

## ÇOKAL VADİSİNDEKİ (GELİBOLU) ALÜVYAL ZEMİNLERİN SIVILAŞMA POTANSİYELİ

### LIQUEFACTION POTENTIAL of the ALLUVIAL SOILS in the ÇOKAL VALLEY (GELİBOLU)

Ömer ÜNDÜL, Okay GÜRPINAR

İstanbul Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34850 Avcılar / İSTANBUL

**ÖZ:** Bu incelemede Çokal Vadisinde (Kuzeybatı Türkiye), halen çökeliğini sürdürmekte olan alüvyal çökellerin sıvılaşma potansiyeli değerlendirilmiştir. Bu çökel birim, 30 metre ile 300 metre arasında değişen genişlikteki Çokal vadisi boyunca, maksimum 30 metreye varan kalınlıklardadır. Çalışma sırasında, DSİ tarafından açılan kuyulardan alınan numuneler üzerinde yapılan deneylerden, dane çapı dağılımları ortaya konmuştur. Vadideki yeraltısuyu seviyesi, kuru dönemlerde yüzeyden 4m derinliktedir. Yağışlı mevsimlerde ise, yeraltısuyu yüzeylemektedir. Çokal vadisi Kuzey Anadolu fayının batı uzantısı olan Ganos fayına 1.5 km mesafededir. Bu yakın mesafeden dolayı, bir deprem sonrası gelişecek olan yer ivmeleri yüksek olacaktır. Elde edilen SPT sonuçları; sıvılaşma potansiyelinin belirlenmesinde kullanılan, yer ivmesi - SPT değerleri - derinlik ilişkisini gözetken abaklara konarak değerlendirilmiştir. Çalışma alanı için elde edilen veriler, daha önce sıvılaşmış zeminlerin özellikleri ile mukayese edilmiştir.

Araştırmada; Çokal vadisindeki alüvyal çökellerde sıvılaşma olayının oluşması için var olması gereken koşullar değerlendirilmiş ve çalışılan birim SK 36 kuyusu ve çevresinde 6,5-18m'lerde, SK 37 kuyusu ve çevresinde ise 3,5-7,5 ile 10-18m'ler arasındaki zeminlerin sıvılaşabilir zeminler olduğu ortaya konmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Sıvılaşma, Çokal vadisi, standart penetrasyon, granülometrik dağılım

**ABSTRACT:** In this study, the contemporaneous alluvial deposit was studied for its liquefaction potential in the Çokal valley (NW Turkey). This deposit has a maximum thickness of 30 m in the Çokal valley with a width of between 30-300m. The grain size distributions of the samples, taken from boreholes drilled by General Directorate of State Hydraulic Works, have been determined. In the valley, the ground water level is observed at -4 m in the arid seasons, but rises to the surface after the rainy seasons. The valley is 1.5 km away from the western extension of the North Anatolian Fault (NAF), called Ganos Fault. It is certain that the ground acceleration will be very high if any earthquake occurs in this segment of the NAF because of its proximity to the investigation area. The liquefaction potential was evaluated by examining the relationship between SPT, depth and ground acceleration values.

Lastly, conditions that may cause liquefaction were discussed and it is suggested that the soil between depths of 6,5-18m around the borehole SK36 and the depth 3,5-7,5 and 10-18m around the borehole SK37 have a substantial risk of liquefaction.

**Keywords:** Liquefaction, Çokal valley, standard penetration test, grain size distribution

### GİRİŞ

İnceleme alanı; Marmara bölgesinin güneybatısında Saros Körfezinin doğusunda, Tekirdağ'ın 50 km batısında, Evreşe Belediyesinin 10 km doğusunda bulunmaktadır (Şekil 1). Bu çalışmada DSİ tarafından gerçekleştirilen, Gelibolu – Gökbüet sulama projesi kapsamında, Çokal vadisinde, yapılması planlanan mühendislik yapılarının temelinde yer alacak alüvyal çökellerin sıvılaşma riski değerlendirilmiştir. Sıvılaşma riski değerlendirilirken; bölgenin jeolojisi, depremselliği, olası deprem odaklarının uzaklığı ile oluşturacakları yer ivmesi ilişkileri, ilgili zemine ait

granülometri değerleri ve SPT değerlerinden faydalanılmıştır. Ayrıca daha önce sıvılaşmış zeminlere ait verilerle mukayese yoluna gidilmiştir.

Zemin sıvılaşması; belirli granülometrik sınır değerleri arasında kalan suya doygun kumlu siltli nadiren çakıllı zeminlerde, dinamik kuvvetlerin etkisiyle gelişmektedir. Sıvılaşmanın oluşabilmesi için zemindeki yeraltısuyunun da yüzeye yakın olması, bunun yanında, gevşek tutturulmuş bir zeminin olması ve SPT değerlerinin düşük olması da gevşek zeminin sıvılaşmasında etkili olan koşullardır. Sıvılaşma olayının başlangıç enerjisi, yer hareketlerinden gelmektedir. Bu

yüzden deprem odaklarının, sivilaşma riski incelenen bölgeye uzaklıkları önemlidir.

Sivilaşma olayı, pekçok depremde gelişmesine karşın ülkemizde, mühendislik anlamında, 1992 Erzincan depreminden sonra önem kazanmıştır. 1999 Marmara depremiyle gelişen sivilaşma olayları da bu olgunun önemini bir kez daha ortaya koymuştur.

İncelenen Bölge Kuzey Anadolu Fayının batı uzantısı olan Ganos Fayı'na 1.5 km mesafededir. Bu durumda Kuzey Anadolu Fay hattı boyunca, çalışma alanına belirli uzaklıktaki odaklarda gelişecek depremler, sivilaşma riski değerlendirilen zeminlerde yüksek yer ivmeleri oluşturacaktır. Bu da, alandaki sivilaşma riskini arttıracığından, zeminin sivilaşma riski, çalışma kapsamında değerlendirilmiştir.

