

## GÜRPINAR (İSTANBUL) HEYELANLARINI ÖNLEMEDE DRENAJ GALERİLERİ

### DRAINAGE GALLERIES TO PREVENT GÜRPINAR (İSTANBUL) LANDSLIDES

Süleyman DALGIÇ

İ. Ü. Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34850 Avcılar - İSTANBUL

**ÖZ:** Gürpınar bölgesi heyelanları önlemek için, geçmişte değişik zaman ve kesimlerde çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmaların çoğunluğunda heyelanları önleme yöntemleri amacına ulaşmamış ve hareketler devam etmiştir. Gürpınar heyelanlarının ana nedenlerinden biri, yeraltısuyunun oluşturduğu boşluk suyu basıncıdır. Bu alanlarda, ortamdaki yeraltısuyunu uzaklaştırmak için yapılacak kuyu ve drenaj galerileri ile heyelanların duraylılıklarını arttırılabileceği belirlenmiştir.

Drenaj galerilerinde Gürpınar formasyonuna ait killi ve siltli çökellerde, yavaş ayrılıp dökülen ve kumlu düzeylerinde hareketli zemin özelliği bulunmaktadır. Duraylılık faktörüne göre drenaj galerilerinde kohezyonlu kesimlerde kazı esnasında aynada duraysızlıklar ve sıkışmalar beklenilmelidir. Yeraltısuyunun altında bulunan kohezyonsuz kesimlerde akıcı kum olayları diğer sorunları oluşturmaktadır.

**Anahtar Sözcükler:** Heyelan, yeraltısuyu, drenaj, galeri, duraylılık

**ABSTRACT:** Many investigators studied aim to prevent the Gürpınar landslides at the shore of the sea of Marmara. Most of these investigations did not solve this problem. The landslides continued to move. One of the triggers of the Gürpınar landslides is pore pressure caused by groundwater. In these areas, the wells and drainage galleries should have builded aim to the removing of groundwater. The method is a preventive of landslides, and causes the stability.

In the drainage galleries, the sandy levels of Gürpınar Formation cause the development of slides. Based on the calculations made for stability factor concept, it can be pronounced that cohesive soils along the drainage galleries may cause some stability problems at the tunnel face without considerable difficulties for the support control. The other problem which can be probably faced is a flow from the sand layer located below the ground water.

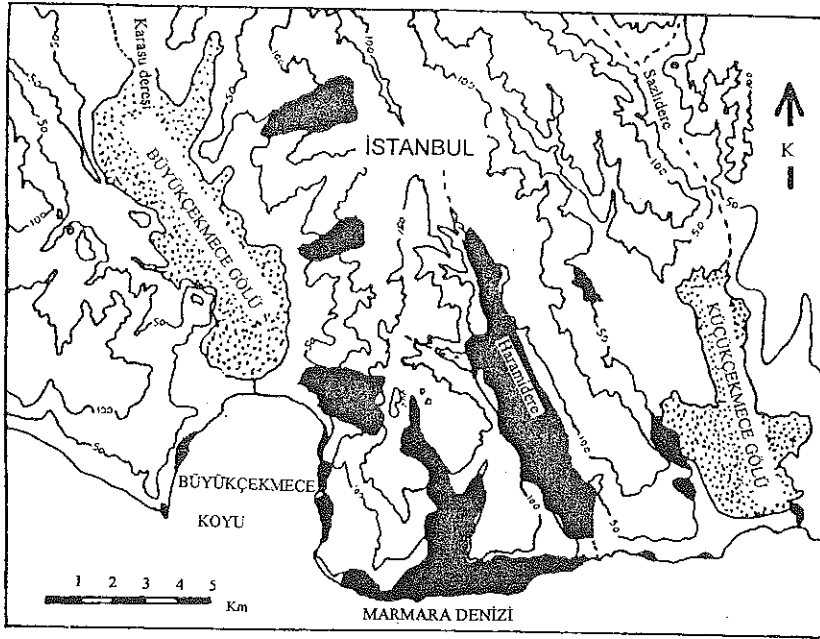
**Keys Words:** Landslide, groundwater, drainage galleries, stability

#### INTRODUCTION

Gürpınar bölgesinin Marmara sahilinde yer alan arazilerinin heyelan sorunları ile karşı karşıya olduğu bilinmektedir (Şekil 1). Bu durum yapılaşma aşamasında önemli duraylılık sorunları yaratmaktadır. Bölgede, heyelan tehlikesi yüksek olan yerlerde, geçmişte bir çok önleme çalışmaları yapılmıştır. Ancak bunlardan yüzey drenaj çalışmaları, şev düzenlemesi, yük aktarımı, dolgu ve istinat yapıları kalıcı bir duraylılık sağlamamıştır. Gürpınar dolaylarındaki çoğu heyelan sorunları, yeraltısuyu düzeyinin yüzeye yakın olması, drene edilmemesi ve yeraltı suyunun oluşturduğu boşluk suyu basınçları ile ilişkili olmaktadır. Dolayısıyla heyelanlı bir alanı duraylı hale getirmenin koşullarından biri de, yeraltı suyunun

drene edilerek ortamdaki uzaklaştırılmasıdır (Haneberg, 1990; Campbell, 1975; Sharp 1970; Sharp vd., 1972). Böylelikle ilksel özelliklerini kaybeden birimlerin, özellikle fisürlü killerin harekete geçmesi önlenmiş olmaktadır.

