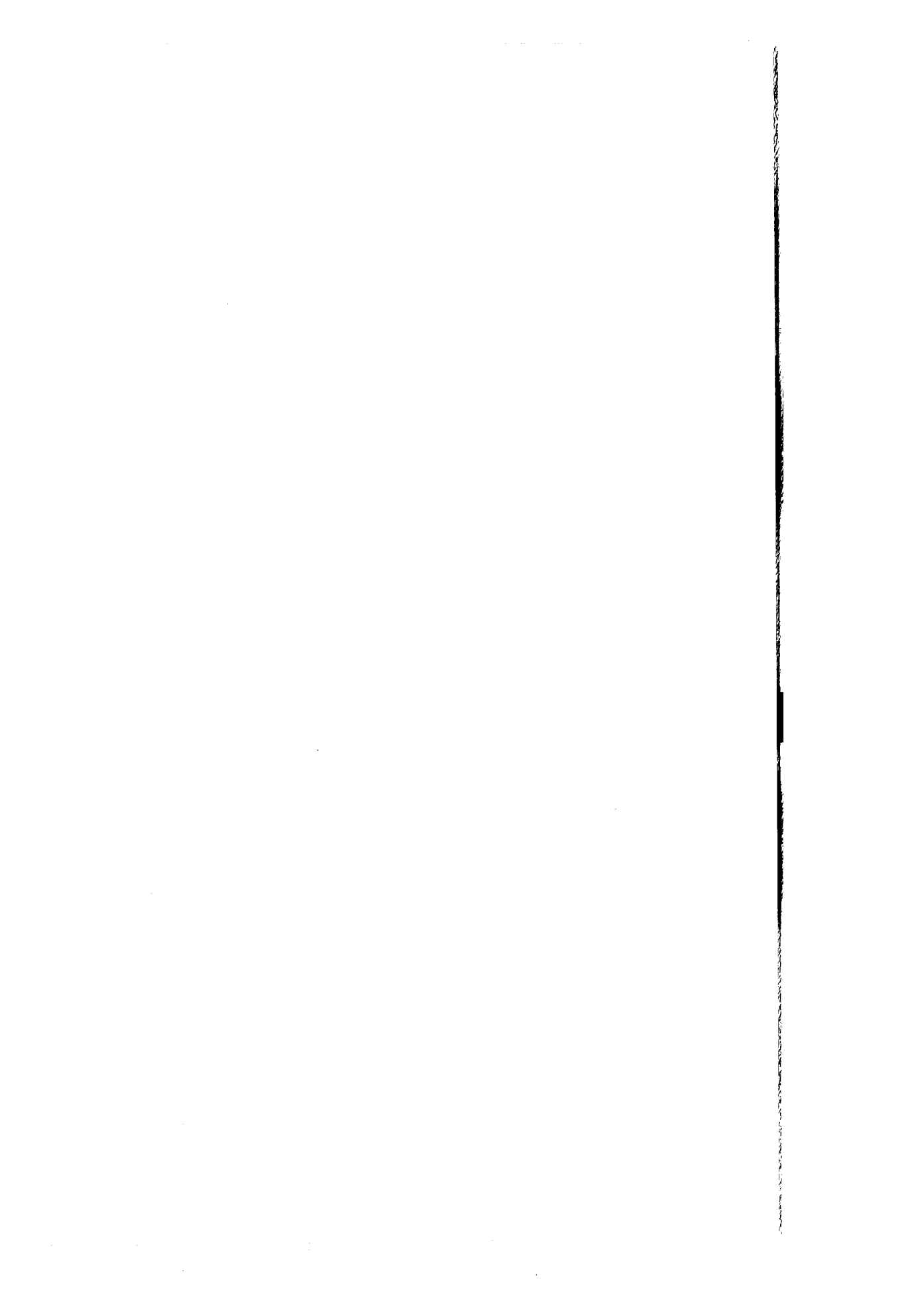


VI. Oturum

Çevre Geotekniği



**ŞEVLİ BÖLGELERDE PROJE VE UYGULAMADA
GEOTEKNİK FAKTÖRLERİN GÖZARDI EDİLMESİYLE
ORTAYA ÇIKAN SORUNLAR**

Devrim ALKAYA
Yard. Doç. Dr.
Pamukkale Üniversitesi
DENİZLİ

ÖZET

Sağlıklı kentleşmenin sağlanabilmesi için inşaat mühendislerine planlama öncesi ve sonrası büyük görevler düşmektedir. İnşaat mühendisliği geoteknik anabilim dalı açısından kent planlamasına ve yer seçimine etki etki eden geoteknik faktörler belirtilmiş, sağlıklı kent ve geoteknik açıdan güvenli yerleşim alanlarının oluşumu için en önemli etkenler olan deprem güvenliği, yerel zemin koşulları, doğru yer seçimi ve proje ve uygulamada karşılaşılan geoteknik problemleri incelenmiştir.

Örnek çalışma olarak Denizli Bağbaşı beldesi sınırlarında kalan yamaçlarda yapılan toplu konutlar incelenecektir. Yapı kooperatifçiliği yöntemi ile üretilen konutlarda geoteknik faktörlerin göz ardı edilmesi ile ortaya çıkan güvensiz yerleşim, istinat duvarlarında oluşan kaymalar ve ortaya çıkan sorunların çözüm yöntemleri incelenecektir.

