



**T.C.
MEHMET AKİF ERSOY ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MALZEME TEKNOLOJİLERİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**BURDUR İLİ YERLEŞİM ALANININ ZEMİN
SIVILAŞMA ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

Abdurrahman ARIKAN

BURDUR, 2018

**T.C.
MEHMET AKİF ERSOY ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MALZEME TEKNOLOJİLERİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**BURDUR İLİ YERLEŞİM ALANININ ZEMİN
SIVILAŞMA ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

Abdurrahman ARIKAN

Danışman: Yrd. Doç. Dr. İbrahim İskender SOYASLAN

BURDUR, 2018

YÜKSEK LİSANS JÜRİ ONAY FORMU

Abdurrahman ARIKAN tarafından Yrd. Doç. Dr. İbrahim İskender SOYASLAN yönetiminde hazırlanan “Burdur İli Yerleşim Alanının Zemin Sıvılaşma Özelliklerinin Belirlenmesi” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 22 /12 / 2017

Yrd. Doç. Dr. İ. İskender SOYASLAN (Başkan)
Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi.....(İmza)

Yrd. Doç. Dr. Hüseyin Hakan İNCE (Jüri Üyesi)
Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi.....(İmza)

Yrd. Doç. Dr. Cenk ÖCAL (Jüri Üyesi)
Süleyman Demirel Üniversitesi.....(İmza)

ONAY

Bu Tez, Enstitü Yönetim Kurulu'nun _____ Tarih ve _____ Sayılı Kararı ile Kabul Edilmiştir.

(İmza)

.....
Doc. Dr. Ayşe Gül MUTLU GÜLMEMİŞ

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uyarınca Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum **“Burdur İli Yerleşim Alanının Zemin Sıvılaşma Özelliklerinin Belirlenmesi”** başlıklı bu tezin;

- Kendi çalışmam olduğunu,
- Sunduğum tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgeleri bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde ettiğimi,
- Bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara atıf yaptığımı ve bunları kaynaklar listesinde usulüne uygun olarak verdiğimi,
- Kullandığım verilerde değişiklik yapmadığımı,
- Tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını,
- Bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya diğer bir üniversitede başka bir tez çalışması içinde sunmadığımı,
- Bu tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda bilimsel etik kurallarına uygun olarak davrandığımı bildirir, aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

22 / 12 / 2017

Abdurrahman Arıkan

TEŞEKKÜR

Bu araştırma için beni yönlendiren, karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübesi ile aşmamda yardımcı olan değerli Danışman Hocam Yrd. Doç. Dr. İbrahim İskender SOYASLAN'a teőekkürlerimi sunarım.

0427-YL-17 No`lu Proje ile tezimi maddi olarak destekleyen Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğüne teşekkür ederim.

Eğitim hayatımın her aşamasında beni her anlamda destekleyen eşime ve aileme sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

Aralık, 2017

Abdurrahman ARIKAN

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER.....	ii
ŞEKİL DİZİNİ.....	iii
ÇİZELGE DİZİNİ	v
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	vi
ÖZET	ix
SUMMARY	x
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1 İklim ve Bitki Örtüsü.....	3
2.2 Sosyo-Ekonomik Bilgiler.....	4
2.3 Önceki Çalışmalar	5
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	13
3.1. Materyal	13
3.1.1. Genel Jeoloji.....	13
3.1.2. Yapısal Jeoloji ve Tektonik.....	15
3.1.3. İnceleme Alanının Jeolojisi.....	16
3.1.4. Depremsellik	17
3.1.5. Yerleşime Uygunluk	20
3.1.6. Sıvılaşma Analizi	24
3.2. Kullanılan Aletler ve Cihazlar.....	25
3.3. Yöntem	26
3.3.1. Zemin Fiziksel Özellikleri.....	26
3.3.2. Standart Penetrasyon Deneyi (SPT).....	27
3.3.3. Elektrik Özdirenç Yöntemi	29
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	31
4.1. Sondaj Numunelerinden Elde Edilen Sonuçlar	31
4.2. Rezistivite Yöntemiyle Elde Edilen YAS Seviyeleri.....	41
4.3. Sıvılaşma Analizi Sonuçları	48
5. SONUÇ.....	56
KAYNAKLAR.....	58
ÖZGEÇMİŞ.....	63

ŞEKİL DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1. İnceleme Alanı Yer: Burdur Haritası	3
Şekil 3.1. Burdur-Isparta bölkümü kuzey kesiminin yalınlaştırılmış tektonik haritası.....	17
Şekil 3.2. Burdur ili, Merkez İlçesi deprem risk haritası	19
Şekil 3.3. Burdur ve civarı diri fay haritası.	19
Şekil 3.4. Burdur İli Merkez ilçesinin yerleşime uygunluk haritası.....	20
Şekil 3.5. Adapazarı depremi sonrası sıvılaşma.....	24
Şekil 3.6. Arazide yapılan DES ölçümü.....	30
Şekil 4.1. Bağlar Mahallesiine ait DES-1 eğrisi ve özdirenç değerleri	42
Şekil 4.2. Bağlar Mahallesiine ait DES-2 eğrisi ve özdirenç değerleri	42
Şekil 4.3. Bağlar Mahallesiine ait DES-3 eğrisi ve özdirenç değerleri	43
Şekil 4.4. Bahçelievler Mahallesiine ait DES-4 eğrisi ve özdirenç değerleri	44
Şekil 4.5. Bahçelievler Mahallesiine ait DES-5 eğrisi ve özdirenç değerleri	44
Şekil 4.6. Bahçelievler Mahallesiine ait DES-6 eğrisi ve özdirenç değerleri	45
Şekil 4.7. Karasenir Mahallesiine ait DES-7 eğrisi ve özdirenç değerleri	46
Şekil 4.8. Karsenir Mahallesiine ait DES-8 eğrisi ve özdirenç değerleri	46
Şekil 4.9. Karasenir Mahallesiine ait DES-9 eğrisi ve özdirenç değerler	47
Şekil 4.10. Karasenir Mahallesiine ait DES-10 eğrisi ve özdirenç değerleri	48
Şekil 4.11. SK-1 nolu kuyudan elde edilen sıvılaşma risk analizi	48
Şekil 4.12. SK-2 nolu kuyudan elde edilen sıvılaşma risk analizi	49
Şekil 4.13. SK-3 nolu kuyudan elde edilen sıvılaşma risk analizi	49
Şekil 4.14. SK-4 nolu kuyudan elde edilen sıvılaşma risk analizi	50
Şekil 4.15. SK-5 nolu kuyudan elde edilen sıvılaşma risk analizi	50
Şekil 4.16. SK-6 nolu kuyudan elde edilen sıvılaşma risk analizi	51
Şekil 4.17. SK-7 nolu kuyudan elde edilen sıvılaşma risk analizi	51
Şekil 4.18. SK-8 nolu kuyudan elde edilen sıvılaşma risk analizi	52
Şekil 4.19. SK-9 nolu kuyudan elde edilen sıvılaşma risk analizi	52
Şekil 4.20. SK-10 nolu kuyudan elde edilen sıvılaşma risk analizi	53
Şekil 4.21. SK-11 nolu kuyudan elde edilen sıvılaşma risk analizi	53
Şekil 4.22. SK-12 nolu kuyudan elde edilen sıvılaşma risk analiz	54

Şekil 4.23. SK-13 nolu kuyudan elde edilen sıvılaşıma risk analizi	54
Şekil 4.24. SK-14 nolu kuyudan elde edilen sıvılaşıma risk analizi	55
Şekil 4.25. SK-15 nolu kuyudan elde edilen sıvılaşıma risk analizi	55



ÇİZELGE DİZİNİ

	Sayfa
Tablo 3.1. Etkin Yer İvmesi Katsayıları (DAD,1996).....	18
Tablo 3.2. Laboratuvar deney sayıları	27
Tablo 3.3. Tij boyu düzeltme katsayıları	28
Tablo 3.4. Kuyu boyu düzeltme katsayıları	29
Tablo 3.5. Enerji oranı düzeltmesi.....	29
Tablo 4.1. Sondaj numunelerinden elde edilen sonuçlar	31
Tablo 4.2. Bağlar Mahallesiindeki SK1'e ait SPT sonuçları	32
Tablo 4.3. Bağlar Mahallesiindeki SK2'e ait SPT sonuçları	33
Tablo 4.4. Bağlar Mahallesiindeki SK3'e ait SPT sonuçları	33
Tablo 4.5. Bağlar Mahallesiindeki SK4'e ait SPT sonuçları	34
Tablo 4.6. Bahçelievler Mahallesiindeki SK5'e ait SPT sonuçları.....	35
Tablo 4.7. Bahçelievler Mahallesiindeki SK6'ya ait SPT sonuçları.....	35
Tablo 4.8. Bahçelievler Mahallesiindeki SK7'e ait SPT sonuçları.....	36
Tablo 4.9. Bahçelievler Mahallesiindeki SK8'e ait SPT sonuçları.....	37
Tablo 4.10. Bahçelievler Mahallesiindeki SK9'a ait SPT sonuçları.....	37
Tablo 4.11. Bahçelievler Mahallesiindeki SK10'a ait SPT sonuçları.....	38
Tablo 4.12. Karasenir Mahallesiindeki SK11'e ait SPT sonuçları	39
Tablo 4.13. Karasenir Mahallesiindeki SK12'ye ait SPT sonuçları	39
Tablo 4.14. Karasenir Mahallesiindeki SK13'e ait SPT sonuçları	40
Tablo 4.15. Karasenir Mahallesiindeki SK14'e ait SPT sonuçları	40
Tablo 4.16. Karasenir Mahallesiindeki SK15'e ait SPT sonuçları	41

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

a	:Devirsel direnç oranının hesaplanmasında kullanılan düzeltme
A	:İnce tane düzeltme katsayısı
AB	:Düşey Elektrik Sondajı açılım uzunluğu
Ao	:Etkin ivme yer katsayısı
CBS	:Coğrafi bilgi sistemleri
CPTU	:Konik penetrasyon deneyi
DES	:Düşey elektrik sondajı
DGO	:Deprem nedeniyle oluşan devirsel gerilme oranı
G	:Yerçekimi ivmesi katsayısı
KB	:Kuzey batı
KD	:Kuzey doğu
Kkzm	:Kızılcadağ Melanjı ve Olistostromu
KPa	:Kilo pascal
Lc	:Kıvamlılık indisi
LL	:Likit limit
M	:Deprem büyüklüğü
Ma	:Sıkışma sayısı
MN	:İki elektrot açılım uzunluğu
mV	:Hacimsel değişim katsayısı
N	:Ölçülen SPT darbe
N	:Zemin sınıfını gösteren katsayısı
NP	:Non-plastik
O'	:Pa ile aynı birime sahip düşey efektif gerilmesi
ÖUA	:Önlemlenmiş uygun alanlar
Pa	:Yaklaşık 100 kilo pascal değerindeki referans gerilmesi
PL	:Plastik limit
Plç	:Çameli Formasyonu
Qal	:Alüvyon
Qay	:Alüvyon yelpazesi
Qym	:Yamaç molozu ve birikinti konileri

R	:Deprem odak uzaklığı
r_d	:Gerilme azaltma katsayısı
r_n	:Deprem büyüklüğü düzeltme
SC	:Killi kumlar
SK	:Sondaj kuyusu
SM	:Siltli kumları
SPT	:Standart Penetrasyon Deneyi
SPT-N_{arazi}	:Ölçülen SP darbe sayısı
T_A T_B	:Spektrum karakteristik periotları
Te	:Elmalı formasyonu
Tey	:Yavuz formasyonu
TrJd	:Dut dere kireçtaşı
UA	:Uygun alanlar
UD	:Örselenmemiş numune
UOA	:Uygun olmayan alanlar
USCS	:Birleştirilmiş zemin sınıflaması
V_s	:Kayma dalga hızı
WN	:Su muhtevası
Z	:Derinlik
(N1)60	:Düzeltilmiş SPT-N değerleri
a_{maks}	:Zemin yüzeyindeki maksimum yatay yer ivmesi
C_B	:Kuyu boyu düzeltme katsayısı
C_c	:Sıkışma indisi
C_E	:Enerji oranı düzeltme katsayısı
CL	:İnorganik killer
C_N	:Üst tabaka yükü düzeltme sayısı
C_r	:Devirsel direnç oranının düzeltme katsayı
C_R	:Tij boyu düzeltme katsayısı
C_s	:Devirsel direnç oranının düzeltme katsayısı
C_U	:Üniformluk katsayısı
C_Q	:Üst tabaka yükü düzeltme sayısı
C_v	:Üst tabaka düzeltme katsayısı
C_E	:Enerji oranı düzeltme katsayısı

$\sigma v'_0$:DüŖey efektif gerilme
 σv_0 :DüŖey toplam gerilme



ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

Burdur İli Yerleşim Alanının Zemin Sıvılaşma Özelliklerinin Belirlenmesi

Abdurrahman ARIKAN

**Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Malzeme Teknolojileri Mühendisliği Anabilim Dalı**

Danışman: Yrd. Doç. Dr. İbrahim İskender SOYASLAN

Aralık, 2017

Burdur İli ülkemizin Batı Akdeniz Bölgesinde tektonik açıdan son derece aktif olan göller bölgesinde yer almaktadır. Burdur İli yerleşim alanı, Isparta açısı olarak adlandırılan tektonik kuşağın batı kanadı üzerindedir. Burdur İli, geçmişte can ve mal kabına sebep olan iki büyük deprem yaşamıştır. Bu sebeplerden dolayı Burdur İli yerleşim alanında yapılacak zemin mekaniği ve sıvılaşma analizleri önem arz etmektedir.

Bu araştırmanın amacı: Burdur İli'nin Merkez İlçesi'nde ki yeraltı su seviyesinin yüksek olduğu mahallelerde, zeminin jeoteknik yapısını ve aynı zamanda olası sıvılaşma potansiyelini belirlemektir. Bu amaçla, sondaj numuneleriyle bölgenin sıvılaşma özellikleri tanımlanmış ve yapılaşma öncesi gerekli ıslah önerileri sunulmuştur. Seçilen mahallelerde yeraltı su seviyesinin yüksek olmasına ve birimin kumlu- siltli bir birim olmasına dikkat edilmiştir.

Sonuç olarak, Burdur İli yerleşim alanında Bağlar, Bahçelievler ve Karasenir Mahallerleri'nde sıvılaşma açısından riskli bölgeler olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Burdur, Zemin, Sıvılaşma, DES, Sondaj

Hazırlanan bu Yüksek Lisans tezi Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 0427-YL-17 proje numarası ile desteklenmiştir.

SUMMARY

M. Sc. Thesis

Determination of Soil Liquefaction Properties of Burdur Province Settlement Area

Abdurrahman ARIKAN

**Mehmet Akif Ersoy University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Master's Degree in Material Technologies Engineering**

Supervisor: Asst. Prof. İ. İskender SOYASLAN

December, 2017

Burdur Island is located in the region of the lakes which are extremely active in terms of tectonics in the Western Mediterranean Region of our country. The settlement area of Burdur İli is on the western wing of the tectonic belt called the Isparta angle. Burdur İli, two great earthquake that caused life and property in the past, lives. Because of these reasons, soil mechanics and liquefaction analyzes to be carried out in Burdur İli residential area are important.

The aim of this research is to determine the geotechnical structure of the ground and possible liquefaction potential at the same places where the underground water level in the central district of Burdur Province is high. For this purpose, the liquefaction properties of the zone with the drilling samples are defined and necessary remediation proposals before the settlement are presented. It has been noted that the groundwater level is high and the unit is sandy-silt unit in selected areas.

As a result, it has been determined that there are risky areas in lakes in Bağlar, Bahçelievler and Karasenir districts in Burdur İli settlement area.

Keywords: Burdur, Soil, Liquefaction, VED, Drilling

The present M. Sc. Thesis was supported by Mehmet Akif Ersoy University scientific research project unit Under the Project number of 0427-YL-17

1. GİRİŞ

Zemin sıvılaşması, deprem sırasında açığa çıkan hasarların sebeplerinden biridir. Son bin yıldaki depremlere baktığımızda sıvılaşma olayı en önemli hasar nedenleri arasındadır. (Çetin ve Unutmaz, 2004). Geçmişten bugüne, zeminde sıvılaşmaya 1960 yılına kadar pek önem verilmemiştir. Sıvılaşma nedenlerinin belirlenmesine dair araştırmalar, 1964 yılında meydana gelen ve sıvılaşma dolayısıyla hasara sebep olan Niigata – Japonya ve Büyük Alaska–ABD depremleri sonrası arttırılmıştır. Türkiye’ de ise zeminde oluşabilecek olası sıvılaşmaların önemi 17 Ağustos 1999 Kocaeli depreminden sonra daha kapsamlı araştırılmaya başlanmıştır.

Deprem hasarlarının belirlenmesine yönelik araştırmalar, deprem sonrası tahribatın tek bir nedenle oluşmadığını göstermektedir(Turoğlu, 2004). Sismik nedenli depremlerin özellikle mühendislik yapıları üstündeki etkisi, diğer sarsıntılara göre daha fazla olduğu belirlenmiştir. Sıvılaşma sebebiyle dolgu alanlarda oluşan hasarlar da deprem hasarları olarak görülmüştür. Sıvılaşma sonrası oluşan hasarlarda yer sarsıntılarının etkisi büyüktür. Sıvılaşma (liquefaction) adını ilk kez bilimsel literatüre kazandıran bilim adamı Terzaghi (1925) olmuştur.

Sıvılaşma anında zeminin durumu bozulabilir ve oluşan deformasyonlar, mühendislik yapılarını kalıcı şekilde etkileyebilir. (Aksu ve Toz, 2002). Bu zeminler literatürde gevşek zemin olarak geçmektedir. Sıvılaşma durumuna sebep olabilecek bir bozuşma, esas olarak zemindeki malzemenin dağılım oranına ve zemin daneleri arası boşluğa bağlıdır. Sıvılaşma sonrası ise zeminde oluşacak olası bir deformasyonun miktarı, malzemenin gevşekliğine, derinliğine, kalınlığına ve sıvılaşan tabakanın alanına, eğime, mühendislik yapılarının ağırlığına bağlı olarak değişmektedir. (CDMG, 1992). Zeminde sıvılaşmaya sebep olan hareket, özellikle de makaslama dalgalarıdır (Youd, 1992). Bu makaslama dalgaları suya doymuş boşluklu tabakalarda ilerlerken oluşan su basıncı ile dane yapısını değiştirir ve zeminin taşıma gücünde düşüş yaşanır.

Zemin sıvılaşması, genellikle yeraltı su seviyesi bakımından yüksek olan deniz ve dere yanı gibi bölgelerde, yüzey suyuna doymuş kohezyonsuz zeminlerde, boşluk suyunun giderilemediği zeminlerde ani yükselmeye bağlı olarak efektif gerilmelerin azalması sonucu oluşmaktadır(Derinöz, 2004).

Sıvılaşmanın insan hayatına olan etkisinden dolayı konuyla ilgili araştırmalar artarak devam etmektedir. Kum – siltli kum gibi birimler içeren tabakaların, deprem sırasında sıvılaşma durumunu belirleyebilmek amacıyla arazi ve laboratuvar

alışmalarından elde edilen sismik parametrelerden yararlanılır. Birinci derecede deprem kuşağı içerisinde yer alan Burdur’ da özellikle Burdur Gölü’ ne yakın bölgelerde, sıvılaşma riski büyük önem taşımaktadır. Yöredeki mühendislik yapılarında hazırlanan zemin etüt raporlarında sıvılaşma riskinin araştırılması büyük önem taşımaktadır.

