

PLEYİSTOSEN-GÜNCEL GEVŞEK ÇÖKELLER ÜZERİNDE YAPILAŞMANIN JEOTEKNİK AÇIDAN DEĞERLENDİRİLMESİ: MERSİN İLİ ÖRNEĞİ

İbrahim ÇOBANOĞLU*, **Ahmet ÖZBEK****, **Murat GÜL*****

*PAÜ. Müh. Fak. Jeoloji Müh. Bölümü, 20017, Knıklı / DENİZLİ

**KSÜ. Müh.-Mim. Fak. Jeoloji Müh. Bölümü, Avşar Yerleşkesi / KAHRAMANMARAŞ

***M.Ü. Müh. Fak. Jeoloji Müh. Bölümü, 48000, Kötekli / MUĞLA

ÖZET: Günümüzde ve geçmişte birçok yerleşim yeri litolojik, topoğrafik özellikleri ve konumları nedeniyle Pleyistosen-Güncel yaşlı gevşek çökeller üzerinde inşaa edilmiştir ve edilmeye devam edilmektedir. Bununla birlikte genel olarak mühendislik problemlerinin büyük çoğunluğu da bu çökeller için tipik olmaktadır. Bu tür alanlara örneklerden biri de Mersin il merkezi ve çevresidir. Bu alanlarda akarsular tarafından oluşturulmuş eski ve yeni alüvyon çökelleri, kıyı kumulları, kalış ve çeşitli renkteki toprak oluşumları bulunmaktadır. Bu çalışmada Mersin ili Mezitli Beldesi yerleşim alanı içinde yer alan gevşek çökellerin fiziksel ve mekanik özellikleri araştırılmış ve elde edilen parametreler ışığında mevcut yapılaşmanın durumu değerlendirilmiştir. İnceleme alanının sahile oldukça yakın olması ve buna bağlı olarak yeraltı su seviyesinin yüzeye yakınlığı, çökellerin gevşek ve kazılan yüzeysel temellerin oldukça sığ olması yapılaşma açısından oldukça büyük risk oluşturmaktadır. Nitekim, incelenen kazı çukurlarında, sudan dolayı temellerde çalışmaların imkansız hale geldiği aynı nedenle kazı derinliklerinin artınlamadığı görülmüştür. Pleyistosen-Güncel yaşlı birimlerin heterojen dağılım sunması, düşük dayanım değerleri göstermesi, yüksek derecede sıkışabilir olması ve insan aktiviteleri nedeniyle üzerine gelen statik yükün sürekli artması, binalarda kırılma, çatlama ve oturma gibi problemlere neden olmaktadır. Bu çalışmanın temel amacı da, incelenen bu litolojiye ait parametrelerin görünen olumsuz duruma ne derece uyum sağladığının belirlenmesidir. Bu alandaki zeminin özellikleri önceden yapılmış zemin etüt çalışmaları ile birlikte bu çalışma kapsamında yapılmış araştırma çukurları ve arazi gözlemleri kullanılarak belirlenmeye çalışılmıştır. Elde edilen örselenmiş ve örselenmemiş zemin örnekleri üzerinde zeminin temel fiziksel ve mekanik özelliklerini belirlemeye yönelik deneyler yapılmıştır. Yapılan drenajlı kesme kutusu deneyleri ile kum boyutundaki iri taneli çökellerin kayma dayanımı parametreleri elde edilmiştir. SP zemin grubunda yer alan bu gevşek çökellerin sıvılaşma potansiyellerinin yüksek olması yapılaşma yapılaşma açısından risk taşıyan bölgeler olduğunu ortaya koymuştur. Bununla birlikte bölgede çok katlı yapılaşmanın hızla devam ettiği gözlenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Pleyistosen-Güncel çökeller, Gevşek çökeller, Mersin, Jeoteknik özellikler

Geotechnically Evaluations Of Buildings Over The Pleistocene-Recent Loose Deposits: A Case Study From Mersin

ABSTRACT: A great number of settlement areas from past to present have been constructed over the Pleistocene-Recent loose deposits due to their lithological, topographical properties and positions. Nonetheless, many engineering problems are generally typical for these deposits. One of the example of these areas is located in and around the Mersin city center. Old and recent alluvial deposits formed by rivers, beach deposits, sand dunes, calcrete and various colored soil formations are found in this region. Within the scope of this study, physical and mechanical properties of the loose units situated in the Mezitli town of Mersin Province were investigated, and the situation of the recent buildings were evaluated under the light of the gathering parameters. The proximity of the beach to the study area, depend on this closeness of underground water to the surface, looseness of the deposits and shallowness of the excavated surficial foundations form a great risk for buildings. In fact, it is observed that working

