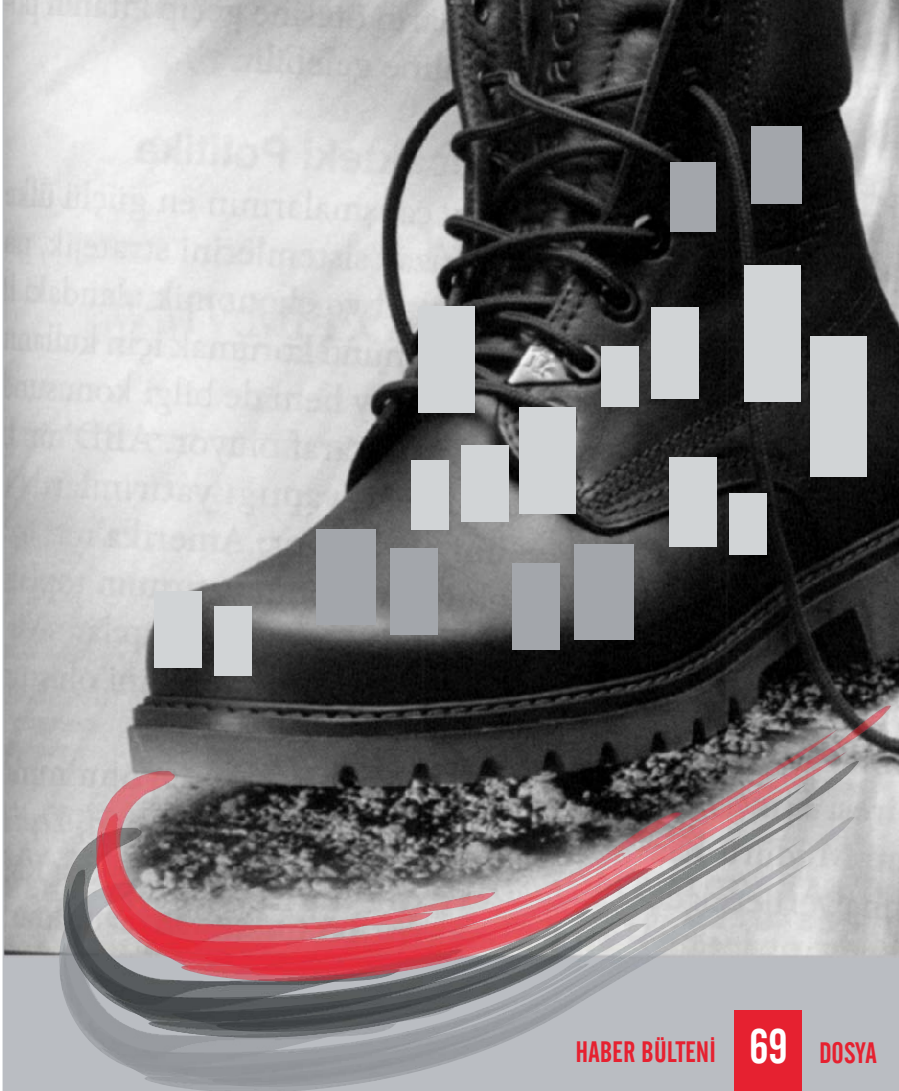


# Jeolojik-Jeoteknik Etütlerde Yerbilimsel Veriler

## Analizler ve Oluşturulması Gereken Haritalar

Oktay GÖKÇE  
Jeoloji Yüksek Mühendisi  
Afet İşleri Genel Müdürlüğü



Afetlerin önlenmesi ve zararlarının azaltılması için, her tür ve ölçekteki planlama faaliyetlerine girdi oluşturacak nitelikteki yerbilimsel verilerin tanımlanması, elde edilme yol ve yöntemlerinin belirlenmesi, hazırlanması gereken rapor ve haritalar ile ilgili format ve standartlar, bu konularda uygulama önerilerinin sunulması ile ilgili çalışmalar, başta Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü (AİGM) olmak üzere söz konusu raporlar ve sonuçları ile ilgili tüm kurum ve kuruluşlar tarafından sürekli irdelenen ve gündemde tutulan bir konudur.

Bir başka deyişle, planlamaya altlık olarak hazırlanan ya da hazırlanması gereken raporların içerikleri (bu yazıda sadece nazım ve uygulama imar planlarına altlık çalışmalar kastedilmektedir) özellikle 1999 depremlerinden sonra artan bir ilgiyle tartışılmaya ve çalışılmaya başlanmıştır. Bu amaçla gerek Bayındırlık ve İskan Bakanlığı'na bağlı kurumlar tarafından ve Başbakanlık Proje Uygulama Birimi, Türkiye Deprem Konseyi gibi kuruluşlar tarafından

çalışma ve projeler yürütülmüş, raporlar hazırlanmıştır. Ayrıca, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı tarafından da Deprem Şurası düzenlenmiş ve afet zararlarını azaltıcı karar ve politikalar geliştirilmeye çalışılmıştır. Sonuç olarak tüm çalışmalarda, ortak görüş olarak afete duyarlı sağlıklı planlama ve yapılaşma için mevcut mevzuatın iyileştirilerek geliştirilmesi sonucunun ortaya çıktığı söylenebilir.

Yapılan çalışma, proje, sempozyum ve raporlar şu şekilde özetlenebilir:

Ulusal Deprem Konseyi Raporları, İstanbul Büyükşehir Belediyesi ve JICA tarafından yürütülen “İstanbul İli Sismik Mikrobölgeleme Dahil Afet Önleme/Azaltma Temel Planı Çalışması” (20012002), AİGM ve Dünya Afet Risk Yönetimi (DRM) koordinesinde yapılan “Deprem Risklerini Azaltmak için Mikrobölgeleme” projesi (20022004), Deprem Şurası (Kasım 2004) sonuç bildiğini hayata geçirmek amacıyla kurulmuş, AİGM “İmar Planına Esas Jeolojik Jeoteknik Etüt Raporu Format ve Standartları” ile “Mikrobölgeleme Çalışmalarının Format ve Standartları”nın oluşturulması alt çalışma grupları ve bu grupların hazırladığı raporlar (2005), Başbakanlık Proje Uygulama Birimi (PUB) tarafından yürütülen “Afet Zararlarının Azaltılması için Mikrobölgeleme ve Hasar Görülebilirlik Çalışmaları (MHVDMS)” Projesi (20052006), MEER Projesi kapsamında PUB koordinasyonunda diğer kurum ve kuruluşların yaptığı projeler, PUB koordinasyonunda, AİGM tarafından yürütülen “Yerbilimsel Verilerin Planlamaya Entegrasyonu” projesi (2006).

Yukarıda özetlenilmeye çalışılan tüm projeler, çalışmalar ve raporlar genel olarak planlamaya altlık olarak kullanılması gereken yerbilimsel çalışmaların nasıl yapılması gerektiği ile ilgilidir. Bu yazının amacı da esasen, başta “Yerbilimsel Verilerin Planlamaya Entegrasyonu El Kitabı” olmak üzere, tüm bu rapor ve çalışmalardan süzülen bilgilerin bir özeti niteliği taşımaktadır. İnceleme alanı olarak belirlenen arazinin planlamasına altlık oluşturan yerbilimsel etüt raporlarında bulunması gereken veriler, analizler kısaca anlatılmış, yerleşime uygunluk değerlendirilmelerinin nasıl yapılması gerektiği, yerleşime uygunluk sınıflarının birbirlerine göre farkları ortaya konmaya çalışılmıştır. Burada dikkat edilmesi gereken bu yazıda söz konusu edilenlerin, zemin etütleri ile ilgisinin

bulunmadığıdır. Esasen planlamaya altlık olması amacıyla afet tehlikelerini irdelemek üzere hazırlanan ve yerleşime uygunluğu değerlendiren yerbilimsel etütler (imar planına esas jeolojik etütler, jeolojikjeoteknik etütler ve henüz mevzuata girmemiş olsa da mikrobölgeleme çalışmaları) zemin etütlerine atıfta bulunan, yönlendirici çalışmalardır.