### İNCELEME ALANININ JEOLJİSİ

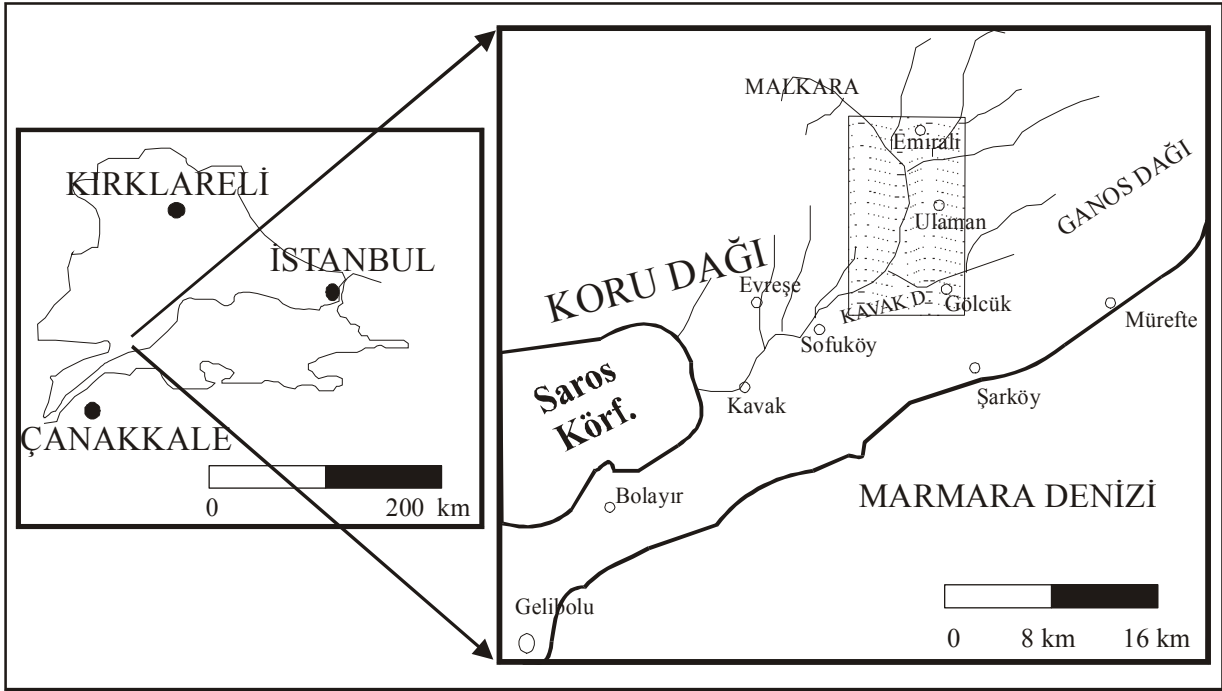
İnceleme alanı, Trakya havzası olarak bilinen Tersiyer istifin güney kesimlerinde yer almaktadır. Tersiyer istifin tabanında; metamorfikler, metasedimentler, serpantinler, magmatik kayalar ve volkanitler içeren Tersiyer öncesi yaşlı kaya topluluğu yer almaktadır. Tersiyer kaya topluluğu ise; bu istif üzerine çökelmiş sedimenter istiftten oluşmaktadır.

İnceleme alanının tabanındaki bu birim, MTA (1998) çalışmasında, Yeniköy karmaşığı olarak isimlendirilmiştir. Gri beyaz renkli rekrystalize kireçtaşları, seprantinit, dolerit ve diyorit dilimlerinden oluşan birim bu çalışmada Yeniköy karmaşığı olarak adlandırılmıştır. Yeniköy karmaşığı, çalışma alanının güneydoğusunda Saros – Gaziköy fayının güneyinde, Gölcük yerleşiminin çevresinde görülmektedir.

Bölgedeki Tersiyer istifin jeolojik temelini oluşturan Yeniköy karmaşığı için, Şentürk ve Okay (1984) blokların tektonik dokanak özelliği gösterdiklerini ve bu karışık özellikleri ile yitim zonunda meydana gelmiş bir karmaşığa karşılık gelebileceğini söylemişlerdir. Bölgedeki tektonik ve stratigrafik dokanak ilişkilerinden yola çıkarak birime Üst Kretase yaşı verilmesi uygun olacaktır.

### Keşan Formasyonu

Çalışma alanının büyük bir kısmını kaplayan bu birim, Doust ve Arıkan (1974) tarafından Korudağ Grubunun Keşan formasyonu olarak incelenmiştir. Yaltrak (1995)'in Keşan formasyonu adını verdiği birim, bu çalışmada da Keşan formasyonu olarak adlandırılmıştır.



Şekil 1: İnceleme alanının yer bulduru haritası

Figure 1: Location map of the study area

### Yeniköy Karmaşığı

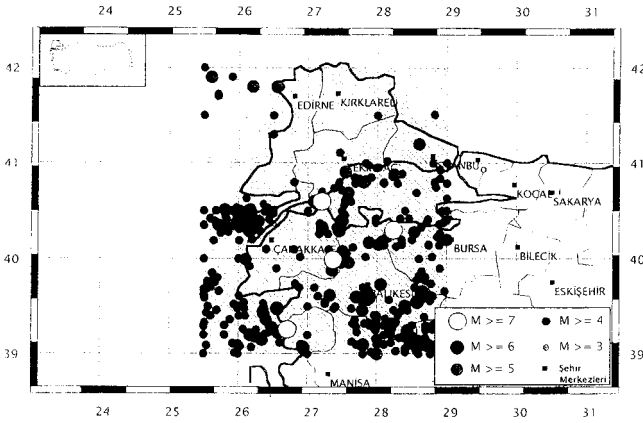


koymak için, tarihsel ve aletsel döneme ait verilerden yararlanarak sismik risk analizi yapılmıştır.

17 Ağustos 1999 Marmara Depreminden sonra  $39^{\circ}$ - $42^{\circ}$  Kuzey enlemleri ile  $25,5^{\circ}$ - $29^{\circ}$  Doğu boylamları arasında kalan bölgede bugüne kadar, magnitüdü 4 ve daha büyük olan 19 adet deprem olmuştur. (Tablo 1).

Bölgenin depremselliğini belirlemek ve bölgede yapılacak olan barajı da etkileyeceği düşünülen, bu risk değerlendirmesi çalışmasında; büyüklüğü 4 ve 4'ten fazla ( $M > 4$ ) olan deprem verilerinden yararlanılmıştır. Hedef bölge için 1903-1999 yılları arasındaki  $M > 4$  olan 492 adet aletsel deprem verisi değerlendirilmiştir. Aletsel döneme ait depremlerin episantr dağılımı şekil 3'te verilmektedir. Aletsel döneme ait 97 yıllık zaman aralığında çalışma alanı ve çevresindeki depremlerin yıllara göre dağılımı bu çalışma kapsamında belirlenmiştir (Şekil 4).

Yapılan hesaplamalar sonrasında farklı büyüklükteki depremlerin aşılma olasılıkları bulunmuştur (Şekil 5). Buna göre, büyüklüğü 7 ve daha fazla olan bir depremin 30 yıl içinde olma olasılığı % 45, 50 yıl içinde olma olasılığı % 62, 75 yıl içinde olma olasılığı % 78 ve 100 yıl içinde olma olasılığı ise % 87 olarak bulunmuştur. Diğer deprem büyüklüklerine göre aşılma olasılıkları şekil 5'ten yararlanılarak bulunabilir.



Şekil 3: İnceleme alanı ve çevresinde 1903-1999 yılları arasında meydana gelen deprem odakları

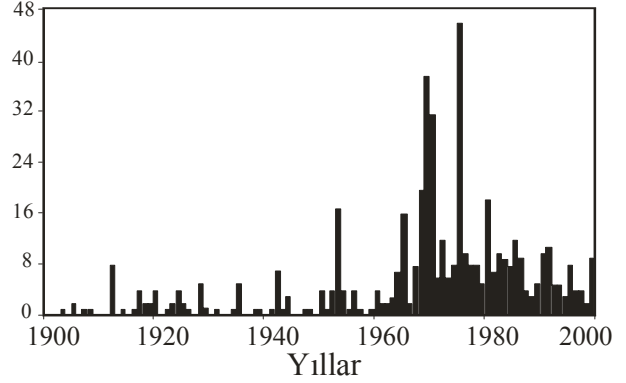
Figure 3: Epicenters of the earthquakes around the study area between 1903-1999

### ÇOKAL VADİSİNDEKİ ALÜVYAL ÇÖKELLERİN SIVILAŞMA RİSKİ DEĞERLENDİRMESİ

Dünyada ilk kez 1953 yılında Japon araştırmacılar Mogami ve Kubo tarafından ortaya atılan sıvılaşma sözcüğü (Ulusay, 2000), mühendislik açısından önemini 1964 Niigata (Japonya) depremi ile kazanmıştır.