in the foundation becomes impossible due to water, also excavation depth can not be increased due to same reason. Several problems such as cracking, fracturing and settlements have been occurred in the buildings due to low strength, high compressibility and heterogeneous distributions of Pleistocene-Recent deposits and continuously increasing of the static loads sourced from the human activities. The principal aim of this study is to determine the accordance degree of examined lithological parameters to these apparent negative conditions. Ground properties of this area were determined with using the previous ground investigations and observation from the field observations and investigation trenches during this study. Several tests were performed over the undisturbed and disturbed ground samples in order to determine the basic physical and mechanical properties of them. Shear strength parameters of sand sized coarse-grained deposits were fixed by drained shear box test. These loose deposits placed in SP ground type and has a high liquefaction potential, thus this state expressly that these regions are carrying the risks in the view of construction. However, it is observed that, in this region multi-layered buildings are still rapidly continuing construction.

Keywords: Pleistocene-Recent deposits, Loose deposits, Mersin, Geotechnical properties.

GİRİŞ

Gevşek çökeller üzerinde yapılaşmaya bağlı olarak meydana gelen veya ileride gelebilecek yapısal hasarlar insan canını tehlikeye sokacak boyutlara ulaşabilmektedir. Bu durum zeminin dinamik koşullar etkisinde kalması durumunda daha da fazla önem arz etmektedir. Bununla birlikte genel olarak mühendislik problemlerinin büyük çoğunluğu da bu çökeller için tipik olmaktadır.

Bu çalışma, Mersin ili yerleşim alanı içerisinde geniş bir yayılım sunan Pleyistosen-Güncel yaşlı çökellerin ve özellikle kıyı kumulu litolojisindeki kötü derecelenmiş kum zeminlerin mühendislik özelliklerini ve yapılaşmadan doğan sıkıntıları incelemek amacıyla yapılmıştır. Yapılan arazi incelemeleri ve laboratuvar çalışmaları ile birimin fiziksel ve mekanik özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır.

İNCELEME ALANININ TANITILMASI VE GENEL JEOLJİSİ

Mersin ili coğrafi konumu, ulaşım noktalarına merkez teşkil etmesi ve özellikle serbest liman bölgesi olması nedeniyle gelişerek büyümesini sürdüren, çevre köy, kasaba ve kentlerden de büyük ölçüde göç alan bir ilimizdir. Bu çalışma kapsamında incelenen bölge, Mersin ili yerleşim alanı içerisinde sahil şeridi boyunca uzanan Mezitli Beldesi'ne ait kıyı kesimini ele almaktadır (Şekil 1).

Bölgenin genel jeolojisi ile ilgili olarak yapılmış birçok çalışma mevcuttur. Şenol ve diğ. (1998), Mersin-Tarsus arasında kalan bölgede alüvyon yelpazesi çökelleri/yüksek seki konglomeraları, fan delta çökelleri, kıyı çökelleri, pedolojik (kaliş ve terra rosa) oluşumlardan oluşan Kalabriyen-Siciliyen birimleri ve yamaç molozları, akarsu konglomeraları, delta çökelleri, kıyı çökelleri, kumullar ve toprak örtüden oluşan Tirenien-güncel yaşlı birimlerin bulunduğunu belirtmiştir. Aynı araştırmacı, bu alanın kuzey batı kesimlerinde Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı kumtaşı ve çamurtaşı aralanmaları ile Kalabriyen-Tirenien yaşlı kaliş ve karasal çakıltaşlarının bulunduğunu, Mezitli Beldesi-Mersin şehir merkezi ve çevresinde Tirenien-Holosen yaşlı çakıltaşı, kumtaşı ve çamurtaşı çökelleri ile akarsu yayılımlarına bağlı olarak gelişen alüvyonların, kıyıda ince bir şerit halinde yine Tirenien-Holosen yaşlı plaj-karasal ortam çökeli kumtaşı ve çakıltaşlarının bulunduğunu belirtmişlerdir. DSİ (1978) raporunda, Mersin il merkezi batısı-Mezitli beldesi çevresindeki alan Pliyo-Kuvaterner yaşlı kil, kum, çakıl ve Kuvaterner yaşlı konglomera ve kaliş olarak ayırtlanıp haritalanmıştır. Eren ve diğ. (2004) bu birimleri, güncel alüvyon, alüvyon taraça, çakıllı kırmızı alüvyonel toprak ve delta çökeli olarak adlandırmıştır. Şahin ve diğ. (2003), Mersin ve çevresinde Kuvaterner yaşlı birimlerin taraça, kaliş, yamaç molozu, delta çökelleri, akarsu sekisi ve kumullardan oluştuğunu belirtmiştir.