Planlamaya altlık oluşturacak Jeolojik-Jeoteknik etütlerin ve raporların, yapılacak planların tür ve ölçeklerine göre ve ülkesel afet riskleri göz önüne alındığında farklı format ve içeriklere sahip olmaları doğaldır. Küçük ölçekli planlardan büyük ölçekli planlara geçilirken, deprem tehlikesi de göz önünde bulundurularak, daha genel bilgiler ve göreceli olarak daha az veri içeren raporlardan, daha detay, çok veri ve analizler içeren raporlara geçilmesi gerekmektedir.

Bu yazıda, planlamaya altlık olarak hazırlanacak olan yerbilimsel etüt raporunun içermesi gereken veri, analiz ve haritaları bazı önemli başlıklar altında kısaca özetlenmeye çalışılmıştır. Farklı etüt türlerinin ve raporlarının içerikleri, ayrı ayrı ortaya konmaya çalışılmamış, mümkün olduğunca detaylı etüt ve raporları baz alınmıştır. İlerleyen kısımlarda verilen bilgi ve yöntemler, hazırlanması düşünülen planlamaya altlık yerbilimsel etüt raporlarının bir kısmında ortak olarak kullanılabilir gibi, rapor ve etüt türüne göre bunlardan bir veya birkaçı da kullanılabilir.

## I. JEOMORFOLOJİK ARAŞTIRMALAR

İnceleme alanının genel morfolojik özellikleri, topoğrafik durumu, drenaj ağları, topoğrafik eğimler (genel eğim yönelimleri vb) ve topoğrafik anomaliler bu kısımda özetlenmelidir. Eğer mevcut ise, inceleme alanının hava fotoğrafları ve uydu görüntülerinin kullanılması tavsiye edilir. Eğim ve yamaç yönelimi haritalarının, mümkünse elle yapılması yerine Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) ya da benzeri yazılımlar kullanılarak elde edilmesi daha uygun olacaktır.

Jeomorfolojik verilerin sunulması ile, özellikle kütle hareketleri ve inceleme alanının eğim-yamaç yönelimi vb. arasındaki ilişki ortaya konabilmektir.

### I.1 Topoğrafik Eğim

İnceleme alanının eğim haritası ve yorumu verilir. Eğim haritası, basit yorumlanabilir, derece ya da yüzde aralıklarında hazırlanabilir. Aşağıdaki eğim aralıkları ile karşılığında belirtilen tanımlar ve renkler kullanılabilir.

0° – 5°	Yumuşak eğimli alanlar	Açık sarı
5° – 15°	Düşük eğimli alanlar	Koyu sarı
15° – 30°	Orta eğimli alanlar	Turuncu
30° – 45°	Yüksek eğimli alanlar	Açık kahverengi
> 45°	Çok yüksek eğimli alanlar	Koyu kahverengi

Tablo 1. Eğim haritası aralıkları.

### II.2 Yamaç Yönelimi (Bakı)

Yamaç yönelimleri Coğrafi Kuzey'e göre (Azimut) belirlenmelidir. 'Yamaç Yönelimi Haritası', en az dört yönü gösterecek şekilde, aşağıdaki yönler ve renkler kullanılarak hazırlanabilir.

045° – 135°	Doğuya yönelimli yamaçlar	Açık sarı
135° - 225°	Güneye yönelimli yamaçlar	Açık yeşil
225° – 315°	Batıya yön elimli yamaçlar	Açık mavi
315° – 045°	Kuzeye yönelimli yamaçlar	Kırmızı

Tablo 2. Yamaç Yönelimi aralıkları

Çalışma alanının eğim ve yamaç yönelimi (bakı) haritaları, özellikle kütle hareketlerinin yamaç yönelimi ve eğim ile ilişkisini belirlemede faydalıdır.

### II. JEOLJİK ARAŞTIRMALAR

Çalışma ölçeği, haritalanacak birimin verisel düzeyini değiştirecektir. Örneğin 1/25000 ve daha küçük ölçekteki araştırmalarda birimler Mühendislik Formasyonları veya Mühendislik Grupları seviyesinde fasiyese dayalı olarak sınırlı jeoteknik karakterleriyle haritalanabilirken, 1/5000 ve daha büyük ölçekte haritalanacak birimler, fiziksel ve mekanik özellikleri açısından en yüksek derecede üniformluk karakterine göre haritalanmalı, başta Kuvaterner çökeller olmak üzere gevşek zeminlerin ayrıntılı fasiyese dağılımı ve özellikleri ifade edilmelidir.

#### II.1 Bölgesel Jeoloji

İnceleme alanını çevreleyen yeterli büyüklükte bir bölgenin genel jeolojisi anlatılmalı ve alanın 1/25,000'lik genel jeoloji haritası verilmelidir. Temin edilmesi durumunda inceleme alanına ait uydu görüntüleri ve hava fotoğraflarından yararlanılabilir.

Ayrıca, inceleme alanını çevreleyen yeterli büyüklükteki bir sahanın genel stratigrafisi anlatılmalı, genel stratigrafik kesiti verilmelidir. Stratigrafik bilgiler, Türkiye Stratigrafi Komitesi normlarına uygun olmalıdır. Bölgede etkin

jeodinamik süreçler (kıvrımlar, fay ve kırık sistemleri, genel kütle hareketleri vb) belirtilir.

### II.2 İnceleme Alanının Jeolojisi

İnceleme alanının, genel jeoloji başlığı altında anlatılan stratigrafik kesitin neresinde olduğu, inceleme alanı içindeki yapı ve temel zeminleri (litolojiler) ve bunların jeolojik özellikleri detaylı olarak verilmelidir. Plan ölçeğine göre inceleme alanının 1/1000, 1/2000 veya 1/5000 ölçeğinde jeoloji haritası hazırlanmalı ve sunulmalıdır. Ayrıca sadece inceleme alanının stratigrafisi ve yapısal jeolojik unsurlar verilmelidir.

### III. JEOTEKNİK ÇALIŞMALAR

Bu başlık altında jeoteknik amaçlı olarak açılan araştırma çukuru, sondaj ve yapılan laboratuvar deneylerinden ve sonuçlarından genel olarak bahsedilmeli ve bazı öneriler getirilmelidir.

#### III.1 Araştırma (Gözlem) Çukurları

Gözlem çukurları geçici olarak desteksiz durabilen zeminlerde, çoğunlukla bir hidrolik kepçe aracılığıyla kazılır. Pratik amaçlar için, bu kazıların en derin seviyesi 4 ila 5 metre arasındadır. Numune alınmasına ve saha deneyleri yapılmasına izin veren gözlem çukurları, yatay ve dikey olarak zemin koşullarının daha detaylı incelenmesini sağladığı gibi, zeminlerdeki süresizlerin belirlenmesi için de etkili ve ekonomik bir yöntemdir. Gözlem çukurları gerektiğinde özel bir durumu daha detaylı incelemek amacıyla, hendek haline getirilecek şekilde büyütülebilir.

Kaya birimlerin mevcut olduğu sahalarda, gözlem çukurları kaya katmanının en çok 2 metre derinlikte yer aldığı durumlarda tercih edilmeli, 2 ila 3 metre derinlikte başlayan kaya oluşumlarda derin kuyulardan elde edilen bilgileri desteklemek için uygulanmalı, kaya oluşumun 3 metreden daha derinde yer alması durumunda ise, bu uygulama tercih edilmemelidir. Araştırma çukurlarının kesitleri ve fotoğrafları rapor ekinde sunulmalı, koordinatları tablo ve haritalara işlenerek verilmelidir.