Gürpınar bölgesinde beş adet aktif heyelan alanı belirlenmiştir. Bu heyelanlar üzerinde değişik zamanlarda sondaj çalışmaları ve laboratuvar deneyleri yapılmıştır. Bu çalışmalar ile heyelanlı alanlarda drenaj galerisi ve bunları birbirine bağlayan kuyuların açılmasının gerekliliği ortaya çıkmıştır. Bölgedeki drenaj galerilerinin kazısı sırasında zemin davranışları söz konusudur. Dolayısıyla drenaj galerilerinde olası zemin davranışları, kazı ve tahkimat çalışmaları ve kazılarda beklenen olası sorunlar bu çalışmanın ana konusunu oluşturmuştur.



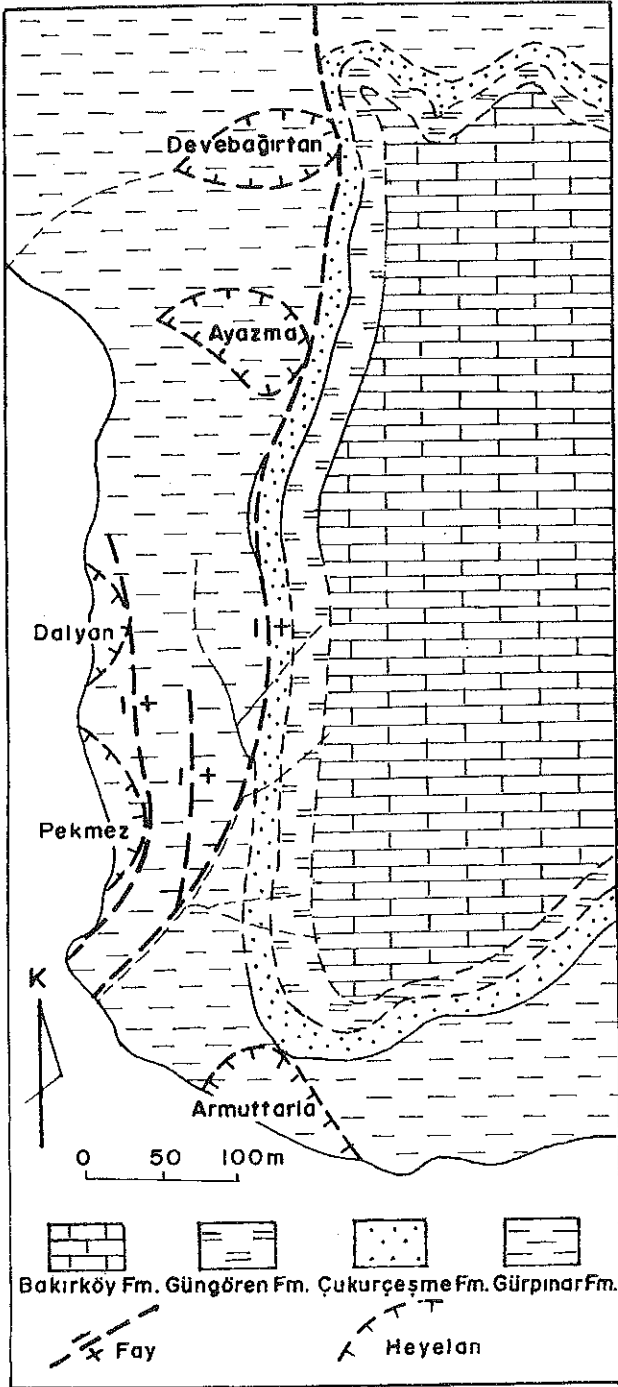
**Şekil 1.** Büyükçekmece ile Küçükçekmece gölleri arasındaki bölgenin etkin heyelanlı kesimleri (siyah alanlar), (Arpat, 1999).  
**Figure 1.** Between Büyükçekmece and Küçükçekmece lakes area in effect lands lide regions (black areas), (Arpat, 1999).

İnceleme alanında heyelanların drenaj galerisi yöntemiyle önlenmesi ile ilgili bir çalışma Geosan (1992) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada, Dalyan heyelanı olarak adlandırılan, heyelan tehlikesi yüksek alan içinde kazı ve dolgu olarak iki ayrı aşamada gerçekleştirilen çalışmada 7 adet 9 ile 30 m., toplam 140 m., derinlikte keson kuyu ve en kesiti 1.85 x 1.10 m olan, 293 m. uzunluğunda drenaj galerisi açılmıştır. Yapılan bu çalışma ile drenaj galerisinden 1,5 l/s su akışı olmuş ve heyelanlı kütle duraylı konuma geçmiştir. Drenaj galerisi boyunca, kayma düzlemlerinde, kumlu düzeylerde akma ve siltli killi düzeylerde galeri açıklığının desteksiz ayakta kalma süresinin kısalığından dolayı duraysızlık sorunları ve galeri kesitinin dar olmasından kaynaklanan çalışma zorlukları ile karşılaşmıştır.

İnceleme alanı ile ilgili en son çalışma Arpat, (1999) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada Büyükçekmece ile Küçükçekmece (İstanbul) heyelanların genel özellikleri ve yarattıkları başlıca sorunlar incelenmiştir. Ayrıca, bölgenin deprem kaynaklarına yakınlığı göz önüne alınarak, kayma düzlemlerinde yüksek gözenek basıncı oluşmasını önleyici drenaj önlemlerinin alınmasının önemi üzerinde durulmuştur.

