

**BURSA ÖZLÜCE BÖLGESİ GEOTEKNİK  
DEĞERLENDİRMESİ**

**Hayrullah Can AHA**



T.C.  
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

**BURSA ÖZLÜCE BÖLGESİ GEOTEKNİK DEĞERLENDİRMESİ**

**Hayrullah Can AHN**

Orcid no: 0000-0003-0585-231X

Dr. Öğr. Üyesi Yeşim Sema ÜNSEVER

Orcid no: 0000-0003-3735-9554  
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ  
GEOTEKNİK ANABİLİM DALI

BURSA – 2020  
**Her Hakkı Saklıdır**

## TEZ ONAYI

Hayrullah Can ŞAHİN tarafından hazırlanan “BURSA ÖZLÜCE BÖLGESİ GEOTEKNİK DEĞERLENDİRMESİ” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

**Danışman** : Dr. Öğr. Üyesi Yeşim Sema ÜNSEVER

**Başkan** : Prof. Dr. Adem DOĞANGÜN  
orcid no: 0000-0002-1867-7103  
Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,  
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza



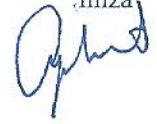
**Üye** : Dr. Öğr. Üyesi Yeşim Sema ÜNSEVER  
orcid no: 0000-0003-3735-9554  
Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,  
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza



**Üye** : Doç. Dr. Eyübhan AVCI  
orcid no: 0000-0001-7206-0158  
Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa  
Bilimleri Fakültesi  
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza



Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Hüseyin Aksel EREN  
Enstitü Müdürü

.....



**B.U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;**

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı **beyan ederim.**

30/01/2020

Hayrullah Can SAHİN



## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

Bursa Özlüce Bölgesinin Geoteknik De erlendirmesi

**Hayrullah Can AH N**

Uluda Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
n aat Mühendisli i Anabilim Dalı  
Geoteknik Bilim Dalı

**Danı man:** Dr. Ö retim Üyesi Ye im S. ÜNSEVER

Marmara bölgesinin etrafındaki aktif fayların var olması nedeniyle, Bursa 1. Derece deprem ku a ı içinde bulunmaktadır. Yapıla ması hızla büyüyen ehirde deprem en büyük do al afetlerden birisi haline gelmi tir. Deprem nedeniyle olu an sekonder dalgalar zeminde hacimsel de i ikliklere neden olmaktadır. Bunun sonucunda uygun artlar olu tu unda sıvıla ma riski olu maktadır. Temiz kumların sıvıla abilirli i hali hazırda bilinmektedir. Siltli, killi ve çakıllı zeminlerin sıvıla abilirli i hakkında görü birli i halen olu mamı tır. Örne in 1999 Kocaeli depreminde olu an vakalara bakıldı nda zeminlerin kum haricinde ince daneli zeminlerde de sıvıla ma hadiseleri görülmü tür. Bu durum ara tırmaların artmasında önemli bir rol oynamı tır.

Bursa ili, Nilüfer ilçesi, Özlüce bölgesi jeolojisi alüvyon özelli i ta ımaktadır. Bölge, bu nedenle kum, silt ve kil içeriklere sahiptir. Bu çalı mada teze konu olan bölge için iki parametre üzerinde durulmu , genel zemin de erlendirmesi sıvıla ma potansiyeli ve ta ıma kapasitesi analizleri ile gerçekleştirilmi tir. Sıvıla ma potansiyeli analizi için, Seed ve Idriss, Fear ve Robertson, Vancouver Task Report ve Türkiye Bina Deprem Yönetmeli inde önerilen yöntemler kullanılmı tır. Ta ıma gücü analizleri için ise, Terzaghi ve Peck, Hensen, Meyerhof, Vesic yöntemleri kullanılmı tır.

Kaynaklardan toplamda 140 adet numune için sıvıla ma, 36 adet numune için ta ıma gücü hesapları yapılmı ve çıkan sonuçlar yorumlanmı tır. Söz konusu numuneler içerisinde 11 adet numune kritik de erde bulunmu tur. Çalı ma sonucunda, kohezyonsuz zeminlere ilave olarak plastisitesi dü ük ince dane oranı az olan kohezyonlu zeminlerde de sıvıla ma potansiyelinin arttı ı görülmü tür. Özellikle bu noktalardaki kritik sıvıla ma potansiyeli göz önünde bulundurularak yapıla ma öncesi zemin iyile tirme yöntemlerine ba vurulması gerekti i tespit edilmi tir.

**Anahtar Kelimeler:** Sıvıla ma, Ta ıma Gücü, Bursa, Özlüce, Standart Penetrasyon Deneyi (SPT)

**2020, ix+117 sayfa**

## **ABSTRACT**

MSc Thesis

Geotechnical Evaluation of Bursa Özlüce Region

**Hayrullah Can AH N**

Bursa Uludag University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Civil Engineering  
Geotechnical Department

**Supervisor:** Assist. Dr. Ye im Sema ÜNSEVER

Due to the presence of active faults around the Marmara region, Bursa is located within the 1<sup>st</sup> Degree earthquake zone. In this rapidly growing city, the earthquake has become one of the biggest natural disaster. Secondary waves due to earthquakes cause volumetric changes in the ground. As a result, there is a risk of liquefaction when appropriate conditions are established. The liquefaction susceptibility of clean sands is already known. Although, there is still no consensus on the liquefaction of silty, clayey and gravel soils such as in 1999 Kocaeli earthquake, liquefaction occurred in fine grained soils except sand. This has played an important role in the increase of researches.

Geology of the Özlüce region of Bursa province has alluvial characteristics. The region therefore contains sand, silt and clay. In this study, two parameters for the subject of the thesis are emphasized and general soil assessment was carried out with liquefaction potential and carrying capacity analyzes. For liquefaction potential analysis, Seed and Idriss, Fear and Robertson, Vancouver Task Reporter and Turkey Earthquake Building Regulations are used in this study. Terzaghi and Peck, Hensen, Meyerhof, Vesic methods were used for bearing capacity analyzes.

Liquefaction was evaluated for 140 samples, bearing capacity was calculated for 36 samples and the results were interpreted. 11 samples were found to be of critical value for liquefaction. As a result of the study, it was observed that the liquefaction potential increased in cohesive soils with low plasticity and low fine grain rate in addition to cohesionless soils. It has been determined that soil improvement methods should be applied before construction, especially considering the critical liquefaction potential at these points.

**Keywords:** Liquefaction, Bearing Capacity, Bursa, Özlüce, Standard Penetration Test (SPT)

**2020, ix+117 page**

## TE EKKÜR

Yüksek lisans e itim sürecinde bilgi ve tecrübeleri ile bana her anlamda yol gösteren, de erli tez danı manım Sayın Dr. Ö r. Üyesi Ye im Sema ÜNSEVER'e, tüm deste i, ilgisi ve sabrı için te ekkürlerimi sunarım.

Tüm hayatım boyunca beni destekleyen, geldi im bu noktada olmam için desteklerini ve sevgilerini hiç esirgemeyen de erli annem Hatice AH N ve de erli babam Ahmet Naci AH N'e ükranlarımı sunarım.

Çalı malarım boyunca bilgi ve tecrübesini benden esirgemeyen de erli ablam Oya Irmak CEBEC 'ye te ekkürlerimi sunarım.

Çalı ma süreci boyunca deste ini hiç esirgemeyen, kar ıla tı ım tüm zorluklarda yanımda olan sevgili e im Öznur CAN AH N'e te ekkürü bir borç bilirim.

Hayrullah Can AH N  
30/01/2020

<b>Ç NDEK LER</b>	<b>Sayfa</b>
ÖZET .....	i
ABSTRACT .....	ii
TE EKKÜR.....	iii
EK LLER D Z N .....	vii
S MGELER ve KISALTMALAR D Z N .....	viii
1.    G R .....	1
2.    KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARA TIRMASI .....	5
2.1. Türkiye Depremselli i .....	5
2.2. Sıvıla ma Kavramı .....	6
2.3. Sıvıla ma Türleri.....	7
2.3.1. Akma Türü Sıvıla ma .....	7
2.3.2. Devirsel Hareketlilik.....	8
2.4. Sıvıla ma Olu um Potansiyelini Etkileyen Faktörler .....	8
2.4.1. Ara tırma Sahasının Zemin çeri i.....	8
2.4.2. Ara tırma Sahasının Jeolojik Durumu.....	11
2.4.3. Yeraltı Su Seviyesi .....	11
2.4.4. Deprem Büyüklü ü ve Süresi.....	12
2.4.5. Ara tırma Sahasının Sismik Tarihi.....	12
2.5. Sıvıla manın Neden Oldu u Hasarlar.....	12
2.5.1. Ta ırma Gücü Kaybı .....	12
2.5.2. Kum Kaynaması .....	13
2.5.3. Yanal Yayılma .....	14
2.5.4. Akma Göçmesi .....	14
2.5.5. Gömülü Yapı Yüzeylemesi.....	16
2.5.6. stinat Yapısı Yenilmesi .....	16
2.6. Zemin Ara tırmaları .....	17
2.6.1. Standart penetrasyon deneyi ( SPT ) .....	17
2.7. Temellerin Ta ırma Gücü.....	24
2.7.1. Yüzeysel Temellerin Göçme Durumları.....	25
2.7.2. Yer Altı Su Seviyesininin Ta ırma Gücüne Etkisi.....	27



3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	30
3.1. Materyal .....	30
3.1.1. nceleme Alanı Jeolojisi .....	30
3.1.2. nceleme Alanı Depremselli i .....	31
3.1.3. Arazi Deney Verileri.....	33
3.2. Yöntem.....	34
3.2.1. Sıvıla ma Potansiyeli Analizinde zlenen Yöntemler ve Hesaplamaları .....	34
3.2.2. Ta ıma gücü hesapları .....	43
4. BULGULAR VE TARTI MA .....	48
4.1. Sıvıla ma Hesapları .....	48
4.1.1. SK30 Sondajı.....	48
4.1.2. SK32 Sondajı .....	51
4.1.3. SK34 Sondajı.....	53
4.1.4. SK43 Sondajı.....	55
4.1.5. SK48 Sondajı.....	57
4.1.6. SK49 Sondajı.....	59
4.1.7. SK54 Sondajı.....	61
4.1.8. SK56 Sondajı.....	63
4.1.9. SK57 Sondajı.....	65
4.1.10. SK58 Sondajı.....	67
4.1.11. SK60 Sondajı.....	69
4.2. Ta ıma Gücü Hesapları.....	74
4.2.1. Terzaghi Ta ıma Gücü Yöntemi.....	74
4.2.2. Meyerhof Ta ıma Gücü Yöntemi .....	78
4.2.3. Hansen Ta ıma Gücü Yöntemi .....	81
4.2.4. Vesic Ta ıma Gücü Yöntemi.....	84
5. SONUÇ .....	89
KAYNAKLAR .....	92
EKLER .....	96
EK 1 – Sondaj Logları.....	96
EK 2 – Laboratuvar Deney Sonuçları .....	107
ÖZGEÇM .....	118

## ÇİZELGELER DİZİNİ

## Sayfa

Çizelge 2.1 SPT Avantaj ve Dezavantajları .....	19
Çizelge 2.2. Ülkelere göre ahmerdan tipine ve mekanizmasına ba lı düzeltmeler.....	21
Çizelge 2.3. Çe itli ara tırmacılara göre tij uzunlu u düzeltmeleri .....	21
Çizelge 2.4. Çe itli ara tırmacıların önerdi i tüp tipi düzeltmeleri .....	22
Çizelge 2.5. Çe itli ara tırmacıların önerdi i darbe vuru hızı düzeltmeleri .....	22
Çizelge 2.6. Çe itli ara tırmacıların önerdi i örtü yükü düzeltmesi .....	23
Çizelge 3.1. Meyerhof ta ıma gücü formülüne göre faktörler .....	44
Çizelge 3.2. Hansen ta ıma gücü fomülü için faktörler .....	45
Çizelge 4.1 SK30 noktası Standart Penetrasyon Deney ve sıvıla ma potansiyeli analizi sonuçları .....	49
Çizelge 4.2 SK32 Standart Penetrasyon Deney ve sıvıla ma potansiyeli analizi sonuçları .....	51
Çizelge 4.3 SK34 noktası Standart Penetrasyon Deney ve sıvıla ma potansiyeli analizi sonuçları .....	53
Çizelge 4.4 SK43 noktası Standart Penetrasyon Deney ve sıvıla ma potansiyeli analizi sonuçları .....	55
Çizelge 4.5 SK48 noktası Standart Penetrasyon Deney ve sıvıla ma potansiyeli analizi sonuçları .....	57
Çizelge 4.6 SK49 noktası Standart Penetrasyon Deney ve sıvıla ma potansiyeli analizi sonuçları .....	59
Çizelge 4.7 SK54 noktası Standart Penetrasyon Deney ve sıvıla ma potansiyeli analizi sonuçları .....	60
Çizelge 4.8 SK56 noktası Standart Penetrasyon Deney ve sıvıla ma potansiyeli analizi sonuçları .....	62
Çizelge 4.9 SK57 noktası Standart Penetrasyon Deney ve sıvıla ma potansiyeli analizi sonuçları .....	64
Çizelge 4.10 SK58 noktası Standart Penetrasyon Deney ve sıvıla ma potansiyeli analizi sonuçları .....	67
Çizelge 4.11 SK60 noktası Standart Penetrasyon Deney ve sıvıla ma potansiyeli analizi sonuçları .....	69
Çizelge 4.12 5m x 10m Temel Boyutu için Yapılan Ta ıma Gücü Hesabı .....	73
Çizelge 4.13 35m x 35m Temel Boyutu için Yapılan Ta ıma Gücü Hesabı .....	74
Çizelge 4.14 60m x 65m Temel Boyutu için Yapılan Ta ıma Gücü Hesabı .....	75
Çizelge 4.15 5m x 10m Temel Boyutu için Yapılan Ta ıma Gücü Hesabı .....	77
Çizelge 4.16 35m x35m Temel Boyutu için Yapılan Ta ıma Gücü Hesabı .....	78
Çizelge 4.17 65m x 60m Temel Boyutu için Yapılan Ta ıma Gücü Hesabı .....	79
Çizelge 4.18 5m x 10m Temel Boyutu için Yapılan Ta ıma Gücü Hesabı .....	80
Çizelge 4.19 35m x 35m Temel Boyutu için Yapılan Ta ıma Gücü Hesabı .....	81
Çizelge 4.20 60m x 65m Temel Boyutu için Yapılan Ta ıma Gücü Hesabı .....	82
Çizelge 4.21 5m x 10m Temel Boyutu için Yapılan Ta ıma Gücü Hesabı .....	84
Çizelge 4.22 35m x 35m Temel Boyutu için Yapılan Ta ıma Gücü Hesabı .....	85
Çizelge 4.23 60m x 65m Temel Boyutu için Yapılan Ta ıma Gücü Hesabı .....	86

ekil 2.1. Türkiye deprem tehlike haritası .....	5
ekil 2.2. Türkiye’de 1990-2019 yılları arası 5-8 büyüklükteki deprem geçmişi haritası .....	6
ekil 2.3. Likit limit ve plastisite indisine göre sınıflama sınırları .....	10
ekil 2.4. a) 06.02.2018 tarihinde gerçekleşen Hualien ( M:6,4 ) depremi sonrası oluşan kayma gücü kaybı, b) 1999 Kocaeli depremi sırasında oluşan kayma gücü kaybı .....	13
ekil 2.5. a) Kum konilerinin oluşumu b) Kum kaynaması örneği .....	14
ekil 2.6. 2001 yılında Nisqually depremi sonrası oluşan yanılma durumu .....	15
ekil 2.7. 1971 yılında gerçekleşen The Lower San Fernando depremi sırasında oluşan kayma göçmesi .....	15
ekil 2.8. Gömülü yapı yüzeylenmesi .....	16
ekil 2.9.1995 Kobe depreminde oluşan hasar .....	17
ekil 2.10. Standart penetrasyon deneyi amaçları .....	19
ekil 2.11. Genel ve Bölgesel kayma göçme oluşumu .....	26
ekil 2.12. Zımbalama göçmesi oturma yükleri gösterimi .....	27
ekil 2.13. Yeraltı su seviyesinin; temelin üstünde, temel seviyesinde ve temel seviyesinin altında olduğu durumlar .....	28
ekil 3.1. İnceleme alanı ve civarının jeolojik haritası .....	31
ekil 3.2. Bursa civarında tehlikeli diri faylar .....	32
ekil 3.3 1900 -2019 yılları arasında inceleme alanı civarında gerçekleşen depremler .....	33
ekil 3.4. Arzivlerden elde edilen verilerin haritada gösterimi .....	34
ekil 3.5 : Seed ve Idriss’in çalışmalarına göre düzenlenmiş M=7.5 için devirsel direnç oranı ve (N1)60 arasındaki ilişki .....	36
ekil 3.6. Çeşitli araştırmacıların çalışmalarına göre magnitüd düzeltme faktör değerleri .....	40
ekil 3.7. Kuvvetleri için önerilen değerler .....	40
ekil 4.1. Seed ve Idriss (1971) yöntemine göre yapılan sınıflama hesabı sonucu sınıflama beklenen noktaların yerleşimi .....	72
ekil 4.2 Fear ve Robertson (1996) yöntemine göre yapılan sınıflama hesabı sonucu sınıflama beklenen noktaların yerleşimi .....	72
ekil 4.3 Vancouver Task Report (2007) yöntemine göre yapılan sınıflama hesabı sonucu sınıflama beklenen noktaların yerleşimi .....	73
ekil 4.4 TBDY (2018) yöntemine göre yapılan sınıflama hesabı sonucu sınıflama beklenen noktaların yerleşimi .....	73

## SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler	Açıklama
$a_{maks}$	Zemin yüzeyindeki maksimum yatay yer ivmesi
B	Temel genişliği
C	Zemin kohezyon değeri
$C_{BF}$	Darbe vuru hızı düzeltmesi
$C_E$	SPT-N değerine uygulanan enerji düzeltmesi
$C_N$	Örtü yükü düzeltmesi
$C_R$	Tij uzunluğu düzeltmesi
$C_S$	Tüp tipi düzeltmesi
$D_f$	Temel derinliği
$D_r$	Zemin sıklığı
$d_c, d_q, d_\gamma$	Temel derinlik faktörü
g	Yerçekimi ivmesi
$H_e$	Temelin etkin derinliği
$i_c, i_q, i_\gamma$	Temele gelen yük eim faktörü
$K_m$	7,5 magnitüden farklı deprem büyüklüğü için kullanılacak düzeltme faktörü
$K_\sigma$	Efektif gerilmesi 100 kPa' dan yüksek gerilme değeri için hesaplanan düzeltme faktörü
$K_\alpha$	Zemin eim düzeltmesi
LL	Likit limit
$M_w$	Magnitüd değeri
$N'$	Siltli kum düzeltmesi yapılmı SPT-N değeri
$(N_1)_E$	Düzeltilmeleri yapılmı N değeri
$N_c, N_q, N_\gamma$	çsel sürtünme açısına ba lı taşıma kapasitesi faktörleri

PI	Plastisite indisi
$r_d$	Gerilme azaltma katsayısı
$S_c, S_q, S_\gamma$	Temel ekil faktörü
$u_s$	Statik durumda boşluk suyu basıncı
$u_d$	Dinamik durumda boşluk suyu basıncı
$\sigma_{v0}$	Toplam gerilme
$\sigma'_{v0}$	Efektif gerilme
W	Zemin su içeriği
$\gamma'$	Efektif birim hacim ağırlık
$\gamma_{sat}$	Kuru birim hacim ağırlık
$\gamma_w$	Suyun birim hacim ağırlığı
z	Derinlik
$\emptyset$	çel sürtünme açısı

#### **Kısaltmalar**

DO  
DGO  
DDO  
SPT

#### **Açıklama**

Zemindeki ince dane oranı  
Devirsel gerilme oranı  
Devirsel direnç oranı  
Standart Penetrasyon Deneyi

## 1. G R

n aat mühendisleri medeniyetin geli mesi açısından önemli olan birçok yapıyı in a etmektedir ve kendi içerisinde birden fazla gruba ayrılmaktadır. Ayrıca dinamik bir yapısı vardır. Yenilikleri sürekli takip etmek ve ayak uydurmak zorunlulu unu barındırır. Bir in aat mühendisinin yegâne amacı, olu acak can ve mal kayıplarını önlemek, toplumun güvenini kazanmaktır.

Yapı tarihinden bu yana deprem, ta kın, çî , heyelan gibi do al afetler çok sayıda insan kaybı ve maddi zararlar ile kar ıla ılmasına yol açmı tır ve do al afetler sonucunda bu tarz kayıpların devam edece i de açıktır. Bu afetlerden deneyimledi imiz tahrip gücü bakımından birçok zarara u ratan deprem, en yıkıcı afet türü olarak bilinmektedir. Bundan dolayı insano lu depremin insan ve onun çevresindeki etkileri ile bu etkileri azaltma yöntemlerini sürekli ara tırmı tır.

Çin'de var olan 3000 yıl öncesine ait deprem kayıtları deprem ara tırmalarının çok eskiye dayandı ını göstermektedir. Ancak deprem olu umunun milyonlarca yıl öncesinde de görünmesi nedeniyle insanlı ın deprem konusundaki birikimleri son derece yüzeysel kalmaktadır. Var olan bilgiler ı ı nda deprem fay hatlarının yerleri bilinmekte fakat depremin ne zaman olu aca ı konusunda kesin bir cevaba ula ılmamaktadır. Bu sebeple depremin ne zaman olu aca ından çok, depremin etkilerini azaltma konusunda deprem hasarlarının kabul edilebilir seviyelerde kalmasını sa lamak daha önemlidir (Kramer 1996).

Depremlerden dolayı olu abilecek tehlikeleri ara tırmak için Bursa ili Nilüfer ilçesi, Özlüce Mahallesi ve civar mahallelerinin genel zemin de erlendirilmesi adına, Bursa Büyük ehir Belediyesinin ve Nilüfer Belediyesinin veri tabanında bulunan geçmi SPT-N de erleri ve laboratuvar verileri dikkate alınarak i lemler yapılmı tır. Bu verilere dayanarak zemin sıvıla ması, zemin ta ıma gücü yorumlanması amaçlanmı tır.

Mogomi ve Kubo (1953) tarafından sıvıla ma terimi ilk defa kohezyonsuz zeminlerde drenajsız dengesiz ve tekrarlı örselenmeden kaynaklanan zemin deformasyonlarını nitelemek üzere kullanılmıştır.

Seed (1966), deprem etkisi altında kumun davranışını açıklayabilmek için kum numuneleri üzerinde deneyler yapmıştır. Ula tı 1 sonuçlar sıvıla ma davranışını açıklamak için geliştirilen birçok çalışmaya referans olmuştur. Deprem anında zemini etkileyebilecek gerilme ko ullarını dikkate alarak dinamik üç eksenli basınç deneyi yapmıştır. Deneylerde eksenel deviatorik basınç ve çekme uygulayarak modellenmeye çalışmıştır.

Seed ve ark. (1971, 1982, 1983, 1985, 1986), sıvıla ma kavramını açıklayarak sıvıla ma analizlerinin yapılmasına yönelik çalışmalar yapmışlardır. Arazi deneyleri ile sıvıla ma potansiyelini de erlendirmişlerdir.

Erken ve ark. (1985), yaptıkları çalışmada, büyüklü ü 6.8 olan 13 Mart 1992 Erzincan depremi sırasında, Erzincan ovasında yer alan Ek isü bölgesinde suya doygun, killi, siltli zemin tabakalarının sıvıla tı ını gözlemlemi , bu bölgedeki zemin ko ullarını ve sıvıla ma potansiyelini belirlemek için sıvıla ma alanı ve çevresinde ayrıntılı bir geoteknik ara tırma yapmışlardır. ncelenen alanda SPT ve CPT deneyleri yapılmıştır. Ayrıca incelenen alandan örselenmi ve örselenmemi zemin numuneleri alınarak, laboratuvar deneyleriyle zeminin indeks özellikleri, dinamik yükler altında gerilme ekilde i tirme ve bo luk suyu basıncı davranışları incelenmiştir. Yapılan sondaj ve arazi ara tırmaları sonucunda zemin tabakalarının gev ek siltli kum tabakaları ile yumu ak siltli, killi ve organik zeminlerden oluştu u belirlenmiştir. Laboratuvar çalışmaları sonucunda ise yeterli bir seviyede tekrarlı kayma gerilmelerinin uygulanması durumunda zeminin sıvıla masına neden olacak bo luk suyu basınçlarının oluşabilece i gözlenmiştir.

Kramer (1996), suya doygun kohezyonsuz zeminlerin drenajsız ko ullarda statik, geçici veya tekrarlı yüklemelerin etkisi altında oluşan birtakım zemin deformasyonlarını ifade etmek için sıvıla ma terimini kullanmıştır.

Ishihara (1996), zeminlerin sıvıla ma potansiyelini belirleyebilmek amacıyla kumlu zeminlerde tekrarlı üç eksenli deneyler yaparak, zeminlere eksenel gerilme uygulandıkça bo luk suyu basıncında artı meydana geldi ini gözlemlemi tir.

Ulamı (2007), Ankara kenti batısında Ankara ve Ova çayları tarafından depolanan Kuvaterner ya lı alüvyon, Üst Pliyosen ya lı gösel çökeller ve Miyosen ya lı killerin jeolojik, jeoteknik ve jeofizik özelliklerini inceleyerek, zeminlerin olası depremdeki dinamik tepkilerini ara tırmı tir.

Yalçın ve ark. (2007), Aksaray li ehir merkezi için Standart Penetrasyon Test (SPT) verilerini kullanarak sıvıla ma analizi yapmı , çalı ma alanı için sıvıla ma iddet haritalarını hazırlamı lardır.

Sa lam (2008), Manisa li Saruhanlı ilçesi için Konik Penetrasyon Testi (CPT) verileri ile sıvıla ma analizi yapılmı , sıvıla ma iddeti indeksine göre sıvıla ma potansiyeli haritaları hazırlanmı tir.

Sen ve Akyol (2010), kumlu zeminlerin sıvıla ma potansiyelini de erlendirmek için bir genetik algoritma yakla ımı geli tirmi lerdir. Sıvıla ma analizleri için Koni Penetrasyon Test (CPT) arazi deneyi sonuçlarından yararlanmı lardır.

Duman ve kızler (2014), Duman ve ark. (2014) ve Duman ve ark. (2015), Kuzey Anadolu Fay Hattı etki alanında bulunan Erzincan ilinin olası bir depremden etkilenebilece i öngörüsü ile 6.0, 6.5, 7.0 ve 7.5 büyüklü üdeki senaryo depremleri için SPT verilerini esas alan analiz yöntemleri ile MATLAB programlama dilini kullanarak sıvıla ma potansiyeli de erlendirme çalı maları yapmı lardır. Ara tırmacılar sismik hareketlerin sıvıla mayı önemli ölçüde arttı ını göstermi tir.

Bu çalı mada, öncelikle inceleme alanı tanıtılmı tir. Ardından kaynaklardan edinilen bilgilerin anla ılması için zemin ara tırmaları anlatılmı olup, zemin ara tırma yöntemleri arasında bu çalı mada yararlanılan Standart Penetrasyon Deneyi (SPT)



deneyi irdelenmi tir. SPT deneyi yapımı sırasında farklı ekipmanların kullanımından kaynaklanan farklılıkları ortadan kaldırmak ve ortak bir de er ortaya koymak adına düzeltmeler çe itli kaynaklar yardımı ile anlatılmı tir. Gerekli i lemler elimizdeki tüm verilerde yapılmı , bir örne i ekilde gösterilmı tir. Arazi deney kısmı anlatıldıktan sonra bir alt ba lı ımız olan sıvıla ma kavramı açıklanmı olup, sıvıla mayı etkileyen faktörler ve sıvıla madan kaynaklanan hasar tipleri anlatılmı tir. Sıvıla ma olu umunu etkileyen faktörlerden biri olarak zemin içeri i ara tırılmı tir. Bunun sonucunda belirli kriterlere göre sıvıla ma potansiyeli olabilecek numuneler üzerinde durulmu tur. Sıvıla ma olu um potansiyelinin ara tırılması için SPT deney bazlı yakla ımlar açıklanarak çe itli ara tırmacıların önerdi i yakla ımlarla hesaplamalar yapılmı tir. Tekrar bu numuneler üzerinde zemin etüt verilerinde bulunan ve o yapının ilgili statik proje müellifi tarafından verilen proje föyü yardımı ile temel boyutları elde edilmı tir. Bu veriler ı ında sıvıla ma potansiyeli i lemi yapılan ada parseller için ta ıma gücü hesapları Excel programı yardımı ile yapılmı tir.

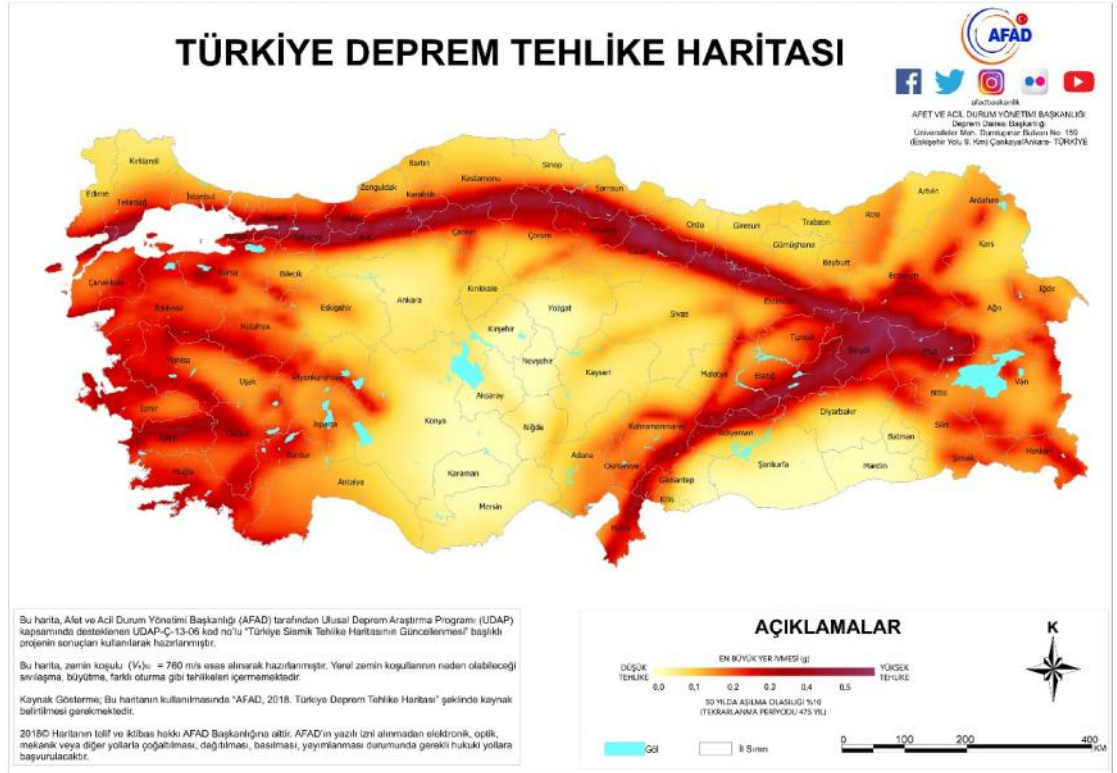
## 2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARA TIRMASI

### 2.1. Türkiye Depremselli i

Tektonik olarak konumuna bakıldığında Türkiye, Afrika, Anadolu, Arap ve Avrasya plakaları arasında kalmaktadır. Avrasya ve Afrika levhalarının birbirlerine göre hareketi sonucu oluşan deformasyonlar düz ve yanal atımlı fay ekilerini içerir. Türkiye’de depremleri üç fay zonu oluşturmaktadır. Bunlar;

- Kuzey Anadolu Fay Hattı
- Doğu Anadolu Fay Hattı
- Batı Anadolu Gerilme Yapısı

Türkiye etrafını saran fay hatları yüzünden büyük deprem tehlikesi (ekil 2.1) ile karşılaşmaktadır. 1990-2019 yılları arasında gerçekleşen depremler ve gerçekleşme yerleri ekil 2.2’de gösterilmektedir (Anonim 2019).



ekil 2.1. Türkiye deprem tehlike haritası



**ekil 2.2.** Türkiye’de 1990-2019 yılları arası 5-8 büyüklü üdeki deprem geçmi i haritası

## 2.2. Sıvıla ma Kavramı

Sıvıla ma, geoteknik deprem mühendisli indeki en önemli, ilginç, karma ık ve üzerinde en çok tartı ılan konulardan biridir. Sıvıla manın yıkıcı etkilerinin geoteknik mühendislerinin dikkatini çekmesi 1964 yılında üç aylık dönem içinde pe pe e meydana gelen Alaska’daki Good Friday ( $M_w=7,5$ ) depremiyle olmu tur.

Sıvıla ma terimi, kohezyonsuz zeminlerde drenajsız artlardaki tekdüze, dengesiz ve tekrarlamalı örselemeden kaynaklanan zemin deformasyonları ile ilgili de i ik olayları nitelemek üzere tarihsel olarak ilk kez Mogami ve Kubo (1953) tarafından kullanılmı tur. Tüm sıvıla ma olaylarının en karakteristik özelli i, drenajsız yükleme artlarında olu an a ırı bo luk suyu basıncıdır. A ırı bo luk suyu basıncının artması efektif gerilmenin azalmasına neden olmaktadır. Artan bo luk suyu basıncının konsolidasyon basıncına e it olmasıyla zemin daneleri arasındaki efektif basınç sıfır olmakta ve kohezyonsuz zemin kayma direnimi kaybederek bir sıvı gibi davranmaktadır (Kramer 1996).

Sıvıla manın fiziksel sürecine bakacak olursak deprem anında ortaya çıkan sekonder dalgalar yayılımı neticesinde suya doygun bir zeminde hacimsel de i iklik meydana

gelmektedir. Bu hacimsel de i iklik zemin danelerini daha sıkı olmaya zorlamaktadır ve daneden daneye yük aktarımı vesilesiyle bo luk suyu basıncı artmaktadır. Bo luk suyu basıncının artı ı efektif gerilmenin yenilmesiyle, zemin katıdan çok bir sıvı gibi davranmaya ba lamaktadır.

$$\text{Statik artlarda, } \sigma'_{v0} = \sigma_{v0} - u_s \quad (2.1)$$

$$\text{Dinamik artlarda, } \sigma'_{v0} = \sigma_{v0} - (u_s - u_d) \quad (2.2)$$

$$(u_s - u_d) = \sigma_{v0} \quad (2.3)$$

olursa sıvıla ma durumu gerçekte mektedir.

Burada,

$u_s$  = statik durumda bo luk suyu basıncı,

$u_d$  = dinamik durumda bo luk suyu basıncı,

$\sigma_{v0}$  = toplam gerilme,

$\sigma'_{v0}$  = efektif gerilme.

### 2.3. Sıvıla ma Türleri

Sıvıla ma türlerinin neden oldu u hasar tipleri göz önüne alındı ında iki çe it sıvıla madan bahsedilebilir; bunlar akma türü sıvıla ma ve devirsel (mobilité) hareketliliktir.

#### 2.3.1. Akma Türü Sıvıla ma

Akma sıvıla ması, bir zemin kütesinin statik dengesi için gerekli kayma gerilmesinin, zeminin sıvıla mı haldeki kayma dayanımından büyük oldu u durumda geli ir. Olu umunun gerçek nedeni statik gerilmelerdir. Statik gerilmelerin akma yenilmesi üretecek kadar zemin dayanımını azalttı ı durumda, devirsel gerilmeler çok kolay bir eilde zeminin stabilitesini bozabilmektedir. Bu tür, köken itibari ile ansızın ortaya çıkan, çabuk geli en ve sıvıla an malzemenin ço u zaman büyük mesafelerde hareket eden bir karaktere sahiptir (Kramer 1996).

### **2.3.2. Devirsel Hareketlilik**

Deprem sırasında kabul edilemeyecek düzeyde büyük ve kalıcı deformasyonlara neden olan bir deprem olayıdır. Devirsel hareketlilik, akma sıvılaştırmanın aksine, statik kayma gerilmesinin sıvılaştırma zeminin kayma dayanımından küçük olduğu zaman gelişmektedir. Devirsel hareketlilik türü yenilmenin neden olduğu deformasyonlar, deprem sarsıntısı sırasında kademeli olarak gelişir. Bu yenilmeye neden olan faktör, hem devirsel gerilmeler hem de statik kayma gerilmeleridir. Bir deprem adı “Yanal Yayılma” olan bu deformasyonlar çok az eimli yamaçlarda veya su kütlelerine komulu düzlüklerde gelişmektedir.

Devirsel hareketliliğin özel bir durumu düz yüzey sıvılaştırmasıdır. Bir deprem sırasında zemin dalgalanması olarak bilinen büyük boyutlu ve düzensiz karakterli hareketi oluşturmakta fakat çok küçük bir kalıcı yatay deformasyona sahip olmaktadır. Düz yüzey sıvılaştırması türü yenilmelere neden olan faktör, depremin neden olduğu aırıboşluk suyu basıncının sönmülmesi sırasında suyun yukarı doğru akmasıdır. Bu durum deprem sona erdikten uzun süre sonra da meydana gelebilir. Bu sıvılaştırma türünün en belirgin özellikleri düey oturma, düşük kotlu zeminin akması ve kum kaynamalarının gelişmesidir (Kramer 1996).

### **2.4. Sıvılaştırma Olumsuz Potansiyelini Etkileyen Faktörler**

Tüm zeminler sıvılaştırılabilir değildir. Bundan dolayı sıvılaştırma potansiyeli analizinde ilk adım, zeminin sıvılaştırılabilir olup olmadığının belirlenmesidir. Bazı zeminlerde sıvılaştırma potansiyeli bulunmayabilir ve analize son verilir. Sıvılaştırma potansiyeli olan zeminler için sıvılaştırmanın bağıngıcı ve sonuçları ele alınmalıdır. Buna göre aşağıda sıvılaştırma etkisi eden faktörler listelenmiştir.

#### **2.4.1. Araştırma Sahasının Zemin Çerçevesi**

Ishihara (1985) yaptığı çalışmada sonucunda, sıvılaşmaya en duyarlı zemin türleri için onu belirtmiştir: “Depremler esnasında zemin sıvılaşması ile ilgili tehlikenin ince ve orta kum ile düşük plastisiteli ince taneler içeren kum çökellerinde görüldüğü bilinmektedir. Bununla birlikte, sıvılaşmanın zaman zaman çakıllı zeminlerde de olduğu tespit edilmiştir.”

Kohezyonsuz ve plastik olmayan karakterdeki iri silt partikülleri tamamıyla sıvılaşmaya duyarlıdır (Ishihara 1993). Hassas killer sıvılaşan zeminlerdekine benzer bir deformasyon yuması gösterse de killer sıvılaşmaya karşı duyarlı değildir.

Çin ölçütü (Wang 1979) aşağıda verilen maddelerin her birini sağlayan ince daneli zeminlerin önemli ölçüde dayanım kaybına uğrayabileceğini öne sürmüştür.

- 0,005 mm’den daha ince partiküllerin zemindeki kuru ağırlıkça yüzdesi 15’den daha az olmalıdır.

- Likit Limit değeri 35’den küçük olmalıdır;  
 $LL < 35$ . (2.4)

- Zeminin su içeriği likit limitin 0,9’undan daha büyük olmalıdır;  
 $w > 0,9LL$  (2.5)

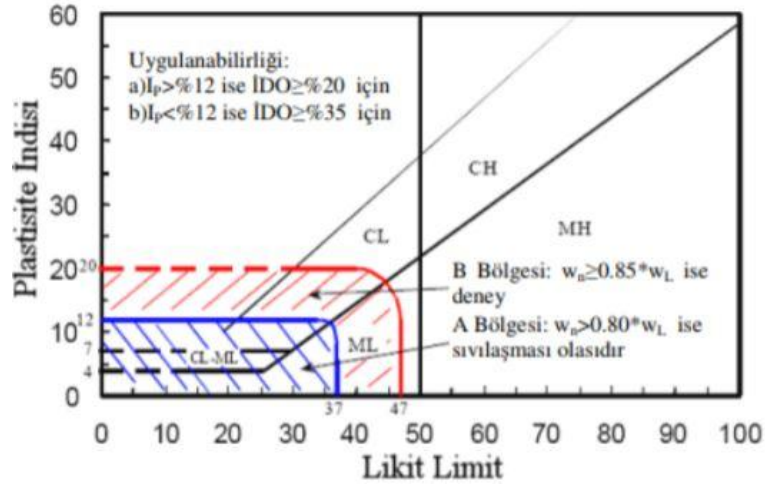
ince daneli zeminlerin bu kriterleri sağlamadığı takdirde zemin sıvılaşma potansiyeli olmadığı söylenebilir.

Andrew ve Martin (2000) yaptıkları çalışmada sıvılaşma potansiyelini belirlemek adına likit limit ve 2 µm’den geçen danelerin yüzdesine göre kriterler ortaya koymuşlardır. Bu kriterler,

- $LL < \%32$  (2.6)

- Kil oranı  $< \%10$  olmalıdır. (2.7)

Seed ve ark. (2003) ise ince dane oranlarına göre sıvılaşma potansiyelinin olup olmadığını ekil 2.3’te göstermişlerdir.