#### III.2 Sondajlar

İnceleme alanındaki birimlerin fiziksel ve mekanik özellikleri ile davranış karakteristiklerini ortaya çıkarmakta esas alınacak verileri sağlamak, yanal ve düşey yöndeki litolojik değişimleri ortaya koymak, kayma yüzeyi derinliğini belirlemek, yeraltı su seviyesini belirlemek, jeoteknik

parametrelerin belirlenmesi ve tehlike analizlerinde kullanılacak tüm verilerin belirlenmesi amacıyla yapılacak laboratuvar deneyleri için, TS1901/1975'e uygun olarak gerekli örselenmiş/ örselenmemiş örnekler almak, SPT yapmak vb. amaçlarla yeterli sayıda sığ ve derin sondajlar yapılmalıdır. Sondajlar sonucu elde edilen veriler tablolar halinde ve yorumlanarak verilmeli; ayrıca sondaj yerlerinin koordinatları bir tablo halinde ve haritalara işlenerek sunulmalıdır. Sondaj verileri standartlara uygun sondaj loglarına işlenmeli ve rapor ekinde verilmelidir. Sondaj karotlarının fotoğrafları çekilerek rapora eklenmelidir. Zemin sondajlarının en az 15 metre açılması, bu derinliğin yerel zemin sınıflarının tanımlanabilmesi için mikrobölgeleme çalışmalarında en az 30 metre olması uygun olacaktır. Kaya sondajları ayrılmış kesim aşıldıktan sonra ana kayada en az 3 metre ilerledikten sonra kesilebilir.

### III.3 Arazi Deneyleri

Kaya ve zeminlerin mühendislik özelliklerinin yerinde belirlenebilmesi amacıyla yapılan

### III.4 Laboratuvar Deneyleri

Jeoteknik saha çalışmalarında elde edilen verilerin yanı sıra, mühendislik sınıflaması ve tasarım amacıyla toprak ve kaya zeminlerin; indeks özellikleri, dayanım, permeabilite (geçirgenlik), deformasyon, sıkışabilirlik-konsolidasyon ve kırılma dayanımı gibi özelliklerinin tayini için laboratuvar deneyleri yapılır. Bunlar:

**Zemin Sınıflama Deneyleri:** Bu deneyler; gerek zeminlerin mühendislik sınıflaması, gerekse dolaylı yoldan bazı jeomekanik parametrelerinin tayini, davranışlarının yorumlanması ve fiziksel özelliklerinin tayini amacıyla yapılır: *Su içeriği tayini, Atterberg limitleri, Dane boyu dağılımı, Birim hacim ağırlık ve yoğunluk.*

**Dayanım Deneyleri:** Zeminin dayanım parametrelerinin (kohezyon, içsel sürtünme açısı) belirlenmesinde kullanılır. Bu parametreler, sıvılaşma, şev duraylılığı gibi analizlerde kullanılırlar: *Tek eksenli sıkışma deneyi, üç eksenli sıkışma deneyi, zemin makaslama deneyi.*

DENEY ADI	EN İYİ UYGULANDIĞI ZEMİN	UYGULANMASI ÖNERİLMİYEN ZEMİNLER	ELDE EDİLEN VERİLER
Standart Penetrasyon Deneyi (SPT)	Kum	Zayıf -Sert Killer	Sıklık ve kıvamlilik tayini, zemin katmanlarının nitelik olarak karşılaştırılması
Dinamik Konik Penetrasyon Deneyi (DCPT)	Kum	Kil	Sıklık ve zemin katmanlarının nitelik olarak değerlendirilmesi
Konik Penetrasyon Deneyi (CPT )	Kum, şilt, kil	Çakıl	Kumların yoğunluk ve mukavemetinin sürekli değerlendirilmesi, kilin drenajsız kesme mukavemetinin sürekli değerlendirilmesi
Arazi Veyn Deneyi (FVT)	Kil	Kum ve çakıl	Drenajsız kesme mukavemeti
Presiyometre Deneyi (PMT)	Yumuşak kaya, sıkı kum, çakıl	Yumuşak duyarlı killer, gevşek silt ve kum	Taşıma gücü ve sıkışabilirlik
Yassı Dilatometre Deneyi (DMT)	Kum ve kil	Çakıl	Zemin türlerinin ampirik korelasyonu Ko, aşırı konsolidasyon oranı, drenajsız kesme mukavemeti
Plaka Yükleme Deneyi	Kum ve kil		Deformasyon modülü, taşıma gücü, yatak katsayısı
Permeabilite Deneyi	Kum ve çakıl		Permeabilite katsayısının belirlenmesi

Tablo 3. Yerinde deneylerin bazılarıyla ilgili özet bilgiler.

(\*) Canadian Foundation Engineering Manual (1992) den özetlenerek alınmıştır.

Kayaç zeminler için belirlenmesi gereken parametreler şu şekilde özetlenebilir: Yoğunluk D; görünür özgül ağırlık G<sub>s</sub>; gözeneklilik (porozite) p; ağırlıkça su emme kapasitesi w; hidrolik iletkenlik katsayısı (permeabilite) k; tek eksenli sıkışma (basma) dayanımı Sc; elastisite modülü (E), poisson oranı ve çekme (tansiyon) dayanımı St; makaslama (kesme) dayanımı, Ss.

**Kaya Mekanîği Deneyleri:** İnceleme alanından alınan kaya numuneler üzerinde farklı amaçlara yönelik laboratuvar deneyleri yapılabilmektedir. Kayaçların jeomekanik özelliklerinin tayini amacıyla yapılan; birim hacim ağırlık deneyleri, görünür gözeneklilik (porozite) ve boşluk oranı tayini, tek eksenli sıkışma dayanımı deneyi, üç eksenli sıkışma deneyi, nokta yükü dayanım indeksi, doğrudan makaslama deneyi vb. deneylerinden elde edilen sonuçlar bu başlık altında açıklanabilir.

#### IV. JEOFİZİK ÇALIŞMALAR

Planlamaya esas yerbilimsel verilerin yerinde elde edilmesi ile ilgili jeofizik yöntemler, bu başlık altında özetlenebilir.

Jeofizik yöntemlerin genel amacı yeryüzünde veya kuyu içersinde yapılan aletsel ölçümlerle yeraltının yapısını ve fiziksel özelliklerini belirlemeye yardımcı olmaktır. Jeofizik çalışmalarda, incelenen konunun ve jeolojik yapının özelliklere bağlı olarak uygun bir yöntem seçilmelidir. Örneğin; sismik ve elektrik yöntemler gibi en az iki yöntemin birlikte kullanılması tercih edilmeli ve gerekiyorsa problemin çözümüne yönelik diğer jeofizik metotlar da kullanılmalıdır. Ölçü profilleri sismik ve elektrik yöntemleri için topoğrafik eğim doğrultusuna, elektrik ve su şebeke hatlarına dik tutulmalıdır. Hedeflenen derinlikler en az 30 metre olmalıdır.

İnceleme alanında, kullanılan yöntemin amacı, kullanılan araçların adı, özellikleri, her bir ölçü noktası için, ölçüm yerlerinin koordinatları, ölçü ham değerleri, alınan ölçüm sonuçları, elde edilen sonuçlardan oluşturulan haritalar, tüm tablo, kesit ve grafikler yorumlarıyla birlikte sayısal ve grafiksel olarak verilmeli ve elde edilen jeofizik veriler diğer jeoteknik incelemelerle birlikte yorumlanmalıdır. İnceleme alanını temsil eden jeolojik birimlerin dikey ve yatay yayılımları göz önünde bulundurularak, sismik kırılma, sismik yansıma, elektrik rezistivite, mikrotremor, jeoradar, mikrogravite, kuyu içi sismiği gibi yöntemler kullanılabilir.