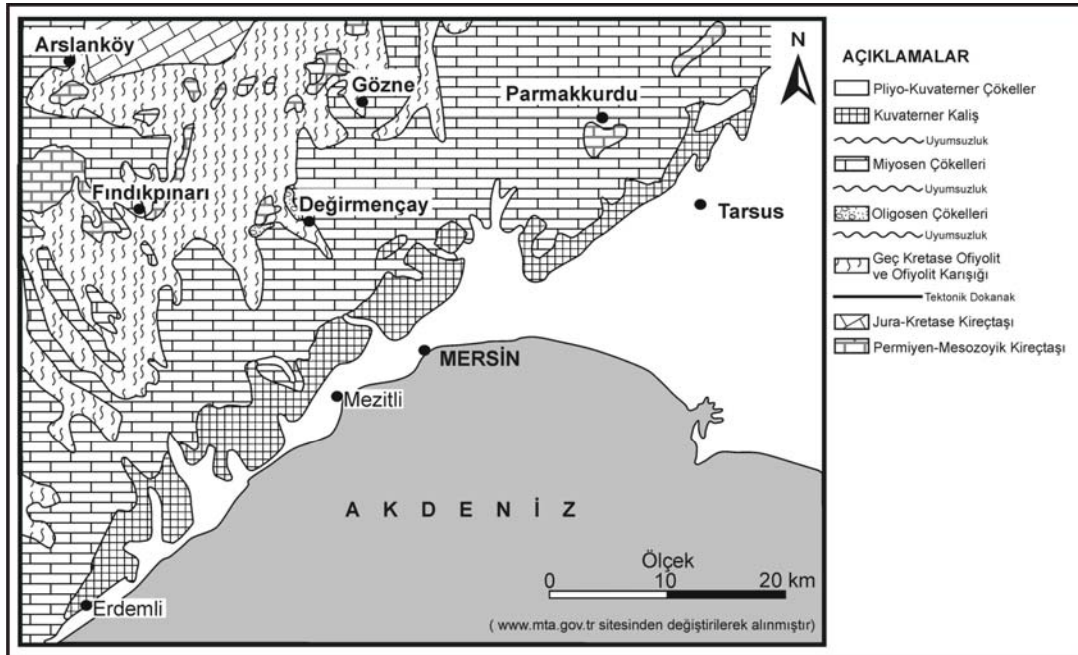
Kıyıda ise akarsularca getirilmiş malzemenin dalgalar tarafından yeniden işlenmesi ve sahile doğru taşınması ile elek çökelleri (sieve deposits; bağlayıcısız çakıllar) ile plaj kumları gelişmiştir. Yine bu bölgede rüzgarla taşınan kum boyu malzemenin kıyıda

birikmesi ile iyi boylanması nedeniyle akarsu çökellerinden ayrılan kumulların gelişimi gözlenmektedir. Şekil 2, Mezitli inceleme alanı ve çevresine ait genel jeoloji haritasını göstermektedir.



Şekil 1. İnceleme alanının Mersin ili yerleşim alanı içerisindeki yerini gösteren lokasyon haritası.

Figure 1. Location map of the study area in the Mersin City settlement area.



Şekil 2. İnceleme alanı ve yakın çevresinin jeoloji haritası (www.mta.gov.tr'den değiştirilerek).

Figure 2. Geological map of the study area and nearby of it (modified from www.mta.gov.tr)

ZEMİNLERİN JEOTEKNİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Bu çalışma kapsamında yapılan arazi çalışmaları ile 18 adet yüzey kazısı incelenmiş ve her lokasyondan fiziksel özellikleri (tane boyu dağılımı, birim hacim ağırlıkları, doğal su muhtevası, özgül ağırlık) belirlemeye yönelik 45 adet örselenmiş ve kayma dayanım parametrelerini (kohezyon ve içsel sürtünme açısı) belirlemeye yönelik 36 adet örselenmemiş örnek alınmıştır. Bu çalışma ile temel tasarımına esas teşkil edecek parametrelerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma çukuru şeklinde incelenen her lokasyondan alınan örselenmemiş örnekler üzerinde tane boyu dağılım deneyleri yapılmıştır. Tane boyu dağılımını belirlemeye yönelik olarak yapılan elek analizleri yayımlarının fazlalığı nedeniyle kum çökelleri üzerinde yoğunlaşmıştır. Zeminlere ait tipik tane boyu dağılımları yapılan deneysel sonuçlara ait en genel halleri yansıtacak haliyle Şekil 3'de

görülmektedir. Buna göre zeminlerin tane boyu dağılım eğrileriyle elde edilen parametreler şöyledir;