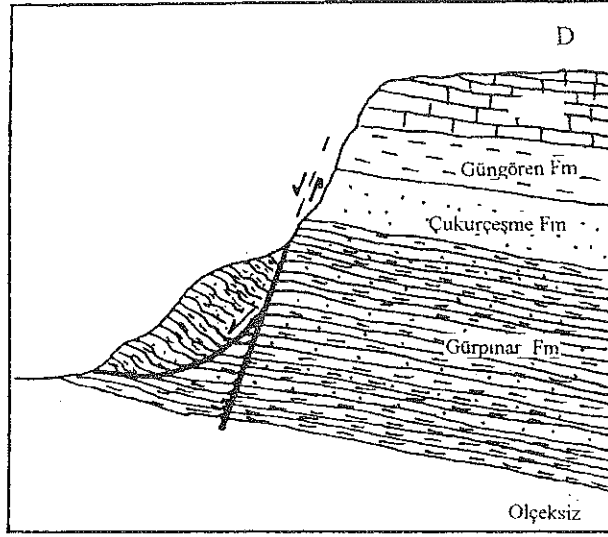
## JEOLJİK KONUM

Gürpınar bölgesinde, dik falezlerde görülen ve başlıca kum, silt ve kil araldanmasından oluşan Oligosen yaşlı Gürpınar formasyonu çökelleri bulunmaktadır (Şekil 2 ve Şekil 3). Gürpınar formasyonu arasında yer yer silttaşı, kumtaşı ve tuf ara tabakaları veya merclekleri bulunmaktadır. Gürpınar formasyonun bölgedeki ortalama kalınlığı 200 m kadardır. Yapılan bölgesel incelemelerden daha altta Eosen'e ait kireçtaşları ile Palcozo-yik temele ait birimlerin varlığı bilinmektedir (Yüzer vd.,1988). Gürpınar formasyonunun daha üstünde Mi-yosen yaşlı çökel birimleri bulunmaktadır. Mi-yosen yaşlı ilk birim Çukurçeşme formasyonudur. Bu formasyon, az tutturulmuş veya tutturulmamış çakıllı kum tabakaları ile arada kil tabakaları veya mercleklerinden oluşmakta ve birimin kalınlığı 20-30 m arasında değişmektedir. Bu birimin üstündeki Güngören formasyonu 20-25 metre kalınlığında, yeşilimsi gri, açık kahverenkli, ince kum merclekleri bulunan kil tabakalarından oluşur. Mi-yosen istifinde ayırt edilen en üst birim ise Bakırköy formasyonudur. Bakırköy formasyonu başlıca, beyaz, ince-orta tabakalı, arada yeşilimsi gri kil tabakaları bulunan 10-15



Şekil 2. İnceleme alanının jeoloji haritası.  
Figure 2. Geology map of study area.

metre kalınlığında kireçtaşından oluşmuştur. Bu formasyonlara ait litolojiler az eğimli veya yataya yakın konumdadır. Ancak, tektonik hareketlerin etkisiyle yer yer Miyosen çökellerini kesen faylar bulunmaktadır. Bu faylara bağlı olarak oluşan heyelanların izleri birbirine az çok paraleldir.



Şekil 3. Heyelanlı bir kesimin jeoloji enine kesiti.  
Figure 3. Cross-section in landslide area.

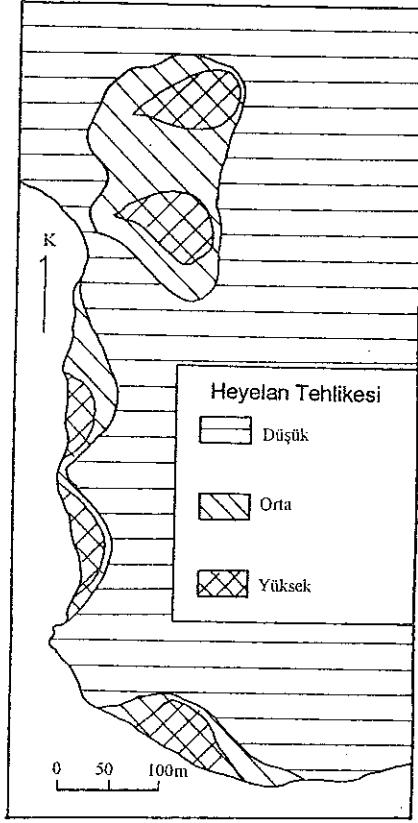
#### YERALTISUYU DURUMU

Gürpınar formasyonuna ait kil ve siltler litolojik açıdan yeraltı suyu taşımaya elverişli olmayan bir yapıya sahiptir. Bununla birlikte Gürpınar formasyonuna ait kil, silt ve kumlu düzeyler, üst kotlarında bulunan suya doymun durumdaki Bakırköy ve Çukurçeşme formasyonundan fay, kırık ve heyelan düzlemleri boyunca beslenmektedir (Dalgıç ve Şenyuva, 1995). Nitekim çalışma alanında Gürpınar formasyonunda yeraltısuyu üretimi için yapılan su kuyuları bu modeli desteklemektedir.

#### DURAYSIZLIKLARIN KONUMU VE DAĞILIMI

Çalışma alanı, genel olarak kuzey doğudan güney batıya veya batıya eğimli bir yamacın deniz kıyısına yakın kısmında yer almaktadır. Topoğrafyada deniz kıyısına yakın yaklaşık kuzey - güney doğrultulu dik yarlar veya kıyıya yakın falezler vardır. Bu dik yarların eteğinde, az çok paralel şeritler şeklinde, az eğimli düzlükler bulunmaktadır. Bölgenin bu ilginç morfolojik görünüşünü, başlıca, güney doğuya veya kuzey doğuya, 15-20 derece eğimli, ardalanmış kum, kil ve silt düzeyleri ile bu istifi kesen, kuzey güney doğrultulu fay düzlemlerine bağlı heyelan düzlemleri oluşturmaktadır.

