



**Makale
(Article)**

Standard Penetrasyon Deneyi (SPT) İle Tuzla (Adana-Karataş) Trafik Gözetleme İstasyonu Zemininin Sıvılaşma Potansiyelinin Araştırılması

Ali ATEŞ¹, Adil ÖZDEMİR²

¹ Şehit Osman AVCI Mah. 43. Sok. No:3/8 Eryaman-Ankara/TÜRKİYE,
atesimatesim@yahoo.com.tr

² Fevziçakmak 2 Sok. No:40/17 Kızılay-Ankara/TÜRKİYE

Özet

Bu çalışma, Tuzla (Adana-Karataş) ilçesinde inşası planlanan Trafik Gözetleme İstasyonu (TGİ) yerleşim alanı içerisindeki alüvyal zeminlerin olası bir deprem etkisinde sıvılaşma potansiyelinin, arazi (SPT) verileri kullanılarak belirlenmesini içermektedir. Bu amaçla, yapı oturma alanında yapılan 2 adet sondaj çalışmasına ait olan SPT verileri kullanılmıştır. Çalışma alanından yaklaşık 5 km güneyinde “Karataş Osmaniye Fay Zonunun” yer almaktadır. Bu fay zonunun yapı alanını etkileyebileceği ve en büyük ivmeyi yaratabileceği varsayılarak, araştırmaya esas alınmıştır. Toplam 110 km uzunluğundaki bu fay zonunun, olası bir depremde 1/2'nin kırılması tahmin edilerek, moment magnitudü 7 ve normal atımlı faylar ve Türkiye için geliştirilen deprem atenuasyon eşitliği kullanılarak 0,3g büyüklüğünde yatay deprem ivmesi oluşabileceği hesaplanmış ve SPT verileri kullanılarak sıvılaşma analizleri yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre, Trafik Gözetleme İstasyonu inşaatı yapılacak alanın yüksek dereceli sıvılaşma riski taşıdığı ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: SPT, sıvılaşma riski, Adana-Karataş (Tuzla)

Investigation of Liquefaction Potential of Soils of the Traffic Control Tower In Tuzla (Adana-Karataş) Region Using Standard Penetration Test Data (Southern Turkey)

Abstract

This study includes the determination of the liquefaction potential developed for the residential area covered by alluvial deposits using SPT (Standard Penetration Test) data under the effect of the probable earthquake effect in Tuzla (Adana-Karataş) District. For this reason, two borehole data were evaluated. Karataş Osmaniye Fault Zone was a length of 110 km in length and approximately passes through in a distance of 5 km in the west of the study area (Tuzla District). It was predicated to affect the region and create the biggest peak horizontal acceleration due to earthquake. In a probable earthquake effect, it was calculated an earthquake of moment magnitude as $M_w=7$, considering that Karataş Osmaniye Fault Zone may be cracked 1/2 of the total length. Using attenuation relationships developed for Turkey a peak ground acceleration of 0.3 g was calculated for the study site. According to the these results, the liquefaction analysis was performed using the SPT data and two locations were determined as liquefiable.

Keywords: Standard penetration test, Adana-Karataş (Tuzla), liquefaction risk

1. GİRİŞ

Depremler esnasında suya doygun zemin tabakalarında çevrimli yüklemeler altında oluşan boşluk suyu basıncı artışları zeminde katı fazdan sıvı faza dönüşme olarak nitelendirilebilecek sıvılaşma durumunun

Bu makaleye atf yapmak için

Ateş, A., Özdemir, A., "Standard Penetrasyon Deneyi (SPT) İle Tuzla (Adana-Karataş) Trafik Gözetleme İstasyonu Zemininin Sıvılaşma Potansiyelinin Araştırılması" Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi 2011, 7(2) 1-14

How to cite this article

Ateş, A., Özdemir, A., "Investigation of Liquefaction Potential of Soils of the Traffic Control Tower In Tuzla (Adana-Karataş) Region Using Standard Penetration Test Data (Southern Turkey)" Electronic Journal of Construction Technologies, 2011, 7 (2) 1-14

ortaya çıkmasına neden olabilmektedir. Zeminlerin sıvılaşabilirliği tane boyutu ve dağılımlı yanında, jeolojik yaşı ve çökeltme koşulları, başlangıç sıklık derecesine bağlı hacim değişim potansiyeli ve su geçirgenliği gibi özellikleri yanında depremin büyüklüğü, süresi uzaklığı gibi sismik faktörlere bağlıdır [1]. Zemindeki yeraltı su seviyesinin yüzeje yakın olmasıyla birlikte zeminin gevşek şartlarda olması, zeminin sıvılaşması için etkili olan koşullardandır. Sıvılaşma olayı, pek çok depremde gelişmesine karşın lkemizde, 1992 Erzincan depremiyle dikkate alınmaya başlanmış, 1999 Marmara depreminde meydana gelen sıvılaşma olayları ile bu olgunun önemi tüm kesimlerin ilđisini çekmektedir.

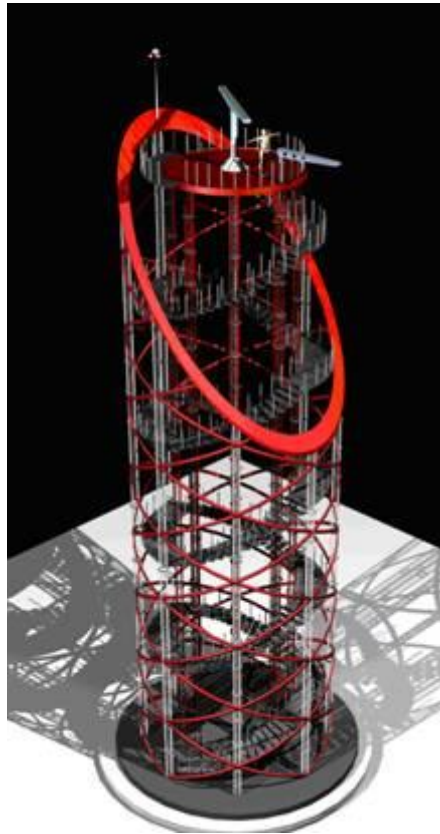
Bu alışmada, Tuzla (Adana-Karataş) bölgesinde inşası planlanan Trafik Gözetleme İstasyonu (TGİ) zemininin jeolojik ve jeoteknik özelliklerini ortaya koymak ve olası bir depreme karşı dayanıklılığının tespitine yönelik yapılan çalışma kapsamında elde edilen SPT verileri kullanılmıştır. İnşası planlanan yapı alanında alüvyal zeminlerin sıvılaşma riski değerlendirilmiştir. Bu amaçla, bölgenin jeolojisinden, depremselliğinden, olası deprem odaklarının uzaklığı ile oluşturacakları yer ivmesi ilişkilerinden, zemine ait granölometri değerlerinden ve SPT verilerinden yararlanılarak sıvılaşma analizleri yapılmış ve Iwasaki vd. [2] kriterleri baz alınarak sıvılaşma potansiyeli araştırılmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