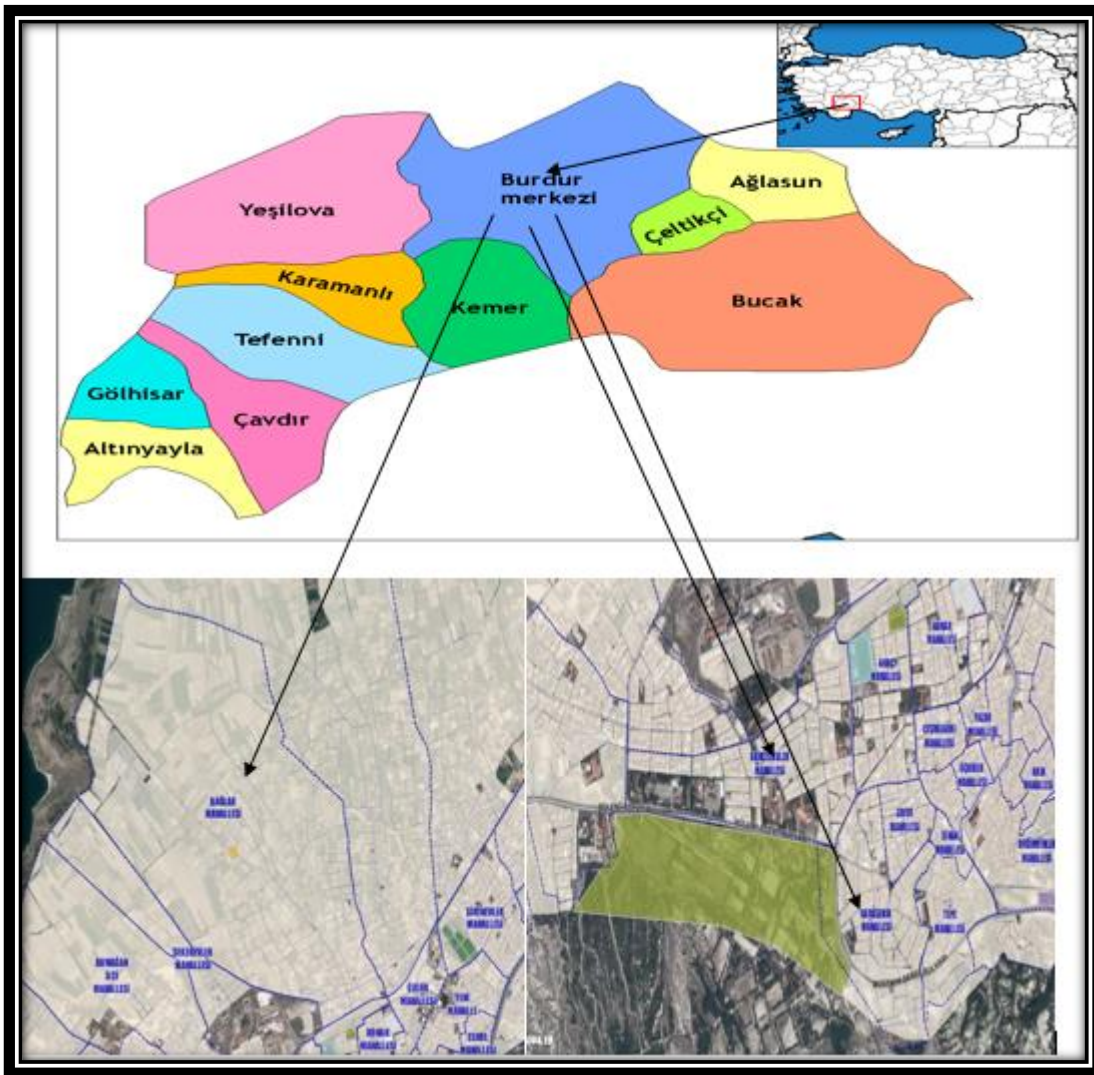
Bu araştırmanın amacı, Burdur ili Merkez ilçesi parsellerin zemin ve jeoteknik özelliklerinin belirlenmesi, zemin sıvılaşma riskinin saptanması ve yapılaşma öncesi gerekli iyileştirme çalışmalarının belirlenmesidir. Bu araştırma, inceleme alanında yer alan bütün parselleri kapsamamakta olup, inceleme alanında durum tespitine dönük bir n çalışma olarak planlanmıştır.



2. GENEL BİLGİLER

Burdur ili Merkez ilçesinin Kuzeyinde Isparta-Keçiborlu, batısında Burdur Gölü, doğusunda Isparta yer almaktadır. Burdur ili, Merkez İlçesi Denizli'ye 170 km, Antalya'ya 120 km uzaklıktadır. Aynı zamanda demiryoluna 60 dakika, hava ve deniz yoluna 1 saat uzaklıktadır.

Burdur İli 35-39 derece kuzey paralelleriyle 61-64 derece doğu meridyenleri arasındadır. Burdur İli'nin rakımı 1000 m'dir. En yüksek noktası 1600 m ile Kartal Tepesi'dir.



Şekil 2.1. İnceleme alanı yer: Burdur haritası

2.1 İklim ve Bitki Örtüsü

Burdur İlinin iklimi karasal bir özellik taşır. Bölge Akdeniz İklimi ile Karasal İklim' den etkilenmektedir. Yağış olarak Akdeniz iklimi özelliği gösterirken, sıcaklık

bakımından bakımdan karasal iklimin özelliklerini yansıtır. Karasal iklimin egemen olduğu bölgelerde kış ayı içinde kar yağışı gözlenmektedir. Ama kar kısa süreli etkili olup bir hafta süresince etki etmektedir.

Kışın karasal iklimin egemen olduğu bölgelerde ısı -10 dereceye kadar düşer. Yağış genelde kış ve bahar aylarında görülmektedir. Yaz ayları ise genelde kurak bir şekilde geçmektedir. Isı 40 dereceyi aşabilir. Sıcaklığın ortalama değeri 20 derecedir.

İlin doğusunda dağlık arazi, Denizli ve Burdur İli sınırındaki Yeşilova sınırına kadar %40'lık bir eğimle uzanır. Bu bölgede hava nispeten daha soğuk gözlenmektedir. Çünkü bir boğaz veya geçiş bölgesidir. Köy yerleşim alanları ise dağınıktır ve bölge büyük ölçüde ormanlarla kaplıdır. Ormanların % 86'sını Kara Çam, % 4'ünü sedir, % 6'sını ardıç, % 1'ni Kızılağaç, % 2'sini meşe ve %1'ini diğer ağaç türleri oluşturmaktadır.

Merkez İlçe' sinin batı bölümünde kalan ovalar verimlilik açısından iyidir.. Bu bölgedeki tepe kısımlar pınar meşesi diye adlandırılan çalılarla örtülüdür. Kâğıtçık, Kılavuzlar, Bademli, Mürseller, Kayalı, Manca, Kılcan, Dere köy, Altepe, Bedirle Köyleri çevresindeki dağlar ve yüksek bölümler çam, ardıç ve meşe ağaçlarıyla kaplıdır.

2.2 Sosyo-Ekonomik Bilgiler

1975'lı yıllardan sonra Burdur İl'inin ekonomisinde gelişmeler gözlenmiştir ama gelişmesi Türkiye ortalamasının altındadır. Bunun sebebi; Sanayinin ve Ekonomik faaliyetlerin yetersiz olmasıdır. Fakat son dönemlerde Turizm bakımından önemli olan Burdur-Antalya yolundan ötürü ekonomik faaliyet ve ticaret artmıştır. Burdur-Antalya Karayolu içinde kalan Merkez İlçesi'nde krom, mermer, tarım ve hayvancılık ile gelişmeye çalışmaktadır. Bu karayolu önemli ve yaz aylarında yoğun olduğu için köy ekonomisine büyük katkı sağlamaktadır. Burdur İl'inde büyük büyükbaş ve küçükbaş hayvan besiciliği yapılmaktadır. Modern ahırlarda süt ve et üretimi yapılmaktadır. Ayrıca il içinde büyükbaş ve küçükbaş hayvan pazarından biri kurulmaktadır.

Sanayi, özellikle tarımsal ve oto sanayi alanlarında gelişme göstermiştir. Küçük sanayi sitesine ait küçük atölye ve dükkânlarda çalışmakta tamir ve bakım ihtiyacını karşılamaktadır. İlçede her türlü aracın tamir ve onarımı yapılmaktadır. İlçede 400' ün üzerinde küçük sanayi esnafı vardır.

Burdur İl'inde iklimin ılıman oluşunun etkisiyle hayvancılık faaliyetleri de gelişmiş durumdadır. İlde küçükbaş ve büyük baş hayvan besiciliği önemli bir yer tutmaktadır. Sığırcılık bakımından yerli ırklar zamanla önemini kaybetmiştir bunun yerine Avrupa ırklarına yönelme olmuştur. Burdur İli'nde üretilen ürünler dış illere de pazarlanmaktadır. Dağ köylerinde yetişmiş olan hayvanlar daha gelişmiş ve lezzetlidir.

2.3 Önceki Çalışmalar

Batı Toroslar'ın tektonik problemlerini aydınlatacak bölgesel yorumlamaların yapıldığı çalışmalarda iki temel amaç üzerine yoğunlaşmışlardır. Birincisi; Otokton Torosları oluşturan örtü Mesozoyik-Tersiyer ile eski temelin aydınlatılması, ikincisi ise Batı Toroslar'daki üç büyük nap sisteminin açıklanmasıdır(Brunn vd. 1971).

Orta Toroslar'ın kuzeyindeki blok hareketlerinin bölgenin yapısal durumuna olan etkisinin önemini vurgulamak üzerine yapmış olduğu çalışmada, genç kaya birimlerin ve Paleozoyik birimlerin oluşturduğu ve başka havzaları örnekleyen toplulukların faylı dokanakla birlikte olduğunu belirlemiştir. Bu birliklerden "Geyikdağı Birliği" ile "Hadım Birliği" ni yerli (otokton), "Orta Toros Birliği" ile "Güney İç Anadolu Birliği" ni yabancı (allokton) birlikler şeklinde tanımlamıştır (Özgül, 1971).

Torosların bazı temel jeolojik özelliklerini incelediği çalışmasında, Toroslar'ın Kambriyen-Tersiyer aralığında çökelmiş kaya birimlerini içerdiğini belirtmiştir. Toros Karst Kuşağı'nda, birbirlerinden farklı özellikteki havza koşullarını yansıtan birlikleri ayıtmıştır. Geyik Dağı Birliği, Alanya Birliği, Bolkardağı Birliği, Antalya Birliği ve Bozkır Birliği olarak adlandırıldığı bu birliklerin fiziksel ve tarihsel özellikleri, bünyelerinde bulundukları kaya birimleri ve güneydeki yapısal konumlarıyla birbirlerinden farklılaştığı belirtmiştir(Özgül, 1976).

Isparta büklümünün batı ve doğu uzanımları arasında bulunan yapısal olarak farklılaşma, kolların orta kısmı ile Batı Torosların allokton ve paraotokton ünitelerindeki mevcut yapısal istiflenmeler arasındaki benzer ilişkiler üzerine yoğunlaşmıştır. Antalya napları ile Isparta büklümünün bağlantılı olduğu ifade edilmiştir. Tersiyer başından itibaren veya Üst Kretase'den sonrası Isparta kıvrımını "Transtorik arıza" olarak belirlenen ön yapısal uzantıya oblik, KB-GD doğrultulu bir dekreşmanın şekillendiğini belirtmiştir. Isparta büklümünün kuzey kısma doğru oluşturduğu "V" de eski paleocoğrafik ize ulaşamadığı ve Üst Kretase üstünde oluşan napların ise tek bir sistem oluşturduğunu belirtmiştir(Dumont, 1979).

Koçyiğit (1984), Türkiye'nin Güneybatısı ve yakın çevresindeki tektonik oluşum aşamalarını, eski tektonik dönem, geçiş dönemi ve yeni tektonik dönem olmak üzere 3 farklı gruba ayırmıştır. Geçiş dönemi Alp dağ kuşağının pek çok kısmında görüldüğünü belirlemiştir. Yeni tektonik dönemde ise, çekme tektoniği ile gelişen karasal tortullaşma, onunla yaşıt kıta içi volkanizma ve blok faylanma ile temsil edildiğini belirtmiştir. Bölge, oblik atımlı normal fayların etkisiyle sayıca fazla ve değişik boyutlardaki bloklara bölünmüş olduğunu savunmuştur.

Poisson vd. (1984), Beydağları'nın stratigrafisi üzerine yapmış olduğu çalışmada çalışma alanında farklı fasiyeslerin oluştuğunu söylemiştir. Beydağları'nın Liyas'dan itibaren Senoniyen sonuna kadar resifal kireçtaşları ile temsil edildiğini, Senomaniyen'in pelajik kireçtaşlarından ve Üst Paleosen-Alt Eosen yaşında bir olistostromdan meydana geldiğini ifade etmiştir. Bu birimlerin üstünde Lütésiyen kireçtaşının diskordan olarak bulunduğunu, Akitoniyen'in resifal kireçtaşları, Burdigaliyen'in filiş olarak devam etmekte olduğunu belirtmiştir.

Özgül vd. (1991), Isparta açısının iç kesimini oluşturan Göller bölgesinin tektonostratigrafik birlikleri üzerinde durduğu çalışmada, Orta Toroslar'da önceki araştırmacılar tarafından tanımlanan Geyikdağı, Aladağ, Bolkardağı, Bozkır ve Antalya birliklerinin yayılımı, genel stratigrafisi, yapısal özellikleri ve birbirleriyle olası ilişkilerini araştırmıştır. Geyikdağı birliğinin de birbirinden değişik ortam koşullarını yansıtan ve birbirleriyle tektonik ilişkili gözükken farklı istiflerden meydana geldiğini belirtmiştir.

Seed ve Idriss (1967), 1964'de Niigata'da 7.3 büyüklüğünde bir depremin yol açtığı sıvılaşma olayları üzerinde durduğu çalışmada, Niigata'daki binaların ve zeminin davranışına dayalı olarak, sıvılaşma potansiyelini değerlendirilmiştir. Bu amaçla deprem sırasında gözlenen davranışı hesaplamalar yolu ile belirlenen davranış ile karşılaştırarak, Basitleştirilmiş Yöntem olarak isimlendirilen sıvılaşma analiz yöntemi ortaya koyulmuştur. Öncelikle ana kayada etkiyen ivme zaman değişimleri belirlenmiş sonrasında zeminin deprem sırasındaki davranışı ve zemin tabakasının farklı derinliklerinde meydana gelen kayma gerilmeleri tespit edilmiştir. Niigata'daki zemin tabakalarının sıvılaşma potansiyeli 3 farklı bölgede bu yöntem kullanılarak ortaya konulmuştur. Analizlerde çeşitli varsayımların ve basitleştirmelerin bulunmasına rağmen, suya doymun kum zemin tabakalarının sıvılaşma potansiyelinin belirlenmesi için oldukça iyi bir yöntem olduğu sonucu elde edilmiştir. Bir dolgunun sıvılaşma direncine yer altı su seviyesinin etkisi de incelenmiş ve yeraltı suyu seviyesinin derinde yer aldığı bölgelerde sıvılaşmanın yüzeye yakın bölgelerdekine göre daha küçük ölçekli olarak meydana geldiği sonucuna varılmıştır. Bir dolguda ise çevre basıncını arttırmasıyla dolgunun varlığının alttaki zemin tabakalarının sıvılaşma direncini önemli miktarda arttırdığı tespit edilmiştir.

Seed vd.(1975), 1971 yılında oluşan depremde San Fernando toprak barajında oluşan hareketleri araştırdığı çalışmasında, 6.6 büyüklüğünde olan deprem sonucunda San Fernando toprak barajında iki büyük kayma olayının olduğunu belirtmiştir. İlki, alt San Fernando barajının kretindeki oturma ve mansap tarafında meydana gelen kaymalara

işaret etmiştir. Baraj dolgusu büyük oranda stabilitesini muhafaza ettiğinden dolayı önemli bir zemin hareketi ve barajda göçme meydana gelmediğini bildirmiştir. İkincisi ise; memba tarafındaki şev ve mansap tarafındaki şevin üst kısmı rezervuara doğru kaydığını belirlemiştir. Sonuç olarak yaptığı arazi incelemeleri ile memba dolgusu tabanına ve kil çekirdeğin memba tarafına yakın kısmının tabanında sıvılaşma meydana geldiğini tespit etmiştir. Sıvılaşmanın sebebinin dolguda boşluk suyu basınçlarının artması ve kayan kütlede görülen kum kaynamalarının gözlenmesi olduğunu ifade etmiştir.

Şenel vd. (1996), Isparta Açısının doğusunda yer alan otokton ve allokton birimlerin stratigrafik özelliklerine yönelik yapmış olduğu araştırmada; otokton kayaları platform tipi çekellerin oluşturduğunu belirlemiştir. Bunların üzerinde naplar halinde bulunan kütlelerin yamaç, okyanusal kabuk, kıyı ötesi platform, havza, rift ortamlarını oluşturduğunu ortaya koymuştur. Bölgede alt kısımda bulunan Beydağları-Karacahisar otoktonu ve hemen bunun üstünde bulunan Antalya napları ile kuzeyden güneye doğru bunların üstüne bindirmiş Anamas-Akseki otoktonunun olduğunu, Geç Tersiyer-Kuvaterner yaşlı çökellerin otokton ve allokton kütlelerin üzerinde stratigrafik örtüler halinde olduğunu kaydetmiştir.

Yağmurlu vd. (1997), Isparta Açısı'nın oluşumunda alkali volkanizma ve aktif tektonizma ilişkisini vurguladığı çalışmada; bölgenin KD ve KB yönlü doğrultu atımlı faylarla şekillendiğini, otokton olarak Beydağları ve Anamas-Akseki platformlarından, allokton olarak Beyşehir-Hoyran-Hadim, Antalya ve Likya naplarından oluştuğunu belirlemiştir. Tektonik bölgeyi KD-KB ve K doğrultulu fayların üç kısma ayırdığı ifade edilmiştir. Afyonkarahisar-Isparta arasındaki volkan kayaların, alkali ve hiperalkali özellikte ve yerel olarak subvolkanik birimler ve dayklar halinde geliştiği vurgulanmıştır.

Erken vd. (2004), deprem esnasında suya doymuş gevşek kum ve düşük plastisiteli yumuşak siltlerde sıvılaşma potansiyeli mevcutken, plastik silt ve killerde deprem sonrası statik mukavemetlerinde azalma olduğu belirtilmiştir. Kum ve düşük plastisiteli siltlerde sıvılaşma esnasında zemin taşıma gücü sıfırlanırken, Yumuşak plastik kil ve siltlerde taşıma gücünde azalma saptanmıştır. Sıvılaşan zeminlerde yapılar zemin içine gömülmekte, farklı oturumların etkisi ile kabul edilen sınırı aşacak biçimde dönmeler ve yanal kaymalar oluşmaktadır. Bu sebeple kumlu siltli zemin tabakalarının oluşturduğu bölgelerde inşaat yapımından önce zemin etüt çalışmaları yapılarak, zeminin fiziksel ve indeks parametrelerinin belirlenmesi gerekmektedir.

Karmaşık bir jeolojik yapıya sahip Burdur İli'nde sismik kırılma yöntemi ile sismik geometrinin ortaya çıkarılması elzemdir. Sismik kırılma yöntemlerinden çoklu atış

sistemiyle Burdur İli merkezinden sismik parametreler bulunmuştur. Yeni teknik çoklu atış serim düzeninde bir serilimde yedi adet atış gerçekleştirilmiştir. Sismik kırılma atışları ile elde edilen zaman-uzaklık verileri kullanılarak, düzensiz ve ondülasyonlu kırılma yüzeyleri haritaya geçirilmiş ve kırılma yüzeyi hızı belirlenmiştir. Bu sismik kesitlerin doğrultuları üzerinde açılan mekanik sondaj verileri ile sismik kesitler birbirleriyle korelasyonu sağlanmıştır(Arı, 2005).

Öncü (2007), Burdur Fayı üzerinde deprem erken uyarın sisteminin geliştirilmesini amaçladığı çalışmasında, doğrultu atımlı Burdur Fayı ve onun devamında soğuk ve mineralli su kaynaklarında, sondaj kuyularında hidrojeokimyasal parametrelerin deprem öncesi, deprem anı ve deprem sonrası ölçülmüştür. Bu hidrojeokimyasal parametreler pH, su sıcaklığı, elektriksel iletkenlik, Eh, suda erimiş CO2 miktarı, suda erimiş oksijen miktarı, ve radon değeridir. Ölçülen bu veriler sismik aktivite ile karşılaştırılacak deprem erken uyarı sisteminin geliştirilmesi üzerinde durulmuştur.

Özener (2007),Çalışmasında uniform ve tabakalı kumlarda sıvılaşmanın mekanizmasını ortaya koymak amacıyla laboratuvarda geliştirildiği bir deney düzeneğinde sarsma tablası model deneyi yapılmıştır. Deneyler farklı sarsıntı şiddetlerinde, farklı sıklıklarda uniform kum kolonları, silt ara tabakalı kum kolonları ve iki tabakalı kum kolonlarda yapmıştır. Gerçekleştirilen model deneyleri gözlemleri, uygulanan sarsıntı şiddeti ve kumun rölatif sıklığının oluşan artık boşluk suyu basınçları ve hacimsel şekil değiştirmeler üzerinde oldukça büyük etkisi olduğunu göstermiştir. Sayısal analizlerde artık boşluk suyu basınçlarının sarsıntı şiddeti ve sıklık derecesinden önemli oranda etkilendiği sonucuna varılmıştır. Kum tabakası içerisinde daha az geçirgen silt tabakası bulunması durumunda, silt tabakası altında bir miktar ani boşluk suyu basıncı artışı olduğu ve silt tabakasının üst tabakada oluşan artık boşluk suyu basınçlarının azalmasına yol açtığı belirlenmiştir.

Asiabi (2010), İran-Ardebil şehri için, senaryo depremler etkisinde, sıvılaşma potansiyeli üzerinde durduğu çalışmasında; saha ve laboratuvar deney sonuçlarından yararlanılarak bir geoteknik veri tabanı oluşturulmuştur. Bu veri tabanı topoğrafya haritası temel olacak biçimde Coğrafi Bilgi Sistemine aktarılıp, Seed ve Çetin yöntemine göre bölge için sıvılaşma analizi yapılmıştır. Belirlenen Sıvılaşma potansiyeli indeksi (LPI) değerlerinden sonra, sıvılaşmadan dolayı yapılarda oluşması beklenecek oturmalar hesaplanmıştır.