Gürpınar dolayında oluşan (aktif) ve oluşması beklenen (potansiyel) kitle hareketlerinin boyutlarını, doğurduğu ve doğuracağı tehlikelerin sınırlarını ve alınacak koruma önlemlerini saptayabilmek için önceki çalışmaların önerdiği (Yüzer, 1995; Yüksel ve Dalgıç, 1995, Gökçeoğlu ve Aksoy, 1995) tehlike bölgeleri haritası hazırlanmıştır (Şekil 4). Haritanın hazırlanması sırasında litoloji, yapı, jeomorfoloji, hidrojeoloji ve jeome-



Şekil 4. Tehlike bölgeleri haritası.  
Figure 4. Landslide hazard map.

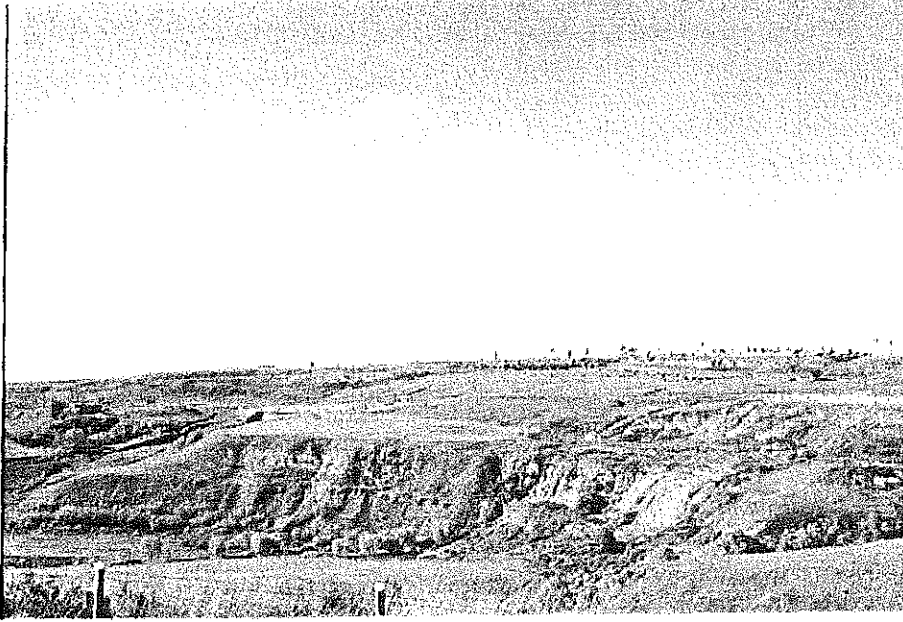
kanik özellikler dikkate alınmıştır. Tehlike haritasında kullanılan tehlike oranları (yüksek, orta ve düşük) Türkiye heyelan bölgeleri haritasındaki kullanım ölçütleri (Yüzer, 1995) göz önüne alınarak hazırlanmıştır. İnceleme alanı içerisinde sahile yakın kesimler heyelan tehlikesi yüksek alanları oluşturmaktadır. Bu alanlarda Devebağirtan, Ayazma, Dalyan, Pekmez ve Armutterla heyelanları bulunmaktadır. Heyelan tehlikesi en yüksek olan kesim ise Devebağirtan ve Ayazma heyelanıdır (Şekil 5 ve Şekil 6). Bu kesimlerdeki heyelanlara neden olarak fisürlü killerin varlığı, yeraltı suyu ve yamaçların % 30'dan (15°) fazla eğime sahip olması etkili olmuştur. Bu alanlarda yeraltı suyunu ortamdaki uzaklaştırmak için drenaj galerilerine gereksinim olabilecektir. Kütle hareketi tehlikesi orta olan bölgelerde, yamaç eğiminin % 15-30 (8-15°) ve pasif heyelanların bulunduğu alanlar belirlenmiştir (Şekil 7). Heyelan tehlikesi düşük alanlarda ise aktif heyelan zonlarından uzak bölgeler ve yamaç eğiminin % 0-15 (8°) arasında bulunduğu alanlar gösterilmiştir.

#### DURAYSIZLIKLARIN MEKANİZMASI

İnceleme alanında, Bakırköy ve Çukurçeşme formasyonlarından beslenen Gürpınar formasyonuna ait litolojilerde suyun varlığı artmış ve oluşan yüksek boşluk suyu basınçları heyelanların oluşmasında temel faktörlerden birini oluşturmuştur.



Şekil 5. Heyelan tehlikesi yüksek Devebağirtan heyelanı.  
Figure 5. High landslide risky at Devebağirtan landslide.



Şekil 6. Heyelan tehlikesi yüksek Ayazma heyelanı.  
Figure 6. High landslide risky at Ayazma landslide.



Şekil 7. İnceleme alanında heyelan tehlikesi orta alanlar.  
Figure 7. Medium landslide risky in the investigation area.

Başka bir yorumlama Tezcan vd., (1977) tarafından yapılmıştır. Bu yazarlar, Gürpınar formasyonu içerisindeki heyelanların yamaçlarda ve yüksek eğimli yerlerdeki, aşırı konsolide olmuş killi seviyelerin kayma

mukavemetlerinde zamanla meydana gelen azalmalar dolayısıyla meydana gelmiş olduğunu belirtmektedirler. Gürpınar'ın batı yamacı için geçerli olan bu duraysızlık mekanizması, doğusu için farklı özellikler sunmaktadır.