Geoteknik açıdan yeterli araştırma yapılmadan yapılan lüks konutlarda yanal toprak basıncına dayanamayan istinat yapılarında oluşan kaymalar nedeniyle temeller açığa çıkmış ve istinat duvarları hareket etmiş yerleşim alanı olarak, güvensiz bir görünüm ortaya çıkmıştır. Stable şev stabilitesi programı ile şev analizi yapılmış ve bulunan sonuçlar daha önce yapılan

çalışmalarla karşılaştırılmıştır. Ortaya çıkan durumun düzeltilmesi için geoteknik iyileştirme önerileri sıralanmıştır.

GİRİŞ

Kentler değişik karakterdeki sosyal sınıfların oluşturduğu bir toplumun kendine özgü düzen içinde yaşamlarını sürdürmeye çalıştıkları yerdir. Kentin idari sınırları, nüfus ölçütleri, ekonomik ve sosyal ölçütlere göre tanımlama yapılabilir. Sosyolojik ölçütlere göre kent tanımlamasında yaşama, çalışma ve kültür bakımından nüfus yoğunluğu ve bir araya gelmiş insanların ve binaların köylere nazaran daha ayrıcalık göstermesi kıstas alınmaktadır.

Hızlı nüfus artışı, kentte yaşam isteği, sanayi tesislerinin kentlerde yoğunlaşması kente göç hareketlerini hızlandırmış yeni kentlerin kurulmasına ve mevcut kentlerin büyümesine yol açmıştır. Kentlerdeki nüfus artışı yeni kent planlarının yapılması ve halen mevcut planların revizyonunu gerekli kılmaktadır.

Kentleşmenin sağlıklı olarak sağlanabilmesi için Şehir plancılığının yanı sıra bir çok bilim dalının ortak çalışması, planlama öncesi ve planlama esnasında görev almaları sağlıklı kentleşmenin sağlanabilmesi için zorunludur.

Yerleşime açılacak olan bölgelerde yapılaşma alanının jeolojik yapısı ve zemin özellikleri hakkında ayrıntılı geoteknik çalışmaların yapılması yapı mühendisine çok yararlı bilgiler sağlayarak, zemin stabilitesi, dayanımı, kazı koşulları, dayanma yapıları ve temel tipinin en doğru şekilde projelendirilmesini sağlayacaktır.

Örnek çalışma alanında Jeoloji ve Geoteknik Mühendisliği alanında gereken hizmet alınmadan imara açılan alan ve lük konut amaçlı hazırlanan projeler zaman içerisinde sorunlar ortaya çıkarmış yapıların güvenliği tehlikeye girmiş sorunların çözümü için ek para harcanmış zaman ve para kaybı nedeniyle maliyetler yükselmiştir.

AMAÇ

Kentleşme çalışmalarında geoteknik faktörler açıklanmıştır. Örnek çalışmada şevli bölgedeki zemin yapısı ve zeminin geoteknik özellikleri incelenmiştir. Şev stabilitesi analizleri stable programı kullanılarak yapılmış ve güvenlik sayıları belirlenmiştir. Şevli bölgede yapılan kazılarda toprak tutucu yapılarda oluşan kaymalar incelenmiştir. Kaymaların sebepleri açıklanmıştır. Ortaya çıkan sorunlara çözüm getirilmeye çalışılmıştır.

GEOTEKNİK MÜHENDİSLİĞİ AÇISINDAN PLANLAMAYA ETKİ EDEN FAKTÖRLER

Kent planlarının yapılması, yeni alanların imara açılması, mevcut kentlerde kent sağlığını iyileştirecek yatırımların yapılması sırasında kanuni zorunluluk olarak Jeolojik rapor alınmaktadır. Jeolojik raporların kentleşme ve İnşaat Mühendisliği açısından doğru yorumu ve güvenli projelerin hazırlanabilmesi için, Geoteknik uzmanı inşaat mühendisinin, alanın imara açılması ve planlama aşamasında yer alması sağlıklı kentleşme açısından büyük yarar sağlayacaktır. Sağlıklı kentleşme farklı bilim dallarının ortak çalışmasını gerektirmektedir.

Planlama çalışmalarında geoteknik mühendisliği açısından önemli olan faktörleri şu şekilde sıralayabiliriz (Erguvanlı, 1995)

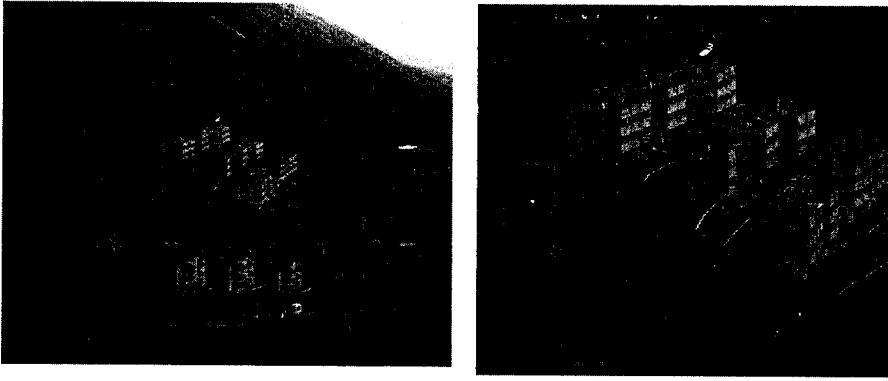
1. Jeomorfolojik ve topoğrafik özellikler (eğimler, düzlükler vb.)
2. Jeolojik yapısal özellikler, süreksizlikler
3. Yamaç ve şevlerin stabilitesi
4. Hidrolojik özellikler
 - Yağış, taşkın, su sağlama
 - Yeraltı su düzeyinin değişimi
5. Yerel zemin koşulları
 - Sıvılaşma tehlikesi olan bölgeler
 - Yerleşime elverişsiz alanlar
6. Depremsellik
7. Çevre geotekniği açısından bölgenin durumu