D_{10} : 0.20 – 0.25 mm

D_{50} : 0.65 – 0.70 mm

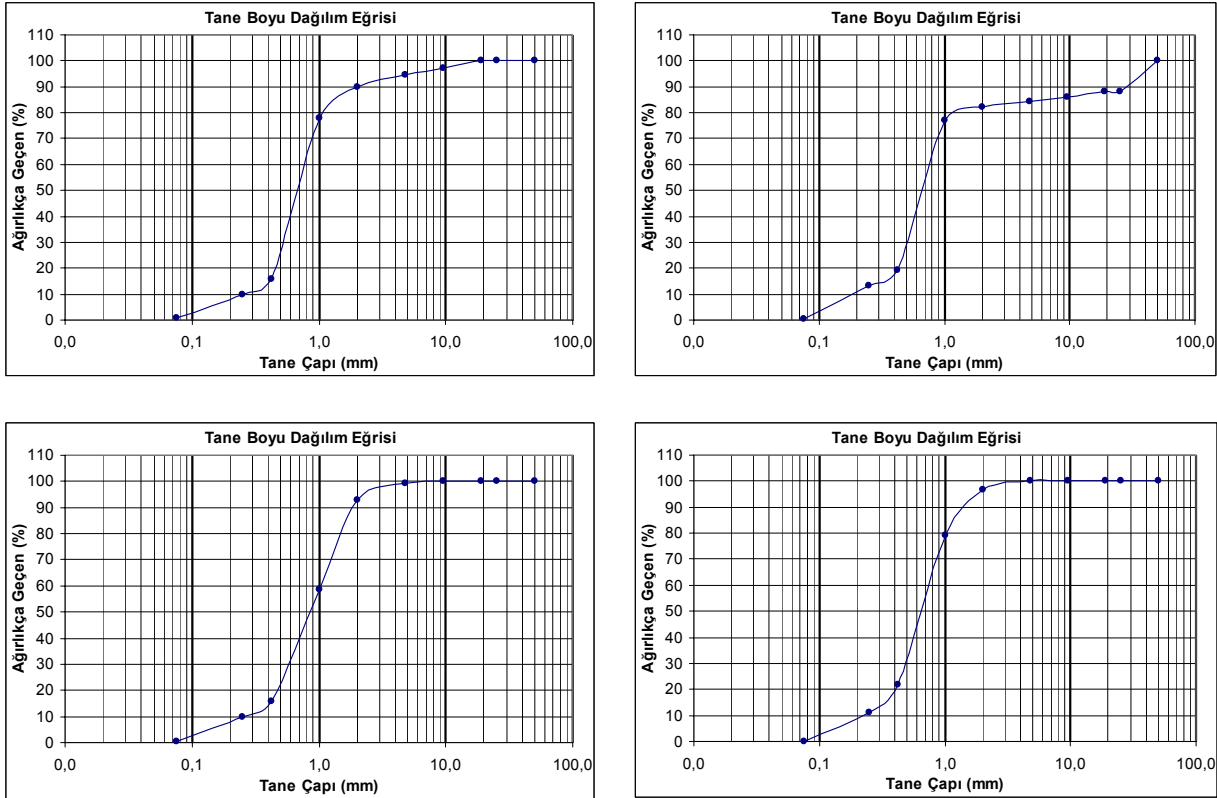
İnce Tane Oranı (İTO): < % 0.1

Üniformaluluk Katsayısı (Cu): 3.16 – 4.40

Derecelenme Katsayısı (Cc): 1.27 – 1.88

USCS Zemin Sınıfı: SP

Kum çökelleri içerisinde iyi yuvarlaklaşmış, iri blok ve çakıl boyutu malzemeler de dağılmış bir şekilde bulunmaktadır. Ancak bu dağılımın birim içerisindeki yayılımı oldukça düzensizdir (Şekil 4). Birim içerisinde düzensiz olarak dağılmış iri çakıl ve blok boyutu malzemeler elek analizleri sırasında ayıklanmıştır. Ancak arazi gözlemleri bu çakıl boyutu malzemenin birim içerisinde çok yaygın olmasa da yayılım sunduğunu ortaya koymuştur. Bu bakımdan zeminin çakıl içeren kötü derecelenmiş kum şeklinde tanımlanması uygun görülmüştür.



Şekil 3. Kum çökellerine ait tipik tane boyu dağılım eğrileri.

Figure 3. Typical grain size curves of sand deposits.



Şekil 4. İncelenen ve örnekleme yapılan kum çökellerinden tipik görünüm. *Figure 4. Typical view of the examined and sampled sand deposits.*

Zeminlerin mekanik özelliklerini belirlemek amacıyla yapılan kesme kutusu deneyleri ile temel tasarımlarına esas teşkil edecek kohezyon ve içsel sürtünme açısı değerleri belirlenmeye çalışılmıştır. Zira arazi deneyleri sırasında elde edilen SPT darbe sayılarının birim içerisinde düzensiz bir şekilde dağılım sunan çakıllardan dolayı yüksek değerler verdiği görülmüştür. Bu bakımdan alınan örnekler üzerinde yapılan kesme deneylerine ait veriler oldukça önem taşımaktadır. Bu çalışma kapsamında yapılan toplam 8 adet örselenmemiş örnek üzerinde kesme kutusu deneyi yapılmıştır. Deney sonuçları birbirlerine oldukça yakın parametrelerin ortaya konduğunu göstermiştir. Deney verileri ile elde edilmiş 4 zemin numunesine ait tipik kesme kutusu grafikleri Şekil 5’de sunulmuştur. Grafikler incelenen örnekler içerisinde değişim aralığı değerlerini de sunmaktadır. Buna göre kum çökellerinin içsel sürtünme açısı, $36^{\circ} - 44^{\circ}$; kohezyonu $0.3 - 8.7$ kPa

ve birim hacim ağırlığı: $15.2 - 16.0$ kN/m³ arasında değişmektedir.