Nitekim, Yıldırım vd., (1996), bu alanlardaki duraysızlıkların, binaların temel zeminini oluşturan Güngören formasyonundaki killerin aşırı şişme ve kayma mukavemetinin suyla temas etmesi durumundaki değişim özelliğinden kaynaklandığını belirtmişlerdir.

Gürpınar ve yakın çevresindeki heyelanlarla ilgili bölgesel yorumlama ise Arpat, (1999) tarafından sunulmuştur. Yazar, Gürpınar bölgesindeki heyelanların Marmara çöküntüsünün kabaca Pliyosen başlarında hızlı bir şekilde oluşmaya başlaması ve Pleyistosen'de etkili olmaya başlayan buzul dönemlerinde vadilerin derine kazma aşamasındaki genişlemeleri ve vadiler derinleştikçe, dikleşen vadi yamaçlarında heyelanların meydana geldiğini ifade etmiştir.

Gürpınar bölgesindeki heyelanlar için belirlenen bu yorumlar aslında birbirlerini tamamlar niteliktedir. Başka bir deyişle Gürpınar bölgesindeki heyelanların nedenlerini oluşturan parametrelerdir.

#### LABORATUVAR DENEYLERİ

Gürpınar formasyonun çeşitli derinliklerinden sağlanan örneklerde, bu makalenin yazarı tarafından yapılan likit ve plastik limit deneylerinde, sırasıyla % 70-80 ve % 30-33 değerleri elde edilmiştir. Bu değerler Birleştirilmiş zemin sınıflamasında çok plastik yağlı kil (CH) sınıfına girmektedir. Örneklerin serbest basınç dayanımı  $\sigma_c=0.9-2.2 \text{ kg/cm}^2$  civarındadır. Bu değerler, orta ile sert kil özelliğini göstermektedir.

Gürpınar formasyonunun örselenmemiş killeri üzerinde drenajsız üç eksenli basınç deneyleri yapılarak makaslama dayanım parametreleri Toğrol (1967) tarafından belirlenmiştir. Toğrol (1967)'e göre iki farklı su içeriğinde efektif makaslama dayanım parametreleri:

$$w = \% 37.7 \quad c_r = 40 \text{ kN/m}^2 \quad \phi_r = 17.5^\circ$$

$$w = \% 30.7 \quad c_r = 40 \text{ kN/m}^2 \quad \phi_r = 20^\circ$$

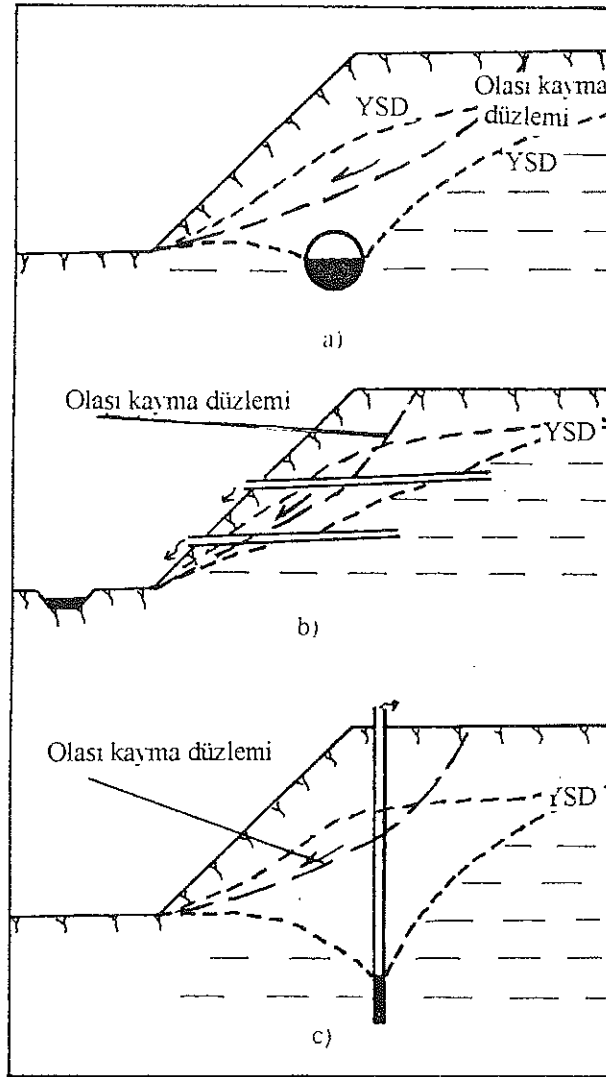
olarak saptanmıştır.

Durgunoğlu ve Vardar (1979)'a göre ise geriye dönük duraylılık analizlerinde Gürpınar formasyonuna ait killerin efektif kohezyonu  $C_r=0$ , efektif içsel sürtünme açısı  $\phi_r = 13-23^\circ$  ve ortalama  $18^\circ$  olarak saptamıştır. Fakat bu değerlerde kullanılan boşluk suyu miktarı belirtilmemiştir.

İstanbul killlerinde Toğrol vd., (1996)'nin yaptığı geriye dönük duraylılık analizlerinde ise Durgunoğlu ve Vardar (1979)'ın çalışmasına benzer  $C_r=0$ , ve  $\phi_r = 14^\circ$  değerleri saptanmıştır.