Hasançebi (2011), bu çalışmasında, depremler sonrasında yanal yayılmaya bağlı yer değiştirme büyüklüğünün daha hassas belirlenmesi amacıyla kullanılacak yeni bir modelin geliştirilmesi amaçlanmıştır. BU amaçla oluşturduğu veri tabanında Dünya'da

ve Türkiye’de sivilaşma kaynaklı yanal zemin yer değiştirmelerine neden olmuş ve büyüklükleri 6.4 ile 9.2 arasında değişen 22 farklı depremin olduğu bölgelerde açılmış 6907 adet sondajın verisini kullanmıştır. Veri tabanında gerekli parametrelerin eksiksiz olduğu 335 sondaj modelin geliştirilmesi ve mevcut yöntemlerle birlikte sonuçlarının test edilmesi için kullanılmıştır. Sıfır civarında ortalama rezidüel değerlerin ve diğer mevcut yöntemlerdekine göre küçük standart sapmaların elde edildiği bu çalışmada önerilen modelin mevcutlara göre en iyi tahmin performansını sergilediği belirlenmiştir.

Koç (2011), Sakarya iline bağlı Karasu yerleşim alanında jeolojik ve jeoteknik etüt raporu çalışmaları yapılmış olmakla birlikte, bölgenin mühendislik özelliklerini ortaya koyacak yeterli olmadığı ifade edilmiştir. Bu sebeple, Karasu yerleşim alanının bu güne kadar yapılmış çalışmaların birleştirilmesi ve eksik görülen bazı çalışmaların yapılması amacıyla; derinlikleri minimum 5-20 m olan 16 adet zemin araştırma sondajı ve 2 adet araştırma çukuru incelenmiştir.

Özsoy (2012), Antalya İli Kundu bölgesindeki kum, kil ve organik kökenli zeminlerin geoteknik özelliklerini yaptığı arazi ve laboratuvar deneyleri ile incelemiştir. Aksu Fay Hattı’na yakın bir mesafede bulunan çalışma alanında, hızlı yapılaşma sürecinin olduğu ve zemin etüt çalışmaları birçok sebepten ötürü yeteri derecede uygulanmadığı veya yanlış sonuçlar elde edildiği vurgulanmıştır. Çalışma alanında 10 adet 20 metre derinliğinde sondaj kuyusu açılarak yaklaşık 1.50 m’de bir alınan numuneler laboratuvar ortamında değerlendirilmiştir. Ayrıca arazide Standart Penetrasyon Deneyi (SPT) ve Konik Penetrasyon Deneyi (CPTU) uygulanmıştır. Arazi ve laboratuvar deney sonuçlarından zeminin indeks, mukavemet ve sıkışabilirlik özellikleri belirlenerek olasılıksal sivilaşma analizi gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak sivilaşma şiddet indeksi, belirli derinliklerdeki SPT-N değerleri ve zemin cinslerini gösteren Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) tabanlı tematik haritalar hazırlanmıştır.

Balcı (2011), çalışmasında ince daneli zeminin tanımlamasını yapmış ve özellikle ince daneli zeminin silt veya kil miktarına göre zeminlerin mühendislik açısından farklı davranış biçimlerine sahip olduğunu belirtmiştir. Atterberg limitleri deneyleri 40 No.’lu eleğin altına geçen malzeme üzerinde yapıldığı ve bu yaklaşımın, bu malzemenin kimi zaman önemli miktarda kum içerebilmesinden dolayı elde edilen sonuçların sınıflama açısından çelişki oluşturduğunu vurgulamıştır. Çalışmada, ince taneli zemin sınıflamasında yaygın olarak kullanılan “Casagrande diyagramı” yönteminin verdiği sonuçları incelemiştir. Çalışmada malzeme olarak değişik plastik limit değerine sahip 60 çeşit zemin örneği kullanılmıştır. Bu örneklerin Atterberg limitleri deneyleri yapılarak zemin sınıfları tayin edilmiş ve numunelerin her biri üzerinde hidrometre deneyi

yapılarak tane boyu dağılım eğrileri elde edilmiştir. Bu çalışmada sonuç olarak, hidrometre analizlerine tabi tutulan zeminlerin bir kısmının, Casagrande yöntemiyle elde edilen sonuçlardan farklı sınıflar verdiğini belirtmiştir.

Balcıoğlu (2012), tarafından yapılan çalışmada, Burdur İl merkezi kuzeyindeki yer alan Kuvaterner alüvyon olarak adlandırılan yaklaşık 20 km²'lik alandaki birimlerin mühendislik özellikleri belirlenmiştir. Çalışma alanında 58 noktada temel sondaj ve el burgusu çalışmaları yapılarak 389 adet örselenmiş ve örselenmemiş numune alınmıştır. Çalışma alanında alüvyon olarak adlandırılan litolojik alüvyon değil gölsel zemin olduğu tespit edilmiştir. Bu gölsel zemindeki değişimleri gerek tanımlama ve gerekse dane boyutları açısından değerlendirilerek dağılımlar verilmiştir. İnce taneli zeminlerin kıvam özellikleri ve aktifliklerine göre düşük-orta derecede şişen zemin, kil mineralinin çoğunlukla illit çok az miktarda kaolinit, orta plastik-plastik, konsolidasyon deneylerine göre ise normal konsolide kil oldukları ortaya konmuştur. Bölgede yapılacak deprensellik çalışmalarında alüvyon olarak tanımlanan litolojinin aslında, gölsel zemin olduğuna işaret edilmiş ve tüm çalışmalarda bunun dikkate alınmasının gerekliliği üzerinde durulmuştur.

Yürekli (2012), çalışmasında, Nazilli (Aydın) ilçesi kent merkezi ve yakın çevresindeki zeminlerin jeolojik ve jeoteknik incelenmesini amaçlamıştır. Bu amaçla çalışma alanında, 110 adet sondaj yapılarak zeminlerin mühendislik özelliklerini belirlemiştir. Sondajlarda her 1,5m bir yapılan SPT deneyi ve uygun ortamlardan UD alıcıları kullanarak örselenmemiş örnekler alınmıştır. Bu zemin örnekleri üzerinde yapılan deneyler sonucunda q_u , c_u ve içsel sürtünme açılarının belirlenmiştir. Ayrıca yeraltı suyu seviyesini belirlemek için sondaj kuyularından ölçümler yapılmış olup yeraltı suyunun yüzeyden derinliğinin 1 m ile 18 m arasında değiştiği belirlenmiştir. Sondaj verilerinden bulunan SPT-N değerlerinin düzeltilmesi ile belirlenen SPT-(N1)60 değerlerinden yararlanılarak, sıvılaşma analizi yapılarak sıvılaşma potansiyeli haritası ve sıvılaşma potansiyeli indeks haritası hazırlanmıştır.

Özcan (2012), Konya-Selçuklu ilçesinin zemin özelliklerinin jeolojik-jeoteknik açıdan genel bir değerlendirmesini yaptığı çalışmasında; arazi gözlemleri yanında deney ve gözlem amaçlı araştırma çukurları ve sondaj loglarından yararlanılarak çalışma alanının jeolojik haritasını hazırlanmıştır. Çalışma alanında Konya Büyükşehir Belediyesi tarafından 160 noktada derinlikleri 7,62 m. ile 30,20 m. arasında değişen toplam 1877 m. temel sondajı ile 36 noktada derinlikleri 2,00 m. ile 5,00 m. arasında değişen toplam 163 m. araştırma çukuru açılmıştır. Laboratuvar çalışmalarında 1410 adet su içeriği, 1410 adet elek analizi, 729 adet atterberg limitleri (LL, PL, PI), 150 adet

konsolidasyonsuz drenajsız (UU) üç eksenli deneylerle zeminlerin kohezyon ve içsel sürtünme açıları belirlenmiştir.

Ayrıntılı jeolojik-jeoteknik etüt çalışmaları yapılarak zeminlerin genel mühendislik özelliklerini, zemin problemleri ve doğal afet potansiyeli belirlenmiştir. Amaca yönelik olarak çalışma alanında zemin sondajları açılmış ve Standart Penetrasyon deneyi yapılmıştır. Aynı zamanda örselenmemiş numuneler alınarak elek analizi, kıvam limitleri, üç eksenli basınç dayanımı, oturma ve şişme analizleri gerçekleştirilmiştir. Karot numuneler üzerinde ise tek eksenli basınç dayanımı yapılmış ve zeminin özellikleri tespit edilmiştir.

Duman (2013), Erzincan ili ve çevresinin sıvılaşma potansiyelini değerlendirilmesini yaptığı çalışmasında, sayısal ifadelerle yer verilerek olası depremler provalanmış, 6.0, 6.5, 7.0 ve 7.5 deprem büyüklükleri için sıvılaşma riskleri belirlenmiştir. Sıvılaşma potansiyeli standart penetrasyon deneyi (SPT) verilerinden yararlanılarak incelenmiştir. Çalışmada, farklı yerlerde açılan sondaj kuyularında standart penetrasyon deneyleri (SPT) yapılarak, Zeminin fiziksel özellikleri alınan örselenmiş ve örselenmemiş numuneler sayesinde belirlenmiştir. Sıvılaşma potansiyel analizleri Seed ve Idriss (1971), Tokimatsu ve Yoshimi (1983) ve Iwasaki vd. (1981) olarak anılan üç farklı yöntemle kullanılmıştır. Araştırmanın son bölümünde ise farklı deprem büyüklükleri için sıvılaşma potansiyelleri belirlenip haritalarda gösterilerek, yer altı suyu seviyesinin var olduğu bölgelerde kumlu-siltli zeminlerin bulunması sonucunda, sıvılaşma potansiyelinin artacağı bulunmuştur.

Nas (2013), Trabzon ili, Merkez ilçesi, Akyazı Beldesindeki inşaat sahası için yapılan zemin etüdü verileri ve önceki çalışmalardan yararlanarak dolgu alanı zeminlerinin sıvılaşma potansiyelleri belirlenmiştir. Çalışma alanı zeminlerinin temel mühendislik özellikleri kullanılarak, bu zeminlerin sıvılaşma birlikleri irdelenmiştir. Standart Penetrasyon Deneyi verileri ve çalışma alanına yönelik sismik parametreler kullanılarak farklı yöntemlere göre yapılan hesaplamalarla bu zeminlerin sıvılaşma potansiyeli belirlenmiştir. Yapılan değerlendirmeler sonunda inceleme alanı zeminlerinin birleştirilmiş zemin sınıflandırma sistemine (USCS) göre, sıvılaşmaya yatkın bir zemin sınıfı olan, SP-SM (üniform kum ve az silt) zemin sınıfında yer aldığı tespit edilmiştir.

Orakoğlu (2013), Elazığ İli'nin belirli bölgelerinde zeminin fiziksel ve mekanik özelliklerini belirlemek amacıyla açılmış farklı temel çukurlarından örselenmiş zemin örnekleri alınmıştır. Zemin numuneler üzerinde kıvam limitleri, dane boyu dağılım analizi, dane birim hacim ağırlık deneyi, standart proktor deneyi, birim hacim ağırlık deneyleri yapılmıştır. İlave olarak porozite, boşluk oranı, rölatif sıkılık, su muhtevası ve

doymunluk derecesi gibi zeminlerin temel fiziksel parametreleri hesaplanmıştır. Zeminlerin mekanik özellikleri ile ilgili olarak her bir temele ait beş farklı zemin numunesinin konsolidasyon deneyi ve serbest basınç deneyleri yapılmıştır. Uygulanan temel tiplerine göre elde edilen parametrelerin SPSS istatistik programıyla kullanım yüzdeleri ve ortalama değerleri belirlen ve Elazığ ilinde hangi temel tipinin hangi zemin sınıfına uygun olacağı değerlendirilmiştir.

Doğan (2015), dinamik etkiler altındaki zemin deformasyonu konusuna üzerine yaptığı çalışmasında, özellikle depremler sonucu görülen sıvılaşma deformasyonları hakkında daha geniş bilgi ve örnek çalışmalar sunmuştur. Sıvılaşmanın oluşum biçimi ve mekanizması, oluşumuna neden olan faktörler, sonrasında gözlenen deformasyon türleri ayrıntılı bir biçimde araştırılmıştır. Azalım ilişkileri yardımıyla bölgesel pik ivme değerleri tahmin edilmiştir. Sıvılaşma analizleri Seed ve Idriss yaklaşımı ile yapılmış (Seed and Idriss, 1971), buna bağlı meydana gelen yanal akmlar ve oturmalar ise sırasıyla, Tokimatsu ve Seed, Shamoto vd. ve Hamada vd. yaklaşımlarıyla hesaplanmıştır (Tokimatsu and Seed, 1987; Shamoto vd., 1998; Hamada vd., 1986). Çalışmaların yapıldığı Adapazarı, Sapanca Gölü ve İzmit Körfezi sınırları içerisinde kalan bölgelerde; yapılan analizler, bölgede sıvılaşma riski olan tabakaları ve o tabakalarda meydana gelecek deformasyon miktarlarını sayısal bir dille daha somut bir şekilde ifade edilmektedir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Burdur İli, Merkez İlçesi'nin yeraltı suyu yüksek olan mahallerinden alınan sondaj numuneleri laboratuvarında incelenmiştir. Laboratuvarında numuneler üzerinde elek analizleri, atterberg limitleri, kesme kutusu, birim hacim ağırlık ve su içeriği deneyleri yapılarak inceleme alanının zemin sınıfı tespit edilmiş ve bu deney sonuçları doğrultusunda inceleme alanının taşıma gücü parametrelerine ve sıvılaşma risk analizine ulaşılmıştır. Yeraltı suyu ölçme işlemleri özdirenç yöntemlerinden düşey elektrik sondaj yöntemi ile yapılmış olup, sonuçlar IP2WIN programı ile değerlendirilmiştir.

3.1.1. Genel Jeoloji

Burdur kapalı göl havzasında; Alt Pliyosen' de başlayan Neotektonik dönem içerisinde, bir yandan karasal tortullaşma sürerken diğer yandan tortullaşma ile yaşıt; değişik doğrultularda ve birbirini kesen birçok fay takımı gelişmiştir.

Fay takımlarından bir kısmı şimdiki Burdur gölünü içinde barındıran çukurluğun kenarlarını sınırlayarak göl alanının daha derinleşmesine neden olmuştur. Gölü barındıran Kuzeydoğu–Güneybatı uzanımlı graben havzasının oluşumuna en büyük katkıyı sağlayan çekim faylarıdır. Yüzlerce diri normal faylardan bazıları küçük ölçekli pek çok graben alanı ve bunları takip eden horst oluşumlarına neden olmuştur.

Bölgedeki kayaç toplulukları otokton ve allokton şeklinde iki ana guruba ayrılmıştır. Yaşlı formasyondan, genç formasyona aşağıdaki gibi sıralanmıştır.

Kızılcadağ Melanjı ve Olistostromu(Kkzm); Ofiyolitli melanj ve olistostromla gösterilen birim, Poisson (1977) tarafından adlandırılmıştır.

Serpantinit, harzburgit, dunit vb. kaya türlerinden meydana gelmiştir. Genelde volkanik, bazik, pelajik kireçtaşı, netritik kireçtaşı, radyolarit, dolomit, çört, vb. blokludur. Serpantinit bir hamurda makaslama ile yerleşen bloklar bu birime kaotik bir özellik kazandırmıştır.

Elmalı Formasyonu (Te); Kumtaşı ve şeyl birimlerinden oluşmuştur. (Önalın(1979) tarafından isimlendirilmiştir. Yeşilbayrak napının alt birimini oluşturan Gömbe biriminde bulunur.

Elmalı formasyonu, gri, bej, yeşilimsi gri, kahve, yeşil, koyu gri ince–orta–kalın tabakalı şeylerden ve kumtaşlarından meydana gelir. Birim içinde kumlu–killi kireçtaşı, kalkarenit vb. yapılar vardır. Bunlar bozuşmayla makaslanmış ve blok görünümü

almıştır. Birim tamamen türbiditik özelliktedir ve kendi içinde kıvrımlı, kırıklı bir yapıya sahiptir.

Eşen vadisinde Elmalı formasyonu, Gebeler formasyonu üstünde uyumsuz bir şekilde bulunmaktadır. Birim bölgede yaklaşık 750 metre kalınlık göstermektedir.

Yavuz Formasyonu(Tey); Kireçtaşı ara düzeyli kumtaşı ve kilttaşlarından oluşmaktadır. Poisson (1977) tarafından adlandırılmıştır. Yeşilbayrak napının üst yapısal birimini meydana getiren Yavuz biriminde bulunmaktadır.

Birim, krem, bej, gri, yeşil, kalsitürbidit ve mikritik kireçtaşı, kumlu killi kireçtaşı, kiltası siltaşlarından ve ara düzeyli kumtaşlarından meydana gelmektedir. Birimin alt düzeyinde kırmızı renkli kiltası, siltaşı ve killi kireçtaşından meydana öncü bir kısım bulunur. Yavuz formasyonunun üst kısmında, kireçtaşı düzeyleri alt bölümüne göre daha azdır. Türbiditik özellikte olan Yavuz formasyonunda azda olsa mikrokonglomera düzeyleri görülebilir. Yavuz formasyonu Likya napları ön cepesinde, genelde devrik konumdadır.

Birim, ince-orta-kalın tabakalı, bej, krem, gri, kirli sarı, yeşil, yeşilimsi gri renkli, kumlu killi kireçtaşı, kalsitürbidit ve mikritik kireçtaşı ara düzeyli kumtaşı, kiltası siltaşlarından oluşmaktadır. Birimin alt düzeyinde kırmızı renkli kiltası, killi kireçtaşı ve siltaşlarından oluşan örnek bir seviye bulunur. Yavuz formasyonunun üst bölümünde, kireçtaşı düzeyleri alt bölümüne göre daha az orandadır. Birim içinde kireçtaşı seviyeleri aşırı deformasyon nedeniyle makaslanmış ve blok görünümünü almıştır. Türbiditik özellikte olan Yavuz formasyonunda seyrek de olsa mikrokonglomera düzeyleri görülebilir. Yavuz formasyonu Likya napları ön cepesinde, genelde devrik konumdadır.

Dut dere Kireçtaşı(TrJd); Yersel megalodonlu rekristalize kireçtaşlarının oluşturduğu formasyon, birim orta-kalın tabakalı yersel masif, aşınma yüzeyi gri, beyaz renklere sahiptir. Birimin üst kısmında orta-kalın tabakalı krem ve gri renkli kireçtaşları vardır. Bunların üstünde de pembe ve kırmızı renklerde çörtlü ammonidli, yumrulu kireçtaşları bulunur. Bölgedeki mermer ocakları Duldere Kireçtaşı' nı işlemektedir.

Neotokton Örtü Kayaları; Bölgedeki Miyosen yaşlı self- kıyı çökelleri ile Pliyosen-Kuvaterner yaşlı çeşitli karasal fasiyesteki tortullar neotokton örtü kaya birimlerini oluşturur. Neotokton örtü kayaları Pliyosen yaşlı Çameli formasyonu, Kuvaterner yaşlı yamaç molozları, birikinti konileri, alüvyon yelpazeleri ve alüvyon dolguları kapsamaktadır.

Çameli Formasyonu(Burdur Formasyonu)(Plç); Pliyosen yaşlı gösel kireçtaşı, kumtaşı, konglomera, marn, vb. kaya türlerinden oluşmaktadır. formasyon Erakman ve diğ. (1982) tarafından isimlendirilmiştir. Formasyon daha önce Burdur Formasyonu

olarak Yalçınkaya ve diğ. (1986) tarafından isimlendirilmiştir. Burdur formasyonu ince-orta-kalın tabakalı, kirli sarı, beyaz, yeşilimsi gri, açık gri renklerde, konglomera, kıltaşı, kumtaşı, killi-kireçtaşı, marn, vb. kaya türlerinden oluşmaktadır. Az miktarda da olsa karbonatlar vardır. Karbonatlar formasyonun üstünde bulunmaktadır.

Likya napları üstünde uyumsuz bir şekilde bulunan bu formasyon, üstten Kuvaterner yaşlı oluşuklar ile uyumsuz bir şekilde kaplanır. Yaklaşık 650 m kalınlık gösterir.

Yamaç Molozu ve Birikinti konileri(Qym); Dağ yamaçları ve eteklerinde, çakıllı, köşeli, gevşek Kuvaterner yaşlı birimlerden oluşmaktadır.

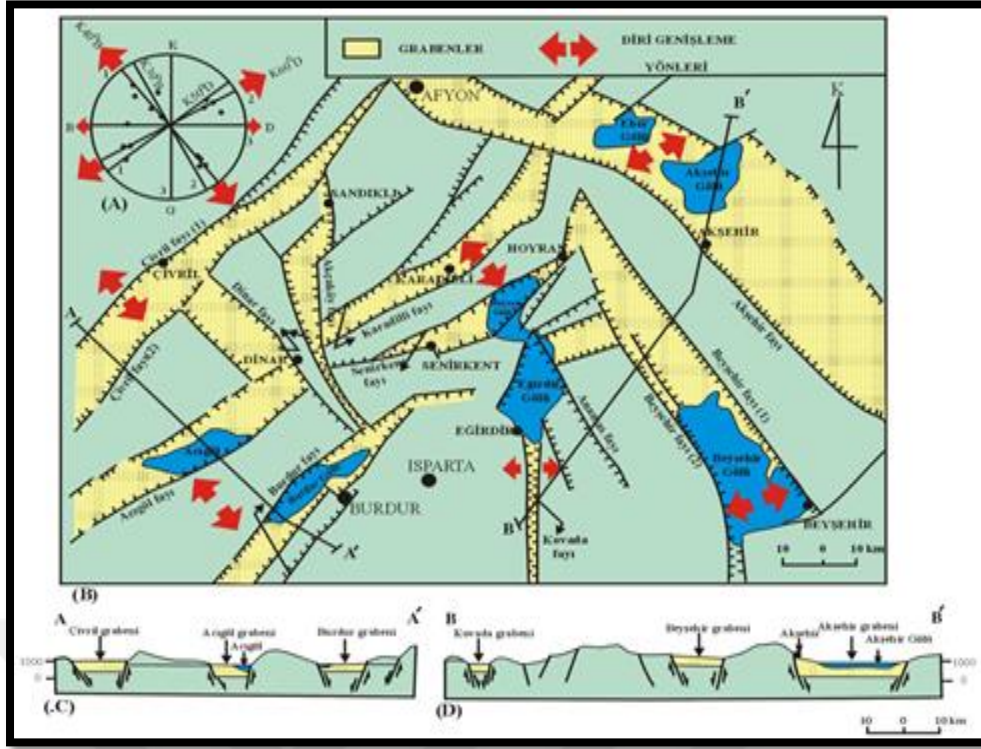
Alüvyon Yel pazesi (Qay); araştırma alanının da içinde bulunduğu, Burdur Gölü'nün, akarsuların ve ova kenarlarında sık olarak gözlenen birimdir. Blok, kum, çakıl, kum, siltli kum ve çamurlardan oluşmaktadır.