Sağlıklı kentlerin oluşumunda yukarıda sayılan kriterlerin incelenmesi ve geoteknik mühendisince yorumlanması, yer seçiminin doğru yapılması ve gerekli önlemlerin alınması daha sonra meydana gelecek sorunları önleyebilir.

ÖRNEK ÇALIŞMA (DENİZLİ - BAĞBAŞI GÜNEYİ)

Denizli ili Bağbaşı beldesinde yüksek eğimli doğal yamaçlarda (şevli) bölgelerde imara açılan alanlar ve bu bölgede kooperatifler eliyle yapılan konutlarda ortaya çıkan sorunlar incelenmiştir (Şekil 1,2). Riskli yada yapılaşma açısından büyük maliyet gerektiren bölgeler imara açıldıktan sonra Bağbaşı Belediyesi tarafından genel jeolojik etüd Pamukkale Üniversitesine yaptırılmış ve mevcut jeolojik yapı Jeoloji Bölümü tarafından ortaya konmuştur (Şekil 3-4).

İnceleme alanı Ege bölgesi güney sınırında Denizli il merkezinin güneyinde 1/100000 ölçekli topoğrafik haritaların Denizli M22 paftasında yer almaktadır. Büyük menderes grabeninin güneydoğusunda ve grabenin güney kanadı üzerinde yer alan inceleme alanı ve yakın çevresi graben tektoniğine bağlı bir morfoloji sunmaktadır. İncelenen alanın güney tarafı yüksek dağlar ve sarp yamaçlarla kuşatılmıştır. Kuzeye doğru gidildikçe yamaç molozu ve alüvyon yelpazesi niteliğinde bir zemin yapısı hakim olmaktadır.



Şekil 1-2 Çalışma alanının genel görünüşü (Foto: D. Alkaya)



Şekil 3-4: Babadağ Fayı yüzeyi (Çalışma alanının güneyi) ve çalışma alanı

Şevli bölgedeki zemin yapısı ve zeminin geoteknik özellikleri incelenmiştir. Şev stabilitesi analizleri yapılmış ve güvenlik sayıları stable programı kullanılarak belirlenmiştir. Şevli bölgede yapılan kazılarda toprak tutucu yapılarda oluşan kaymalar incelenmiştir. Kaymaların sebepleri açıklanmıştır. Ortaya çıkan sorunlara çözüm getirilmeye çalışılmıştır.

Çalışma alanının Jeolojik Özellikleri

İnceleme alanının stratigrafik kesiti şekil 5 de verilmiştir. İnceleme alanında kuvaterner oluşumları havza kenarlarını sınırlayan fay hatları önünde biriken alüvyal yelpazeler, yamaç molozları, kolüvyonlar ve dere yataklarının gevşek tortulları ile alüvyondan ibarettir. Kıvrıklı, Bağbaşı ve Tekkeköy'ün güney kesimlerinde gözlenen blok, çakıl, kum, silt, kil boyutunda oldukça köşeli ve heterojen malzemedan oluşan yamaç molozları, fay zonuna bağlı olarak gelişen tutturulmamış düzensiz yığıntılardır. Menderes grabeninin güney kanadını oluşturan inceleme alanı yaklaşık doğu – batı doğrultuda uzanan Babadağ fayı düzleminden ve sarp kayalarda kaya blokların fiziksel ve kimyasal ayrışmaları ile kopan farklı boyuttaki parçaların yamaç üzerinde birikmeleri sonucunda oluşmuşlardır (Şekil 6). Yamaç molozunu oluşturan malzemenin cinsi ana kayanın cinsine bağlı olup boyutları değişkendir. Alüvyon yelpazesi birimi derelerden taşınan blok, çakıl, kum, silt ve kil malzemedan oluşur. Üst seviyelerde tutturulmamış olarak yer alır.

İnceleme alanında rekristalize kireçtaşı, kalkışist ve mermer çakıllarından oluşan yamaç molozu biriminin boşluklu ve geçirgen olmasından dolayı stabilite problemi görülmektedir. Yamaç molozu birimi mermer, şist, blok ve çakılı, kum silt ve ara dolgudan oluşmaktadır. Bina inşaatları için yamaçlarda yapılmış olan temel kazılarında yapılan gözlemlerden bu birimin tabanda karbonat çimentolu ve masif bir yapıda olduğu gözlenmiştir. Taneler