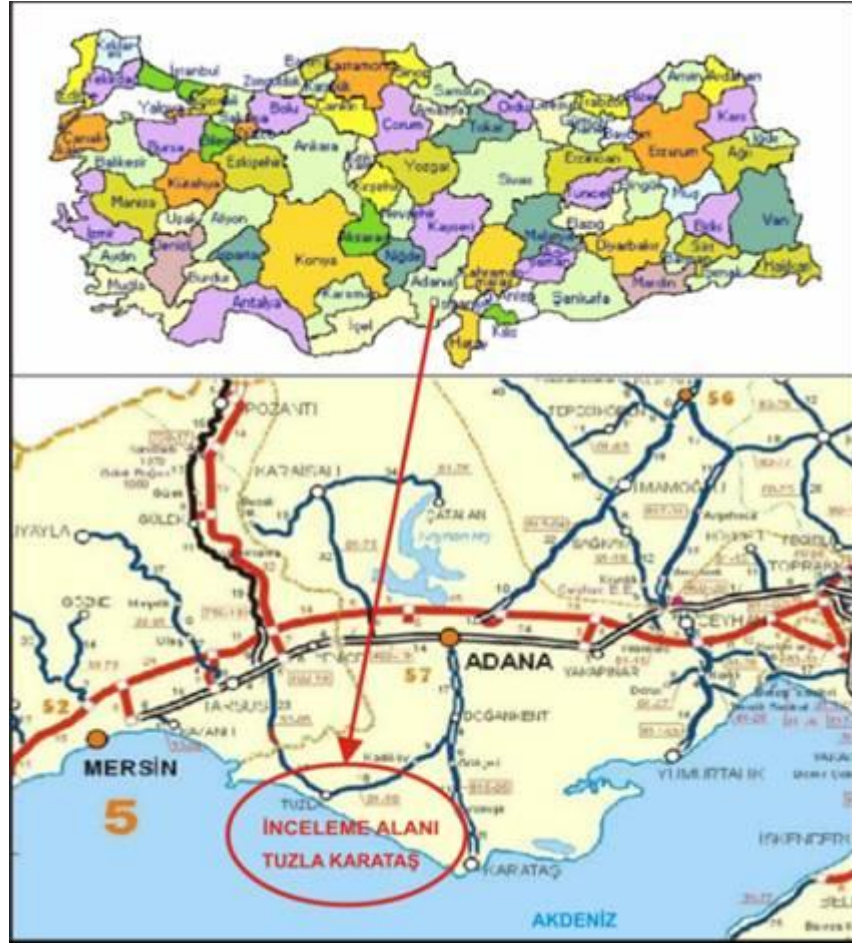
2.1. Materyal

2.1.1. Çalışma Alanının Tanımlanması

Akdeniz Bölgesi'nde, Adana iline bağlı bir ile olan Karataş, kuzeyde yüreğir, kuzeydoğusunda Ceyhan, doğusunda Yumurtalık, güneydoğu, güney ve batıda Akdeniz, kuzeybatısında da Mersin ili ve Seyhan ilçesi ile çevrilidir. Çalışma alanına 60 m yüksekliğinde ve 10 m genişliğinde Trafik Gözetleme İstasyonu (TGİ) yapılması planlanmaktadır. Ayrıca, bu istasyonun yanında, çeşitli konteynerler yeracaktır. Yapılacak olan Trafik Gözetleme İstasyonu şekil 1'de verilmiştir. İnceleme alanı ile ilgili hazırlanan lokasyon haritası şekil 2'de verilmiştir.



şekil 1. Trafik Gözetleme İstasyonu görüntüsü

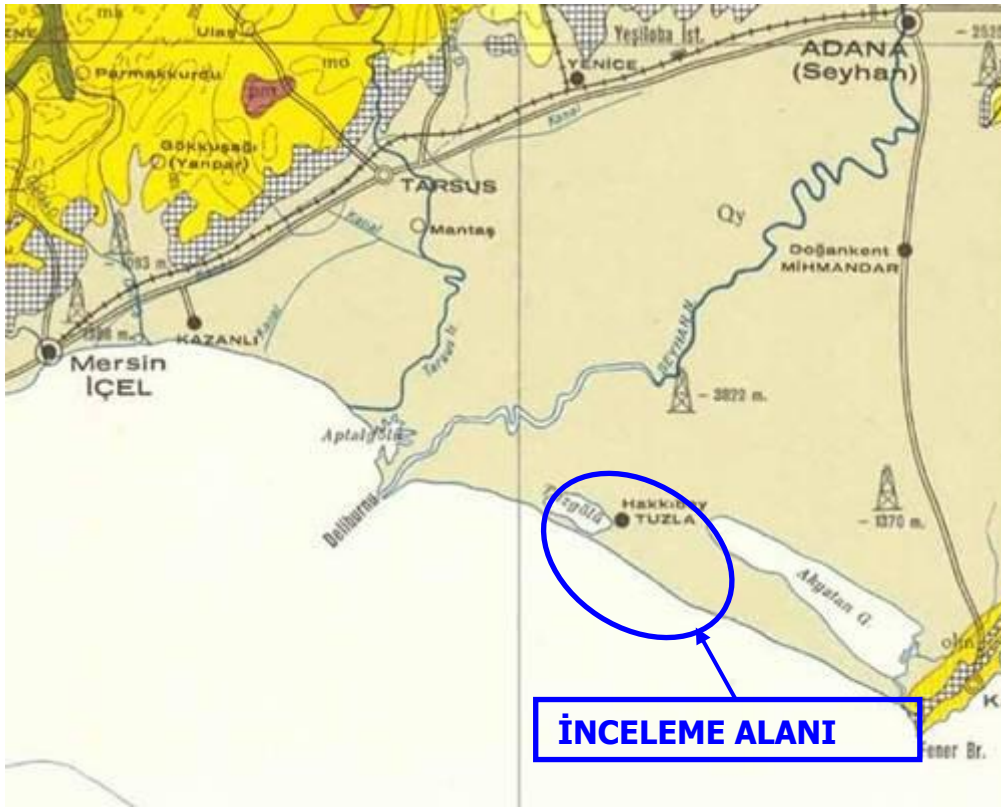


Şekil 2. Lokasyon haritası

2.1.2. İnceleme Alanının Jeolojisi

Adana ilinin 49 km güneyinde, Akdeniz sahilinde kurulmuş bir ilçedir. Eosen yaşlı gri renkli kil, marn ve kumtaşı ardalanmasından oluşmuş kıvrımlı tabakalara rastlanır. Genellikle tabakalar kuzey-güney doğrultulu ve kuzeybatıya eğimli, üzerleri 1-3 m kalınlığında bitkisel toprak ile örtülüdür.