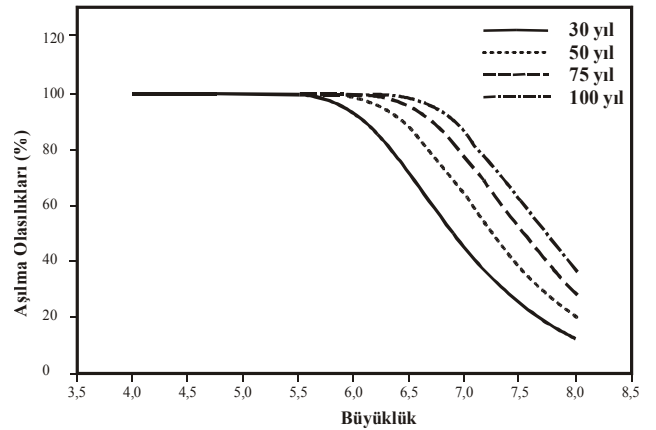
Çalışma alanında, sıvılaşma riskinin değerlendirileceği zemin; tutturulmamış, çakıl, kum, silt ve killerden oluşan güncel karasal akarsu-nehir çökelleridir. Bu çökeller vadi boyunca, yapılan sondajlara göre, 20-30m derinliğe kadar inmekte ve 300 metreye varan genişliğe ulaşmaktadırlar.

Oluş Sayıları



Şekil 4: İnceleme alanı ve çevresinde 1903-1999 yılları arasında meydana gelen  $M > 4$  olan depremlerin yıllara göre oluş sayıları

Figure 4: Recurrence number of earthquakes  $M > 4$  in study area and its surroundings between 1903-1999



Şekil 5: Deprem büyüklüklerine göre aşılma olasılıkları

Figure 5: Probability of earthquake recurrence with different magnitudes.

Çokal vadisindeki alüvyon zemindeki sıvılaşma riski değerlendirmesi yapılırken; zeminin granülometrik özellikleri, alandaki yeraltısuyu düzeyi, alüvyonun kalınlığı ve yayılımı, deprem odak uzaklığı ivme ilişkileri, zemine ait SPT değerleri, değerlendirilmiştir. Ayrıca liquefy-pro programı ile sıvılaşma analizi hesaplanmıştır.

**Tablo 1:** 17 Ağustos 1999 depreminden sonra bölgede meydana gelen M>4 depremler  
(B. Ü. Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü)

**Table 1:** Earthquakes M>4 that occurred in the region, after the 17 August 1999 Earthquake  
(B.U. Kandilli Observatory and Earthquake Research Institute)

TARİH	SAAT	ENLEM	BOYLAM	DERİNLİK	MAGNİTÜD
11.06.99	06:56	39.1988	27.5336	9.62	4.47
16.06.99	16:05	39.1850	27.5368	8.62	4.33
17.08.99	18:35	40.2280	28.4260	7.00	4.00
09.09.99	08:12	40.2160	26.0480	33.00	4.50
20.09.99	21:28	40.4140	27.3480	16.00	5.00
26.09.99	06:38	39.0120	27.5520	9.00	4.10
20.10.99	23:08	40.4740	29.0000	10.00	4.40
21.11.99	13:46	40.3780	26.0660	20.00	4.00
31.01.00	14:38	40.4200	29.1620	7.00	4.10
09.02.00	16:40	40.4680	29.5700	22.00	4.20
26.08.00	17:22	39.2340	26.0900	31.00	4.00
08.09.00	05:46	39.2040	27.3840	14.00	4.60
21.09.00	14:10	39.1680	27.5820	9.00	4.00
22.06.01	14:54	39.3500	27.7300	5.00	5.00
13.08.01	14:11	39.3197	27.8453	2.8	4.2
28.02.02	10:37	40.8245	28.1203	11.2	4.8
23.03.02	04:36	40.8385	27.8583	14.1	4.8
05.05.02	12:22	40.5423	28.3425	12.0	4.3
06.06.02	08:10	39.0512	28.0050	8.7	4.1

İnceleme alanında çok sayıda sondaj kuyusu çeşitli zamanlarda DSİ tarafından açılmıştır. Bu sondajlardan 24 tanesi bu çalışma kapsamında değerlendirilmiştir (Şekil 6). Bu kuyularda zeminin fiziksel ve mekanik özelliklerini tanımak için kuyu deneyleri yapılmıştır. Sondajlardan alınan numunelerden de laboratuvar deneyleri DSİ tarafından yapılmıştır (DSİ, 2000).

#### Zeminin Granülometrik Özellikleri

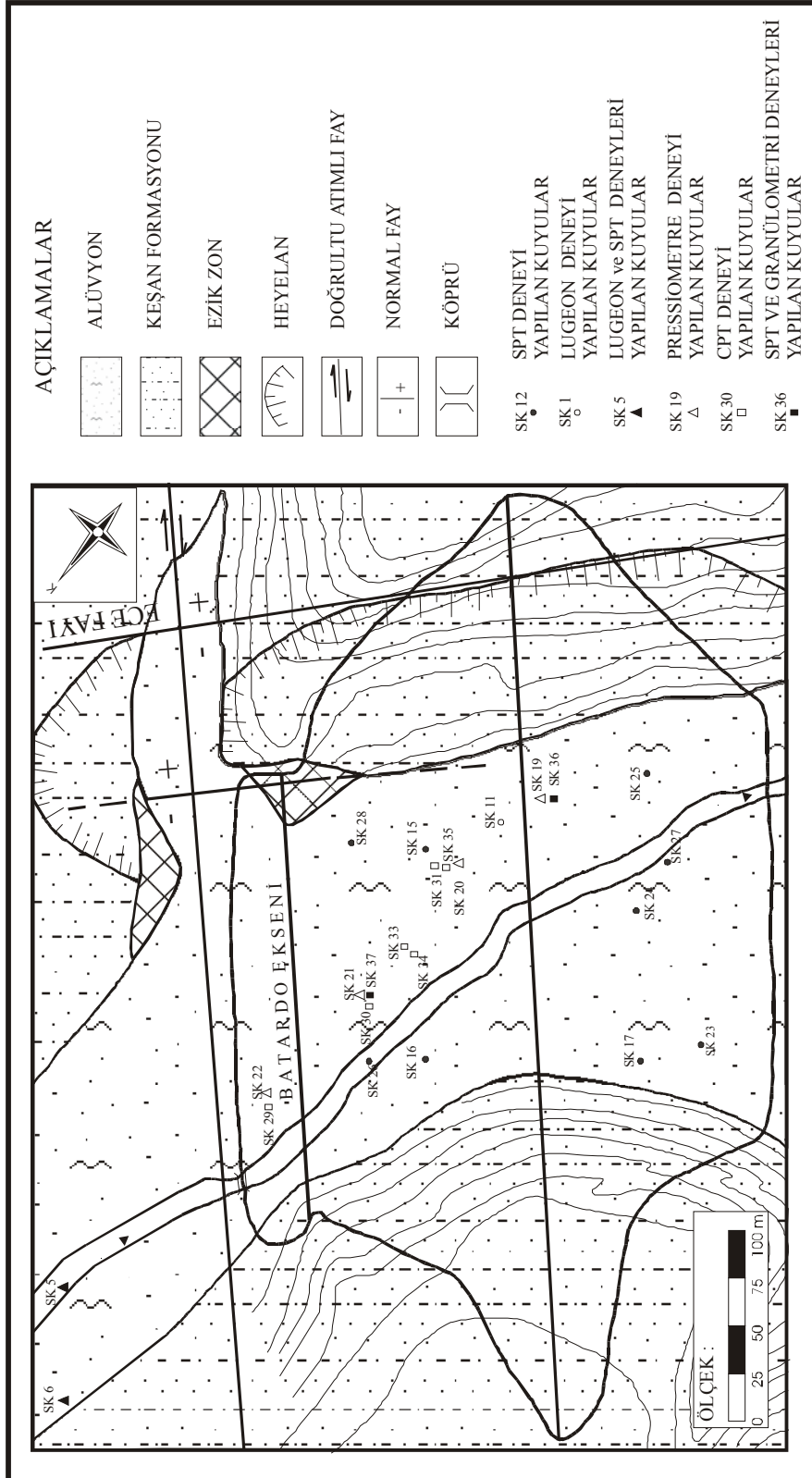
İnceleme alanında açılan SK36 ve SK37 kuyularından alınan numuneler üzerinde yapılan deneylerin sonuçlarına göre çizilen granülometri eğrileri ile daha önce farklı depremler sonucu farklı bölgelerde sıvılaştıran zeminlerdeki bilinen granülometri aralığının mukayese edilebilmesi sağlanmıştır. Anon 1971'e göre uniformluk sayısı 6'dan küçük olan numuneler için, Şekil 7a'da, uniformluk sayısı 6'dan büyük numuneler için granülometrik değerlendirme Şekil 7b'de değerlendirilmiştir.