Alüvyonlar (Qal); Alüvyonlar akarsu yatak ve ovalarda, çöküntü olan bölgelerde kum, çakıl, az oranda kumtaşı ve çamur taşlarından oluşmaktadır.

3.1.2. Yapısal Jeoloji ve Tektonik

Burdur kapalı göl havzasında; Alt Pliyosen' de başlayan Neotektonik dönem içerisinde, bir yandan karasal tortullaşma sürerken diğer yandan tortullaşma ile yaşıt; değişik doğrultularda ve birbirini kesen birçok fay takımı gelişmiştir.

Fay takımlarından bir kısmı şimdiki Burdur gölünü içinde barındıran çukurluğun kenarlarını sınırlayarak göl alanının daha derinleşmesine neden olmuştur. Gölü barındıran Kuzeydoğu–Güneybatı uzanımlı graben havzasının oluşumuna en büyük katkıyı sağlayan çekim faylarıdır. Yüzlerce diri normal faylardan bazıları küçük ölçekli pek çok graben alanı ve bunları takip eden horst oluşumlarına neden olmuştur.



Şekil 3.1. Burdur-Isparta bükümü kuzey kesiminin yalınlaştırılmış tektonik haritası ve Enine kesitler (Koçyiğit, 1984)

3.1.3. İnceleme Alanının Jeolojisi

Burdur İli, Merkez İlçesi'nde yeraltı su seviyesinin yüksek olup, sıvılaşma riski taşıyan mahallerinde çalışma yapılmıştır. Bu mahalleler belirlenirken yeraltı suyu seviyesinin yüksekte olmasına ve zeminin kumlu birimden oluşmasına dikkat edilmiştir. Sonuç olarak çalışma alanlarımız Bağlar Mahallesi, Bahçelievler Mahallesi, Karasenir Mahallesi olarak seçilmiştir. Seçilen bu mahallelerde sıvılaşma riskini belirlemek için, toplamda 15 adet sondaj ve 10 adet rezistivite çalışması yapılmıştır.

Pliyo-Kuvaterner yaşlı alüvyon yelpazesinin içinde bulunan, etüt alanlarında yapılan SK-1, SK-2, SK-3, SK-4, SK-5, SK-6, SK-7, SK-8, SK-9, SK-10, SK-11, SK-12, SK-13, SK-14, SK-15 sondaj kuyularında 30 cm nebati topraktan sonra 12.00 m ye kadar Siltli kumlar; kötü derecelenmiş kum-silt karışımlar(SM) araldanması görülmüştür. İnceleme alanlarında yanal ve düşey yönde birimde çok fazla değişiklik gözlenmemiştir. Birim yüksek plastisiteli olup kum ve silt oranı oldukça fazladır.

İnceleme alanlarının tümü Kuvaterner yaşlı alüvyon birimlerden oluşmuştur. Alüvyon, Burdur şehir merkezini ve ovanın tamamını kaplamaktadır. Ayrıca, dere yataklarında, yer yer sırtlardaki düzlüklerde görülmektedir. Alüvyonun litolojisini; kil, silt, kum ve çakıl oluşturmaktadır. Alüvyonu oluşturan tanelerin kökenini çoğunlukla,

Marmaris peridotiti, Dutdere kireçtaşı, tüfit, pomza, tuf ve volkanik kayalar oluşturmaktadır. Alüvyonun yaşı Kuvaterner'dir.

3.1.4. Depremsellik

Burdur Bölgesi Bakanlar Kurulunun 18.04.1996 tarihi ve 96/8109 Sayılı kararı gereğince yürürlüğe girmiş Türkiye Deprem Bölgeleri Haritasında 1. Derece deprem bölgesi içerisinde gösterilmektedir. Bölgedeki araştırmalarda farklı grabenleşme dönemleri bulunmuş olup, bu evrelerdeki çekme eksenleri D-B, KD-GB, KD-GD, KKD-GGB, KKB-GGD doğrultularındadır. Bu dönemlerde gelişen çekme tektoniği ile oluşan fay hatları yüksek önemli çöküntü alanlarına sebep olmuştur. Geçmiş yıllar içerisinde Burdur'da iki büyük deprem meydana gelmiştir.

Burdur Fayı: Bu fay Burdur Gölünün doğusundan İçdecik Köyü KD'ne kadar uzanır, Sol atımlı oplik fay olup bazı bölgelerde doğru atımlı olarak çalışır. Fay, Plio-Kuvaterner sedimenleri ve daha sert kayaları keser. Bu faya bağlı olarak bölgede pek çok Neojen havza gelişmiştir. Fay zonu boyunca Episantr merkezleri oldukça sık dizilim gösterir Burdur ilinde meydana gelen ve Isparta'da da hissedilen depremlerin ana nedene bu faydır. Sürekli hareket halindedir.

Kumdanlı Fayı: Isparta il merkezine yaklaşık 40 km uzaklıkta bulunan bu fay, Isparta ilinin KB'sinde Eğirdir Gölünün, Hoyran Gölü ile kesiştiği noktadan geçmekte olup, KD-GB doğrultulu bir faydır.

Fethiye Burdur Fay Zonu: Fethiye Körfezi ile Burdur Gölü arasında yaklaşık olarak 300 km uzunlukta sayıca fazla normal faylardan oluşmaktadır. Burdur Gölünün güney kısmında bulunan ve yörenin en aktif faylarını oluşturan Burdur ve Tefenni segmentleri 60-70 km.'ye varan uzunluğa sahiptir.

Beyşehir Gölü Fayı: Isparta ilinin doğusundan geçmekte olup, Isparta iline yaklaşık uzaklığı 90km. kadar olup, KB-GD uzanımlı bir faydır.

Tatarlı Fayı: Burdur ilinin kuzeyinden geçmekte olup, Isparta iline uzaklığı yaklaşık 60 km. olup, KD-GB uzanımlı bir faydır. Burdur ili Burdur-Dinar-Çivril-Uşak deprem hattı üzerindedir.

Burdur İli sıklıkla civar ilçe ve illerde meydana gelen depremlerin etkisi altında kalmıştır. Ayrıca Tablo 3.1'de de görüldüğü üzere Burdur ili için etkin yer ivmesi katsayısı $A_0=0,40$ sn alınmalıdır.

Tablo 3.1. Etkin yer ivmesi katsayıları (DAD,1996)

DEPREM BÖLGESİ	Ao (sn)
1	0,40
2	0,30
3	0,20
4	0,10
5	< 0,10

Burdur Gölünün Güneydoğu bölgesindeki Karaçal Köyü ile Kuzeydoğusunda bulunan Gölbaşı Köyleri arasındaki alan 1971 depreminde tahribat yaşayan en önemli bölgedir. Burdur fayı ve Düğer fayının kesişme noktası gibi Fay düzlemleri alüvyon düzlüklerden 10–15 m. kadar daha yüksek seviyelerde yer almaktadır. Bu bölgede Yazıköy, Düğer gibi yerleşim alanları depremden en çok etkilenen bölgelerdir. Zararın fazla olduğu bu bölgelerde Burdur Gölü ile kot farkı Cıvardaki deprem episantırlarının odak derinliklerinin ortalama 25–30 km. olması fayların hem volkanizma, hem de depremsellik için ne kadar önemli olduğunu ortaya koymaktadır. Şekil.3.2’ te Burdur Deprem Haritası verilmiştir. Şekil. 3.3’ te ise Burdur ve çevresinin diri fay haritası verilmiştir.

3.1.5. Yerleşime Uygunluk

Burdur İli Bayındırlık ve İskân Bakanlığı tarafından yayınlanan Türkiye Deprem Bölgeleri haritasında (1/1 500 000) birinci dereceden deprem riskli bölge içerisinde yer almaktadır. KD-GB yönünde uzanan Burdur fayı, bölgede birbirine paralel basamaklı faylar olarak özellikle gölsel çökel ve birikinti konisinin yüzeylendiği alanlarda gösterilen faylar doğrusal olarak fay zonu oluşturmuşlardır. Yerleşim alanı için belirtilen bu basamaklı fay düzlemi risk taşımaktadır.

Ertunç vd., (2001) tarafından yapılan araştırmalarda, birbirine paralel olarak uzanan fayların üstünde bulunan Burdur yerleşim alanında, yapılan jeoteknik araştırma bulgularına göre deprem hasarının artmasına neden olan faktörler aşağıdaki gibi sıralanmıştır.

- Temel kayanın üstündeki çökellerin kalınlığı
- Yeraltı suyunun yüzeyden kaç metre derinde bulunduğu
- Zemin sıvılaşmasına maruz kalabilecek bölgeler
- Zemin indeks ve mekanik faktörler
- Zeminden kaynaklanan deprem büyütmesi
- Hakim titreşim periyodunun belirlenmesi
- Eğim raporu

Bölgesel kayma dalga (V_s) hızı dağılımı dikkate alınarak, 1/12.500 ölçekli yerleşime uygunluk haritası hazırlanmıştır (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Burdur İli Merkez ilçesinin yerleşime uygunluk haritası (Ertunç, vd. 2002)

Haritada Burdur Belediyesi yerleşim alanı ise;

- Uygun alanlar (UA)
- Uygun olmayan alanlar (UOA)
- Önlemlenmiş uygun alanlar (ÖUA-1, ÖUA-2)

olarak belirtilmiştir. Aşağıda bölgelerin zemin genel özellikleri açıklanarak, yerleşim bakımından çözüm önerileri sunulmuştur.(Ertunç vd., 2001).

Yerleşime Uygun Alanlar – UA; Burdur yerleşim alanında temel kaya özelliğini gösteren Burdur formasyonunca yüzeyleyen bölgeler; çalışma alanının batısında Tefenni yolu güzergâhı, güney doğuda Tepe Mahallesi, Necati Bey Mahallesi, Yeşiltepe ve Ulucami yükseltileri, Organize Sanayi Bölgesi, Konaklı Mahallesinde ve Kışla Deresi çevresi, yerleşime uygun alanlar olarak belirtilmiştir. Yerleşime uygun alanlarda da zemin etüt yapılmalıdır. Mümkün olduğunca etütlerde sondaj, sismik ve DES çalışmasına yer verilmelidir. Sondajlardan elde edilen örselenmiş ve örselenmemiş numuneler yetkili laboratuvarca değerlendirilmeli ve zeminin fiziksel özelliklerinin yetkili mühendislerce ortaya konması gerekmektedir.

Yerleşime uygun alanlarda (UA); Kayma dalgası hızı 200-300 m/sn olan yerler için; Zemin Gurubu: C, zemin sınıfı: Z-3, Spektrum karakteristik periyotları; $T_A=0.15$ sn ve $T_B=0.60$ sn alınmalıdır

Kayma dalgası hızı 300-700 m/sn olan yerler için; Zemin Gurubu: B, zemin sınıfı:Z-2, Spektrum karakteristik periyotları; $T_A=0.15$ sn ve $T_B=0.40$ sn alınmalıdır.

Uygun Olmayan Alanlar (UOA); Burdur yerleşim alanı içinde bulunan Karaburun formasyonu sarp bir topoğrafyadan meydana gelmektedir. Eğimin etkisiyle oluşabilecek kaya düşmesi riski göz önüne alınarak yerleşime uygun bulunmamıştır.

18-19 M paftasında, Burdur formasyonu tarafından yüzeylenen VI. sınıf eğimli bölge olarak belirtilen alan, yerleşime uygun olmayan alan olarak tanımlanmıştır. Burdur Gölü' ne komşu, 18 J-18 K, 19 K ve 20 L paftalarında kıyı kenar çizgisi ile göl arasında kalan bölge de yerleşime uygun değildir. Diğer yandan, maksimum taşkın debileri hesaplanan, Cıvlaz Deresi, Sultan Deresi, Burdur Deresi, Akdere ve Kışla Deresi yatakları ve taşkın potansiyeline sahip alanlar da yerleşime uygun olmayan alanlar olarak değerlendirilmiştir (Ertunç vd., 2001).

Önlemliy Uygun Alanlar (ÖUA); Burdur yerleşim alanında, gölsel çökeller ve birikinti konilerinden oluşan bölgeler yerleşim olarak, çalışmalardan elde edilen sonuçların neticesinde “Önlemliy Uygun Alanlar” olarak değerlendirilmiştir. Söz konusu alanda, yeraltı suyunun yüzeyden kaç m derinde olduğu, zemin özellikleri, çökel kalınlığı, zeminlerin relatif sıkılıkları ve enine dalga hızlarından elde edilen sonuçlar doğrultusunda sıvılaşma risk analizleri hazırlanmıştır. Çalışma sonucunda sıvılaşma riski taşıyan alanlar; Önlemliy Uygun Alanlar-1 ve Önlemliy Uygun Alanlar-2 olarak gruplandırılmıştır.

Önlemliy Uygun Alanlar – 1 (ÖUA-1); Sıvılaşma riski bulunan bölge, yerleşim açısından Önlemliy Uygun Alan-1 olarak belirlenmiştir. 1/12.500 ölçekli yerleşime uygunluk haritasında da görüldüğü üzere, Üniversite bölgesi, Fevzi Çakmak Mahallesi, Pazar Yeri, Bağlar Mahallesi, Hızır İlyas Mahallesi, Menderes Mahallesi ve Aydınlık Evler Mahallesinin bir kısmı da zemin sıvılaşma riski bulunmaktadır. Bu bölgenin genelinde gölsel çökeller mevcuttur.

Bu alanda, Parsel bazında uygulanacak zemin etütlerinde aşağıdaki çalışmalar yapılmalıdır:

- Sondaj derinliği yeraltı su seviyesine ulaşmalıdır.
- Sondaj çalışmalarından ve araştırma çukurlarından alınan numunelerin mekanik özellikleri belirlenmeli.
- Yeraltı suyu seviyesinin yüzeyden 20 m' ye kadar olduğu alanlarda sismik hızlardan elde edilen parametrelerle, Standart Penetrasyon Deneyi de yapılmalıdır.

- Binaya etkiyecek olan deprem kuvvetini kestirebilmek adına hakim titreşim periyodu belirlenmelidir.
- Arazi ve laboratuvar deneylerinin sonuçlarından faydalanılarak oluşturulan parametreleri dikkate alarak taşıma gücü ve farklı oturma hesapları yapılmalıdır. Riskli bulunan bölgelerde zemin iyileştirme çalışması yapılmalıdır.

Önemli uygun alanlar-1 (ÖUA-1)'de; Kayma dalgası hızının 200m/sn küçük (balçık) olan bölgeler için; Zemin Grubu: D, zemin sınıfı: Z-4, Spektrum karakteristik periyotları; $T_A=0.20$ sn ve $T_B=0.90$ sn alınmalıdır.

Kayma dalgası hızı 200-300 m/sn olan yerler için; Zemin Grubu: C, zemin sınıfı:Z-3, Spektrum karakteristik periyotları; $T_A=0.15$ sn ve $T_B=0.60$ sn alınmalıdır

Önemli Uygun Alanlar-2 (ÖUA-2); sınıvlaşma riski düşük bölgeler, “Önemli Uygun Alanlar-2” olarak belirtilmiştir. Bu alanlar, Bahçeli Evler Mahallesi, Armağan İlci Mahallesi, Şeker Evleri Mahallesi, Askeri Alan, Burç Mahallesi, Ulucami'nin batısındaki mahalleler; Konak Mahallesi, Hızır İlyas Mahallesi'nin bir bölümü, Yeni Mahalle Şirinevler Mahallesi, Bozkurt Mahallesi, Aydınlık Evler Mahallesinin bir bölümü, Sanayi ve Kışla Mahallesinin bir bölümünü kapsamaktadır.

Bu alanda, parsel bazlı zemin etütlerinde aşağıdaki çalışmalar yapılmalıdır:

- Sondaj kuyularının derinlikleri en az 15 m olmalıdır.
- Sondaj çalışması esnasında her 1,5 metrede SPT yapılmalıdır. Zeminden alınan numuneler laboratuvar tarafından değerlendirilmeli ve zemin özellikleri mühendislerce saptanmalıdır.
- Sondajlarda yeraltı suyuna rastlanırsa sismik hızlardan da yararlanılmalıdır. Ayrıca yeraltı su seviyesini belirlemek amacıyla düşey elektrik sondajı yapılmalıdır.
- Yapılara etkiyecek deprem kuvvetini kestirebilmek adına zemin hakim titreşim periyodunun belirlenmesi gerekir.
- Farklı bina yüksekliklerinde farklı sondaj derinlikleri uygulanmalıdır.
- Zemin etütlerinde riskli bulunan bölgelerde iyileştirme çalışması yapılmalıdır.

Önemli uygun alanlar 2 (ÖUA-2)'de; Kayma dalgası hızı 200-300 m/sn olan yerler için; Zemin Grubu: C, zemin sınıfı: Z-3, Spektrum karakteristik periyotları; $T_A=0.15$ sn ve $T_B=0.60$ sn alınmalıdır

Kayma dalgası hızı 300-700 m/sn olan yerler için; Zemin Grubu: B, zemin sınıfı:Z-2, Spektrum karakteristik periyotları; $T_A=0.15$ sn ve $T_B=0.40$ sn alınmalıdır.

3.1.6. Sıvılaşma Analizi

Deprem yüklemesinin (yer sarsıntısının) etkisi ile suya doymun gevşek kumlu zeminlerde sıvılaşma olması, zemin tabakalarının mukavemetini kaybetmesine sebep olmaktadır. Bu olay, zemin yüzeyinde bulunan yapılarda hasar meydana getirmektedir. Şekil 3.5' te Adapazarı depreminde gerçekleşen sıvılaşma ile ilgili örnek verilmiştir.



Şekil 3.5. Adapazarı depremi sonrası sıvılaşma

Zemine oturtulan söz konusu yapılarda güvenliği sağlayabilmek için kumlu zeminlerin sıvılaşma potansiyelinin saptanması gerekmektedir. Kumlu zeminlerde, sıvılaşma potansiyelini belirleyebilmek için birtakım laboratuvar deneylerine ve arazi çalışmalarına gereksinim vardır.(Yatman, 2006). Sıvılaşma riskinin belirlenmesi için başvuru laboratuvar deneyleri yüksek deformasyonlu deneyler sınıfında değerlendirilir. Yüksek kayma deformasyonu genliklerinde zemin çoğu zaman hacmin değişimi ile orantılıdır. Zeminin durumu efektif gerilme sonucu ortaya çıktığı için, yüksek deformasyon seviyelerinde yapılan deneylerde numunenin boşluk suyu drenaj değişimi ve hacim boşluk suyu basıncı değişimi kesinlikle saptanmalıdır. (Akkaş, 2006).

Sıvılaşma analizinde kullanılan arazi deneylerinin avantajı zemini doğal haliyle irdelememizi sağlar. Arazi deneylerini kullanarak istenilen derinliğe ulaşabiliriz. Ama sismik hareketliliği arazide göstermek zor olduğu için sıvılaşma potansiyelinin belirlenmesine direk olarak ulaşılamaz. Değerlendirme yapabilmek için sıvılaşma olayı gözlenen depremlerden amprik bağıntılar geliştirilmiştir. (Yatman, 2006).

Sıvılaşma analizinde genelde kullanılan arazi deneyleri, standart penetrasyon deneyi (SPT), koni penetrasyon deneyi (CPT) ve kayma dalga hızı (V_s) deneyidir. Bu

tez çalışmasında sıvılaşma riski standart penetrasyon deneyi (SPT) kullanılarak belirlenmiştir.