**ekil 2.3.** Likit limit ve plastisite indisine göre sıvılaşma sınırları

Bray ve ark. (2004) zemin tabakasının sıvılaşmaya duyarlı olması için;

- $PI \geq 12$  (2.8)
- $W_n/W_L \geq 0.85$  olması gerektiğini belirtmişlerdir. (2.9)

Burada;

PI : Plastisite indisi

$W_n$  : Doğal Su içeriği

ekil 2.3'te gösterilen A bölgesi içerisinde kalan zeminler için gerekli artlar olmaksızın sıvılaşma potansiyeli bulunmaktadır. B bölgesi içerisinde kalan zemin tipleri için gerekli laboratuvar çalışmaları yapılmalıdır.

Çetin ve Bilge (2010) yaptığı çalışmada plastisite likitlik indisine bağlı olarak yeni bir kriter tanımlamıştır. Buna göre  $PI < 30$  koşulunu sağlanması halinde zemin sıvılaşabilir denebilir.

- $LI = 0,578 * \ln(PI) - 0,940$  (2.10)

TBDY 2018'e göre sıvılaşabilir zeminler için, DTS=1, DTS=1a, DTS=2, DTS=2a olan binalar için ZD, ZE, ZF zemin grubuna giren zeminlerde sıvılaşma potansiyeli ile ilgili yapılmalıdır denmiştir. 20 m derinliğe kadar olan kısımda kohezyonsuz ya da düşük kohezyonlu zeminlerin sıvılaşabilir olduğunu bildirmişlerdir. Sıvılaşma potansiyeli ile ilgili yapılabilmek için Standart Penetrasyon Deneyi (SPT), dane çapı dağılımı, su muhtevası,

Aterbeg limitleri bilinmesi gerekmektedir. Yönetmeli e göre potansiyel olarak sıvıla abilir zeminler, yeraltı su tablasının altında kalan kum, çakıllı kum, siltli killi kum, plastik olmayan silt ve silt-kum karı ımları olarak tanımlanmıştır.

#### **2.4.2. Ara tırma Sahasının Jeolojik Durumu**

Sıvıla maya duyarlı zeminler jeolojik ortamların sınırlı bir aralı nda olmaktadır. Çökelme ortamı, hidrojeolojik ortamlar ve zemin çökelinin ya ının hepsi de sıvıla ma duyarlılı ına etki eden faktörlerdir (Youd ve Hoose 1977).

Sıvıla ma potansiyeli olan zeminlerin olu umuna neden olan etkenler, zeminleri gev ek bir kıvamda çökeltir ve üniform dane boyu da ılımına zorlayan ve onları gev ek bir kıvamda çökeltir süreçlerdir. Buna göre, nehir çökelleri, etek çökelleri ve rüzgâr çökelleri doygun oldu u zaman sıvıla ma duyarlılıkları artmaktadır. Eski çökellerin sıvıla maya duyarlılı ı yeni çökellere kıyasla genellikle daha azdır. Bu nedenle yapay olarak olu an zeminlerin sıvıla ma potansiyeli anlamında üstünde durmak gerekmektedir. Sıkı tırma i lemi yapılmamı zeminlerin sıvıla ma potansiyelleri de yüksek olmaktadır.

#### **2.4.3. Yeraltı Su Seviyesi**

Sıvıla ma vakası sadece suya doygun zeminlerde gerçekleşmektedir. Bu nedenle yeraltı su seviyesi, sıvıla ma duyarlılı ını etkilemektedir. Yeraltı su seviyesi zamanla alçalıp yükselir. Sıvıla ma potansiyeli de bu durumla do ru orantılı olacak ekilde azalır ve artar. Sıvıla ma potansiyeli hesaplanmasında yeraltı su seviyesi kullanılırken, di er bilgi kaynakları su seviyesinde daha yüksek veya daha alçak bir seviyeyi i aret etmedi i sürece geçmi te en yüksek yeraltı su seviyesi hesapta kullanılmalıdır. Sıvıla ma potansiyelinin bulundu u zeminlerde drenaj artları da önemlidir. Drene edilmi zeminlerde yeraltı su seviyesi dü ük olaca ından sıvıla maya duyarlılık da az olacaktır.



#### **2.4.4. Deprem Büyüklü ü ve Süresi**

Deprem sırasında olu an yer sarsıntıları sıvıla maya neden olur. Sarsıntılar zemini büzmeye ve a ırı bo luk suyu basıncının geli mesine neden olan kayma deformasyonlarını belirler. Deprem büyüklü ü ve sarsıntı süresi artarken sıvıla ma potansiyeli de artmaktadır.

#### **2.4.5. Ara tırma Sahasının Sismik Tarihi**

Deprem sonrası arazi çalı malarında elde edilen bulgular, zemin ve yeraltı suyu artları de i medi i zaman sıvıla manın aynı yerde tekrar olu tu unu göstermi tir (Youd 1984).

### **2.5. Sıvıla manın Neden Oldu u Hasarlar**

#### **2.5.1. Ta ıma Gücü Kaybı**

Deprem sırasında olu an sarsıntılar, binaların temelini oturdu u zeminlerde büzülmeye ve a ırı bo luk suyu basıncının artmasına sebep olur ve bo luk suyu basıncı arttıkça sıvıla ma denilen hadise gerçekleşir. Bunun sonucunda zemin, sıvı gibi davranmaya ba lar ve ta ıma gücü yetene ini kaybeder. Bu tarz sıvıla mı zeminlerin üstünde bulunan yapılar; batma, dönme, yan yatma gibi hasarlara maruz kalırlar ( ekil 2.4).



**a**

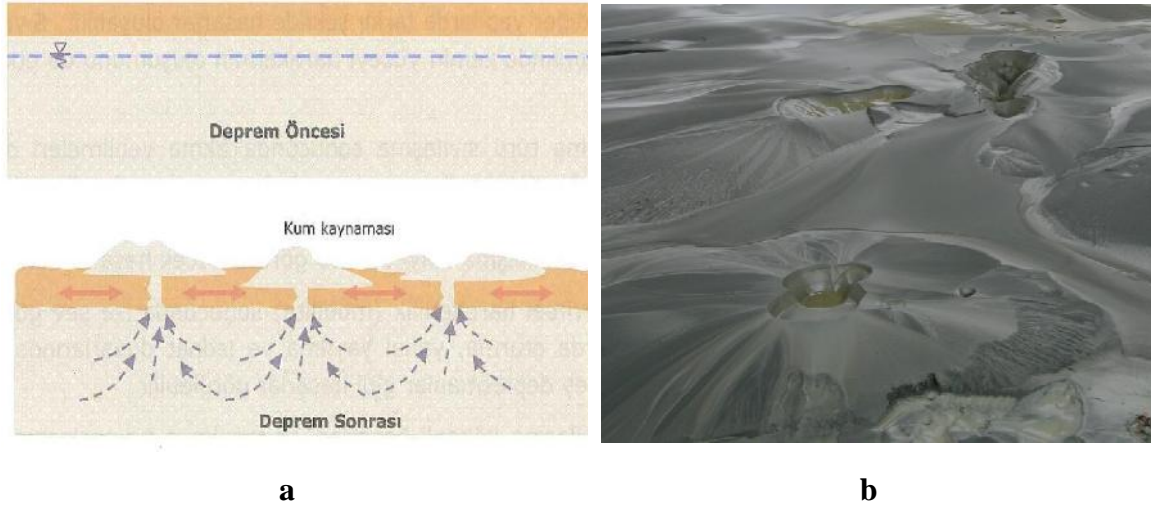


**b**

**ekil 2.4.** a) 06.02.2018 tarihinde gerçekle en Hualien (  $M:6,4$  ) depremi sonrası olu an ta ıma gücü kaybı, b) 1999 Kocaeli depremi sırasında olu mu ta ıma gücü kaybı

### **2.5.2. Kum Kaynaması**

Deprem sırasında olu an sarsıntılar bo luk suyu basıncını artırır. Artan bo luk suyu basıncı kendini snmlenmek ister. Zemin yüzeyi, yanal deplasmana izin vermeyecek kadar bir e ime sahip oldu u durumda st tabakada sıvıla mayan zemin ayrılmaya ba lar ve bo luk suyu basıncı etkisiyle su, birtakım partikülleri de ta ıyarak yüzeye çıkar. Bu durumun sonucunda kum konileri olu ur ( ekil 2.5). Bu hasar tipi genellikle bir hat üzerinde gerçekle ir. Zemindeki atlak veya yarıkları takip eder ve o unlukla çökme ve nispeten küçük hasarlara yol açarlar (Mollamahmuto lu ve Babucu 2006).



**ekil 2.5.** a) Kum konilerinin oluşumu b) Kum kaynaması örneği

### 2.5.3. Yanal Yayılma

Su kütlelerine, nehir yataklarına komşu düzlüklerde meydana gelen hasar tipidir. Deprem sarsıntıları nedeniyle sıvılaşan alt tabaka, sıvılaşmayan üst tabakanın yanıl yayılmasına ( ekil 2.6) sebep olur. Bu hasar tipi çoğunlukla birkaç metre ile sınırlı kalmaktadır. Genellikle kıyı ve liman yapılarına, boru hatlarına, köprülere ve yüzeysel temellere sahip yapılara zarar vermektedir.

### 2.5.4. Akma Göçmesi

Akma göçmeleri sıvılaşmadan kaynaklanan ve anımsızın gerçekleşmesi nedeniyle en tehlikeli göçme türüdür ( ekil 2.7). Çabuk gelişirler ve çoğunlukla zaman zaman geniş alanlarda hareketi esnasında oluşurlar.



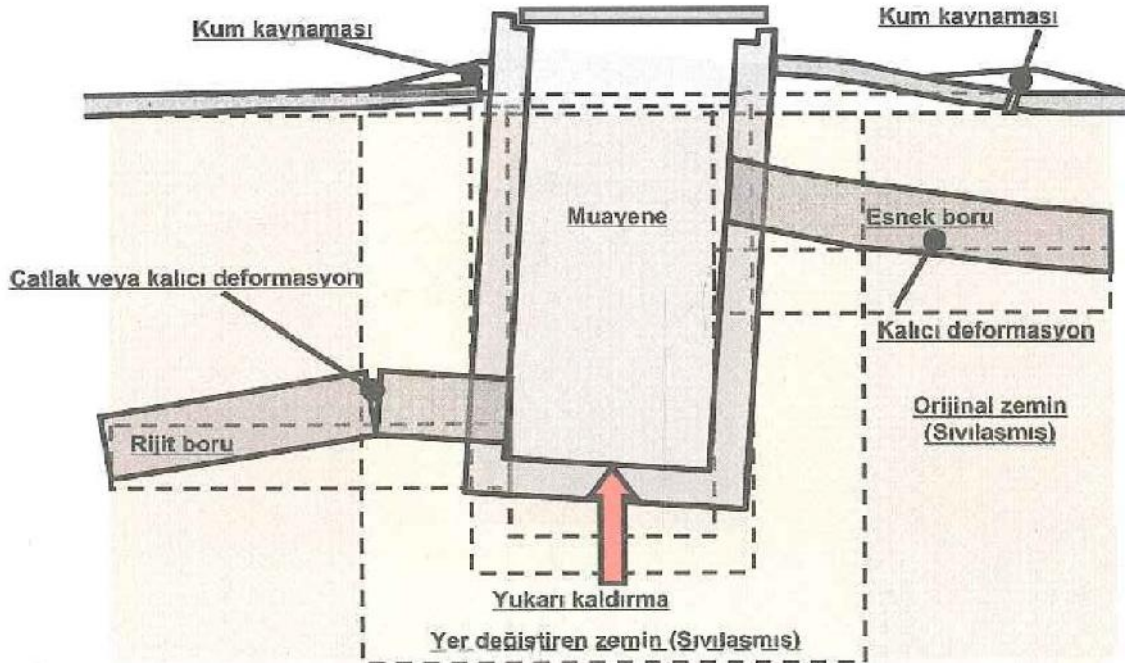
**ekil 2.6.** 2001 yılında Nisqually depremi sonrası olu an yanal yayılma durumu



**ekil 2.7.** 1971 yılında gerçekle en The Lower an Fernando depremi sırasında olu an akma göçmesi

### 2.5.5. Gömülü Yapı Yzeylenmesi

Sıvılaşma esnasında oluşan kaldırma kuvveti etkisi ile zemin içerisine gömülü hafif yapılar zemin yüzeyine yükselir ( ekil 8). rnek olarak muayene bacası, tank, boru hatları vb. verilebilir (Mollamahmutolu ve Babucu 2006).



ekil 2.8. Gömülü yapı yüzeylenmesi

### 2.5.6. Destinat Yapısı Yenilmesi

Destek yapılarının temelinde sıvılaşma nedeniyle taşıma gücü kaybı ve destekledi i zeminin yanal yayılma iste i nedeniyle oluşan hasar tipidir ( ekil 2.9).



**ekil 2.9.**1995 Kobe depreminde olu an hasar

## **2.6. Zemin Ara tırmaları**

Mühendislik yapılarında zemin ara tırmalarının hedefi, güvenli ve ekonomik bir yapı tasarımı gerçekle tirmek, yapım i i için gerekli bilgileri güvenilir bir biçimde toplamaktır. Zemin ara tırmalarında planlama ve yorumlamasında temel amaç ara tırma alanının jeolojisinin anlaşılmasıdır. Zemin ara tırmalarında kullanılan arazi deneyleri zemin hakkında çe itli bilgiler vermektedir. Bu zemin deneyleri u ekinde özetlenebilir:

- **Standart Penetrasyon Deneyi** (SPT)
- **Konik Penetrasyon Deneyi** (CPT)
- **Presiyometre Deneyi** (PMT)
- **Arazi Kanatlı Kesme Deneyi** (FVT)
- **Dilatometre Deneyi** (DMT)

### **2.6.1. Standart penetrasyon deneyi ( SPT )**

Standart Penetrasyon Deneyi dünyada en yo un kullanılan arazi deneyidir. Zemin özellikleri ilk zamanlarda sondajlar su yardımı ile açılmakta ve zemin türü kuyudan çıkan sondaj çamuru içerisindeki zemin danelerinden tanımlanmaktaydı. 1902 yılında Albay Charles R. Gow, zemin türünü tanımlamak için, yaklaşık 50 kg a ırlı ndaki bir ahmerdan ile çakılan yaklaşık 2.5 cm çapındaki açık örnek alıcayı geli tirmi tir

(Fletcher, 1965). Zamanla bu düzenek geli tirilerek Raymond Kazık ti. tarafından 1920’li yıllarda zemin dayanımı ile alakalı bir fikir almak ve zemin için gerçekçi bir tanımlama sa layan bir örnek alımı amacı ile kullanılmı tır (Douglas 1983).

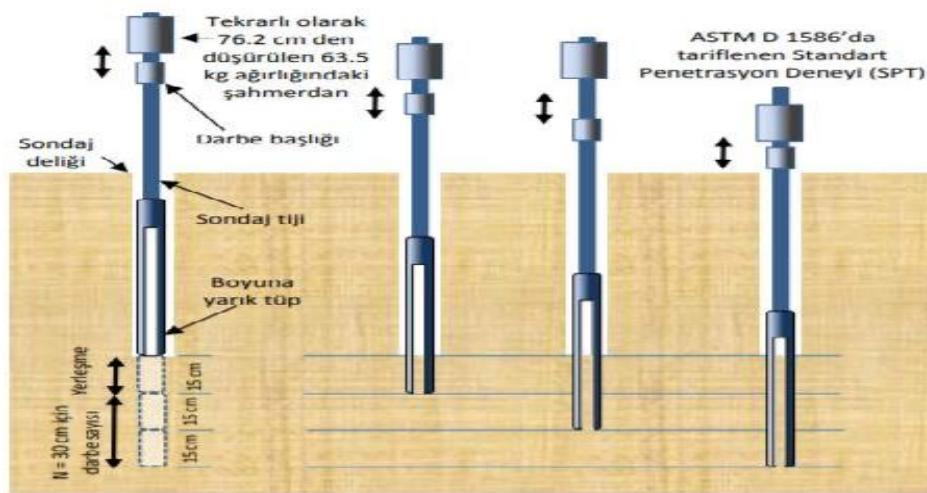
Günümüzde; zemin türünü, kohezyonlu ve kohezyonsuz zeminlerin sıkılık, mukavemet, kıvam ve sıvıla ma durumunu, temel zemininin ta ıma kapasitesini ve tahmini oturmayı belirlemede kullanılan bu deney için “Standart Penetrasyon Deneyi” terimi ilk olarak Terzaghi tarafından 1947’de düzenlenen Teksas Zemin Mekani i Konferansında kullanılmı tır. Burada SPT, bir örnek alıcı tüpün zeminin içerisine çakılması olarak tanımlanmı tır (Clayton ve ark. 1995). Terzaghi, SPT den zemin türünün yanı sıra zemine ait sıkılık ve kıvam ile ilgili bilgilerin de elde edilebilece ini belirtmi tir. Önerilen bu örnek alım yöntemi günümüzdeki SPT standardına oldukça benzemektedir.

Literatürde SPT sonuçları ile kohezyonsuz zeminlerin göreceli sıkılı ı, kohezyonlu zeminlerin kıvam durumu, zeminlerin kayma dayanımı ve sıkı abilirlik parametreleri, sıvıla ma potansiyeli arasında çok sayıda korelasyon mevcuttur. Bu deneyin, avantajları ve dezavantajları Çizelge 2.1’de özetlenmi tir (Erol ve Çekinmez 2014).

Deneyin yapılı ı standart bir numune alıcının zemine çakılmasından ibarettir. Numune alıcı tijin iç çapı 3,0 cm, dı çapı 5 cm, uzunlu u 81 cm’dir. Tiji zemine çakma i i 63,5 kg a ırlı ındaki ahmerdanın 76,2 cm yükseklikten dü ürülmesi ile zemine toplam 45 cm çakılmasıdır. İlk 15 cm’ lik penetrasyon yerle me a aması olarak tanımlanmakta ve bu penetrasyon için gerekli darbe sayısı delgi tabanında olabilecek örselenmeler nedeniyle dikkate alınmamaktadır. İkinci ve üçüncü 15 cm’lik penetrasyon için gerekli darbe sayıları toplanarak; bu de er Standart Penetrasyon Sayısı, N, de eri olarak kaydedilmektedir. ekil 2.10’ da deneyin yapılı a amaları gösterilmektedir.

**Çizelge 2.1** SPT Avantaj ve Dezavantajları

Avantajlar	Dezavantajlar
Deney süresi kısadır	Operatör hatasından etkilenen bir deneydir.
Uluslararası düzeyde en yaygın olarak kullanılan arazi deneyidir.	Deney sonuçları, sondaj ekipmanından uygulama yöntemine kadar birçok de i kene ba lı ve oldukça hassastır.
Hem penetrasyon direnci ölçülüp hem de örnek alınarak, bunun sa lanabilece i di er deneylerden daha az maliyetlidir.	ri granüler, blok veya kaya gibi eminlerde örnek alıcı hasar görebilece inden elde edilen sonuçlar sa lıklı olmayabilir.
Kohezyonlu ve kohezyonsuz zeminlerin yanı sıra sıkı, ince çakıl ve dolgu tabakalarına da uygulanabilmektedir	Çok yumu ak ve hassas killerde yanıltıcı sonuçlar verebilmektedir.
Literatürde, SPT verilerinden mühendislik yorumu ve parametreleri elde etmek için önerilen çok sayıda yöntem vardır.	Yeraltı suyu seviyesi altında kuyu tabanında kaynamaya neden olma ve yanıltıcı sonuçlar verme olasılı ı vardır



**ekil 2.10.** Standart penetrasyon deneyi a amaları



## Standart Penetrasyon Deney Verilerinin Düzeltilmesi

Deney düzeneindeki farklılıklar ölçülen arazi  $N$  değerlerini etkilemektedir. Bunun için de arazide elde edilen  $N$  deneyleri üzerinde koulların durumuna göre bazı düzeltmeler yapılması gerekmektedir:

**a. Siltli Kum / İnce Kum Düzeltmesi:** Dinamik yüklemelere maruz kalan suya doygun siltli veya ince dane oranı yüksek kumlu zeminlerde düşük geçirgenlikten dolayı su aniden drene edilememekte ve bu luk suyu basınçları yükselmektedir. Drene olmayan suyun varlığı zeminin mukavemetini geçici olarak arttırmakta ve SPT- $N$  değerini yanıltıcı olarak yükseltmektedir. Bu nedenle  $N$  değerlerine, aşağıdaki koulların tamamı geçerli olması durumunda siltli kum düzeltmesi yapılır.

- i. Deney yeraltı suyu seviyesi altında yapılmı ise
- ii. Deneyin yapıldığı zemin türü ince kum veya siltli kum ise
- iii.  $N > 15$  darbe/30 cm ise

Siltli kum düzeltmesi aşağıdaki ba ntı kullanılarak yapılır. (Terzaghi ve Peck, 1948)

$$N' = 15 + \frac{1}{2} * (N - 15) \quad (2.11)$$

**b. Enerji Düzeltmesi:** SPT tüpüne uygulanan dinamik enerji her darbe için 63,5 kg a ırlı ndaki bir kütle için 76,2 cm'den dü ürülmesi olarak standartla tırılması olmakla birlikte, deney esnasında yapılan ölçümler tüpün ucuna transfer edilen enerjinin 473,4 Jül enerjinin %40 larına kadar inebildi ini göstermiştir. Enerji kayıplarının başlıca nedenleri şunlardır (Skempton 1986, Clayton ve ark. 1995):

- ✓ Tij ve ahmerdanların a ırlı ı tarafından sönmölen enerji
- ✓ ahmerdanın örsö çarpması sonucu açığı çıkan ısı ve enerjisi
- ✓ Tijlerin e ilmesi veya atalet momenti küçük tijlerin kullanımı
- ✓ De i ik ahmerdan parçaları arasındaki halatların sürtündü ü yüzeylerdeki enerji kayıpları

Yapılan ara tırmalar kullanılan ahmerdan ve dü ürme mekanizmasına ba lı olarak deney düzene inden delgi tabanına aktarılan enerji seviyelerinin de i ken oldu unu göstermiştir. Buna ba lı olarak SPT-N de erlerine enerji düzeltilmesi yapılması öngörümü tür.

Ülkemizde son zamanlarda emniyetli tip ahmerdanlar kullanılmaya ba lanmış olsa da halen yaygın olarak halka tipi ahmerdan, kediba ı ve iki tur dolama sistemi kullanılmaktadır. Tablo 2.2’de görüldü ü gibi bu sistemde enerji oranı %45 olarak gösterilmektedir.

**Çizelge 2.2.** Ükelere göre ahmerdan tipine ve mekanizmasına ba lı düzeltmeler

Ülke	ahmerdan Tipi	ahmerdan Mekanizması	Enerji oranı
Arjantin	Halka	Kedibaşı	45
Brezilya	İğneli Ağırlık	Elle Bırakmalı	72
Çin	Otomatik Halka	Elle Bırakmalı	60
	Halka	Serbest Bırakma	55
	Halka	Kedibaşı	50
Kolombiya	Halka	Kedibaşı	50
Japonya	Halka	Tombi	78 - 85
	Halka	Kedibaşı, 2 tur + özel salıverme	65,67
ngiltere	Otomatik	Gitgel	73
ABD	Emniyetli	Kedibaşı, 2 tur	55 - 60
	Halka	Kedibaşı, 2 tur	45
Venezuela	Halka	Kedibaşı	43

**c. Delgi Çapı, Tüp tipi, Tij Uzunlu u ve Darbe Hızı için Düzeltilmeler:** Deney esnasında kullanılan tij uzunlu una (Çizelge 2.3), kullanılan tüp tipi (Çizelge 2.4), delgi çapına (Çizelge 2.5), ve darbe hızına (Çizelge 2.6) göre bazı düzeltilmeler yapılması gerekmektedir (Erol ve Çekinmez 2014).

**Çizelge 2.3.** Çe itli ara tırmacılara göre tij uzunlu u düzeltilmeleri

<b>Tij Uzunlu u (<math>C_R</math>)</b>	<b>Skempton (1986)</b>	<b>Robertson ve Wride (1977)</b>	<b>Mcgregor ve Duncan (1988)</b>	<b>Bowles (1996)</b>
<b>&gt;30 m</b>	1	1	1	1
<b>10-30 m</b>	1	1	1	1
<b>6-10 m</b>	0,95	0,95	1	0,95
<b>4-6 m</b>	0,85	0,85	1	0,75
<b>3-4 m</b>	0,75	0,75	1	0,75
<b>0-3 m</b>	0,75	-	0,75	0,75

**Çizelge 2.4.** Çe itli ara tırmacıların önerdi i tüp tipi düzeltmeleri

<b>Tüp (<math>C_D</math>)</b>	<b>Skempton (1986)</b>	<b>Robertson ve Wride (1977)</b>	<b>Mcgregor ve Duncan (1988)</b>	<b>Bowles (1996)</b>
<b>Astar olmayan Standart tüp</b>	1.2	1,1-1,13	-	1
<b>Gev ek Kum</b>	1	1	-	0,9
<b>Sıkı kum ve kil</b>	1	1	-	0,8

**Çizelge 2.5.** Çe itli ara tırmacıların önerdi i darbe vuru hızı düzeltmeleri

<b>Darbe Vuru Hızı (<math>C_{BF}</math>)</b>	<b>Skempton (1986)</b>	<b>Robertson ve Wride (1977)</b>	<b>Mcgregor ve Duncan (1988)</b>	<b>Bowles (1996)</b>
<b>20'den az ve 10-20 darbe /dk</b>	-	-	0,95	-
<b>20'den fazla ve 10- 20 darbe/dk</b>	-	-	1,05	-

**d. Örtü Yüğü Düzeltmesi:** Örtü yüğü düzeltmesi yapılan SPT-N de eri N1 olarak gösterilir. Zeminin homojen, derinlikle de i meyen birim a ırlık ve su içeri ine sahip olması durumunda SPT-N de erleri derinlikle artmaktadır. Bunun nedeni derine inildikçe örtü yüğü gerilmelerinin artması, dolayısıyla da deneyin daha yüksek dü ey ve yatay çevre basınçları altına gerçekleştirilmesidir. Aynı özellikteki zemini derinlikten ba ımsız tek bir standart penetrasyon N de eri ile tanımlamak amacıyla örtü yüğü etkisi için bir düzeltme faktörü ( $C_N$ ) uygulanmaktadır.

Örtü yüğü düzeltmesi, deney esnasında zemin davranı nın drenajsız ko ulda oldu u gerekçesiyle kohezyonlu zeminlerde uygulanmamalıdır.

**Çizelge 2.6.** Çe itli ara tırmacıların önerdi i örtü yüğü düzeltmesi

	$C_N$	Referanslar
	$\frac{50}{10 + \sigma'_{\theta 0} (psi)}$	Teng (1962)
$\sigma'_{\theta 0} \leq 1.5 ksf$ ise,	$\frac{4}{1 + 2\sigma'_{\theta 0} (ksf)}$	Bazaraa (1967)
$\sigma'_{\theta 0} > 1.5 ksf$ ise,	$\frac{4}{3.25 + 0.5\sigma'_{\theta 0} (ksf)}$	
Normal konsolide kum ve $\sigma'_{\theta 0} \geq 0.25 tsf$ ise	$\frac{0.77 * \log(\frac{20}{\sigma'_{\theta 0} (tsf)})}{1 - 1.25 * \log(\sigma'_{\theta 0} tsf)}$	Peck ve ark.. (1974)
	$\frac{1.7}{0.7 + 0.5\sigma'_{\theta 0} (ksf)}$	Seed ve ark. (1976)
Normal konsolide kum ve $D_r = \%40 - 60$ ise	$\frac{2}{1 + \sigma'_{\theta 0} (ksf)}$	Tokimatsu ve Yoshimi (1983)
Normal konsolide kum ve $D_r = \%60 - 80$ ise	$\frac{3}{2 + \sigma'_{\theta 0} (ksf)}$	Skempton (1986)

Yukarıda özetlenen faktörlere göre elde edilen düzeltme parametreleri, araziden elde edilen N de eri üzerinde uygulanmalı ve düzeltildikten sonra kullanılmalıdır. Bu düzeltme için gerekli formül a a ıda verilmi tir:

$$(N_1)_E = N * C_E * C_N * C_B * C_S * C_R * C_{BF} \quad (2.12)$$

Burada;

$(N_1)_E$ : düzeltilmiş N değeri,

N: SPT deneyinden elde edilen vuruş sayısı,

$C_E$ : Enerji düzeltme faktörü,

$C_N$ : Örtü yükü düzeltme faktörü,

$C_B$ : Delgi çapı düzeltme faktörü,

$C_R$ : Tij uzunluğu düzeltme faktörü,

$C_{BF}$ : Darbe hızı düzeltme faktörü'dür.

## 2.7. Temellerin Ta ıma Gücü

Temeller, yapıdan gelen yükleri zemine aktaran yapı elemanlarıdır. Temeller hem ta ıdı ı yapıdan hem de üstüne oturdu u zeminden etkilenirler. Dolayısıyla temellerin tasarımında, temelin oturdu u zemin çok önemlidir. Zeminlerin çe itlili i, davranı ı de i ti inden temel sisteminin seçimi de bu parametrelere ba lı olarak yapılır. Seçimi do ru yapılmamı temel sistemleri ilerleyen zaman içerisinde ortaya kötü sonuçlar çıkarabilir. Temel ta ıma gücünü etkileyen faktörler; temel sistemi ve ekli, yer altı su seviyesinin durumu, zemin cinsi ve özelli i, temelin topra a gömülen derinli i, temele aktarılan yükün e imi ve merkezden uzaklı ıdır. Temeller derinliklerine göre ikiye ayrılmaktadır.

- Yüzeysel Temeller ( $D_f/B < 1$ )
- Derin Temeller ( $D_f/B > 1$ )

Burada;

$D_f$  = Temel Derinli i,

$B = \text{Temel Geni li i' dir.}$

Zeminin taşıma gücünün zayıf olduğu durumlarda yüzeysel temeller yeterli olmamaktadır. Zemin taşıyamayacak kadar zayıfsa, taşıma kapasitesi daha fazla olan sağlam zemin tabakasına iletmek gerekir, bu durumlarda derin temeller tercih edilmektedir.

Temel üst yapı yüklerini taşıyıcı zemin tabakalarına aktarırken zeminde aşırı gerilmeye sebep olmamalıdır. Bu sebeple emniyetli temel tasarımında uygun bir güvenlik sayısı uygulanmalıdır.

Kullanılan güvenlik sayısı; temel zemininin kayma göçmesine karşı ve aşırı oturmalara karşı yeterli güveni sağlamalıdır (Çinicio lu 2005).

Araştırma içerisinde alınan verilere bakıldığında genel olarak yüzeysel temel tanımına uygun yapılar incelenecektir. Yüzeysel temellerin göçme durumları ve taşıma gücü hesapları irdelenecektir.

### **2.7.1. Yüzeysel Temellerin Göçme Durumları**

Bilindiği üzere temeller, yapının yükünü zemine aktaran yapı elemanlarıdır. Yüklerin iletimi sırasında basınç ve kayma gerilmeleri oluşmaktadır. Bu gerilmelerin derin taban basıncına ve büyüklüğüne göre değişmektedir. Taban basıncı fazla ve temel boyutları yeterli miktarda olmadığı durumda kayma gerilmeleri zeminin kayma basıncından fazla olabilmektedir. Bu durumda taşıma gücü göçme durumuna geçecektir.

Taşıma gücü göçme durumu iki farklı şekilde olmaktadır.

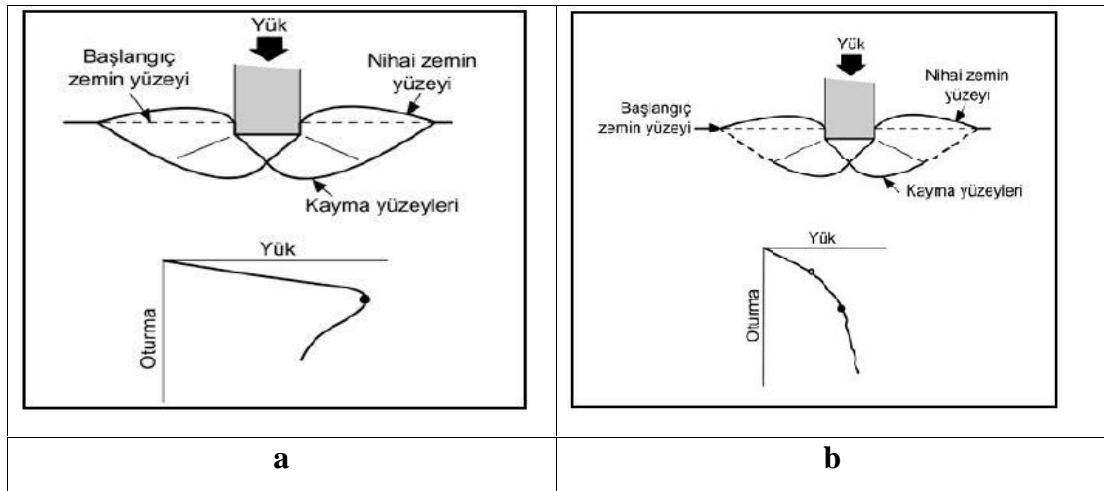
- Kayma Göçmesi
- Zımbalama Göçmesi

**Kayma Göçmeleri** genellikle granüler, sert kohezyonlu, orta sert kayalarda meydana gelmektedir. En sık görülen göçme türüdür. Yükleme boyunca oturmalar düşük düzeyde iken taşımanın yük aniden bir şekilde oluşur ve biriken enerji nedeniyle göçme durumu şiddetli gerçekleşir. Temele uygulanan yük arttıkça oturmalar da artmaya devam

etmektedir ve oturma de eri büyük de erlere çıkmaktadır. Bu durumda temelin yanındaki zeminlerde kabarmalar gözlenir. Bu kabarmalar iki tarafta da görülmekle birlikte göçme, bir yönde olur ve temel o yöne doğru dönmeye başlar.

Kayma göçmelerini kendi içinde “Genel” ( ekil 2.11a) ve “Bölgesel” ( ekil 2.11b) olarak iki kısma ayırmak mümkündür. Genel kayma göçmesi durumu yukarıda anlatılmıştır. Bölgesel kayma göçmesi durumu ara bir vaziyettir. Orta sıkı gev ek kumlarda, a ırı konsolide killerde görülmektedir. Craig (2004) bu göçme durumunun yük-oturma e risinin üç bölgeden oluştu unu belirtmiştir.

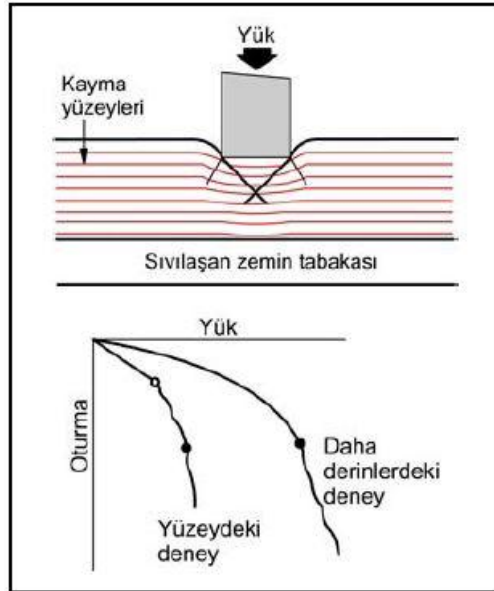
- 1- ekil 2.11b’de gösterilen içi dolu siyah noktanın  $q$  de eri için denk geldi i yer yükün artmaya devam etti i durumdur (Çinicio lu 2005). İlk nokta ilk göçmenin ya andı ı 1 de eridir. Bu bölge için zemin genellikle dü ey yönde oturarak sıkı maktadır. Yanal hareket azdır.
- 2- Yük arttırıldı ında yük-oturma e risinde görülece i üzere e ri dik ve düzensiz ekilde ilerlemektedir. Zemin bu durumda hareketini yukarı ve dı a do ru yapmaktadır.
- 3- Yük-oturma e risinde en son yükleme noktasında göçme yüzeyi zemin yüzeyine yakın bir yerde olmaktadır. Yüklemeye devam edildi i durumda zemin yüzeyinde kabarmalar olacaktır.



ekil 2.11. Genel ve Bölgesel kayma göçme oluşumu

**Zımbalama Göçmesi** gevrek kumlarda, siltlerde, dolgularda yumuşak kil tabakalarında görülen göçme durumudur. Drenajlı ko ulda temel ortama bir zımba gibi girmektedir. Temel zemin yüzeyinde herhangi bir ekil de i tirme görülmemektedir. Temel yanlarında kırılma, kabarma görülmez.

ekil 2.12' de verilen oturma-yük e rilerine bakıldı ında kırılma noktası bilinmemekle beraber bölgesel kayma göçmesi grafi ine benzer bir ekle sahiptir (Çinicio lu 2005). Nihai ta ıma gücü çizilen e rilerin ba langıç ve biti te etlerinin kesim noktasında olan de erler alınmak suretiyle elde edilir.

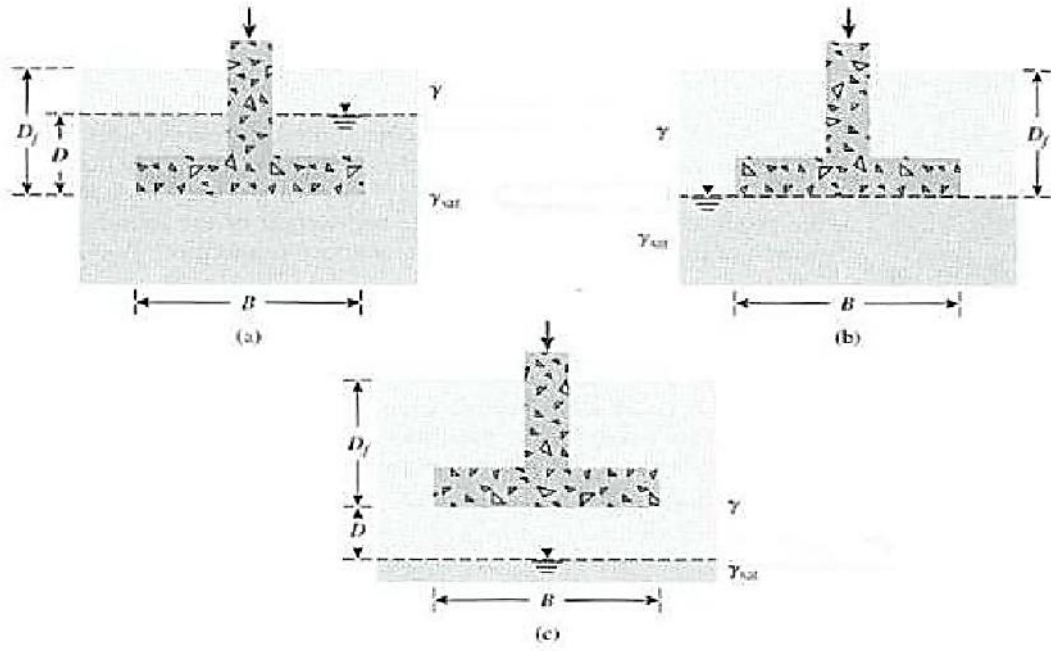


**ekil 2.12.** Zımbalama göçmesi oturma yük e risi gösterimi

### 2.7.2. Yer Altı Su Seviyesinin Ta ıma Gücüne Etkisi

Ta ıma gücü hesabı yapılırken kullanılan ta ıma gücü formüllerinde yer alan birim hacim a ırlık yeraltı su seviyesinin durumuna göre revize edilmelidir. A a ıdaki e kilde çe itli yeraltı su seviyesi durumları gösterilmi tir.





**ekil 2.13.** Yeraltı su seviyesinin; temelin üstünde, temel seviyesinde ve temel seviyesinin altında oldu u durumlar

ekil 2.13(a) 'da gösterilen durumda yeraltı su seviyesinin temel alt kotundan  $D$  mesafesi kadar yukarıda oldu u durumda sür arj yükü;

$$q = \gamma * (D_f - D) + \gamma' * D \quad (2.13)$$

eklinde ifade edilir. Burada

$$\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w \quad (2.14)$$

Yeraltı su seviyesinin ekil 2.13' de gösterildi i gibi (b) kısmında gösterilen durumda temel alt kotu ile aynı seviyesinde oldu unda denklemdeki sür arj hesaplanırken  $\gamma$  ifadesi yerine batık birim hacim a ırlık,  $\gamma'$  kullanılmalıdır (Das 2007).

Yeraltı su seviyesi temel alt kotunun altında oldu u durumda ise yeraltı su seviyesinin etkin derinli in altında, üstünde oldu u durumlara bakılmalıdır. Temel ve temelin oturdu u zeminin birlikte dü ey hareket eden zemin kamasının yatayla yaptı ı aç ı dü ünüldü ünde temel alt kotundan itibaren olan etkin derinlik;

$$H_e = 0.5 \tan \left( 45 + \frac{\Phi}{2} \right) \quad (2.15)$$

eklinde yaklaşık olarak hesaplanır.

Bu bilgiler ışığında ortalama birim hacim ağırlık ağırlığındaki şekilde hesaplanır.

$$\gamma_{ort} = \frac{1}{H_e} [\gamma * D + \gamma' * (H_e - D)] \quad (2.16)$$

### **3. MATERYAL ve YÖNTEM**

#### **3.1. Materyal**

##### **3.1.1. İnceleme Alanı Jeolojisi**

Özlüce ve civarı bölgesinde yapılmış zemin etüdü de erlendirmelerine dayanarak inceleme alanı jeolojisine bakıldığında iki tip formasyon görülmektedir.