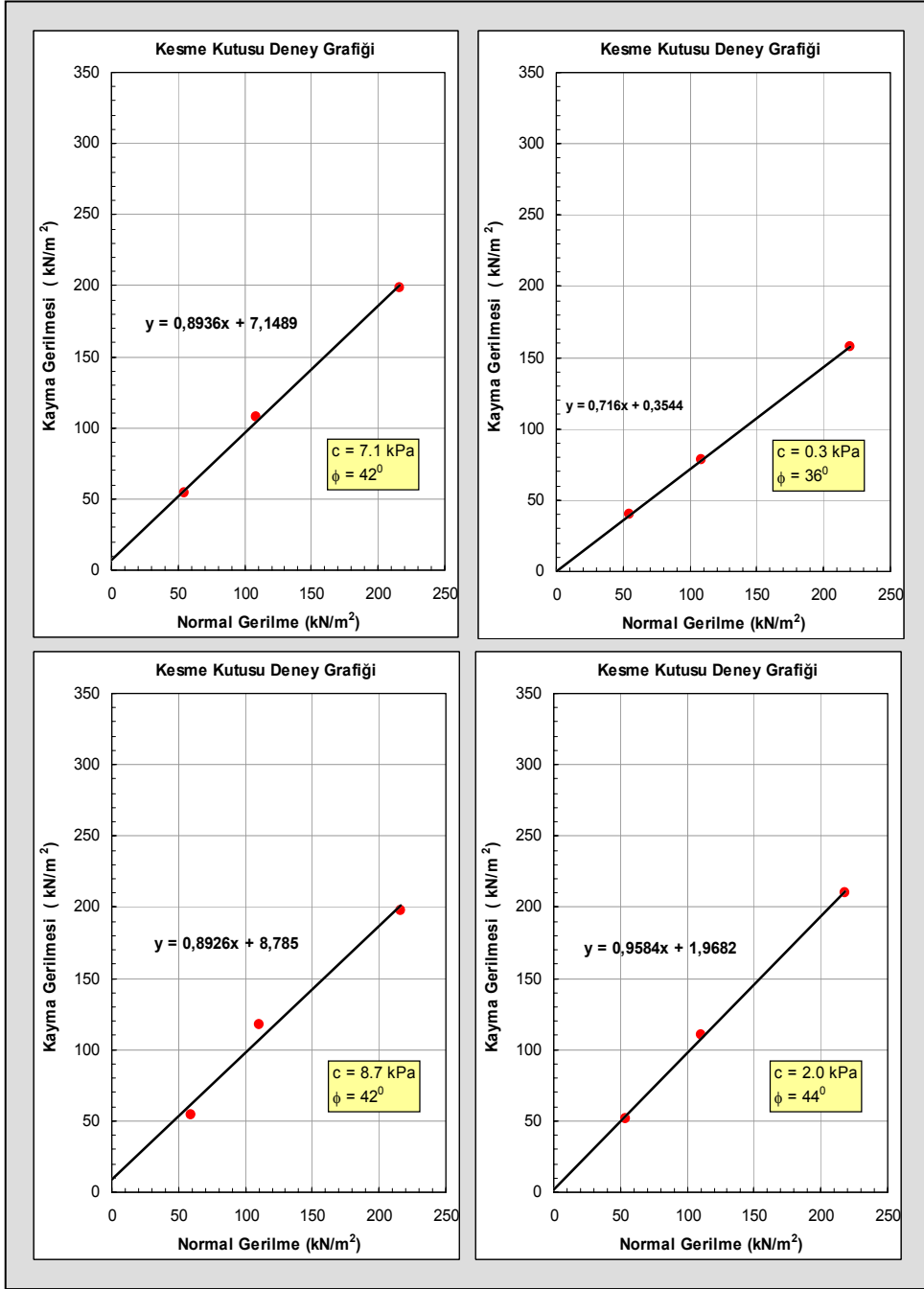
ZEMİNLERİN SIVILAŞMA POTANSİYELİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Ceyhan depremi sonrası bölgede meydana gelen sıvılaşma olgularının incelenmesi, sıvılaşan zeminlerde ince-orta kum boyutundaki malzemelerin % 82-93 oranında olduğunu ortaya koymuştur (Ulusay ve diğ., 2000). Aynı çalışma, sıvılaşmanın olduğu zeminlerin büyük çoğunluğunun ince tane muhtevası az olan SP grubu kumlu zeminler olduğunu ve birim hacim ağırlıklarının 17 ile 19 kN/m³ arasında değişmekte olduğunu belirtmektedir.