Meskun yerlerin güneybatısında sahile yakın bir alanda, Eosen flişi üzerinde beyaz pembe renkli Neojen yaşlı kireçtaşlarının yer aldığı görülür. Ayrıca, derelerin getirdiği silt, kil, kum karışımı alüvyon sahalara, sahil boyunca bant halinde denizin kalıntılarından oluşmuş plaj kumlarına rastlanılır. Meskun yerlerin doğu ve batısında sahil kumlarının geniş alanlar kapladığı görülür. Bölgenin jeoloji haritası Şekil 3'de verilmiştir [3].



AÇIKLAMA

Qy	HOLOSEN, YENİ ALUVYON HOLOCENE, RECENT
ol	OLIGOSEN, KARASAL OLIGOCENE, CONTINENTAL
TRAVERTEN	TRAVERTINE

Şekil 3. Jeoloji haritası (1/500 000 Ölçekli) [3]

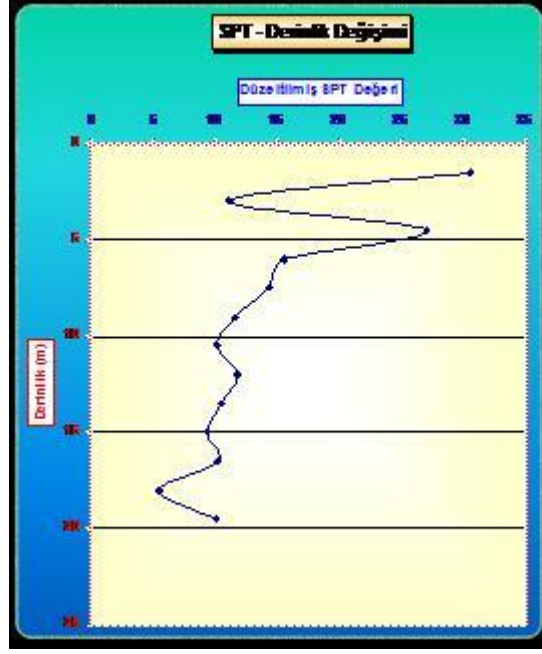
2.1.3. Arazi Verileri

Çalışmada, geleneksel sınılaşma potansiyeli hesaplamalarının yapılması için, derinlikleri 20 m olan 2 adet zemin sondajının SPT (Standard Penetrasyon Test) verileri kullanılmıştır [4].

Zemin sondaj çalışmaları esnasında; ilerlemeye paralel olarak, her 1.50 m de SPT deneyi yapılmış ve örselenmiş örnekler alınmıştır. Alınan örnekler gerekli deneyler yapılmak üzere laboratuvara gönderilmiş, tipik zemin özellikleri gösteren ve farklı zemin seviyelerini temsil eden örnekler üzerinde zeminlerin fiziksel ve mühendislik özelliklerini belirlemeye yönelik yeterli sayıda deney yapılmıştır. Çalışma alanından elde edilen parametreler kullanılarak mühendislik değerlendirmesi ve analizleri yapılmıştır. Burada çalışma alanında sondaj çalışması esnasında SPT değerlerinin taşıma gücü amacıyla da kullanılabilceği düşünülerek ayrıca standard enerji oranı N_{55} oranına göre de düzeltilmiş ve N_{55} değerleri Tablo 1 ve Şekil 4'de verilmiştir.

Tablo 1. Hesaplanan N_{55} değeri

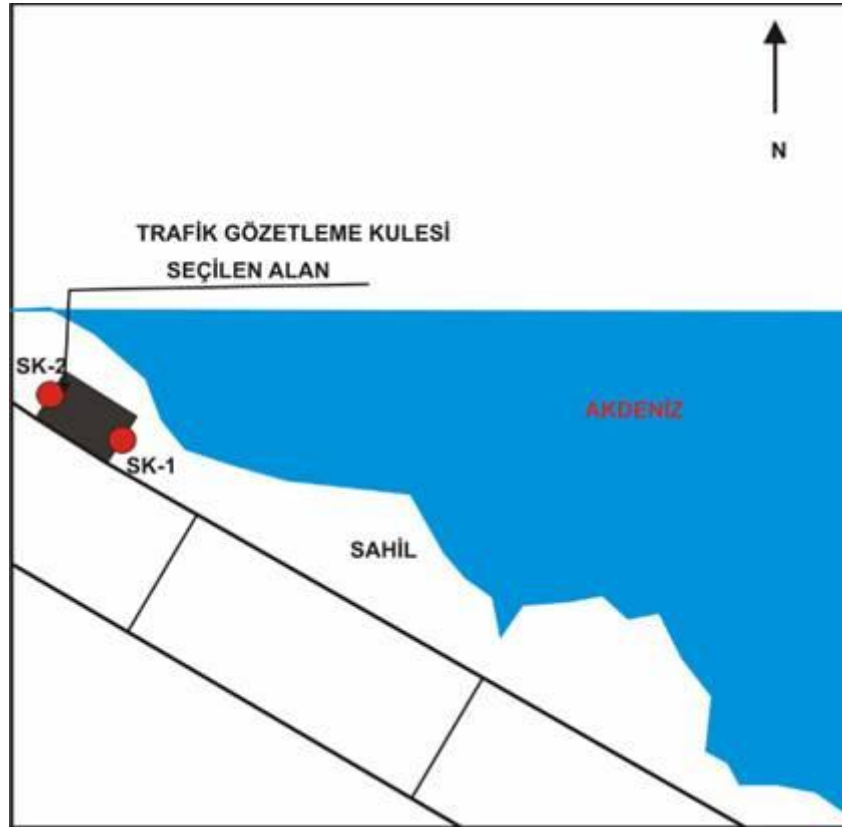
Deney Derinliği	\square	\square_{eff}	Düzeltilme Faktörü		
M	(kN/m³)	(kN/m²)	C_N	N₃₀	N₅₅ Değeri
1.5	18.50	27.30	1.87	20	31
3.0	18.50	41.85	1.51	9	11
4.5	18.50	54.43	1.33	25	27
6.0	18.50	67.02	1.20	16	16
7.5	18.50	79.60	1.10	16	14
9.0	18.50	92.19	1.02	14	12
10.5	18.50	104.77	0.96	13	10
12.0	18.50	117.36	0.90	16	12
13.5	18.50	129.94	0.86	15	11
15.0	18.50	142.53	0.82	14	9
16.5	18.50	155.11	0.79	16	10
18.0	18.50	167.70	0.76	9	6
19.5	18.50	180.28	0.73	17	10



Şekil 4. Bu çalışmada hesaplanan SPT değerlerine ait grafik

2.1.4. Sondaj Çalışmaları

Çalışma alanında yapılan sondajlar temel zeminlerinin litolojik özelliklerini, düşey ve yanal doğrultudaki değişimlerini ve yer altı suyu durumu ile mühendislik parametreleri gibi bilgileri belirleme amacına yönelik yapılmıştır. Sondaj ilerlemesi burgulu yöntemle yapılmıştır [4]. Sondaj çalışmalarına ait sondaj yerleri Şekil 5’de görüntüler ise Şekil 6’da verilmiştir.