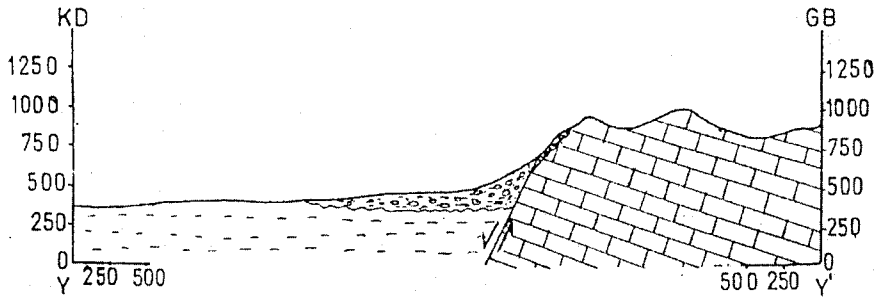
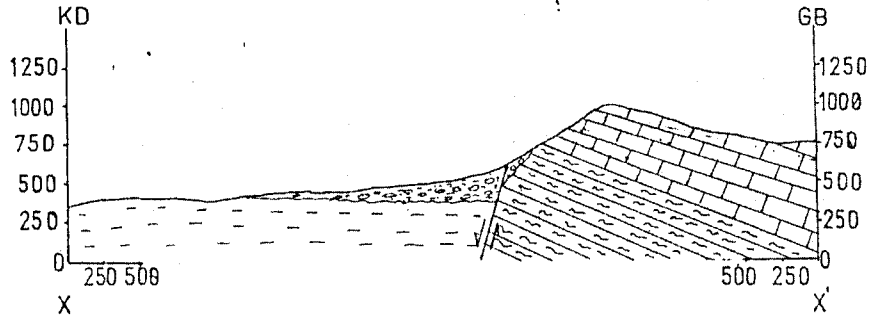
birbirine karbonat çimento ile tutturulmuştur. Yüzeyde ise karbonat çimentosu azalmakta, genelde tane destekli boşluklu ve en üst kesimlerde de kum ve silt ara dolgulu bir yapı görülmektedir. (Şekil 7 a,b,c,d)

Çalışma alanının güneydoğusundaki Kopuz deresi yağışlı mevsimlerde akışa geçmektedir. Şiddetli yağışlar sırasında akışa geçen yağış, dere yatağı üzerinde yapılan binalar için tehlike oluşturmaktadır. (Balbay,2000)

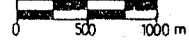
Çalışma alanında yazların sıcak ve kurak, kışların soğuk ve yağışlı geçtiği Akdeniz iklimi hüküm sürmektedir. Yağışlar genellikle yağmur, nadiren de kar biçimindedir. Meteoroloji verilerine göre ortalama yağış 579,44 mm olup en az yağış Ağustos ayında, en fazla yağış Ocak ayında düşmektedir. Bitki örtüsü ise yamaçlarda çam ormanları ve makilik, tepelerde de makilik biçimindedir.

Üst Sistem	Sistem	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR
SENOZOYİK	KUVATERNER		Alüvyon, tutturulmamış çakıl, kum, silt, kil
			Yamaç molozu, rekristalize kireçtaşı, şist bileşenli çakıl, kil, silt, kum arakatkılı, tutturulmamış çakıl, kum, silt, kil
MESOZOYİK	TRİYAS-JURA		kireçtaşı
PALEOZOYİK	PERMİYEN		Rekristalize kireçtaşı, şist, kalkışist ardalanması

Şekil 5: İnceleme alanının stratigrafik kesiti (Balbay, 2000)



AÇIKLAMALAR



Yamaç molozu



Alüvyon

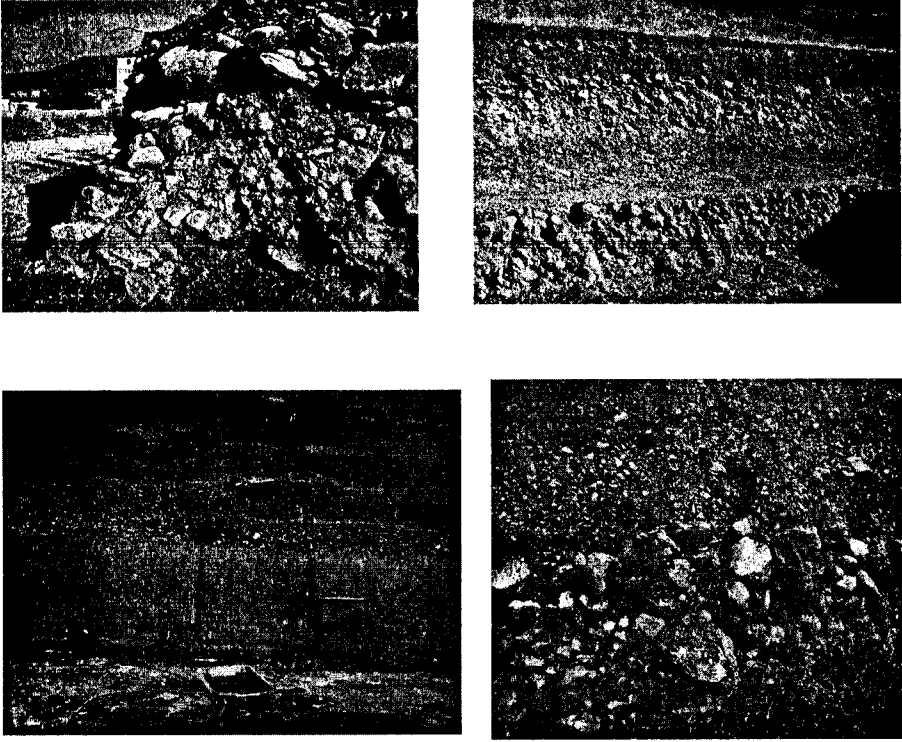


Yarı-kristalize kireçtaşı



Kalkşist-Mermer-Mikaşist
Mermer-Kristalize kireçtaşı

Şekil 6: Bağbaşı-Kınıklı civarının jeolojik enine kesitleri (Karakurt,1999)