#### DRENAJ GALERİLERİ

Heyelan tehlikesi yüksek alanlardaki kitle hareketlerini önlemek için başlıca harekete neden olan aktif kuvvetlerin azaltılması, hareketi durduran pasif kuvvetlerin artırılması, kaymadan kaçınma veya kaymayı zararsız hale getirmek gerekmektedir. Aktif kuvvetlerin azaltılması ise, iki genel yöntemin kullanılması ile yapılmaktadır. Bunlar, kayması söz konusu olan kütle, hareket nedeni olabilecek sürükleyici kuvveti kapsayan kısmın kazılıp atılması veya su içeriğini azaltmak suretiyle zemin kütlelerinin ağırlığını azaltan drenaj galerisi veya sondaj çalışmalarıdır (Şekil 8). Büyük çaplı heyelanların önlenmesinde drenaj galerisi çalışmaları diğer



Şekil 8. Drenaj çeşitleri; a) Drenaj galerisi, b) Yatay sondajlar, c) Düşey kuyu.

Figure 8. Drainage alternatives; a) Drainage gallery, b) Horizontal boreholes, c) Vertical borehole

önleme yöntemlerine göre ekonomik sonuçlar verebilmektedir. Ancak, yamacın konumu uygun ise ve daha az oranda yeraltısuyunun beklendiği alanlarda sondaj çalışmaları maliyet açısından tercih edilmektedir. Diğer durumlarda drenaj galerileri, heyelan önleyici yöntemlere göre masraflı olmaktadır.

### Drenaj galerilerinin konumları

Heyelan tehlikesi yüksek alanlarda drenaj galerilerinin giriş kısmını belirlemek için kayma yüzeyi boyunca önce bir yarım açılmalı ve kayma yüzeyine paralel kazı çalışmalarına başlanmalıdır. Galerinin taban eğimi, drenaj amacına uygun olarak gerçekleştirilmelidir. Drenaj galerisinin su toplamasını artırmak için düşey veya yüzey suyunu toplamak amacıyla eğimli kuyular ile birbirine bağlanmalıdır. Ayrıca, yüzeyde kuyuları birbirine bağlayan balık kılıcı yüzey drenaj çalışmaları yapılmalıdır.

### Drenaj galerilerinde olası zemin davranışı

İnceleme alanındaki zeminler, Tunnellman's zemin sınıflamasına (Smirnoff, 1989) göre değerlendirilmiştir. Bu sınıflamaya göre, Gürpınar formasyonuna ait killer fisürlü yapıları ve sınıflamada belirtilen zemin türüne ilişkin ölçütler dikkate alınarak yavaş ayrılıp dökülen zemin sınıfındadırlar. Formasyon içerisindeki kum çökeltileri ise hareketli zemin sınıfında yer almaktadır. Yavaş ayrılıp dökülebilen zeminlerin desteksiz durma süresi çok kısa olduğu için duraylılık sorunları ile karşılaşılması olasıdır. Özellikle yeraltısuyu tablasının altında kalan çok yumuşak killerde, siltli ve gevşek kumlarda veya çakıllarda göreceli olarak oldukça kısa, buna karşın çok sıkı kumlar ile katı-sert killerde duraylılık süresi daha uzun olabilmektedir (Megaw ve Bartlett, 1981).

Killi zeminlerde açılan galerilerin duraylılığı için, önceden belirlemeye olanak sağlayan duraylılık faktörü ( $N_t$ ) yaklaşımının kullanılması önerilmektedir (Broms ve Bennemark, 1967). Bu faktör aşağıdaki eşitlik ile verilmektedir:

$$N_t = (P_z - P_a) / S_u$$

$$N_t = \text{Duraylılık faktörü}$$

$$P_z = \text{Örtü basıncı (=}\gamma z)$$

$$P_a = \text{Basıncılı hava (kullanılıyor ise)}$$

$$S_u = \text{Kilin drenajsız makaslama dayanımı (} S_u = \sigma_c / 2)$$

Bu eşitlikte  $N_t \leq 4$  ise sorun beklenmez,  $N_t \geq 5$  ise kil hızla sıkışır,  $N_t \geq 6$  ise aynaya doğru hareket başlar,  $N_t \geq 7$  ise makaslama yenilmesi olmakta ve tahkimat kontrolü güçleşmektedir. İnceleme alanında ortalama bi-

rim hacim ağırlığı  $1.90 \text{ gr/cm}^3$ , drenajsız makaslama dayanımı ( $S_u$ ) için laboratuvarında bulunan serbest basınç değerlerinin ( $0.9 \text{ kg/cm}^2 - 2.2 \text{ kg/cm}^2$ ) yarısı değerleri alınarak, çeşitli derinliklerde açılacak galeri için duraylılık faktörü hesaplanmıştır. Yapılan hesaplamalarda  $N_t \geq 7$  olmakta ve drenaj galerilerinde makaslama yenilmeleri ile tahkimat sorunları olabilmektedir. Nitekim, Geosan (1992) tarafından açılan drenaj galerisinde zaman zaman kayma zonlarında yenilme olayları ile karşılaşmıştır.