Şekil 5. Sondaj kuyuları vaziyet planı



Şekil 6. Arazide SPT deneyine ait sondaj çalışması

2.1.5. Arazi Deneyleri

Sondajlar TS-1901'e uygun olarak ve sulu-rotary sistemle yapılmıştır. Sondaj çalışmaları kamyon üzerine monteli D-500 tipi rotary sistemle çalışan sondaj makinesi ile yürütülmüştür. Burada halatlı makaralı sistemle çalışan % 45 enerji standardında halka tipi şahmerdan kullanılmıştır. Sondaj çalışmaları esnasında; ilerlemeye paralel olarak, her 1.50 m de bir 26 adet SPT (Standart Penetrasyon Testi) yapılmış ve örselenmiş örnekler alınmıştır. SPT, esas olarak yerinde yapılan bir dinamik kesme deneyidir. Kesme direnci daneli zeminlerde zeminin izafi sıkılığına, kohezyonlu zeminlerde ise zeminin mukavemet parametrelerine bağlıdır. Bu sebeple penetrasyon deneyi sonuçları ile taşıma gücü arasında gerçeğe uygun bir bağıntı kurulabildiği gibi diğer mühendislik hesaplamalarında da kullanılmaktadır. SPT deneyleri sırasında alınan örselenmiş örnekler 2" dış çaplı ve 1^{3/8}" iç çaplı yarık numune alıcı ile alınmıştır. Alınan numuneler doğal özelliklerini kaybetmemesi için iç içe geçmiş iki ayrı naylon torba içine konmuş, etiketlenmiş ve ağızları hava almayacak şekilde sıkıca bağlanmıştır.

2.1.6. Zemin Profili

İnceleme alanında yapılan sondaj verilerine göre zemin profili; SK-1 kuyusunda: 0.00-0.00-20.00 m arasında kum (SP-SM), SK-2 kuyusunda: 0.00-2.50 m kum (SW), 2.50-4.10 m kumlu silt (ML), 4.10-14.60 m kum (SW-SM), 14.60-15.30 m kumlu siltli kil (CL), 15.30-17.80 kum (SW), 17.80-18.60 m kumlu silt (SC), 18.60-20.00 m kum (SW) şeklindedir.

2.1.7. Yeraltı Suyu Durumu

Sıvılaşma potansiyeli olan bölgeleri belirlemede, dikkat edilmesi gereken önemli parametrelerden birisi de, yer altı suyunun yüzeyden itibaren derinliğidir. Çalışma alanında yer altı suyu, durumuna gelince,

yeraltı suyu yaz ve kış aylarında mevsimsel olarak değişmektedir. Tuzla (Karataş), Akdenizin kıyısında kurulmuş bir yerleşim birimidir. Çalışma alanı yaklaşık olarak deniz seviyesindedir. Çalışma alanının rakımı yaklaşık 4 m'dir.

Sondaj çalışmaları sırasında ve bitiminden bir gün sonra yapılan ölçümler sonucunda SK-1 kuyusunda ve SK-2 kuyusunda 1.8 m derinliklerde yeraltı suyuna rastlanmıştır.

2.1.8. Deneyde Kullanılan Yazılımlar

Bu çalışmada, Arazi verilerinin sıvılaşma potansiyel hesaplamalarında, Liq IT V.4.7.3 Geologismiki [5] yazılımı kullanılmıştır.

2.2. Metot

Bu çalışma kapsamında çalışma alanından elde edilen SPT verileri esas alınarak, orijinal olarak Seed ve Idriss [6] tarafından geliştirilen ve daha sonra Youd vd. [7] tarafından revize edilen sıvılaşma analiz yöntemine göre Liq IT V.4.7.3 [5] Geologismiki yazılımı kullanılarak sıvılaşma analizleri yapılmıştır. Bu analizler sonucunda elde edilen sonuçlara göre, İzmit (Kaytazdere) bölgesinde, TGİ yapılacak alanda sıvılaşma potansiyelinin varlığı araştırılmıştır. Bu analizler sonucunda elde edilen sonuçlara göre Trafik Gözetleme İstasyonunun inşa edilmesi amacıyla bölgenin depremden kaynaklanan sıvılaşmaya bağlı oluşan riski ortaya konulmuştur.

2.2.1. Sıvılaşma Potansiyelinin Belirlenmesindeki Kriterler

Analiz sonuçlarını esas alarak zeminlerin sıvılaşma dirençlerinin belirlenmesi, iki değişkenin hesaplanmasını veya tahmin edilmesini gerektirmektedir, bunlar;

- Zemin tabakasındaki sismik talebi ifade eden devirsel gerilme oranı (DGO),
- Zeminin sıvılaşmaya karşı direncini gösteren devirsel direnç oranı (DDO).

Deprem gücünü karakterize eden DGO'nun, zeminin direncini karakterize eden DDO'ya oranı ise o zeminin sıvılaşmaya karşı güvenlik katsayısını vermektedir (Eş. 1).

$$GK = \frac{DDO}{DGO} \quad (1)$$

Güvenlik faktörünün 1'den küçük olması o bölgenin sıvılaşma riski taşıdığını, güvenlik faktörünün 1'den büyük olması ise o bölgenin sıvılaşma riski taşımadığını göstermektedir.

2.2.1.1. Seed ve Idriss (1971) Tarafından Geliştirilen "Basitleştirilmiş" Yönteme Göre Devirsel Gerilme Oranının (DGO) Bulunması

Bu yönteme göre deprem esnasında zemin tabakasından oluşacak devirsel gerilme oranı aşağıda verilen Eş.2'den hesaplanabilmektedir [6].

$$DGO = 0,65 \left\{ \frac{\tau_{av}}{\sigma'_{vo}} \right\} = 0,65 \left(\frac{a_{max}}{g} \right) \left(\frac{\sigma_{vo}}{\sigma'_{vo}} \right) r_d \quad (2)$$

Burada; (\mathbf{a}_{\max}) deprem tarafından oluşturulan ve yüzeyde etkiyen en büyük yatay yer ivmesini, (σ_{vo}) toplam düşey gerilmeyi (kN/m^2), (σ'_{vo}) efektif düşey gerilmeyi (kN/m^2), (\mathbf{g}) yerçekimi ivmesini (m/s^2), (τ_{ave}) ortalama devirsel gerilme dayanımını (kN/m^2), (\mathbf{r}_d) gerilme azaltma katsayısını ifade etmektedir.