**ALÜVYON:** Bölgenin en genç formasyonu olan Kuvaterner ya lı alüvyonlar, kuzey-güney yönünde bir erit halinde uzanmaktadır. Bunun sebebi kil, silt, kum, çakıl'dan olu an bir birikinti malzemesi olan alüvyonun, derenin yatak de i tirmesi ve birikinti artlarının de i mesi dolayısıyla farklı litojolerden olu masıdır. Bursa ovasının güney kenarındaki yan dere a ızlarında alüvyon; iri blok, moloz ve çakılların egemen oldu u birikinti konileri halindedir. Bursa ovasında alüvyon kalınlı ı 80-200 m, Çakırköy ovasında ise 30-50 m'dir. Ovada su tutan formasyonlar alüvyonlardır.

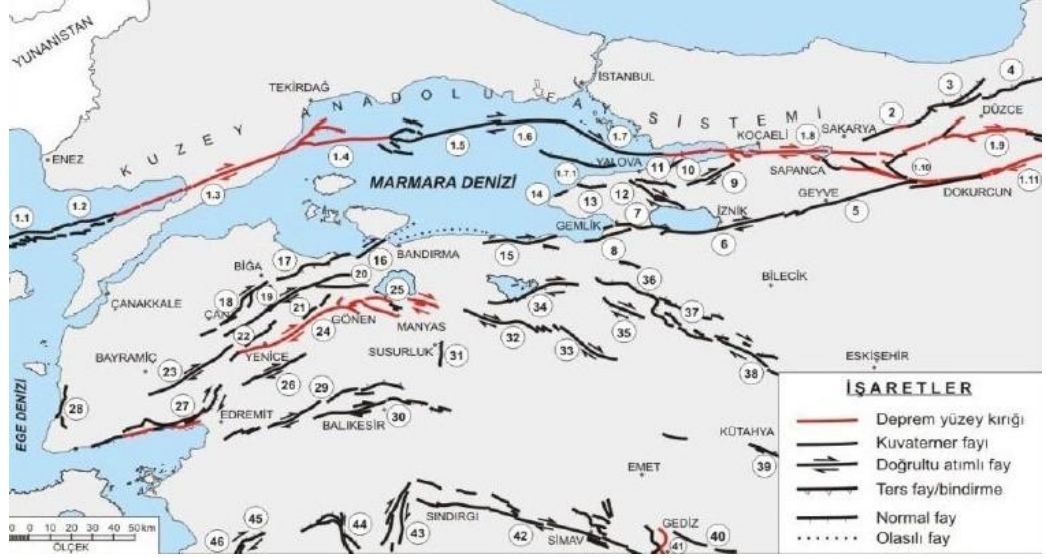
**NEOJEN:** Bölgede yer alan neojenler genellikle kuzey-güney yönünde bir erit halinde uzanım göstermektedir. Arazide sarımsı beyaz rengi ile kendini belli etmektedir. Topografyada hafif dalgalı bir yapı gösterir. Neojen, altta kalkerin hakim oldu u bir çakılta ı ile ba lar Bunun üzerine iyi çimentolanmamı gre'ler gelir. Arada marn ve kılta ı seviyeleri yer alır. Gev ek çimentolu kum ve çakıl seviyeleri çapraz tabakalı ve yanal geçi lidir. Kum ve çakıl bantlar genellikle kuvars elemanlıdır. Neojen formasyonları genellikle gev ek veya sert çimentolu olması sebebiyle yeraltı suyu yönünden fazla verimli bir formasyon de ildir. ekil 3.1'de inceleme alanının jeolojik haritası (Anonim 2007) verilmi tir.



ekil 3.1. nceleme alanı ve civarının jeolojik haritası

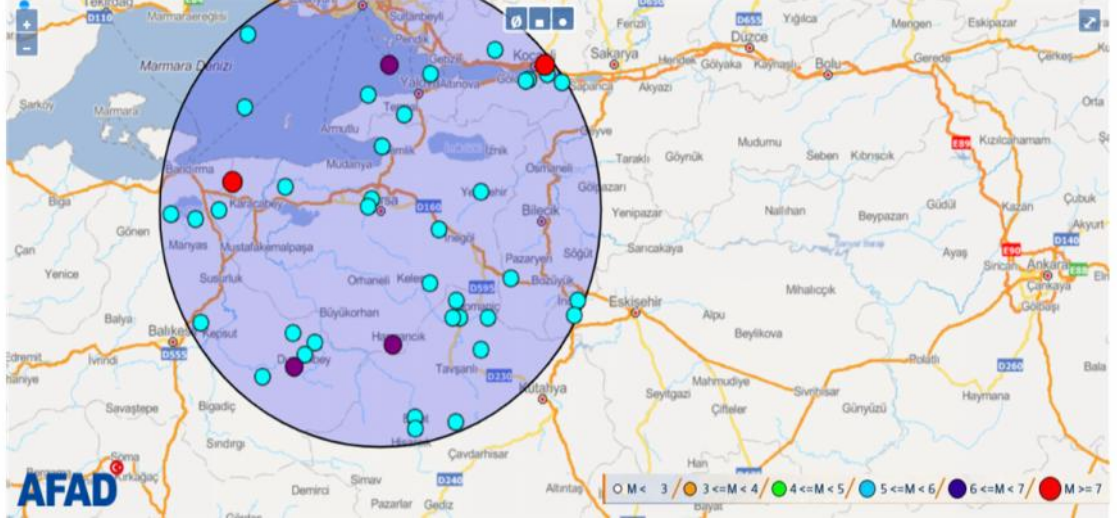
### 3.1.2. nceleme Alanı Depremselli i

Bursa ve yakın çevresi, yukarıda tanıtılan Kuzey Anadolu Fay Sistemi ile Güney Marmara bölgesindeki faylardan kaynaklanan, tarihsel dönemlerde ve son yüz yılda yo un deprem aktivitesinin gözlendi i bölgede yer almaktadır. Marmara bölgesinde bulunan fayların ( ekil 3.2) etkisinde olan inceleme alanı 1. Derece deprem bölgesi içerisindedir. Depreme neden olabilecek en önemli fay Bursa fayıdır. Bursa fayı do uda Derekızık-Burhaniye köyleri ile batıda Uluabat arasında uzanan do u ve batı gidi li yakla ık 45 km uzunlu unda do ru atımlı faydır.



**ekil 3.2.** Bursa civarında tehlikeli diri faylar

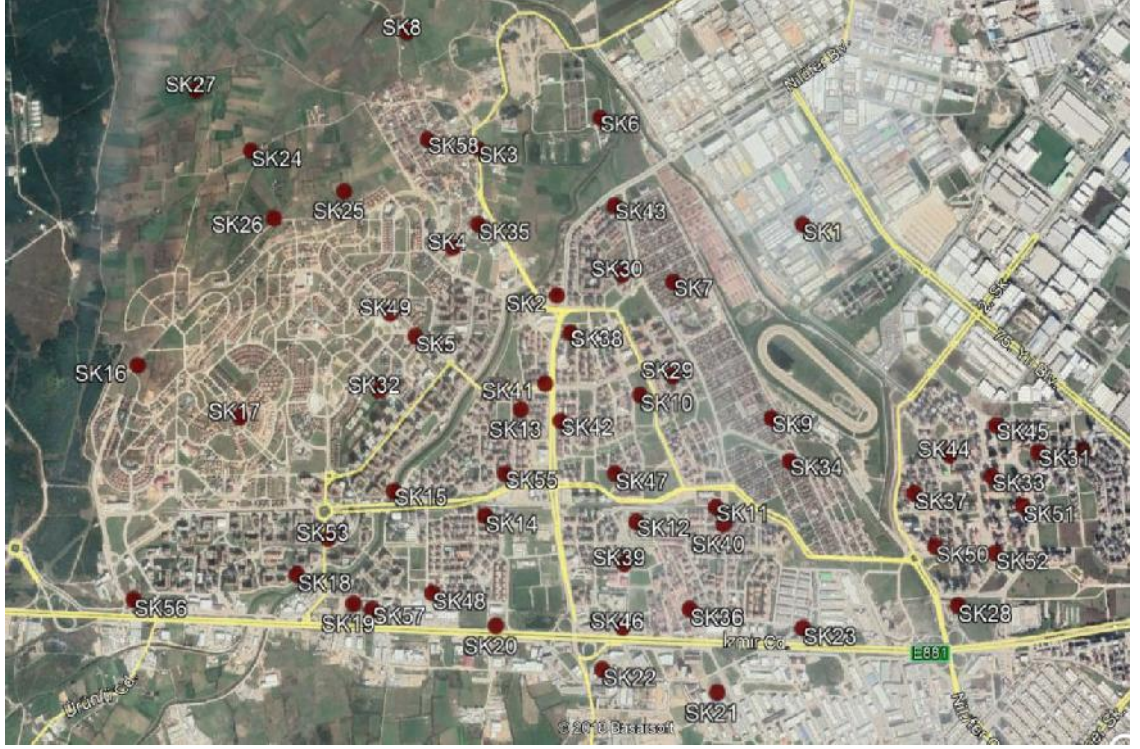
Bursa ilinin deprem tarihine bakıldığında en büyük depremin 12 Nisan 1855 tarihinde olduğu görülmüştür. Bu bölge, mevcut deprem yönetmeliğinde de 1. Derece deprem bölgesi olarak gösterilmektedir. Bursa ili ve civar illerinin AFAD internet sitesinden alınan 1900 ve 2019 yılları arasında gerçekleşen en büyük ölçekli depremler ekil 3.3’de gösterilmiştir. Ekilde deprem büyüklüğü 5’den küçük olan depremler filtre edilmiştir. Ekilden de görüldüğü üzere Bursa ve çevresinde birçok deprem olmuştur, bunlardan 1964 yılında gerçekleşen Karacabey’de gözlenen depremin büyüklüğü 7’nin üzerindedir. Bu sebeple, bu bölgenin deprem koşulları altında incelenmesi büyük önem taşımaktadır.



**ekil 3.3** 1900 -2019 yılları arasında inceleme alanı civarında gerçekleşen depremler

### 3.1.3. Arazi Deney Verileri

Çalı ma alanı ile ilgili deney verileri Bursa Büyük ehir Belediyesi ve Nilüfer Belediyesi arıvlerinden elde edilmiştir. İnceleme alanının geoteknik özelliklerini ortaya koymak için farklı bölgelerde yapılan ve inceleme alanı için talep edilen verilerin paylaşımı sonucu, 60 adet ada/parselden alınan toplam 140 adet sondaj bilgisi elde edilmiştir. Sondaj çalı maları sırasında yeraltı su seviyeleri ortaya konmuş olup ayrıca zemin özelliklerini belirlemek için örselenmiş ve örselenmemiş numuneler alınmıştır. Arazi sondaj çalı malarının yapıldığı konumlar ekil 3.4'te gösterilmiştir.



**ekil 3.4.** Ar ivlerden elde edilen verilerin haritada gösterimi

nceleme alanında yapılan sondaj çalı malarına baktı ımızda, zemin profillerinin farklı yapılarda oldu u görölmektedir. SPT-N de erlerine bakıldı ında genellikle sıkı kıvama denk gelen SPT-N de erleri görmekteyiz. Bazı bölgelerde bu de erler az olmakla beraber, bazı bölgelerde SPT-N de erlerinin 50'den fazla oldu u görölmü tür. Bunun yanında, bölgedeki zemin profili incelendi inde SPT sondaj loglarında kil, killi siltli kum ve çakıllı kum tabakalarına rastlanmı tır..

## **3.2. Yöntem**

### **3.2.1. Sıvıla ma Potansiyeli Analizinde zlenen Yöntemler ve Hesaplamaları**

Sıvıla ma potansiyelini hesaplama çalı malarında SPT deneyinin ilk kullanımı 1964 yılında gerçekte en Büyük Alaska depreminden sonra ba lanmı tır. Seed ve Idriss 1970'li yıllarda yaptıkları çalı malarla birlikte Devirsel Gerilme oranına dayanan yöntemleri ortaya çıkarmı lardır.

Toplanan verilerle arazideki sıvılaşma potansiyeli incelenmesi amaçlanmıştır. Sıvılaşma potansiyeli analizi için, Seed ve Idriss (1971), Fear ve Robertson (1996), Vancouver Task Report (2007) ve TBDY (2018) de önerilen yöntemler kullanılmıştır.

### **Seed ve Idriss 1971**

1960'lı ve 1970'li yıllarda sıvılaşma konusunda sağlanan gelişmelerin çoğu H.B. Seed ve ekibinin öncü çalışmaları sayesinde ortaya çıkmıştır. İlk olarak çalışmaları sıvılaşmayı tetiklemek için gerekli yüklemelerin değerlendirilmesine yönelik olmuştur. Yükleme, devirsel kayma gerilmeleri cinsinden tanımlanmış ve sıvılaşma potansiyeli de depremden kaynaklanan kayma gerilmesi devir sayısı ve genliğine dayalı olarak değerlendirilmiştir.

**Devirsel Gerilme Oranı (DGO):** Devirsel gerilme yaklaşımı; devirsel kayma gerilmeleri cinsinden ifade edilen deprem kaynaklı yüklemeye, zeminin yine devirsel kayma gerilmeleri cinsinden ifade edilen sıvılaşma direnci ile karşılaştırılır. Yüklemin direnci ağırlıklı yerlerde sıvılaşmanın oluşması beklenir. Seed ve Idriss (1971) devirsel gerilme oranını hesaplamak için aşağıdaki basitleştirilmiş yöntemi önermişlerdir. Bu yöntem halen en geçerli yöntem olarak araştırmacılar tarafından kullanılmaktadır.

$$DGO = 0,65 * \frac{a_{maks}}{g} * \frac{\sigma'_{v0}}{\sigma_{v0}} * r_d \quad (3.1)$$

Burada;

$a_{maks}$  = Zemin yüzeyindeki maksimum yatay yer ivmesi

$g$  = Yerçekimi ivmesi

$r_d$  = Gerilme azaltma katsayısı

$\sigma'_{v0}$  = incelenen derinlikteki efektif gerilme

$\sigma_{v0}$  = incelenen derinlikteki toplam gerilme'dir.

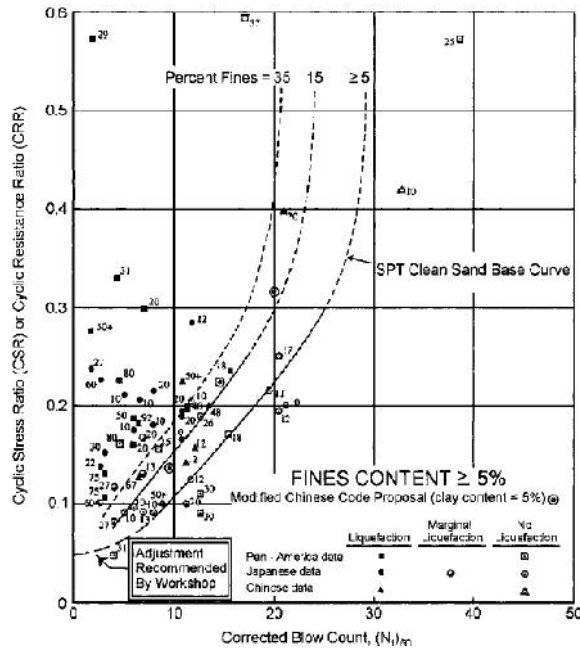
Gerilme azaltma katsayısı olan  $r_d$  derinliğe bağlı bir katsayıdır, aşağıda verilen bağıntıdan hesaplanır.



$$r_d = \frac{1 - 0,411z^{0,5} + 0,04052z + 0,001753z^{1,5}}{1 - 0,4177z^{0,5} + 0,05729 - 0,006205z^{1,5} + 0,001210z^2} \quad (3.2)$$

Ba ntıda, z, zemin yüzeyinden itibaren derinlik (m) olarak ifade edilir.

**Devirsel Direnç Oranı (DDO):** Seed ve Idriss 1971 yılında yaptıkları çalı mada devirsel direnç oranı ile örtü yükü düzeltmesi yapılan SPT-N sayısı arasındaki ili kiyi gösteren bir grafik ortaya koymu lardır. Bu grafik 1985 yılında yine aynı ara tırmacılar tarafından revize edilmi tir. Revize edilen grafik ekil 3.5'te gösterilmi tir. Youd (2001) yılında devirsel direnç oranı için ekil 3.5'te gösterilen e riler modifiye ederek denklem 3.3'ü ortaya çıkarmı tir.



ekil 3.5 : Seed ve Idriss'in çalı malarına göre düzenlenmi  $M=7.5$  için devirsel direnç oranı ve  $(N_1)_{60}$  arasındaki ili ki

$$DDO = \frac{1}{34 - (N_1)_{60}} + \frac{(N_1)_{60}}{135} + \frac{50}{(10(N_1)_{60} + 45)^2} - \frac{1}{200} \quad (3.3)$$

Burada;

$(N_1)_{60}$  = Örtü yükü düzeltmesi yapılmı SPT-N sayısı

Bu e itlik sadece  $(N_1)_{60} < 30$  de erleri için geçerlidir.  $(N_1)_{60} \geq 30$  de erlerine sahip zeminler sıvıla mayan zeminler olarak adlandırılırlar. Bu çalı malara ek olarak Seed ve ark. (1985) zemin içeri indeki ince dane oranının ( DO) sıvıla ma direncini etkiledi ini ortaya çıkarmı lardır. Buna ba lı olarak a a ıdaki formülü geli tirmi lerdir. A a ıda  $\alpha$  ve  $\beta$  olarak gösterilen simgeler ince dane düzeltme katsayılarıdır.  $(N_1)_{60tk}$ , ince dane oranı düzeltmesi ve örtü yükü düzeltmesi yapılmı SPT-N sayısıdır.

$$(N_1)_{60tk} = \alpha + \beta * (N_1)_{60} \quad (3.4)$$

$$=0 \quad ; \quad DO \leq \%5 \quad (3.5)$$

$$= \exp ( 1,76 - (190 / DO)^2 ) \quad ; \quad \%5 < DO < \%35 \quad (3.6)$$

$$= 5,0 \quad ; \quad DO \geq \%35 \quad (3.7)$$

$$= 1,0 \quad ; \quad DO \leq \%5 \quad (3.8)$$

$$= (0,99 + ( DO^{1.5} / 1000 ) ) \quad ; \quad \%5 < DO < \%35 \quad (3.9)$$

$$= 1,2 \quad ; \quad DO \geq \%35 \quad (3.10)$$

### **Fear ve Robertson (1996)**

Fear ve Robertson, 1996 yılında devirsel gerilme oranına Seed ve Idriss' in 1971' de vermi oldu u ba ıntı üzerinden hesap yöntemi sunmu lardır. Devirsel direnç oranı ba ıntısı ve gerilme azaltma katsayısı konusunda kendi yöntemlerini sunmu lardır.

**Devirsel Gerilme Oranı (DGO):** Sıvıla ma potansiyeli ara tırması yapılan zeminlerde, depremden dolayı olu an kayma gerilmeleri Seed ve Idriss'in (1971) ortaya koydu u ba ıntı 3.11' den hesaplanmaktadır. Gerilme azaltma katsayısı,  $r_d$  ba ıntı 3.12' den hesaplanmaktadır.

$$DGO = 0,65 \frac{a_{maks} \sigma_{v0}}{g \sigma'_{v0}} r_d \quad (3.11)$$

Burada;

$a_{maks}$  = Zemin yüzeyindeki maksimum yatay yer ivmesi (9,81 m/s<sup>2</sup>)

- $g$  = Yerçekimi ivmesi  
 $z$  = Zemin yüzeyinden itibaren derinlik (m)  
 $r_d$  = Gerilme azaltma katsayısı.  
 $\sigma'_{v0}$  = ncelenen derinlikteki efektif gerilme,  
 $\sigma_{v0}$  = ncelenen derinlikteki toplam gerilme

$$r_d = 1,0 + 1,6 * 10^{-6}(z^4 - 42z^3 + 105z^2 - 4200z) \quad (3.12)$$

**Devirsel Direnç Oranı (DDO):** Devirsel direnç oranı, SPT de erlerine yapılan düzeltmeler sonucu elde edilen  $(N_1)_{60}$  de eri kullanılarak hesaplanır.

$$DDO = \left( \frac{95}{34 - (N_1)_{60}} + \frac{(N_1)_{60}}{1.3} - \frac{1}{2} \right) * \frac{1}{100} \quad (3.13)$$

#### Vancouver Task Report (2007)

**Devirsel Gerilme Oranı (DGO):** Bu çalı mada da çe itli ara tırmacılar devirsel gerilme oranına Seed ve Idriss' in 1971' de vermi oldu u ba ıntı üzerinden hesap yöntemi sunmu lardır. Devirsel direnç oranı ba ıntısı ve gerilme azaltma katsayısı konusunda kendi yöntemlerini sunmu lardır.

$$CSR = 0,65 * \frac{a_{maks}}{g} * \frac{\sigma_{v0}}{\sigma'_v} * r_d \quad (3.14)$$

Burada;

$a_{maks}$  = Zemin yüzeyindeki maksimum yatay yer ivmesi

$g$  = Yerçekimi ivmesi

$r_d$  = Gerilme azaltma katsayısı.

$\sigma'_{v0}$  = ncelenen derinlikteki efektif gerilme,

$\sigma_{v0}$  = ncelenen derinlikteki toplam gerilme' dir.

$r_d$  ba ıntı 3.15 ve 3.16' dan hesaplanır.

$$E \text{ er } z \leq 4 \text{ m ise } r_d = 1 \quad (3.15)$$

$$E \text{ er } z > 4 \text{ m ise } r_d = 1 - 0,015 * (z - 4) \geq 0,6 \quad (3.16)$$

**Devirsel Direnç Oranı (DDO):** Bu yöntemde devirsel direnç oranı (DDO) ba ıtı 3.17' de hesaplanmaktadır.

$$DDO = DDO_1 * K_m * K_\sigma * K_\alpha \quad (3.17)$$

Bu formülde  $DDO_1$ , ba ıntı 3.3' ten hesaplanan devirsel direnç oranıdır.

Burada katsayılar;

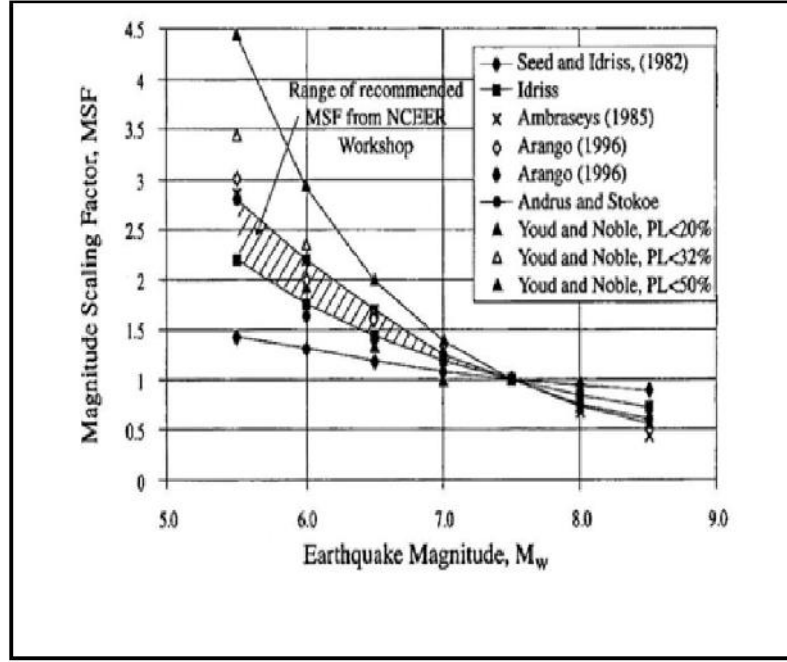
$K_m = 7,0$  büyüklü ündeki deprem için önerilen magnitüd düzeltme faktörü 1,2' dir. Bu de er ekil 3.5'ten elde edilmi tir (Youd ve Noble 1997).

$K_\sigma =$  Efektif gerilmesi 100 kPa' dan yüksek gerilme de eri için hesaplanan düzeltme faktörü (Youd ve ark. 2001)

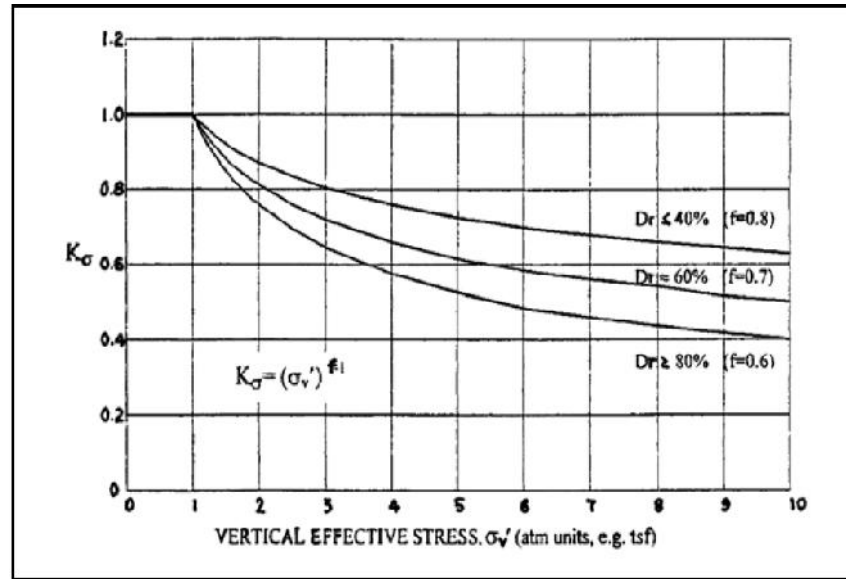
$K_\alpha =$  Zemin e im düzeltmesi' dir.

$K_\sigma$  de eri relatif sıklılı a ve efektif dü ey gerilmesine ba lıdır, ekil 3.6' dan bulunur.

Ya da ba ıntı 3.18' den hesaplanabilir.



ekil 3.6. Çe itli ara tırmacıların çalı malarına göre magnitüd düzeltme faktör de erleri



ekil 3.7. K de eri için önerilen de erler

$$K_{\sigma} = \left( \frac{\sigma'_{vo}}{P_{\alpha}} \right)^{(f-1)} \quad (3.18)$$

$P_a$  atmosfer basıncını temsil etmektedir.  $f$  de eri rölatif sıklık,  $D_r$  de erine ba lıdır. Ba ıntı 3.19 ve 3.20' den hesaplanır.

$$f = 1 - 0,005 * (D_r) \quad 40\% < D_r < 80\% \text{ için} \quad (3.19)$$

Rölatif sıklık,  $D_r$  de eri, SPT  $N$  de eri kullanılarak a a ıdaki formülden hesaplanabilir. Bulunan  $D_r$  de erinin %80 olması gerekmektedir.

$$D_r = \left[ \left( \frac{N_{1,60}}{46} \right) \right]^{\frac{1}{2}} * 100 \quad (3.20)$$

National Center for Earthquake Engineering Research  $K_\alpha$  düzeltme faktörünü kullanmayı önermemektedir. Bundan dolayı bu çalı mada  $K_\alpha$  de eri 1 alınmı tır.

### **Türkiye Bina Deprem Yönetmeli i (2018)**

Türkiye Bina Deprem Yönetmeli i ekinde Madde 16.6 “Depem Etkisi Altında Zemin Sıvılaşma Riskinin Belirlenmesi” ba lı ı altında sıvılaşma riski ile ilgili hususlar belirtilmi tir.

TBDY 2018' de potansiyel olarak sıvılaşabilir zeminler, yeraltı su tablasının altında kalan kum, çakıllı kum, siltli killi kum, plastik olmayan silt ve silt-kum karı ımları olarak tanımlanmı tır.

Zemin sıvılaşması tetiklenme de erlendirmesi için TBDY 2018, temel altı zeminlerin potansiyel olarak sıvılaşabilir zeminlerden olu tu u ve bu zemin tabakalarının  $N_{1,60}$ , 30 darbe / 30 cm de erinden dü ük olması gerekti ini belirtmi tir.

TBDY (2018)'de di er yöntemlerde oldu u gibi öncelikle arazide elde edilmi ham Standart Penetrasyon Deneyi verileri  $N$ , üzerinde düzeltmeler yapılmaktadır.

Sıvılaşma potansiyel hesabı di er yöntemlerde de oldu u gibi iki bölümde hesaplanmaktadır.

**Depremde Olu an Kayma Gerilmelerinin Hesaplanması:** Deprem etkisi ile zeminde olu an kayma gerilmesi a a ıda denklem 3.21'de gösterilmi tir.

$$\tau_{deprem} = 0,65 \sigma_{vo}(0,4s_{ds})r_d \quad (3.21)$$

Burada  $\sigma_{vo}$  sıvıla ma de erlendirmesi yapılan derinlikteki toplam dü ey gerilmeyi,  $r_d$  ilgili derinlikteki gerilme azaltma katsayısını,  $s_{ds}$  ise kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısını göstermektedir.

Gerilme azaltma katsayısı,  $r_d$  incelenen derinli e (z) ba lı olarak a a ıdaki 3.22-3.25 denklemleri ile elde edilecektir.

$$r_d = 1 - 0,00765z ; \quad z \leq 9,15m \quad (3.22)$$

$$r_d = 1,774 - 0,0267z; \quad 9,15 < z \leq 23m \quad (3.23)$$

$$r_d = 1,774 - 0,0267z; \quad 23 < z \leq 30m \quad (3.24)$$

$$r_d = 1,774 - 0,0267z; \quad z > 30m \quad (3.25)$$

**Sıvıla ma Direncinin Hesaplanması:** Sıvıla ma direnci  $\tau_r$  , moment büyüklü ü 7,5 olan depreme kar ı gelen devirsel direnç oranının (DDO ,  $CRR_{M7.5}$ ), tasarım depremi moment büyüklü ü düzeltme katsayısı (  $C_M$  ) ve efektif dü ey gerilme ( $\sigma'_{vo}$ ) ile çarpılmasıyla hesaplanmaktadır. Denklem a a ıda gösterilmi tir.

$$\tau_R = CRR_{M7.5} * C_M * \sigma'_{vo} \quad (3.26)$$

Devirsel direnç oranı (DDO ,  $CRR_{M7.5}$ ) a a ıdaki denklem 3.27 ile hesaplanmaktadır.

$$DDO = \frac{1}{34-(N_1)_{60}} + \frac{(N_1)_{60}}{135} + \frac{50}{(10(N_1)_{60}+45)^2} - \frac{1}{200} \quad (3.27)$$

Deprem büyüklü ü düzeltme katsayısı  $C_M$ , tasarım depremi büyüklü üne ba lı olarak denklem 3.28'e göre hesaplanmaktadır.

$$C_M = \frac{10^{2.24}}{M_w^{2.56}} \quad (3.28)$$

### 3.2.2. Ta ıma g¼c¼ hesapları

#### Terzaghi Ta ıma G¼c¼ Hesabı (1943)

Terzaghi 1943 yılında yaptı ı çalı malarda, temel derinli i boyunca zemin kayma dayanımını ihmal etmi olup, kayma yüzeyindeki zemini sür arj etkisi olarak tanımlamı tır. İlk çalı malarında bu hesaplamaları sürekli temeller için yapmı tır. İlerleyen süreçte laboratuvar deneyleri yaparak di er temel ekilleri için de katsayılar ortaya koymu tur. Terzaghi ta ıma g¼c¼ form¼l¼ a a ıdaki gibidir.

$$q_{nih} = c * N_c + \gamma * D_f * N_q + \frac{1}{2} * \gamma * B * N_\gamma \quad (3.29)$$

Burada;

$q_{nih}$  : Zeminin ta ıyaca ı nihai yük

$c$  : Temel zemininin kohezyonu

$B$  : Temelin geni li i (m)

$\gamma$  : Zeminin birim hacim a ırlı ı

$D_f$  : Zemin yüzeyinden temelin alt kotuna kadar olan uzaklık

$N_c, N_q, N_\gamma$  : Ta ıma kapasitesi faktörleri ( çşel sürtünme açısı,  $\phi$ ' ye ba lıdır )

$$N_c = (N_q - 1) * \cot \Phi, \quad (3.30)$$

$$N_q = \frac{e^{2\left(\frac{3\pi}{4} - \frac{\Phi}{2}\right) \tan \Phi}}{2 * \cos\left(45 + \frac{\Phi}{2}\right)} \quad (3.31)$$

$$N_\gamma = \frac{\tan \Phi}{2} \left( \frac{K_{\rho\gamma}}{\cos^2 \Phi} - 1 \right) \quad (3.32)$$

Burada;

$K_{\rho\gamma}$  = Pasif toprak basıncı katsayısı' dır.

#### Meyerhof Ta ıma G¼c¼ Hesabı (1951)

Meyerhof çalı masında Terzaghi' nin ortaya koymu oldu u ba ntılara ek olarak temel ekil ve derinlik faktörlerini de hesaba katmı tır. Ayrıca temele iletilen yükün e ik olmasını da hesaba katarak yatay yüklerin de ta ıma g¼c¼ hesabını etkiledi ini ortaya



koymu tur. Bunlara göre Meyerhof ta ima gücü hesabı a a ıdaki denkleme göre hesaplanır.

$$q_{niñ} = c * N_c * S_c * i_c * d_c + \gamma * D_f * N_q * S_q * i_q * d_q + 0,5 * \gamma * B * N_\gamma * S_\gamma * i_\gamma * d_\gamma \quad (3.33)$$

Bu formülde, temel ekil faktörleri ( $S_c, S_q, S_\gamma$ ), yük e im faktörleri ( $i_c, i_q, i_\gamma$ ) ve temel derinlik faktörleri ( $d_c, d_q, d_\gamma$ ) Çizelge 3.1' de verilen ba ıntılara göre hesaplanır.

Bunlara ilave olarak içsel sürtünme açısına ba lı olan kapasite faktörlerine de yeni bir yakla ım ortaya koymu tur, ilgili ba ıntılar 3.26-3.28 arasında verilmi tir.

$$N_c = (N_q - 1) * \cot \Phi, \quad (3.34)$$

$$N_q = e^{\pi \tan \Phi} \tan^2(45 + \Phi/2) \quad (3.35)$$

$$N_\gamma = (N_q - 1) \tan(1.4\Phi) \quad (3.36)$$

**Çizelge 3.1.** Meyerhof ta ima gücü formülüne göre faktörler

	ekil Faktörü	Derinlik Faktörü	Yük E im Faktörü
Tüm $\phi$ 'ler	$S_c=1+0.2K_p(B/L)$	$D_c=1+0.2 K_p (B/L)$	$i_c=i=(1-q/90^\circ)^2$
$\phi = 0$	$S_q=S =1$	$D_q=D =1$	$i =1$
$\phi = 10$	$S_q=S =1+0.1K_p(B/L)$	$D_q=D =1+0.1 K_p (D/B)$	$i =(1-q/f)^2$

### Hansen ta ima gücü hesabı (1970)

Meyerhof (1951) ta ıma gücü formülüne kıyasla benzerlikler gösteren Hansen (1970) bu formüle ek olarak, zemin e imini, temel e iklik açısını dikkate alan bir formül ortaya koymu tur, bu formül ba ıntı 3.29' da verilmi tir.

$$q_{nih} = c * N_c * S_c * i_c * d_c * b_c * g_c + \gamma * D_f * N_q * S_q * i_q * d_q * b_q * g_q + 0,5 * \gamma * B * N_\gamma * S_\gamma * i_\gamma * d_\gamma * g_\gamma * b_\gamma \quad (3.37)$$

Ba ıntıda,

$g_c, g_q, g_\gamma$  : Zemin e im faktörleri

$b_c, b_q, b_\gamma$  : Temel sapma faktörlerini belirtmektedir.

Bu faktörler, temel ekil faktörleri ( $S_c, S_q, S_\gamma$ ), yük e im faktörleri ( $i_c, i_q, i_\gamma$ ) ve temel derinlik faktörleri ( $d_c, d_q, d_\gamma$ ) Çizelge 3.2' de verilen ba ıntılara göre hesaplanır.

**Çizelge 3.2.** Hansen ta ıma gücü fomülü için faktörler

<p><b>Yük E im Faktörleri</b></p> $\dot{i}'_c = 0,5 - \sqrt{1 - \frac{H_i}{A_f * C_a}}$ $\dot{i}_c = \dot{i}_q - \frac{1 - \dot{i}_q}{N_q - 1}$ $\dot{i}_q = \left[ 1 - \frac{0,5 * H_i}{V + A_f * c_a * \cot \Phi} \right]^{\alpha_1}$ $\dot{i}_\gamma = \left[ 1 - \frac{0,7 * H_i}{V + A_f * c_a * \cot \Phi} \right]^{\alpha_2}$ $\dot{i}_\gamma = \left[ 1 - \frac{(0,7 - \eta^\circ / 450^\circ) * H_i}{V + A_f * c_a * \cot \Phi} \right]^{\alpha_2}$	<p><b>Zemin Faktörleri</b></p> $g'_c = \beta^\circ / 147^\circ$ $g_c = 1 - \beta^\circ / 147^\circ$ $g_q = g_\gamma = (1 - \tan \beta)^5$ <hr/> <p><b>Temel Faktörleri</b></p> $b'_c = \beta^\circ / 147^\circ, (\phi = 0)$ $b_c = 1 - \beta^\circ / 147^\circ, (\phi > 0)$ $b_q = \exp(-2 \eta * \tan \Phi)$ $b_\gamma = \exp(-2,7 * \tan \Phi)$ <p>, radyan.</p>
--	--

Burada,

$H_i$  : Temele gelen yanal yük,

$V$  : Temel etkiyen dü ey yük

$A_f$  : Temel efektif alanı

$C_a$  : Temel adezyonu,  
 $i_c$  : Temelin yataydaki açısı  
 $d_c$  : Temelin oturdu u zeminin yatayla yaptığı ı açısı' dır.

Hansen çalı masında içsel sürtünme açısına ba lı de i en kapasite faktörlerinde Meyerhof' un kullandı ı ba ntıları kullanmı tır.  $N$  için ise farklı bir ba ntı ortaya koymu tur,  $N_a$  a ıdaki ekilde hesaplanmaktadır.

### Vesic Ta ıma Gücü Hesabı (1973)

Vesic tarafında yapılan çalı malar sonucu ortaya koydu u hesap yöntemi, Hansen (1961)' in geli tirdi i yönteme benzemektedir. Vesic geli tirdi i çalı mada içsel sürtünme açısına ba lı de i en kapasite faktörlerinde Hansen (1961)' in de kullandı ı gibi Meyerhof' un geli tirdi i kapasite faktörleri ba ntılarını kullanmı tır. Vesic de,  $N_\gamma$  için yeni bir ba ntı ortaya koymu tur.

$$N_\gamma = 1,5 * (N_q - 1) * \tan \Phi \quad (3.38)$$

Hansen geli tirdi i ta ıma gücü yönteminde eksantrisite etkisini dikkate almı tır. Vesic bunun aksine bu etkiyi hesaba katmayarak, temelin boyutlarını mevcut hali ile kabul etmi tir.

### Genel Ta ıma Gücü Formülü

Seneler boyunca yapılan çalı malar sonucunda ara tırmacılar tarafından kabul edilmi genel ta ıma gücü formülü a a ıdaki gibidir (Çinicio lu 2005).

$$q_{nih} = c * N_c * S_c * i_c * d_c * b_c * g_c + \gamma * D_f * N_q * S_q * i_q * d_q * b_q * g_q + \frac{1}{2} \gamma * B * N_\gamma * S_\gamma * i_\gamma * d_\gamma * b_\gamma * g_\gamma \quad (3.39)$$

Bu genel formüle göre elde edilen nihai taşıma güçleri sonucunda izin verilebilir taşıma gücünü hesaplayabilmemiz için emniyet faktörüne, EF bölünmesi gerekmektedir. Buna aynı zamanda zemin emniyet gerilmesi,  $q_{em}$  de denmektedir.

$$q_{em} = \frac{q_{nih}}{E.F} \quad (3.40)$$

## 4. BULGULAR VE TARTI MA

Bu çalı mada Bursa ili Nilüfer ilçesi, Özlüce Mahallesi ve civar mahallelerinin genel zemin de erlendirilmesi, Bursa Büyük ehir ve Nilüfer Belediyelerinden alınan 60 noktaya ait 140 adet numunenin SPT-N de erleri ve laboratuvar verileri dikkate alınarak i lemler yapılmı ve bu verilere dayanarak zemin sıvıla ması ve zemin ta ıma gücü hesapları gerçekte tirilmi tir.

Standart penetrasyon deney sonuçlarına bakıldı ında beklenildi i gibi zemin genellikle yumu ak iken derinlere inildi inde daha sıkı bir zemine rastlanılmı tir. Elde edilen ara tırmalar sonucunda, inceleme alanı yeraltı su seviyesi 0,0 – 12,0 m aralı ında de i mektedir.

Bölüm 2’de anlatıldı ı üzere Çin kriterleri (1979), 0,005 mm’den daha ince partiküllerin zemindeki kuru a ırlıkça yüzdesi 15’den daha az olmalıdır. Likit Limit de eri 35’den küçük olmalıdır .Zeminin su içeri i likit limitin 0,9’dundan daha büyük olmalıdır. Bu kriterlere göre yapılan kontroller sonucu kritik görülen 11 adet nokta için sıvıla ma potansiyeli i lemler dört ayrı yöntemle göre yapılmı tir. Yapılan i lemler her bir nokta için çizelgelerde verilmi tir.