Bu çalışmada yapılan sıvılaşma analizleri için “Devirsel Gerilme Oranı Kriteri” (Seed ve Idriss, 1971) modelini kullanan bir bilgisayar programı Excel programlama kodları

kullanılarak hazırlanmıştır (Şekil 6). “Devirsel gerilme oranı” değeri abaktan bulunup programa girilmektedir. Pik zemin ivmesi değeri ise o noktada yapılmış bir jeofizik çalışma varsa bulunmuş değer kullanılarak ya da literatürler de belirtilmiş olan uygun bir değer alınarak

programda kullanılabilir. Bu değerlerin haricinde, sıvılaşma riski incelenen derinlik, deney ile belirlenmiş olan birim hacim ağırlığı, yeraltı su seviyesi değerleri programın kullandığı veriler kısmına girilecek diğer parametrelerdir.



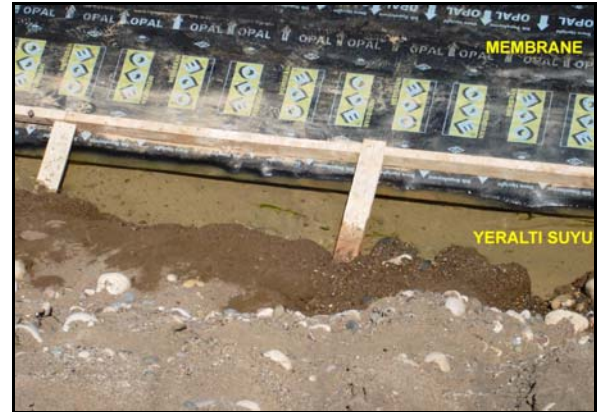
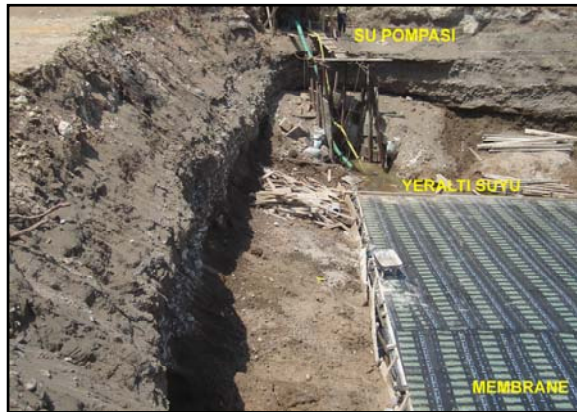
Şekil 5. İncelenen kum çökellerine ait tipik kesme kutusu deney grafikleri ve mekanik parametrelerin değişimi.

Figure 5. Typical shear box test graphs and mechanical parameter variations of sand deposits.

Devirsel Kayma Gerilmesi Kriterine Göre Sıvılaşma Risk Analizi		
Veriler		
İnceleme derinliği (m)	5	
Birim hacim ağırlığı (t/m^3)	1,6	
Pik zemin ivmesi (g)*	0,4	*(Hesaplanarak ya da tahmin edilerek belirlenecek)
Yeraltı su seviyesi (m)**	1	** (Tabaka ortası derinliğinin yss'ne olan yüksekliği alınacak)
SPT darbe sayısı (N)	20	
Devirsel gerilme oranı***	0,24	*** (Devirsel gerilme oranı abağı kullanılarak bulunacak)
Hesaplananlar		
Normal gerilme (t/m^2)	8	ELDE EDİLEN SONUÇ SIVILAŞMA RİSKİ YÜKSEK Güvenlik Sayısı: 0,32
Gerilme indirgeme faktörü (r_d)	0,93	
Efektif gerilme (t/m^2)	4	
Düzeltilme faktörü (C_{II})	1,33	
Düzeltilmiş SPT-N (N_1)	26,51	
Depremle oluşacak kayma ger.	2,96	
Sıvılaşma gerilmesi (t/m^2)	0,96	
Sıvılaşma güvenlik sayısı, FS	0,32	

Şekil 6. Sıvılaşma risk analizi için oluşturulmuş programın ekran görüntüsü.

Figure 6. Screen shot of the programme formed for liquefaction risk analysis.



Şekil 7. Yüzeyle oldukça yakın seviyede yeraltı suyunun olduğu bir yüzey kazısı.

Figure 7. The surface excavation where the underground water close surface.