Iwasaki vd. (1981), tarafından geliştirilen yöntemle göre devirsel gerilme oranı aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmaktadır (Denklem 3.1):

$$DGO = \frac{a_{max}}{g} \frac{\sigma_{v0}}{\sigma'_{v0}} \quad (3.1)$$

a_{max} = Zemin yüzeyindeki maksimum yatay yer ivmesi

DGO = Deprem nedeniyle oluşan devirsel gerilme oranı

σ_{v0} = Düşey toplam gerilme

g = Yerçekimi ivmesi

σ'_{v0} = Düşey efektif gerilme

rd = Gerilme azaltma katsayısıdır. Aydan vd. (1996)'nin önerdiği aşağıdaki eşitlik kullanılarak a_{max} (Zemin yüzeyindeki maksimum yatay yer ivmesi) değeri hesaplanır. (Denklem 3.2).

$$a_{max} = 2.8(e^{0.9M} \cdot e^{-0.025R} - 1) \quad (3.2)$$

Burada, M = Deprem büyüklüğü

R = Deprem odağından olan uzaklıktır

rd değerleri aşağıdaki eşitlikle hesaplanabilmektedir: $rd = 1 - 0.0015 z$

Burada, z metre cinsinden yüzeyden itibaren derinliği ifade etmektedir

3.2. Kullanılan Aletler ve Cihazlar

Çalışma alanında zeminin temel mühendislik özelliklerini belirlemek maksadıyla 15.00 metre derinliğinde 15 tane sondaj çalışması yapılmıştır. Sondajlar rotary sistemle çalışan sondaj makinesi kullanılarak açılmıştır. Ayrıca zemindeki dayanım parametrelerinin belirlenmesi ve sıvılaşma risk analizini oluşturmak maksadıyla, sondajlarla beraber 1.50 m-3.00 m-4.50 m-6.00 m-7.50 m-9.00 m-10.50 m-12.00-13.50 metrede SPT deneyleri yapılmıştır. Sondaj kuyularında birim ağırlıklı kil-kum olduğu için yıkılma olmamış kuyular temizdir. Ayrıca yeraltı su seviyesini belirlemek amacıyla resistivite aletiyle öz direnç farklarından yararlanılarak DES ölçümü yapılmıştır.

3.3.Yöntem

3.3.1. Zemin Fiziksel Özellikleri

Kıvam limitlerinden olan Atterberg limitleri; zemindeki tane yapısıyla ile su arasındaki ilişkiyi ve su değişkenliğine göre zeminin yapısını tanımlar.

Zemine aşırı derecede su verilirse zemin likit (sıvı) hale geçecektir. Bundan dolayı zemin akıcı bir özellik kazanır ve kesme direnci kaybolur. Kuruması için beklenirse belirli bir kesme direnci kazanır. Böyle bir durumdaki su içeriğine likit limit denir. Şayet su kaybı daha da fazla olursa zemin plastik özelliğini yitirir. Bu haldeki durumuna plastik limit denir. Likit limit zeminin sıvı halden plastik hale, plastik limit zeminin plastik halden yarı katı hale, büzülme limiti ise yan katı halden katı hale geçtiği sınır değerlerdir.

Likit limit ve plastik limit için kullanılacak örneğin seçiminde dikkat etmek gerekir. Doğal su içeriğini yitirmemiş ve 200 Nolu elek altı malzemeler seçilmelidir. 200 Nolu eleğin altındaki malzeme karıştırılır ve bu malzemedan 100 gr alınır. Malzemenin üstüne damıtılmış su koyularak spatula yardımıyla macun kıvamına gelinceye kadar karıştırılır. Hazırlanan bu macun kıvamındaki zeminden Casagrande aletinin vuruş kabına koyulur.

Oluk açma bıçağından faydalanılarak zemin eşit şekilde ikiye bölünür. iki kere dönecek şekilde yatay kol çevrilerek zeminin iki parçasının oluk tabanında 13 mm birleşmesini sağlayacak düşüş sayısı saptanır. Oluğun kapanması zemin kayması ile değil, zeminin akarak kapanması ile olmalıdır.

Su muhtevası - darbe sayısı ilişkisi; kapanan bölgeden su içeriğinin belirlenmesi için numune alınır. Vuruş kabındaki malzeme karıştırma kabına koyulur ve su içeriğini değiştirerek yeni bir darbe sayısı belirlenir. Bu işlemler en az 4 darbe sayısı belirleninceye kadar sürdürülür. Belirlenen darbe sayısı için su muhtevası hesaplanır.

Elde edilen bu darbe sayısı ve buna karşılık gelen su muhtevası değerlerinden akış eğrisi belirlenir. Darbe sayısını akış eğrisinde apsiste, su muhtevası ise ordinatta gösterilir. Akış eğrisinde 25 darbeye karşı gelen su muhtevası değeri o zeminin "likit limit" değeridir.

Plastik limit deneyinde Likit limit için hazırlanan numuneden biraz alınır. Bu malzeme bir kaba koyularak el ile yoğrulduğunda yapışmayacak biçimde arı su ile yoğrulur. Malzemeye el ile elipsoidal bir şekil verilir ve düz bir plaka koyularak yuvarlanır. 3 mm çapında çubuklar elde etmek için bastırılır. Çubuklar 3 mm olduğunda çatlama olmazsa malzeme toprak haline getirilip bir daha yoğrulur. Bu yoğurma çubuğun çatlayarak bölünmesine kadar devam edilir. Bu ufalanan çubuğun parçalarının

su muhtevası değerlendirilmesi yapılır Bulunan bu su muhtevası ortalamaları zeminin plastik limit değerini verir.

Atterberg Limitlerinin bir zemin laboratuvarında önemi fazladır. Zeminin özelliklerinin belirlenebilmesi için önemlidir. Zemin sınıflandırılması bu deneylerle gerçekleşir.

Etüt alanlarından alınan numuneler üzerinde su muhtevası, doğal birim hacim ağırlık, elek analizi, Atteberg Limitleri olarak 15 adet sondaj için, her sondajda 4 adet laboratuvar deneyi Tablo 3.2’de gösterilmiştir.

Tablo 3.2: Laboratuvar deney sayıları

DENEY ADI	ADET
Elek Analizi	15
Su içeriği	15
Atterberg Limitleri	15
Doğal Birim Hacim Ağırlığı	15

3.3.2. Standart Penetrasyon Deneyi (SPT)

Geoteknik Mühendisliğinde, standart penetrasyon deneyi (SPT) en çok kullanılan arazi deneyleri arasındadır. Ülkemiz de diğer dünya ülkelerinde olduğu gibi yaygın olarak kullanılmaktadır. Arazide uygulanan diğer deneylere nazaran SPT’ nin avantajları söz konusudur. Bu deneyde kullanılan ekipman (tij, numune alıcı, tokmak vs.) genel olarak daha kullanışlıdır. SPT, sondaj sırasında uygulandığı için maliyeti de düşüktür. Deneyi üstün kılan başka bir husus ise numune alınabilirliğinin olmasıdır Bahsedilen avantajları başka bir arazi deneyinde göremeyiz. (Sivrikaya ve Toğrol, 2009).

Çalışma alanlarında açılan on beş adet sondaj kuyularında her 1,5 metrede Standart Penetrasyon Deneyi(SPT) çalışması yapılmıştır. SPT deneyinde uç kısmına çarık takılmış semplerin üzerine 76 cm yükseklikten 63.5 kg olan şahmerdanın serbest düşmesi ile semplerin zeminde 45 cm ilerlemesi için darbe sayıları(N) her 15 cm’lik ilerleme için sayılarak belirlenmiştir. Değerlendirme esnasında son 30 cm önemlidir. SPT ölçümünde 15 cm’ lik ilerleme için 50 darbe sayısı şartı sağlandığında veya şahmerdanın üç kere ikileme yapması durumunda deneye son verilir. Semplerden alınan numuneler acil bir şekilde korumaya alınır. SPT deneyinden elde edilen numune laboratuvara gönderilerek zemin parametreleri oluşturulur.

Birçok değişken ve faktör SPT sonuçlarında etkilidir. Bunun sonucu olarak da belirlenen SPT- Narazi değerleri farklılık gösterebilir. Yanlış sondaj uygulamaları, yanlış sondaj deliği stabilizasyonu, yanlış deney yapılması, aletlerin sapma yapması, SPT sonuçlarını etkileyen faktörlerden birkaçıdır.. Bahsedilen bu faktörler nedeniyle, ölçülen SPT-Narazi değerlerinde düzeltme uygulanır. Düzeltmiş SPT-N değerleri aşağıda verilen ampirik ifade kullanılarak hesaplanmaktadır. (Denklem 3.3):

$$(N1_{60}) = NC_N C_R C_S C_B C_E \quad (3.3)$$

Burada:

$(N1)_{60}$ = Düzeltmiş SPT-N değerleri

C_N = Üst tabaka yükü düzeltme sayısı

N = Ölçülen SPT darbe sayısı

C_R = Tij boyu düzeltme katsayısı

C_B = Kuyu boyu düzeltme katsayısı

C_S = Numune alma metodu katsayısı

C_E = Enerji oranı düzeltme katsayısıdır. Üst tabaka yükü düzeltme katsayısı C_N , genellikle Liao ve Whitman (1986) tarafından verilen aşağıda eşitlik kullanılarak hesaplanmaktadır (Denklem 3.4):

$$C_N = \sqrt{P_A / \sigma'_{v0}} \leq 1.7 \quad (3.4)$$

Burada,

σ' = P_a ile aynı birime sahip düşey efektif gerilmesi

P_a = Yaklaşık 100 kPa değerindeki referans gerilmesidir. Youd vd. (2001)' e göre C_N değeri 1.7'yi aşmamalıdır

Youd vd. (2001) tarafından önerilen C_R (Tij boyu düzeltme katsayısı) değerleri Tablo 3.3'de gösterilmiştir.

Tablo 3.3. Tij boyu düzeltme katsayıları

Derinlik (m)	Tij boyu düzeltme katsayısı C_R
$d < 3$	0.75
$d = 3 - 4$	0.80
$d = 4 - 6$	0.85
$d = 6 - 10$	0.90
$d = 10 - 30$	1.00

Robertson ve Fear (1996) tarafından önerilen kuyu boyu düzeltme katsayısı (C_B) değerleri Tablo 3.4.'de gösterilmiştir.

Tablo 3.4. Kuyu boyu düzeltme katsayıları

Kuyu Çapı (mm)	Kuyu boyu düzeltme katsayısı (C_B)
65 - 115	1.05
150	1.05
200	1.15

Başka bir önemli bir husus ise şahmerdanın zemine ilettiği enerji veriminin düzenlenmesidir. Şahmerdan mekanizması ve şahmerdanın serbest düşüşle bırakılma metodu zemine iletilen enerji verimliliğini etkilemektedir. Gerçek enerji miktarı Kovacs ve Salomone (1982)'a göre %30–%80, geri kalan araştırmacılara göre %70–100 arasında değişebilmektedir. Ama pek çok ülkede, enerji verimi olarak %60 oranı kabul görmüştür (Mollamahmutoglu ve Babuçu, 2006).

Seed vd. (1985)' e göre enerji oranı düzeltme katsayısı (C_E) değerleri Tablo 3.5'de gösterilmiştir.

Tablo 3.5. Enerji oranı düzeltmesi

Ülke	Şahmerdan tipi	Şahmerdan bırakma yöntemi	Tahmin edilen enerji oranı	% 60 enerji oranına göre düzeltme katsayısı
Japonya	Donut	Serbest düşülü	78	78/60=1.30
	Donut	Özel bırakma yöntemine sahip halat ve makara	67	67/60=1.12
ABD	Güvenlikli	Halat ve makara	60	60/60=1.00
		Halat ve makara	45	45/60=0.75
Arjantin	Donut	Halat ve makara	45	45/60=0.75
Çin	Donut	Serbest düşülü	60	60/60=1.00
	Donut	Halat ve makara	50	50/60=0.83

3.3.3. Elektrik Özdirenç Yöntemi

Yapay bir enerji kaynağının yardımı ile iki elektrotun yere akım vermesi ve diğer iki elektrotla arasındaki potansiyel farkın okunması esasına dayanmaktadır. Elektrik özdirenç yöntemi genelde 4 elektrot vasıtasıyla uygulanmaktadır. Özdirenç yöntemi; Yeraltı suyu aramalarında, zemin etütlerinde, heyelan saptamalarında ve baraj yapımında, kum ocakların araştırılmasında vb. kullanılmaktadır. Ölçüler ile katman eğimlerini, fay derinliklerini, yeraltı su derinliğini saptamak mümkündür. Dünyada en yaygın olarak kullanılan yöntemdir. Bunda kullanım kolaylığının ve ucuz olmasının payı yüksektir. İnceleme alanlarında zemin-yapı ilişkilerini ve yeraltı suyu varlığını

belirlemek amacıyla 14 noktada ölçüm yapılmıştır. AB/2 20 metre, MN/2 sabit tutulup 0,25 metre olacak şekilde açılım yapılarak Schlumberger yöntemi uygulanmıştır. Rezistivite uygulamasında; besleme voltajı 12 volt, akü, 0-500 mA, çıkış akımı, 0-500 volt, DC çıkış voltajı, 100 watt çıkış gücü ve 0,5 Hz çıkış frekansı olan bir transmitter (verici), 2,2 Mega ohm giriş empedansı, Maximum hassasiyeti 0,1 mV tam skala, 0,5 Hz çalışma frekansı ve oktav başına-12 Db frekans cevabı olan, 15 sn okuma zamanı, kalibrasyon direnci 0,5 ohm olan bir receiver (alıcı) kullanılmıştır (Şekil 3.6).

Elde edilen veriler öz direnç farklılıklarına göre sıralanıp, katman kalınlığını ve formasyonu belirleyebilmek için arazi çalışması ve büro çalışması esnasında bilgisayar ortamında veri-grafik olarak çizilmiş, ip2win programı ile değerlendirilmiştir.



Şekil 3.6. Arazide yapılan DES ölçümü

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Sondaj Numunelerinden Elde Edilen Sonuçlar

Burdur ili, Merkez İlçesi' nde yapılan araştırmalar sonucu yeraltı su seviyesi yüksek olan üç mahalle inceleme alanı olarak seçilmiştir. Bu mahalleler Bağlar Mahallesi, Bahçelievler Mahallesi ve Karasenir Mahallesi' dir. Her mahalede 5 adet sondaj, 3 adet DES ölçümü yapılmıştır. Sondaj numunelerinden elde edilen sonuçlar (Tablo 4.1) de verilmiştir.

Tablo 4.1. Sondaj numunelerinden elde edilen sonuçlar

Sondaj No	Derin m	Su İçeriği (%)	DBHA vı kN/m ²	Elek Analizi		Atterberg Limitleri			Zemin Sınıfı (USCS)	Formas. Adı
				+4 No%	-200 No %	LL	PL	PI		
SK 1	20,00	16,34	18,61	83,32	16,68		NP		SM	Alüvyon
SK 2	20,00	21,53	18,63	15,54	84,46	44,10	12,2	31,7	CL	Alüvyon
SK 3	12,00	13,58	18,69	43,08	54,92	41,35	19,6	21,7	CL	Alüvyon
SK 4	12,00	23,33	18,70	32,59	67,41	36,61	18,9	17,6	CL	Alüvyon
SK 5	12,00	15,6	18,65	65,3	28,2		NP		SM	Alüvyon
SK 6	20,00	25,6	18,12	51,8	48,2		NP		SM	Alüvyon
SK 7	12,00	24,27	18,47	27,07	72,93	40,74	16,2	24,4	CL	Alüvyon
SK 8	12,00	7,56	18,92	96,74	3,26		NP		SW	Alüvyon
SK 9	12,00	22,50	17,38	88,43	11,57		NP		SM	Alüvyon
SK 10	12,00	24,27	18,47	27,07	72,93	40,74	16,2	24,4	CL	Alüvyon
SK 11	20,00	11,50	18,12	62,10	38,00		NP		SM	Alüvyon
SK 12	20,00	19,04	18,54	69,03	30,97		NP		SM	Alüvyon
SK 13	12,00	20,08	17,88	75,19	19,82		NP		SM	Alüvyon
SK 14	12,00	18,15	18,47	64,57	35,43		NP		SM	Alüvyon
SK 15	12,00	18,86	18,19	51,91	48,09		NP		SM	Alüvyon

Bağlar Mahallesi'nde açılan SK-1 nolu sondaj kuyusunda yüzeyden 0-0.30 m arasında nebati toprağa rastlanılmıştır. 0.30–20,00 m arasında Alüvyon yelpazesi olarak adlandırılan çakıl, kum, silt ve kil karışımından oluşan birim gözlenmiştir Yeraltı su seviyesi 10.00 m' de gözlenmiştir. Alınan örselenmemiş numunenin elek–hidrometrik analiz sonuçlarında % 0.00 çakıl, % 83.32 kum, % 16.68 kil-silt bulunmuştur. 4-4.5 metreden alınan Shelby tüpü numune üzerinde yapılan kesme kutusu deneyi sonuçlarına göre kohezyon $C=0$ kPa, içsel sürtünme açısı $\phi=28^\circ$, konsolidasyon deneyi sonuçları $mv \cdot 10^{-2} = -$ cm²/kg, $Cv \cdot 10^{-3} = -$ cm²/sn birim SM olduğu için bulunamamıştır. Doğal

birim hacim ağırlık γ_n :18.61 kN/m³, su içeriği W_n : % 16.34 olarak bulunmuştur. Likit limit LL:% NP, plastik limit PL:% NP, plastisite indisi PI:% NP' dir. Birleştirilmiş zemin sınıflamasına göre (USCS) zemin sınıfı sembolü SM' dir.

Tablo 4.2. Bağlar Mahallesindeki SK1'e ait SPT sonuçları

SPT No	Derinlik	0 - 15 cm	15 - 30 cm	30 - 45 cm	Toplam*
SPT / 1	1.50 - 1.95	4	6	7	13
SPT / 2	3.00 - 3.45	5	7	8	15
SPT / 3	4.50 - 4.95	5	7	7	14
SPT / 4	6.00 - 6.45	5	8	9	17
SPT / 5	7.50 - 7.95	6	9	10	19
SPT / 6	9.00 - 9.45	7	9	12	21
SPT / 7	10.50 - 10.95	8	10	13	23
SPT / 8	12.00 -12.45	9	11	14	25
SPT / 9	13.50 - 13.95	10	12	15	27
SPT / 10	15.00 -15.45	11	14	16	30

* : 15-30 cm ve 30-45 cm N darbe sayıları toplamı.

Bağlar Mahallesi' nde açılan SK-2 nolu sondaj kuyusunda 0-0.30 m arasında nebati toprağa rastlanılmıştır., 0.30–20.00 m arasında Alüvyon yelpazesi olarak adlandırılan çakıl, kum, silt ve kil karışımından oluşan birim gözlenmiştir. Örselenmemiş UD numunenin laboratuvar deneylerinde ise; Alınan örselenmiş numunenin elek–hidrometrik analiz sonuçlarında % 0.0 çakıl, % 15.54 kum, % 84.46 kil-silt bulunmuştur. 4.5 metreden alınan Şehlby tüpü numune üzerinde yapılan kesme kutusu deneyi sonuçlarına göre $C=60$ kPa, $\phi=6^\circ$, konsolidasyon deneyi sonuçları: $mv \cdot 10^{-2}=1.097$ cm²/kg, $Cv \cdot 10^{-3}= 15.101$ cm²/sn olarak bulunmuştur. γ_n :18,63 kN/m³, W_n :% 21.53 olarak bulunmuştur. LL:% 44.10, PL:% 12.22, PI: 31.79' dir. Birleştirilmiş zemin sınıflamasına göre (USCS) zemin sınıfı sembolü CL bulunmuştur. Bu sonuçlardan LI: 0.293, Ic:0.707, Cc:0.387, Cs: 3.65 olarak hesaplanmıştır.

Tablo 4.3. Bağlar Mahallesi'ndeki SK2'e ait SPT sonuçları

SPT No	Derinlik	0 - 15 cm	15 - 30 cm	30 - 45 cm	Toplam
SPT / 1	1.50 - 1.95	4	5	7	12
SPT / 2	3.00 - 3.45	5	7	8	15
SPT / 3	4.50 - 4.95	6	8	9	17
SPT / 4	6.00 - 6.45	8	10	11	21
SPT / 5	7.50 - 7.95	8	12	13	25
SPT / 6	9.00 - 9.45	9	11	14	26
SPT / 7	10.50 - 10.95	10	13	14	27
SPT / 8	12.00 - 12.45	12	15	16	31
SPT / 9	13.50 - 13.95	12	14	15	29
SPT / 10	15.00 - 15.45	13	15	17	32

Bağlar Mahallesi'nde açılan SK-3 nolu sondaj kuyusunda 0-0.30 m arasında nebati toprağa rastlanılmıştır. 0.30-12.00 m arasında Alüvyon yelpazesi olarak adlandırılan çakıl, kum, silt ve kil karışımından oluşan birim gözlenmiştir. Örselememiş UD numunenin laboratuvar deneylerinde ise; Alınan örselenmiş numunenin elek-hidrometrik analiz sonuçlarında % 2.00 çakıl, % 43.08 kum, % 54.92 kil-silt bulunmuştur. 4.5 metreden alınan Şehlby tüpü numune üzerinde yapılan kesme kutusu deneyi sonuçlarına göre $C=51$ kPa, $\phi=6^\circ$, konsolidasyon deneyi sonuçları: $mv \cdot 10^{-2}=1.861$ cm²/kg, $Cv \cdot 10^{-3}=15.777$ cm²/sn olarak bulunmuştur. $\gamma_n:18,69$ kN/m³, $W_n: \% 13.58$ olarak bulunmuştur, $LL:\%41.35$, $PL:\% 19.65$, $PI: 21.70$ ' dir. Birleştirilmiş zemin sınıflamasına göre (USCS) zemin sınıfı sembolü CL bulunmuştur. Bu sonuçlardan $LI:-0.279$, $I_c:1.279$, $C_c:0.371$, $C_s: 3.605$ olarak hesaplanmıştır.