Efektif Gerilme azaltma katsayısı, Liao ve Whitman [8]'a göre aşağıdaki şekilde belirlenebilir;

$$rd = 1 - 0,00765z, \quad z \leq 9,15\text{m} \quad (3a)$$

$$rd = 1,174 - 0,0267z, \quad 9,15\text{m} < z \leq 23\text{m} \quad (3b)$$

Burada; (\mathbf{z}) metre cinsinden derinliktir.

2.2.1.2. Youd vd. (2001)'e Göre Devirsel Direnç Oranının (DDO) Bulunması

Bu yöntemde standard penetrasyon test (SPT) verileri ile sınılaşma direncinin belirlenmesinde Youd vd. [7] aşağıda verilen eşitliği (Eş. 4) önermiştir;

$$DDO_{7,5} = \frac{1}{34 - (N_1)_{60}} + \frac{(N_1)_{60}}{135} + \frac{50}{(10(N_1)_{60} + 45)^2} - \frac{1}{200} \quad (4)$$

Burada,

Sınılaşma analizinde kullanılan düzeltilmiş SPT-N değerleri ($(N_1)_{60}$) Youd vd. [7], Seed vd. [9] tarafından bazı kısımları modifiye edilerek ince tane oranının sınılaşma direncine etkisini de göz önünde bulundurarak aşağıdaki şekilde ifade edilmiştir.

$$(N_1)_{60k} = \alpha + \beta(N_1)_{60} \quad (5)$$

Burada, α , β ince tane oranı düzeltme katsayılarıdır ve aşağıdaki eşitliklerde verilmiştir.

$$\alpha = 0 \quad ; \quad \dot{I}TO \leq \%5 \quad (6)$$

$$\alpha = \exp\left[1,76 - \left(\frac{190}{\dot{I}TO^2}\right)\right] \quad ; \quad \%5 < \dot{I}TO < \%35 \quad (7)$$

$$\alpha = 5,0 \quad ; \quad \dot{I}TO \geq \%35 \quad (8)$$

$$\beta = 1,0 \quad ; \quad \dot{I}TO \leq \%5 \quad (9)$$

$$\beta = \left[0,99 + \left(\frac{\dot{I}TO^{1,5}}{1000}\right)\right] \quad ; \quad \%5 < \dot{I}TO < \%35 \quad (10)$$

$$\beta = 1,2 \quad ; \quad \dot{I}TO \geq \%35 \quad (11)$$

3. ARAZİ VE LABORATUAR ÇALIşMALARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

3.1. Deprem Tasarım Parametrelerinin Hesaplanması

İnceleme sahasının yaklaşık 5 km batısından 110 km uzunluğundaki Karataş Osmaniye Fay Zonu geçmektedir (Şekil 7). Burada en yüksek ivme yaratabilecek fay zonu olarak Karataş Osmaniye Fay Zonunun olduğu tespit edilmiştir. Deprem tasarım parametrelerinin bulunması için, çalışma alanını çevreleyen 100 km yarıçapında bir daire çizilerek, daire içinde kalan ve çalışma alanını etkileyebileceği düşünölen aktif sismik kaynaklara dik çizilerek bu sismik kaynakların çalışma sahasına en kısa mesafeleri kilometre (km) cinsinden ölçölmüştür (Şekil 7) [10].

Çalışma sahasında en yüksek ivme yaratabilecek olan Karataş Osmaniye Fay Zonu, Mark [11] yaklaşımına göre olası bir depremde 1/2'sinin kırılabilceği yaklaşımla, olası tasarım depreminin moment büyüklüğü, Wells ve Coopersmith [12]'in eşitliği kullanılarak aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$M=4,86+1,32 \text{ Log } L \quad (12)$$

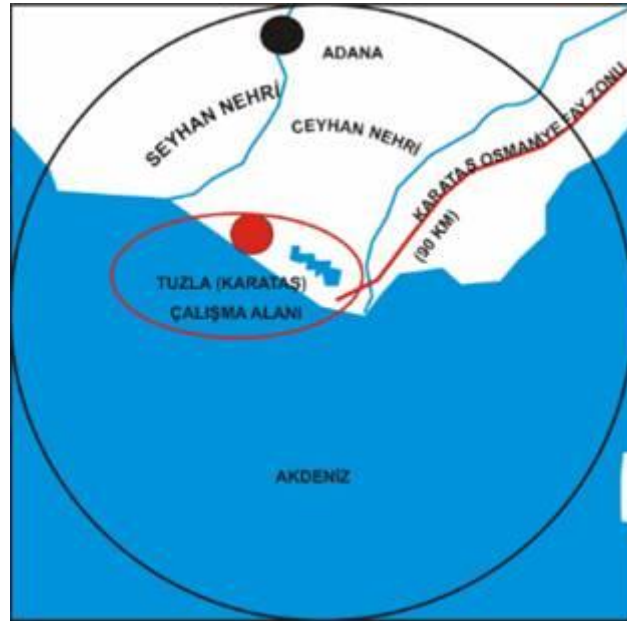
Burada; *M*: Moment büyüklüğü, *L*: Fay uzunluğu (km).

Bu yaklaşıma göre Fay uzunluğunun, 1/2'sinin kırılması durumunda, "Moment Büyüklüğü" 7 olarak hesaplanmıştır.

Yatay deprem ivmesi ise Türkiye'deki depremleri esas alan ve Türkiye'deki faylar için geliştirilen deprem atenasyon ilişkisi kullanılarak aşağıdaki gibi hesaplanmıştır [13].

$$PGA = 2,18e^{0,021833,3M_w - R_e + 7,8427S_A + 18,9282S_B} \quad (13)$$

Burada; yumuşak zeminler için $S_A=0$, $S_B=1$ alınır, R_e yerleşim alanından ilgili fay zonuna en yakın dikey mesafedir, M_w Deprem büyüklüğüdür. Buna göre, tasarım depreminin meydana getirebileceği "Yatay deprem ivmesi" 0,3 g olarak hesaplanmıştır.



Şekil 7. Çalışma sahasına 100 km çap içinde bulunan sismik kaynakların belirlenmesi

3.2. Sıvılaşma Analizi ve Sıvılaşma Potansiyeli İndeksinin Belirlenmesi

Çalışma alanında, bu bölgede bulunan ve etkin olan Karataş Osmaniye fayının olası bir depremde bu fayın 1/2'nin kırılacağı tahmin edilen senaryo depremine göre, moment magnitüdü $M=7$ büyüklüğünde beklenen bir depreme göre sıvılaşma potansiyeli LiqIT V. 4.7.3 [5] Geologismiki yazılımı kullanılarak araştırılmıştır.