Şekil 7: Çalışma alanındaki zemin yapısı

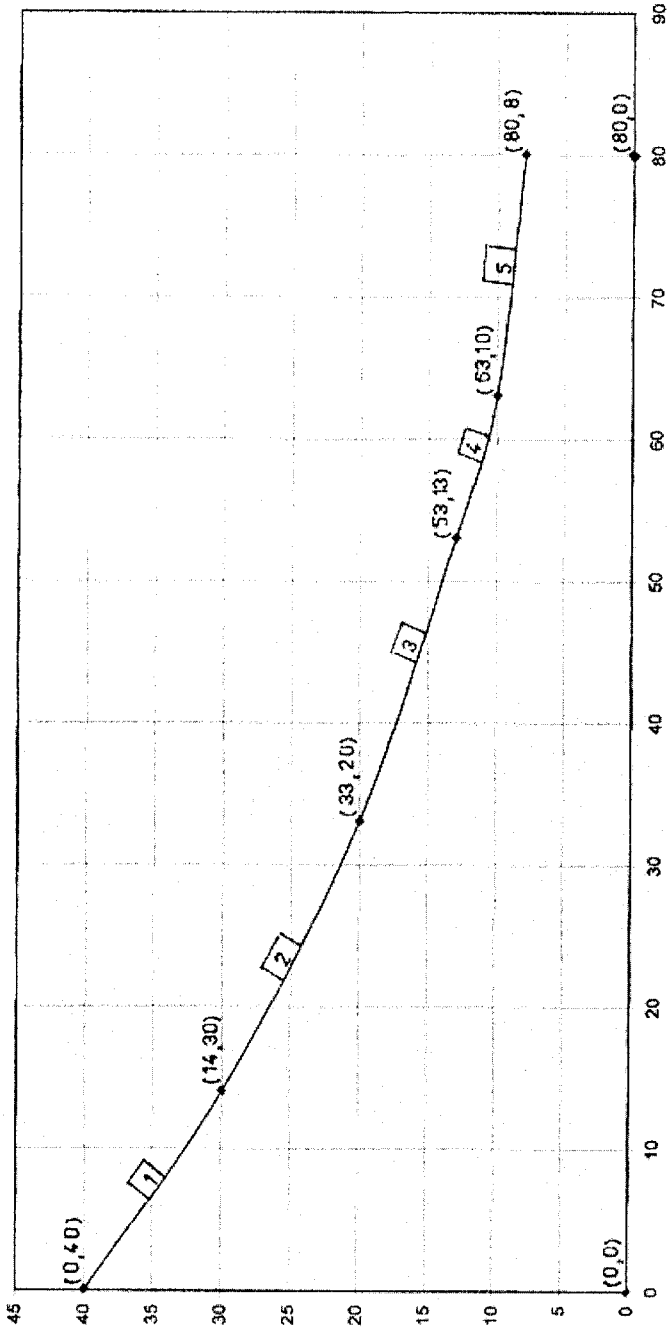
Çalışma Alanında Yapılan Çalışmalar ve Gözlemler

Çalışma alanında ilk olarak topoğrafya belirlenmiş bilgisayar programında kullanılacak koordinatlar elde edilmiştir (Şekil 8). Bilgisayar programında kullanılan zemin parametreleri için yamaç molozu biriminin killi siltli seviyelerinden alınan örnekler üzerinde kesme kutusu deneyi yapılmış ve kohezyon $c = 0$; içsel sürtünme açısı $\phi = 32^\circ$ bulunmuştur. Doğal birim hacim ağırlığı $\gamma_n = 19,0 \text{ kN/m}^3$ olarak belirlenmiştir. Balbay tarafından hazırlanan “Bağbaşı (Denizli) Güneyi Yerleşim Yerinin Mühendislik Jeolojisi Açısından İncelenmesi” adlı yüksek lisans dönem projesinde yamaç molozu biriminin killi siltli seviyelerinden alınan örnekler üzerinde kesme

kutusu deneyi yapılmış ve kohezyon $c = 0$; içsel sürtünme açısı $\phi = 31,8^\circ$ değerleri elde edilmiştir. Aynı çalışmada $\gamma_{\text{ıslak}} = 21,5 \text{ kN/m}^3$; $\gamma_{\text{kuru}}=18,0 \text{ kN/m}^3$; $\gamma_n=19,0 \text{ kN/m}^3$ olarak verilmektedir. Bulunan değerler daha önce yapılan çalışmalar ile uyumludur.