Tablo 4.4. Bağlar Mahallesi'ndeki SK3'e ait SPT sonuçları

SPT No	Derinlik	0 - 15 cm	15 - 30 cm	30 - 45 cm	Toplam
SPT / 1	1.5 - 1.95	3	5	7	12
SPT / 2	3.0 - 3.45	4	6	7	13
SPT / 3	4.5 - 4.95	Numune alımı yapıldı			
SPT / 4	6.0 - 6.45	5	8	9	17
SPT / 5	7.5 - 7.95	6	9	10	19
SPT / 6	9.0 - 9.45	7	10	11	21
SPT / 7	10.5 - 10.95	8	12	13	20
SPT / 8	12.0 - 12.45	9	11	14	25

Bağlar Mahallesi'nde açılan SK-4 nolu sondaj kuyusunda 0-0.30 m arasında nebati toprağa rastlanılmıştır. 0.30-12.00 m arasında Alüvyon yelpazesi olarak adlandırılan çakıl, kum, silt ve kil karışımından oluşan birim gözlenmiştir. Örselememiş UD numunenin laboratuvar deneylerinde ise; Alınan örselenmiş numunenin elek-

hidrometrik analiz sonuçlarında % 0.0 çakıl, % 32.59 kum, % 67.41 kil-silt bulunmuştur. 4.5 metreden alınan Şehlby tüpü numune üzerinde yapılan kesme kutusu deneyi sonuçlarına göre $C=52$ kPa, $\phi=6^\circ$, konsolidasyon deneyi sonuçları: $mv \cdot 10^{-2}=2.816$ cm^2/kg , $Cv \cdot 10^{-3}=14.682$ cm^2/sn olarak bulunmuştur. $\gamma_n:18,70$ kN/m^3 , $W_n:\% 23.33$ olarak bulunmuştur, $LL:\% 36.61$, $PL:\% 18.97$, $PI:17.64'$ tür. Birleştirilmiş zemin sınıflamasına göre (USCS) zemin sınıfı sembolü CL bulunmuştur. Bu sonuçlardan $LI:0.247$, $I_c:0.753$, $C_c:0.320$, $C_s: 2.54$ olarak hesaplanmıştır.

Tablo 4.5. Bağlar Mahallesi'ndeki SK4'e ait SPT sonuçları

SPT No	Derinlik	0 - 15 cm	15 - 30 cm	30 - 45 cm	Toplam
SPT / 1	1.50 - 1.95	4	6	7	13
SPT / 2	3.00 - 3.45	5	7	8	15
SPT / 3	4.50 - 4.95	7	9	10	19
SPT / 4	6.00 - 6.45	8	10	11	21
SPT / 5	7.50 - 7.95	9	12	13	25
SPT / 6	9.00 - 9.45	10	12	14	26
SPT / 7	10.50 - 10.95	11	13	14	27
SPT / 8	12.00 -12.45	12	15	16	31
SPT / 9	13.50 - 13.95	12	14	15	29
SPT / 10	15.00 -15.45	13	15	17	32

Bağlar Mahallesi'nde açılan SK-5 nolu sondaj kuyusunda 0-0.30 m arasında nebati toprağa rastlanılmıştır. 0.30–12.00 m arasında Alüvyon yelpazesi olarak adlandırılan çakıl, kum, silt ve kil karışımından oluşan birim gözlenmiştir. Örselememiş UD numunenin laboratuvar deneylerinde ise; Alınan örselenmiş numunenin elek–hidrometrik analiz sonuçlarında % 6.50 çakıl, % 65.3 kum, % 28.2 kil-silt bulunmuştur. 4.5 metreden alınan Şehlby tüpü numune üzerinde yapılan kesme kutusu deneyi sonuçlarına göre $C=29$ kPa, $\phi=0^\circ$ olarak bulunmuştur. $\gamma_n:18.65$ kN/m^3 , $W_n:\% 15.6$ olarak bulunmuştur, $LL:\% NP$, $PL:\% NP$, plastisite indisi $PI: NP$ 'dir. Birleştirilmiş zemin sınıflamasına göre (USCS) zemin sınıfı sembolü SM bulunmuştur. Bu sonuçlardan $LI:-$, $I_c:-$, $C_c:-$, şişme indisi $C_s: -$ olarak hesaplanmıştır.

Tablo 4.6. Bahçelievler Mahallesindeki SK5'e ait SPT sonuçları

SPT No	Derinlik	0 - 15 cm	15 - 30 cm	30 - 45 cm	Toplam
SPT / 1	1.5 - 1.95	3	6	7	13
SPT / 2	3.0 - 3.45	4	7	8	15
SPT / 3	4.5 - 4.95	Numune alımı yapıldı			
SPT / 4	6.0 - 6.45	5	8	9	17
SPT / 5	7.5 - 7.95	6	10	10	20
SPT / 6	9.0 - 9.45	7	10	12	22
SPT / 7	10.5 - 10.95	8	12	13	25
SPT / 8	12.0 - 12.45	9	11	17	28

Bu sonuçlara göre zemin İnorganik killeri; kötü derecelenmiş çakıl, kum, silt-kil karışımları-Siltli kumlar; kötü derecelenmiş kum-silt karışımları(SM) bulunmuştur

Bahçelievler Mahallesi'nde Açılan SK-6 sondaj kuyusunda 0-0.30 m. arasında nebati toprağa rastlanılmıştır. 0.20–20,00 m arasında Alüvyon yelpazesi olarak adlandırılan çakıl, kum, silt ve kil karışımından oluşan birim gözlenmiştir. Örselenmemiş UD numunenin laboratuvar deneylerinde ise; Alınan örselenmiş numunenin elek-hidrometrik analiz sonuçlarında % 0 çakıl, % 51.8 kum, % 48.2 kil-silt bulunmuştur. 4-4.5 metreden alınan Şehlby tüpü numune üzerinde yapılan kesme kutusu deneyi sonuçlarına göre $C = 0$ kPa, $\phi = 25^\circ$, konsolidasyon deneyi sonuçları $mv \cdot 10^{-2} = -$ cm²/kg, $Cv \cdot 10^{-3} = -$ cm²/sn birim SM olduğu için bulunamamıştır. $\gamma_n: 18,12$ kN/m³, $W_n: \% 25.6$ olarak bulunmuştur. LL: % NP, PL: % NP, PI: % NP' dir. Birleştirilmiş zemin sınıflamasına göre (USCS) zemin sınıfı sembolü SM bulunmuştur. Bu sonuçlardan LI: -, Ic: -, Cc: -, Cs: - olarak hesaplanmıştır.

Tablo 4.7. Bahçelievler Mahallesindeki SK6'ya ait SPT sonuçları

SPT No	Derinlik	0 - 15 cm	15 - 30 cm	30 - 45 cm	Toplam
SPT / 1	1.5 - 1.95	4	6	7	13
SPT / 2	3.0 - 3.45	5	7	8	15
SPT / 3	4.5 - 4.95	Numune alımı yapıldı			
SPT / 4	6.0 - 6.45	6	8	9	17
SPT / 5	7.5 - 7.95	7	9	10	19
SPT / 6	9.0 - 9.45	8	10	11	21
SPT / 7	10.5 - 10.95	9	11	12	23
SPT / 8	12.0 - 12.45	10	12	13	25

Bahçelievler Mahallesi'nde açılan SK-7 sondaj kuyusunda 0-0.30 m arasında nebati toprağa rastlanılmıştır. 0.30–12,00 m arasında Alüvyon yelpazesi olarak adlandırılan çakıl, kum, silt ve kil karışımından oluşan birim gözlenmiştir. Örselenmemiş UD numunenin laboratuvar deneylerinde ise; Alınan örselenmiş numunenin elek-

hidrometrik analiz sonuçlarında % 0 çakıl, % 51.8 kum, % 48.2 kil-silt bulunmuştur. 4-4.5 metreden alınan Şehlby tüpü numune üzerinde yapılan kesme kutusu deneyi sonuçlarına göre $C= 0$ kPa, $\phi= 25^\circ$, konsolidasyon deneyi sonuçları $mv \cdot 10^{-2} = -$ cm²/kg, $Cv \cdot 10^{-3} = -$ cm²/sn birim SM olduğu için bulunamamıştır. $\gamma_n: 18,12$ kN/m³, $W_n: \% 25.6$ olarak bulunmuştur. LL:% NP, PL:% NP, PI:% NP' dir. Birleştirilmiş zemin sınıflamasına göre (USCS) zemin sınıfı sembolü SM bulunmuştur. Bu sonuçlardan LI:-, Ic: -, Cc: -, Cs: - olarak hesaplanmıştır

Tablo 4.8. Bahçelievler Mahallesindeki SK7'e ait SPT sonuçları

SPT No	Derinlik	0 - 15 cm	15 - 30 cm	30 - 45 cm	Toplam
SPT / 1	1.50 - 1.95	3	5	7	12
SPT / 2	3.00 - 3.45	4	6	8	14
SPT / 3	4.50 - 4.95	5	8	9	17
SPT / 4	6.00 - 6.45	6	8	9	17
SPT / 5	7.50 - 7.95	7	9	12	21
SPT / 6	9.00 - 9.45	9	11	13	24
SPT / 7	10.50 - 10.95	10	12	14	26
SPT / 8	12.00 -12.45	11	12	15	27

Bahçelievler Mahallesi' nde açılan SK-8 sondaj kuyusunda 0-0.30 m arasında nebati toprağa rastlanılmıştır. 0.30–12,00 m arasında Alüvyon yelpazesi olarak adlandırılan çakıl, kum, silt ve kil karışımından oluşan birim gözlenmiştir. Örselenmemiş UD numunenin laboratuvar deneylerinde ise; Alınan örselenmiş numunenin elek–hidrometrik analiz sonuçlarında % 0 çakıl, % 27.07 kum, % 72.93 kil-silt bulunmuştur. 4-4.5 metreden alınan Şehlby tüpü numune üzerinde yapılan kesme kutusu deneyi sonuçlarına göre $C= 62$ kPa, $\phi= 7^\circ$, konsolidasyon deneyi $mv \cdot 10^{-2} = 1,89$ cm²/kg, $Cv \cdot 10^{-3} = 14,693$ cm²/sn olarak bulunmuştur. $\gamma_n: 18,47$ kN/m³, $W_n: \% 24.27$ olarak bulunmuştur. LL:% 40.74, PL:% 16.25, PI:% 24.49' dur. Birleştirilmiş zemin sınıflamasına göre (USCS) zemin sınıfı sembolü CL bulunmuştur. Bu sonuçlardan LI: 0.327, Ic: 0.673, Cc: 0,357, Cs: 3,55 olarak hesaplanmıştır.

Tablo 4.9. Bahçelievler Mahallesindeki SK8'e ait SPT sonuçları

SPT No	Derinlik	0 - 15 cm	15 - 30 cm	30 - 45 cm	Toplam
SPT / 1	1.5 - 1.95	3	5	7	12
SPT / 2	3.0 - 3.45	4	6	7	13
SPT / 3	4.5 - 4.95	Numune alımı yapıldı			
SPT / 4	6.0 - 6.45	5	7	8	15
SPT / 5	7.5 - 7.95	6	7	9	16
SPT / 6	9.0 - 9.45	7	8	10	18
SPT / 7	10.5 - 10.95	8	9	11	20
SPT / 8	12.0 - 12.45	8	11	12	23

Bahçelievler Mahallesi'nde açılan SK-9 sondaj kuyusunda 0-0.30 m arasında nebati toprağa rastlanılmıştır. 0.30–12,00 m arasında Alüvyon yelpazesi olarak adlandırılan çakıl, kum, silt ve kil karışımından oluşan birim gözlenmiştir. Örselenmemiş UD numunenin laboratuvar deneylerinde ise; Alınan örselenmiş numunenin elek–hidrometrik analiz sonuçlarında % 0 çakıl, % 96.74 kum, % 3.26 kil-silt bulunmuştur. 4-4.5 metreden alınan Şehlby tüpü numune üzerinde yapılan kesme kutusu deneyi sonuçlarına göre $C= 0$ kPa, $\phi= 34^\circ$, konsolidasyon deneyi $mv \cdot 10^{-2} = -$ cm²/kg, $Cv \cdot 10^{-3} = -$ cm²/sn birim SM-SW olduğu için bulunamamıştır. $\gamma_n: 18,92$ kN/m³, $W_n: \% 7,56$ olarak bulunmuştur. LL: % NP, PL: % NP, PI: % NP' dir. Birleştirilmiş zemin sınıflamasına göre (USCS) zemin sınıfı sembolü SW bulunmuştur. Bu sonuçlardan LI: -, Ic: -, Cc: -, Cs: - olarak hesaplanmıştır.

Tablo 4.10. Bahçelievler Mahallesindeki SK9'a ait SPT sonuçları

SPT No	Derinlik	0 - 15 cm	15 - 30 cm	30 - 45 cm	Toplam
SPT / 1	1.50 - 1.95	3	3	4	7
SPT / 2	3.00 - 3.45	5	5	6	11
SPT / 3	4.50 - 4.95	6	6	8	14
SPT / 4	6.00 - 6.45	7	9	10	19
SPT / 5	7.50 - 7.95	8	11	12	23
SPT / 6	9.00 - 9.45	9	10	13	23
SPT / 7	10.50 - 10.95	10	12	14	26
SPT / 8	12.00 - 12.45	9	11	13	24

Bahçelievler Mahallesi'nde açılan SK-10 sondaj kuyusunda 0-0.30 m arasında nebati toprağa rastlanılmıştır. 0.30–12,00 m arasında Alüvyon yelpazesi olarak adlandırılan çakıl, kum, silt ve kil karışımından oluşan birim gözlenmiştir(EK-7-8). Örselenmemiş UD numunenin laboratuvar deneylerinde ise; Alınan örselenmiş numunenin elek–hidrometrik analiz sonuçlarında % 0,00 çakıl, % 88.43 kum, % 11.57 kil-silt bulunmuştur. 4-4.5 metreden alınan Şehlby tüpü numune üzerinde yapılan kesme

kutusu deneyi sonuçlarına göre $C= 0$ kPa, $\phi= 27^\circ$, konsolidasyon deneyi $mv*10^{-2}= -$ cm^2/kg , $Cv*10^{-3}= -$ cm^2/sn birim SM olduğu için yapılamamıştır. $\gamma_n:17.38$ kN/m³, $W_n:$ % 22.50 olarak bulunmuştur. LL:% NP, PL:% NP, PI:% NP' dir. Birleştirilmiş zemin sınıflamasına göre (USCS) zemin sınıfı sembolü SM bulunmuştur. Bu sonuçlardan LI:-, Ic: -, Cc: -, Cs: - olarak hesaplanmıştır.

Bahçelievler Mahallesinde açılan temel sondajı olan SK10'a ait SPT deney sonuçları Tablo 4.10'da verilmiştir.

Tablo 4.11. Bahçelievler Mahallesindeki SK10'a ait SPT sonuçları

SPT No	Derinlik	0 - 15 cm	15 - 30 cm	30 - 45 cm	Toplam
SPT / 1	1.5 - 1.95	4	4	6	10
SPT / 2	3.0 - 3.45	4	6	6	12
SPT / 3	4.5 - 4.95	Numune alımı yapıldı			
SPT / 4	6.0 - 6.45	5	7	8	15
SPT / 5	7.5 - 7.95	6	8	9	17
SPT / 6	9.0 - 9.45	7	9	11	20
SPT / 7	10.5 - 10.95	8	10	12	22
SPT / 8	12.0 - 12.45	8	11	13	24

Bu sonuçlara göre zemin Siltli kumlar; kötü derecelenmiş kum-silt karışımları(SM) bulunmuştur. Karasenir Mahallesi'nde Açılan sondaj0-0.30 m arasında nebati toprağa rastlanılmıştır. 0.50–12,00 m arasında Alüvyon yelpazesi olarak adlandırılan çakıl, kum, silt ve kil karışımından oluşan birim gözlenmiştir. Örselenmemiş UD numunenin laboratuvar deneylerinde ise; Alınan örselenmiş numunenin elek–hidrometrik analiz sonuçlarında % 0 çakıl, % 27.07 kum, % 72.93 kil-silt bulunmuştur. 4-4.5 metreden alınan Şehlby tüpü numune üzerinde yapılan kesme kutusu deneyi sonuçlarına göre $C= 62$ kPa, $\phi= 7^\circ$, konsolidasyon deneyi $mv*10^{-2}=1,89$ cm^2/kg , $Cv*10^{-3}= 14,693$ cm^2/sn olarak bulunmuştur. $\gamma_n:18,47$ kN/m³, $W_n:$ % 24.27 olarak bulunmuştur. LL:% 40.74, PL:% 16.25, PI:% 24.49' dur. Birleştirilmiş zemin sınıflamasına göre (USCS) zemin sınıfı sembolü CL bulunmuştur. Bu sonuçlardan LI: 0.327, Ic: 0.673, Cc: 0,357, Cs: 3,55 olarak hesaplanmıştır.

Tablo 4.12. Karasenir Mahallesiindeki SK11'e ait SPT sonuçları

SPT No	Derinlik	0 - 15 cm	15 - 30 cm	30 - 45 cm	Toplam
SPT / 1	1.5 - 1.95	4	6	6	12
SPT / 2	3.0 - 3.45	5	5	9	14
SPT / 3	4.5 - 4.95	Numune alımı yapıldı			
SPT / 4	6.0 - 6.45	6	8	9	17
SPT / 5	7.5 - 7.95	6	9	11	20
SPT / 6	9.0 - 9.45	7	10	12	22
SPT / 7	10.5 - 10.95	8	11	13	24

Karasenir Mahallesi'nde açılan SK-12 sondaj kuyusunda 0-0.30 m arasında nebati toprağa rastlanılmıştır. 0.30–5.00 m arasında Alüvyon yelpazesi olarak adlandırılan çakıl, kum, silt ve kil karışımından oluşan birim gözlenmiştir. Örselenmemiş UD numunenin laboratuvar deneylerinde ise; Alınan örselenmiş numunenin elek–hidrometrik analiz sonuçlarında % 0.00 çakıl, % 62 kum, % 38.00 kil-silt bulunmuştur. 4.50-5.00 metreden alınan Şehlby tüpü numune üzerinde yapılan kesme kutusu deneyi sonuçlarına göre $C= 0$ kPa, $\phi= 26^\circ$, konsolidasyon deneyi birim SM olarak tanımlandığı için yapılamamıştır. $\gamma_n:18,12$ kN/m³, $W_n: \% 11.5$ olarak bulunmuştur, $LL:\% NP$, $PL:\% NP$, $PI:\% NP$ ' dir. Birleştirilmiş zemin sınıflamasına göre (USCS) zemin sınıfı sembolü SM bulunmuştur. Bu sonuçlardan LI, Ic, Cc, Cs, birim SM olduğu için hesaplanmamıştır.

Tablo 4.13. Karasenir Mahallesiindeki SK12'ye ait SPT sonuçları

SPT No	Derinlik	0 - 15 cm	15 - 30 cm	30 - 45 cm	Toplam
SPT / 1	1.50 - 1.95	3	5	7	12
SPT / 2	3.00 - 3.45	4	7	8	15
SPT / 3	4.50 - 4.95	5	8	8	16
SPT / 4	6.00 - 6.45	6	8	9	17
SPT / 5	7.50 - 7.95	7	9	10	19
SPT / 6	9.00 - 9.45	9	10	11	21
SPT / 7	10.50 - 10.95	10	12	13	25

Karasenir Mahallesi'nde Açılan SK-13 sondaj kuyusunda 0-0.30 m arasında nebati toprağa rastlanılmıştır. 0.30–4.50 m arasında Alüvyon yelpazesi olarak adlandırılan çakıl, kum, silt ve kil karışımından oluşan birim gözlenmiştir. Örselenmemiş UD numunenin laboratuvar deneylerinde ise; Alınan örselenmiş numunenin elek–hidrometrik analiz sonuçlarında % 0.00 çakıl, % 69.03 kum, % 30.97 kil-silt bulunmuştur. 4.50 metreden alınan Şehlby tüpü numune üzerinde yapılan kesme kutusu deneyi sonuçlarına göre kohezyon $C= 0$ kPa, içsel sürtünme açısı $\phi= 29^\circ$, konsolidasyon deneyi birim SM olarak tanımlandığı için yapılamamıştır. $\gamma_n:18,54$ kN/m³, $W_n: \% 19.04$

olarak bulunmuştur, LL:% NP, PL:% NP, PI:% NP ‘ dir. Birleştirilmiş zemin sınıflamasına göre (USCS) zemin sınıfı sembolü SM bulunmuştur. Bu sonuçlardan LI, Ic, Cc, Cs, birim SM olduğu için hesaplanmamıştır.