Ancak güvenlik faktörü, geniş ve derin alanlar için göreceli bir değerlendirme yapılmasına ve sıvılaşma potansiyeli açısından sıvılaşma haritalarının hazırlanmasına doğrudan imkan vermemektedir. Bu durum göz önünde bulundurularak, Iwasaki vd. [2] tarafından güvenlik faktörünü de içerecek şekilde “sıvılaşma potansiyeli indeksi” adı verilen bir parametre önerilmiştir. Iwasaki vd. [2] sıvılaşma indeksinin hesaplanması için aşağıdaki eşitlikleri (Eş. 14 ve Eş. 14a-Eş. 14d) önermiştir.

$$LI = \int_0^{20} F(z)W(z)dz \quad (14)$$

$$FL < 1,0 \quad \text{için;} \quad F(z) = 1 - FL \quad (14a)$$

$$FL \geq 1,0 \quad \text{için;} \quad F(z) = 0 \quad (14b)$$

$$z < 20 \quad \text{için;} \quad W(z) = 10 - 0,5z \quad (14c)$$

$$z > 20 \quad \text{için;} \quad W(z) = 0 \quad (14d)$$

Burada; (LI) sıvılaşma indeksi, (z) yüzeyden zemin tabakasının orta noktasına olan derinlik (m), (FL) sıvılaşmaya karşı güvenlik faktörüdür.

Zeminlerin sıvılaşma potansiyelinin derecelendirilmesinde Iwasaki vd. [2]'e göre hesaplanan sıvılaşma indeksleri Tablo 2'deki gibi sınıflandırılabilir.

Tablo 2. Sıvılaşma potansiyeli indeksine (LI) göre sıvılaşma risk dereceleri [2]

Sıvılaşma İndeksi (LI)	Sıvılaşma Potansiyeli
0	Çok az
$0 < LI < 5$	Az
$5 < LI < 15$	Yüksek
$15 > LI$	Çok yüksek

Sıvılaşma analiz sonuçlarına göre elde edilen güvenlik katsayıları, Iwasaki vd. [2] yöntemine göre Eşitlik 14 kullanılarak sıvılaşma indeksleri bulunmuş ve analize dahil edilmiştir. Buradan bulunan indeksler yukarıda verilen (Tablo 2) sınır değerleri ile karşılaştırılarak ilgili lokasyonlar sıvılaşma derecelerine göre gruplandırılmış ve sonuca varılmıştır.

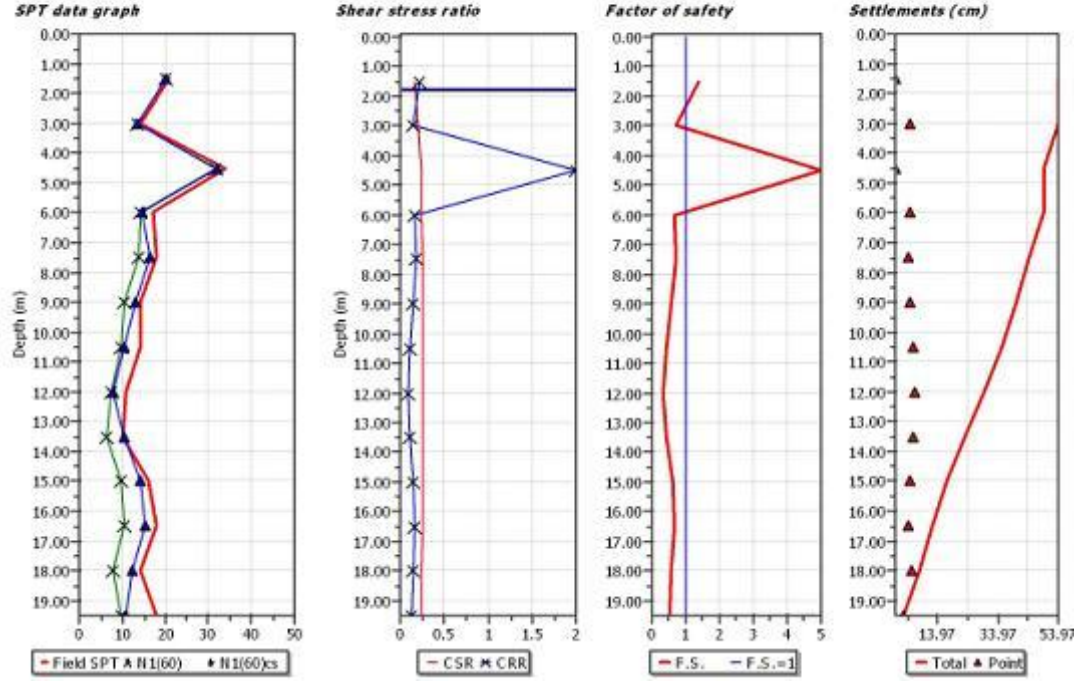
Bu çalışmada SK-1 ve SK-2 kuyuları için Liq IT V.4.7.3 [2006] programı kullanılarak sıvılaşma analizleri ayrı ayrı yapılmıştır. SK-1 kuyusunda güvenlik sayısı (FS) 1,8 m–20 metreler arasında $FS < 1$ olması nedeniyle sıvılaşma potansiyeli taşımaktadır (Şekil 8a, 8b).

SK-2 kuyusunda güvenlik sayısı (FS) 1.8 m–20 metreler arasında $FS < 1$ olması nedeniyle sıvılaşma potansiyeli taşımaktadır (Şekil 9a, 9b).