Program, sıvılaşma oluşacak zemin için devirsel (döngüsel) kayma gerilmesi (sıvılaşma gerilmesi) değerinin depremin oluşturacağı devirsel kayma gerilmesine bölünmesiyle elde edilecek olan sıvılaşmaya karşı güvenlik sayısını vererek bu değeri sonuç kısmında sıvılaşma riski ile birlikte görüntülemektedir.

İnceleme yapılan lokasyonlarda yeraltı suyu derinlikleri 1 ile 9 m arasında değişmektedir. Kazı çukurlarının çoğunda denizden gelen tuzlu suyun da bulunduğu yeraltı suyu ile yoğun bir şekilde karşılaşmaktadır (Şekil 7). Elde edilen analiz sonuçları kum litolojisindeki bu zeminlerin oldukça yüksek sıvılaşma riski

taşıdıklarını göstermektedir. Sıvılaşmaya karşı güvenlik katsayısının, incelenen 18 lokasyon içinde 0.42 ile 0.89 değerleri arasında değişmekte olduğu belirlenmiştir. Ancak burada sıvılaşmaya etki edecek depremin inceleme yapılan lokasyondan uzaklığı da dikkate alınmalıdır.

ZEMİNLERİN JEOTEKNİK ÖZELLİKLERİNİN YAPILAŞMA AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Pleyistosen – Güncel yaşlı kum çökelleri, Mersin ili yerleşim alanı içerisinde kıyıya paralel konumda ve kıyı şeridi boyunca bir yayılım

sunmaktadırlar. Bölgede yeraltı su seviyesinin yüksek oluşu yapılan ve büyük çoğunluğu yüksek katlı binalar olan yapıları olumsuz olarak etkilemektedir. Bu su aynı zamanda temel işlerinin yapımını da güçleştirmektedir. Sadece pompaj çalışmalarının ise suyu drene etmede yetersiz kaldığı yapılan arazi gözlemleriyle belirlenmiştir. Yapılan deneylerde, zemine ait kohezyon değerleri düşük, içsel sürtünme açıları ise yüksek çıkmıştır. Kuru koşullar için bu durum normaldir, ancak tasarımların, ortamda suyun var olduğu göz önüne alınarak yani mekanik parametrelerde gerekli indirgemeler yapılarak oluşturulması gerekmektedir.

Zeminde yerel kayma kırılması meydana geleceği düşüncesiyle Terzaghi (1943) tarafından belirtildiği şekilde kohezyon ve içsel sürtünmesi açısı değerlerinde azaltma yapılmalıdır. Bu durumda, kohezyon değerleri 0.2 ile 5.8 kPa ve içsel sürtünme açısı değerleri 25 ile 32 arasında değişen değerler olacaktır. Birim içerisinde düzensiz dağılmış olarak iri çakıl boyutu malzemenin bulunması (Şekil 8) SPT darbe sayılarının gerçekten daha yüksek çıkmasına neden olmaktadır. Bu da SPT'ye dayalı taşıma

gücü değerlerinde oldukça yüksek taşıma gücü değerlerinin elde edilmesine sebep olmaktadır.

YAPISAL HASARLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ VE ÖNERİLER

İnceleme alanı içerisindeki binalarda çeşitli hasarların olduğu tespit edilmiştir. Yeni yapılan binalarda da kısmi çatlak gelişimleri görülebilmektedir. Daha eski bazı evlerde ise şakülden sapma şeklinde konum değişiklikleri ve yine taşıyıcı sistemlerde çatlama ile karşılaşmıştır (Şekil 9). Bu hasarların hem yapı ve hem de zemin kaynaklı oldukları düşünülmektedir. Zira, henüz yapılmakta olan birçok kazı çukurunun neredeyse kazı çukuru açılmadan yüzeye yerleştirilmiş oldukları belirlenmiştir. Bütün bunlar yapılan zemin araştırmalarında parametrelerin hatalı belirlenmesinden ve mevcut zemin koşullarının olumsuzluklarından kaynaklanmaktadır. Bu açıdan bir önceki bölümde de belirtilen hususlar dikkate alınarak uygun parametrelerin belirlenmesi daha güvenli tasarımların ortaya çıkmasını sağlayacaktır.



Şekil 8. SPT darbe sayılarında yüksek değerlerin elde edilmesine neden olan iri çakılların kumlu birim içerisindeki düzensiz dağılımı.

Figure 8. An irregular distributions of the coarse gravel in sand deposits, which caused high values of SPT blow number.



Şekil 9. Bölgedeki yapılarda meydana gelen yapısal hasarlardan bazıları (soldaki fotoğraf şakülden sapmış bir binaya aittir)

Figure 9. Some of the structural damages in the buildings in the study region (buildings on the left are deflected from the plumb line).



Şekil 10. Zeminde yüzeye oldukça yakın bir şekilde yerleştirilmiş iki ayrı yapı temeli.