### 4.1. Sıvıla ma Hesapları

#### 4.1.1. SK30 Sondajı

SK30 numunesi için verilmi olan deney sonuçları a a ıdaki ekilde gösterilmi tir. Sondaj numunesi SPT deney sonuçları üzerinde önce örtü yükü düzeltmesi yapılmı tir. Do al birim hacim a ırlı ı i lem yapılan tüm numuneler için ortalama olarak 18,9 kN/m<sup>3</sup> kabul edilmi tir. Araziden alınmı örselenmi ve örselenmemi numunelerin laboratuvar deneyleri sonucu ince dane oranı belirlenmi tir. Türkiye’de yapılan standart penetrasyon deneyleri için teorik enerjinin %45’ i ileten tokmak kullanıldı ından  $C_E$  de eri 0.75 olarak alınmı tir. Tij uzunlu u düzeltme faktörü  $C_R$  için Skempton (1986)’

ın önerdi i derinli e göre de i en de erler kullanılmı tır.  $C_s$ , tüp tipi düzeltmesinde ise astar olmayan örnek alıcı kullanıldı ından Skempton (1986)'ın çalı masında verilen 1,2 de eri,  $C_B$  delgi çapı düzeltme faktörü için delgi çapı 60-120 mm arasında oldu undan 1 de eri,  $C_{BF}$  darbe vuru hızı düzeltme faktörü için 1 de eri kullanılmı tır. Derinlik düzeltme katsayısı için de TBDY 2018 yönetmeli inde verilmi olan formül esas alınarak hesaplaması yapılmı tır. Bu hesaplamalardan, düzeltilmi SPT vuru sayıları ( $N_{1,60}$ ) elde edilmi tir.de eri elde edilmi tir. Daha sonra, ince dane oranının sıvıla ma üzerindeki etkisini görmek adına 3.5-3.9 denklemlerinden numuneye uygun olanı seçilip ve de erleri bulunmu tur ve ince dane oranı düzeltmesi yapılmı SPT vuru sayı ( $N_{1,60f}$ ) de eri elde edilmi tir. Denklem 3.4' te bulunan de erler yerine konarak ilgili numune için SPT vuru sayılarında ince dane düzeltmesi yapılmı tır. Çizelge 4.1' de düzeltmesi yapılan vuru sayıları gösterilmi tir. Düzeltme yapılan vuru sayılarına göre Bölüm 3'te gösterilen formüller yardımı ile sıvıla ma hesapları yapılmı tır. Sıvıla ma hesaplarının yapılması için gerekli olan deprem büyüklü ü de eri M: 7,5 alınmı tır.  $a_{maks}$  de eri 0,16g kabul edilmi tir. Yeraltı su seviyesi bu numune için 4 metre seviyesindedir.

**Çizelge 4.1** SK30 noktası Standart Penetrasyon Deney ve sıvıla ma potansiyeli analizi sonuçları

SK30 arazi deney sonuçları ve yapılan düzeltmeler sonucu elde edilen $N_{1,60f}$ de erleri											
	$N_{arazi}$	$C_e$	$C_b$	$C_s$	$C_r$	$C_{bf}$	$C_n$	$N_{1,60}$			$N_{1,60f}$
<b>SPT1</b>	17	0,75	1	1,20	0,75	1	1,57	18	5,00	1,20	27
<b>SPT2</b>	16	0,75	1	1,20	0,75	1	1,18	13	5,00	1,20	20
<b>SPT3</b>	22	0,75	1	1,20	0,85	1	0,99	17	5,00	1,20	25
<b>SPT4</b>	18	0,75	1	1,20	0,95	1	0,87	13	5,00	1,20	21
<b>SPT5</b>	13	0,75	1	1,20	0,95	1	0,78	9	5,00	1,20	15
<b>SPT6</b>	13	0,75	1	1,20	0,95	1	0,71	8	5,00	1,20	15
<b>SPT7</b>	15	0,75	1	1,20	1,00	1	0,66	9	5,00	1,20	16
<b>SPT8</b>	15	0,75	1	1,20	1,00	1	0,62	8	5,00	1,20	15
<b>SPT9</b>	16	0,75	1	1,20	1,00	1	0,59	8	5,00	1,20	15
<b>SPT10</b>	18	0,75	1	1,20	1,00	1	0,56	9	5,00	1,20	16
Seed ve Idriss 1971 yöntemine göre sıvıla ma analizi											
DER NL K	B.H.A ( $kN/m^3$ )	TOP. GER ( $kN/m^2$ )	EFE. GER ( $kN/m^2$ )	$R_d$	DGO	DDO	MDF	EF	1,00		
1,95	18,90	36,86	36,86	0,99	0,10	0,20	1,00	1,92	YOK		
3,45	18,90	65,21	65,21	0,98	0,10	0,14	1,00	1,39	YOK		
4,95	18,90	93,56	45,00	0,97	0,21	0,18	1,00	0,87	VAR		
6,45	18,90	121,91	58,63	0,95	0,21	0,15	1,00	0,71	VAR		
7,95	18,90	150,26	72,27	0,94	0,20	0,10	1,00	0,51	VAR		

**Çizelge 4.1** SK30 noktası Standart Penetrasyon Deney ve sıvıla ma potansiyeli analizi sonuçları(devam)

9,45	18,90	178,61	85,90	0,92	0,20	0,10	1,00	0,49	VAR
10,95	18,90	206,96	99,54	0,88	0,19	0,11	1,00	0,55	VAR
12,45	18,90	235,31	113,17	0,84	0,18	0,10	1,00	0,55	VAR
13,95	18,90	263,66	126,81	0,80	0,17	0,10	1,00	0,59	VAR
15,45	18,90	292,01	140,44	0,75	0,16	0,11	1,00	0,66	VAR
<b>Fear ve Robertson 1996 yöntemine göre sıvıla ma analizi</b>									
<b>Rd</b>	<b>DGO</b>	<b>DDO</b>		<b>MDF</b>	<b>EF</b>	<b>1,00</b>			
0,99	0,10	0,34		1,00	3,34	YOK			
0,98	0,10	0,23		1,00	2,22	YOK			
0,96	0,20	0,30		1,00	1,52	YOK			
0,95	0,20	0,23		1,00	1,20	YOK			
0,93	0,19	0,17		1,00	0,87	VAR			
0,91	0,19	0,16		1,00	0,84	VAR			
0,88	0,18	0,17		1,00	0,94	VAR			
0,85	0,18	0,16		1,00	0,93	VAR			
0,82	0,17	0,16		1,00	0,98	VAR			
0,78	0,16	0,17		1,00	1,07	YOK			
<b>Vancouver Task Report 2007 yöntemine göre sıvıla ma analizi</b>									
<b>Rd</b>	<b>DGO</b>	<b>Dr</b>	<b>f</b>	<b>K</b>	<b>ddo1</b>	<b>DDO</b>	<b>MDF</b>	<b>EF</b>	<b>1,00</b>
0,99	0,10	76,87	0,62	1,44	0,34	0,50	1,00	4,82	YOK
0,98	0,10	67,08	0,66	1,14	0,22	0,25	1,00	2,51	YOK
0,96	0,20	74,34	0,63	1,30	0,30	0,39	1,00	1,96	YOK
0,95	0,20	68,14	0,66	1,16	0,23	0,27	1,00	1,38	YOK
0,93	0,19	58,31	0,71	1,07	0,17	0,18	1,00	0,93	VAR
0,91	0,19	56,65	0,72	1,02	0,16	0,16	1,00	0,86	VAR
0,88	0,18	59,00	0,70	0,97	0,17	0,17	1,00	0,91	VAR
0,85	0,18	57,73	0,71	0,94	0,16	0,15	1,00	0,87	VAR
0,82	0,17	57,88	0,71	0,91	0,16	0,15	1,00	0,89	VAR
0,78	0,16	59,21	0,70	0,88	0,17	0,15	1,00	0,94	VAR
<b>TBDY 2018 yöntemine göre sıvıla ma analizi</b>									
<b>DDO</b>	<b>Mw</b>	<b>Cm</b>	<b>TOP. GER (kN/m<sup>2</sup>)</b>	<b>EFE. GER (kN/m<sup>2</sup>)</b>	<b>r</b>	<b>Rd</b>	<b>deprem</b>	<b>1,00</b>	
0,20	7,50	0,92	38,61	38,61	7,03	0,99	2,97	2,37	
0,14	7,50	0,92	68,31	68,31	8,90	0,97	5,19	1,72	
0,18	7,50	0,92	98,01	49,45	8,26	0,96	7,36	1,12	
0,15	7,50	0,92	127,71	64,44	8,71	0,95	9,47	0,92	
0,10	7,50	0,92	157,41	79,42	7,56	0,94	11,53	0,66	
0,10	7,50	0,92	187,11	94,41	8,45	0,92	13,45	0,63	
0,11	7,50	0,92	216,81	109,39	10,69	0,88	14,91	0,72	
0,10	7,50	0,92	246,51	124,38	11,59	0,84	16,18	0,72	
0,10	7,50	0,92	276,21	139,36	13,06	0,80	17,27	0,76	
0,11	7,50	0,92	305,91	154,35	15,20	0,76	18,17	0,84	

Yukarıdaki çizelgeye bakıldığında SK30 noktası deney verilerine göre dört ayrı sınıflaştırma potansiyel hesabı yapılmıştır. Yapılan işlemler sonucu emniyet faktörü (EF) hesaplanmıştır. 1 derinin altında kalan sonuçlar için sınıflaştırma olabileceği sonucuna varılmaktadır. İlk olarak Seed ve Idriss (1971) yöntemine göre yapılmış hesapların sonuçlarına bakıldığında 4,95-15,45 m arasındaki derinliklerde sınıflaştırma olabilir denmektedir. Fear ve Robertson (1996) yöntemine göre yapılan hesaplarda ise 7,95-13,95 m aralıklarına sınıflaştırma var denmektedir. 13,95 m sonrasındaki tabakalarda sınıflaştırma görülmemektedir. Vancouver TaskReport (2007) yöntemi sonuçlarına bakıldığında 4,95-15,45 m derinlikleri arasında sınıflaştırma olabileceği görülmüştür. TBDY (2018) yöntemine göre 4,95-15,45 m derinlikleri arasında sınıflaştırma olabileceği görülmüştür.

#### 4.1.2. SK32 Sondajı

SK 32 noktasında numuneler için verilmiş olan saha deney verileri ve bu değerler üzerinde yapılmış düzeltmeler Çizelge 4.2.'de verilmiştir.

**Çizelge 4.2** SK32 Standart Penetrasyon Deney ve sınıflaştırma potansiyeli analizi sonuçları

<b>SK32 arazi deney sonuçları ve yapılan düzeltmeler sonucu elde edilen <math>N_{160,f}</math> değerleri</b>											
	Narazi	Ce	Cb	Cs	Cr	Cbf	Cn	$N_{1,60}$			$N_{1,60f}$
<b>SPT1</b>	19	0,75	1	1,20	0,75	1	1,57	20	5,00	1,20	29
<b>SPT2</b>	19	0,75	1	1,20	0,75	1	1,18	15	5,00	1,20	23
<b>SPT3</b>	17	0,75	1	1,20	0,85	1	0,99	13	5,00	1,20	20
<b>SPT4</b>	18	0,75	1	1,20	0,95	1	0,87	13	5,00	1,20	21
<b>SPT5</b>	17	0,75	1	1,20	0,95	1	0,78	11	5,00	1,20	19
<b>SPT6</b>	21	0,75	1	1,20	0,95	1	0,71	13	5,00	1,20	20
<b>SPT7</b>	20	0,75	1	1,20	1,00	1	0,66	12	5,00	1,20	19
<b>SPT8</b>	25	0,75	1	1,20	1,00	1	0,62	14	5,00	1,20	22
<b>SPT9</b>	27	0,75	1	1,20	1,00	1	0,59	14	5,00	1,20	22
<b>SPT10</b>	33	0,75	1	1,20	1,00	1	0,56	17	5,00	1,20	25
<b>Seed ve Idriss 1971 yöntemine göre sınıflaştırma analizi</b>											
DER NL K (m)	B.H.A ( $kN/m^3$ )	TOP. GER ( $kN/m^2$ )	EFE. GER ( $kN/m^2$ )	Rd	DGO	DDO	MDF	EF	1,00		
1,95	18,90	36,86	36,86	0,99	0,10	0,22	1,00	2,18	YOK		
3,45	18,90	65,21	65,21	0,98	0,10	0,17	1,00	1,63	YOK		



4,95	18,90	93,56	45,00	0,97	0,21	0,14	1,00	0,68	VAR
6,45	18,90	121,91	58,63	0,95	0,21	0,15	1,00	0,71	VAR

**Çizelge 4.2** SK32 noktası Standart Penetrasyon Deney ve sıvıla ma potansiyeli analizi sonuçları(devam)

7,9	18,90	150,26	72,27	0,94	0,20	0,13	1,00	0,63	VAR
9,45	18,90	178,61	85,90	0,92	0,20	0,14	1,00	0,72	VAR
10,95	18,90	206,96	99,54	0,88	0,19	0,13	1,00	0,70	VAR
12,45	18,90	235,31	113,17	0,84	0,18	0,15	1,00	0,84	VAR
13,95	18,90	263,66	126,81	0,80	0,17	0,16	1,00	0,91	VAR
15,45	18,90	292,01	140,44	0,75	0,16	0,18	1,00	1,12	YOK

**Fear ve Robertson 1996 yöntemine göre sıvıla ma analizi**

Rd	DGO	DDO	MDF	EF	1,00
0,99	0,10	0,45	1,00	4,38	YOK
0,98	0,10	0,27	1,00	2,64	YOK
0,96	0,20	0,23	1,00	1,14	YOK
0,95	0,20	0,23	1,00	1,20	YOK
0,93	0,19	0,20	1,00	1,06	YOK
0,91	0,19	0,23	1,00	1,21	YOK
0,88	0,18	0,21	1,00	1,17	YOK
0,85	0,18	0,25	1,00	1,40	YOK
0,82	0,17	0,25	1,00	1,49	YOK
0,78	0,16	0,30	1,00	1,87	YOK

**Vancouver Task Report 2007 yöntemine göre sıvıla ma analizi**

Rd	DGO	Dr	f	K	ddo1	DDO	MDF	EF	1,00
0,99	0,10	80,48	0,60	1,47	0,45	0,67	1,00	6,48	YOK
0,98	0,10	71,69	0,64	1,15	0,27	0,31	1,00	3,02	YOK
0,96	0,20	67,21	0,66	1,27	0,23	0,29	1,00	1,44	YOK
0,95	0,20	68,14	0,66	1,16	0,23	0,27	1,00	1,38	YOK
0,93	0,19	64,13	0,68	1,08	0,20	0,22	1,00	1,14	YOK
0,91	0,19	67,19	0,66	1,02	0,23	0,23	1,00	1,23	YOK
0,88	0,18	65,42	0,67	0,97	0,21	0,21	1,00	1,13	YOK
0,85	0,18	69,49	0,65	0,93	0,25	0,23	1,00	1,30	YOK
0,82	0,17	70,04	0,65	0,89	0,25	0,22	1,00	1,32	YOK
0,78	0,16	74,31	0,63	0,85	0,30	0,26	1,00	1,59	YOK

**TBDY 2018 yöntemine göre sıvıla ma analizi**

DDO	Mw	Cm	TOP. GER (kN/m <sup>2</sup> )	EFE. GER (kN/m <sup>2</sup> )	r	Rd	deprem	1,00
7,97	0,99	2,97	38,61	38,61	0,99	2,97	2,69	7,97
10,42	0,97	5,19	68,31	68,31	0,97	5,19	2,01	10,42
6,47	0,96	7,36	98,01	49,45	0,96	7,36	0,88	6,47
8,71	0,95	9,47	127,71	64,44	0,95	9,47	0,92	8,71
9,34	0,94	11,53	157,41	79,42	0,94	11,53	0,81	9,34
12,35	0,92	13,45	187,11	94,41	0,92	13,45	0,92	12,35
13,46	0,88	14,91	216,81	109,39	0,88	14,91	0,90	13,46
17,61	0,84	16,18	246,51	124,38	0,84	16,18	1,09	17,61
20,10	0,80	17,27	276,21	139,36	0,80	17,27	1,16	20,10
25,74	0,76	18,17	305,91	154,35	0,76	18,17	1,42	25,74

Yukarıdaki çizelgeye bakıldığında SK32 noktası deney verilerine göre dört ayrı sivil mal potansiyel hesabı yapılmıştır. Yapılan işlemler sonucu emniyet faktörü (EF) hesaplanmıştır. 1 de erinin altında kalan sonuçlar için sivil mal olabileceği sonucuna varılmaktadır. İlk olarak Seed ve Idriss (1971) yöntemine göre yapılmış hesapların sonuçlarına bakıldığında 4,95-13,95 m arasındaki derinliklerde sivil mal olabilir denmektedir. Fear ve Robertson (1996), Vancouver Tas Report (2007) ve TBDY (2018) yöntemine göre yapılan hesaplarda sivil mal potansiyeli görülmemektedir.

#### 4.1.3. SK34 Sondajı

Numune için verilmiş olan saha deney verileri ve bu değerler üzerinde yapılmış düzeltmeler Çizelge 4.3.'te verilmiştir.

**Çizelge 4.3** SK34 noktası Standart Penetrasyon Deney ve sivil mal potansiyeli analizi sonuçları

SK34 arazi deney sonuçları ve yapılan düzeltmeler sonucu elde edilen N160f değerleri											
	N <sub>arazi</sub>	C <sub>e</sub>	C <sub>b</sub>	C <sub>s</sub>	C <sub>r</sub>	C <sub>bf</sub>	C <sub>n</sub>	N <sub>1,60</sub>			N <sub>1,60f</sub>
<b>SPT1</b>	16	0,75	1	1,20	0,75	1	1,57	17	5,00	1,20	25
<b>SPT2</b>	22	0,75	1	1,20	0,75	1	1,18	18	5,00	1,20	26
<b>SPT3</b>	24	0,75	1	1,20	0,85	1	0,99	18	5,00	1,20	27
<b>SPT4</b>	20	0,75	1	1,20	0,95	1	0,87	15	5,00	1,20	23
<b>SPT5</b>	20	0,75	1	1,20	0,95	1	0,78	13	5,00	1,20	21
<b>SPT6</b>	21	0,75	1	1,20	0,95	1	0,71	13	5,00	1,20	20
<b>SPT7</b>	19	0,75	1	1,20	1,00	1	0,66	11	5,00	1,20	19
<b>SPT8</b>	18	0,75	1	1,20	1,00	1	0,62	10	5,00	1,20	17
<b>SPT9</b>	20	0,75	1	1,20	1,00	1	0,59	11	5,00	1,20	18
<b>SPT10</b>	18	0,75	1	1,20	1,00	1	0,56	9	5,00	1,20	16
Seed ve Idriss 1971 yöntemine göre sivil mal analizi											
DER NL K	B.H.A (kN/m <sup>3</sup> )	TOP. GER (kN/m <sup>2</sup> )	EFE. GER (kN/m <sup>2</sup> )	Rd	DGO	DDO	MDF	EF	1,00		
1,95	18,90	36,86	36,86	0,99	0,10	0,19	1,00	1,80	YOK		
3,45	18,90	65,21	65,21	0,98	0,10	0,19	1,00	1,89	YOK		
4,95	18,90	93,56	45,00	0,97	0,21	0,20	1,00	0,95	VAR		
6,45	18,90	121,91	58,63	0,95	0,21	0,16	1,00	0,78	VAR		
7,95	18,90	150,26	72,27	0,94	0,20	0,15	1,00	0,72	VAR		

9,45	18,90	178,61	85,90	0,92	0,20	0,14	1,00	0,72	VAR
10,95	18,90	206,96	99,54	0,88	0,19	0,13	1,00	0,67	VAR

**Çizelge 4.3** SK32 noktası Standart Penetrasyon Deney ve sıvıla ma potansiyeli analizi sonuçları (devam)

12,45	18,90	235,31	113,17	0,84	0,18	0,12	1,00	0,64	VAR
13,95	18,90	263,66	126,81	0,80	0,17	0,12	1,00	0,70	VAR
15,45	18,90	292,01	140,44	0,75	0,16	0,11	1,00	0,66	VAR

**Fear ve Robertson 1996 yöntemine göre sıvıla ma analizi**

Rd	DGO	DDO	MDF	EF	1,00
0,99	0,10	0,31	1,00	3,03	YOK
0,98	0,10	0,33	1,00	3,22	YOK
0,96	0,20	0,35	1,00	1,74	YOK
0,95	0,20	0,26	1,00	1,33	YOK
0,93	0,19	0,23	1,00	1,22	YOK
0,91	0,19	0,23	1,00	1,21	YOK
0,88	0,18	0,20	1,00	1,12	YOK
0,85	0,18	0,19	1,00	1,06	YOK
0,82	0,17	0,19	1,00	1,15	YOK
0,78	0,16	0,17	1,00	1,07	YOK

**Vancouver Task Report 2007 yöntemine göre sıvıla ma analizi**

Rd	DGO	Dr	f	K	ddo1	DDO	MDF	EF	1,00
0,99	0,10	75,00	0,62	1,43	0,31	0,44	1,00	4,32	YOK
0,98	0,10	76,02	0,62	1,16	0,33	0,38	1,00	3,73	YOK
0,96	0,20	77,01	0,61	1,31	0,35	0,45	1,00	2,29	YOK
0,95	0,20	70,98	0,65	1,17	0,26	0,30	1,00	1,55	YOK
0,93	0,19	68,16	0,66	1,08	0,23	0,25	1,00	1,32	YOK
0,91	0,19	67,19	0,66	1,02	0,23	0,23	1,00	1,23	YOK
0,88	0,18	64,18	0,68	0,97	0,20	0,20	1,00	1,08	YOK
0,85	0,18	61,49	0,69	0,94	0,19	0,17	1,00	0,99	VAR
0,82	0,17	62,57	0,69	0,90	0,19	0,17	1,00	1,03	YOK
0,78	0,16	59,21	0,70	0,88	0,17	0,15	1,00	0,94	VAR

**TBDY 2018 yöntemine göre sıvıla ma analizi**

DDO	Mw	Cm	TOP. GER (kN/m <sup>2</sup> )	EFE. GER (kN/m <sup>2</sup> )	r	Rd	deprem	1,00
0,19	7,50	1,00	38,61	38,61	7,15	0,99	2,97	2,41
0,19	7,50	1,00	68,31	68,31	13,09	0,97	5,19	2,52
0,20	7,50	1,00	98,01	49,45	9,80	0,96	7,36	1,33
0,16	7,50	1,00	127,71	64,44	10,40	0,95	9,47	1,10
0,15	7,50	1,00	157,41	79,42	11,65	0,94	11,53	1,01
0,14	7,50	1,00	187,11	94,41	13,39	0,92	13,45	1,00
0,13	7,50	1,00	216,81	109,39	13,97	0,88	14,91	0,94
0,12	7,50	1,00	246,51	124,38	14,43	0,84	16,18	0,89
0,12	7,50	1,00	276,21	139,36	16,80	0,80	17,27	0,97
0,11	7,50	1,00	305,91	154,35	16,47	0,76	18,17	0,91

Yukarıdaki çizelgeye bakıldığında SK34 noktası deney verilerine göre dört ayrı sınıfla ma potansiyel hesabı yapılmıştır. Yapılan işlemler sonucu emniyet faktörü (EF) hesaplanmıştır. 1 de erinin altında kalan sonuçlar için sınıfla ma olabileceği sonucuna varılmaktadır. Seed ve Idriss (1971) yöntemine göre yapılan işlemler sonucunda 4,95-15,45 m'leri arasında sınıfla ma olabileceği görülmektedir. Fear ve Robertson (1996) yöntemine göre hiçbir tabakada sınıfla ma potansiyeli görülmektedir. Vancouver Task Report (2007) yöntemine göre 12,45 ve 15,45 m'lerde ayrı iki tabakada sınıfla ma potansiyeli görülmektedir. TBDY (2018) yöntemine göre 10,95-15,45 m aralığındaki tabakada sınıfla ma olabilir denmektedir.

#### 4.1.4. SK43 Sondajı

Numune için verilmiş olan saha deney verileri ve bu değerler üzerinde yapılan düzeltmeler Çizelge 4.4.'de verilmiştir.

**Çizelge 4.4** SK43 noktası Standart Penetrasyon Deney ve sınıfla ma potansiyeli analizi sonuçları

SK43 arazi deney sonuçları ve yapılan düzeltmeler sonucu elde edilen N <sub>160f</sub> değerleri											
	N <sub>arazi</sub>	C <sub>e</sub>	C <sub>b</sub>	C <sub>s</sub>	C <sub>r</sub>	C <sub>bf</sub>	C <sub>n</sub>	N <sub>1,60</sub>			N <sub>1,60f</sub>
SPT1	22	0,75	1	1,20	0,75	1	1,57	23	5,00	1,20	33
SPT2	24	0,75	1	1,20	0,75	1	1,18	19	5,00	1,20	28
SPT3	20	0,75	1	1,20	0,85	1	0,99	15	5,00	1,20	23
SPT4	20	0,75	1	1,20	0,95	1	0,87	15	5,00	1,20	23
SPT5	18	0,75	1	1,20	0,95	1	0,78	12	5,00	1,20	19
SPT6	21	0,75	1	1,20	0,95	1	0,71	13	5,00	1,20	20
SPT7	19	0,75	1	1,20	1,00	1	0,66	11	5,00	1,20	19
SPT8	19	0,75	1	1,20	1,00	1	0,62	11	5,00	1,20	18
SPT9	26	0,75	1	1,20	1,00	1	0,59	14	5,00	1,20	22
SPT10	29	0,75	1	1,20	1,00	1	0,56	15	5,00	1,20	23
SPT11	27	0,75	1	1,20	1,00	1	0,53	13	5,00	1,20	21
SPT12	27	0,75	1	1,20	1,00	1	0,51	12	5,00	1,20	20
SPT13	29	0,75	1	1,20	1,00	1	0,49	13	5,00	1,20	20
Seed ve Idriss 1971 yöntemine göre sınıfla ma analizi											
DER NL K	B.H.A (kN/m <sup>3</sup> )	TOP. GER. (kN/m <sup>2</sup> )	EFE. GER. (kN/m <sup>2</sup> )	R <sub>d</sub>	DGO	DDO	MDF	EF	1,00		
1,95	18,90	36,86	36,86	0,99	0,10	0,27	1,00	2,65	YOK		
3,45	18,90	65,21	65,21	0,98	0,10	0,21	1,00	2,07	YOK		
4,95	18,90	93,56	93,56	0,97	0,10	0,16	1,00	1,64	YOK		

**Çizelge 4.4** SK43 noktası Standart Penetrasyon Deney ve sıvıla ma potansiyeli analizi sonuçları(devam)

6,45	18,90	121,91	58,63	0,95	0,21	0,16	1,00	0,78	VAR
7,95	18,90	150,26	72,27	0,94	0,20	0,13	1,00	0,66	VAR
9,45	18,90	178,61	85,90	0,92	0,20	0,14	1,00	0,72	VAR
10,95	18,90	206,96	99,54	0,88	0,19	0,13	1,00	0,67	VAR
12,45	18,90	235,31	113,17	0,84	0,18	0,12	1,00	0,66	VAR
13,95	18,90	263,66	126,81	0,80	0,17	0,15	1,00	0,88	VAR
15,45	18,90	292,01	140,44	0,75	0,16	0,16	1,00	0,99	VAR
16,95	18,90	320,36	154,08	0,70	0,15	0,14	1,00	0,95	VAR
18,45	18,90	348,71	167,71	0,65	0,14	0,14	1,00	0,97	VAR
19,95	18,90	377,06	181,35	0,62	0,13	0,14	1,00	1,06	YOK
<b>Fear ve Robertson 1996 yöntemine göre sıvıla ma analizi</b>									
<b>Rd</b>	<b>DGO</b>		<b>DDO</b>	<b>MDF</b>		<b>EF</b>	<b>1,00</b>		
0,99	0,10		3,50	1,00		34,12	YOK		
0,98	0,10		0,39	1,00		3,83	YOK		
0,96	0,20		0,27	1,00		1,35	YOK		
0,95	0,20		0,26	1,00		1,33	YOK		
0,93	0,19		0,21	1,00		1,11	YOK		
0,91	0,19		0,23	1,00		1,21	YOK		
0,88	0,18		0,20	1,00		1,12	YOK		
0,85	0,18		0,19	1,00		1,10	YOK		
0,82	0,17		0,24	1,00		1,44	YOK		
0,78	0,16		0,26	1,00		1,60	YOK		
0,74	0,15		0,23	1,00		1,50	YOK		
0,70	0,14		0,22	1,00		1,53	YOK		
0,65	0,13		0,23	1,00		1,68	YOK		
<b>Vancouver Task Report 2007 yöntemine göre sıvıla ma analizi</b>									
<b>Rd</b>	<b>DGO</b>	<b>Dr</b>	<b>f</b>	<b>K</b>	<b>ddo1</b>	<b>DD O</b>	<b>MDF</b>	<b>EF</b>	<b>1,00</b>
0,99	0,10	85,60	0,57	1,50	3,67	5,51	1,00	53,67	YOK
0,98	0,10	78,77	0,61	1,16	0,39	0,45	1,00	4,47	YOK
0,96	0,20	71,57	0,64	1,29	0,27	0,34	1,00	1,72	YOK
0,95	0,20	70,98	0,65	1,17	0,26	0,30	1,00	1,55	YOK
0,93	0,19	65,50	0,67	1,08	0,21	0,23	1,00	1,19	YOK
0,91	0,19	67,19	0,66	1,02	0,23	0,23	1,00	1,23	YOK
0,88	0,18	64,18	0,68	0,97	0,20	0,20	1,00	1,08	YOK
0,85	0,18	62,70	0,69	0,93	0,19	0,18	1,00	1,03	YOK
0,82	0,17	69,02	0,65	0,89	0,24	0,21	1,00	1,27	YOK
0,78	0,16	70,60	0,65	0,86	0,26	0,22	1,00	1,37	YOK
0,74	0,15	67,46	0,66	0,84	0,23	0,19	1,00	1,25	YOK
0,70	0,14	66,38	0,67	0,82	0,22	0,18	1,00	1,24	YOK
0,65	0,13	67,20	0,66	0,79	0,23	0,18	1,00	1,33	YOK
<b>TBDY 2018 yöntemine göre sıvıla ma analizi</b>									
<b>DDO</b>	<b>Mw</b>	<b>Cm</b>	<b>TOP. GER. (kN/m<sup>2</sup>)</b>	<b>EFE. GER. (kN/m<sup>2</sup>)</b>	<b>r</b>	<b>Rd</b>	<b>deprem</b>	<b>1,00</b>	
0,27	7,50	1,00	38,61	38,61	10,50	0,99	9,89	1,06	
0,21	7,50	1,00	68,31	68,31	14,39	0,97	17,29	0,83	
0,16	7,50	1,00	98,01	49,45	8,15	0,96	24,52	0,33	
0,16	7,50	1,00	127,71	64,44	10,40	0,95	31,57	0,33	
0,13	7,50	1,00	157,41	79,42	10,62	0,94	38,44	0,28	

**Çizelge 4.4** SK43 noktası Standart Penetrasyon Deney ve sıvıla ma potansiyeli analizi sonuçları(devam)

0,14	7,50	1,00	187,11	94,41	13,39	0,92	44,84	0,30
0,13	7,50	1,00	216,81	109,39	13,97	0,88	49,70	0,28
0,12	7,50	1,00	246,51	124,38	15,06	0,84	53,94	0,28
0,15	7,50	1,00	276,21	139,36	21,05	0,80	57,56	0,37
0,16	7,50	1,00	305,91	154,35	24,60	0,76	60,57	0,41
0,14	7,50	1,00	335,61	169,33	24,24	0,72	62,95	0,39
0,14	7,50	1,00	365,31	184,32	25,42	0,68	64,72	0,39
0,14	7,50	1,00	395,01	199,30	28,28	0,64	65,87	0,43

Yukarıdaki çizelgeye bakıldığında SK34 noktası deney verilerine göre dört ayrı sıvıla ma potansiyel hesabı yapılmıştır. Yapılan işlemler sonucu emniyet faktörü (EF) hesaplanmıştır. 1 de erinin altında kalan sonuçlar için sıvıla ma olabileceği sonucuna varılmaktadır. Seed ve Idriss (1971) yöntemine göre 6,45-18,45 m derinliklerinde sıvıla ma olabilir denmektedir. Fear ve Robertson (1996) ve Vancouver Task Report (2007) yöntemlerine göre sıvıla ma potansiyeli yoktur. TBDY (2018) yöntemine göre 3,45-18,45 m tabakaları arasında sıvıla ma olabilir denmektedir.

#### 4.1.5. SK48 Sondajı

Numune için verilmiş olan saha deney verileri ve bu değerler üzerinde yapılan düzeltmeler Çizelge 4.5'te verilmiştir.

**Çizelge 4.5** SK48 noktası Standart Penetrasyon Deney ve sıvıla ma potansiyeli analizi sonuçları

SK48 arazi deney sonuçları ve yapılan düzeltmeler sonucu elde edilen $N_{1,60}$ değerleri											
	N <sub>arazi</sub>	C <sub>e</sub>	C <sub>b</sub>	C <sub>s</sub>	C <sub>r</sub>	C <sub>bf</sub>	C <sub>n</sub>	N <sub>1,60</sub>			N <sub>1,60</sub> <sub>f</sub>
<b>SPT1</b>	12	0,75	1	1,20	0,75	1	1,61	7,50	0,16	5,00	21
<b>SPT2</b>	17	0,75	1	1,20	0,75	1	1,21	7,50	0,16	5,00	22
<b>SPT3</b>	16	0,75	1	1,20	0,85	1	1,01	7,50	0,16	5,00	20
<b>SPT4</b>	12	0,75	1	1,20	0,95	1	0,89	7,50	0,16	5,00	16
<b>SPT5</b>	11	0,75	1	1,20	0,95	1	0,80	7,50	0,16	5,00	14
<b>SPT6</b>	21	0,75	1	1,20	0,95	1	0,73	7,50	0,16	5,00	21
<b>SPT7</b>	23	0,75	1	1,20	1,00	1	0,68	7,50	0,16	5,00	22
<b>SPT8</b>	6	0,75	1	1,20	1,00	1	0,64	7,50	0,16	5,00	9
<b>SPT9</b>	7	0,75	1	1,20	1,00	1	0,60	7,50	0,16	5,00	10
<b>SPT10</b>	9	0,75	1	1,20	1,00	1	0,57	7,50	0,16	5,00	11

**Çizelge 4.5** SK48 noktası Standart Penetrasyon Deney ve sıvıla ma potansiyeli analizi sonuçları(devam)

<b>Seed ve Idriss 1971 yöntemine göre sıvıla ma analizi</b>									
DER NL K	B.H.A (kN/m <sup>3</sup> )	TOP. GER. (kN/m <sup>2</sup> )	EFE. GER. (kN/m <sup>2</sup> )	Rd	DGO	DDO	MDF	EF	1,00
1,95	18,90	36,86	36,86	0,99	0,10	0,14	1,00	1,37	YOK
3,45	18,90	65,21	65,21	0,98	0,10	0,15	1,00	1,47	YOK
4,95	18,90	93,56	93,56	0,97	0,10	0,13	1,00	1,34	YOK
6,45	18,90	121,91	121,91	0,95	0,10	0,11	1,00	1,06	YOK
7,95	18,90	150,26	72,27	0,94	0,20	0,09	1,00	0,45	VAR
9,45	18,90	178,61	85,90	0,92	0,20	0,14	1,00	0,72	VAR
10,95	18,90	206,96	99,54	0,88	0,19	0,15	1,00	0,79	VAR
12,45	18,90	235,31	113,17	0,84	0,18	0,06	1,00	0,34	VAR
13,95	18,90	263,66	126,81	0,80	0,17	0,06	1,00	0,37	VAR
15,45	18,90	292,01	140,44	0,75	0,16	0,07	1,00	0,43	VAR
<b>Fear ve Robertson 1996 yöntemine göre sıvıla ma analizi</b>									
Rd	DGO	DDO	MDF	EF	1,00				
0,99	0,10	0,23	1,00	2,19	YOK				
0,98	0,10	0,24	1,00	2,35	YOK				
0,96	0,20	0,21	1,00	1,08	YOK				
0,95	0,20	0,17	1,00	0,87	VAR				
0,93	0,19	0,15	1,00	0,78	VAR				
0,91	0,19	0,23	1,00	1,21	YOK				
0,88	0,18	0,24	1,00	1,33	YOK				
0,85	0,18	0,10	1,00	0,59	VAR				
0,82	0,17	0,11	1,00	0,64	VAR				
0,78	0,16	0,12	1,00	0,73	VAR				
<b>Vancouver Task Report 2007 yöntemine göre sıvıla ma analizi</b>									
Rd	DGO	Dr	f	K	ddo1	DDO	MDF	EF	1,00
0,99	0,10	67,02	0,66	1,38	0,22	0,31	1,00	3,00	YOK
0,98	0,10	68,65	0,66	1,14	0,24	0,27	1,00	2,67	YOK
0,96	0,20	65,69	0,67	1,26	0,21	0,27	1,00	1,35	YOK
0,95	0,20	58,80	0,71	1,14	0,17	0,19	1,00	0,99	VAR
0,93	0,19	55,18	0,72	1,07	0,15	0,16	1,00	0,84	VAR
0,91	0,19	67,19	0,66	1,02	0,23	0,23	1,00	1,23	YOK
0,88	0,18	68,98	0,66	0,97	0,24	0,23	1,00	1,28	YOK
0,85	0,18	44,55	0,78	0,95	0,11	0,10	1,00	0,57	VAR
0,82	0,17	45,57	0,77	0,93	0,11	0,10	1,00	0,60	VAR
0,78	0,16	47,92	0,76	0,90	0,12	0,11	1,00	0,66	VAR
<b>TBDY 2018 yöntemine göre sıvıla ma analizi</b>									
DDO	Mw	Cm	TOP. GER. (kN/m <sup>2</sup> )	EFE. GER. (kN/m <sup>2</sup> )	r	Rd	deprem	1,10	
0,14	7,50	1,00	38,61	38,61	5,44	0,99	3,75	1,45	
0,15	7,50	1,00	68,31	68,31	10,19	0,97	6,55	1,55	
0,13	7,50	1,00	98,01	49,45	6,66	0,96	9,29	0,72	
0,11	7,50	1,00	127,71	64,44	6,77	0,95	11,96	0,57	
0,09	7,50	1,00	157,41	79,42	7,29	0,94	14,57	0,50	
0,14	7,50	1,00	187,11	94,41	13,39	0,92	16,99	0,79	

**Çizelge 4.5** SK48 noktası Standart Penetrasyon Deney ve sıvıla ma potansiyeli analizi sonuçları(devam)

0,15	7,50	1,00	216,81	109,39	16,50	0,88	18,84	0,88
0,06	7,50	1,00	246,51	124,38	7,60	0,84	20,44	0,37
0,06	7,50	1,00	276,21	139,36	8,84	0,80	21,82	0,41
0,07	7,50	1,00	305,91	154,35	10,71	0,76	22,95	0,47

Yukarıdaki çizelgeye bakıldığında SK34 noktası deney verilerine göre dört ayrı sıvıla ma potansiyel hesabı yapılmıştır. Yapılan işlemler sonucu emniyet faktörü (EF) hesaplanmıştır. 1 de erinin altında kalan sonuçlar için sıvıla ma olabileceği sonucuna varılmaktadır. Seed ve Idriss (1971) yöntemine göre 7,95-15,45 m aralıklarında sıvıla ma olabilir denmektedir. Fear ve Robertson (1996) ve Vancouver Task Report (2007) yöntemlerine göre 4,95-6,45 m ve 9,45-12,45 aralıklarında sıvıla ma olabilir denmektedir. TBDY (2018) yöntemine göre 4,95-15,45 m aralıklarında sıvıla ma olabilir denmektedir.

#### 4.1.6. SK49 Sondajı

Numune için verilmiş olan saha deney verileri ve bu değerler üzerinde yapılan düzeltmeler Çizelge 4.6’da verilmiştir.