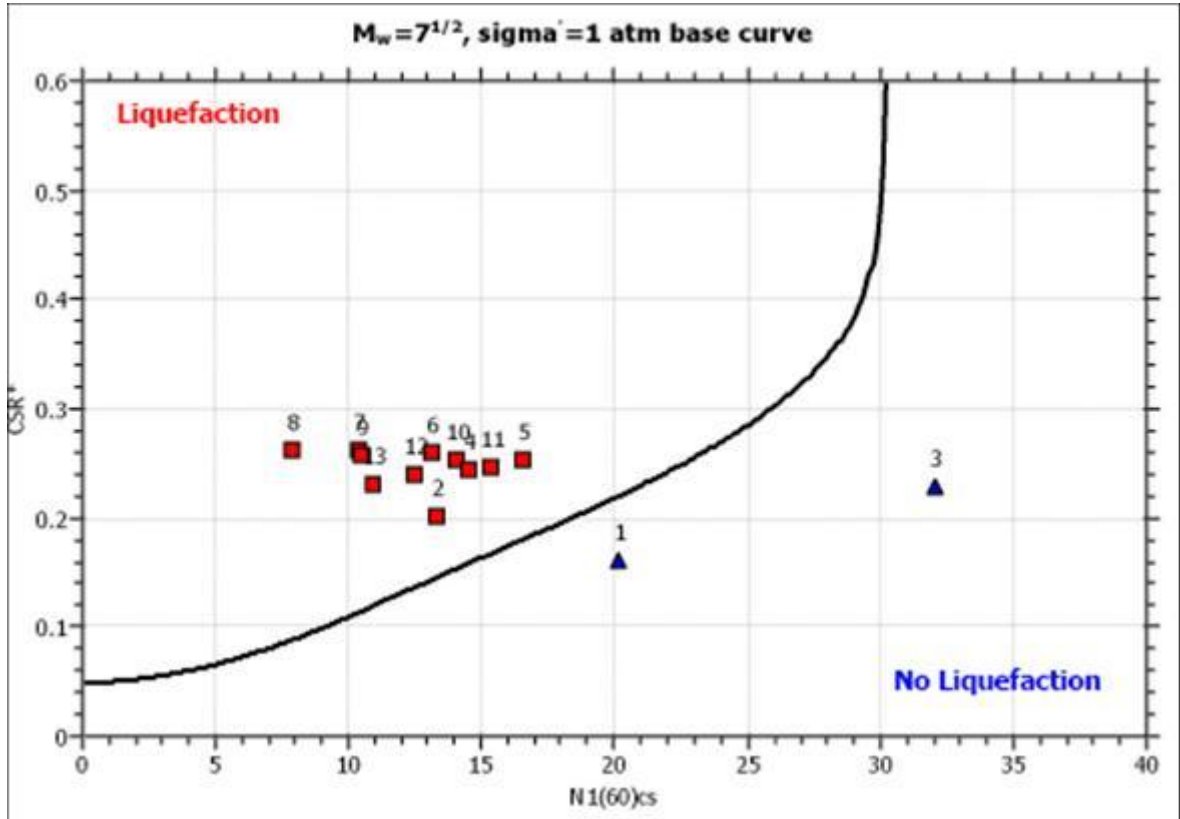
Input parameters and analysis data

In-situ data type: Standard Penetration Test
 Analysis type: Deterministic
 Analysis method: NCEER 1996
 Fines correction method: Idriss & Seed

Depth to water table: 1.80 m
 Earthquake magnitude M_w : 7.00
 Peak ground acceleration: 0.30 g
 User defined F.S.: 1.00



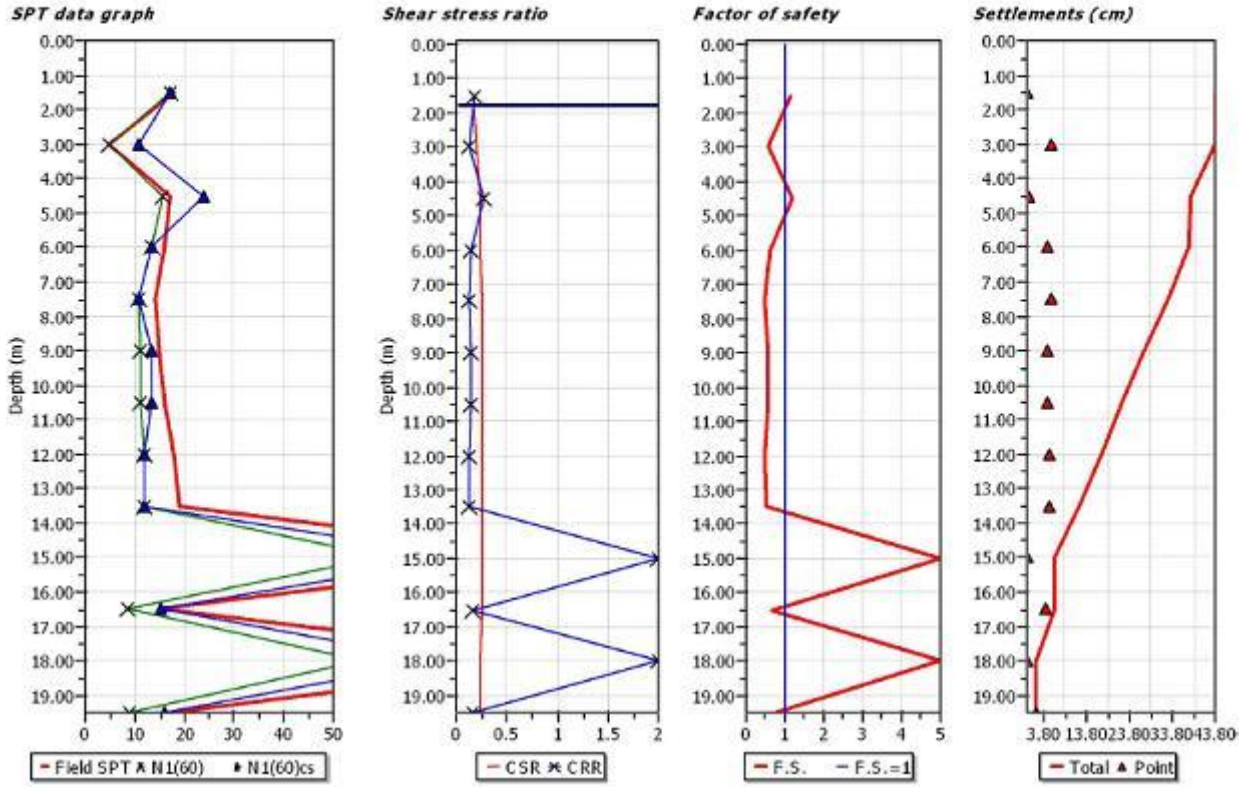
Şekil 8 (a). Seed ve Idriss (1971) yöntemine göre SK-1 kuyusu analiz sonuçları