### Drenaj galerisinde kazı ve tahkimat çalışmaları

Gerek kuyuların kazıları, gerekse drenaj galerisindeki kazı çalışmaları, Gürpınar formasyonuna ait killi, siltli, kumlu litolojiler içerisinde gerçekleştirilecektir. Galeri çalışmalarında gerilme konsantrasyonlarının en az olduğu galeri kesiti dairesel veya dairesele yakın olmalıdır. Kazı üst yarı ve alt yarı şeklinde kazılıp desteklenmelidir. Kazı kolaylığı, güvenlik ve öngörülen galeri kesitlerini koruyabilmek amacıyla, kompresör tabancaları ve el aletleri kullanılarak kazılmalıdır. Çalışma alanındaki heyelanların statik dengeleri değerlendirilerek, galeri dışına çıkarılan pasanın başka alanlara aktarılmasına dikkat edilmelidir. Galeriler 2.0 m - 3.0 m çapında, ilerleme adımları 0.50 m - 0.75 m. olmalı ve sonrasında hemen destekleme yapılmalıdır. Destekleme sistemi çelik iksa ve çelik hasırdan oluşmalıdır.

Galeri kazısı sırasında galeri kesitinin dar olmasından kaynaklanan çalışma zorluğu, dar kesitte, 1 saat gibi kısa bir duraylılık süresi içinde, yeterli hız ve nitelikte destekleme-sağlamaştırma sağlanamadığından teknolojiye bağlı duraylılık sorunları yaşanmaktadır. Daha sonraki aşamada galeri ve kuyu cidarları tüümüyle jeotekstil ile kaplanmalı ve galerinin sürekli desteğini sağlamak üzere içi çakıl ve blok boyutunda kaya ile doldurulmalıdır.

### Drenaj galeri kazılarında beklenen olası sorunlar

Drenaj galerilerine gelen yeraltısuyu, kazı çalışmaları sırasında zeminin dayanımının azalması, hacim artması ve gevsemeye sebebiyet vermektedir. Yine Gürpınar formasyonuna ait silt ve ince kum boyutundaki malzemelerin yeraltısuyu ile birlikte gevşeyip akma sorunları ortaya çıkacaktır.

Drenaj galerilerinin sığ derinlikte, düşük dayanımlı zemin içerisinde açılması, yeraltısuyunun ortamdaki uzaklaştırılması ve üzerinde yerleşim yerlerinin bulunması nedeniyle yüzeydeki binalarda oturma sorunları da ortaya çıkarmaktadır. Bir başka sorun da kazı sırasında siltli ve kumlu malzemelerin kazı sırasında boşluğa doğru akması ile oluşacak malzeme kaybıdır. Bu ne-

denlerle drenaj galeri kazılarının mümkün olduğu kadar üzerinde bina bulunmamasına dikkat edilmesi ve malzeme kaybının olduğu kesimlerin yerine yeni malzeme doldurulması gerekmektedir.

Gürpınar formasyonundan alınan örneklerin likit limitleri % 70-%80 arasında değişmektedir. Means ve Parcher (1963)'e göre, %50 ve üzerindeki likit limit değerleri, bu malzeme içinde şişme özelliğine sahip montmorillonitin olduğunu göstermektedir. Gürpınar formasyonu içerisinde yapılan XRD analizlerinde ve şişme deneylerinde (Çiçek, 1994) killi seviyelerin yapısına su absorbe ederek kolay şişme özelliğine sahip olan montmorillonit türü kil minerali saptanması da likit limit değerlerini desteklemektedir. Yine aynı yazar tarafından şişme deney sonuçlarının % 0.40-% 3.87 arasında değiştiği belirlenmiştir. Şişme miktarı % 2'den küçük olduğunda kazıda ciddi bir sorun olmamaktadır (Heuer, 1974). Belirlenen şişme miktarlarına göre ise kazılar sırasında şişme sorunları olabilecektir. Ayrıca, deneylerde 6.5-35 kPa arasında değişen şişme basınçlarının elde edilmiş olmasının killerin dayanımına olumsuz yönde etki yapabilecektir.

## SONUÇ VE ÖNERİLER

Gürpınar bölgesinde heyelan tehlikesi yüksek alanlarda, duraysızlığın başlıca nedenlerinden biri yeraltı suyudur. Bu nedenle, heyelan tehlikesi yüksek alanlarda drenaj sorununun çözülmüş olması gerekmektedir. Ancak bu durumlarda heyelan tehlikesi yüksek alanlarda yapılaşma yoluna gidilmelidir. Diğer durumlarda bölgenin Kuzey Anadolu Fay zonuna yakınlığı nedeniyle yağışlı dönemlerde zeminin suya doygun olması ile önemli can ve mal kayıpları ile karşılaşılması olasıdır.

Bu nedenle Gürpınar dolayında heyelan tehlikesi yüksek alanlarda, yamaçta düşey kuyuların açılması ve bu kuyuların da drenaj galerisine bağlanması önerilmektedir. Yapılacak bu çalışmalar sırasında heyelan tehlikesi yüksek alanlarda çok sayıda ve değişik konumlarda küçük kayma düzlemleri bulunmaktadır. Bu nedenle galerilerde duraylık, yeraltı suyu gelişi, borulanma ve şişme, yüzeyde de oturma sorunları ortaya çıkabilecektir. Karşılaşılabilecek bu sorunlara rağmen, başarılı drenaj galeri kazıları ile bölgedeki heyelanlar önlenilecektir.

## KATKI BELİRTME

Yazar, bu makalenin hazırlanmasına veri sağlayan Jeo. Yük. Müh. Anđan Özeren'e ve Geosan A.Ş. 'ne teşekkürlerini sunar.

## SUMMARY

The study area in the Gürpınar village is located on the foot of a slope dipping towards the Sea of Marmara. On this slope extending parallel to the coast, a tilted morphology is developed in association with faults of north-south direction. Gürpınar formation consisting of mainly clay, sand and silt occurs in this morphology and it dips into the slope with 10-15°.