Figure 10. Two separate buildings basements are fixed very close to surface in the ground.

Bölgede yapılan arazi gözlemleri sırasında bir kısım yapı temellerinin neredeyse bir kazı çukuru oluşturulmadan yüzeye konumlandırıldığı belirlenmiştir (Şekil 10). Bu binaların büyük çoğunluğu ise 7 ve üzeri kat sayısına sahip olması düşünülen binalardır. Bu durumun, bina yapımcılarının daha derine inildiğinde karşılaşılabilecek su problemleri nedeniyle temel yapımı sırasında meydana gelecek zorlukların önüne geçilmesi amacıyla

kaynaklandığı düşünülmüştür. Ancak bunun zeminin dinamik davranışları sırasında daha fazla hasara neden olabileceği unutulmamalıdır.

İncelenen birimler için, yapılaşmadan önce zemin iyileştirme yöntemlerinden biri kullanılarak zeminin hem statik ve hem de dinamik koşullardaki durumunun iyileştirilmesi gerekmektedir. Bu yüzden bir iyileştirme çalışması yapılmadan bölgede yapılaşmaya izin verilmemesi yerel yönetimlerce sağlanmalıdır.

SONUÇLAR

Pleyistosen-Güncel yaşlı gevşek zeminler üzerinde yapılmış bu ilk değerlendirme çalışması SP grubunda yer alan çakıl içeren kötü derecelenmiş gevşek kumların genel fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesini ve yapılaşma açısından değerlendirilmesi amaçlamıştır. Bölgede yeraltı suyunun 1 ile 9 m arasında yer alması, temel çalışmaları sırasında oldukça fazla yapım problemleriyle karşılaşılmasına neden olmaktadır. Bununla birlikte SPT ile yapılan zemin araştırmalarında darbe sayılarının birim içindeki çakılların varlığından dolayı gerçeği yansıtmayan yüksek değerler verdikleri görülmüştür. Bu yüzden bu birim içinde yapılan SPT'ye dayalı arazi çalışmalarında dikkatli davranılması ve SPT deney verilerinin laboratuvar deney sonuçlarıyla

korele edilerek temel taşıma gücü analizlerinin yapılması gerekmektedir.

SP grubu zeminlere ait laboratuvar deney sonuçlarının indirgenme yapılmış olarak kullanılması durumunda kohezyon değerleri 0.2 – 5.8 kPa ve içsel sürtünme açısı değerleri 25 – 32 arasında değişen değerler almaktadır. Birimlerin kuru birim hacim ağırlıklarının 15.2 – 16 kN/m³ gibi dar bir değer aralığında değişmekte olduğu belirlenmiştir. Yapılan sivilaşma risk analizleri birimin sivilaşma potansiyelinin oldukça yüksek olduğunu ortaya koymuştur. Bu durum, yapılaşma açısından alınması gereken zemin iyileştirme yöntemlerinin de gerekli olduğunu ortaya koymaktadır. Yapılacak zemin iyileştirme yönteminin seçiminde de zemine özel olacak doğru yöntemin belirlenmesi büyük önem arz etmektedir.

KAYNAKLAR

- DSİ, 1978. Mersin-Berdan ve Efrenk Ovaları Hidrojeolojik Etüd Raporu; DSİ basım ve foto-film işletme müd. Matbaası, Ankara.
- Eren, M., Kadir, S., Hatipoğlu, Z. ve Gül, M. 2004. Mersin yöresinde kalış gelişimi; TÜBİTAK, YDABAG – 102Y036.
- Seed, H.B., Idriss, I.M., 1971. Simplified Procedure for Evaluating Soil Liquefaction Potential; Journal of the Soil Mechanics and Foundation Division, ASCE, Vol. 97, No. 9, pp. 1249-1273.
- Şahin, Ş., Böke, N., Yalçın, N. Mengeloğlu, M. K., 2003. İçel İli Jeolojik Özellikleri; MTA Doğu Akdeniz Müdürlüğü, Adana, 18 s.
- Şenol, M., Şahin, Ş., Duman, T., Albayrak, Ş., Akça, İ. ve Taşkın, Ş., 1998. Adana-Mersin Dolayının Jeoloji Etüd Raporu; Maden Tetkik ve Arama Doğu Akdeniz Bölge Müdürlüğü, 46 s.
- Terzaghi K., 1943. Theoretical Soil Mechanics, Wiley Publishing, New York, USA.
- Ulusay, R., Aydan, Ö., Kumsar, H., Sönmez, H., 2000. Engineering Geological Characteristics of The 1998 Adana-Ceyhan Earthquake, With Particular Emphasis on Liquefaction Phenomena and The Role of Soil Behaviour, Bull. Eng. Geo and The Env. Vol. 59, Num. 2, s. 99-118.
- www.mta.gov.tr, Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü resmi internet sitesi.