#### V. ZEMİN VE KAYA TÜRLERİNİN JEOTEKNİK ÖZELLİKLERİ

##### Zemin ve Kaya Türlerinin Sınıflandırılması:

İnceleme alanı içinde temel derinliğinde kaya birimlerinin gözlenmesi halinde birimi tanımlamaya yetecek sayıda gözlem noktasında tabaka doğrultulu eğimi ve eklem- eklem takımı ölçümleri alınmalı, mevcut litolojilerin toprak örtü altında bulunduğu yerler ve yaklaşık kalınlıkları, kaya birimlerin ayrılmış ve sık kırıklı kısımlarının ayrılması, ayrılmış kısmının cins ve kalınlığı ile örtü kalınlığının tespiti için burğu veya çukur açtırılması ve süreksizlik duruşları ile doğal yamaç ilişkisi, altyapı ve temel kazıları ile süreksizliklerinin ilişkilerinin açıklanması gerekmektedir.

##### Kayaçlar aşağıdaki özellikleri saptanarak tanımlanmalıdır:

Renk, doku ve yapı, süreksizliklerin özellikleri, bozunmanın derecesi, ikincil litolojik özellikler, kayacın adı, kayacın dayanımı, kayacın geçirgenliği, özel mühendislik özelliklerini belirten diğer terimler. belirlenen bu parametrelerden gerekli olanlar kullanılarak inceleme alanındaki kayaç zeminler, Deere ve Miller'in (1966) Mühendislik sınıflamasına göre gruplandırılmalıdır.

##### İnceleme alanı içinde toprak zeminlerin gözlenmesi halinde aşağıda verilen özellikleri esas olarak tanımlanmalıdır:

Renk, toprak zeminlerin yerindeki (In-Situ) dayanımı ve yapısı, bozunmanın derecesi, ikincil litolojik özellikler ve ek tanımlayıcı terimler, zeminin adı. Ayrıca, Birleştirilmiş Toprak Sınıflaması ve Plastisite Abağı'na göre zeminler gruplandırılmalıdır (P.C.A., 1962).

##### Mühendislik Zonları ve Zemin Profilleri:

Yapılan tüm arazi ve laboratuvar çalışmalarından elde edilen veriler ışığında inceleme alanının amaca yönelik zonlamalarının yapılması ve zemin profillerinin çıkarılması gerekmektedir.

##### Şişme-Oturma Analizleri:

Çalışma alanı içinde üstteki mühendislik yapısına zarar verebilecek oranda şişme özelliği olabilecek killi malzemelerin deneyanaliz sonuçlarına göre yorumu yapılmalı, gerekiyorsa uygun önlem yöntemleri ve öneriler genel olarak verilmelidir. Sonuçlara göre temel ve zemin etütlerine yönlendirme yapılmalıdır.

### **Karstlaşma:**

İnceleme alanı içerisinde, karstlaşma ve karstik boşluk özelliği gösteren birimlerin varlığının araştırılması ve özelliklerinin belirlenmesi gereklidir.

### **VI. HİDROJEOLJİK ARAŞTIRMALAR**

Yüzeysel sularına ve (debi değerleri ve mevsimsel değişim, taşkın özellikleri, taşkın koruma önerileri vb) yamaç sellenmesine ait verilerin planlamaya etkileri, DSİ Genel Müdürlüğünden alınacak rapor ve arazi çalışmaları çerçevesinde vurgulanır.

İnceleme alanında yeraltı suyu düzeyi, hidrolik eğim, birimlerin hidrojeolojik özellikleri (akifer, iletim katsayısı), suyun kimyasal ve fizikokimyasal özelliklerinin belirlenmesi (pH, elektrik iletkenlik, sıcaklık, asite ve alkanite değerleri), yeraltı suyunun yapı temellerine etkisine yönelik hidrojeolojik çalışmalar yürütülür.

İnceleme alanının yapılan sondajlar ve diğer verileri ışığında Yeraltısu Haritası hazırlanmalıdır.

### **VII. DOĞAL AFET TEHLİKELERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

Bu bölümde raporun önceki bölümlerinde verilen tüm arazi ve laboratuvar çalışmaları ile analiz, literatür tarama vb. çalışmalar sonucunda, çalışma alanının doğal afet tehlikeleri açısından değerlendirilmesi yapılmalıdır. Ayrıca, doğal afetler yönünden çalışma alanında önceden yapılmış çalışma olup olmadığı ve bu konuda 7269 sayılı Yasa gereği alınmış bir afet bölgesi kararını bulunup bulunmadığı incelenmeli; sakıncalı, önlem gerektiren, imar ve iskana yasak alanlar vb konulardaki görüşler belirlenmelidir.

#### **VII.1 DEPREM TEHLİKESİ**

Deprem tehlikesi, bölgede inceleme alanını etkileyebilecek diri faylar, bu faylarda meydana gelmiş veya gelebilecek olan depremlerin büyüklükleri ve oluş sıklıkları, geçmişte meydana gelmiş olan depremlerin hasar dağılımları ve neden olduğu zemin problemleri, inceleme alanının mühendislik jeolojisi haritası, yeraltı suyu haritası, kayma dalgası hız profilleri (Vs), mikrotremor ölçümleri ve zemin hakim periyotları gibi, jeoloji, jeofizik, jeoteknik özellikleri değerlendirilerek, zemin büyütmesi ve sıvılaşma tehlikesi haritaları hazırlanmalıdır.

Çalışmanın ölçeğine uygun şekilde, inceleme alanının Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası'ndaki

yeri belirtilerek makro ölçekte deprem tehlikesi ortaya konmalı, diri fay haritasındaki konumu itibarıyla de inceleme alanını ve yakın çevresini etkileyecek faylardan bahsedilmelidir. Daha alt ölçekli planlara esas çalışmalarda deprensellik ve diri faylar daha detaylı irdelenmelidir.

#### **Aktif Tektonik ve Sismolojik Kayıtlar:**

Bu başlık altında, inceleme alanını etkileyen genç ve aktif tektonik yapılar detaylı bir şekilde sunulmalıdır. İnceleme alanının içinden (veya inceleme alanının içinde bulunduğu paftaların dahilinden) geçen ve aktif olarak tanımlanan ana, tali, gömülü vb. faylar uygun ölçekte (1/5000) haritalanmalıdır. İnceleme alanı dahilinde söz konusu yapılar olsun olmasın, inceleme alanını etkileyebilecek fay sistemleri (deprem kaynakları) uygun ölçekte haritalanır ve tüm karakteristik özellikleri (tür, uzunluk, derinlik, tekrarlanma süresi, geçmişte yarattığı ve yaratabileceği en büyük deprem büyüklüğü vb) detaylı olarak anlatılır.

Yüzeysel faylanma haritasının hazırlanmasında kullanılacak ham veri, incelenen sahanın ve çevresinin, aktivitesi bilinen fayları, potansiyel aktif fayları ve aktivite göstermeyen faylarını ve içeren sismotektonik haritası sağlanmalıdır. Eğer geçmişte depremler sonrası yüzeysel faylanma gözlenmişse, mevcut dokümanlar yardımı ile gözlenen fay izleri haritalanmalıdır.

Gerek inceleme alanı ve çevresinin deprenselliği hakkında bilgi sahibi olmak, gerekse deprem tehlike analizlerinin tamamlanabilmesi için sismolojik kayıtlar ilgili kurumlardan elde edilmeli, değerlendirilmeli ve etüt raporları kapsamında verilmelidir.