Tablo 4.14. Karasenir Mahallesiindeki SK13’e ait SPT sonuçları

SPT No	Derinlik	0 - 15 cm	15 - 30 cm	30 - 45 cm	Toplam
SPT / 1	1.5 - 1.95	3	5	7	12
SPT / 2	3.0 - 3.45	4	6	7	13
SPT / 3	4.5 - 4.95	Numune alımı yapıldı			
SPT / 4	6.0 - 6.45	5	7	8	14
SPT / 5	7.5 - 7.95	6	8	9	17
SPT / 6	9.0 - 9.45	7	9	10	19

Karasenir Mahallesi’ nde açılan SK-14 sondaj kuyusunda 0-0.30 m arasında nebati toprağa rastlanılmıştır. 0.30–12,00 m arasında Alüvyon yelpazesi olarak adlandırılan çakıl, kum, silt ve kil karışımından oluşan birim gözlenmiştir. Örselememiş UD numunenin laboratuvar deneylerinde ise; Alınan örselenmiş numunenin elek–hidrometrik analiz sonuçlarında % 0,28 çakıl, % 79.91 kum, % 19.81 kil-silt bulunmuştur. 4-4.5 metreden alınan Şehlby tüpü numune üzerinde yapılan kesme kutusu deneyi sonuçlarına göre $C=0$ kPa, $\phi=26^\circ$, $\gamma_n:17.88$ kN/m³, W_n : % 20,08 olarak bulunmuştur. LL:% NP, PL:% NP PI:%NP’ dir. Birleştirilmiş zemin sınıflamasına göre (USCS) zemin sınıfı sembolü SM bulunmuştur. Bu sonuçlardan LI:, Ic:, Cc:, Cs: birim SM olduğu için hesaplanmamıştır. SK2-SPT3 den alınan % 0.61 çakıl, % 75.19 kum, % 24.20 kil-silt bulunmuştur.

Tablo 4.15. Karasenir Mahallesiindeki SK14’e ait SPT sonuçları

SPT No	Derinlik	0 - 15 cm	15 - 30 cm	30 - 45 cm	Toplam
SPT / 1	1.5 - 1.95	4	6	7	13
SPT / 2	3.0 - 3.45	5	7	7	14
SPT / 3	4.5 - 4.95	Numune alımı yapıldı			
SPT / 4	6.0 - 6.45	5	8	8	14
SPT / 5	7.5 - 7.95	6	8	10	18
SPT / 6	9.0 - 9.45	8	9	11	20

Karasenir Mahallesi’ nde açılan SK-15 sondaj kuyusunda yüzey topoğrafyasından 0-0.30 m arasında nebati toprak görülmekte olup, 0.30–10.00 m arasında Alüvyon yelpazesi olarak adlandırılan çakıl, kum, silt ve kil karışımından oluşan birim gözlenmiştir Örselememiş UD numunenin laboratuvar deneylerinde ise; Alınan örselenmiş numunenin elek–hidrometrik analiz sonuçlarında % 0 çakıl, % 64.57 kum, % 35.43 kil-silt bulunmuştur. 4.50-4.95 metreden alınan Şehlby tüpü numune üzerinde

yapılan kesme kutusu deneyi sonuçlarına göre $C=0$ kPa, $\phi=29^\circ$, konsolidasyon deneyi birim SM olarak tanımlandığı için yapılamamıştır. $\gamma_n:18,47$ kN/m³, $W_n: \%18.15$ olarak bulunmuştur, $LL:\%NP$, $PL:\%NP$, $PI:\%NP$ dir. Birleştirilmiş zemin sınıflamasına göre (USCS) zemin sınıfı sembolü SM bulunmuştur. $\%0$ çakıl, $\%51.91$ kum, $\%48.09$ kil-silt bulunmuştur. 6,00-7,50 metreden alınan Şehlby tüpü numune üzerinde yapılan kesme kutusu deneyi sonuçlarına göre kohezyon $C=0$ kPa, içsel sürtünme açısı $\phi=26^\circ$, konsolidasyon deneyi birim SM olarak tanımlandığı için yapılamamıştır.

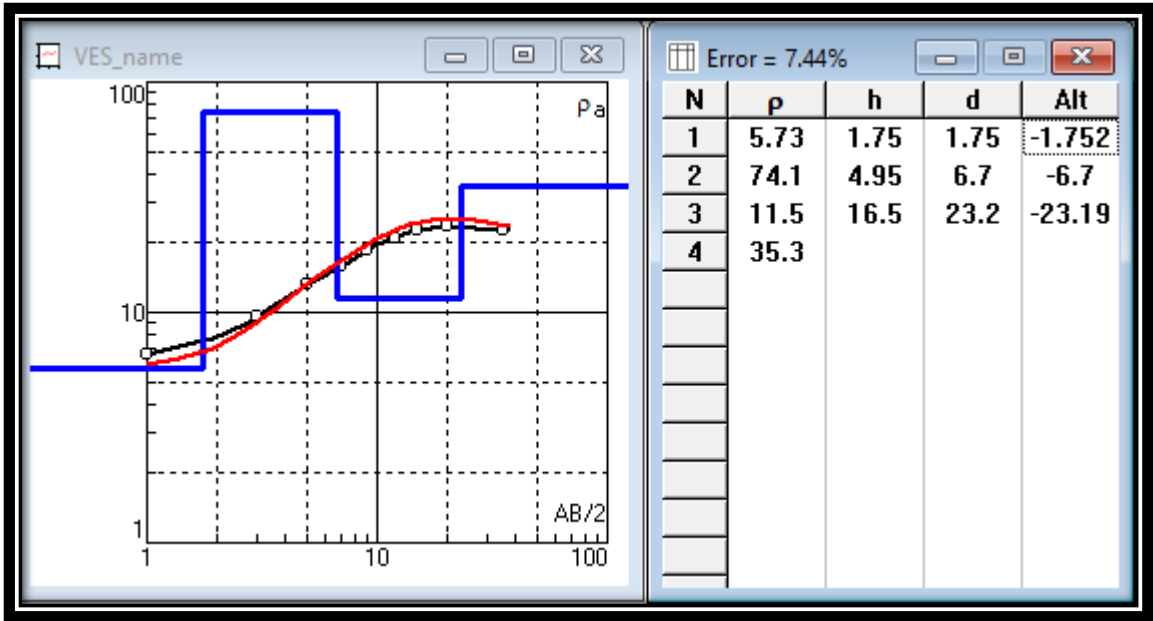
Tablo 4.16. Karasenir Mahallesiindeki SK15'e ait SPT sonuçları

SPT No	Derinlik	0 - 15 cm	15 - 30 cm	30 - 45 cm	Toplam
SPT / 1	1.50 - 1.95	3	5	6	11
SPT / 2	3.00 - 3.45	5	7	8	15
SPT / 3	4.50 - 4.95	6	8	9	17
SPT / 4	6.00 - 6.45	7	9	11	20
SPT / 5	7.50 - 7.95	8	11	12	23
SPT / 6	9.00 - 9.45	9	11	14	24

Bu sonuçlara göre zemin İnorganik killer kötü derecelenmiş çakıl, kum, silt-kil karışımları(CL)-Siltli kumlar; kötü derecelenmiş kum-silt karışımları(SM) bulunmuştur.

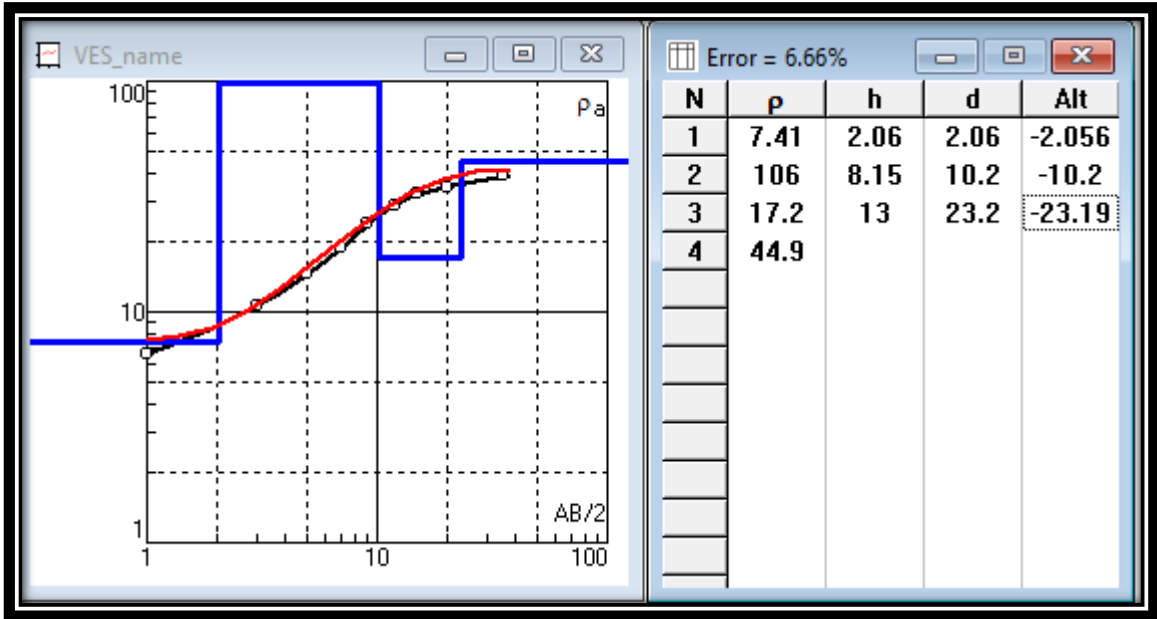
4.2. Rezistivite Yöntemiyle Elde Edilen YAS Seviyeleri

Bağlar Mahallesi- DES-1; İnceleme alanında 1,75 m' ye kadar özdirenci 5,73 ohm.m olan nebati toprak ve dolgu maddesinin ardından, 6,7 m' ye kadar özdirenci 74.1 ohm.m olan kum-kil karışımı, 6,7 m' den 23,2 m' ye kadar özdirenci 11.5 ohm.m olan su, kum karışımları bulunmaktadır. Ara tabakadaki özdirenç değişimi azdır.



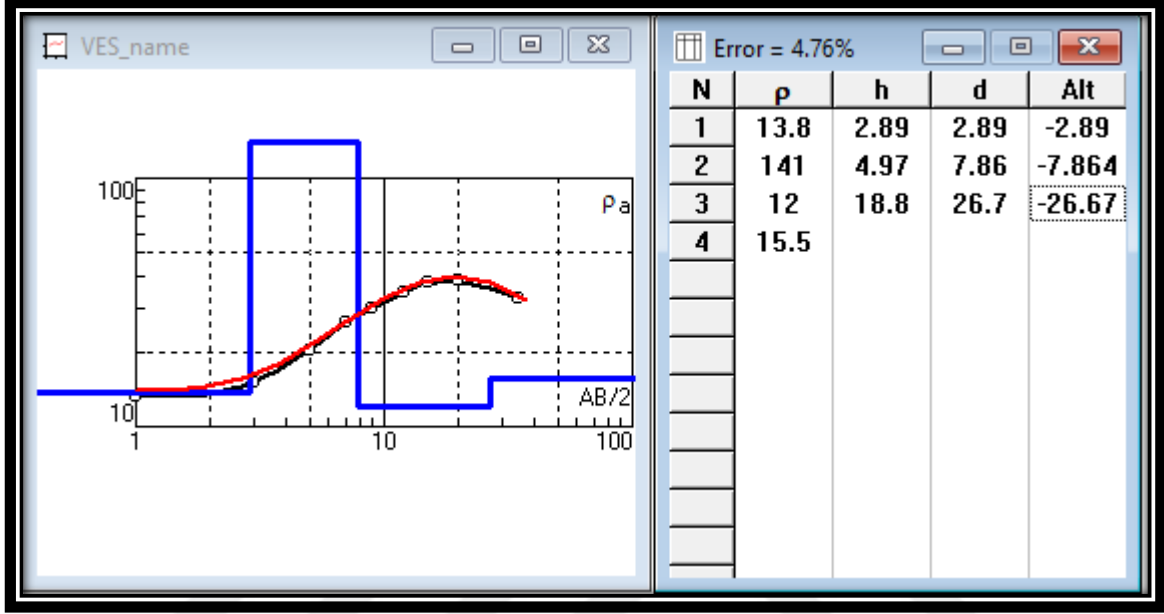
Şekil 4.1. Bağlar Mahallesine ait DES-1 eğrisi ve özdirenç değerleri

Bağlar Mahallesi DES-2; İnceleme alanında 2,06 m' ye kadar özdirenci 7,41 ohm.m olan nebati toprak ve çakıllı dolgu maddesinin ardından, 10,2 m' ye kadar özdirenci 106 ohm.m olan kil- kum karışımı bulunmaktadır. 23,2 m' ye kadar özdirenci 17,2 ohm.m olan su- kum karışımı bulunmaktadır Ara tabakalarda özdirenç değişimi azdır.



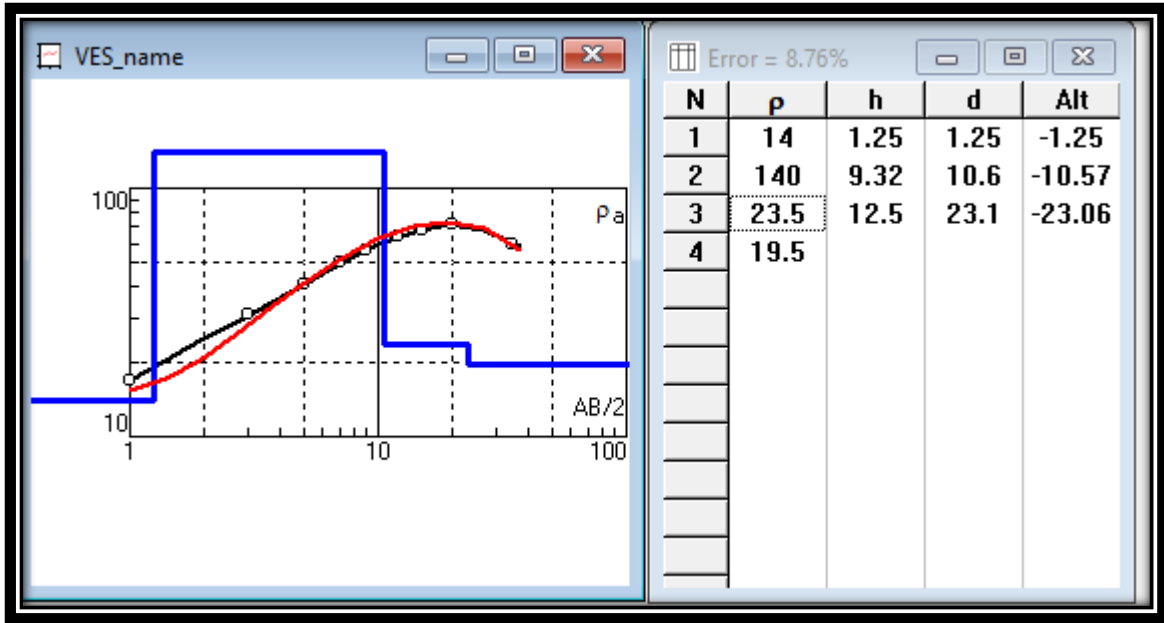
Şekil 4.2. Bağlar Mahallesine ait DES-2 eğrisi ve özdirenç değerleri

Bağlar Mahallesi DES-3; İnceleme alanında 2,89 m' ye kadar öz direnci 13,8 ohm.m olan nebati toprak dolgu maddesinin ardından, 7,86 m' ye kadar öz direnci 141 ohm.m olan çakıl, kil, kum karışımı bulunmaktadır. ardından, 26,7 m' ye kadar öz direnci 12,00 ohm.m olan kum-su karışımı bulunmaktadır Ara tabakalarda öz direnç değışimi azdır.



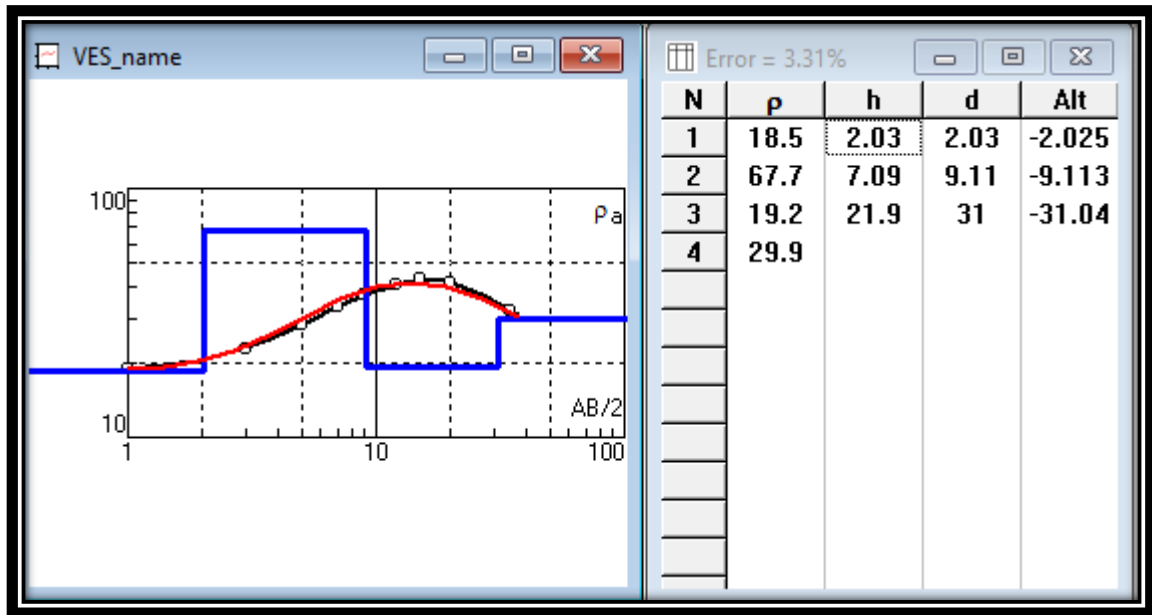
Şekil 4.3. Bağlar Mahallesine ait DES-3 eğrisi ve öz direnç değeri

Bağlar Mahallesi DES-4; inceleme alanında 1,25 m' ye kadar öz direnci 14,00 ohm.m olan nebati toprak ve çakıllı dolgu maddesinin ardından, 10,6 m' ye kadar öz direnci 140,00 ohm.m olan çakıl, kil, kum karışımı bulunmaktadır. 23,1 m' ye kadar öz direnci 23,5 ohm.m olan kum, silt, su karışımı bulunmaktadır.



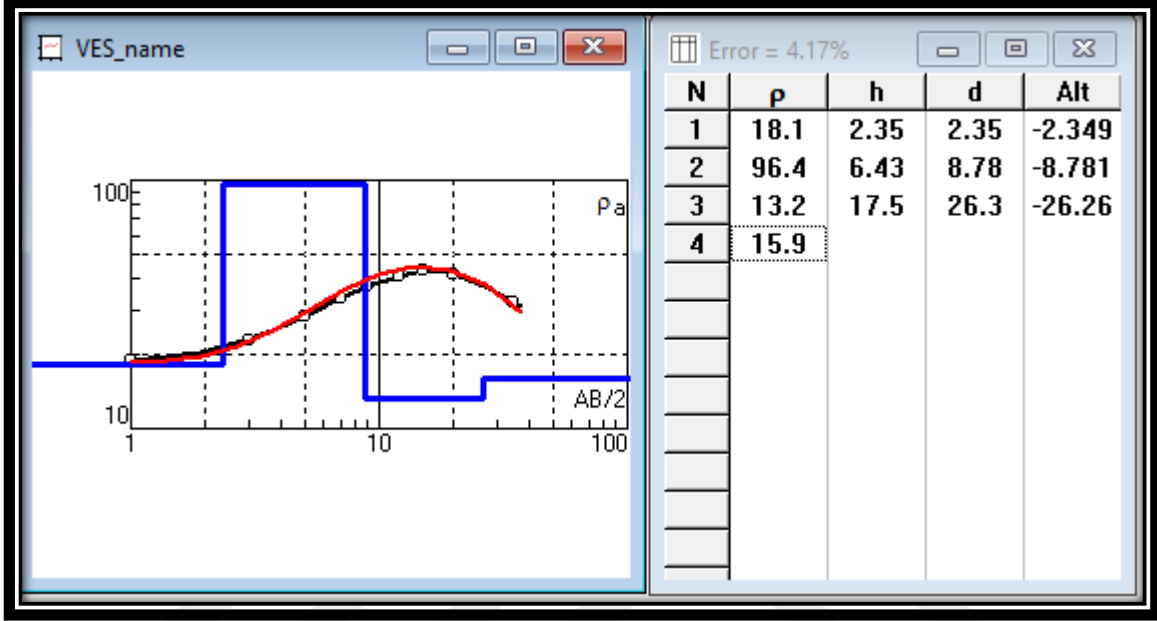
Şekil 4.4. Bahçelievler Mahallesi'ne ait DES-4 eğrisi ve özdirenç değerleri

Bahçelievler Mahallesi DES-5; inceleme alanında 2,03 m' ye kadar özdirenci 18,5 ohm.m olan nebati toprak ve çakıllı dolgu maddesinin ardından, 9,11 m' ye kadar özdirenci 67,7ohm.m olan kil, kum karışımı bulunmaktadır. 9,11' den 31,00 m' ye kadar ise özdirenci 19,2 ohm.m olan su, kum karışımı bulunmaktadır. Ara tabakalarda özdirenç değişimi azdır.