**Çizelge 4.6** SK49 noktası Standart Penetrasyon Deney ve sıvıla ma potansiyeli analizi sonuçları

SK49 arazi deney sonuçları ve yapılan düzeltmeler sonucu elde edilen N <sub>160f</sub> değerleri											
	N <sub>arazi</sub>	C <sub>e</sub>	C <sub>b</sub>	C <sub>s</sub>	C <sub>r</sub>	C <sub>bf</sub>	C <sub>n</sub>	N <sub>1,60</sub>			N <sub>1,60f</sub>
SPT1	17	0,75	1	1,20	0,75	1	1,57	11	5,00	1,20	18
SPT2	27	0,75	1	1,20	0,75	1	1,18	10	5,00	1,20	17
SPT3	21	0,75	1	1,20	0,85	1	0,99	13	5,00	1,20	20
SPT4	23	0,75	1	1,20	0,95	1	0,87	17	5,00	1,20	25
SPT5	27	0,75	1	1,20	0,95	1	0,78	18	5,00	1,20	27
SPT6	25	0,75	1	1,20	0,95	1	0,71	20	5,00	1,20	28
SPT7	27	0,75	1	1,20	1,00	1	0,66	20	5,00	1,20	29
SPT8	27	0,75	1	1,20	1,00	1	0,62	17	5,00	1,20	25
SPT9	29	0,75	1	1,20	1,00	1	0,59	17	5,00	1,20	26
SPT10	33	0,75	1	1,20	1,00	1	0,56	18	5,00	1,20	26



**Çizelge 4.6** SK49 noktası Standart Penetrasyon Deney ve sıvıla ma potansiyeli analizi sonuçları(devam)

<b>Seed ve Idriss 1971 yöntemine göre sıvıla ma analizi</b>									
<b>DER NL K</b>	<b>B.H.A (kN/m<sup>3</sup>)</b>	<b>TOP. GER. (kN/m<sup>2</sup>)</b>	<b>EFE. GER. (kN/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Rd</b>	<b>DGO</b>	<b>DDO</b>	<b>MDF</b>	<b>EF</b>	<b>1,00</b>
1,95	18,90	36,86	36,86	0,99	0,10	0,12	1,00	1,18	YOK
3,45	18,90	65,21	65,21	0,98	0,10	0,12	1,00	1,17	YOK
4,95	18,90	93,56	93,56	0,97	0,10	0,14	1,00	1,41	YOK
6,45	18,90	121,91	121,91	0,95	0,10	0,19	1,00	1,87	YOK
7,95	18,90	150,26	72,27	0,94	0,20	0,20	1,00	0,97	VAR
9,45	18,90	178,61	85,90	0,92	0,20	0,22	1,00	1,09	YOK
10,95	18,90	206,96	99,54	0,88	0,19	0,22	1,00	1,14	YOK
12,45	18,90	235,31	113,17	0,84	0,18	0,18	1,00	1,00	YOK
13,95	18,90	263,66	126,81	0,80	0,17	0,19	1,00	1,11	YOK
15,45	18,90	292,01	140,44	0,75	0,16	0,19	1,00	1,19	YOK
<b>Fear ve Robertson 1996 yöntemine göre sıvıla ma analizi</b>									
<b>Rd</b>	<b>DGO</b>	<b>DDO</b>	<b>MDF</b>	<b>EF</b>	<b>1,00</b>				
0,99	0,10	0,19	1,00	1,88	YOK				
0,98	0,10	0,19	1,00	1,87	YOK				
0,96	0,20	0,23	1,00	1,14	YOK				
0,95	0,20	0,31	1,00	1,59	YOK				
0,93	0,19	0,34	1,00	1,78	YOK				
0,91	0,19	0,41	1,00	2,19	YOK				
0,88	0,18	0,42	1,00	2,31	YOK				
0,85	0,18	0,31	1,00	1,74	YOK				
0,82	0,17	0,32	1,00	1,93	YOK				
0,78	0,16	0,33	1,00	2,05	YOK				
<b>Vancouver Task Report 2007 yöntemine göre sıvıla ma analizi</b>									
<b>Rd</b>	<b>DGO</b>	<b>Dr</b>	<b>f</b>	<b>K</b>	<b>ddo1</b>	<b>DDO</b>	<b>MDF</b>	<b>EF</b>	<b>1,00</b>
0,99	0,10	62,64	0,69	1,35	0,19	0,26	1,00	2,52	YOK
0,98	0,10	62,12	0,69	1,13	0,19	0,21	1,00	2,10	YOK
0,96	0,20	67,21	0,66	1,27	0,23	0,29	1,00	1,44	YOK
0,95	0,20	75,04	0,62	1,18	0,31	0,37	1,00	1,88	YOK
0,93	0,19	76,76	0,62	1,09	0,34	0,37	1,00	1,95	YOK
0,91	0,19	79,44	0,60	1,02	0,41	0,42	1,00	2,25	YOK
0,88	0,18	79,71	0,60	0,96	0,42	0,41	1,00	2,24	YOK
0,85	0,18	74,68	0,63	0,92	0,31	0,28	1,00	1,60	YOK
0,82	0,17	75,85	0,62	0,88	0,32	0,29	1,00	1,70	YOK
0,78	0,16	76,09	0,62	0,85	0,33	0,28	1,00	1,73	YOK
<b>TBDY 2018 yöntemine göre sıvıla ma analizi</b>									
<b>DDO</b>	<b>Mw</b>	<b>Cm</b>	<b>TOP. GER. (kN/m<sup>2</sup>)</b>	<b>EFE. GER. (kN/m<sup>2</sup>)</b>	<b>r</b>	<b>Rd</b>	<b>deprem</b>	<b>1,00</b>	
0,12	7,50	1,00	38,61	38,61	4,67	0,99	9,89	0,47	
0,12	7,50	1,00	68,31	68,31	8,11	0,97	17,29	0,47	
0,14	7,50	1,00	98,01	49,45	7,02	0,96	24,52	0,29	
0,19	7,50	1,00	127,71	64,44	11,94	0,95	31,57	0,38	
0,20	7,50	1,00	157,41	79,42	15,61	0,94	38,44	0,41	

**Çizelge 4.6** SK49 noktası Standart Penetrasyon Deney ve sıvıla ma potansiyeli analizi sonuçları(devam)

0,22	7,50	1,00	187,11	94,41	20,35	0,92	44,84	0,45
0,22	7,50	1,00	216,81	109,39	23,82	0,88	49,70	0,48
0,18	7,50	1,00	246,51	124,38	22,77	0,84	53,94	0,42
0,19	7,50	1,00	276,21	139,36	26,55	0,80	57,56	0,46
0,19	7,50	1,00	305,91	154,35	29,65	0,76	60,57	0,49

Yukarıdaki çizelgeye bakıldığında SK34 noktası deney verilerine göre dört ayrı sıvıla ma potansiyel hesabı yapılmıştır. Yapılan işlemler sonucu emniyet faktörü (EF) hesaplanmıştır. 1 de erinin altında kalan sonuçlar için sıvıla ma olabileceği sonucuna varılmaktadır. Seed ve Idriss (1971) yöntemine göre 7,95 m derinliğinde sıvıla ma olabilir denmektedir. Fear ve Robertson (1996) ve Vancouver Task Report (2007) yöntemlerine göre sıvıla ma olasılığı yoktur denmektedir. TBDY 2018 yöntemine göre tüm derinliklerde sıvıla ma olabilir denmektedir.

#### 4.1.7. SK54 Sondajı

Numune için verilmiş olan saha deney verileri ve bu değerler üzerinde yapılan düzeltmeler Çizelge 4.7’de verilmiştir.

**Çizelge 4.7** SK54 noktası Standart Penetrasyon Deney ve sıvıla ma potansiyeli analizi sonuçları

SK54 arazi deney sonuçları ve yapılan düzeltmeler sonucu elde edilen N <sub>160f</sub> değerleri											
	N <sub>arazi</sub>	C <sub>e</sub>	C <sub>b</sub>	C <sub>s</sub>	C <sub>r</sub>	C <sub>bf</sub>	C <sub>n</sub>	N <sub>1,60</sub>			N <sub>1,60f</sub>
SPT1	8	0,75	1	1,20	0,75	1	1,61	9	5,00	1,20	15
SPT2	22	0,75	1	1,20	0,75	1	1,21	18	5,00	1,20	27
SPT3	19	0,75	1	1,20	0,85	1	1,01	15	5,00	1,20	23
SPT4	16	0,75	1	1,20	0,95	1	0,89	12	5,00	1,20	20
SPT5	19	0,75	1	1,20	0,95	1	0,80	13	5,00	1,20	21
SPT6	17	0,75	1	1,20	0,95	1	0,73	11	5,00	1,20	18
SPT7	18	0,75	1	1,20	1,00	1	0,68	11	5,00	1,20	18
SPT8	16	0,75	1	1,20	1,00	1	0,64	9	5,00	1,20	16
SPT9	23	0,75	1	1,20	1,00	1	0,60	12	5,00	1,20	20
SPT10	8	0,75	1	1,20	0,75	1	1,61	9	5,00	1,20	15

**Çizelge 4.7** SK54 noktası Standart Penetrasyon Deney ve sıvıla ma potansiyeli analizi sonuçları(devam)

<b>Seed ve Idriss 1971 yöntemine göre sıvıla ma analizi</b>									
<b>DER NL K</b>	<b>B.H.A (kN/m<sup>3</sup>)</b>	<b>TOP. GER. (kN/m<sup>2</sup>)</b>	<b>EFE. GER. (kN/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Rd</b>	<b>DGO</b>	<b>DDO</b>	<b>MDF</b>	<b>EF</b>	<b>1,00</b>
1,95	18,90	36,86	36,86	0,99	0,10	0,10	1,00	0,99	VAR
3,45	18,90	65,21	31,36	0,98	0,21	0,19	1,00	0,91	VAR
4,95	18,90	93,56	45,00	0,97	0,21	0,16	1,00	0,75	VAR
6,45	18,90	121,91	58,63	0,95	0,21	0,13	1,00	0,64	VAR
7,95	18,90	150,26	72,27	0,94	0,20	0,14	1,00	0,69	VAR
9,45	18,90	178,61	85,90	0,92	0,20	0,12	1,00	0,60	VAR
10,95	18,90	206,96	99,54	0,88	0,19	0,12	1,00	0,64	VAR
12,45	18,90	235,31	113,17	0,84	0,18	0,11	1,00	0,58	VAR
13,95	18,90	263,66	126,81	0,80	0,17	0,14	1,00	0,79	VAR
15,45	18,90	292,01	140,44	0,99	0,10	0,10	1,00	0,99	VAR
<b>Fear ve Robertson 1996 yöntemine göre sıvıla ma analizi</b>									
<b>Rd</b>	<b>DGO</b>	<b>DDO</b>	<b>MDF</b>	<b>EF</b>	<b>1,00</b>				
0,99	0,10	0,16	1,00	1,61	YOK				
0,98	0,10	0,33	1,00	3,22	YOK				
0,96	0,20	0,25	1,00	1,27	YOK				
0,95	0,20	0,21	1,00	1,08	YOK				
0,93	0,19	0,22	1,00	1,17	YOK				
0,91	0,19	0,19	1,00	1,02	YOK				
0,88	0,18	0,20	1,00	1,07	YOK				
0,85	0,18	0,17	1,00	0,97	VAR				
0,82	0,17	0,22	1,00	1,28	YOK				
0,99	0,10	0,16	1,00	1,61	YOK				
<b>Vancouver Task Report 2007 yöntemine göre sıvıla ma analizi</b>									
<b>Rd</b>	<b>DGO</b>	<b>Dr</b>	<b>f</b>	<b>K</b>	<b>ddo1</b>	<b>DDO</b>	<b>MDF</b>	<b>EF</b>	<b>1,00</b>
0,99	0,10	57,93	0,71	1,32	0,16	0,22	1,00	2,11	YOK
0,98	0,10	76,02	0,62	1,16	0,33	0,38	1,00	3,73	YOK
0,96	0,20	70,15	0,65	1,28	0,25	0,32	1,00	1,62	YOK
0,95	0,20	65,18	0,67	1,15	0,21	0,24	1,00	1,24	YOK
0,93	0,19	66,84	0,67	1,08	0,22	0,24	1,00	1,25	YOK
0,91	0,19	62,14	0,69	1,02	0,19	0,19	1,00	1,03	YOK
0,88	0,18	62,93	0,69	0,97	0,19	0,19	1,00	1,04	YOK
0,85	0,18	59,01	0,70	0,94	0,17	0,16	1,00	0,91	VAR
0,82	0,17	65,87	0,67	0,90	0,21	0,19	1,00	1,14	YOK
0,99	0,10	57,93	0,71	1,32	0,16	0,22	1,00	2,11	YOK
<b>TBDY 2018 yöntemine göre sıvıla ma analizi</b>									
<b>DDO</b>	<b>Mw</b>	<b>Cm</b>	<b>TOP. GER. (kN/m<sup>2</sup>)</b>	<b>EFE. GER. (kN/m<sup>2</sup>)</b>	<b>r</b>	<b>Rd</b>	<b>deprem</b>	<b>1,10</b>	
0,10	7,50	1,00	38,61	38,61	3,93	0,99	3,75	1,05	
0,19	7,50	1,00	68,31	68,31	13,09	0,97	6,55	2,00	
0,16	7,50	1,00	98,01	49,45	7,76	0,96	9,29	0,84	
0,13	7,50	1,00	127,71	64,44	8,52	0,95	11,96	0,71	

**Çizelge 4.7** SK54 noktası Standart Penetrasyon Deney ve sıvıla ma potansiyeli analizi sonuçları(devam)

0,14	7,50	1,00	157,41	79,42	11,13	0,94	14,57	0,76
0,12	7,50	1,00	187,11	94,41	11,21	0,92	16,99	0,66
0,12	7,50	1,00	216,81	109,39	13,36	0,92	19,57	0,68
0,11	7,50	1,00	246,51	124,38	13,18	0,84	20,44	0,64
0,14	7,50	1,00	276,21	139,36	18,88	0,89	24,31	0,78
0,10	7,50	1,00	38,61	38,61	3,93	0,99	3,75	1,05

Yukarıdaki çizelgeye bakıldı ında SK54 noktası deney verilerine göre dört ayrı sıvıla ma potansiyel hesabı yapılmı tır. Yapılan i lemler sonucu emniyet faktörü (EF) hesaplanmı tır 1 de erinin altında kalan sonuçlar için sıvıla ma olabilece i sonucuna varılmaktadır. Seed ve Idriss (1971) yöntemine göre tüm tabakalarda sıvıla ma olabilir denmektedir. Fear ve Robertson (1996) ve Vancouver Task Report (2007) yöntemlerine göre 12,45m derinli inde sıvıla ma olabilir denmektedir. TBDY (2018) yöntemine göre 4,95-13,95m derinlikleri arasında sıvıla ma olabilir denmektedir.

#### 4.1.8. SK56 Sondajı

Numune için verilmi olan saha deney verileri ve bu de erler üzerinde yapılmı düzetmeler Çizelge 4.8.'de verilmi tir.

**Çizelge 4.8** SK56 noktası Standart Penetrasyon Deney ve sıvıla ma potansiyeli analizi sonuçları

SK56 arazi deney sonuçları ve yapılan düzetmeler sonucu elde edilen N160f de erleri											
	N <sub>arazi</sub>	C <sub>e</sub>	C <sub>b</sub>	C <sub>s</sub>	C <sub>r</sub>	C <sub>bf</sub>	C <sub>n</sub>	N <sub>1,60</sub>			N <sub>1,60f</sub>
<b>SPT1</b>	12	0,75	1	1,20	0,75	1	1,61	5,00	1,20	12	21
<b>SPT2</b>	14	0,75	1	1,20	0,75	1	1,21	5,00	1,20	14	19
<b>SPT3</b>	23	0,75	1	1,20	0,85	1	1,01	5,00	1,20	23	26
<b>SPT4</b>	23	0,75	1	1,20	0,95	1	0,89	5,00	1,20	23	26
<b>SPT5</b>	24	0,75	1	1,20	0,95	1	0,80	5,00	1,20	24	25
<b>SPT6</b>	29	0,75	1	1,20	0,95	1	0,73	5,00	1,20	29	27
<b>SPT7</b>	50	0,75	1	1,20	1,00	1	0,68	5,00	1,20	50	42
<b>SPT8</b>	29	0,75	1	1,20	1,00	1	0,64	5,00	1,20	29	25
<b>SPT9</b>	34	0,75	1	1,20	1,00	1	0,60	5,00	1,20	34	27
<b>SPT10</b>	42	0,75	1	1,20	1,00	1	0,57	5,00	1,20	42	31

**Çizelge 4.8** SK56 noktası Standart Penetrasyon Deney ve sıvıla ma potansiyeli analizi sonuçları (devam)

<b>Seed ve Idriss 1971 yöntemine göre sıvıla ma analizi</b>									
<b>DER NL K</b>	<b>B.H.A (kN/m<sup>3</sup>)</b>	<b>TOP. GER. (kN/m<sup>2</sup>)</b>	<b>EFE. GER. (kN/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Rd</b>	<b>DGO</b>	<b>DDO</b>	<b>MDF</b>	<b>EF</b>	<b>1,00</b>
1,95	18,90	36,86	36,86	0,99	0,10	0,10	1,00	0,99	VAR
3,45	18,90	65,21	31,36	0,98	0,21	0,19	1,00	0,91	VAR
4,95	18,90	93,56	45,00	0,97	0,21	0,16	1,00	0,75	VAR
6,45	18,90	121,91	58,63	0,95	0,21	0,13	1,00	0,64	VAR
7,95	18,90	150,26	72,27	0,94	0,20	0,14	1,00	0,69	VAR
9,45	18,90	178,61	85,90	0,92	0,20	0,12	1,00	0,60	VAR
10,95	18,90	206,96	99,54	0,88	0,19	0,12	1,00	0,64	VAR
12,45	18,90	235,31	113,17	0,84	0,18	0,11	1,00	0,58	VAR
13,95	18,90	263,66	126,81	0,80	0,17	0,14	1,00	0,79	VAR
15,45	18,90	292,01	140,44	0,99	0,10	0,10	1,00	0,99	VAR
<b>Fear ve Robertson 1996 yöntemine göre sıvıla ma analizi</b>									
<b>Rd</b>	<b>DGO</b>	<b>DDO</b>	<b>MDF</b>	<b>EF</b>	<b>1,00</b>				
0,99	0,10	0,23	1,00	2,19	YOK				
0,98	0,10	0,20	1,00	1,98	YOK				
0,96	0,20	0,32	1,00	1,62	YOK				
0,95	0,20	0,31	1,00	1,59	YOK				
0,93	0,19	0,29	1,00	1,49	YOK				
0,91	0,19	0,33	1,00	1,78	YOK				
0,88	0,18	0,19	1,00	1,06	YOK				
0,85	0,18	0,29	1,00	1,67	YOK				
0,82	0,17	0,34	1,00	2,03	YOK				
0,78	0,16	0,55	1,00	3,39	YOK				
<b>Vancouver Task Report 2007 yöntemine göre sıvıla ma analizi</b>									
<b>Rd</b>	<b>DGO</b>	<b>Dr</b>	<b>f</b>	<b>K</b>	<b>ddo1</b>	<b>DDO</b>	<b>MDF</b>	<b>EF</b>	<b>1,00</b>
0,99	0,10	67,02	0,66	1,38	0,22	0,31	1,00	3,00	YOK
0,98	0,10	63,82	0,68	1,13	0,20	0,23	1,00	2,23	YOK
0,96	0,20	75,68	0,62	1,31	0,32	0,42	1,00	2,11	YOK
0,95	0,20	75,04	0,62	1,18	0,31	0,37	1,00	1,88	YOK
0,93	0,19	73,20	0,63	1,09	0,29	0,31	1,00	1,62	YOK
0,91	0,19	76,29	0,62	1,02	0,33	0,34	1,00	1,82	YOK
0,88	0,18	95,22	0,52	0,96	0,17	0,17	1,00	0,92	VAR
0,85	0,18	73,67	0,63	0,92	0,29	0,27	1,00	1,53	YOK
0,82	0,17	76,78	0,62	0,88	0,34	0,30	1,00	1,79	YOK
0,78	0,16	82,04	0,59	0,84	0,55	0,46	1,00	2,88	YOK
<b>TBDY 2018 yöntemine göre sıvıla ma analizi</b>									
<b>DDO</b>	<b>Mw</b>	<b>Cm</b>	<b>TOP. GER. (kN/m<sup>2</sup>)</b>	<b>EFE. GER. (kN/m<sup>2</sup>)</b>	<b>r</b>	<b>Rd</b>	<b>deprem</b>	<b>1,10</b>	
0,14	7,50	1,00	38,61	38,61	5,44	0,99	9,37	0,58	
0,13	7,50	1,00	68,31	68,31	8,61	0,97	16,38	0,53	
0,19	7,50	1,00	98,01	49,45	9,37	0,96	23,23	0,40	
0,19	7,50	1,00	127,71	64,44	11,94	0,95	29,91	0,40	
0,17	7,50	1,00	157,41	79,42	13,83	0,94	36,42	0,38	

**Çizelge 4.8** SK56 noktası Standart Penetrasyon Deney ve sıvıla ma potansiyeli analizi sonuçları (devam)

0,19	7,50	1,00	187,11	94,41	18,26	0,92	42,48	0,43
0,52	7,50	1,00	216,81	109,39	56,37	0,88	47,09	1,20
0,18	7,50	1,00	246,51	124,38	22,00	0,84	51,11	0,43
0,20	7,50	1,00	276,21	139,36	27,40	0,80	54,54	0,50
0,24	7,50	1,00	305,91	154,35	36,54	0,76	57,39	0,64

Yukarıdaki çizelgeye bakıldığında SK56 noktası deney verilerine göre dört ayrı sıvıla ma potansiyel hesabı yapılmıştır. Yapılan işlemler sonucu emniyet faktörü (EF) hesaplanmıştır. 1 de erinin altında kalan sonuçlar için sıvıla ma olabileceği sonucuna varılmaktadır. Seed ve Idriss (1971) yöntemine göre tüm tabakalarda sıvıla ma olabilir denmektedir. Fear ve Robertson (1996) ve Vancouver Task Report (2007) yöntemlerine göre tüm tabakalarda sıvıla ma potansiyeli yoktur denmektedir. TBDY (2018) yöntemine göre 10,95m derinliğinde sıvıla ma olabilir denmektedir.

#### 4.1.9. SK57 Sondajı

Numune için verilmiş olan saha deney verileri ve bu değerler üzerinde yapılan düzeltmeler Çizelge 4.9'da verilmiştir.

**Çizelge 4.9** SK57 noktası Standart Penetrasyon Deney ve sıvıla ma potansiyeli analizi sonuçları

<b>SK57 arazi deney sonuçları ve yapılan düzeltmeler sonucu elde edilen N<sub>1,60f</sub> değerleri</b>											
	N <sub>arazi</sub>	C <sub>e</sub>	C <sub>b</sub>	C <sub>s</sub>	C <sub>r</sub>	C <sub>bf</sub>	C <sub>n</sub>	N <sub>1,60</sub>			N <sub>1,60f</sub>
<b>SPT1</b>	27	0,75	1	1,20	0,75	1	1,61	27	1,20	27	40
<b>SPT2</b>	29	0,75	1	1,20	0,75	1	1,21	29	1,20	29	33
<b>SPT3</b>	27	0,75	1	1,20	0,85	1	1,01	27	1,20	27	30
<b>SPT4</b>	40	0,75	1	1,20	0,95	1	0,89	40	1,20	40	41
<b>SPT5</b>	39	0,75	1	1,20	0,95	1	0,80	39	1,20	39	37
<b>SPT6</b>	45	0,75	1	1,20	0,95	1	0,73	45	1,20	45	39
<b>SPT7</b>	18	0,75	1	1,20	1,00	1	0,68	18	1,20	18	18
<b>SPT8</b>	29	0,75	1	1,20	1,00	1	0,64	29	1,20	29	25
<b>SPT9</b>	50	0,75	1	1,20	1,00	1	0,60	50	1,20	50	38
<b>SPT10</b>	50	0,75	1	1,20	1,00	1	0,57	50	1,20	50	36
<b>SPT11</b>	23	0,75	1	1,20	1,00	1	0,55	23	1,20	23	19
<b>SPT12</b>	27	0,75	1	1,20	1,00	1	0,52	27	1,20	27	20

**Çizelge 4.9**SK57 noktası Standart Penetrasyon Deney ve sıvıla ma potansiyeli analizi sonuçları(devam)

<b>SPT13</b>	31	0,75	1	1,20	1,00	1	0,50	31	1,20	31	22
Seed ve Idriss 1971 yöntemine göre sıvıla ma analizi											
<b>DER NL K</b>	<b>B.H.A (kN/m<sup>3</sup>)</b>	<b>TOP. GER. (kN/m<sup>2</sup>)</b>	<b>EFE. GER. (kN/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Rd</b>	<b>DGO</b>	<b>DDO</b>	<b>MDF</b>	<b>EF</b>	<b>1,00</b>		
1,95	18,90	36,86	36,86	0,99	0,10	0,43	1,00	4,17	YOK		
3,45	18,90	65,21	31,36	0,98	0,21	0,27	1,00	1,27	YOK		
4,95	18,90	93,56	45,00	0,97	0,21	0,23	1,00	1,09	YOK		
6,45	18,90	121,91	58,63	0,95	0,21	0,49	1,00	2,37	YOK		
7,95	18,90	150,26	72,27	0,94	0,20	0,33	1,00	1,62	YOK		
9,45	18,90	178,61	85,90	0,92	0,20	0,38	1,00	1,89	YOK		
10,95	18,90	206,96	99,54	0,88	0,19	0,12	1,00	0,64	VAR		
12,45	18,90	235,31	113,17	0,84	0,18	0,18	1,00	0,97	VAR		
13,95	18,90	263,66	126,81	0,80	0,17	0,34	1,00	1,98	YOK		
15,45	18,90	292,01	140,44	0,75	0,16	0,31	1,00	1,91	YOK		
16,95	18,90	320,36	154,08	0,70	0,15	0,12	1,00	0,83	VAR		
18,45	18,90	348,71	167,71	0,65	0,14	0,14	1,00	0,97	VAR		
19,95	18,90	377,06	181,35	0,62	0,13	0,15	1,00	1,13	YOK		
Fear ve Robertson 1996 yöntemine göre sıvıla ma analizi											
<b>Rd</b>	<b>DGO</b>	<b>DDO</b>	<b>MDF</b>	<b>EF</b>	<b>1,00</b>						
0,99	0,10	0,15	1,00	1,48	YOK						
0,98	0,10	1,98	1,00	19,49	YOK						
0,96	0,20	0,47	1,00	2,35	YOK						
0,95	0,20	0,18	1,00	0,94	VAR						
0,93	0,19	-0,05	1,00	-0,24	VAR						
0,91	0,19	0,09	1,00	0,51	VAR						
0,88	0,18	0,20	1,00	1,07	YOK						
0,85	0,18	0,29	1,00	1,67	YOK						
0,82	0,17	0,01	1,00	0,08	VAR						
0,78	0,16	-0,23	1,00	-1,41	VAR						
0,74	0,15	0,20	1,00	1,31	YOK						
0,70	0,14	0,22	1,00	1,53	YOK						
0,65	0,13	0,24	1,00	1,79	YOK						
Vancouver Task Report 2007 yöntemine göre sıvıla ma analizi											
<b>Rd</b>	<b>DGO</b>	<b>Dr</b>	<b>f</b>	<b>K</b>	<b>ddo1</b>	<b>DDO</b>	<b>MDF</b>	<b>EF</b>	<b>1,00</b>		
0,99	0,10	93,52	0,53	1,56	0,13	0,21	1,00	2,02	YOK		
0,98	0,10	85,27	0,57	1,18	2,06	2,42	1,00	23,88	YOK		
0,96	0,20	80,84	0,60	1,33	0,47	0,63	1,00	3,16	YOK		
0,95	0,20	94,81	0,53	1,23	0,17	0,20	1,00	1,04	YOK		
0,93	0,19	89,59	0,55	1,11	-0,07	-0,08	1,00	-0,42	VAR		
0,91	0,19	91,83	0,54	1,03	0,07	0,08	1,00	0,40	VAR		
0,88	0,18	62,93	0,69	0,97	0,19	0,19	1,00	1,04	YOK		
0,85	0,18	73,67	0,63	0,92	0,29	0,27	1,00	1,53	YOK		
0,82	0,17	90,32	0,55	0,86	-0,01	-0,01	1,00	-0,05	VAR		
0,78	0,16	88,35	0,56	0,83	-0,26	-0,22	1,00	-1,35	VAR		
0,74	0,15	63,54	0,68	0,85	0,20	0,17	1,00	1,10	YOK		

**Çizelge 4.9**SK57 noktası Standart Penetrasyon Deney ve sıvıla ma potansiyeli analizi sonuçları(devam)

0,70	0,14	66,38	0,67	0,82	0,22	0,18	1,00	1,24	YOK
0,65	0,13	68,94	0,66	0,79	0,24	0,19	1,00	1,41	YOK
TBDY 2018 yöntemine göre sıvıla ma analizi									
DDO	M <sub>w</sub>	C <sub>m</sub>	TOP. GER. (kN/m <sup>2</sup> )	EFE. GER. (kN/m <sup>2</sup> )	r	R <sub>d</sub>	deprem	1,10	
0,43	7,50	1,00	38,61	38,61	16,54	0,99	9,37	1,76	
0,27	7,50	1,00	68,31	68,31	18,33	0,97	16,38	1,12	
0,23	7,50	1,00	98,01	49,45	11,21	0,96	23,23	0,48	
0,49	7,50	1,00	127,71	64,44	31,54	0,95	29,91	1,05	
0,33	7,50	1,00	157,41	79,42	26,03	0,94	36,42	0,71	
0,38	7,50	1,00	187,11	94,41	35,40	0,92	42,48	0,83	
0,12	7,50	1,00	216,81	109,39	13,36	0,92	48,94	0,27	
0,18	7,50	1,00	246,51	124,38	22,00	0,84	51,11	0,43	
0,34	7,50	1,00	276,21	139,36	47,54	0,89	60,78	0,78	
0,31	7,50	1,00	305,91	154,35	47,46	0,76	57,39	0,83	
0,12	7,50	1,00	335,61	169,33	21,13	0,87	71,96	0,29	
0,14	7,50	1,00	365,31	184,32	25,42	0,68	61,32	0,41	
0,15	7,50	1,00	395,01	199,30	30,02	0,85	82,46	0,36	

Yukarıdaki çizelgeye bakıldığında SK57 noktası deney verilerine göre dört ayrı sıvıla ma potansiyel hesabı yapılmıştır. Yapılan hesaplamalar sonucu emniyet faktörü (EF) hesaplanmıştır. 1 de erinin altında kalan sonuçlar için sıvıla ma olabilece i sonucuna varılmaktadır. Seed ve Idriss (1971) yöntemine göre 12,45-13,95m ve 16,95-18,45m aralıklarında sıvıla ma olabilir denmektedir. Fear ve Robertson (1996) ve Vancouver Task Report (2007) yöntemlerine göre 12,45-13,95m ve 16,95-18,45m. derinliklerinde sıvıla ma olabilir denmektedir. TBDY (2018) yöntemine göre 10,95m derinli inde sıvıla ma olabilir denmektedir. TBDY (2018) yöntemine göre 4,95m altı tüm derinliklerde sıvıla ma olabilir denmektedir.

#### 4.1.10. SK58 Sondajı

Numune için verilmiş olan saha deney verileri ve bu değerler üzerinde yapılmış düzetmeler Çizelge 4.10.'da verilmiştir.



**Çizelge 4.10** SK58 noktası Standart Penetrasyon Deney ve sıvıla ma potansiyeli analizi sonuçları

<b>SK58 arazi deney sonuçları ve yapılan düzeltmeler sonucu elde edilen N160f de erleri</b>											
	N <sub>arazi</sub>	C <sub>e</sub>	C <sub>b</sub>	C <sub>s</sub>	C <sub>r</sub>	C <sub>bf</sub>	C <sub>n</sub>	N <sub>1,60</sub>			N <sub>1,60f</sub>
<b>SPT1</b>	29	0,75	1	1,20	0,75	1	1,61	32	5,00	1,20	43
<b>SPT2</b>	37	0,75	1	1,20	0,75	1	1,21	30	5,00	1,20	41
<b>SPT3</b>	28	0,75	1	1,20	0,85	1	1,01	22	5,00	1,20	31
<b>SPT4</b>	22	0,75	1	1,20	0,95	1	0,89	17	5,00	1,20	25
<b>SPT5</b>	24	0,75	1	1,20	0,95	1	0,80	16	5,00	1,20	25
<b>SPT6</b>	26	0,75	1	1,20	0,95	1	0,73	16	5,00	1,20	25
<b>SPT7</b>	20	0,75	1	1,20	1,00	1	0,68	12	5,00	1,20	20
<b>SPT8</b>	23	0,75	1	1,20	1,00	1	0,64	13	5,00	1,20	21
<b>SPT9</b>	22	0,75	1	1,20	1,00	1	0,60	12	5,00	1,20	19
<b>SPT10</b>	25	0,75	1	1,20	1,00	1	0,57	13	5,00	1,20	20
<b>Seed ve Idriss 1971 yöntemine göre sıvıla ma analizi</b>											
DER NL K (m)	B.H.A (kN/m <sup>3</sup> )	TOP. GER. (kN/m <sup>2</sup> )	EFE. GER. (kN/m <sup>2</sup> )	Rd	DGO	DDO	MDF	EF	1,00		
1,95	18,90	36,86	36,86	0,99	0,10	0,63	1,00	6,18	YOK		
3,45	18,90	65,21	65,21	0,98	0,10	0,49	1,00	4,78	YOK		
4,95	18,90	93,56	45,00	0,97	0,21	0,24	1,00	1,14	YOK		
6,45	18,90	121,91	58,63	0,95	0,21	0,18	1,00	0,86	VAR		
7,95	18,90	150,26	72,27	0,94	0,20	0,17	1,00	0,86	VAR		
9,45	18,90	178,61	85,90	0,92	0,20	0,17	1,00	0,87	VAR		
10,95	18,90	206,96	99,54	0,88	0,19	0,13	1,00	0,70	VAR		
12,45	18,90	235,31	113,17	0,84	0,18	0,14	1,00	0,78	VAR		
13,95	18,90	263,66	126,81	0,80	0,17	0,13	1,00	0,76	VAR		
15,45	18,90	292,01	140,44	0,75	0,16	0,14	1,00	0,86	VAR		
<b>Fear ve Robertson 1996 yöntemine göre sıvıla ma analizi</b>											
Rd	DGO	DDO	MDF	EF	1,00						
0,99	0,10	0,22	1,00	2,11	YOK						
0,98	0,10	0,18	1,00	1,80	YOK						
0,96	0,20	0,55	1,00	2,76	YOK						
0,95	0,20	0,29	1,00	1,50	YOK						
0,93	0,19	0,29	1,00	1,49	YOK						
0,91	0,19	0,28	1,00	1,52	YOK						
0,88	0,18	0,21	1,00	1,17	YOK						
0,85	0,18	0,23	1,00	1,30	YOK						
0,82	0,17	0,21	1,00	1,24	YOK						
0,78	0,16	0,22	1,00	1,38	YOK						
<b>Vancouver Task Report 2007 yöntemine göre sıvıla ma analizi</b>											
Rd	DGO	Dr	f	K	ddo1	DDO	MDF	EF	1,00		
0,99	0,10	96,51	0,52	1,58	0,20	0,32	1,00	3,08	YOK		
0,98	0,10	94,75	0,53	1,20	0,16	0,20	1,00	1,94	YOK		

**Çizelge 4.10**SK58 noktası Standart Penetrasyon Deney ve sıvıla ma potansiyeli analizi sonuçları(devam)

0,96	0,20	82,08	0,59	1,34	0,56	0,74	1,00	3,74	YOK
0,95	0,20	73,71	0,63	1,18	0,29	0,34	1,00	1,75	YOK
0,93	0,19	73,20	0,63	1,09	0,29	0,31	1,00	1,62	YOK
0,91	0,19	73,01	0,63	1,02	0,28	0,29	1,00	1,54	YOK
0,88	0,18	65,42	0,67	0,97	0,21	0,21	1,00	1,13	YOK
0,85	0,18	67,30	0,66	0,93	0,23	0,21	1,00	1,20	YOK
0,82	0,17	64,79	0,68	0,90	0,21	0,19	1,00	1,10	YOK
0,78	0,16	66,68	0,67	0,87	0,22	0,19	1,00	1,19	YOK
<b>TBDY 2018 yöntemine göre sıvıla ma analizi</b>									
<b>DDO</b>	<b>M<sub>w</sub></b>	<b>C<sub>m</sub></b>	<b>TOP. GER. (kN/m<sup>2</sup>)</b>	<b>EFE. GER. (kN/m<sup>2</sup>)</b>	<b>r</b>	<b>R<sub>d</sub></b>	<b>deprem</b>	<b>1,10</b>	
0,63	7,50	1,00	38,61	38,61	24,50	0,99	3,75	6,54	
0,49	7,50	1,00	68,31	68,31	33,19	0,97	6,55	5,06	
0,24	7,50	1,00	98,01	49,45	11,72	0,96	9,29	1,26	
0,18	7,50	1,00	127,71	64,44	11,41	0,95	11,96	0,95	
0,17	7,50	1,00	157,41	79,42	13,83	0,94	14,57	0,95	
0,17	7,50	1,00	187,11	94,41	16,33	0,92	16,99	0,96	
0,13	7,50	1,00	216,81	109,39	14,59	0,92	19,57	0,75	
0,14	7,50	1,00	246,51	124,38	17,71	0,84	20,44	0,87	
0,13	7,50	1,00	276,21	139,36	18,18	0,89	24,31	0,75	
0,27	7,50	1,00	305,91	154,35	41,38	0,76	22,95	1,80	

Yukarıdaki çizelgeye bakıldığında SK58 noktası deney verilerine göre dört ayrı sıvıla ma potansiyel hesabı yapılmıştır. Yapılan işlemler sonucu emniyet faktörü (EF) hesaplanmıştır 1 değerinin altında kalan sonuçlar için sıvıla ma olabileceği sonucuna varılmaktadır. Seed ve Idriss (1971) yöntemine göre tüm tabakalarda sıvıla ma olabilir denmektedir. Fear ve Robertson (1996) ve Vancouver Task Report (2007) yöntemlerine göre tüm tabakalarda sıvıla ma potansiyeli yoktur denmektedir. TBDY (2018) yöntemine göre 4,95-15,45m derinlik aralığında sıvıla ma olabilir denmektedir.

#### 4.1.11. SK60 Sondajı

Numune için verilmiş olan saha deney verileri ve bu değerler üzerinde yapılmış düzeltmeler Çizelge 4.11’de verilmiştir.