Yapılan granülometri deneyleri sonuçlarına göre; her 2 numune grubundaki zeminler "sıvılaşma olasılığı"nın bulunduğu alanlarda kalan dane dağılımlarına sahiptirler.

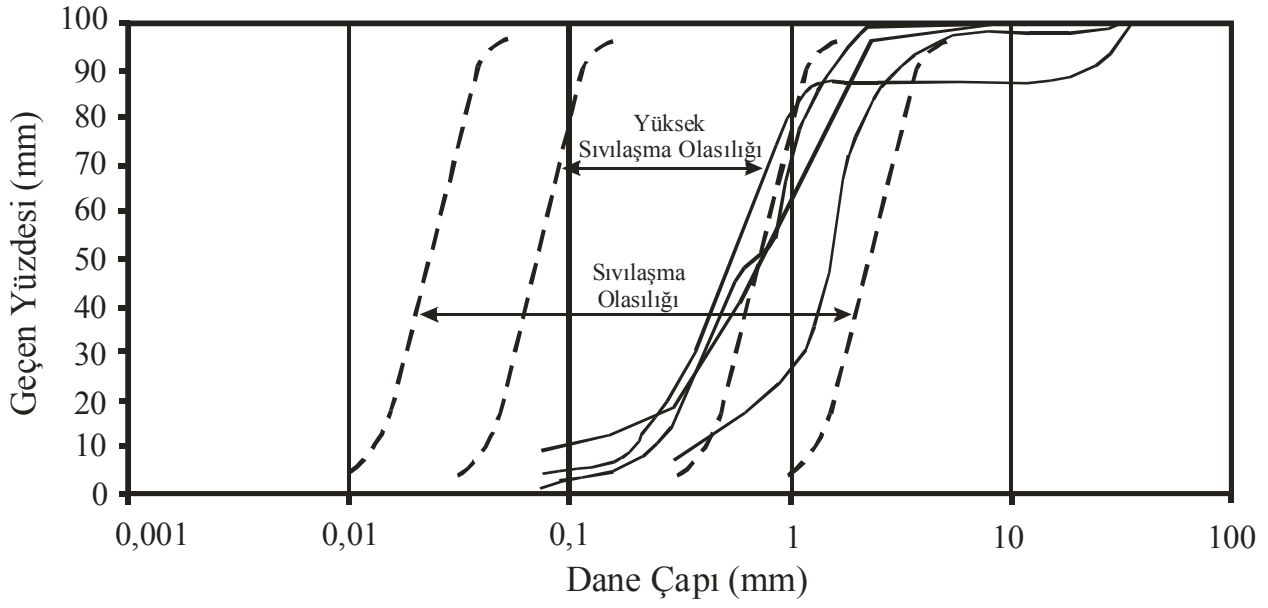
#### Deprem Büyüklüğü – Odak Uzaklığı İlişkisi

Sıvılaşma olayında, zemindeki yenilmeyi başlatan parametrelerin başında, dinamik kuvvetlerin geldiği bilinmektedir. Dinamik kuvvetler, sıvılaşmanın başlaması için gerekli olan enerjiyi verirler. Depremler de söz konusu dinamik kuvvetleri oluşturmaktadır. Deprem odaklarının potansiyel sıvılaşma alanlarına uzaklıkları, bu alanlarda gelişecek olan yer ivmelerinin büyüklüğüne etkiyecektir.

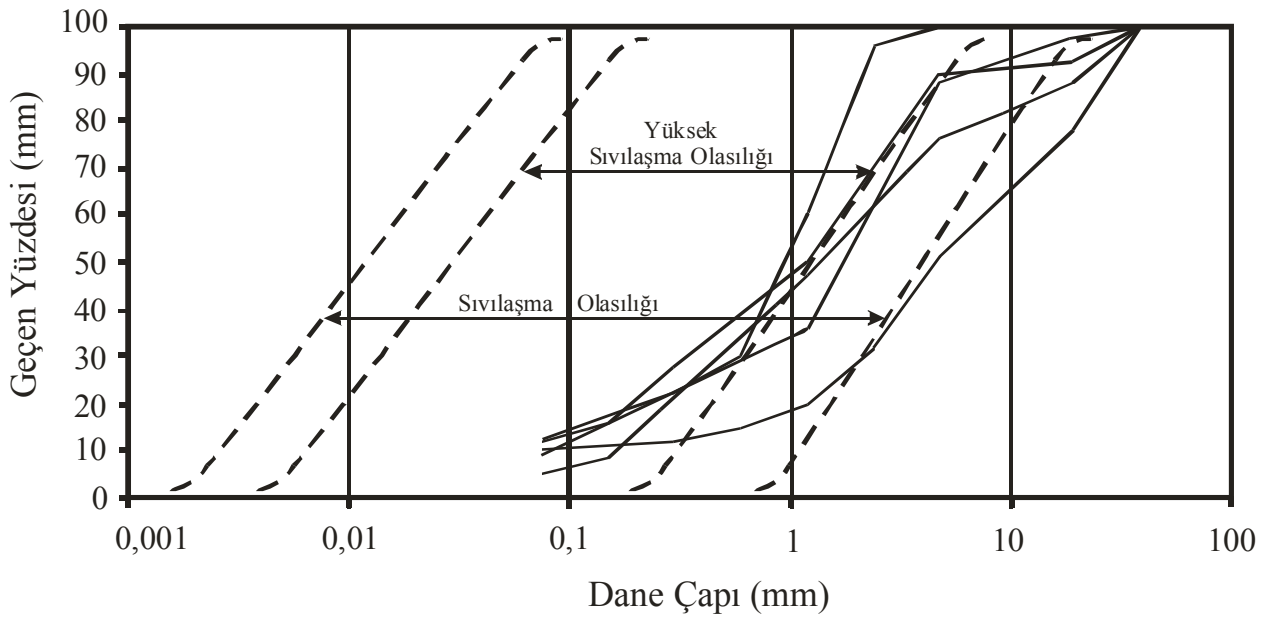
Bu bağlamda, deprem büyüklükleri ile sıvılaşma gözlenen lokasyonların odağa olan uzaklıkları arasındaki ilişki önem kazanmaktadır. İnceleme alanına 20, 40 ve 60 km mesafedeki bir bölgede meydana gelecek M=7 olan depremin Çokal vadisindeki potansiyel alanlarda, az-orta derecede sıvılaşma ile orta-şiddetli derecede sıvılaşma riski oluşturacağı görülmektedir (Şekil 8).