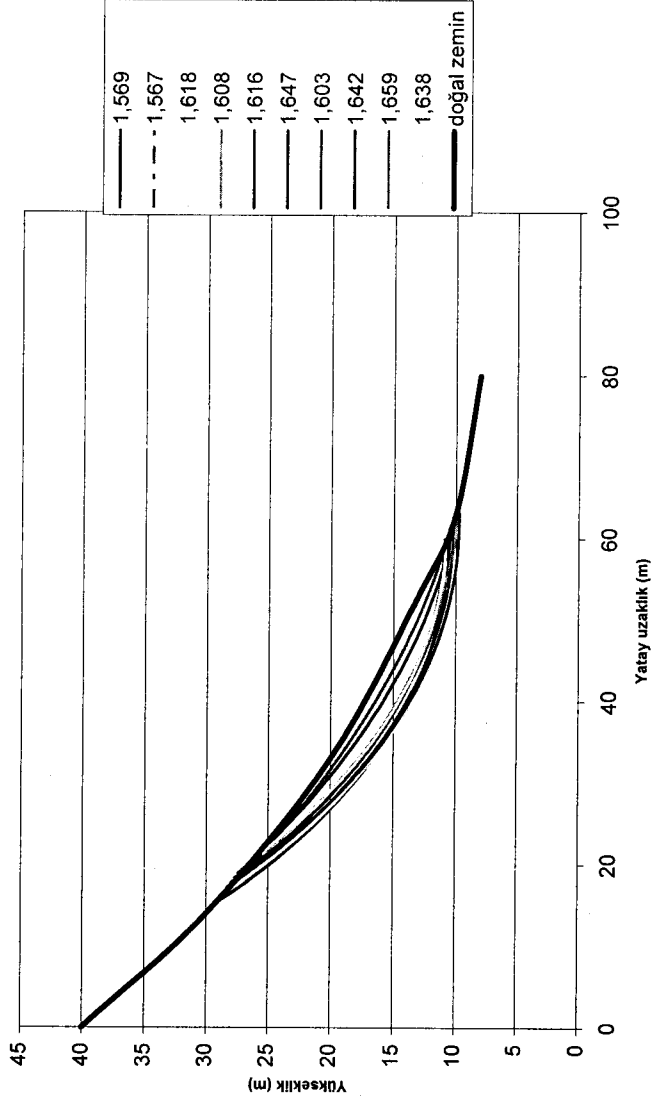
Bilgisayar programına veriler girilirken yeraltı suyunun olmadığı, deprem yükünün ve yüzeysel yüklerin sifıra eşit olduğu varsayılmıştır. Ele alınan zemin profili Şekil 8' de verilmiştir. Çözüm sonucunda ilgili koordinatlar EXCEL de açılarak kritik kayma daireleri çizdirilmiştir. STABLE çıktıları sonraki sayfalarda verilmiştir. Kayma daireleri Şekil 9'te gösterilmektedir.

İnceleme alanında su çıkışı olmaması nedeniyle ilk analizde yeraltı suyunun olmadığı kabulü yapılmıştır. Yağışlı mevsimlerde gözenekli olan yamaç molozu suya doymun hale geçebilecek ve farklı zaman aralıklarında boşluk suyu basıncı artacak ve yamacın güvenlik sayısı düşebilecektir. Ru değerinin 0.2 olduğu durumda şev güvenlik sayısı 1.5'un altına inmektedir. Bulunan sonuçlara göre yamaç üzerinde yer alan binalar geoteknik risk altında olup olabilecek bir kaymada binalarda hasar oluşabilecektir.



Şekil 8: Stable programında kullanılan doğal zemin profili

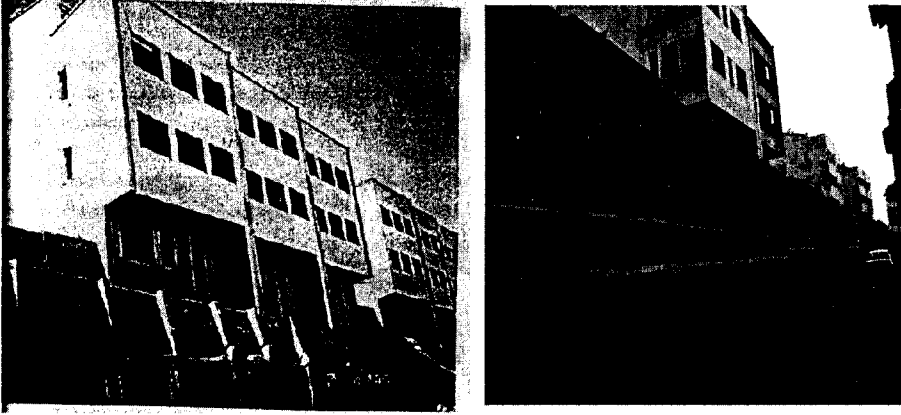
Olası Kayma Daireleri ve Güvenlik Sayıları (Stable Programı)