**Çizelge 4.11** SK60 noktası Standart Penetrasyon Deney ve sıvıla ma potansiyeli analizi sonuçları

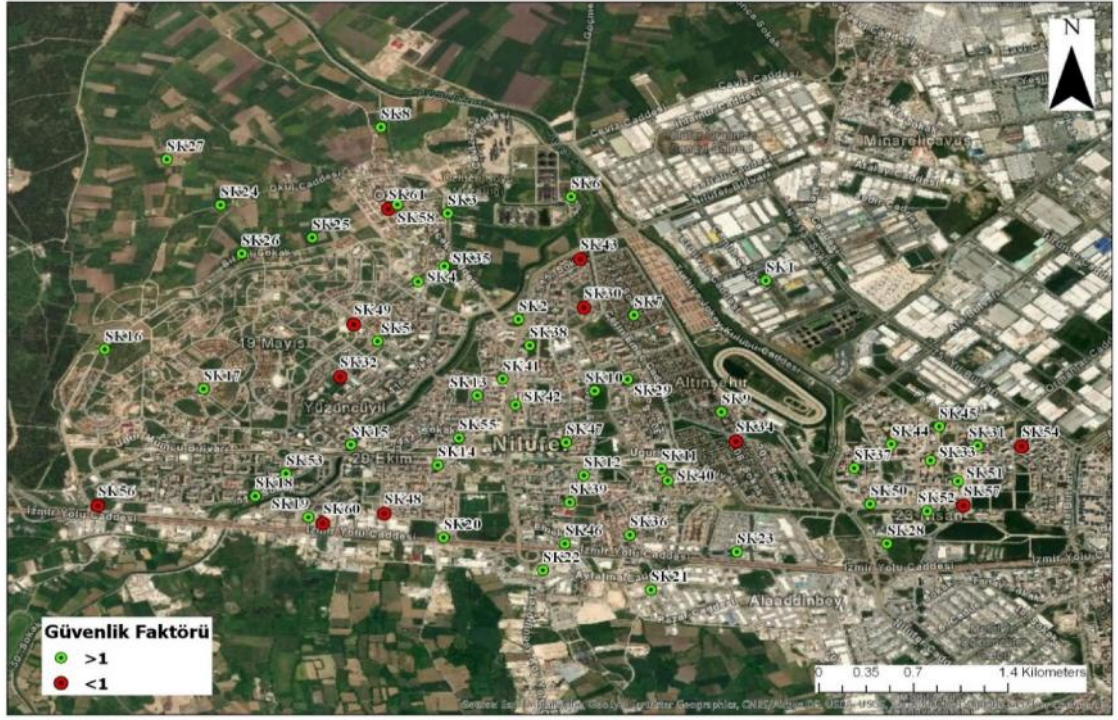
<b>SK61 arazi deney sonuçları ve yapılan düzeltmeler sonucu elde edilen N160f de erleri</b>											
	N <sub>arazi</sub>	C <sub>e</sub>	C <sub>b</sub>	C <sub>s</sub>	C <sub>r</sub>	C <sub>bf</sub>	C <sub>n</sub>	N <sub>1,60</sub>			N <sub>1,60f</sub>
<b>SPT1</b>	15	0,75	1	1,20	0,75	1	1,61	5,00	1,20	15	25
<b>SPT2</b>	12	0,75	1	1,20	0,75	1	1,21	5,00	1,20	12	17
<b>SPT3</b>	13	0,75	1	1,20	0,85	1	1,01	5,00	1,20	13	17
<b>SPT4</b>	17	0,75	1	1,20	0,95	1	0,89	5,00	1,20	17	20
<b>SPT5</b>	21	0,75	1	1,20	0,95	1	0,80	5,00	1,20	21	22
<b>SPT6</b>	25	0,75	1	1,20	0,95	1	0,73	5,00	1,20	25	24
<b>SPT7</b>	22	0,75	1	1,20	1,00	1	0,68	5,00	1,20	22	21
<b>SPT8</b>	32	0,75	1	1,20	1,00	1	0,64	5,00	1,20	32	27
<b>SPT9</b>	36	0,75	1	1,20	1,00	1	0,60	5,00	1,20	36	28
<b>SPT10</b>	46	0,75	1	1,20	1,00	1	0,57	5,00	1,20	46	33
<b>Seed ve Idriss 1971 yöntemine göre sıvıla ma analizi</b>											
DER NL K (m)	B.H.A (kN/m <sup>3</sup> )	TOP. GER. (kN/m <sup>2</sup> )	EFE. GER. (kN/m <sup>2</sup> )	Rd	DGO	DDO	MDF	EF	1,00		
1,95	18,90	36,86	36,86	0,99	0,10	0,17	1,00	1,69	YOK		
3,45	18,90	65,21	65,21	0,98	0,10	0,11	1,00	1,10	YOK		
4,95	18,90	93,56	45,00	0,97	0,21	0,11	1,00	0,54	VAR		
6,45	18,90	121,91	58,63	0,95	0,21	0,14	1,00	0,68	VAR		
7,95	18,90	150,26	72,27	0,94	0,20	0,15	1,00	0,76	VAR		
9,45	18,90	178,61	85,90	0,92	0,20	0,17	1,00	0,84	VAR		
10,95	18,90	206,96	99,54	0,88	0,19	0,14	1,00	0,76	VAR		
12,45	18,90	235,31	113,17	0,84	0,18	0,20	1,00	1,07	YOK		
13,95	18,90	263,66	126,81	0,80	0,17	0,21	1,00	1,22	YOK		
15,45	18,90	292,01	140,44	0,75	0,16	0,27	1,00	1,66	YOK		
<b>Fear ve Robertson 1996 yöntemine göre sıvıla ma analizi</b>											
Rd	DGO	DDO	MDF	EF	1,00						
0,99	0,10	0,28	1,00	2,77	YOK						
0,98	0,10	0,18	1,00	1,76	YOK						
0,96	0,20	0,18	1,00	0,92	VAR						
0,95	0,20	0,22	1,00	1,14	YOK						
0,93	0,19	0,25	1,00	1,28	YOK						
0,91	0,19	0,27	1,00	1,45	YOK						
0,88	0,18	0,23	1,00	1,27	YOK						
0,85	0,18	0,34	1,00	1,93	YOK						
0,82	0,17	0,38	1,00	2,28	YOK						
0,78	0,16	1,93	1,00	11,99	YOK						
<b>Vancouver Task Report 2007 yöntemine göre sıvıla ma analizi</b>											
Rd	DGO	Dr	f	K	ddo1	DDO	MDF	EF	1,00		
0,99	0,10	73,09	0,63	1,42	0,28	0,40	1,00	3,91	YOK		
0,98	0,10	60,38	0,70	1,12	0,18	0,20	1,00	1,97	YOK		

**Çizelge 4.11** SK60 noktası Standart Penetrasyon Deney ve sıvıla ma potansiyeli analizi sonuçları(devam)

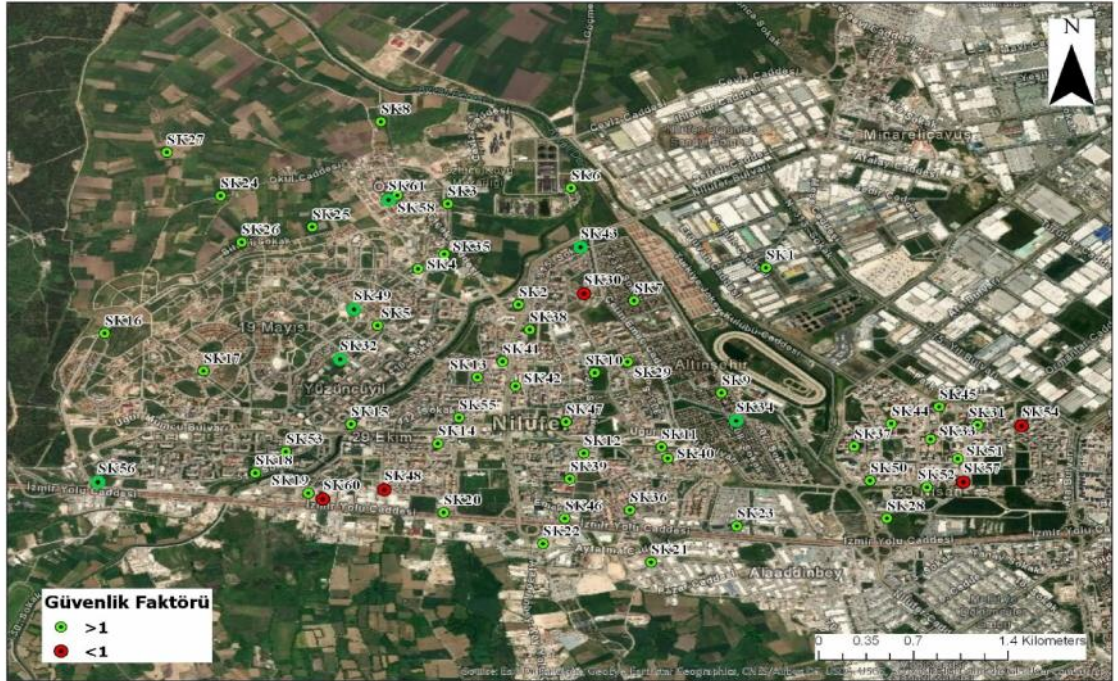
0,96	0,20	60,91	0,70	1,24	0,18	0,22	1,00	1,13	YOK
0,95	0,20	66,68	0,67	1,16	0,22	0,26	1,00	1,31	YOK
0,93	0,19	69,46	0,65	1,08	0,24	0,27	1,00	1,38	YOK
0,91	0,19	71,89	0,64	1,02	0,27	0,28	1,00	1,47	YOK
0,88	0,18	67,81	0,66	0,97	0,23	0,22	1,00	1,23	YOK
0,85	0,18	76,66	0,62	0,92	0,34	0,31	1,00	1,78	YOK
0,82	0,17	78,60	0,61	0,88	0,39	0,34	1,00	2,01	YOK
0,78	0,16	85,25	0,57	0,83	2,01	1,67	1,00	10,38	YOK
<b>TBDY 2018 yöntemine göre sıvıla ma analizi</b>									
<b>DD</b>	<b>M<sub>w</sub></b>	<b>C<sub>m</sub></b>	<b>TOP. GER.</b>	<b>EFE. GER.</b>	<b>r</b>	<b>R<sub>d</sub></b>	<b>deprem</b>	<b>1,10</b>	
<b>O</b>			<b>(kN/m<sup>2</sup>)</b>	<b>(kN/m<sup>2</sup>)</b>					
0,17	7,50	1,00	38,61	38,61	6,70	0,99	3,75	1,79	
0,11	7,50	1,00	68,31	68,31	7,61	0,97	6,55	1,16	
0,11	7,50	1,00	98,01	49,45	5,62	0,96	9,29	0,60	
0,14	7,50	1,00	127,71	64,44	8,98	0,95	11,96	0,75	
0,15	7,50	1,00	157,41	79,42	12,17	0,94	14,57	0,84	
0,17	7,50	1,00	187,11	94,41	15,72	0,92	16,99	0,93	
0,14	7,50	1,00	216,81	109,39	15,85	0,92	19,57	0,81	
0,20	7,50	1,00	246,51	124,38	24,36	0,84	20,44	1,19	
0,21	7,50	1,00	276,21	139,36	29,18	0,89	24,31	1,20	
0,27	7,50	1,00	305,91	154,35	41,38	0,76	22,95	1,80	

Yukarıdaki çizelgeye bakıldığında SK58 noktası deney verilerine göre dört ayrı sıvıla ma potansiyel hesabı yapılmıştır. Yapılan işlemler sonucu emniyet faktörü (EF) hesaplanmıştır 1 de erinin altında kalan sonuçlar için sıvıla ma olabileceği sonucuna varılmaktadır. Seed ve Idriss (1971) yöntemine göre 4,95-10,95m derinlik aralığında sıvıla ma olabilir denmektedir. Fear ve Robertson (1996) yöntemine göre 4,95m derinliğinde sıvıla ma olabilir denmektedir. Vancouver Task Report (2007) yöntemine göre tüm derinliklerde sıvıla ma potansiyeli yoktur denmektedir. TBDY (2018) yöntemine göre 4,95-10,95m derinlik aralığında sıvıla ma olabilir denmektedir.

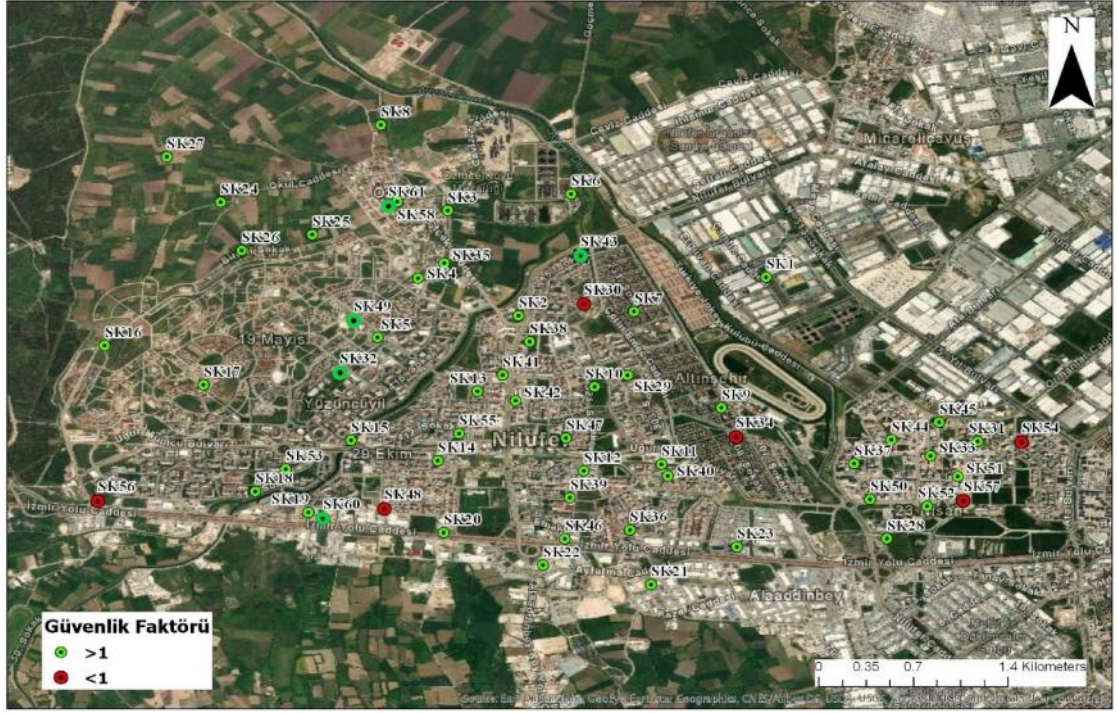
ekil 4.1-4.4 arasında sırasıyla Seed ve Idriss (1971), Fear ve Robertson (1996), Vancouver Task Report (2007) ve TBDY (2018) yöntemleriyle 11 noktada yapılan sıvıla ma analizi sonuçları verilmiştir. Ekillerde gösterilen kırmızı noktalar sıvıla ma olasılığı gözükten noktalardır. Bu noktalara ait işlemler daha önceki bölümlerde gösterilmiştir. Kritik görülen noktaların sıvıla ma potansiyeli hakkında bilgi verilmiştir ve farklı yöntemlere göre de işlemler sonuçlar gösterilmiştir.



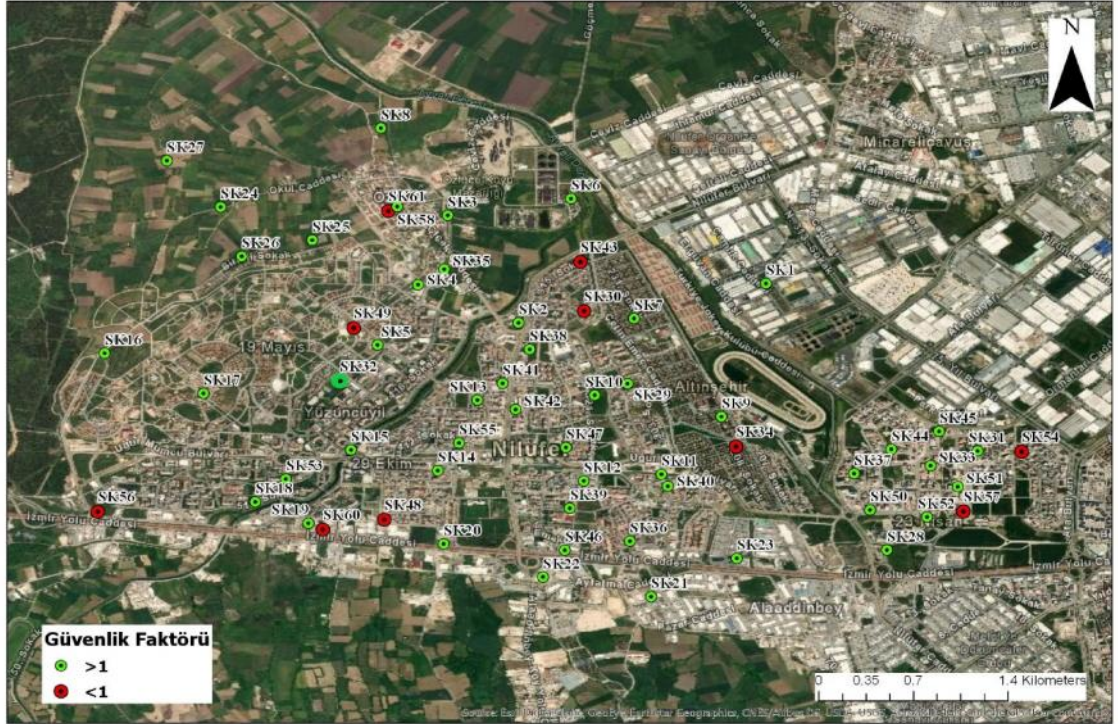
**ekil 4.1.** Seed ve Idriss (1971) yöntemine göre yapılan sıvıla ma hesabı sonucu sıvıla ma beklenen noktaların yerle imi



**ekil 4.2** Fear ve Robertson (1996) yöntemine göre yapılan sıvıla ma hesabı sonucu sıvıla ma beklenen noktaların yerle imi



ekil 4.3 Vancouver Task Report (2007) yöntemine göre yapılan sıvıla ma hesabı sonucu sıvıla ma beklenen noktaların yerle imi



ekil 4.4 TBDY (2018) yöntemine göre yapılan sıvıla ma hesabı sonucu sıvıla ma beklenen noktaların yerle imi

## 4.2. Ta ıma Gücü Hesapları

Teze konu olan ara tırma bölgesi için ta ıma gücü hesapları yapılmı tır. Hesaplar yapılırken kohezyon ve içsel sürtünme açısı de erleri laboratuvar deneylerinden elde edilmi tir. 140 adet numune içerisinde 36 adet veri için i lem yapılmı tır. Bu temel boyutlarının seçimi için elde edilen verilerde temel boyutları incelenmi tir. Bu boyutların ortalaması ve standart sapmaları hesap edilerek üç ayrı temel büyüklü ü seçilmi tir. Bunlar 5 m x10 m, 35 m x35 m, 60 m x65 m temel büyüklükleridir. Bu Ta ıma gücü hesabı yapılan formüller Bölüm 3.2.2.'de anlatılmı tır. Ta ıma gücü hesaplarında, kaynaklardan elde edilen 140 adet numune verisi içerisinde yeterli görülen 36 numune verisi kullanılmı tır. Bu verilerden, 22 adeti drenajlı kesme deneyinden 14 adeti ise drenajsız kesme deneyinden elde edilmi tir.

### 4.2.1. Terzaghi Ta ıma Gücü Yöntemi

Verilmi formül ve ekil faktörlerine göre yapılmı olan i lemler Çizelge 4.12, Çizelge 4.13 ve Çizelge 4.14'da verilmi tir.

**Çizelge 4.12** 5m x 10m Temel Boyutu için Yapılan Ta ıma Gücü Hesabı

Efektif Gerilme Analizi ile Ta ıma Gücü Hesapları								
	Sondaj No	Df	c (kPa)	Ø (°)	n (kN/m <sup>3</sup> )	qu (kPa)	qnet (kPa)	qs (kPa)
1	SK3	1,5	70	20	19,8	1953	1923	6411
2	SK6	1,5	80	23	19,8	2774	2744	914,8
3	SK10	1,5	35	21,5	19,8	1261	1231	410,4
4	SK21	1,5	80	18	19,8	1836	1806	602,1
5	SK30	1,5	87	5	19,8	891	861	287,1
6	SK31	1,5	96	8	19,8	1159	1129	376,4
7	SK32	1,5	99,76	8,4	19,8	1238	1208	402,8
8	SK32 (2)	1,5	93	8,2	19,8	1146	1116	372,1
9	SK33	1,5	98	8	19,8	1184	1154	384,8
10	SK33 (2)	1,5	73	7	19,8	850	820	273,4
11	SK34	1,5	82,25	7,5	19,8	981	951	317,1
12	SK37	1,5	71,28	6,8	19,8	825	795	265,1
13	SK39	1,5	101	6	19,8	1088	1058	352,8
14	SK42	1,5	86,75	7,3	19,8	1015	985	328,4
15	SK43	1,5	66,8	7,1	19,8	797	767	255,8
16	SK45	1,5	71,19	6,5	19,8	813	783	261,1

**Çizelge 4.12 5m x 10m Temel Boyutu için Yapılan Taıma Gücü Hesabı (devam)**

	Sondaj No	Df	c (kPa)	Ø (°)	n (kN/m <sup>3</sup> )	qu (kPa)	qnet (kPa)	qs (kPa)
17	SK50	1,5	14	13	19,8	370	340	113,4
18	SK56	1,5	59,8	5,6	19,8	654	624	208,1
19	SK56 (2)	1,5	76,75	6,9	19,8	888	858	286,1
20	SK53	1,5	69,48	7,2	19,8	830	800	266,8
21	SK60	1,5	103,55	7,4	19,8	1209	1179	393,1
22	SK60 (2)	1,5	62,84	5,6	19,8	689	659	219,8
<b>Toplam Gerilme Analizi ile Taıma Gücü Hesapları</b>								
1	SK2	1,5	108	0	19,8	830	800	266,8
2	SK4	1,5	140	0	19,8	1067	1037	345,8
3	SK7	1,5	90	0	19,8	697	667	222,4
4	SK11	1,5	100	0	19,8	761	731	243,8
5	SK12	1,5	132	0	19,8	1002	972	324,1
6	SK13	1,5	97	0	19,8	748	718	239,4
7	SK13 (2)	1,5	193,5	0	19,8	1464	1434	478,1
8	SK15	1,5	86,5	0	19,8	671	641	213,8
9	SK16	1,5	199	0	19,8	1504	1474	491,4
10	SK28	1,5	80	0	19,8	623	593	197,8
11	SK18	1,5	191	0	19,8	1445	1415	471,8
12	SK19	1,5	122	0	19,8	929	899	299,8
13	SK20	1,5	77	0	19,8	600	570	190,1
14	SK22	1,5	115,5	0	19,8	874	844	281,4

**Çizelge 4.13 35m x 35m Temel Boyutu için Yapılan Taıma Gücü Hesabı**

<b>Efektif Gerilme Analizi ile Taıma Gücü Hesapları</b>						
	Sondaj No	c (kPa)	Ø (°)	n (kN/m <sup>3</sup> )	qu (kPa)	qs (kPa)
1	SK3	70	20	19,8	2482	827,3
2	SK6	80	23	19,8	3602	1201
3	SK10	35	21,5	19,8	1918	639,3
4	SK21	80	18	19,8	2228	742,7
5	SK30	87	5	19,8	944	314,7
6	SK31	96	8	19,8	1249	416,3
7	SK32	99,76	8,4	19,8	1290	430
8	SK32 (2)	93	8,2	19,8	1221	407
9	SK33	98	8	19,8	1273	424,3
10	SK33 (2)	73	7	19,8	925	308,3
11	SK34	82,25	7,5	19,8	1060	353,3
12	SK37	71,28	6,8	19,8	917	305,7
13	SK39	101	6	19,8	1149	383
14	SK42	86,75	7,3	19,8	1064	354,7
15	SK43	66,8	7,1	19,8	872	290,7
16	SK45	71,19	6,5	19,8	882	294



**Çizelge 4.13** 35m x 35m Temel Boyutu için Yapılan Taıma Gücü Hesabı(devam)

	Sondaj No	c (kPa)	Ø (°)	n (kN/m <sup>3</sup> )	qu (kPa)	qs (kPa)
17	SK50	14	13	19,8	566	188,7
18	SK56	59,8	5,6	19,8	710	236,7
19	SK56 (2)	76,75	6,9	19,8	970	323,3
20	SK53	69,48	7,2	19,8	908	302,7
21	SK60	103,55	7,4	19,8	1292	430,7
22	SK60 (2)	62,84	5,6	19,8	770	256,7
<b>Toplam Gerilme Analizi ile Taıma Gücü Hesapları</b>						
	Sondaj No	c (kPa)	Ø (°)	n (kN/m <sup>3</sup> )	qu (kPa)	qs (kPa)
1	SK2	108	0	19,8	830	276,7
2	SK4	140	0	19,8	1067	355,7
3	SK7	90	0	19,8	689	229,7
4	SK11	100	0	19,8	761	253,7
5	SK12	132	0	19,8	1002	334
6	SK13	97	0	19,8	748	249,3
7	SK13 (2)	193,5	0	19,8	1464	488
8	SK15	86,5	0	19,8	671	223,7
9	SK16	199	0	19,8	1504	501,3
10	SK28	80	0	19,8	623	207,7
11	SK18	191	0	19,8	1445	481,7
12	SK19	122	0	19,8	929	309,7
13	SK20	77	0	19,8	595	198,3
14	SK22	115,5	0	19,8	880	293,3

**Çizelge 4.14** 60m x 65m Temel Boyutu için Yapılan Taıma Gücü Hesabı

<b>Efektif Gerilme Analizi ile Taıma Gücü Hesapları</b>						
	Sondaj No	c (kPa)	Ø (°)	n (kN/m <sup>3</sup> )	qu (kPa)	qs (kPa)
1	SK3	70	20	19,8	3011	1004
2	SK6	80	23	19,8	4419	1473
3	SK10	35	21,5	19,8	2574	858
4	SK21	80	18	19,8	2626	875,3
5	SK30	87	5	19,8	993	331
6	SK31	96	8	19,8	1338	446
7	SK32	99,76	8,4	19,8	1379	459,7
8	SK32 (2)	93	8,2	19,8	1311	437
9	SK33	98	8	19,8	1362	454
10	SK33 (2)	73	7	19,8	999	333
11	SK34	82,25	7,5	19,8	981	327
12	SK37	71,28	6,8	19,8	991	330,3
13	SK39	101	6	19,8	1210	403,3
14	SK42	86,75	7,3	19,8	1138	379,3
15	SK43	66,8	7,1	19,8	947	315,7

**Çizelge 4.14** 60m x 65m Temel Boyutu için Yapılan Taıma Gücü Hesabı(devam)

16	SK45	71,19	6,5	19,8	950	316,7
17	SK50	14	13	19,8	761	253,7
18	SK56	59,8	5,6	19,8	766	255,3
19	SK56 (2)	76,75	6,9	19,8	1044	348
20	SK53	69,48	7,2	19,8	983	327,7
21	SK60	103,55	7,4	19,8	1372	457,3
22	SK60 (2)	62,84	5,6	19,8	831	277
<b>Toplam Gerilme Analizi ile Taıma Gücü Hesapları</b>						
	Sondaj No	c (kPa)	Ø (°)	n (kN/m <sup>3</sup> )	qu (kPa)	qs (kPa)
1	SK2	108	0	19,8	830	276,7
2	SK4	140	0	19,8	1067	355,7
3	SK7	90	0	19,8	689	229,7
4	SK11	100	0	19,8	761	253,7
5	SK12	132	0	19,8	1002	334
6	SK13	97	0	19,8	748	249,3
7	SK13 (2)	193,5	0	19,8	1464	488
8	SK15	86,5	0	19,8	671	223,7
9	SK16	199	0	19,8	1504	501,3
10	SK28	80	0	19,8	623	207,7
11	SK18	191	0	19,8	1445	481,7
12	SK19	122	0	19,8	929	309,7
13	SK20	77	0	19,8	595	198,3
14	SK22	115,5	0	19,8	880	293,3

Yukarıda yapılan i lemlere bakıldı ında 36 ayrı veri için farklı temel boyutlarında sonuçların temel geni li ine ve uzunlu una ba lı olarak de i ti i görülmü tür. Temel geni li inin uzunlu una oranı küçüldükçe sınır taıma gücü de eri dü tü ü, içsel sürtünme açısı arttıkça taıma gücünün de arttı ı görülmü tür.

#### 4.2.2. Meyerhof Taıma Gücü Yöntemi

Bölüm 3’te verilmi formül ve ekil faktörlerine göre yapılmı olan i lemler Çizelge 4.15, Çizelge 4.16 ve Çizelge 4.17’te verilmi tir.

**Çizelge 4.15** 5m x 10m Temel Boyutu için Yapılan Taıma Gücü Hesabı

<b>Efektif Gerilme Analizi ile Taıma Gücü Hesapları</b>						
	Sondaj No	C (kPa)	Ø (°)	n (kN/m <sup>3</sup> )	qu (kPa)	qs (kPa)
1	SK3	70	20	19,8	1691	563,67
2	SK6	80	23	19,8	2449	816,33
3	SK10	35	21,5	19,8	1122	374,00
4	SK21	80	18	19,8	1561	520,33
5	SK30	87	5	19,8	723	241,00
6	SK31	96	8	19,8	944	314,67
7	SK32	99,76	8,4	19,8	1005	335,00
8	SK32 (2)	93	8,2	19,8	930	310,00
9	SK33	98	8	19,8	963	321,00
10	SK33 (2)	73	7	19,8	691	230,33
11	SK34	82,25	7,5	19,8	796	265,33
12	SK37	71,28	6,8	19,8	669	223,00
13	SK39	101	6	19,8	881	293,67
14	SK42	86,75	7,3	19,8	824	274,67
15	SK43	66,8	7,1	19,8	644	214,67
16	SK45	71,19	6,5	19,8	657	219,00
17	SK50	14	13	19,8	315	105,00
18	SK56	59,8	5,6	19,8	531	177,00
19	SK56 (2)	76,75	6,9	19,8	720	240,00
20	SK53	69,48	7,2	19,8	671	223,67
21	SK60	103,55	7,4	19,8	980	326,67
22	SK60 (2)	62,84	5,6	19,8	556	185,33
<b>Toplam Gerilme Analizi ile Taıma Gücü Hesapları</b>						
	Sondaj No	C (kPa)	Ø (°)	n (kN/m <sup>3</sup> )	qu (kPa)	qs (kPa)
1	SK2	108	0	19,8	677	225,67
2	SK4	190	0	19,8	869	289,67
3	SK7	90	0	19,8	569	189,67
4	SK11	100	0	19,8	619	206,33
5	SK12	132	0	19,8	815	271,67

6	SK13	97	0	19,8	611	203,67
7	SK13 (2)	193,5	0	19,8	1189	396,33
<b>Çizelge 4.15 5m x 10m Temel Boyutu için Yapılan Ta ıma Gücü Hesabı(devam)</b>						
8	SK15	86,5	0	19,8	548	182,67
9	SK16	199	0	19,8	1222	407,33
10	SK28	80	0	19,8	509	169,67
11	SK18	191	0	19,8	1174	391,33
12	SK19	122	0	19,8	756	252,00
13	SK20	77	0	19,8	491	163,67
14	SK22	115,5	0	19,8	711	237,00

**Çizelge 4.16 35m x35m Temel Boyutu için Yapılan Ta ıma Gücü Hesabı**

<b>Efektif Gerilme Analizi ile Ta ıma Gücü Hesapları</b>						
	Sondaj No	C (kPa)	Ø (°)	n (kN/m <sup>3</sup> )	qu (kPa)	qs (kPa)
1	SK3	70	20	19,8	2353	784,33
2	SK6	80	23	19,8	3583	1194,33
3	SK10	35	21,5	19,8	1900	633,33
4	SK21	80	18	19,8	2044	681,33
5	SK30	87	5	19,8	767	255,67
6	SK31	96	8	19,8	1028	342,67
7	SK32	99,76	8,4	19,8	1057	352,33
8	SK32 (2)	93	8,2	19,8	999	333,00
9	SK33	98	8	19,8	1047	349,00
10	SK33 (2)	73	7	19,8	750	250,00
11	SK34	82,25	7,5	19,8	903	301,00
12	SK37	71,28	6,8	19,8	732	244,00
13	SK39	101	6	19,8	936	312,00
14	SK42	86,75	7,3	19,8	868	289,33
15	SK43	66,8	7,1	19,8	695	231,67
16	SK45	71,19	6,5	19,8	732	244,00
17	SK50	14	13	19,8	455	151,67
18	SK56	59,8	5,6	19,8	571	190,33
19	SK56 (2)	76,75	6,9	19,8	786	262,00
20	SK53	69,48	7,2	19,8	724	241,33
21	SK60	103,55	7,4	19,8	1022	340,67
22	SK60 (2)	62,84	5,6	19,8	613	204,33
<b>Toplam Gerilme Analizi ile Ta ıma Gücü Hesapları</b>						
	Sondaj No	C (kPa)	Ø (°)	n (kN/m <sup>3</sup> )	qu (kPa)	qs (kPa)
1	SK2	108	0	19,8	702	234,00
3	SK4	190	0	19,8	901	300,33
5	SK7	90	0	19,8	582	194,00
7	SK11	100	0	19,8	642	214,00

8	SK12	132	0	19,8	845	281,67
<b>Çizelge 4.16 35m x35m Temel Boyutu için Yapılan Ta ıma Gücü Hesabı(devam)</b>						
9	SK13	97	0	19,8	633	211,00
10	SK13 (2)	193,5	0	19,8	1233	411,00
11	SK15	86,5	0	19,8	671	223,67
12	SK16	199	0	19,8	1268	422,67
13	SK28	80	0	19,8	527	175,67
14	SK18	191	0	19,8	1218	406,00
15	SK19	122	0	19,8	934	311,33
16	SK20	77	0	19,8	509	169,67
18	SK22	115,5	0	19,8	740	246,67

**Çizelge 4.17 65m x 60m Temel Boyutu için Yapılan Ta ıma Gücü Hesabı**

<b>Efektif Gerilme Analizi ile Ta ıma Gücü Hesapları</b>						
	Sondaj No	C (kPa)	Ø (°)	n (kN/m <sup>3</sup> )	qu (kPa)	qs (kPa)
1	SK3	70	20	19,8	2917	972,33
2	SK6	80	23	19,8	4549	1516,33
3	SK10	35	21,5	19,8	2624	874,67
4	SK21	80	18	19,8	2485	828,33
5	SK30	87	5	19,8	787	262,33
6	SK31	96	8	19,8	1076	358,67
7	SK32	99,76	8,4	19,8	1105	368,33
8	SK32 (2)	93	8,2	19,8	1064	354,67
9	SK33	98	8	19,8	1096	365,33
10	SK33 (2)	73	7	19,8	784	261,33
11	SK34	82,25	7,5	19,8	912	304,00
12	SK37	71,28	6,8	19,8	766	255,33
13	SK39	101	6	19,8	968	322,67
14	SK42	86,75	7,3	19,8	913	304,33
15	SK43	66,8	7,1	19,8	729	243,00
16	SK45	71,19	6,5	19,8	736	245,33
17	SK50	14	13	19,8	591	197,00
18	SK56	59,8	5,6	19,8	584	194,67
19	SK56 (2)	76,75	6,9	19,8	805	268,33
20	SK53	69,48	7,2	19,8	760	253,33
21	SK60	103,55	7,4	19,8	1069	356,33
22	SK60 (2)	62,84	5,6	19,8	638	212,67
<b>Toplam Gerilme Analizi ile Ta ıma Gücü Hesapları</b>						
	Sondaj No	C (kPa)	Ø (°)	n (kN/m <sup>3</sup> )	qu (kPa)	qs (kPa)
1	SK2	108	0	19,8	708	236,00
2	SK4	190	0	19,8	909	303,00
3	SK7	90	0	19,8	689	229,67

**Çizelge 4.17** 65m x 60m Temel Boyutu için Yapılan Taıma Gücü Hesabı(devam)

4	SK11	100	0	19,8	648	216,00
5	SK12	132	0	19,8	859	286,33
6	SK13	97	0	19,8	639	213,00
7	SK13 (2)	193,5	0	19,8	1249	416,33
8	SK15	86,5	0	19,8	576	192,00
9	SK16	199	0	19,8	1280	426,67
10	SK28	80	0	19,8	532	177,33
11	SK18	191	0	19,8	1230	410,00
12	SK19	122	0	19,8	796	265,33
13	SK20	77	0	19,8	513	171,00
14	SK22	115,5	0	19,8	755	251,67

Meyerhof taıma gücü yöntemine göre yapılan hesaplara bakıldıında sonuçların Terzaghi yöntemine paralel sonuçlar verdi i görülmü tür. Aradaki farkın ekil ve derinlik faktörlerinden dolayı oldu u görülmü tür.

#### 4.2.3. Hansen Taıma Gücü Yöntemi

Verilmi formül ve ekil faktörlerine göre yapılmı olan i lemler Çizelge 4.18, Çizelge 4.19 ve Çizelge 4.20’de verilmi tir.

**Çizelge 4.18** 5m x 10m Temel Boyutu için Yapılan Taıma Gücü Hesabı

Efektif Gerilme Analizi ile Taıma Gücü Hesapları						
	Sondaj No	C (kPa)	Ø (°)	n (kN/m <sup>3</sup> )	qu (kPa)	qs (kPa)
1	SK3	70	20	19,8	2005,00	668,33
2	SK6	80	23	19,8	2897,00	965,67
3	SK10	35	21,5	19,8	1320,00	440,00
4	SK21	80	18	19,8	1870,00	623,33
5	SK30	87	5	19,8	840,00	280,00
6	SK31	96	8	19,8	1109,00	369,67
7	SK32	99,76	8,4	19,8	1181,00	393,67
8	SK32 (2)	93	8,2	19,8	1092,00	364,00
9	SK33	98	8	19,8	1131,00	377,00
10	SK33 (2)	73	7	19,8	808,00	269,33
11	SK34	82,25	7,5	19,8	932,00	310,67
12	SK37	71,28	6,8	19,8	781,00	260,33
13	SK39	101	6	19,8	1027,00	342,33
14	SK42	86,75	7,3	19,8	966,00	322,00

**Çizelge 4.18** 5m x 10m Temel Boyutu için Yapılan Ta ıma Gücü Hesabı(devam)

	Sondaj No	C (kPa)	Ø (°)	n (kN/m <sup>3</sup> )	qu (kPa)	qs (kPa)
15	SK43	66,8	7,1	19,8	752,00	250,67
16	SK45	71,19	6,5	19,8	767,00	255,67
17	SK50	14	13	19,8	353,00	117,67
18	SK56	59,8	5,6	19,8	617,00	205,67
19	SK56 (2)	76,75	6,9	19,8	842,00	280,67
20	SK53	69,48	7,2	19,8	784,00	261,33
21	SK60	103,55	7,4	19,8	1148,00	382,67
22	SK60 (2)	62,84	5,6	19,8	646,00	215,33
<b>Toplam Gerilme Analizi ile Ta ıma Gücü Hesapları</b>						
	Sondaj No	C (kPa)	Ø (°)	n (kN/m <sup>3</sup> )	qu (kPa)	qs (kPa)
1	SK2	108	0	19,8	163,00	54,33
2	SK4	190	0	19,8	202,00	67,33
3	SK7	90	0	19,8	141,00	47,00
4	SK11	100	0	19,8	143,00	47,67
5	SK12	132	0	19,8	187,00	62,33
6	SK13	97	0	19,8	149,00	49,67
7	SK13 (2)	193,5	0	19,8	268,00	89,33
8	SK15	86,5	0	19,8	1360,00	453,33
9	SK16	199	0	19,8	136,00	45,33
10	SK28	80	0	19,8	275,00	91,67
11	SK18	191	0	19,8	128,00	42,67
12	SK19	122	0	19,8	265,00	88,33
13	SK20	77	0	19,8	175,00	58,33
14	SK22	115,5	0	19,8	161,00	53,67

**Çizelge 4.19** 35m x 35m Temel Boyutu için Yapılan Ta ıma Gücü Hesabı

<b>Efektif Gerilme Analizi ile Ta ıma Gücü Hesapları</b>						
	Sondaj No	C (kPa)	Ø (°)	n (kN/m <sup>3</sup> )	qu (kPa)	qs (kPa)
1	SK3	70	20	19,8	2097,00	699,00
2	SK6	80	23	19,8	3093,00	1031,00
3	SK10	35	21,5	19,8	1553,00	517,67
4	SK21	80	18	19,8	1930,00	643,33
5	SK30	87	5	19,8	772,00	257,33
6	SK31	96	8	19,8	1031,00	343,67
7	SK32	99,76	8,4	19,8	1060,00	353,33
8	SK32 (2)	93	8,2	19,8	1002,00	334,00
9	SK33	98	8	19,8	1050,00	350,00
10	SK33 (2)	73	7	19,8	752,00	250,67
11	SK34	82,25	7,5	19,8	844,00	281,33
12	SK37	71,28	6,8	19,8	685,00	228,33

**Çizelge 4.19** 35m x 35m Temel Boyutu için Yapılan Ta ıma Gücü Hesabı(devam)

	Sondaj No	C (kPa)	Ø (°)	n (kN/m <sup>3</sup> )	qu (kPa)	qs (kPa)
13	SK39	101	6	19,8	945,00	315,00
14	SK42	86,75	7,3	19,8	871,00	290,33
15	SK43	66,8	7,1	19,8	688,00	229,33
16	SK45	71,19	6,5	19,8	685,00	228,33
17	SK50	14	13	19,8	393,00	131,00
18	SK56	59,8	5,6	19,8	581,00	193,67
19	SK56 (2)	76,75	6,9	19,8	789,00	263,00
20	SK53	69,48	7,2	19,8	715,00	238,33
21	SK60	103,55	7,4	19,8	1028,00	342,67
22	SK60 (2)	62,84	5,6	19,8	575,00	191,67
<b>Toplam Gerilme Analizi ile Ta ıma Gücü Hesapları</b>						
	Sondaj No	C (kPa)	Ø (°)	n (kN/m <sup>3</sup> )	qu (kPa)	qs (kPa)
1	SK2	108	0	19,8	49,00	16,33
2	SK4	190	0	19,8	54,00	18,00
3	SK7	90	0	19,8	38,00	12,67
4	SK11	100	0	19,8	38,00	12,67
5	SK12	132	0	19,8	53,00	17,67
6	SK13	97	0	19,8	47,00	15,67
7	SK13 (2)	193,5	0	19,8	64,00	21,33
8	SK15	86,5	0	19,8	45,00	15,00
9	SK16	199	0	19,8	65,00	21,67
10	SK28	80	0	19,8	44,00	14,67
11	SK18	191	0	19,8	63,00	21,00
12	SK19	122	0	19,8	51,00	17,00
13	SK20	77	0	19,8	43,00	14,33
14	SK22	115,5	0	19,8	50,00	16,67

**Çizelge 4.20** 60m x 65m Temel Boyutu için Yapılan Ta ıma Gücü Hesabı

<b>Efektif Gerilme Analizi ile Ta ıma Gücü Hesapları</b>						
	Sondaj No	C (kPa)	Ø (°)	n (kN/m <sup>3</sup> )	qu (kPa)	qs (kPa)
1	SK3	70	20	19,8	2349,00	783,00
2	SK6	80	23	19,8	3513,00	1171,00
3	SK10	35	21,5	19,8	1886,00	628,67
4	SK21	80	18	19,8	2074,00	691,33
5	SK30	87	5	19,8	773,00	257,67
6	SK31	96	8	19,8	1041,00	347,00
7	SK32	99,76	8,4	19,8	1151,00	383,67
8	SK32 (2)	93	8,2	19,8	1012,00	337,33
9	SK33	98	8	19,8	1060,00	353,33
10	SK33 (2)	73	7	19,8	759,00	253,00



**Çizelge 4.20** 60m x 65m Temel Boyutu için Yapılan Taıma Gücü Hesabı(devamı)

11	SK34	82,25	7,5	19,8	915,00	305,00
12	SK37	71,28	6,8	19,8	750,00	250,00
13	SK39	101	6	19,8	94,00	31,33
14	SK42	86,75	7,3	19,8	878,00	292,67
15	SK43	66,8	7,1	19,8	710,00	236,67
16	SK45	71,19	6,5	19,8	741,00	247,00
17	SK50	14	13	19,8	450,00	150,00
18	SK56	59,8	5,6	19,8	586,00	195,33
19	SK56 (2)	76,75	6,9	19,8	796,00	265,33
20	SK53	69,48	7,2	19,8	723,00	241,00
21	SK60	103,55	7,4	19,8	1062,00	354,00
22	SK60 (2)	62,84	5,6	19,8	577,00	192,33
<b>Toplam Gerilme Analizi ile Taıma Gücü Hesapları</b>						
	Sondaj No	C (kPa)	Ø (°)	n (kN/m <sup>3</sup> )	qu (kPa)	qs (kPa)
1	SK2	108	0	19,8	40,00	13,33
2	SK4	190	0	19,8	43,00	14,33
3	SK7	90	0	19,8	31,00	10,33
4	SK11	100	0	19,8	40,00	13,33
5	SK12	132	0	19,8	43,00	14,33
6	SK13	97	0	19,8	40,00	13,33
7	SK13 (2)	193,5	0	19,8	50,00	16,67
8	SK15	86,5	0	19,8	39,00	13,00
9	SK16	199	0	19,8	50,00	16,67
10	SK28	80	0	19,8	38,00	12,67
11	SK18	191	0	19,8	49,00	16,33
12	SK19	122	0	19,8	42,00	14,00
13	SK20	77	0	19,8	38,00	12,67
14	SK22	115,5	0	19,8	42,00	14,00

Hansen taıma gücü yöntemine göre analizler yapılmıtır. Hansen taıma gücü yöntemine bakıldıında içsel sürtünme açısının sıfır olduuyerlerde yani yüksek plastisiteli killerin bulunduuyölgelerde hesaplanan taıma kapasitelerinin diğer yöntemlere göre hesaplanan değerlerin çok altında kaldığı görülmüştür, bu yöntem toplam gerilme analizlerinde çok düşük taıma kapasitesi değerleri vermiştir.