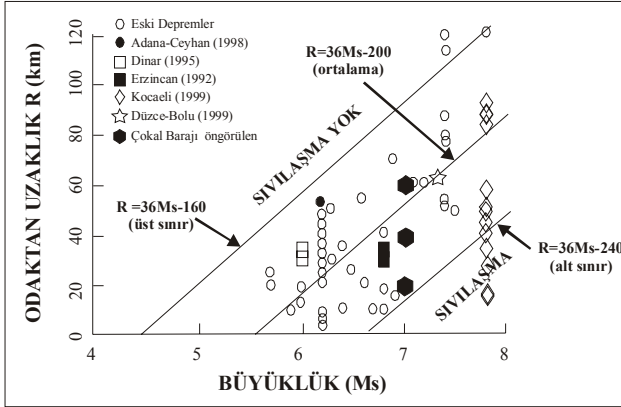
Şekil 6: İnceleme alanındaki sondajların dağılımı (Ündül, 2001)  
 Figure 6: Borehole location, (Ündül, 2001)



**Şekil 7a:** Uniformluk sayısı 6'dan küçük olan numuneler için çizilen granülometri eğrileri  
**Figure 7a:** Grain size distribution of samples with uniformity coefficient less than 6



**Şekil 7b:** Uniformluk sayısı 6'dan büyük olan numuneler için çizilen granülometri eğrileri  
**Figure 7b:** Grain size distribution of samples with uniformity coefficient more than 6



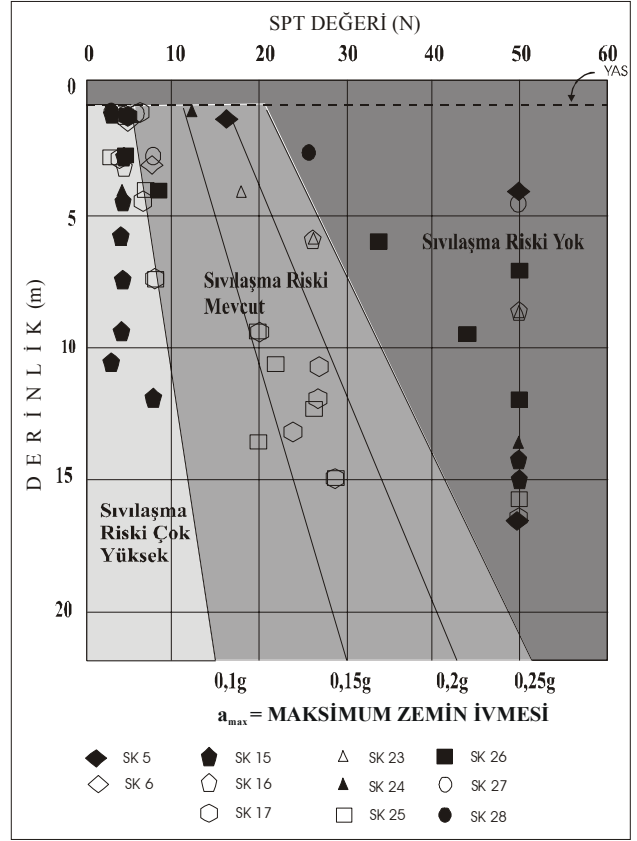
**Şekil 8:** Deprem büyüklükleri ve sıvılaşma gözlenen lokasyonların odağa olan uzaklıkları arasındaki ilişki (Ulusay vd. 2000) üzerinde inceleme alanı verilerinin gösterimi

**Figure 8:** Possible earthquake scenario for the study area plotted on diagram relating earthquake magnitude to distance between liquefaction sites and the epicentral area (Ulusay, 2000).

#### Standart Penetrasyon ve İvme Kriteri

Maksimum zemin ivmesi ile SPT değerleri arasındaki ilişki inceleme alanındaki sondajlarla korele edilmiştir. Bu bölgede, 12 sondajda SPT deneyi yapılmıştır. Yapılan korelasyonda 11 kuyudan (SK 5, 6, 15, 16, 17, 23, 24, 25, 26, 27, 28) elde edilen SPT değerleri değerlendirilmiştir (Şekil 9). Bu değerlendirmede SK 5, SK 26, SK 27, SK 28 kuyuları dışında kalan tüm kuyular SPT değerlerine göre ilk 6 metrelik zonda sıvılaşma riskinin olduğu alandadırlar. SK 16, SK 23 ve SK 24 kuyuları, SPT değerlerine göre 6 ncı metreden sonra, sıvılaşma riskinin olmadığı alandadırlar. Buradaki şekilde, en son 0.25g yerçekimi ivmesine göre sıvılaşma değerlendirilmiştir. İnceleme alanında olası bir deprem ile Şekil 9'da gösterilen yer ivmelerinden daha yüksek ivmeler oluşabilecektir. Bu anlamda, SK 26 kuyusunda da daha yüksek yerçekimi ivmelerinde sıvılaşma gözlenebilir.

Sıvılaşma potansiyeli olan alanları belirlemede, dikkat edilen önemli parametrelerden biri, yeraltı suyunun, yüzeyden itibaren derinliğidir. Sıvılaşmanın gözlemlendiği bölgelerde yeraltısuyunun genel olarak yüzeyden itibaren 10m'den daha sığ derinliklerde olduğu belirlenmiştir. Çalışma alanında açılan sondajlarda da yeraltı suyunun 0,5-1 m arasında olduğu tespit edilmiştir (SK 19, 20, 21, 22, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37). Çok yağışlı dönemlerde yeraltısuyunun yüzeylenmesi görülmekle birlikte kurak mevsimlerde yeraltı suyu seviyesi 4 metreye kadar düşmektedir.