#### **Paleosismolojik Çalışmalar:**

Çalışma alanı içinde ve/veya bölgesel ölçekte fay veya faylar varsa; bu fay veya fayların deprem üreten diri fay olup olmadığı (Holosende hareket etmiş), ürettiği ve üretebileceği en büyük deprem, en son ürettiği depremin zamanı, yinelenme aralığı, sıklığı, Deprem Bölgeleri Haritasında yerinin gösterilmesi, bölgenin tarihsel deprenselliği vb. bilgiler verilmeli; çalışma alanı içinde olan veya olduğu belirlen bu fayın deprem üreten diri bir fay olduğu belirlenirse, yeterince yapılacak hendek (trenç), sondaj, jeofizik, elektromanyetik yöntemler ve literatür tarama çalışmalarıyla, fayın muhtemel depremde yüzey kırığı oluşturup oluşturmayacağı, fayın tipi,

doğrultusu ve eğimi, yer değiştirme miktarı ve yüzey jeolojisi ile ilişkisi hakkında bilgi verilerek literatürde bulunan uygulamalara uygun yorum yapılmalıdır.

#### **Deprem Tehlike Analizi:**

İnceleme alanını etkileyecek deprem kaynakları (diri faylar), bu kaynaklarda olabilecek en büyük depremler, bu depremlerin yinelenme (tekrarlanma) aralıkları, doğurabileceği yer hareketinin büyüklüğü, yöntemlerdeki belirsizliklerin tahmini gibi konular deprem tehlike analizlerinin ana başlıklarını oluşturmaktadır. Amaç, inceleme alanını etkileyebilecek aktif faylar veya fay zonlarında meydana gelebilecek depremlerin inceleme alanında, yerel zemin özelliklerinden bağımsız olarak doğurabileceği kuvvetli yer hareketlerinin ivme, hız, deplasman gibi mühendislik hesaplarında kullanılacak parametrelerle belirlenmesidir.

Belirli bir büyüklükteki bir depremin yinelenme aralığının hesaplanması, en büyük yer ivmesi dönüş periyodu ile yer ivmesinin aşılma ihtimalinin belirlenmesi deprem tehlike analizlerinin konusunu oluşturur. Deprem tehlike analizlerinin amacı, zeminin ve mühendislik yapılarının gelecekte maruz kalabileceği depremsel yüklemelerinin hesaplanmasında gerekli olan depremsel yer hareketi ile ilgili parametrelerin (ivme, hız, deplasman) hesaplanmasıdır.

Deprem tehlike analizi genellikle iki farklı yöntemle yapılmaktadır:

- 1) Deterministik Yöntem
- 2) Olasılıksal (probabilistik) Yöntem

Her iki yöntemde de deprem kaynaklarında (diri faylar) meydana gelebilecek en büyük depremin büyüklüğü, magnitüd (büyüklük), şiddet veya en büyük yer ivmesi olarak belirlendikten sonra analizde kullanılması gereken azalım (sönümlenme) ilişkilerinin belirlenmesi gereklidir.

#### **Deterministik Deprem Tehlike Analizi:**

Bu yöntemde öncelikle, inceleme alanını etkileyebilecek deprem kaynakları (diri faylar) ile bu kaynaklarda daha önce meydana gelmiş ve meydana gelebilecek en büyük depremleri ortaya koymak gerekir. İkinci aşamada ise inceleme sahasının bulunduğu bölgenin karakteristiklerine en uygun azalım ilişkisi seçilir. İnceleme alanına belirli bir uzaklıkta bulunan deprem kaynağında

oluşabilecek en büyük depremin (senaryo depremi) inceleme alanında oluşturacağı en büyük yer ivmesi, azalım ilişkisi yoluyla hesaplanır. Bu yöntemle hesaplanan yer ivmesi, bir belirsizlik veya aşılma olasılığı içermekte ve uygulamada yer hareketinin medyanı (ortalaması) veya medyan artı bir standart sapmaya karşı gelmektedir. Bu yaklaşım oldukça pratik olmasının yanı sıra, en büyük dezavantajı inceleme alanını etkileyebilecek en büyük yer ivmesi değerinin ortaya konulmasında rol oynayan belirsizliklerin yeterince hesaba katılmamasıdır (Kayabalı, 1995).

#### **Olasılıksal (probabilistik) Deprem Tehlike Analizi:**

Olasılıksal yöntemde ise, inceleme alanını etkileyebilecek tüm diri faylar (deprem kaynakları) ve tüm en büyük depremler, bunların tekrarlanma süreleri dikkate alınarak, incelenen alanda belirli bir zaman içerisinde aşılması beklenen depremin olasılığı hesaplanmaktadır. Olasılık yöntemi, tehlike analizlerindeki belirsizlikleri miktarsal olarak hesaba katmasından dolayı deterministik yaklaşımdan daha çok tercih edilebilmektedir. Olasılıksal yaklaşımın avantajları şunlardır:

Deprem tehlikesini dönüş periyodu şeklinde miktarsal olarak hesaplar; tarihsel deprem kayıtlarını hesaba katar; çalışmacının deneyim ve yargısını kullanmasına olanak sağlar; fay lokasyonu ile ilgili eksik verileri dikkate alır; sismik tehlikeyi spektral ivme, hız ve deplasman cinsinden verme esnekliğine sahiptir.

#### **Sıvılaşma Analizi ve Değerlendirme:**

Sıvılaşma, kum, silt, çakıl gibi suya doygun daneli zeminlerin deprem yer hareketi sırasında, boşluk suyu basıncının artması ve çevre basıncını aşması nedeniyle, kayma dayanımını yitirerek sıvı gibi davranması olayıdır. Özellikle aktif fay zonları içerisinde yer alan, genç alüvyal çöktülerden oluşan ovalar, nehir, deniz ve göl kenarları, suni dolgu alanları, morfolojik olarak sıvılaşma potansiyeli yüksek olan alanlardır. Bu özellikleri nedeniyle sıvılaşma her tür zemin ve koşulda oluşan bir zemin davranışı değildir. Sıvılaşma; depremlerin yol açtığı hasarlara ilave olarak, yapılaşmış alanlarda yapıların devrilmesi, zemine gömülmesi, farklı oturma, yeraltı yapılarında kırılmalar gibi hasarlara neden olduğu için, önemli bir ek tehlike olarak değerlendirilmektedir.

Özellikle suya doymun kumlu ve siltli zeminlerde belirli büyüklüğün üzerindeki her depremde gözlenebilen bir olaydır. Bu nedenle sıvılaşma tehlikesinin belirlenmesinde gelişmiş jeoteknik çalışmaların yanı sıra, geçmiş depremlerde sıvılaşmış alanların eski raporlardan çıkarılması, incelenen alanın deprem bölgeleri haritasındaki yeri, incelenen alandaki genç alüvyal çökeltilerin (Holosen yaşlı) haritalanması, incelenen alanda yeraltı su seviyesi hakkında genel bilgiler toplanması gibi görece kolay ve ekonomik yaklaşımlarla dahi, sıvılaşma tehlikesine ilişkin fikir sahibi olunabilir.

Sıvılaşma konusunda Youd ve Perkins (1987) tarafından hazırlanan Tablo 4 aşağıda verilmiştir.

İlk kademede gözlemsel jeolojik etütlerle yapılması gereken bu genel yaklaşımlardan elde edilecek sonuçlara göre ayrıntılı sıvılaşma tahkikleri yapılacak alanlar belirlenebilir:

Bu alanlarda, yapılacak ayrıntılı sıvılaşma analiz ve tahkikleri;

Elek analizleri sonucunda elde edilen dane boyu dağılımları,

Standart Penetrasyon Deneyi (SPT),

Sismik Konik Penetrasyon Deneyi (SCPT) (Zemin sondajları ile desteklenmelidir)

sonuçlarına göre yapılmakta ve sonuçta belirli deprem riski altındaki sıvılaşma olasılığı belirlenmektedir.