#### 4.2.4. Vesic Taıma Gücü Yöntemi

Vesic taıma gücü yöntemine göre verilen formül ve ekil faktörlerine göre yapılmıolan ölçümler Çizelge 4.21 ve Çizelge 4.22 ve Çizelge 4.23'te verilmiştir.

**Çizelge 4.21** 5m x 10m Temel Boyutu için Yapılan Taıma Gücü Hesabı

<b>Efektif Gerilme Analizi ile Taıma Gücü Hesapları</b>						
	Sondaj No	C (kPa)	Ø (°)	n (kN/m <sup>3</sup> )	qu (kPa)	qs (kPa)
1	SK3	70	20	19,8	2061	687,00
2	SK6	80	23	19,8	2982	994,00
3	SK10	35	21,5	19,8	1371	457,00
4	SK21	80	18	19,8	1902	634,00
5	SK30	87	5	19,8	848	282,67
6	SK31	96	8	19,8	1122	374,00
7	SK32	99,76	8,4	19,8	1200	400,00
8	SK32 (2)	93	8,2	19,8	1100	366,67
9	SK33	98	8	19,8	1145	381,67
10	SK33 (2)	73	7	19,8	820	273,33
11	SK34	82,25	7,5	19,8	947	315,67
12	SK37	71,28	6,8	19,8	794	264,67
13	SK39	101	6	19,8	1040	346,67
14	SK42	86,75	7,3	19,8	979	326,33
15	SK43	66,8	7,1	19,8	768	256,00
16	SK45	71,19	6,5	19,8	781	260,33
17	SK50	14	13	19,8	384	128,00
18	SK56	59,8	5,6	19,8	626	208,67
19	SK56 (2)	76,75	6,9	19,8	855	285,00
20	SK53	69,48	7,2	19,8	801	267,00
21	SK60	103,55	7,4	19,8	1165	388,33
22	SK60 (2)	62,84	5,6	19,8	659	219,67
<b>Toplam Gerilme Analizi ile Taıma Gücü Hesapları</b>						
	Sondaj No	C (kPa)	Ø (°)	n (kN/m <sup>3</sup> )	qu (kPa)	qs (kPa)
1	SK2	108	0	19,8	772	257,33
2	SK4	190	0	19,8	992	330,67
3	SK7	90	0	19,8	649	216,33
4	SK11	100	0	19,8	708	236,00
5	SK12	132	0	19,8	932	310,67
6	SK13	97	0	19,8	697	232,33
7	SK13 (2)	193,5	0	19,8	1360	453,33
8	SK15	86,5	0	19,8	625	208,33
9	SK16	199	0	19,8	1398	466,00
10	SK28	80	0	19,8	580	193,33
11	SK18	191	0	19,8	1343	447,67
12	SK19	122	0	19,8	864	288,00
13	SK20	77	0	19,8	559	186,33
14	SK22	115,5	0	19,8	813	271,00

**Çizelge 4.22 35m x 35m Temel Boyutu için Yapılan Ta rma Gücü Hesabı**

<b>Efektif Gerilme Analizi ile Ta rma Gücü Hesapları</b>						
	Sondaj No	C (kPa)	Ø (°)	n (kN/m <sup>3</sup> )	qu (kPa)	qs (kPa)
1	SK3	70	20	19,8	2372	790,67
2	SK6	80	23	19,8	3481	1160,33
3	SK10	35	21,5	19,8	1858	619,33
4	SK21	80	18	19,8	2152	717,33
5	SK30	87	5	19,8	813	271,00
6	SK31	96	8	19,8	1101	367,00
7	SK32	99,76	8,4	19,8	1130	376,67
8	SK32 (2)	93	8,2	19,8	1072	357,33
9	SK33	98	8	19,8	1121	373,67
10	SK33 (2)	73	7	19,8	812	270,67
11	SK34	82,25	7,5	19,8	904	301,33
12	SK37	71,28	6,8	19,8	736	245,33
13	SK39	101	6	19,8	996	332,00
14	SK42	86,75	7,3	19,8	932	310,67
15	SK43	66,8	7,1	19,8	748	249,33
16	SK45	71,19	6,5	19,8	764	254,67
17	SK50	14	13	19,8	524	174,67
18	SK56	59,8	5,6	19,8	584	194,67
19	SK56 (2)	76,75	6,9	19,8	779	259,67
20	SK53	69,48	7,2	19,8	787	262,33
21	SK60	103,55	7,4	19,8	1088	362,67
22	SK60 (2)	62,84	5,6	19,8	609	203,00
<b>Toplam Gerilme Analizi ile Ta rma Gücü Hesapları</b>						
	Sondaj No	C (kPa)	Ø (°)	n (kN/m <sup>3</sup> )	qu (kPa)	qs (kPa)
1	SK2	108	0	19,8	704	234,67
2	SK4	190	0	19,8	904	301,33
3	SK7	90	0	19,8	584	194,67
4	SK11	100	0	19,8	644	214,67
5	SK12	132	0	19,8	848	282,67
6	SK13	97	0	19,8	635	211,67
7	SK13 (2)	193,5	0	19,8	1235	411,67
8	SK15	86,5	0	19,8	567	189,00
9	SK16	199	0	19,8	1273	424,33
10	SK28	80	0	19,8	529	176,33
11	SK18	191	0	19,8	1223	407,67
12	SK19	122	0	19,8	792	264,00
13	SK20	77	0	19,8	511	170,33
14	SK22	115,5	0	19,8	754	251,33

**Çizelge 4.23** 60m x 65m Temel Boyutu için Yapılan Ta rıma Gücü Hesabı

<b>Efektif Gerilme Analizi ile Ta rıma Gücü Hesapları</b>						
	Sondaj No	C (kPa)	Ø (°)	n (kN/m <sup>3</sup> )	qu (kPa)	qs (kPa)
1	SK3	70	20	19,8	2843	947,67
2	SK6	80	23	19,8	4200	1400,00
3	SK10	35	21,5	19,8	2448	816,00
4	SK21	80	18	19,8	2446	815,33
5	SK30	87	5	19,8	846	282,00
6	SK31	96	8	19,8	1159	386,33
7	SK32	99,76	8,4	19,8	1188	396,00
8	SK32 (2)	93	8,2	19,8	1225	408,33
9	SK33	98	8	19,8	1178	392,67
10	SK33 (2)	73	7	19,8	860	286,67
11	SK34	82,25	7,5	19,8	982	327,33
12	SK37	71,28	6,8	19,8	842	280,67
13	SK39	101	6	19,8	1032	344,00
14	SK42	86,75	7,3	19,8	986	328,67
15	SK43	66,8	7,1	19,8	796	265,33
16	SK45	71,19	6,5	19,8	774	258,00
17	SK50	14	13	19,8	670	223,33
18	SK56	59,8	5,6	19,8	614	204,67
19	SK56 (2)	76,75	6,9	19,8	897	299,00
20	SK53	69,48	7,2	19,8	824	274,67
21	SK60	103,55	7,4	19,8	1170	390,00
22	SK60 (2)	62,84	5,6	19,8	705	235,00
<b>Toplam Gerilme Analizi ile Ta rıma Gücü Hesapları</b>						
	Sondaj No	C (kPa)	Ø (°)	n (kN/m <sup>3</sup> )	qu (kPa)	qs (kPa)
1	SK2	108	0	19,8	699	233,00
2	SK4	190	0	19,8	897	299,00
3	SK7	90	0	19,8	580	193,33
4	SK11	100	0	19,8	648	216,00
5	SK12	132	0	19,8	842	280,67
6	SK13	97	0	19,8	923	307,67
7	SK13 (2)	193,5	0	19,8	1705	568,33
8	SK15	86,5	0	19,8	842	280,67
9	SK16	199	0	19,8	1753	584,33
10	SK28	80	0	19,8	526	175,33
11	SK18	191	0	19,8	1214	404,67
12	SK19	122	0	19,8	786	262,00
13	SK20	77	0	19,8	507	169,00
14	SK22	115,5	0	19,8	743	247,67

Vesic ta ıma gücü yöntemine göre yapılan i lemler yukarıdaki çizelgelerde farklı temel artları için verilmi tir. Vesic ta ıma gücü yöntemi Hansen ta ıma gücü yöntemi ile benzer ba ntıya sahiptir. Vesic ta ıma gücü yönteminde ta ıma gücü faktör farklılı ı sonuçları farklı bulmamıza neden olmu tur.

5mx10m temel boyutuna göre farklı yöntemler kullanılarak yapılan i lemler sonucu çıkan sonuçlara bakıldı ında Terzaghi ve Vesic yöntemleri birbirine yakın olarak di er yöntemlerden daha yüksek sonuçlar vermi tir. Hansen yönteminde yapılan i lemlerde içsel sürtünme açısının sıfır olarak verildi i i lemlerde de erler di er yöntemlere kıyasla çok d k kalmaktadır. Bu durum di er temel boyutlarında da grlmektedir. Temel boyutları büyüdükçe ta ıma gücü sınır de erinin de büyüdü  grlm tür. Hansen yönteminde farklı olarak içsel sürtünme açısının sıfır oldu u durumlarda temel boyutu büyüdükçe ta ıma gücü sınır de erinin d t  grlm tür.

Tüm yöntemler ile i lem yapılan tüm temel boyutlarına göre çıkan sonuçlara kıyaslandı ında Meyerhof yöntemi di er yöntemlere göre daha güvenli tarafta kalmaktadır.

## 5. SONUÇ

Bursa ili Özlüce ve civar bölgesinin genel zemin de erlendirmesi yapılması amacıyla inceleme alanı 1.5 m ve 20 m arasında de i en 61 Ada/Parsel ve 140 adet nokta için Standart Penetrasyon Deneyi verisi toplanmıştır. Bu deney sonuçları ile  $M=7.5$  için Seed ve Idriss 1971, Fear and Robertson 1996, Vancouver Task Report 2007, TBDY 2018 adlı ara tırmaların önerdiği formüller ile sıvılaşma potansiyeli analizi yapılmıştır ve bazı sonuçlar ortaya çıkmıştır.

140 adet numune ince daneli zeminler için verilmiş olan Çin kriterine göre de erlendirilmiştir. Çin kriteri'ne (1979) göre, 0,005 mm'den daha ince partiküllerin zemindeki kuru a ırlıkça yüzdesi 15'den daha az olmalı, Likit Limit de eri 35'den küçük olmalı, zeminin su içeri i likit limitin 0,9'undan daha büyük olmalıdır. Bu kriterlere göre söz konusu numuneler içerisinde 11 adet numune kritik görülmüştür.

Ara tırmacılar tarafından önerilen ve tezde konu olan dört ayrı yöntemin sonuçları irdelenmiştir. Yöntemler arasında hesaplanan emniyet faktörü de erleri farklılık göstermektedir. Bunun sebebi farklı ara tırmacıların önerdiği yöntemlerden kaynaklanmaktadır. Devirsel gerilme oranı için kullanılan formül tüm yöntemlerde Seed ve Idriss (1971) yöntemiyle aynı formülü kullanılmışlardır. Burada yöntemleri birbirinden ayıran ise gerilme azaltma katsayısı ( $r_d$ ) formülleridir. Devirsel direnç oranında ise ara tırmacılar farklı yöntemler sunmuşlardır.

Seed ve Idriss (1971) yöntemi ile TBDY 2018, Fear ve Robertson (1996) ile Vancouver Task Report (2007) analiz yöntemleri birbirleri ile benzerlik göstermektedir. Seed ve Idriss ile TBDY (2018) yöntemlerinde emniyet faktörleri daha güvenli tarafta sonuçlar vermektedir, yani de er iki yönetime göre sıvılaşma beklenmeyen yerlerde sıvılaşma potansiyelinin olabilece ini belirtmiştir.

Vancouver Task Report (2007) yönteminde de er yöntemlerden farklı olarak ince dane oranını devirsel direnç oranı hesabında bir etken olarak koyması sebebi ile sıvılaşma

potansiyeli analizinde Seed ve Idriss ve TBDY (2018) yöntemlerine göre emniyet faktörü de eri daha yüksek çıkmı tır.

Ara tırmacıların önerdiği ba ntılara göre 140 adet numune üzerinde yapılan analizler tek ba ına sıvıla ma potansiyeli ile ilgili do ru bilgiyi vermemektedir. Sıvıla ma potansiyeli analizi yapılacak bölgenin genel jeolojisi, dane çapı da ılımı, yeraltı su seviyesi, su muhtevası gibi etkenlere de bakılması gerekmektedir. Özellikle Atterberg limit de erleri, su muhtevası, dane çapı da ılımı bölgede sıvıla ma potansiyeli analizinin yapılıp yapılmaması gerekti ini göstermektedir.

Teze konu olan verilere bakıldı ında bunların içerisinde sadece 11 adet numunede sıvıla ma analizi yapılabilece i görülmektedir. Kaynaklardan elde edilen veriler 11 ında 11 adet numune için analizler yapılmı tır. En kritik olarak gözük en bu numunelerde bazı tabakalarda sıvıla ma potansiyeli görülmektedir. Sıvıla ma potansiyelinin birçok veriye ba lı oldu u görü üne göre, ara tırmaya konu olan bölge için sıvıla ma potansiyeli riski dü üktür.

Ta ıma gücü hesabı için elimizde yeterli veri olan 36 adet numune için Terzaghi, Meyerhof, Hansen ve Vesic formülleri kullanılarak analiz yapılmı tır. Bu 36 adet numunenin 22 tanesi ile efektif gerilme analizi, 14 tanesi ile toplam gerilme analizi hesapları yapılmı tır. Ta ıma gücü hesaplarında içsel sürtünme açısı ( $\phi$ ) de eri büyüdükçe ta ıma kapasitesinin arttı ı gözlenmi tir. Plastisitesi yüksek olan killerde toplam gerilme analizlerinde içsel sürtünme açısı ( $\phi$ ) sıfır alınmaktadır. Hansen yöntemiyle yapılan toplam gerilme analizlerinde içsel sürtünme açısı ( $\phi$ ) sıfır oldu unda de erlerin çok dü tü ü görülmü tür.

Yöntemler kar ıla tırıldı ında Hansen ta ıma gücü hesaplama yöntemi dı ında di er yöntemlerin sonuçları birbirine yakın çıkmı tır. Hansen ta ıma gücü hesabı yöntemine göre yapılan i lemlerde, içsel sürtünme açısı sıfır olan noktalarda de erin çok küçük oldu u görülmektedir.

Ta ıma gücü hesabı yapılan numunelerin kaynaklardan alınan proje fylerindeki de erler hesaplanan ta ıma kapasitesinin altında kalmaktadır. Tezde kullanılan veriler ilgili belediye ba kanlı ıma ruhsat alımı a masında yapılan zemin etdlerinden temin edilmi tir. Yapımı planlanan noktalarda kat sayısı 8-12 kat aralı ında oldu u ve temelden zemine aktarılan yükün ise 75-200 kPa aralı ında de i ti i grlm tür. Zemin zerine yapımı planlanan yapıların zemine aktardı ı yük ta ıma kapasitesinin altında kaldı ı grlm tür. Buna göre ta ıma kapasitesi olarak teze konu olan bölgenin i lem yapılan 36 numune için bir sorun grlmemi tir. Ancak ta ıma kapasitelerinin yanında yapıların oturma analizlerinin de yapılması gerekti i unutulmamalıdır. Kaynaklardan alınana veriler oturma analizi yapmak için yeterli olmadı ından bu çalı mada oturma analizi yapılmamı tir.



## KAYNAKLAR

**Anonim, 2007.** MTA, Bursa ili Jeoloji Haritası, <https://www.mta.gov.tr/v3.0/> (Erişim tarihi: 10.05.2019)

**Anonim, 2019.** AFAD, 1900 – 20xx Deprem Kataloğu, <https://deprem.afad.gov.tr/depremkatalogu> (Erişim tarihi: 05.08.2019)

**Andrews, DC., Martin, GR. 2000.** Criteria for liquefaction of silty sands. In: Proceedings of the 12th World Conference on Earthquake Engineering, Auckland, New Zealand.

**Bray, J.D., Sancio R.B., Riemer, M., Durguno lu, H.T. 2004.** Liquefaction Susceptibility of Fine-Grained Soils, ICGEE 2004 Berkeley, USA.

**Clayton, C.R.I. 1995.** The standard penetration test (SPT): methods and use, Construction Industry Research and Information Association, 129pp.

**Craig, R.F. 1984.** Craig's Soil Mechanics, Spon Press, Dundee, UK, 443 s.

**Çetin, K.O., Unutmaz, B., Bilge, H.T. 2010.** Assessment of liquefaction-induced foundation soil deformations. Fifth International Conference on Recent Advances in Geotechnical Earthquake Engineering and Soil Dynamics and Symposium in Honor of Profesör I.M. Idriss, San Diego, California, U.S.A

**Çinicio lu, F. 2005.** Zeminlerde Statik ve Dinamik Yükler Altında Taşıma Gücü Anlayışı ve Hesabı. İnşaat Mühendisleri Odası Seminerleri, 19 Ocak 2005, İstanbul, Türkiye.

**Das, B.M., Sobhan, K. 2013.** Principles of Geotechnical Engineering, Cengage Learning, USA, 662 pp.

**Douglas, D.J. 1983.** The Standard Penetration Test In-Situ Testing For Geotechnical Investigations, Editör: Balkema, A.A., Sydney, Australia, 21 - 32.

**Duman S.E., Kızıl, S.B., Angın, Z., Demir, G. 2014.** Assessment of Liquefaction Potential of the Erzincan, Eastern Turkey, *Geomechanics and Engineering*, 7: 589-612.

**Duman S.E., Kızıl, S.B. 2014.** Assessment of Liquefaction Potential of Erzincan Province and Its Vicinity, Turkey, *Natural Hazards*, 73: 1863-1887.

**Duman S.E., Kızıl, S.B., Angın, Z. 2015.** Evaluation of Soil Liquefaction Potential Index Based on SPT Data in the Erzincan, Eastern Turkey. *Arabian Journal of Geosciences*, 8: 5269-5283.

**Erken, A., Yıldırım, H., Savar, T., Kılıç, C., Ansal, A. 1985.** Erzincan Ek işu'da Siltli Zeminlerin Dinamik Davranışı, Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, İstanbul, 85-89.

**Erol, O., Çekinmez, Z. 2014.** Geoteknik Mühendisliğinde Saha Deneyleri. Yüksel Proje Yayınları, Ankara, Türkiye, 277 s.

**Fletcher, G.F.A. 1965.** Standard Penetration Test: Its Uses and Abuses, *Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division*, 91 (SM4): 67 – 75.

**Ishihara, K. 1985.** Stability of Natural Deposits During Earthquakes, Proceedings of the Eleventh International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, 11, 321-376.

**Ishihara, K. 1996.** Soil Behaviour in Earthquake Geotechnics, The Oxford Engineering Science Series, Oxford Science Publications, Oxford, England, 360 pp.

**Kramer, S.L. 1996.** Geotechnical Earthquake Engineering, Pearson, Essex, England, 653 pp.

**Mogami, T., Kubo, K. 1953.** The Behaviour of Soil During Vibration Proceedings of the Third International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, 152-153.

**Mollamahmutolu, M., Babuçu, F. 2006.** Zeminlerde Sıvılaşma Analiz ve Yöntemleri, Gazi Kitabevi, Ankara, 267 s.

**Robertson, P.K., Fear, C.E. 1995.** Liquefaction of Sands and its Evaluation Proceedings, 1st International Conference on Earthquake Geotechnical Engineering, Tokyo, Japan, 1995.

**Salam, M. 2008.** Saruhanlı (Manisa) Belediyesi Harita Planına Esas Alanların Sıvılaşma Potansiyelinin Belirlenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, GÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

**Seed, H.B. 1966.** A Method for Earthquake Resistant Design of Earth Dams, *Journal of the Soil Mechanics and Foundation Division*, ASCE, 92: 13-41.

**Seed, H.B., Idriss, I.M. 1971.** Simplified Procedure for Evaluating Soil Liquefaction Potential, *Journal of the Soil Mechanics and Foundation Division*, 97: 1249-1273.

**Seed, H.B., Idriss, I.M. 1982.** Ground Motions And Soil Liquefaction During Earthquakes, EERI Monograph, Berkeley, California, USA.

**Seed H.B., Idriss, I.M., Arango, I. 1983.** Evaluation of Liquefaction Potential Using Field Performance Data, *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, 109: 458-482.

**Seed, H.B., Tokimatsu, K., Harder, L.F. Chung, R, 1985.** Influence Of Spt Procedures in Soil Liquefaction Resistance Evaluations, *Journal of Geotechnical Engineering*, ASCE, 111(12): 1425-1445

**Seed, H. B. and De Alba, P. 1986.** Use of SPT and CPT tests for evaluating the liquefaction resistance of sands. In *Use of in situ tests in geotechnical engineering* (pp. 281-302).

**Seed, R. B., Cetin, K.O., Moss, R.E.S., Kammerer, A.M., Wu, J., Pestana, J.M., Riemer, M.F., Sancio, R.B., Bray, J.D., Kayen, R.E., Faris, A. 2003.** Recent advances in soil liquefaction engineering: a unified and consistent framework. In *Proceedings of the 26th Annual ASCE Los Angeles Geotechnical Spring Seminar: Long Beach, CA*.

**Sen, G., Akyol, E. 2010.** Genetic Algorithm Approach for Liquefaction Potential Assessment of Sandy Soils, *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 10 (4): 685-698.

**Skempton, A.W. 1986.** Standard penetration test procedures and the effects in sands of overburden pressure, relative density, particle size, ageing and overconsolidation. *Geotechnique*, 36(3), 425-447.

**Terzaghi, K. 1925.** *Erdbaumechanik auf bodenphysikalischer Grundlage.-Leipzig (usw.), Deuticke 1925. XV, 399 S. F. Deuticke.*

**Ulamı , K. 2007.** Ankara Kenti Batısındaki Zeminlerin Jeoteknik Özellikleri ve Alüvyonun Sıvıla ma Potansiyeli, *Doktora Tezi*, AÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Geoteknik Bilim Dalı, Ankara.

**Anderson, D.L., Byrne, P.M., DeVall, R.H., Naesgaard, E., Wijewickreme, D., Adebar, P., Howie, J.A. 2007.** Geotechnical design guidelines for buildings on liquefiable sites in accordance with NBC 2005 for Greater Vancouver Region. *Greater Vancouver Liquefaction Task Force Report*.

**Yalçın, A., Gökçeo lu, C., Sönmez, H. 2007.** Jeolojik-Jeoteknik Bilgi Sistemine Bir Örnek: Aksaray 1 Merkezi. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası Ulusal Co rafi Bilgi Sistemleri Kongresi, 30 Ekim –02 Kasım, KTÜ, s. 89-95.

**Youd, T.L., Hoose, S.N. 1977.** Liquefaction susceptibility and geologic setting, in: Proc. 6th World Conf. on Earthquake Engineering, New Delhi, 37–42

**Youd TL., Harp, E.L., Keefer, D.K., Wilson, R.C. 1985.** The Borah Peak, Idaho Earthquake of October 28, 1983—Liquefaction. *Earthquake spectra*, 2(1), 71-89.

**Youd T.L., Idriss I.M. 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*, 127(4), 297-313.

**Wang, J.G.Z.Q., Law, K.T. 1994.** Siting in Earthquake Zones, Balkema, Rotterdam, 115 pp.

## EKLER

### EK 1 – Sondaj Logları

<b>SONDAJ LOGU / BORING LOG</b>		SONDAJ NO / BORING NO : SK-4	
PROJE ADI / PROJECT NAME		SAYFA NO / PAGE NO : 1	
SONDAJ YERİ / BORING LOCATION		SONDÖR / DRILLER : CENGİZ ÖLMEZ	
KİLOMETRE / KILOMETER		H21C04A3D PAFTA 1090 ADA 1 PARSEL	
SONDAJ DERİNLİĞİ / BORING DEPTH		Ertuğrul Mah. Niğfer / BURSA	
SONDAJ KOTU / ELEVATION		Muhafaza Borusu Derinliği / Casing Depth :	
YEREL TISUYU / GRANDWATER		Baş. Ve Bitiş Tarihi / Start and Finish Date : 17.06.2013	
		Koordinat Coordinate (N-S) X	
		Koordinat Coordinate (E-W) Y	
DERİNLİK / DEPTH (m)		STANDART PENETRASYON TESTİ STANDARD PENETRATION TEST	
	DARBE SAYI NUMBER OF BLOWS	GRAFIK GRAPH	
	0-15 CM	15-30 CM	30-45 CM
	N	0	10 20 30 40 50
0.00			
1.00			
2.00	SPT-1 1.50-1.95 8 10 12 22		
2.00	UD-1 2.00-2.50 UD ALINDI		
3.00			
3.00	SPT-2 3.00-3.45 8 12 12 24		
4.00			
5.00	SPT-3 4.50-4.95 7 8 12 20		
6.00			
6.00	SPT-4 6.00-6.45 8 9 11 20		
7.00			
8.00	SPT-5 7.50-7.95 7 8 10 18		
9.00			
9.00	SPT-6 9.00-9.45 8 9 12 21		
10.00			
11.00	SPT-7 10.50-10.95 8 9 10 19		
12.00			
12.00	SPT-8 12.00-12.45 7 9 10 19		
13.00			
14.00	SPT-9 13.50-13.95 9 12 14 26		
15.00			
15.00	SPT-10 15.00-15.45 10 13 16 29		
16.00			
17.00	SPT-11 16.50-16.95 9 11 16 27		
18.00			
18.00	SPT-12 18.00-18.45 8 12 15 27		
19.00			
20.00	SPT-13 19.50-19.95 9 13 16 29		
21.00			
		20.00 m.	
		JEOTEKNİK TANIMLAMA GEOTECHNICAL DESCRIPTION	PROFİL PROFILE
		DAYANIKLILIK STRENGTH	AVRUPA WEATHERING
		KIRIK / YUM FRACTURE / YUM	KAROT N. CORRECTION N.
		RQD N.	
		Bitkisel Toprak 0.30 m.	
		KİL	
		Kahve-yeşilimsi renklerde, çok katı kıvrımlı, yüksek plastisiteli, yer yer kum bandı içeren. KİL.	

DAHA MÜHENDİSLİK		SONDAJ LOGU / BORING LOG		SONDAJ NO / BORING NO	: SK-3								
PROJE ADI / PROJECT NAME		Kırath Tarım Ürünleri Haf. İny. Taah. San. ve Tir. İ.tđ. Şti.		SAYFA NO / PAGE NO	: 1								
SONDAJ YERİ / BORING LOCATION		İİ21C04A4D Pafta 2322 Ada 7 No'lu Parsel		SONDÖR / DRILLER	: CENGİZ ÖLMEZ								
KİLOMETRE / KILOMETER				Muhafaza Borusu Derinliği / Casing Depth	: Özüce Mah. Nüfus/BURSA								
SONDAJ DERİNLİĞİ / BORING DEEPHT		: 15,00 m		Baş. Ve Bitiş Tarihi / Start and Finish Date	: 23.08.2013								
SONDAJ KOTU / ELEVATION		: 5,50 m		Koordinat Coordinate (N-S) X	: 4432311								
YERALTISUYU / GRANDWATER		: 5,50 m		Koordinat Coordinate (E-W) Y	: 406764								
DERİNLİK / DEPTH (m)	MÜHÜRLEME ÇİNSİ / SOIL TYPE	MANİTÖR KUN	STANDART PENETRASYON DENEYİ				JEOTEKNİK TANIMLAMA GEOTECHNICAL-DESCRIPTION	PROFİL PROFILE	DAYANIMLILIK STRENGTH	AYRIŞMA WEATHERING	KIRILMA / ÇUKUR FRACTURE / m/cm	KAROT N. CORE RECOVERY %	ROD N.
			DARBE SAYISI NUMBER OF BLOWS										
			0-15 CM	15-30 CM	30-45 CM	N	0 10 20 30 40 50						
0,00													
1,00													
2,00	SPT-1	1 50-2 00	5	9	10	19							
3,00	SPT-2	3 00-3 45	7	9	10	19							
4,00	UD-1	4 00-4 50	UD ALINDI										
4,00	SPT-3	4 50-4 95	6	8	9	17							
5,00													
6,00	SPT-4	6 00-6 45	6	8	10	18							
7,00													
8,00	SPT-5	7 50-7 95	7	8	9	17							
9,00													
9,00	SPT-6	9 00-9 45	8	10	11	21							
10,00													
11,00	SPT-7	10 50-10 95	8	9	11	20							
12,00													
12,00	SPT-8	12 00-12 45	10	12	13	25							
13,00													
13,00	SPT-9	13 50-13 95	11	12	15	27							
14,00													
14,00	SPT-10	15 00-15 45	13	14	19	33							
15,00													
DAYANIMLILIK-STRNGTH			AYRIŞMA-WEATHERING			İNCE DANELİ-FINE GRAINED			İRİ DANELİ-COARSE GRAINED				
I	STRONG	I	TAZE	FRESH	N=0-2	ÇOK YUMUŞAK	V SOFT	N=0-4	ÇOK GEVŞEK	V LOOSE			
II	M.STRONG	II	AZ AYRIŞMIŞ	S WEATHERED	N=3-4	YUMUŞAK	SOFT	N=5-10	GEVŞEK	LOOSE			
III	M.WEAK	III	ORTA AYRIŞMIŞ	M WEATHERED	N=5-8	ORTA KATI	M STIFF	N=11-30	ORTA SIKI	M DENSE			
IV	ZAYIF				N=9-15	KATI	STIFF						

Bitkisel Toprak  
0,35 m

~~Az Kumlu KİL~~

Kahve renklerde, çok katı-sert kıvamlı, yüksek plastisiteli, yer yer kum-çakıl bantları içeren, Az Kumlu KİL.



# BURSA JEOLJİ MÜHENDİSLİK VE SONDAJ UYGULAMALARI

SONDAJ LOGU		Sondaj No	SK-1									
Proje Adı		Sayfa No	1									
Nilüfer Belediyesi												
Bursa		Sondaj Tipi	Rotary									
Nilüfer		Sondör	Abdulkadir Karadağ									
Ertuğrul		Mühendis	B. Onur BAŞ									
H21C04C1A/4241/2		X:6656822 Y:608935										
20 metre		Başlangıç Tarihi	24.07.2013									
5,0 m.		Bitiş Tarihi	24.07.2013									
DERİNLİK (m)	NUMUNE CİNSİ	NUMUNE DERİNLİĞİ (m)	STANDART PENETRASYON DENEYİ								AÇIKLAMA	LİTOLOJİ
			DARBE SAYISI				GRAFİK					
			0-15	15-30	30-45	N30	10	20	30	40 40+		
1										0,7 m Dolgu		
2	SPT1	1,5-1,95	6	8	8	16						
3	UD-1	3,00-3,50										
4	SPT2	3,50-3,95	8	10	12	22						
5	SPT3	4,5-4,95	9	12	12	24						
6	SPT4	6,0-6,45	8	10	10	20						
7	SPT5	7,5-7,95	7	9	11	20						
8	SPT6	9,0-9,45	8	10	11	21						
9	SPT7	10,5-10,95	9	9	10	19						
10	SPT8	12,0-12,45	8	8	10	18						
11	SPT9	13,5-13,95	8	9	11	20						
12	SPT10	15,0-15,45	7	8	10	18						
13	SPT11	16,5-16,95	9	12	14	26						
14												
15												
16												
17												





PROJE ADI		YULE HUNIKAR				SONDÖR							
SONDAJ DERİNLİĞİ (m)		15 m				BAŞLAMA TARİHİ							
SONDAJ KOTU (m)		-				10/10/2003							
YERALTI SUYU (m)		-6.70 m				BİTİŞ TARİHİ							
MAKİNA TİPİ / YÖNTEMİ		-				10/10/2003							
		-				KOORDİNAT x							
		-				KOORDİNAT y							
Sonda Derinliği (m)	Numune Çifti	Numune No	STANDART PENETRASYON DENEYİ				ZEMİN SINIFI	ZEMİN TANIMLAMASI	LİTOLOJİ	NAPOT	TCR %	HDO %	
			DARBE SAYISI										GRAFİK
			0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	N							
10	20	30	40	50									
1	SPT		5	5	7	12		1.50	Dolgu				
2	SPT		7	8	9	17							
3	UD	1											
4	SPT		6	8	8	16		CH					
5	SPT		5	6	6	12							
6	SPT		4	5	6	11		CH	siltli kil (kahve renkli)				
7	SPT		4	5	6	11		CH	yas 6.70 m				
8	SPT		7	10	11	21							
9	SPT		8	10	13	23		CL					
10	SPT		8	10	13	23		CL	11-20 m				
11	SPT		2	3	3	6							
12	SPT		2	3	4	7		CL	siltli kil (siyah renkli)				
13	SPT		2	3	4	7		CL					
14	SPT		3	5	4	9							
15	SPT		3	5	4	9			15.45				
16													
17													
18													
19													
20													
21													
22													
23													
24													
25													

ASLİNIN KOPYASIDIR

7.06761 SERİF KARAT  
Jeoloji Mühendisi  
Dip. No:51-745 Oda Sic.No:2360

\* Deney Numunesi

YERAS 1702.971										SONDAJ NO/BORING NO : SK-3										
SONDAJ LOGU/BORING LOG										SAYFA NO/PAGE NO : 1										
PROJE ADI/PROJECT NAME : Hasan GÜLAYAN										SONDÖR/DRILLER : Mehmet ÖLMEZ										
SONDAJ YERİ/BORING LOCATION : Ertuğrul/NİLUFER (Pafta/ada/parsel:H21c04d2b/1043/5)																				
SONDAJ DERİNLİĞİ/BORING DEPTH : 15.45 m										Muhafaza Borusu Der./Casing Depth : 1.50m										
SONDAJ KOTU/ELEVATION : 4.50m										Baş.ve Bitiş Tarihi/Start and Finish Date :18.04.2015										
BAŞTAN SUYU/GRANDWATER: 4.50m										Koordinat/Coordinate(N-S) X : 4454825										
										Koordinat/Coordinate(E-W) Y : 408020										
Depth (m)	Manevra Run	Standart Penetrasyon Deneyi Standart Penetration Test				N	10	20	30	40	50	60	Jeoteknik Tanımlama Geotechnical Description	Profil Profile	Dayanıklılık Strength	Ayrışma Weathering	Kırık/30 cm. Fracture/30 cm.	Korot % Core Recovery %	RQD %	RGP %
		Darbe Sayısı Number Of Blows																		
		0-15 cm	15-30 cm	30-40 cm																
1.50	5	7	10	17																
SPT-1	1.95																			
3.00	9	12	15	27																
SPT-2	4.00																			
4.45																				
UD	4.50	8	9	12	21															
SPT-3	4.95																			
6.00	9	9	14	23																
SPT-4	6.45																			
7.50	9	12	15	27																
SPT-5	7.95																			
9.00	8	11	14	25																
SPT-6	9.45																			
10.50	9	13	14	27																
SPT-7	10.95																			
12.00	8	11	16	27																
SPT-8	12.45																			
13.50	11	12	17	29																
SPT-9	13.95																			
15.00	10	14	19	33																
SPT-10	15.45																			
DAYANIMLIK-STRENGTH					AYRIŞMA-WEATHERING					İNCE DANELİ-FINE GRAINED					İRİ DANELİ-COARSE GRAINED					

ASV MÜHENDİSLİK										SONDAJ NO/BORING NO: SK-3						
SONDAJ LOGU/BORING LOG										SAYFA NO/PAGE NO: 1						
SONDAJ ADI/PROJECT NAME: MURDUM PETROL NAK.										SONDÖR/DRILLER: Erhan ALTAY						
SONDAJ YERİ/BORING LOCATION: ÖZLUCE/NİLUFER										Muhafaza Borusu Derinliği/Casing Depth:						
SONDAJ ADA, PARSEL: H21C04D1A/2303/3										Baş. ve Bitiş Tarihi/Start and Finish Date: 06.10.2013						
SONDAJ DERİNLİĞİ/BORING DEPTH: 15,45 m										Koordinat/Coordinate (N-S) X: 4454591						
SONDAJ KOTU/ELEVATION:										Koordinat/Coordinate (E-W) Y: 406435						
KALTI SUYU/GRANDWATER: 3.00 m																
Derinlik (m) Depth (m)	Manevra PUN	Standart Penetrasyon Deneyi Standart Penetration Test				Grafik Graph	Jeoteknik Tanımlama Geotechnical Description	Profil	Dayanımlilik	Ayrışma	F114/30 cm.	Faret 3	RQD %			
		Darbe Sayısı Number Of														
		0-30	30-45	45-60	60-75	N	10	20	30	40						
1																
2	SPT-1	1,50-1,95	3	3	5	8										
3	UD	3,00-3,45														
4																
5	SPT-2	4,50-4,95	8	10	12	22										
6																
7	SPT-3	6,00-6,45	7	9	10	19										
8																
9	SPT-4	7,50-7,95	5	7	9	16										
10																
11	SPT-5	9,00-9,45	6	8	11	19										
12																
13	SPT-6	10,50-10,95	7	8	9	17										
14																
15	SPT-7	12,00-12,45	8	9	9	18										
16																
17	SPT-8	13,50-13,95	7	7	9	16										
18																
19	SPT-9	15,00-15,45	10	9	14	23										
20																
KUYU SONU										15,45 m						

BURZEM LTD.ŞTİ.										SONDAJ NO/BORING NO : SK-4				
SONDAJ LOGU/BORING LOG										SAYFA NO/PAGE NO : 1				
PROJE ADI/PROJECT NAME : SUAT ALYÜZ ve HİSSEDARLARI										SONDÖR/DRILLER : M. ÖLMEZ				
SONDAJ YERİ/BORING LOCATION : NİLÖFER - ERTUĞRUL - H21C.04C.2C / 3430 / 1										Mühafaza Derinliği/Casing Depth :				
KILOMETRE/KILOMETER :										Baş. ve Bitiş Tarihi/Start and Finish Date : 01.02.2014				
SONDAJ DERİNLİĞİ/BORING DEPTH : 15.45 m.										Koordinat/Coordinate (N-S) X : 4454359				
SONDAJ KOTU/ELEVATION :										Koordinat/Coordinate (E-W) Y : 410160				
YERALTI SUYU/GRANDWATER : 4.50 m.														
Derinlik (m) Depth (m)	Mühafaza Çiğni Sample Type	Manevra Run	Standart Penetrasyon Deneyi Standart Penetration Test				Grafik Graph	Jeoteknik Tanımlama Geotechnical Description	Profil Profile	Dayanıklılık Strength	Ayrışma Weathering	Kırık/30 cm. Fracture/30 cm.	Korot Core Recovery	RQD RQD
			Darbe Sayısı Number Of Blows											
			0-15	15-30	30-45	N	10 20 30 40 50							
1.4														
1.95			5	5	7	12								
3						UD								
3.45			6	7	7	14								
4.5														
4.95			7	10	13	23								
6														
6.45			9	9	14	23								
7.5														
7.95			50/5											
9														
9.45			26	50/7										
10.5														
10.95			15	23	34									
12														
12.45			11	13	16	29								
13.5														
13.95			14	16	18	34								
15														
15.45			15	20	22	27								

SONLU		BTG İNŞ. PETROL ÜRÜNLERİ		ERHAN ALTAY									
PROJE ADI/PROJECT NAME :		ÖZLÜCE/NİLÜFER		TEKS. GIDA. TAŞIMACILIK SAN. TİC. LTD. ŞTİ.									
BORDAJ YERİ/BORING LOCATION :		H21C04D1B/2371/1		Muhafaza Borusu Derinliği/Casing Depth :									
BAFTA, ADA, PARSEL :		19,95 m		Baş. ve Bitiş Tarihi/Start and Finish Date :									
BORDAJ DERİNLİĞİ/BORING DEPTH :		3,00 m		14.02.2014									
BORDAJ KOTU/ELEVATION :		Koordinat/Coordinate (N-S) X :		4454871									
DERİNLİĞİ SUYU/GROUNDWATER :		Koordinat/Coordinate (E-W) Y :		407421									
Derinlik (m)	Materyal	Standart İmpedimantasyon Testi				Grafik	Jeoteknik Tanımlama	Profil	Dayanım Gücü	Açıklama	Kütük/30 cm.	Kütük 1	Kütük 2
		Darbe Sayısı											
		Number of											
		Blows				10 20 30 40							
1							Bitkisel toprak						
2	SPT-1	1,50-1,95	10	12	15	27	KİL Koyu kahve, yeşilimsi renkli, çok katı-sert kıvamda, az çakıllı, az kumlu, siltli KİL.						
3	SPT-2	3,00-3,45	10	13	16	29							
4													
5	SPT-3	4,50-4,95	8	11	16	27							
6	SPT-4	6,00-6,45	16	18	22	40							
7													
8	SPT-5	7,50-7,95	14	17	22	39							
9													
10	SPT-6	9,00-9,45	16	19	26	46							
11	SPT-7	10,50-10,95	8	10	8	18							
12													
13	SPT-8	12,00-12,45	13	11	18	29							
14	SPT-9	13,50-13,95	18	23	32	>50	KUM Açık kahve-kahve renkli, çok sıkı yapılı, çakıllı, siltli, kumlu KUM						
15													
16	SPT-10	15,00-15,45	19	33	27	>50							
17													
18	SPT-11	16,50-16,95	8	10	13	23	KİL Açık kahve-yeşilimsi renkli, çok katı-sert kıvamda, az çakıllı, az kumlu, siltli KİL.						
19													
20	SPT-12	18,00-18,45	10	12	15	27							
	SPT-13	19,50-19,95	12	14	17	31							
KUYU SONU							19,95 m						

**JAS LTD.ŞTİ.**  
**SONDAJ LOGU / BORING LOG**

SONDAJ NO / BORING NO: SK 3  
SAYFA NO / PAGE NO: 1  
SONDOR / DRILLER: Mustafa KARAGULLE

PROJE ADI / PROJECT NAME: MURAT ŞENGEZER VE HISS  
BORING YERİ / BORING LOCATION: ÖZLUCE/BURSA  
BORING DERİNLİĞİ / BORING DEPTH: 15.45 m  
Muhafaza Borusu Derinliği / Casing Depth: H21C04D1D/2452/2  
Baş Ve Bitiş Tarihi/Start and Finish Date: 9.00 m  
ELEVASYON: 2.85 m  
Koordinat/Coordinate(N-S) X: 12.04.14  
Koordinat/Coordinate(N-S) Y: 4454318  
STANDART PENETRASYON DENEYİ / STANDART PENETRATION TEST: 406464

DERİNLİK / DEPTH (m)	SPT	DARBE SAYISI / NUMBER OF BLOWS				N <sub>60</sub>	GRAFIK / GRAPH	JEOTEKNİK TANIMLAMA / GEOTECHNICAL DESCRIPTION	DOLGU MALZEMESİ / FILL MATERIAL	DAYANIMLIK STRENGTH / AYRISMA / WEATHERING	KORUMASIZ DERİNLİK / CORE RECOVERY %	KAROT NO / ROD N°
		0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	45-60 cm							
1.50	SPT-1	7	13	16	29							
2.00	SPT-2	6	15	22	37							
3.45	SPT-3	6	12	16	28							
4.50	SPT-4	6	10	12	22							
5.45	SPT-5	6	10	14	24							
7.95	SPT-6	7	11	15	26							
9.45												

**Doğu Malzemesi**

**Az Kumlu Siltli KİL**  
Açık kahve, yeşilimsi renkli.  
Çok katı-sert kıvamlı, yer yer çakıl ve kum arabantıları içerenli.  
Az Kumlu Siltli KİL.