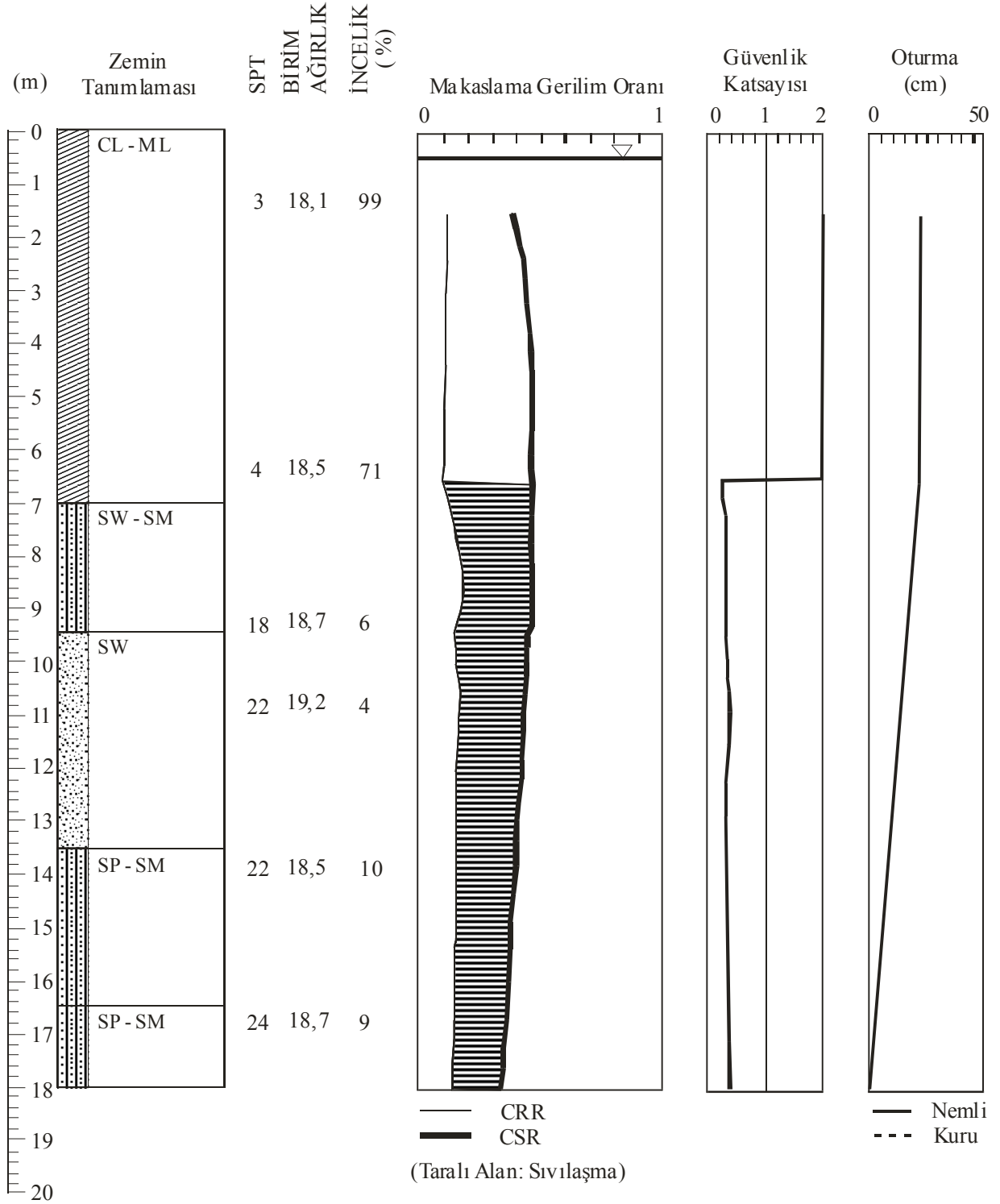
**Şekil 9:** SPT değerleri ile maksimum ivme değerlerine göre, sıvılaşma riskleri ve inceleme alanından elde edilen verilerin değerlendirilmesi

**Figure 9:** Liquefaction risks and evaluation of data from study area according to SPT values and maximum ground acceleration

#### Liquefy-pro ile Sıvılaşma Analizi

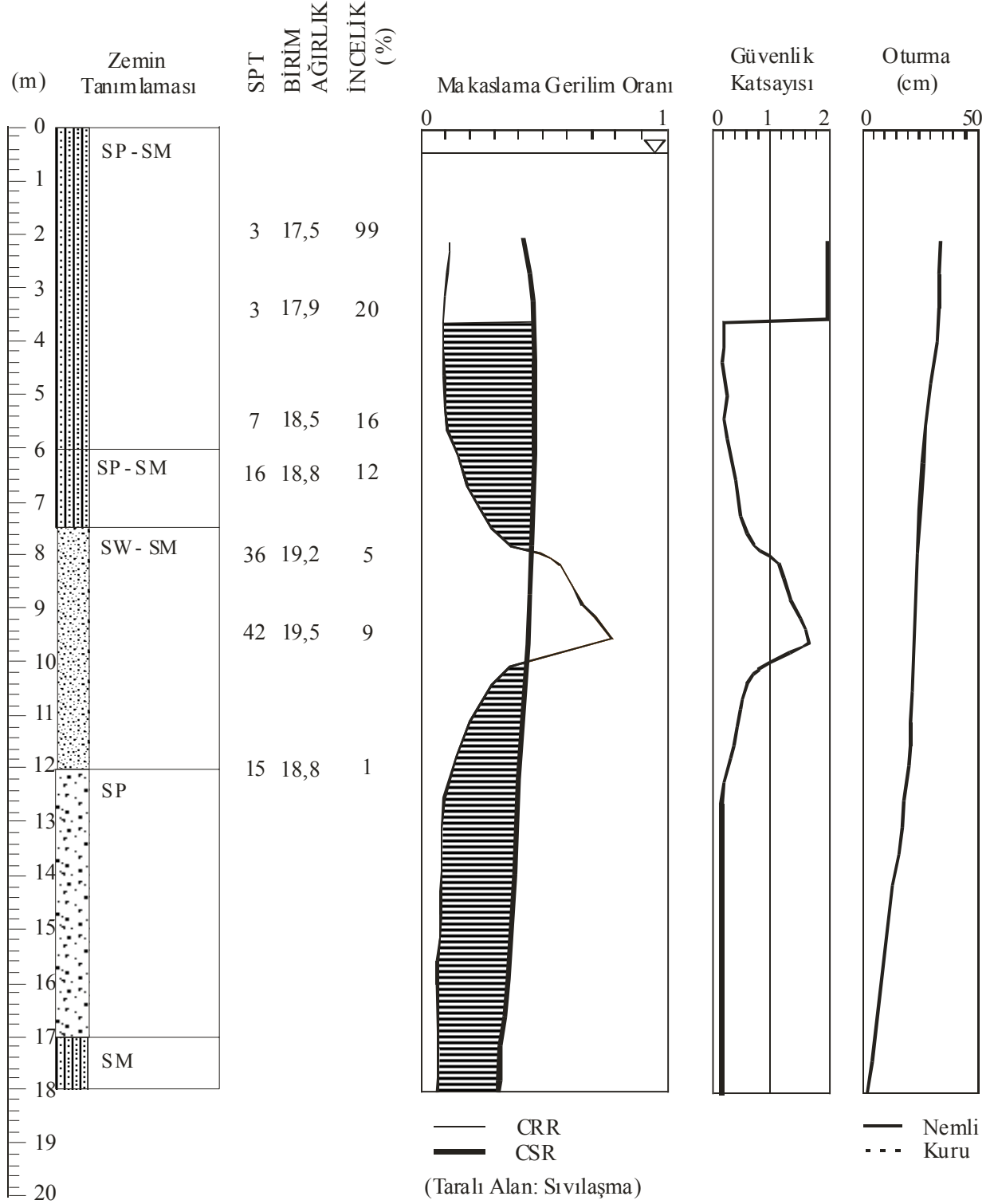
SK 36 ve SK 37 kuyularından elde edilen veriler yardımıyla Civiltech yazılımı olan Liquefy Pro programı ile sıvılaşma analizi değerlendirilmesi yapılmıştır. Bu yazılımın kullanımında, 7.2 büyüklüğündeki bir deprem için 4.2g'lik bir yer ivmesi kabul edilen deprem senaryosu uygulanmıştır (Şekil 10a ve 10b). SK 36 kuyusunda; 6,5 - 18m arasında, SK 37 kuyusunda ise, 3,5-7,5m ile 10-18m ler arasındaki derinliklerde, sıvılaşma olasılığının varlığı hesaplanmıştır. Şekil 11a ve 11b'de ise, çalışılan alüvyon zemin üzerine yapılacak 50 m ve daha yüksek yapılarda (baraj gibi) oluşabilecek sıvılaşma riskleri hesaplanmış ve bu şekildeki bir yük durumunda sıvılaşmanın oluşamayacağı saptanmıştır.