In areas with high landslide risky indicated in map of Gürpınar region, one of the reasons of instability is groundwater. For this reason, in an area where mass movements occur, vertical wells were drilled and then connected to drainage galleries. Clays with sand layer in the Gürpınar Formation constitute the soft ground material along the drainage galleries. From the soft ground tunneling point of view, it is expected that sand layer behave as running grounds.

## DEĞİNİLEN BELGELER

- Arpat, E., 1999,** Büyükçekmece ile Küçükçekmece (İstanbul) heyelanlarının genel özellikleri ve yarattıkları başlıca sorunlar, 52. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiriler Kitabı, 10-12 Mayıs, s.17-23, Ankara.
- Broms, B.B., ve Bennermark, H., 1967,** Stability of clay at vertical openings, Journal ASCE 3, 71-94.
- Campbell, R., H., 1975,** Soil slips, debris flows, and rainstorms in the Santa Monica Mountains and vicinity, southern California. U.S. Geol. Surv. Prof. Pap. 851, 51 pp.
- Çiçek, N., 1994,** Küçükçekmece (İstanbul) atıksu Galerisi güzergahının Küçükçekmece ve Kiremithane koyu arasındaki bölümünün jeo-mühendislik değerlendirilmesi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 78 s.
- Dalgıç, S. ve Şenyuva, T., 1995,** Büyükçekmece Gürpınar köyü Pekmez mevkiindeki 1052 no'lu parselin jeoteknik incelemesi, İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Döner Sermaye İşletmesi, Proje No:376/95.
- Durgunoğlu, T., Vardar, M., 1979,** Stability of natural slopes in the region between Çekmece Lakes. Uygulamada zemin mekaniđi ulusal sempozyumu, 65-76.
- Geosan, 1992,** İstanbul-Gürpınar Akçimento Tic. A.Ş. Drenaj Galerisi Çalışması, Doğal Kaynaklar ve hammaddeler sanayi ve Ticaret A.Ş. (Yayınlanmamış rapor), 41 s.
- Gökçeoğlu, C., ve Aksoy, H., 1995,** Mengen (Bolu) yöresi yamaç duraysızlıklarının analitik yöntemler ve



- görüntü işleme teknikleriyle araştırılması, Yerbilimleri (Hacettepe Üniversitesi, Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Bülteni), 17, 17-33.
- Haneberg, C., W., 1990**, Observation and analysis of pore pressure fluctuations in a thin colluvium landslide complex near Cincinnati, Ohio.
- Heuer, R.E., 1974**, Important ground parameters in soft ground tunneling, Proc. on subsurface exploration for underground excavation and heavy construction, Henniker, New Hampshire, 40-55.
- Means, E.E ve Parcher, J.V., 1963**, Physical properties of soils, Charles E. Merrill Publishing, Co., Columbus, Ohio, 464 p.
- Megaw, T.W. ve Bartlett, J.W., 1981**, Tunneling in soft ground, Ellis Horward Ltd, pp145.
- Sharp, J.C., 1970**, Drainage characteristics of subsurface galleries. Proceedings of the Second International Congress on Rock Mechanics, Belgrade, Vol. 3, paper no. 6-10, 8 p.
- Sharp, J. C., Hoek, E., Brawner, C.O., 1972**, Influence of groundwater on the stability of rock masses and dreinage system for increasing the stability of slopes. Proceedings of the Institution of Mining and Metallurgy, vol.81, pp A113-A120.
- Smirnoff, T.P., 1989**, Tunneling in soft Ground, Chapter 12, in underground structures design and instrumentation, ed. R.S. Sinha, Elsevier, 985 s.
- Tezcan, S., Durgunoğlu, T., vd., 1977**, İstanbul yeni iskan yöreleri geoteknik ve sismik etüdü; Boğaziçi Üniversitesi, Deprem Mühendisliği Araştırma Enstitüsü, Dahili rapor no: 77-14T. 119s.
- Toğrol, E. 1967**, Zeminlerin mekanik davranışı, İTÜ, 163.
- Toğrol, E., Eroskay, O., Lord, A., Coruk, Ö., 1996**, Stabilization of slopes in Istanbul green clay, DGF-Bulletin 11, Proceedings XI ECSMFE, 8.161.
- Yıldırım, M., Yıldırım, S., Akgüner, C., 1996**, Haramidere-Yakuplu yöresi zemin davranışının yapılardaki temel sistemine etkileri, IX Mühendislik Fakültesi Sempozyumu, Isparta.
- Yüksel, A., F., Dalgıç, S., 1995**, Heyelan tehlikeleri: Arazi kullanımı planlaması için bir rehber ön çalışması, İkinci ulusal heyelan sempozyumu, Adapazarı, s.59-70.
- Yüzer, E., Erdoğan, M., Eyüpoğlu, R., vd., 1988**, İstanbul Küçükçekmece Resneli çiftliği ve dolayının mühendislik jeolojisi ve yerleşime uygunluk raporu. İTÜ Yerbilimleri ve Yeraltı Kaynakları Uygulama ve Araştırma Merkezi, Proje No:24, 50 s.
- Yüzer, E., 1995**, Heyelan tehlike ve hasarlarının azatılmasında heyelan bölgeleri haritalarının önemi, İkinci ulusal heyelan sempozyumu, Adapazarı, s. 10-22.

**Makalenin geliş tarihi** : 22.01.1999  
**Makalenin yayına kabul tarihi** : 11.10.1999  
**Received** : January 22, 1999  
**Accepted** : October 11, 1999

