Gökçeoğlu

Yrd. Doç. Dr., H.Ü. Jeoloji Mühendisliği Bölümü
e-mail: egokce@hacettepe.edu.tr