**Tablo 4 Kuvvetli Bir Sarsıntı Sırasında Çökellerin Sıvılaşmaya Karşı Duyarlılıkları**

Çökel Türü	Çökellerdeki kohezyonsuz sedimanların genel dağılımı	Suya doymun olduklarında kohezyonsuz sedimanların sıvılaşmaya duyarlı olabilme derecesi (çökelin yaşına bağlı olarak)			
		<500 yıl	Holosen	Pleyistosen	Pleyistosen öncesi
<b>Karasal çökeller</b>					
Akarsu yatağı	Yerel olarak değişken	Çok yüksek	Yüksek	Düşük	Çok Düşük
Taşkın Ovası	Yerel olarak değişken	Yüksek	Orta	Düşük	Çok Düşük
Aluvyon yelpazesi ve düzlükleri	Yaygın	-	Düşük	Çok yüksek	Çok Düşük
Denizel taraçalar ve düzlükler	Yaygın	Orta	Düşük	Düşük	Çok Düşük
Delta ve yelpaze	Yaygın	Yüksek	Orta	Düşük	Çok Düşük
Gölsel ve playa	Değişken	Yüksek	Orta	Düşük	Çok Düşük
Kolüvyum	Değişken	Yüksek	Orta	Düşük	Çok Düşük
Moloz	Yaygın	Düşük	Düşük	Çok Düşük	Çok Düşük
Kumul	Yaygın	Yüksek	Orta	Düşük	Çok Düşük
Lös	Değişken	Yüksek	Yüksek	Yüksek	Çok Düşük
Buzul birikintisi	Değişken	Düşük	Düşük	Çok Düşük	Çok Düşük
Tüf	Ender	Düşük	Düşük	Çok Düşük	Çok Düşük
Tefra	Yaygın	Yüksek	Yüksek	?	?
Artık (residüel) zeminler	Ender	Düşük	Düşük	Çok Düşük	Çok Düşük
<b>Kıyı Zonu</b>					
Delta	Yaygın	Çok yüksek	Yüksek	Düşük	Çok Düşük
Haliç	Yerel olarak değişken	Yüksek	Orta	Düşük	Çok Düşük



Elek analizleri sonucunda elde edilen dane boyu dağılımları,

Standart Penetrasyon Deneyi (SPT),

Sismik Konik Penetrasyon Deneyi (SCPT) (Zemin sondajları ile desteklenmelidir)

sonuçlarına göre yapılmakta ve sonuçta belirli deprem riski altındaki sivilaşma olasılığı belirlenmektedir.

Bu konuda Sivilaşma Potansiyeli Endeksi [Iwasaki ve diğerleri 1982], sivilaşma güvenlik katsayı gibi, sivilaşmadan ötürü meydana gelmesi beklenen şekil ve yer değiştirmelerin hesaplanmasına yarayan yöntemler [Barlett ve Youd 1995, Seed vd 2003, Sönmez 2003] geliştirilmiştir.

## VII.2 KÜTLE HAREKETLERİ TEHLİKESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

### Heyelanlar (Şev Duraysızlıkları):

Heyelan, yamaçta veya şevde stabilitenin (duraylılığın) bozulmasıdır. Arazide yapılan çalışmalar ile desteklenen sayısal yükseklik modellerli ve hava uydu fotoğraflarının da kullanılabilceği çalışmalarla, heyelanların sınıflandırılması (Varnes, 1976) yapılır, yamaç duraylılığının azalmasında etkin olan parametreler belirlenir, heyelanlar etkinlik durumuna göre sınıflandırılır ve heyelanlarda hareket türleri belirlenir.

Ayrıntılı etütler sonucu elde edilen veriler, kütle hareketleri ile ilgili tehlike haritalarının hazırlanmasında kullanılır. Bu amaçla kullanılan bilgiler şunlardır:

Zemin yüzeyindeki yerel tehlike; topoğrafik koşullar; malzeme dayanımı; tüm duraysız alanların dağılımı; geçmişteki kitle hareketliklerini oluşturduğu alanların dağılımı.

Topoğrafik harita, hava fotoğrafları, varsa uydu görüntüleri, jeoloji, hidrojeoloji ve eğim haritaları değerlendirilerek, inceleme alanı içerisindeki mevcut 'eski' (fossil), 'potansiyel' ve 'aktif' heyelanların yerleri ve boyutları belirlenmeli ve topoğrafik harita üzerine işlenmelidir. Daha sonra yapılacak arazi gözlemleri ile de, kaymanın türü (Dairesel, düzlemsel, akma, krip, kaya düşmesi, v.b.) belirlenerek, inceleme alanının bir 'Heyelan Tehlike Haritası' oluşturulmalıdır. Literatürde bu tür haritaların oluşturulmasında kullanılan bir çok yöntem bulunup, standartlaşmış ve tercih edilen bir yöntem bulunmamaktadır.

İnceleme alanında elde edilen jeolojik, jeomorfolojik, jeoteknik vb. veriler ile arazi gözlemleri ve literatür taraması sonucunda duraysızlık problemi olan ya da potansiyeli taşıdığı düşünülen alanlar için mevcut veya beklenen duraysızlık türü belirlenir ve uygun modelleme ile uygun şevstabilite analiz yöntemleri kullanılarak, güvenlik katsayılarının hesaplanması ve yorumlanması gerekir.

Heyelan ve şevlerin duraylılığının değerlendirilmesinde genel olarak kullanılan analiz yöntemleri, limit-denge analiz yöntemleri (deterministik yaklaşım) ve deformasyon analizleridir (numerik analizleri). En yaygın olarak kullanılan analiz yöntemleri 2D (iki boyutlu limit-denge) analizlerdir. Modele göre belirlenen analiz yöntemi (Bishop Basitleştirilmiş, Janbu Basitleştirilmiş, Janbu Düzeltilmiş, Spencer, Ordinary vb.) analizler yapılarak güvenlik katsayıları hesaplanır.

Muhtemel stabilite problemlerine açık alanların durumları detaylı olarak açıklanır; muhtemel duraysızlık tipi ve/veya tipleri belirtilir, bu duraysızlık tipi ve/veya tipleri ve zemin özelliklerine göre 2-Boyutlu stabilite/ kinematik analizleri yapılır ve yorumlanır. Heyelanların mekanizması, boyutlandırılması, etkin faktörleri belirtilmeli, analiz sonuçlarında duraylı olmayan veya riski olduğu belirlenen alanlar için tekniğine uygun ve ekonomik ve güvenli tarafta kalmayı sağlayacak mühendislik tedbirleri varsa ve kullanılabiliriyorsa detaylı olarak verilmelidir. (Stabilite kesitleri harita üzerine işlenecektir.) Stabilite analizleri değişik kesit doğrultuları için uzun dönemli/ efektif gerilmeler (Toplam gerilmelere dayalı olarak yapılması da mümkündür), verilere dayalı olarak statik ve dinamik yükler altında ve önemli koşullar için birbirinin kombinasyonu olacak şekilde yapılmalı, TS 8853/ Şubat 1991'e göre yorumlanmalı, önemli koşullarda güvenlik faktörlerinin kabul edilebilir seviyeye yükseldiği gösterilmelidir.

### Kaya Düşmesi:

Kaya düşmesi, duraylılığı yapısal özellikler tarafından denetlenen eklemlili, sert kaya kitlelerinde ve şevlerinde kendiliğinden veya deprem, çok şiddetli yağış gibi dış etkilerle, düşme, devrilme, kayma (kama, düzlemsel) şeklinde meydana gelen duraysızlıklar olarak tanımlanabilir.