**Çakıllı Kumlu Siltli KİL**

IRI DANELİ-COARSE GRAINED

Geonorm		SONDAJ NO/BORING NO : SK-2											
SONDAJ LOGU/BORING LOG		SAYFA NO/PAGE NO :											
PROJE ADI/PROJECT NAME : Özlüce Kültür Evi Jeoteknik Etüdü		SONDÖR/DRILLER : Cengiz BOZDAĞ											
SONDAJ YERİ/BORING LOCATION : Özlüce		Muhafaza Borusu Der./Casing Depth : 1.50m											
KİLOMETRE/KILOMETER :-		Baş.ve Bitiş Tarihi/Start and Finish Date : 26.09.2014-29.09.2014											
SONDAJ DERİNLİĞİ/BORING DEPTH : 15.00 m		Koordinat/Coordinate(N-S) X : 4455884											
SONDAJ KOTU/ELEVATION : 55m		Koordinat/Coordinate(E-W) Y : 662261											
YERALTI SUYU/GRANDWATER : 4.5m													
Derinlik (m) Depth (m)	Numune Cinsi Sample Type	Manevra Run	Standart Penetrasyon Deneyi Standart Penetration Test				Jeoteknik Tanımlama Geotechnical Description	Profil Profile	Dayanıklılık Strength	Ayrışma Weathering	Kırık/30 cm. Fracture/30 cm.	Korot % Core Recovery %	RQD %
			Darbe Sayısı Number Of Blows			Grafik Graph							
			0-15 cm	15-30 cm	30-40 cm	N	10 20 30 40						
1		1.50						Doğal Dolgu Malzemesi					
2	SPT-1		6	7	8	15		1.50 m					
		1.95											
3		3.00						Düşük Plastisiteli Kil					
4	SPT-2		3	5	7	12							
		3.45											
5		4.50						Kahve, açık kahve renkli, kabı-çok kabı kıvamli, az çakıllı, kumlu, siltli, orta-düşük plastisiteli kil içenklidir.					
6	SPT-3		6	6	7	13							
		4.92											
7		6.00											
8	SPT-4		4	5	12	17							
		6.45											
9		7.50											
10	SPT-5		6	7	14	21							
		7.76											
11		9.00											
12	SPT-6		8	10	15	25							
		9.45											
13		10.50											
14	SPT-7		10	11	11	22							
		10.95											
15		12.00											
16	SPT-8		11	14	18	32		12.00 m					
		12.45											
17		13.00						Killi Çakıl					
18	UD-1		12	16	20	36							
		13.5						Açık kahve-yeşilimsi renkli, sıkı yapılı, siltli, kumlu, killi çakıl içenklidir.					
19		15.00											
20	SPT-10		9	17	29	46		15.00 m					









### DENEY SONUÇ RAPORU

Proje Adı : KUBILAY HÜSEYİN ÖNDÜL ve HISS.  
Ayrıca Yer : ERTÜRKÜL / NİLİFER  
Pafta / Ada / Parsel : H21C04A3D / 1090 / 1  
Numune Giri Tarihi : 20.06.2013

Firma Adı : DAFRA MCH  
Boyutluk No : 4734532  
Laboratuvar No : ZM130060-177  
Rapor Tarihi : 22.07.2013  
Deneyi Yapan : EMRAH TAŞDEMİR  
Deney Standardı : TS 1500/TS 1900/12

NUMUNE	RASMI BİNA EKİR V/ ONDAL	DERİNLİK (m)	ÖZGÜL AĞ.		DOĞAL BİRİM HACİM AĞIRLIK		KURU BİRİM HACİM AĞIRLIK		SU İÇERİĞİ		ELEK ANALİZİ		ATTERBERG LİMLİLERİ			HİDROMETRE		ZEMİN SINIFI	KOMPANSİYON		KALİBRASYON TASMA ORANI (CR)		PERMEABİLİTE		KONSOLIDASYON			DAYANIM DENEYLERİ			NOKTA YÜKLEME ANİZOTROPİ İNDEKSİ						
			Ga	Ba	Ba	Ba	W <sub>s</sub>	+10 No/20 No	N <sub>d</sub>	LL	PL	PI	SH (75-200)	KU (<2µm)	P <sub>max</sub>	W <sub>sp</sub>	95%		100%	k <sub>v</sub>	m	P <sub>v</sub>	Stres yükselişi	q <sub>v</sub>	E	ε	ε	ε	ε	L <sub>50</sub>							
SK-4	SPT-5	7.50-7.95																CH																			
SK-4	SPT-8	12.00-12.45																SC																			
SK-4	SPT-11	16.50-16.95																CH																			
SK-5	SPT-2	3.00-3.45																CH																			
SK-5	SPT-5	7.50-7.95																CI																			
SK-5	SPT-9	13.50-13.95																CH																			
SK-6	SPT-2	3.00-3.45																CH																			
SK-6	SPT-4	6.00-6.45																CH																			
SK-6	SPT-8	12.00-12.45																CH																			

Not: Numunenin numunesi alan kişilerden istenilen numuneler ve deney raporları sadece numuneler için geçerlidir. Bu rapor dışındaki her bilginin, laboratuvarın yasal sorumluluğunda değildir. Herhangi bir soru veya itiraz için lütfen aşağıdaki telefon numaralarıyla iletişime geçiniz.

# PROTEST

İNŞAAT ARAŞTIRMA & TEST MENKEZİ SAN. VE TİC.AŞ.

SOZLEŞME NO : 44  
MİLLİ SANAYİ VE TİCARET BAKANLIĞI

NUMUNENİN YENİ : ÖZLUCE  
AdıP:malparşel: 986H21G04K2Zd16  
TARİHİ(Yazdır) : 28.10.03



SIRA NO.	NUMUNENİN		Derinlik (m.)	Dare Dağılımı (%)	Astenberg Limitleri (%)	SİNİF	Özellik	Tebii	Su	Dona Derinlikleri			Sırt	Üç Ekseni	Proctor	Tebii	Tebii			
	Lab No	Sondaj Numune No								4+200 geçen	LL	PL						PI	Agirlik	Orta
							Agirlik	Orta	Orta	5 tur	5 tur	5 tur	Orta	q(u)	c	Max	Opt	Oran	Proctor	Yüzey
1	1059	SK-1	SPT-1	150-1-95	9	44	29	17	12	SC	13.90	15.80	23.20	23.20	23.20	23.20	23.20	23.20	23.20	23.20
2	1059	SK-1	SPT-3	450-4-95	1	90	64	21	43	CH	30.90	24.00	23.80	19.80	19.80	19.80	19.80	19.80	19.80	19.80
3	1059	SK-1	SPT-5	750-7-95	0	66	39	19	20	CL	22.30	23.80	23.80	23.80	23.80	23.80	23.80	23.80	23.80	23.80
4	1059	SK-1	SPT-6	950-9-95	0	90	51	20	31	CH	31.90	22.70	22.70	22.70	22.70	22.70	22.70	22.70	22.70	22.70
5	1059	SK-2	UD	300-3-50	3	72	51	16	36	CH	22.70	22.70	22.70	22.70	22.70	22.70	22.70	22.70	22.70	22.70
6	1059	SK-2	SPT-5	750-7-95	1	82	51	18	33	CH	27.30	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
7	1059	SK-2	SPT-7	1050-10-95	0	60	42	20	22	CL	20.00	32.70	32.70	32.70	32.70	32.70	32.70	32.70	32.70	32.70
8	1059	SK-2	SPT-9	1350-13-95	3	84	46	17	29	CL	32.70	15.80	23.20	23.20	23.20	23.20	23.20	23.20	23.20	23.20
9	1050	SK-3	SPT-2	300-3-45	17	50	36	15	21	SC-CL	15.80	23.20	23.20	23.20	23.20	23.20	23.20	23.20	23.20	23.20
10	1059	SK-3	SPT-3	450-4-95	1	87	39	18	21	CL	23.20	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00
11	1059	SK-3	SPT-6	900-9-45	0	93	55	19	36	CH	24.00	23.80	23.80	23.80	23.80	23.80	23.80	23.80	23.80	23.80
12	1059	SK-3	SPT-8	1200-12-45	0	91	50	22	28	CH-CL	23.80	16.20	16.20	16.20	16.20	16.20	16.20	16.20	16.20	16.20
13	1059	SK-3	SPT-10	1500-15-45	15	57	40	17	23	CL	16.20	15.90	26.80	19.80	19.80	19.80	19.80	19.80	19.80	19.80
14	1059	SK-4	SPT-1	150-1-95	1	81	42	22	20	CL	15.90	26.80	26.80	26.80	26.80	26.80	26.80	26.80	26.80	26.80
15	1059	SK-4	SPT-2	300-3-45	1	86	47	18	29	CL	26.80	19.80	19.80	19.80	19.80	19.80	19.80	19.80	19.80	19.80
16	1059	SK-4	SPT-5	750-7-95	2	54	36	16	22	SC	19.80	32.10	32.10	32.10	32.10	32.10	32.10	32.10	32.10	32.10
17	1059	SK-4	SPT-6	950-9-90	0	88	55	18	37	CH	32.10									
18																				
19																				
20																				
21																				
22																				

PROTEST YAPIL ARASTIRMA VE TEST MENKEZI TICARET SANAYI A.S.

HISANLIYE MH BARBAROS CD NO: 298  
16130 Nispetiye - BURSA  
Tel: (90 224) 248 83 00 Fax: (90 224) 248 83 02  
E-mail: info@protest.net.tr

NOTLAR: 1 - Deney raporu 8/8 sayfa, kâğıt kullanılmıştır.  
2 - Proje Yapı Araştırma Personeli tarafından alınan numuneler dikkatli numuneleri temsil etmektedir.  
3 - Laboratuvarımız TSE ve Birmelik Başlangıç Laboratuvarı Yeterlik Belgesine sahiptir.

KONTROL VE ONAY  
Kontrol: [Signature]  
Onay: [Signature]

000032



Konak Man. Bldiçö Sok. No:3 16130 NİCİLER -BURSA  
Tel: (90-224) 452 40 90 Fax: (90-224) 451 87 00

LABORATUVARIN ÇİZİM TARİHİ / TEST DELİVERİ DATE: 11.10.2011

Başvuru No: **1849909**

No	NUMUNENİN/OF SAMPLE		Date Doğulim / Gradation (%)		Atterberg Limitleri %		SİME / SINTI (Category)	Sulhuñ / Water Contents (%)	5 Basıñ / Unconfined Pressure (kPa)	Uç Esenil Basıñ / Trial Compression (kPa)	Doğal Birim / Agic Weight (gr)	Kuru Birim / Agic Dry Weight (gr)	Nemlilik / Water Content (%)	Sıvı Basıñ / Liquid Limit (kPa)	Sıvı Basıñ / Liquid Limit (kPa)	Sıvı Basıñ / Liquid Limit (kPa)	Sıvı Basıñ / Liquid Limit (kPa)	Sıvı Basıñ / Liquid Limit (kPa)
	Lab No / Dring	Son No / sample	Derinlik / (m)	Kalan / Geçen	W <sub>L</sub> / W <sub>p</sub>	PI (Category)												
1	1848	SK-3	UD	3,00-3,45	32	29	16	13	SC	14,7								
2	1848	SK-3	SPT-3	4,50-4,95	45	12	NP		GP-GM	12,2								
3	1848	SK-3	SPT-5	7,50-7,95	12	64	48	19	29	CI	26,4							
4	1848	SK-3	SPT-9	13,50-13,95	8	70	39	18	21	CI	26,4							
5	1848	SK-4	SPT-4	6,00-6,45	48	17	NP		GM	11,1								
5	1848	SK-4	SPT-6	9,00-9,45	13	73	45	20	25	CI	28,3							
7	1848	SK-4	SPT-10	15,00-15,45	5	82	41	17	24	CI	20,5							
9																		
10																		
11																		
12																		
13																		
14																		
15																		
16																		
17																		
18																		

Tanımlamalar / Descriptions	Toprak Örneği / Soil Sample		Toprak Örneği / Soil Sample		Toprak Örneği / Soil Sample		Toprak Örneği / Soil Sample		Toprak Örneği / Soil Sample		Toprak Örneği / Soil Sample		Toprak Örneği / Soil Sample		Toprak Örneği / Soil Sample		Toprak Örneği / Soil Sample	
	Lab No / Dring	Son No / sample	Derinlik / (m)	Kalan / Geçen	W <sub>L</sub> / W <sub>p</sub>	PI (Category)	Sulhuñ / Water Contents (%)	5 Basıñ / Unconfined Pressure (kPa)	Uç Esenil Basıñ / Trial Compression (kPa)	Doğal Birim / Agic Weight (gr)	Kuru Birim / Agic Dry Weight (gr)	Nemlilik / Water Content (%)	Sıvı Basıñ / Liquid Limit (kPa)	Sıvı Basıñ / Liquid Limit (kPa)	Sıvı Basıñ / Liquid Limit (kPa)	Sıvı Basıñ / Liquid Limit (kPa)	Sıvı Basıñ / Liquid Limit (kPa)	Sıvı Basıñ / Liquid Limit (kPa)
GN																		
GP																		
GM																		
GC																		

NOTLAR/NOTES: ELIX ANALİZİNDE DÜŞÜK YÖĞÜMLÜKLÜ KARBONATLI DANIŞER GÖZLEMİŞTİR. / THE CARBONATE GRAINS ARE OBSERVED WITH LOW DENSITY IN THE GRANULOMETRIC ANALYSIS. SK-3 UD NUMUNESİNİN GÖZLEMİŞTİR. / THE CARBONATE GRAINS ARE OBSERVED IN SK-3 UD SAMPLE. DENEYSEL GÖZLEMİNİN İSTİSNALARININ YAPILANMAŞTIR. BECAUSE OF THE A SANDY AND GRANULAR STRUCTURE ARE OBSERVED IN SK-3 UD SAMPLE. DENEYSEL GÖZLEMİNİN İSTİSNALARININ YAPILANMAŞTIR. BECAUSE OF THE A SANDY AND GRANULAR STRUCTURE ARE OBSERVED IN SK-3 UD SAMPLE. DENEYSEL GÖZLEMİNİN İSTİSNALARININ YAPILANMAŞTIR. BECAUSE OF THE A SANDY AND GRANULAR STRUCTURE ARE OBSERVED IN SK-3 UD SAMPLE. DENEYSEL GÖZLEMİNİN İSTİSNALARININ YAPILANMAŞTIR. BECAUSE OF THE A SANDY AND GRANULAR STRUCTURE ARE OBSERVED IN SK-3 UD SAMPLE.

**DENEY SONUÇLARI ÖZET RAPORU**

NUMUNENİN PROJE ADI :		SİYAT ALIYUZ		NUMUNENİN ALINDIĞI YER :		ERTÜZÜRLÜ / KILIFER		RAPOR NO : ZN140337	
PARÇA / ADA / PARSEL :		H210KCC / 3430 / 1		DENEY GİRİŞ TARİHİ :		07.02.2014		DENEY ÇIKIŞ TARİHİ : 19.02.2014	
NUMUNENİN		Dene Değişim (%)		Atıf Değişim (%)		SNİF		Su İçeriği (%)	
No	Sortidj	Numune	Denetim	Kabul	geçen	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>
1	337	SK-1	SPT-1	1.50-1.95	24	4.32	32	15	17
2	337	SK-1	SPT-5	7.50-7.95	3	2.89	54	24	30
3	337	SK-2	SPT-3	4.50-4.95	6	3.59	53	24	29
4	337	SK-2	SPT-5	7.50-7.95	34	4.24	38	18	20
5	337	SK-3	UD-1	3.50-4.00	1	1.87	42	20	22
6	337	SK-3	SPT-4	6.00-6.45	0	2.78	56	25	31
7	337	SK-3	SPT-10	15.00-15.45	1	1.86	43	21	22
8	337	SK-4	UD-1	2.50-3.00	1	1.87	61	27	34
9	337	SK-4	SPT-5	7.50-7.95	3	4.51	33	18	15
10	337	SK-4	SPT-9	13.50-13.95	12	1.76	50	22	28
11	337	SK-5	SPT-2	3.00-3.45	2	1.89	34	16	18
12	337	SK-5	SPT-6	9.00-9.45	0	2.40	37	17	20
13	337	SK-6	SPT-3	4.50-4.95	1	1.81	55	22	33
14	337	SK-6	SPT-7	10.50-10.95	12	1.69	56	23	33
15	337	SK-7	SPT-1	1.50-1.95	27	1.34	46	22	24
16	337	SK-7	SPT-7	10.50-10.95	1	1.78	55	23	32
17									

NOTLAR :

- 1- Dene sonuçları yukarıda belirtilen numunelere aittir.
- 2- Bu rapor Dene laboratuvarı için eminal raporudur.
- 3- Fatura formu ve buna ilişkin diğer personel tarafından alınan numuneler dipnotta numuneleri temsil etmemektedir laboratuvarımız sonuğu olarak.

DEKİTİ YAPAN  
**Emrah TAŞDEMİR**  
Jeolojisi Mühendisi  
Etiler, Beşiktaş, İstanbul  
Ofis Sicil No: 13608

ONAYLAYANI  
**Sami DİZMAN**  
Jeolojisi Mühendisi  
Denizli, Denizli  
Ofis Sicil No: 13608

Konak Mah. Bileççi Sok. No:3 16130 Nilüfer-BURSA  
Tel: (90-224) 452 40 90 Fax: (90-224) 451 87 00

LABORATUVARDAN ÇIKIŞ TARİHİ / TEST START DATE: 22.03.2014  
LABORATUVARA GİRİŞ TARİHİ / TEST DELIVERY DATE: 31.03.2014

MÜŞTERİ ADI / CUSTOMER NAME: FAZLEM SANDIÇCIKLIK LTD ŞTİ  
MÜŞTERİ ADRESİ / CUSTOMER ADDRESS: BEŞİRLER MAH. YILDIZLAR CD. 51.0000 BURSA BURSA

Sıra No.	LabNo	Lab Number	Sın. No Drilling Number	Num. No sample Number	Derinlik (m) Depth	Dane Dağılımı Gradation (%)	Aterberg Limitleri %			SİLİF Sınıfı Silt Category	Sıvılık. Water Content W(n)	S.Basınç Unrestricted Pressure q(u)	Üç Eksenli Basınç Triaxial Compression ε	Doğal Birim Ağırlık Natural Unit Weight	Kuru Birim Ağırlık Dry Unit Weight	Nokta Yük Dayanım İndeksi Point load strength index (MPa)	Organik Ağırlık Specific Gravity	Permeabilite Katsayısı Permeability coefficient	Konsolidasyon Etk. Yüzdesi Consolidation Spreme Yüzdesi (%)	Pazaya plate load
							W <sub>L</sub>	W <sub>p</sub>	PI											
1	808	SK-1	SPT-1	1,50-1,95	4	92	42	23	19	CI	32,9									
2	808	SK-1	SPT-3	4,50-4,95	7	87	65	30	35	CH	32,4									
3	808	SK-1	SPT-6	9,00-9,45	9	53	41	18	23	CI	24,3									
4	808	SK-2	UD	2,00-2,50	2	91	61	27	34	CH	29,2	1,83								
5	808	SK-2	SPT-2	3,00-3,45	1	92	68	32	36	CH	33,9									
6	808	SK-2	SPT-5	7,50-7,95	3	87	51	25	26	CH	24,5									
7																				
8																				
9																				
10																				
11																				
12																				
13																				
14																				
15																				
16																				
17																				
18																				

NOTLAR/NOTES: ELEK ANALİZİNDE DÜŞÜK YÜZLÜKLÜK, KARBONATLI DANELEER GÖZLEMLİŞTİR./THE CARBONATE GRAINS ARE OBSERVED WITH LOW DENSITY IN THE GRANULOMETRIC ANALYSIS.

Tanımlamalar/ Descriptions

GW	Düzgün Dane Dağılımı Çakıl / Uniform Gran Distribution Gravel	SW	Düzgün Dane Dağılımı Kum / Uniform Gran Distribution Sand	CL	Düşük Plastisite Kil / Low Plasticity Clay	CH	Yüksek Plastisite Kil / High Plasticity Clay
GP	Uniform Çakıl / Uniform Gravel	SP	Uniform Kum / Uniform Sand	ML	Düşük Plastisite Sıvılaşabilir Çakıl / Low Plasticity Liquid Limit Gravel	NH	Yüksek Plastisite Sıvılaşabilir Çakıl / High Plasticity Liquid Limit Gravel
GM	Silt Çakıllı Gravel	SM	Silt Kumlu Silt Sand	CL	Orta Plastisite Kil / Medium Plasticity Clay	NP	Paslı Çakıl / No Sand
GC	Kil Çakıllı Gravel	SC	Kil Kumlu Gravel	ML	Orta Plastisite Silt / Medium Plasticity Silt	NP	Nemure Yumuşak / Low Plasticity

1- Zemin Deneyi Sonuçları: Sağdır, Kurum Gözlemlenmiştir.  
2- Projesi Yapı Aşımına Mesnetten Başlamadan Alınan Numunelerin Temel Emsalinden İstisna Olunmaz.  
3- Laboratuvarımız Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın 19.02.2007 Tarih ve 20 Nolu Sın Belgeleme Saldığıdır.  
4- Bu rapor yukarıda tanımlanan numune için yapılmıştır ve sonuçları mühür edilmiştir.  
Yardımcı Ad: Dışarı Çıkartma: 18.106.107.1500.1801.1805.1.1803.2.1807.2.1811.1813.1815.1817.1819.1821.1823.1825.1827.1829.1831.1833.1835.1837.1839.1841.1843.1845.1847.1849.1851.1853.1855.1857.1859.1861.1863.1865.1867.1869.1871.1873.1875.1877.1879.1881.1883.1885.1887.1889.1891.1893.1895.1897.1899.1901.1903.1905.1907.1909.1911.1913.1915.1917.1919.1921.1923.1925.1927.1929.1931.1933.1935.1937.1939.1941.1943.1945.1947.1949.1951.1953.1955.1957.1959.1961.1963.1965.1967.1969.1971.1973.1975.1977.1979.1981.1983.1985.1987.1989.1991.1993.1995.1997.1999.2001.2003.2005.2007.2009.2011.2013.2015.2017.2019.2021.2023.2025.2027.2029.2031.2033.2035.2037.2039.2041.2043.2045.2047.2049.2051.2053.2055.2057.2059.2061.2063.2065.2067.2069.2071.2073.2075.2077.2079.2081.2083.2085.2087.2089.2091.2093.2095.2097.2099.2101.2103.2105.2107.2109.2111.2113.2115.2117.2119.2121.2123.2125.2127.2129.2131.2133.2135.2137.2139.2141.2143.2145.2147.2149.2151.2153.2155.2157.2159.2161.2163.2165.2167.2169.2171.2173.2175.2177.2179.2181.2183.2185.2187.2189.2191.2193.2195.2197.2199.2201.2203.2205.2207.2209.2211.2213.2215.2217.2219.2221.2223.2225.2227.2229.2231.2233.2235.2237.2239.2241.2243.2245.2247.2249.2251.2253.2255.2257.2259.2261.2263.2265.2267.2269.2271.2273.2275.2277.2279.2281.2283.2285.2287.2289.2291.2293.2295.2297.2299.2301.2303.2305.2307.2309.2311.2313.2315.2317.2319.2321.2323.2325.2327.2329.2331.2333.2335.2337.2339.2341.2343.2345.2347.2349.2351.2353.2355.2357.2359.2361.2363.2365.2367.2369.2371.2373.2375.2377.2379.2381.2383.2385.2387.2389.2391.2393.2395.2397.2399.2401.2403.2405.2407.2409.2411.2413.2415.2417.2419.2421.2423.2425.2427.2429.2431.2433.2435.2437.2439.2441.2443.2445.2447.2449.2451.2453.2455.2457.2459.2461.2463.2465.2467.2469.2471.2473.2475.2477.2479.2481.2483.2485.2487.2489.2491.2493.2495.2497.2499.2501.2503.2505.2507.2509.2511.2513.2515.2517.2519.2521.2523.2525.2527.2529.2531.2533.2535.2537.2539.2541.2543.2545.2547.2549.2551.2553.2555.2557.2559.2561.2563.2565.2567.2569.2571.2573.2575.2577.2579.2581.2583.2585.2587.2589.2591.2593.2595.2597.2599.2601.2603.2605.2607.2609.2611.2613.2615.2617.2619.2621.2623.2625.2627.2629.2631.2633.2635.2637.2639.2641.2643.2645.2647.2649.2651.2653.2655.2657.2659.2661.2663.2665.2667.2669.2671.2673.2675.2677.2679.2681.2683.2685.2687.2689.2691.2693.2695.2697.2699.2701.2703.2705.2707.2709.2711.2713.2715.2717.2719.2721.2723.2725.2727.2729.2731.2733.2735.2737.2739.2741.2743.2745.2747.2749.2751.2753.2755.2757.2759.2761.2763.2765.2767.2769.2771.2773.2775.2777.2779.2781.2783.2785.2787.2789.2791.2793.2795.2797.2799.2801.2803.2805.2807.2809.2811.2813.2815.2817.2819.2821.2823.2825.2827.2829.2831.2833.2835.2837.2839.2841.2843.2845.2847.2849.2851.2853.2855.2857.2859.2861.2863.2865.2867.2869.2871.2873.2875.2877.2879.2881.2883.2885.2887.2889.2891.2893.2895.2897.2899.2901.2903.2905.2907.2909.2911.2913.2915.2917.2919.2921.2923.2925.2927.2929.2931.2933.2935.2937.2939.2941.2943.2945.2947.2949.2951.2953.2955.2957.2959.2961.2963.2965.2967.2969.2971.2973.2975.2977.2979.2981.2983.2985.2987.2989.2991.2993.2995.2997.2999.3001.3003.3005.3007.3009.3011.3013.3015.3017.3019.3021.3023.3025.3027.3029.3031.3033.3035.3037.3039.3041.3043.3045.3047.3049.3051.3053.3055.3057.3059.3061.3063.3065.3067.3069.3071.3073.3075.3077.3079.3081.3083.3085.3087.3089.3091.3093.3095.3097.3099.3101.3103.3105.3107.3109.3111.3113.3115.3117.3119.3121.3123.3125.3127.3129.3131.3133.3135.3137.3139.3141.3143.3145.3147.3149.3151.3153.3155.3157.3159.3161.3163.3165.3167.3169.3171.3173.3175.3177.3179.3181.3183.3185.3187.3189.3191.3193.3195.3197.3199.3201.3203.3205.3207.3209.3211.3213.3215.3217.3219.3221.3223.3225.3227.3229.3231.3233.3235.3237.3239.3241.3243.3245.3247.3249.3251.3253.3255.3257.3259.3261.3263.3265.3267.3269.3271.3273.3275.3277.3279.3281.3283.3285.3287.3289.3291.3293.3295.3297.3299.3301.3303.3305.3307.3309.3311.3313.3315.3317.3319.3321.3323.3325.3327.3329.3331.3333.3335.3337.3339.3341.3343.3345.3347.3349.3351.3353.3355.3357.3359.3361.3363.3365.3367.3369.3371.3373.3375.3377.3379.3381.3383.3385.3387.3389.3391.3393.3395.3397.3399.3401.3403.3405.3407.3409.3411.3413.3415.3417.3419.3421.3423.3425.3427.3429.3431.3433.3435.3437.3439.3441.3443.3445.3447.3449.3451.3453.3455.3457.3459.3461.3463.3465.3467.3469.3471.3473.3475.3477.3479.3481.3483.3485.3487.3489.3491.3493.3495.3497.3499.3501.3503.3505.3507.3509.3511.3513.3515.3517.3519.3521.3523.3525.3527.3529.3531.3533.3535.3537.3539.3541.3543.3545.3547.3549.3551.3553.3555.3557.3559.3561.3563.3565.3567.3569.3571.3573.3575.3577.3579.3581.3583.3585.3587.3589.3591.3593.3595.3597.3599.3601.3603.3605.3607.3609.3611.3613.3615.3617.3619.3621.3623.3625.3627.3629.3631.3633.3635.3637.3639.3641.3643.3645.3647.3649.3651.3653.3655.3657.3659.3661.3663.3665.3667.3669.3671.3673.3675.3677.3679.3681.3683.3685.3687.3689.3691.3693.3695.3697.3699.3701.3703.3705.3707.3709.3711.3713.3715.3717.3719.3721.3723.3725.3727.3729.3731.3733.3735.3737.3739.3741.3743.3745.3747.3749.3751.3753.3755.3757.3759.3761.3763.3765.3767.3769.3771.3773.3775.3777.3779.3781.3783.3785.3787.3789.3791.3793.3795.3797.3799.3801.3803.3805.3807.3809.3811.3813.3815.3817.3819.3821.3823.3825.3827.3829.3831.3833.3835.3837.3839.3841.3843.3845.3847.3849.3851.3853.3855.3857.3859.3861.3863.3865.3867.3869.3871.3873.3875.3877.3879.3881.3883.3885.3887.3889.3891.3893.3895.3897.3899.3901.3903.3905.3907.3909.3911.3913.3915.3917.3919.3921.3923.3925.3927.3929.3931.3933.3935.3937.3939.3941.3943.3945.3947.3949.3951.3953.3955.3957.3959.3961.3963.3965.3967.3969.3971.3973.3975.3977.3979.3981.3983.3985.3987.3989.3991.3993.3995.3997.3999.4001.4003.4005.4007.4009.4011.4013.4015.4017.4019.4021.4023.4025.4027.4029.4031.4033.4035.4037.4039.4041.4043.4045.4047.4049.4051.4053.4055.4057.4059.4061.4063.4065.4067.4069.4071.4073.4075.4077.4079.4081.4083.4085.4087.4089.4091.4093.4095.4097.4099.4101.4103.4105.4107.4109.4111.4113.4115.4117.4119.4121.4123.4125.4127.4129.4131.4133.4135.4137.4139.4141.4143.4145.4147.4149.4151.4153.4155.4157.4159.4161.4163.4165.4167.4169.4171.4173.4175.4177.4179.4181.4183.4185.4187.4189.4191.4193.4195.4197.4199.4201.4203.4205.4207.4209.4211.4213.4215.4217.4219.4221.4223.4225.4227.4229.4231.4233.4235.4237.4239.4241.4243.4245.4247.4249.4251.4253.4255.4257.4259.4261.4263.4265.4267.4269.4271.4273.4275.4277.4279.4281.4283.4285.4287.4289.4291.4293.4295.4297.4299.4301.4303.4305.4307.4309.4311.4313.4315.4317.4319.4321.4323.4325.4327.4329.4331.4333.4335.4337.4339.4341.4343.4345.4347.4349.4351.4353.4355.4357.4359.4361.4363.4365.4367.4369.4371.4373.4375.4377.4379.4381.4383.4385.4387.4389.4391.4393.4395.4397.4399.4401.4403.4405.4407.4409.4411.4413.4415.4417.4419.4421.4423.4425.4427.4429.4431.4433.4435.4437.4439.4441.4443.4445.4447.4449.4451.4453.4455.4457.4459.4461.4463.4465.4467.4469.4471.4473.4475.4477.4479.4481.4483.4485.4487.4489.4491.4493.4495.4497.4499.4501.4503.4505.4507.4509.4511.4513.4515.4517.4519.4521.4523.4525.4527.4529.4531.4533.4535.4537.4539.4541.4543.4545.4547.4549.4551.4553.4555.4557.4559.4561.4563.4565.4567.4569.4571.4573.4575.4577.4579.4581.4583.4585.4587.4589.4591.4593.4595.4597.4599.4601.4603.4605.4607.4609.4611.4613.4615.4617.4619.4621.4623.4625.4627.4629.4631.4633.4635.4637.4639.4641.4643.4645.4647.4649.4651.4653.4655.4657.4659.4661.4663.4665.4667.4669.4671.4673.4675.4677.4679.4681.4683.4685.4687.4689.4691.4693.4695.4697.4699.4701.4703.4705.4707.4709.4711.4713.4715.4717.4719.4721.4723.4725.4727.4729.4731.4733.4735.4737.4739.4741.4743.4745.4747.4749.4751.4753.4755.4757.4759.4761.4763.4765.4767.4769.4771.4773.4775.4777.4779.4781.4783.4785.4787.4789.4791.4793.4795.4797.4799.4801.4803.4805.4807.4809.4811.4813.4815.4817.4819.4821.4823.4825.4827.4829.4831.4833.4835.4837.4839.4841.4843.4845.4847.4849.4851.4853.4855.4857.4859.4861.4863.4865.4867.4869.4871.4873.4875.4877.4879.4881.4883.4885.4887.4889.4891.4893.4895.4897.4899.4901.4903.4905.4907.4909.4911.4913.4915.4917.4919.4921.4923.4925.4927.4929.4931.4933.4935.4937.4939.4941.4943.4945.4947.4949.4951.4953.4955.4957.4959.4961.4963.4965.4967.4969.4971.4973.4975.4977.4979.4981.4983.4985.4987.4989.4991.4993.4995.4997.4999.5001.5003.5005.5007.5009.5011.5013.5015.5017.5019.5021.5023.5025.5027.5029.5031.5033.5035.5037.5039.5041.5043.5045.5047.5049.5051.5053.5055.5057.5059.5061.5063.5065.5067.5069.5071.5073.5075.5077.5079.5081.5083.5085.5087.5089.5091.5093.5095.5097.5099.5101.5103.5105.5107.5109.5111.511



MÜHÜRÜNÜN RÖLE NO :

MÜHÜRÜNÜN ALINDIĞI YER :

DENEY GİRİŞ TARİHİ :

DEĞERLENDİRME TARİHİ :

DEĞER ÇIKIŞ TARİHİ :

RAPOR NO : ZM140973

BRNİ : 6145026 /

PARÇA / ADI / PROSESİ :

HAZIRLADICI / ZARF / 2

14.04.2014

17.04.2014

A	Sıra No	Sıra No	Denetim (m)	+10 <sup>+</sup> -10 <sup>-</sup> Kapan geçen	Araç Değişim Alanı (mm)			SINIF	Su İçerme (mm)	Tahiri (mm)	Kuru (mm)	Doğul (mm)	Boşluk (mm)	Doğruluk (%)	KONSOLIDASYON			DİYAPHRAN DEĞERLERİ			NOKTA İNDEKSİ	SINIF TAKILMASI			
					W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	L <sub>1</sub>								W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	G <sub>s</sub>	e	S	m <sub>v</sub>			P <sub>c</sub>	Şişme %	Değeri
1	1073	SK-1	SPT-3	450-455	15	75	54	22	32	CH	24,90												GP	Doğru Dere Değişim Kum	
2	1073	SK-1	SPT-5	750-755	5	91	56	22	34	CH	30,70													GM	SPT Çakı
3	1073	SK-1	SPT-7	1050-1055	2	86	59	23	30	CH	27,90													GC	Gül Çakı
4	1073	SK-1	SPT-9	1350-1355	4	65	45	21	24	CI	27,70													SW	Doğru Dere Değişim Kum
5	1073	SK-2	SPT-1	150-195	0	93	60	28	35	CH	31,30													SP	Uniform Kum
6	1073	SK-2	SPT-3	450-495	4	94	61	25	36	CH	34,40													SM	SPT Kum
7	1073	SK-2	SPT-6	900-945	4	84	58	23	35	CH	29,10													SC	Kül Kum
8	1073	SK-2	SPT-8	1200-1245	4	92	62	26	36	CH	30,80													CL	Doğru Fazlı Kum
9	1073	SK-3	SPT-2	300-345	39	16				SM	10,30													ML	Doğru Fazlı Kum
10	1073	SK-3	SPT-5	750-795	7	87	44	21	23	CI	23,30													CI	Orta Fazlı Kum
11	1073	SK-3	SPT-7	1050-1095	4	91	46	22	24	CI	28,90													MI	Orta Fazlı Kum
12	1073	SK-3	SPT-9	1350-1395	2	81	48	22	25	CI	17,80													CH	Yüksek Fazlı Kum
13	1073	SK-4	SPT-3	450-495	10	84	58	23	35	CH	24,00													MH	Yüksek Fazlı Kum
14	1073	SK-4	SPT-5	750-795	9	85	45	20	25	CI	28,30													PT	Tulu
15	1073	SK-4	SPT-8	1200-1245	2	95	56	24	32	CH	27,80													MV	Milimetre Tulu
16	1073	SK-4	SPT-10	1500-1545	4	80	53	23	30	CH	25,80													FAKODU	
17	1073	SK-4	SPT-12	1800-1845	5	53	34	18	16	CI	24,40														

NOTLAR:  
1- Deneyler, ilgili standartlara göre yapılmıştır.  
2- Su içeriği, deneyden önce ve sonra ölçülmüştür.  
3- Su içeriği ve su oranı, 40°C sıcaklıkta kurularak tespit edilmiştir. Nemli örneklerin nem oranları, nem ölçümüne tabi tutulmuştur.

DEĞERLENDİRME  
F. ERGİL  
Jenel Müdürlüğü  
Laboratuvar Şefi  
ÖZGÜR ERGİL

OKUYAN  
F. ERGİL  
Jenel Müdürlüğü  
Laboratuvar Şefi  
ÖZGÜR ERGİL

Değer No: ZC810

Selamet Mh. Dr. Sadık Ahmet Cd. No: 20/C Osmangazi / BURSA Tel.: 0224 256 00 81 Fax: 0224 256 00 83



## ÖZGEÇM

Adı Soyadı : Hayrullah Can SAHİN  
Doğum Yeri ve Tarihi : Malatya - 1990  
Yabancı Dil : İngilizce

### Eğitim Durumu

Lise : Bursa Hasan Âli Yücel Lisesi (2004 - 2007)  
Lisans : Balıkesir Üniversitesi İnşaat Mühendisliği (2008 - 2012)  
Yüksek Lisans : Bursa Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü  
İletme (MBA) (2013 - 2014)  
Yüksek Lisans : Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat  
Mühendisliği Anabilim Dalı (2014 - 2019)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar : Korum Yapı Denetim – Kontrol Müh. (2013 – 2015)  
PROM A.Ş. – Saha Mühendisi (2015 – 2016)  
Rönesans Holding – Saha Kısmı Şefi (2016 – 2017)  
Reform Yapı Denetim – Firma Sahibi (2017 - )

İletim (e-posta) : hayrullahcansahin@gmail.com