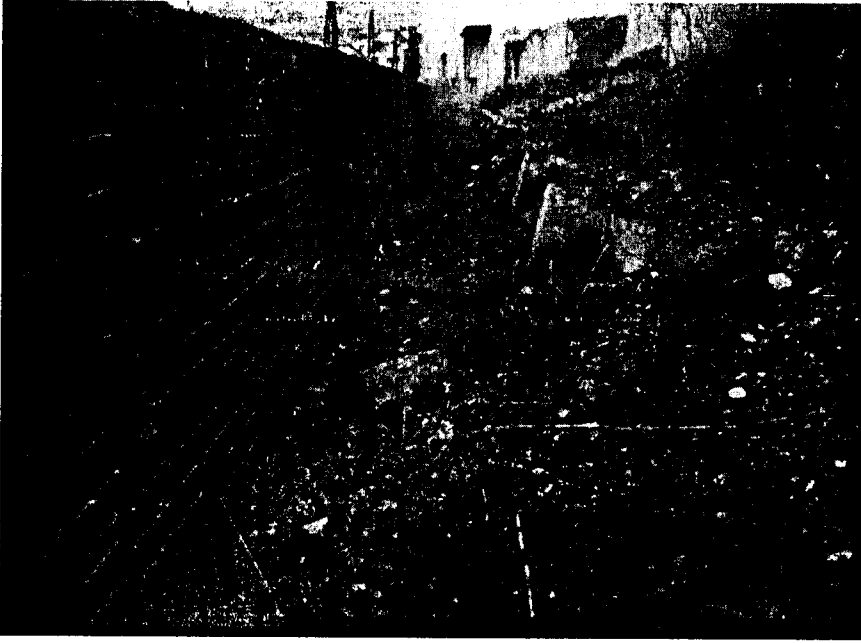
Şekil 9: Olası Kayma Daireleri ve Güvenlik Sayıları

Çalışma alanında yer alan bina zeminlerinde kaymalar oluşmuştur. Kaymaların önüne geçebilmek için yeterli geoteknik danışmanlık alınmadan ve geoteknik koşullar göz ardı edilerek istinat duvarları inşa edilmiştir. İstinat yapılarının boyutlarının yetersizliği ve kışın oluşan fay yüzeyi boyunca sızan kaynak suları ve yağış sularının tahliyesi için yeterli drenaj önlemlerinin alınmaması istinat duvarlarında kayma, kırılma sonuçlarına yol açmıştır. Eski istinat duvarları tamamıyla işlevini yitirmiş ve yerine yeni duvarlar inşa edilmiştir (Şekil 10,11,12). İstinat duvarları projelendirilmesinde geoteknik koşulların göz ardı edilmesi sonucu inşaat maliyetleri beklenilenin çok üzerine çıkmıştır.

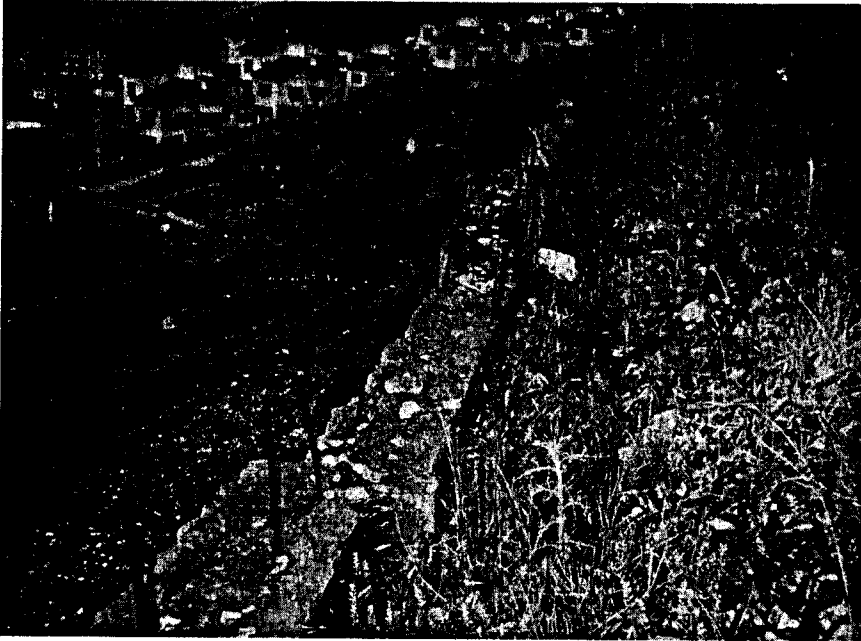
Yamaç molozu birimin kaymasıyla site içinde yer alan merdivenlerde deformasyonlar oluşmuştur (Şekil 13). Merdivenlerde zemindeki hareketlenme sonucu oluşan oturma ve deformasyonlar sonucu merdivenlerde yenilenmiştir. Zeminde oluşan kayma sonucunda temel altlarında boşalmalar meydana gelmiştir (Şekil 14).



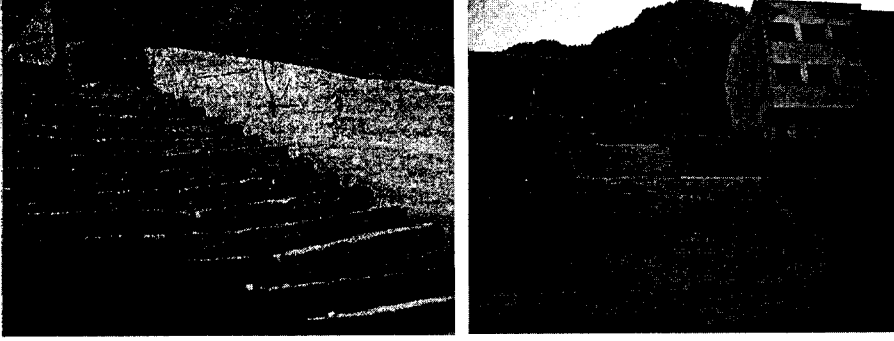
Şekil 10: a) İlk yapılan İstinat duvarlarında kayma ve kırılma (Foto I. Balbay)
b) Yenilenen istinat duvarları (Foto: D. Alkaya)



Şekil 11: Eski ve yeni dayanma duvarları (Foto: O. Abay)



Şekil 12: Farklı ötelenmelerin görüldüğü dayanma duvarı (Foto:O. Abay)



Şekil 13: a) Merdivenlerde oluşan deformasyonlar (Foto: I. Balbay) b) Yenilenen merdivenler ve istinat duvarları (Foto: D. Alkaya)



Şekil 14: Temel altında boşalma (Foto: D. Alkaya)

Yeni yapılan istinat duvarlarında toprak basıncını azaltmak için tekstil atıkları duvar arka dolgusu olarak kullanıldığı görülmüştür (Şekil 15).