Yapılan arazi çalışmaları, gözlemleri ve literatür taramaları sonucunda inceleme alanı içindeki kaya birimler için kaya düşmesi tehlikesi olasılığı belirleniyorsa, kaya kütlelerinde duraylı ve duraysız olabilecek şevlerin ayırt edilmesi amacıyla kinematik analizler yapılır.

Kinematik analizlerde düzlemsel, kama ve devrilme türü duraysızlıklar değerlendirilir ve;

Süreksizliklerin yönelimi

Şevin yönelimi

Süreksizlik yüzeylerinin içsel sürtünme açısı dikkate alınır.

Şev geometrisi, kayan kütlelerin ağırlığı ve dinamik yükler göz ardı edildiği için bir ön değerlendirme olarak kabul edilir.

Sonuç olarak arazi gözlemleri ve kinematik analizler sonucunda kaya düşmesi tehlikesi belirlenen alanlar ve etkilenebilecek alanlar çalışmaya uygun ölçekte haritalanarak sunulur. Literatürde ortak kabul görmüş, standartlaşmış bir kaya düşmesi haritası oluşturma yöntemi bulunmamaktadır.

### VII.3 TAŞKIN (SEL) VE SU BASKINI TEHLİKELERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Fiziki planlama çalışmalarına altlık oluşturmak üzere yerinde taşkın etütleri yapılır. Bu kapsamda akarsu yatak kapasiteleri, yerel koşullara uygun olarak, dere yatakları üzerinde uygun aralıklarla yeter sayıdaki enkesitler alınır, arazide saptanan akış koşulları büro çalışmaları ile değerlendirilir ve planlama sahasında yer alan akarsu, çay ve dere yataklarının 500 yıl tekerrür periyodlu pik debisi;  $Q_{500}$  için yatak kapasitesinin yeterlilik ve stabilitesi incelenir. Akarsu ana yatağı ve sağlı sollu taşkın alanlarındaki su yüzü profilleri çıkarılır ve planlamaya esas olan proje taşkın debisinin etkileyeceği sahanın sınırları belirlenir. Taşkın etütlerinde, ayrıca, akarsu veya dere yatağı üzerinde bulunan köprü, menfez gibi mühendislik yapılarının akış koşullarına olan kabarma vb. etkileri değerlendirilmelidir.

DSİ Genel Müdürlüğü planlama aşamasında veri olarak kullanılmak üzere, belediyelerden ve diğer ilgili kamu kurum ve kuruluşlarından iletilen talepler doğrultusunda, taşkın durumu etütlerini gerçekleştirir [Özçelik, 2006]. Su baskını riski taşıyan alanların sel risk haritaları da DSİ Genel Müdürlüğü'nce hazırlanır.

Taşkın (sel) tehlike haritaları, taşkına maruz kalma riski olan alanlara ilişkin bilgi verir ve tahliye planı için gerekli temel bilgileri sağlar. Bu haritalar hazırlanırken, inceleme alanının topoğrafik, jeolojik, hidrojeolojik ve jeomorfolojik koşulları, bölgeye ait meteorolojik verilerle birlikte değerlendirilerek, inceleme alanındaki potansiyel taşkın alanları belirlenmeli ve **su baskını tehlikesi haritası** üzerine işlenmelidir.

DSİ Genel Müdürlüğü'nce hazırlanan taşkın tehlike haritalarında, taşkın etkisine maruz kalabilecek alanlar halihazır haritalar üzerinde belirtilmekte, bu alanların zorunlu iskana düşünülmesi durumunda, belediye tarafından taşkın kontrolü amacıyla inşa edilmesi gereken tesislerin tip kesit ayrıntıları ile uygulanacakları güzergahlar harita ölçeğinde işaretlenmekte ve belirtilen önlemler alınmadığı takdirde, taşkın etki alanlarının imar planında iskan dışı tutulması önerilmektedir. DSİ, kapasite olarak yeterli bulunan dereleri, mevcut yatak şeritleri halihazır harita üzerinde şev üstlerinden itibaren işaretler ve bu derelerin olduğu gibi korunmasını önerir.

### VII.4 ÇIĞ TEHLİKESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

İnceleme alanında daha önce olan çığlar ile ilgili bilgiler, -varsa- arazi gözlem ve etüt raporları ve

önlem yapıları olarak önerilen yapılar hakkında rapor, AİGM ve diğer ilgili kamu kurumlarından sağlanmalıdır. İlgili kurum görüşü alındıktan ve güncel veriler sağlandıktan sonra gerekli değerlendirme ve yorum yapılmalı, hazırlanacak rapora kurum görüşleri ve arazi gözlemleri eklenmelidir. Topoğrafik harita, hava fotoğrafları, varsa uydu görüntüleri, coğrafi bilgiler ve meteorolojik veriler (büyük klima, küçük klima ve yağış) kullanılarak inceme alanı içerisindeki kesin ve olası çığ patikaları belirlenmeli ve topoğrafik harita üzerine işlenmelidir. Ayrıca bu patikalara ait fiziksel ve nivolojik ölçümler yapılmalı ve tüm bu veriler kullanılarak inceleme alanının bir sayısal çığ modeli hazırlanmalıdır. Bu model üzerinde yapılacak sayısal değerlendirmelerle de, belirlenen patikalarda bir çığ sırasında ve sonrasında nasıl bir etki oluşturabileceği ve çığın hangi boyutlarda oluşabileceği gibi bilgilerle, inceleme alanı içerisindeki kesin ve olası çığ alanlarını gösteren bir '**Çığ Tehlike Haritası**' oluşturulmalıdır.

İlk aşama olarak, üst ölçek planlama için AİGM Çığ şubesinden temin edilebilecek 1/25000 ölçekli çığ alanlarını gösteren haritalar yeterlidir. Ancak ikinci aşamada; uygulama imar planlarının hazırlanabilmesi için daha hassas ve ayrıntıda olan 1/1000 veya 1/500 ölçekte çığ risk haritaları gerekir. Bu tür haritalar henüz hazır olmadığından, bu haritaların ilgili kurumların önerdiği yöntemlere göre yapılması uygun olur.

#### **VII.5 DİĞER DOĞAL AFET TEHLİKELERİ (ÇÖKME-TASMAN, KARSTLAŞMA, TSUNAMİ, TIBBİ JEOLJİ VB.) VE MÜHENDİSLİK PROBLEMLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

Tasman, karstlaşma ve tıbbi jeolojik tehlikeler vb. bu bölümde açıklanır.

#### **VIII. İNCELEME ALANININ YERLEŞİME UYGUNLUK DEĞERLENDİRMESİ**

Bu bölümde etüt raporlarının önceki kısımlarında yapılan tüm çalışmalar ve ulaşılan sonuçların birlikte değerlendirilmesi ile çalışma alanının yerleşime uygunluk durumu belirlenmelidir. Çalışmalar dahilinde hazırlanmış olan ham veri haritaları (jeoloji, eğim, yeraltı suyu haritaları vb.), ara ürün haritalar ve final tehlike haritalarının tamamı değerlendirilerek, mühendislik yorumları da katılarak yerleşime uygunluk değerlendirmesi yapılır ve "Yerleşime Uygunluk Haritaları" hazırlanır. Farklı kapsam, içerik ve formattaki yerbilimsel çalışmaların temel amacı; planlama

yapılacak alandaki afet tehlike ve risklerini belirlemek ve afetlerin önlenmesi ve zararlarının azaltılabilmesi için, farklı tür ve ölçeklerdeki planlama çalışmalarına temel girdi sağlayan yerleşime uygunluk değerlendirmeleri yapmaktır. Daha açık bir ifade ile, yerleşime uygunluk değerlendirmeleri, planlama çalışmalarına esas yerbilimsel çalışmaların sonuçlarıdır. Yerleşime uygunluk değerlendirmesi, farklı ölçekteki planlama çalışmalarında plan kararlarını yönlendirici nitelikte alan tanımlarını ve bu alanlarda alınması gereken önlemleri içeren bir sentez çalışmasıdır. Dünyanın bir çok ülkesinde olduğu gibi ülkemizde de bu değerlendirmelerde inceleme yapılan alan;

Yerleşime Uygun Alanlar (UA)

Önlemlenilen Alanlar (ÖA)

Jeoteknik Etüt Gerekliliği Alanlar (JEGA) - Ayrıntılı

Jeoteknik Etüt Gerektiren Alanlar (AJE)

Yerleşime Uygun Olmayan Alanlar (UOA)

olarak gruplandırılmaktadır.