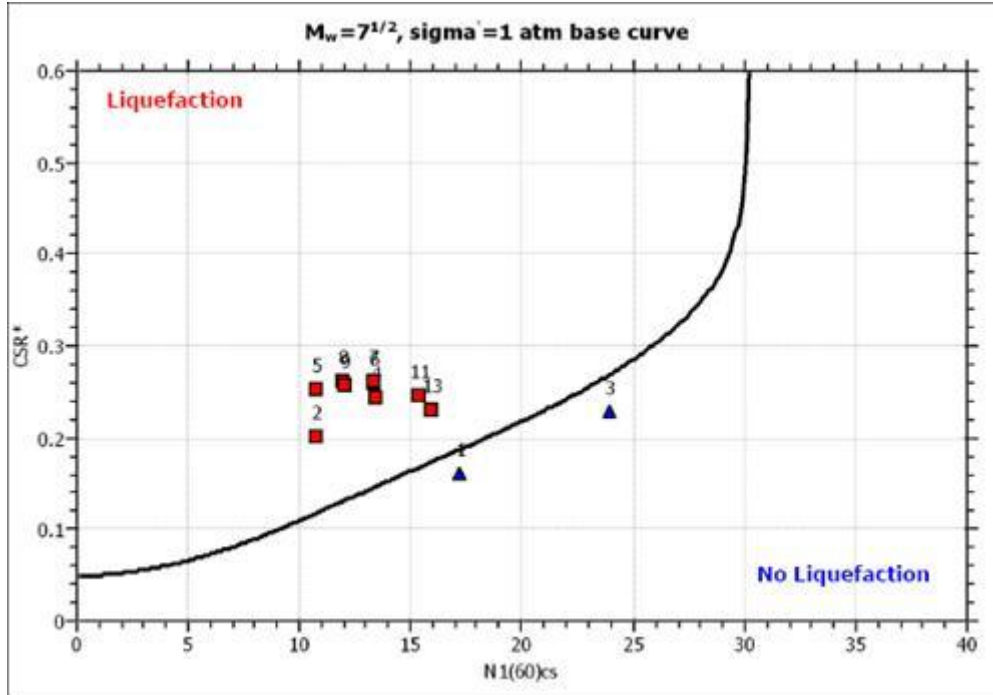
Şekil 8 (b). Seed ve Idriss (1971) yöntemine göre SK-1 kuyusu analiz sonuçları

Input parameters and analysis data

In-situ data type:	Standard Penetration Test	Depth to water table:	1.80 m
Analysis type:	Deterministic	Earthquake magnitude M_w :	7.00
Analysis method:	NCEER 1998	Peak ground acceleration:	0.30 g
Fines correction method:	Idriss & Seed	User defined F.S.:	1.00



Şekil 9 (a). Seed ve Idriss (1971) yöntemine göre SK-2 kuyusu analiz sonuçları



Şekil 9 (b). Seed ve Idriss (1971) yöntemine göre SK-2 kuyusu analiz sonuçları

Sonuç olarak; deprem magnitud byklg 7 ve yatay deprem ivmesinin 0,47g Őartlarında bir depremin olması durumunda, Yukarıdaki Őekillere bakıldığında (Şekil 8-Şekil 9) 1 ve 2 nolu lokasyonların yüksek düzeyde sıvılaşma riski taşıdığı görülmektedir.

4. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu alışmada, Adana ilinin Karataş (Tuzla) mevkiinde inşası planlanan Trafik Gzletleme İstasyonu (TGİ) zeminlerinin standart penetrasyon deneyi (SPT) ile sıvılaşma potansiyeli araştırılmıştır. Deprem kaynağı olarak Karataş Osmaniye Fay Zonu tespit edilmiş ve bu fay zonunun üretmesi beklenen tasarım parametreleri; "maksimum yatay deprem ivmesi 0,47g ve moment magnitudü 7", olarak hesaplanmış olup bu parametrelere göre sıvılaşma analizi yapılmıştır. Analiz sonunda SK-1 ve SK-2 evresinin yüksek dereceli sıvılaşma riski taşıdığı ortaya konulmuştur (Şekil 8 ve Şekil 9).

Mevcut yapının 60 m yüksekliğinde bir trafik gzletleme kulesi olduğu düşünülürse sıvılaşmadan doğacak oturmalar oluşabilir. Bu oturmaların kuleye zarar verebilecek olması nedeniyle, tasarlanan kule öncesi temel zemininin iyileştirilmesi gereklidir. Deprem sırasında yanal zemin direncinin çok azalacağı dikkate alınarak, yanal yatak katsayısında çok ciddi bir azalma olması gerekeceği hatırlanmalı ve küçük çaplı kazıklardan kaçınılmalıdır. Başka alternatifler, derin sıkıştırma ile jet enjeksiyon yöntemleridir.

5. KAYNAKLAR

- [1] zaydın, K., 2007, "Zeminlerde sıvılaşma", Altıncı Ulusal Depem Mühendisliği Konferansı, 231-255, İstanbul
- [2] Iwasaki T, K., Tokida K. Tatsuoka, Watanabe, S., Yasuda, S., and Sato, H., 1982, "Microzonation for soil liquefaction potential using simplified methods", Proceedings of the 13th International Conf. On Microzonation, Seattle, vol. 3, 1319-1330, USA.
- [3] Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı, 2007, MTA Genel Müdürlüğü, Ankara
- [4] Ateş A, zdemir A. 2007, "Denizcilik Msteşarlığı İZMİR, İZMİT, MERSİN-İSKENDERUN blgeleri Gemi Trafik Hizmetleri Merkezi (GTHM) ve Trafik Gzletleme İstasyonu (TGİ) Projelerinin Zemin Ettleri", Ankara
- [5] İnternet: LiqIT 4.7.3 Geologismiki (2006), "Sıvılaşma Analizi Yazılımı" www.geologismiki.gr
- [6] Seed H.B, Idriss I.M. Simplified procedure for evaluating soil liquefaction potential. Journal of Geotechnical Engineering, ASCE, 1971, 97(9), 1249-1273.
- [7] Youd T.L et al., 2001, "Liquefaction resistance of soils: summary report from the 1996 NCEER and 1998 NCEER/NSF workshops on evaluation of liquefaction resistance of Soils", Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, ASCE, Vol.127, No.10, pp.817-832
- [8] Liao S.S.C. ad Whitman R.V. Overburden Correction Factors For SPT In Sand. Journal Of Geotechnical Engineering, ASCE, 1986, 112 (3): 373-377.
- [9] Seed H.B, Tokimatsu K, Harder L.F, and Chung R.M, 1985, "The influence of SPT procedures in soil liquefaction resistance evaluations", Journal of Geotechnical Engineering, ASCE, Vol.111, No:12, pp.1425-1445
- [10] Őarođlu F, Emre, , Kuşcu İ., 1992, "Türkiye Diri Fay Haritası", MTA Genel Mdrlğ, Ankara
- [11] Mark R. K., 1977, "Application Of Linear Statistical Model Of Earthquake Magnitude Versus Fault Length In Estimating Maximum Expectable Earthquakes", Geology, 1977, 5: 464- 466
- [12] Wells D.L. and K.J. Coppersmith, 1984, "New empirical relationships among magnitude, rupture length, rupture width, rupture area, and surface displacement", Bull, Seismol, Soc, America, 4, 974-1002
- [13] Ulusay R, and Tuncay E, and Sonmez H, and Gokceoglu C., 2004, "An attenuation relationship based on Turkish strong motion data and iso-acceleration map of Turkey", Engineering Geology, 74: 265–291.