Şekil 15: Yeni inşa edilen betonarme konsol istinat duvarlarında tekstil atıklarının duvar arka dolgusu olarak kullanılması (Foto: D. Alkaya)

SONUÇ

1. İmara açılarak kooperatif usulü lüks konutları yapılması düşünülen alanda projelendirme öncesi jeolojik ve geoteknik faktörler tamamıyla göz ardı edilerek projeler hazırlanmıştır. Bu durum inşaat aşamasında büyük sorunlar ortaya çıkarmış ve alanın ve yapılan konutların değerini düşürmüştür.
2. Çalışma alanı jeolojik açıdan kuvaterner yaşlı yamaç molozu, kollüvyon, alüvyon ve alüvyon yelpazesidir.
3. Çalışma alanının hemen yanından halen aktif bir fay olan Babadağ fayı geçmektedir. Fay üzerinde meydana gelebilecek depremde açılma meydana gelebilir ve yapılara zarar verebilir.
4. Yamaç molozu ve alüvyon yelpazesini oluşturan zemin iri bloklar, kum, silt ve kilin çok sıkı olmayan bir şekilde tutturulmasıyla oluşmuştur. Yamaç molozu geçirgen bir yapıya sahiptir.
5. Stabilitate analizlerinde kuru durumda güvenli bir görünüm arz eden yamaçların (şevlerin) su etkisiyle kayabileceği tespit edilmiştir.

6. Mevsimsel akıŖa geen eski dere yatağı alüvyon yelpazesi üzerindeki yapılar uzun dönemde taŖkın tehlikesi altındadır. Dere ıslahları için acilen alıŖma yapılmalıdır.
7. Kaymayı önlemek amaçlı inşa edilen istinat yapılarının büyük bölümü geoteknik koŖullar göz ardı edilerek ve su itkisi göz önüne alınmadan inşa edilmiŖ ve sonuçta tüm duvarlar yıkılmıŖ ve yenileri inşa edilmiŖtir. Bu durum site inŖaatını uzatmıŖ ve maliyetleri arttırmıŖtır.
8. Bölge doğal bitki örtüsü ile kaplıdır. Toprak tutucu kökleri derine inen bitkilendirme alıŖmaları yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

1. Abay O., Doğal Şevlerin Stabilitesi, PAÜ., Müh. Fak. İnşaat Müh. Böl., Bitirme Tezi Yön: Y. Doç. Dr. Devrim Alkaya, 2003, Denizli
2. Balbay I., Bağbaşı Güneyi Yerleşim Yerinin Mühendislik Jeolojisi Açısından İncelenmesi, PAÜ Fen Bilimleri Enst., Yüksek Lis. Dönem Projesi, Dan: doç. Dr. Halil Kumsar), Denizli, 2000
3. Erguvanlı, K., Mühendislik Jeolojisi, Seç Yayın dağıtım, 1995, İstanbul
4. Karakurt F., Bağbaşı Güneyindeki Yerleşim Alanının Yamaç Duraylılığı Açısından İncelenmesi, PAÜ Müh. Fak. Jeoloji Bölümü, Bitirme Tezi,yön: Doç. Dr. Halil Kumsar, Denizli,1999
5. Önalp, A. İnşaat Mühendislerine Geoteknik Bilgisi, KTÜ Yayınları,1983 Trabzon
6. Yıldırım, B. (1988) Tabii Şevlerin Stabilitesi, İTÜ Yüksek Lisans Tezi, İstanbul
7. Önalp, A.; Gündüz, Z. (1995) Zemin Yamaç Duraylılığında Kayma Direnci Parametrelerinin Seçimi, İkinci Ulusal Heyelan Sempozyumu, Adapazarı
8. Şev Stabilite Analizleri İçin Geliştirilmiş STABLE Bilgisayar Programı Kullanım Klavuzu, Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir
9. TS 8853 (1991)Yamaç Ve Şevlerin Dengesi Ve Hesap Metotları, TSE, Ankara

ABSTRACT

Increase of population economical and technological development bring about uncontrolled settlement. The sites are chosen for urbanization must have been geotechnical investigations.

In this study geotechnical risk assessment of the building located at the Babadağ fault slope at the South of Bağbaşı Municipality has been investigated. The settlement in Bağbaşı town is mainly on talus on the slopes of fault zones, alluvium fan deposits. Talus formation is made up of marble, schist, recrystallised limestone blocks fallen from the Babadağ fault scarp. During the site investigations, it was observed that the settlement on this soil formation is still carried out. Deformations on the retaining walls were also observed. These deformations may increase during the rainy season when surface water infiltrates into the ground and softens the soil. During the field study, rock sliding, toppling of retaining walls, slope failure in talus formation, broken concrete steps due to settlement were observed.