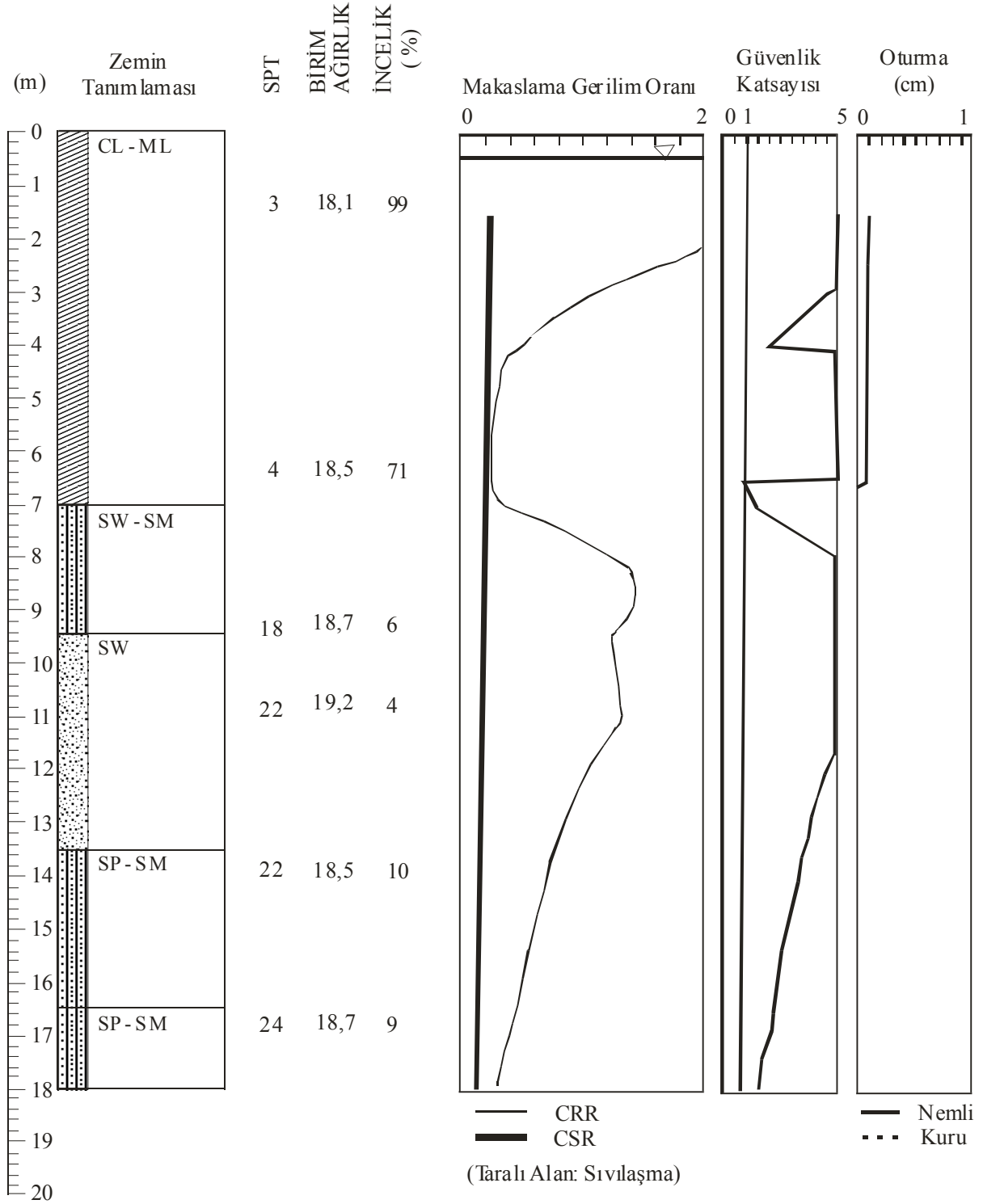
Şekil 10a: SK 36 kuyusu verilerine göre doğal durumda sıvılaşma analizi

Figure 10a: In situ liquefaction analysis for data from borehole SK36

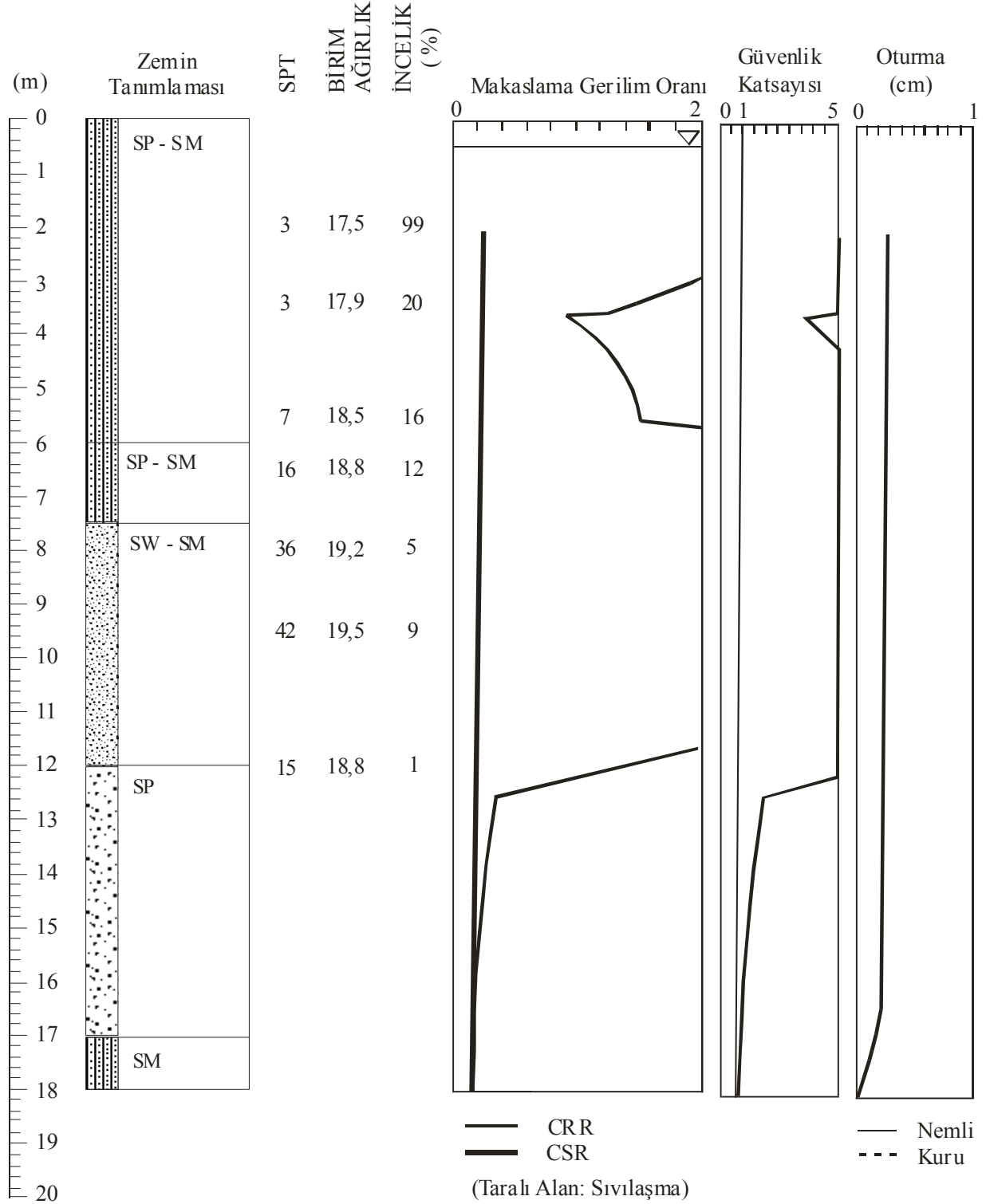


Şekil 10b: SK 37 kuyusu verilerine göre doğal durumda sıvılaşma analizi

Figure 10b: In situ liquefaction analysis for data from borehole SK37



Şekil 11a: SK 36 kuyusu verilerine göre, 50 metrelik bir yapı yükü altındaki, sıvılaşma analizi  
 Figure 11a: Liquefaction analysis under 50m structural load for data from borehole SK36