#### **Uygun Alanlar**

Çalışma alanı içinde, deprem koşulları hariç, hiçbir doğal afet tehlikesi potansiyeli taşımayan, jeolojik-jeoteknik özellikler açısından yerleşime uygululuğu etkileyebilecek hiçbir mühendislik problemi bulunmayan, herhangi bir önlem alınmasına gerek olmadan yapılaşmaya gidilebilecek alanlar olarak düşünülmeli ve söz konusu nedenler detaylı olarak verilmelidir. Rapor içerisinde ve Yerleşime Uygunluk Paftalarında "UA" simgesiyle gösterilmelidir.

#### **Önlemlenilen Alanlar**

Çalışma alanı içinde, doğal afet tehlikeleri ve/veya jeolojik-jeoteknik özellikleri nedeniyle yerleşime uygunluğu etkileyebilecek, belirli önlemleri yapılaşma öncesi ve/veya esnasında almak şartıyla planlamaya ve yapılaşmaya gidilebilecek alanlar olarak düşünülmeli, önlem alınması gereken konular, nedenleri ve alınması önerilen önlemler alt başlıklarda verilmelidir. Temel ve zemin etütlerine atıflarda bulunulmalıdır. Rapor içerisinde ve Yerleşime Uygunluk Paftalarında "ÖA" simgesiyle gösterilmelidir. Bu alanlar, formatlara uygun şekilde, kendi içlerinde sorun ve önlemleri açısından alt başlıklara ayrılmalıdır.

#### **Jeoteknik Etüt Gerekliliği Alanlar**

Yapılan gözlemsel jeolojik etütler sonucunda, jeoteknik çalışmalar (sondaj, laboratuvar deneyleri, tehlike analizleri, vb.) yapılmadan yerleşime uygunluk değerlendirilmesinin sağlıklı

olarak yapılamayacağı öngörülen alanlar olarak düşünülmelidir. Daha sonra yapılacak jeolojik-jeoteknik etüt esnasında üzerinde durulması gereken konular vurgulanmalıdır. Rapor içerisinde ve Yerleşime Uygunluk Paftalarında "JEGA" simgesiyle gösterilmelidir.

#### Ayrıntılı Jeoteknik Etüt Gerekiren Alanlar

Çalışma alanı içinde doğal afet tehlikeleri ve/veya jeolojik-jeoteknik özellikleri nedeniyle ve yine çalışma yöntemleri, miktarları, elde edilen veriler, ayrı uzmanlık alanı gerektiren çalışmalar gerektirmesi nedeniyle, hakkında tam ve güvenilir bir sonuca ulaşılamayan alanlar olarak düşünülmelidir. Çalışma alanında Ayrıntılı Jeoteknik Etüt Gerekli Alan tanımından mümkün olduğunca kaçınmak ve alanla ilgili kararı daha sonraki çalışmalara aktarmamak için, rapor öncesi çalışma planının ve literatür taramasının çok iyi yapılması ve özellikle veri yetersizliği nedenini ortadan kaldırmak için yeterli sayıda arazi ve laboratuvar çalışmalarının yapılmasına özen gösterilmelidir. Rapor içerisinde ve Yerleşime Uygunluk Paftalarında "AJE" simgesiyle gösterilmelidir. Bu alanlar gerekli yeni, daha fazla veri, sorunları tam olarak ortaya koyan ve çözümlerini içeren çalışmalar yapılmadan planlanmaması gereken alanlardır. AJE olarak belirlenen alanlar nedenleri ve daha sonra yapılması gereken çalışmaları ile birlikte açık olarak alt başlıklarda verilmelidir. Mikrobölgeleme çalışmalarında AJE alanlar oluşturulamaz.

#### Uygun Olmayan Alanlar

Çalışma alanı içinde doğal afet tehlikeleri ve/veya jeoteknik problemler, diğer kanunlar vb. nedenler veya teknik ve ekonomik olarak önlem alınması uygun bulunmamış alanlar olması nedeniyle, planlanmaması ve herhangi bir sebepten ötürü yapılaşmaya gidilmemesi gereken alanlar olarak düşünülmelidir. Rapor içerisinde ve Yerleşime Uygunluk Paftalarında "UOA" simgesiyle gösterilmelidir. UOA olarak belirlenen alanlar nedenleri ile birlikte açık olarak alt başlıklarda verilmelidir.

#### İmar planlarına esas olarak hazırlanan

**yerbilimsel etüt raporlarının yerleşime uygunluk değerlendirmesi ve/veya sonuç ve öneriler kısmında verilen öneriler, plancı tarafından, planlamaya esas diğer eşikler ve analitik etütler de dikkate alınarak, arazi kullanım kararları, kullanım yoğunlukları ve yapılaşma kararları belirlenmelidir.**

#### KAYNAKLAR

- AİGM, 2005 Afet Zararlarını Azaltmak İçin Mikrobölgeleme (Taslak), Ankara 2005.
- Bartlett, S.F. and Youd, T.L., 1995, Empirical prediction of liquefaction-induced lateral spread: Journal of Geotechnical Engineering, ASCE, v. 121, No. 4, p. 316-329.
- Canadian Foundation Engineering Manual, 3rd Edition 1992,, Bitech Publishers Ltd. 1992. [Engineering Manual]
- Deere, D.U., Miller, R.P (1966) "Classification and Index Properties of Intact Rock", "Technical Report" Kirkland Air Force Base, New Mexico
- DRM, 2004 Belediyeler için Sismik Bölgeleme El Kitabı, AİGM, Ankara
- Iwasaki, T., Tokida, K., Tatsuoka, F., Watanabe, S., Yasuda, S., Sato, H., 1982. "Microzonation for soil liquefaction potential using simplified methods" Vol 3.in: Proceedings of 3rd int. Conference on microzonation, Seattle, pp. 1319-1330.
- Kayabalı, K., 1995. "Sismik Tehlike Analizi: Teori ve Uygulama" Jeoloji Mühendisliği 46, 28-43.
- ÖZÇELİK, A. 2006, Kentsel taşkın riskinin yönetilmesi ve imar planı çalışmaları sırasında dikkate alınmak üzere sel risk haritalarının hazırlanması ile ilgili olarak DSİ tarafından hazırlanan bir etüt, I. Ulusal Taşkın Sempozyumu, s 445-460, Ankara
- Seed R. B., Cetin K. Ö., Moss R. E. S., Kammerer A. M., Wu J., Pestana J. M., Riemer M. F., Sancio R.B., Bray J.D., Kayen R. E., and Faris A. (2003). "Recent advances in soil liquefaction engineering: a unified and consistent framework. 26th Annual ASCE Los Angeles Geotechnical Spring Seminar, California.
- Sönmez, H., 2003. "Modification to the liquefaction potential index and liquefaction susceptibility mapping for a liquefaction-prone area (Inegol-Turkey). Environ Geology 44 (7): 862-871.
- Youd, T.L. ve Perkins, D.M. (1987) "Mapping of Liquefaction Severity Index", Journal of Geotechnical Engineering, (11):1374-1392.