Şekil 11b: SK 37 kuyusu verilerine göre, 50 metrelik bir yapı yükü altındaki, sıvılaşma analiz

Figure 11b: Liquefaction analysis under 50m structural load for data from borehole SK37

## SONUÇLAR

İnceleme alanını da içine alan hedef bölgede, 97 yıl içinde oluşabilecek en büyük depremin 7.4 büyüklüğünde olacağı hesaplanmıştır.

Hedef bölgenin, hem tarihsel hem de aletsel dönemlerde aktif olduğu görülmektedir. İncelenen bölge içerisinde aletsel dönemde  $M > 7$  olan 4 deprem olmuştur. Büyüklük-Tekrarlanma ilişkisinden de 80 yıllık bir dönemde tekrarlanan en büyük depremin 7,1 büyüklüğünde bir deprem olduğu bulunmuştur. Kuzey Anadolu Fayının Saros-Gaziköy segmentinde meydana gelebilecek bir depremin vadiden geçen aktif Ece fayında ve buna bağlı kırık sistemlerinde yerdeğiştirmelere neden olması kaçınılmaz olacaktır.

Sonuç olarak; çalışma sahası yüksek sismik riske sahip bir bölge olarak tanımlanmıştır.  $M > 6$  olan depremlerin yıkıcı etkileri olabileceği düşünülerek büyüklüğü 6 veya daha büyük olan depremlerin tekrarlanma periyotları hesaplanmış ve bu tekrarlanma 18 yıl olarak bulunmuştur. Yapı ömrü 50 yıl olan önemli mühendislik yapıları göz önünde tutulduğunda, büyüklüğü 6,36 ve daha fazla olan depremlerin yapı ömrü içinde olma olasılığı %92 olarak bulunmuştur. Çokal vadisindeki alüvyon zemin için sıvılaşmaya denetleyen parametrelere dikkate alınarak yapılan sıvılaşma analizlerinde SK 36 kuyusu ve çevresinde 6,5-18m ler arasında, SK 37 kuyusu ve çevresinde ise 3,5-7,5 arası ile 10-18m ler arasındaki zeminlerde sıvılaşmanın oluşacağı liquefy-pro programı ile hesaplanmıştır. Aynı ortamda 50m'den yüksek mühendislik yapıları yapılması durumunda sıvılaşma olmadığı belirlenmiştir.

## KATKI BELİRTME

Yazarlar, sismi risk analizi ile sıvılaşma analizlerinde yardımlarını esirgemeyen Prof. Dr. Akın ÖNALP'a (Sakarya Ün.) ve Dr. Şenol ÖZYALIN'a (9Eylül Ün.) teşekkür ederler.

## SUMMARY

The importance of liquefaction phenomena is understood once more during the 1999 Kocaeli Earthquake. For this reason, in this study the liquefaction potential of alluvium in the Çokal Valley east of Saros Bay was considered. In this consideration the grain size distribution of the alluvium, groundwater level, the dimensions of the alluvium, distance between liquefaction sites and the epicentral area, relation between ground acceleration and SPT values were examined. Also the liquefaction analysis was carried out with the liquefy-pro software. By the data gathered depths having liquefaction potential were determined.

## DEĞİNİLEN BELGELER

**Anon, (1971);** Supplement for Design Standard for Port and Harbour Structures, Japan Port and Harbour Association.

**Boğaziçi Üniversitesi;** Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü  
<http://www.koeri.boun.edu.tr/scripts/sondepremler.asp>

**Doust, H. ve Arıkan, Y., (1974);** The Geology of the Thrace Basin. 2<sup>nd</sup> Biannual Petroleum Congress of Turkey, Ankara, 119-131.

**DSİ, (2000);** Çanakkale Gelibolu-Gökbüet Projesi Sıvılaşma Raporu.

**MTA Jeoloji Etütleri Dairesi (1998);** 1/100 000 Ölçekli Açınsama Nitelikli Türkiye Jeoloji Haritaları, MTA Genel Müdürlüğü Jeoloji Etütleri Dairesi Yayınları, Ankara.

**Sakınc, M., Yalıtırak, C. and Oktay, F.Y., (1999);** Paleogeological Evolution of the Thrace Neogene Basin and the Tethys-Paratethys Relations at Northwestern Turkey (Thrace). Paleogeography, Paleoclimatology, Paleocology, 153, 17-40.

**Saltık, O., (1974);** Şarköy-Mürefte Sahaları Jeolojisi ve Petrol Olanakları: TPAO Arama Grubu Rap. No:879, 24s.

**Şengör, A.M.C., (1979);** The North Anatolian Transform Fault: Its Age, Offset and Tectonic Significance: Journal of the Geological Society of London. V.136, pp.269-282.

**Şentürk, K. ve Okay, A. İ., (1984);** Blueschists Discovered East of Saros Bay in Thrace. MTA Foreign Edition, number 97/98:72-75

**Tüysüz, O., Barka, A. ve Yiğitbaş E., (1998);** Geology of the Saros Graben and its implications for the Evolution of the North Anatolian Fault in the Ganos-Saros region, Northwest Turkey, Tectonophysics, 293, 105-126.

**Ulusay, R., (2000);** Zemin Sıvılaşması, Mavi Gezegen, Sayı:2, s.47-56.

**Ulusay, R., Aydan, Ö., Kumsar, H., Sönmez, H., Tuncay, E., (2000);** Türkiye'de Son Depremlerde Görülen Sıvılaşma Olgusu ve Batı Anadolu'da Sıvılaşma Potansiyeline Genel Bir Bakış, Batı

Anadolu'nun Depremselliği Sempozyumu, s.323-336.

**Ünay, E. and De Brujin N, H., (1984);** On Some Neogene Rodent Assemblages From Both Sides of the Dardanelles, Turkey: Newsletter in Stratigraphy,13, 119-132.

**Ündül, Ö., (2001);** Çokal Baraj Yeri ve Göl Alanının (Gelibolu) Jeomühendislik İncelemesi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 91s.

**Yaltırak, C., (1995);** Gaziköy-Mürefte (Tekirdağ) Arasının Sedimenter ve Tektonik Özellikleri. TPJD Bülteni, C.6/1 Temmuz, 93-112.

**Yaltırak, C., (1996);** Ganos Fay Sistemi'nin Tektonik Tarihi. TPJD Bülteni, Cilt 8, Sayı 1, 137-150.

Geliş Tarihi – *Received*: 29.11.2002

Kabul Tarihi – *Accepted*: 10.03.2003