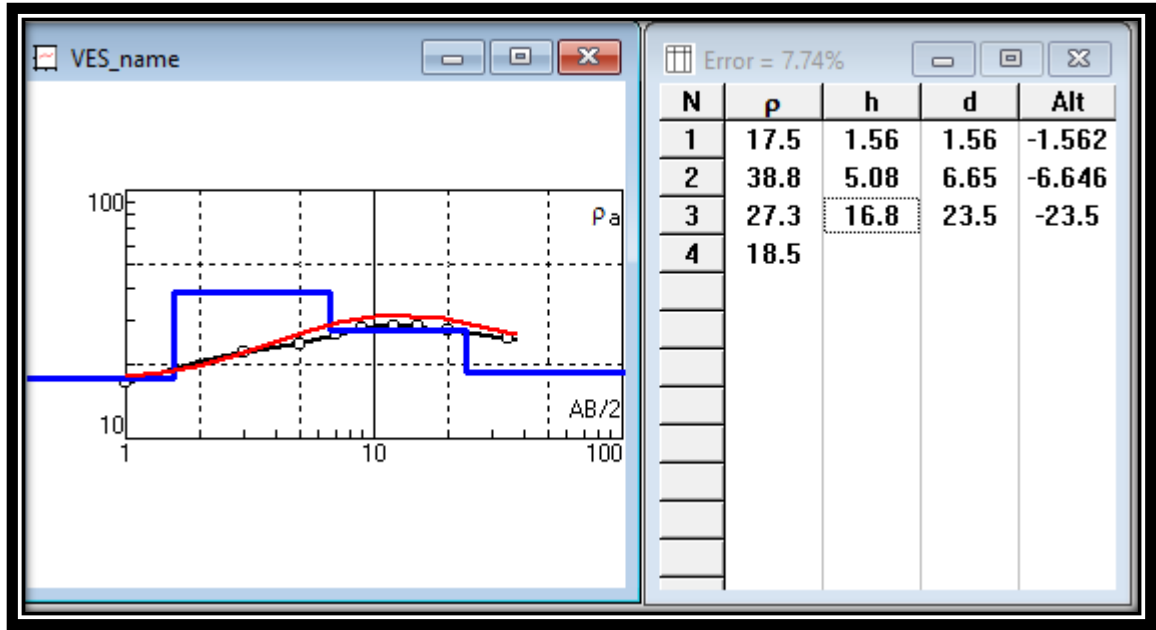
Şekil 4.5. Bahçelievler Mahallesi'ne ait DES-5 eğrisi ve özdirenç değerleri

Bahçelievler Mahallesi DES-6; İnceleme alanında 2,35 m' ye kadar özdirenci 18,1 ohm.m olan nebati toprak ve çakıllı dolgu maddesinin ardından, 8,78 m' ye kadar özdirenci 96,4 ohm.m olan kil, çakıl, kum karışımı bulunmaktadır. 8,78 m' den 26,3 m' ye kadar ise özdirenci 13,2 ohm.m olan kum, su karışımı mevcuttur. Ara tabakalarda özdirenç değişimi azdır.



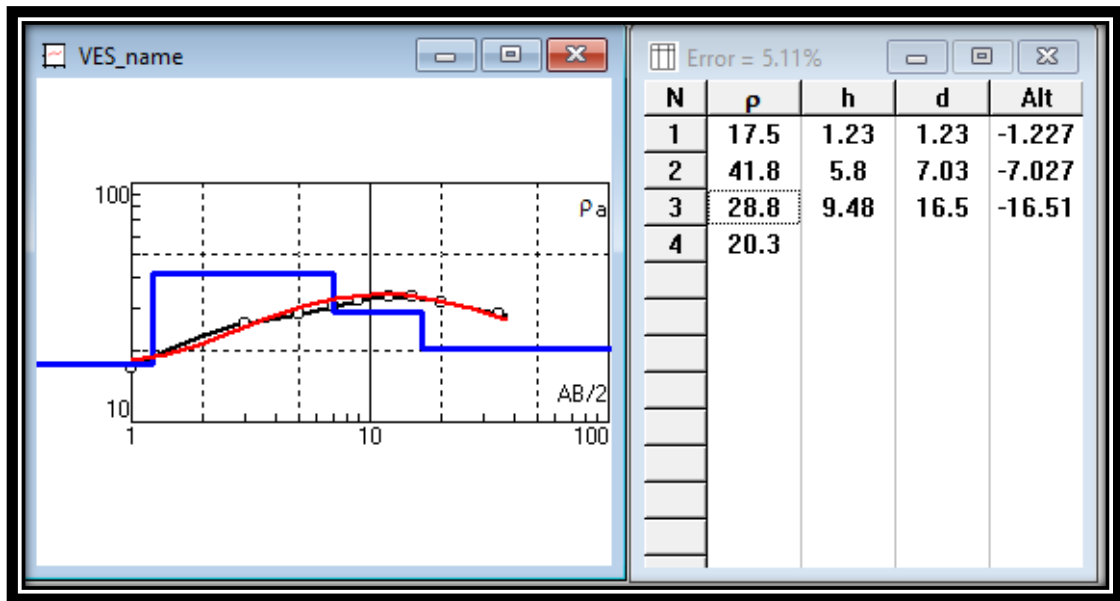
Şekil 4.6. Bahçelievler Mahallesine ait DES-6 eğrisi ve özdirenç değerleri

Karasenir Mahallesi DES-7; İnceleme alanında 1,56 m' ye kadar özdirenci 17,50 ohm.m olan nebati toprak ve dolgu maddesinin ardından, 6,65 m' ye kadar özdirenci 38,8 ohm.m olan kum-silt karışımı bulunmaktadır. Bu metreden sonra özdirenci 27,3 ohm.m olan kum,silt karışımı devam etmiştir. Ara tabakalarda özdirenç değişimi azdır.



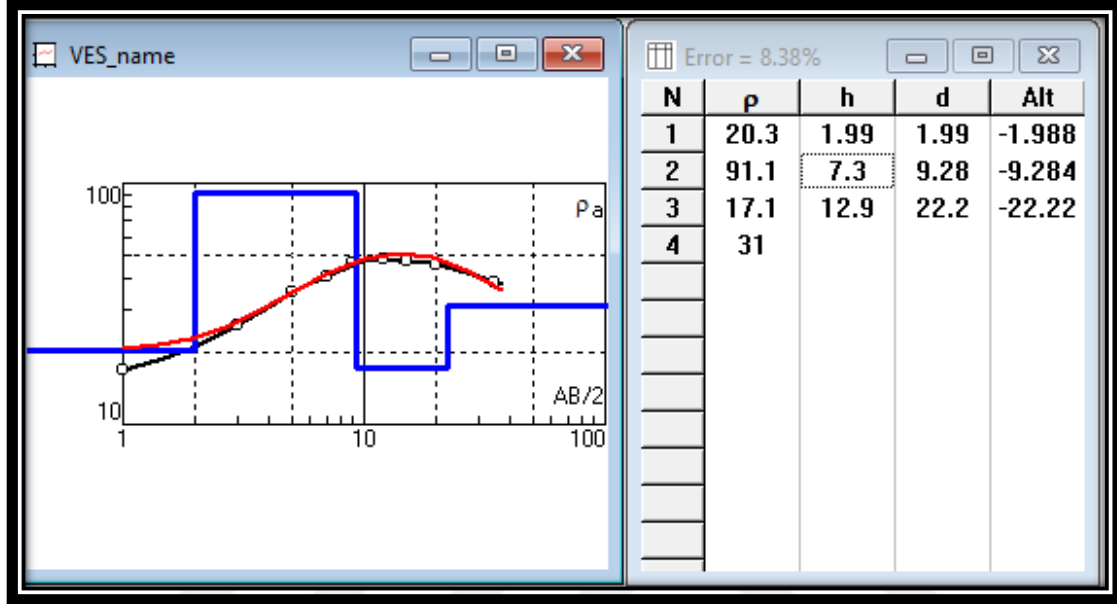
Şekil 4.7. Karasenir Mahallesi'ne ait DES-7 eğrisi ve özdirenç değerleri

Karasenir Mahallesi DES-8; İnceleme alanında 1,23 m' ye kadar özdirenci 17,5 ohm.m olan nebati toprak ve çakıllı dolgu maddesinin ardından, 7,03 m' ye kadar özdirenci 41,8 ohm.m olan kil-silt karışımı bulunmaktadır. Bu metreden 16,5 m' ye kadar özdirenç 28,8 ohm.m' ye düşmüştür ve kil, kum karışımı mevcuttur. Ara tabakalarda özdirenç değişimi azdır.



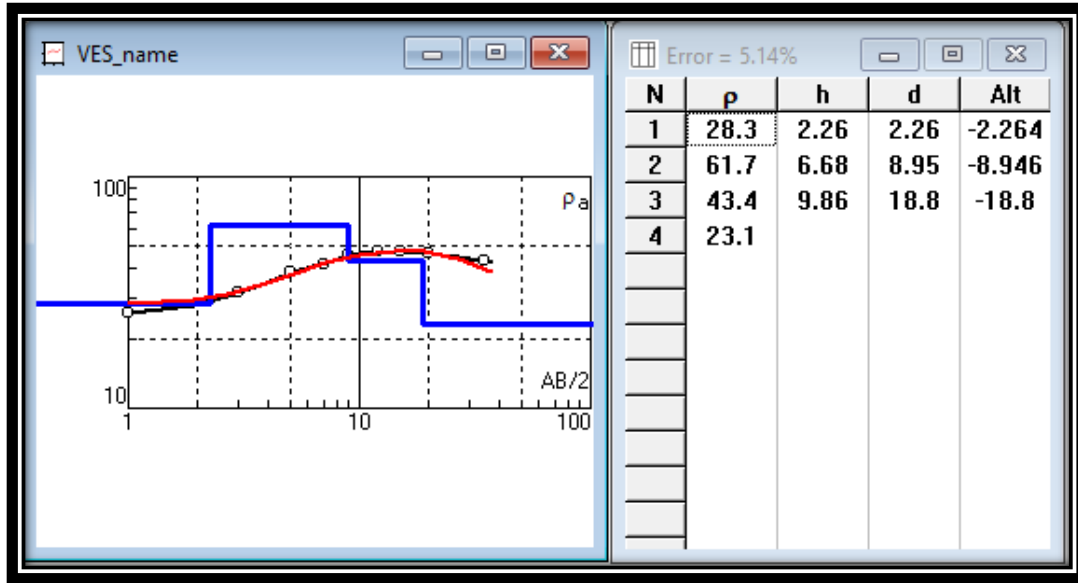
Şekil 4.8. Karasenir Mahallesi'ne ait DES-8 eğrisi ve özdirenç değerleri

Karasenir Mahallesi DES-9; İnceleme alanında 1,99 m' ye kadar özdirenci 20,3 ohm.m olan nebati toprak ve çakıllı dolgu maddesinin ardından, 9,28 m' ye kadar özdirenci 91,1 ohm.m olan çakıl, kil, kum karışımı bulunmaktadır. 9,28 m' den 22,2 m' ye kadar ise özdirenci 17,1 ohm.m olan su, kum karışımı bulunmaktadır. Ara tabakalarda özdirenç değişimi azdır.



Şekil 4.9. Karasenir Mahallesine ait DES-9 eğrisi ve özdirenç değerler

Karasenir Mahallesi DES-10; İnceleme alanında 2,26 m' ye kadar özdirenci 28,3 ohm.m olan nebati toprak ve dolgu maddesinin ardından, 8,95 m' ye kadar özdirenci 61,7 ohm.m olan kil, kum, silt karışımı bulunmaktadır. 8,95 m' den 18,8 m' ye kadar ise özdirenci 43,4 ohm.m olan kum, kil karışımı gözlenmiştir. Ara tabakalarda özdirenç değişimi azdır.



Şekil 4.10. Karasenir Mahallesine ait DES-10 eğrisi ve özdirenç değerleri

4.3. Sıvılaşma Analizi Sonuçları

SK-1 nolu kuyudan elde edilen SPT verilerinin sıvılaşma risk analizine göre; 7,8m' den sonra sıvılaşma potansiyeli gözlenmiştir.

AD	SPT (Arazi)	γ (gr/cm ³)	FC	σ_v (kPa)	σ_v' (kPa)	SITK (m)	CN	CB	CS	CR	N1(60)	rd	CRR (Z)	CSR (D)	Gk	PL (N1(60))	PL Grubu	PL (%)	Sıvılaşma Düzeyi	
1,8	13	1,8	5	31,8	31,8	0,00	1,7	1,0	1,0	0,80	13,3	0,9881470	0,14302	0,257	2,00	0,00	CL	92	SYok	
3,3	15	1,8	5	58,3	58,3	0,00	1,31	1,0	1,0	0,80	11,8	0,9773893	0,12924	0,254	2,00	0,00	CL	95	SYok	
4,8	16	1,8	5	84,8	84,8	0,00	1,09	1,0	1,0	0,80	10,4	0,9669309	0,11691	0,251	2,00	0,00	CL	97	SYok	
6,3	17	1,8	5	111,2	98,5	1,30	1,01	1,0	1,0	0,80	10,3	0,9551352	0,11558	0,280	0,41	31,21	AL	98	SVar	
7,8	19	1,8	5	137,7	110,3	2,80	0,95	1,0	1,0	0,80	10,9	0,9397014	0,12075	0,305	0,40	37,95	AL	99	SVar	
9,3	21	1,8	5	164,2	122,0	4,30	0,91	1,0	1,0	0,80	11,4	0,9179441	0,12572	0,321	0,39	43,44	AL	99	SVar	
10,8	20	1,8	5	190,7	133,8	5,80	0,86	1,0	1,0	0,80	10,4	0,8875651	0,11643	0,329	0,35	50,93	AL	99	SVar	
12,3	25	1,8	5	217,2	145,6	7,30	0,83	1,0	1,0	0,80	12,4	0,8478937	0,13520	0,329	0,41	50,16	AL	99	SVar	
13,8	26	1,8	5	243,7	157,4	8,80	0,80	1,0	1,0	0,80	12,4	0,8008678	0,13524	0,322	0,42	52,48	AL	99	SVar	
15,3	30	1,8	5	270,2	169,1	10,30	0,77	1,0	1,0	0,80	13,8	0,7507104	0,14862	0,312	0,48	49,44	AL	97	SVar	
16,8		1,8	5	296,7	180,9	11,80	0,74	1,0	1,0	0,80	0,0	0,7022129	VeriYok	0,299	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok
18,3		1,8	5	323,1	192,7	13,30	0,72	1,0	1,0	0,80	0,0	0,6589112	VeriYok	0,287	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok
19,8		1,8	5	349,6	204,4	14,80	0,70	1,0	1,0	0,80	0,0	0,6223666	VeriYok	0,277	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok
21,3		1,8	5	376,1	216,2	16,30	0,68	1,0	1,0	0,80	0,0	0,5925368	VeriYok	0,268	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok

Şekil 4.11. SK-1 nolu kuyudan elde edilen sıvılaşma risk analizi

SK-2 nolu kuyudan elde edilen SPT verilerinin sıvılaşma risk analizine göre; 10,8 m' den sonra sıvılaşma potansiyeli gözlenmiştir.

AD	SPT (Arazi)	γ (gr/cm ³)	FC	σ_v (kPa)	σ_v' (kPa)	SITK (m)	CN	CB	CS	CR	N1(60)	f_{rd}	CRR (Z)	CSR (D)	Gk	PL (N1(60))	PL Grubu	PL (%)	Sıvılaşma Düzeyi	
1,8	12	1,8	5	31,8	31,8	0,00	1,7	1,0	1,0	0,80	12,2	0,9881470	0,13341	0,257	2,00	0,00	CL	94	SYok	
3,3	15	1,8	5	58,3	58,3	0,00	1,31	1,0	1,0	0,80	11,8	0,9773893	0,12924	0,254	2,00	0,00	CL	95	SYok	
4,8	17	1,8	5	84,8	84,8	0,00	1,09	1,0	1,0	0,80	11,1	0,9669309	0,12276	0,251	2,00	0,00	CL	96	SYok	
6,3	21	1,8	5	111,2	111,2	0,00	0,95	1,0	1,0	0,80	11,9	0,9551352	0,13068	0,248	2,00	0,00	CL	94	SYok	
7,8	25	1,8	5	137,7	129,9	0,80	0,88	1,0	1,0	0,80	13,2	0,9397014	0,14209	0,259	0,55	28,36	AL	92	SVar	
9,3	26	1,8	5	164,2	141,7	2,30	0,84	1,0	1,0	0,80	13,1	0,9179441	0,14157	0,277	0,51	34,86	AL	95	SVar	
10,8	27	1,8	5	190,7	153,4	3,80	0,81	1,0	1,0	0,80	13,1	0,8875651	0,14129	0,287	0,49	40,00	AL	96	SVar	
12,3	31	1,8	5	217,2	165,2	5,30	0,78	1,0	1,0	0,80	14,5	0,8478937	0,15479	0,290	0,53	39,69	AL	94	SVar	
13,8	29	1,8	5	243,7	177,0	6,80	0,75	1,0	1,0	0,80	13,1	0,8008678	0,14130	0,287	0,49	45,84	AL	96	SVar	
15,3	32	1,8	5	270,2	188,7	8,30	0,73	1,0	1,0	0,80	14,0	0,7507104	0,14992	0,279	0,54	43,78	AL	93	SVar	
16,8		1,8	5	296,7	200,5	9,80	0,71	1,0	1,0	0,80	0,0	0,7022129	VeriYok	0,270	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok
18,3		1,8	5	323,1	212,3	11,30	0,69	1,0	1,0	0,80	0,0	0,6589112	VeriYok	0,261	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok
19,8		1,8	5	349,6	224,1	12,80	0,67	1,0	1,0	0,80	0,0	0,6223666	VeriYok	0,252	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok
21,3		1,8	5	376,1	235,8	14,30	0,65	1,0	1,0	0,80	0,0	0,5925368	VeriYok	0,246	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok

Şekil 4.12. SK-2 nolu kuyudan elde edilen sıvılaşma risk analizi

SK-3 nolu kuyudan elde edilen SPT verilerinin sıvılaşma risk analizine göre; 6,3 m' den sonra sıvılaşma potansiyeli gözlenmiştir.

AD	SPT (Arazi)	γ (gr/cm ³)	FC	σ_v (kPa)	σ_v' (kPa)	SITK (m)	CN	CB	CS	CR	N1(60)	f_{rd}	CRR (Z)	CSR (D)	Gk	PL (N1(60))	PL Grubu	PL (%)	Sıvılaşma Düzeyi	
1,8	12	1,8	5	31,8	31,8	0,00	1,7	1,0	1,0	0,80	12,2	0,9881470	0,13341	0,257	2,00	0,00	CL	94	SYok	
3,3	13	1,8	5	58,3	58,3	0,00	1,31	1,0	1,0	0,80	10,2	0,9773893	0,11505	0,254	2,00	0,00	CL	97	SYok	
4,8	14	1,8	5	84,8	84,8	0,00	1,09	1,0	1,0	0,80	9,1	0,9669309	0,10548	0,251	2,00	0,00	CL	98	SYok	
6,3	17	1,8	5	111,2	111,2	0,00	0,95	1,0	1,0	0,80	9,7	0,9551352	0,11023	0,248	2,00	0,00	CL	97	SYok	
7,8	19	1,8	5	137,7	129,9	0,80	0,88	1,0	1,0	0,80	10,0	0,9397014	0,11314	0,259	0,44	35,37	AL	98	SVar	
9,3	21	1,8	5	164,2	141,7	2,30	0,84	1,0	1,0	0,80	10,6	0,9179441	0,11833	0,277	0,43	40,85	AL	98	SVar	
10,8	20	1,8	5	190,7	153,4	3,80	0,81	1,0	1,0	0,80	9,7	0,8875651	0,11038	0,287	0,38	48,50	AL	99	SVar	
12,3	25	1,8	5	217,2	165,2	5,30	0,78	1,0	1,0	0,80	11,7	0,8478937	0,12814	0,290	0,44	47,52	AL	98	SVar	
13,8		1,8	5	243,7	177,0	6,80	0,75	1,0	1,0	0,80	0,0	0,8008678	VeriYok	0,287	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok
15,3		1,8	5	270,2	188,7	8,30	0,73	1,0	1,0	0,80	0,0	0,7507104	VeriYok	0,279	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok
16,8		1,8	5	296,7	200,5	9,80	0,71	1,0	1,0	0,80	0,0	0,7022129	VeriYok	0,270	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok
18,3		1,8	5	323,1	212,3	11,30	0,69	1,0	1,0	0,80	0,0	0,6589112	VeriYok	0,261	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok
19,8		1,8	5	349,6	224,1	12,80	0,67	1,0	1,0	0,80	0,0	0,6223666	VeriYok	0,252	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok
21,3		1,8	5	376,1	235,8	14,30	0,65	1,0	1,0	0,80	0,0	0,5925368	VeriYok	0,246	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok

Şekil 4.13. SK-3 nolu kuyudan elde edilen sıvılaşma risk analizi

SK-4 nolu kuyudan elde edilen SPT verilerinin sıvılaşma risk analizine göre; 6,3 m' den sonra sıvılaşma potansiyeli gözlenmiştir.

AD	SPT (Arazi)	γ (gr/cm ³)	FC	σ_v (kPa)	σ_v' (kPa)	sITK (m)	CN	CB	CS	CR	N1(60)	rd	CRR (Z)	CSR (D)	Gk	PL (N1(60))	PL Grubu	PL (%)	SıvılaşmaDüzeyi	
1,8	13	1,8	5	31,8	31,8	0,00	1,7	1,0	1,0	0,80	13,3	0,9881470	0,14302	0,257	2,00	0,00	CL	92	SYok	
3,3	15	1,8	5	58,3	58,3	0,00	1,31	1,0	1,0	0,80	11,8	0,9773893	0,12924	0,254	2,00	0,00	CL	95	SYok	
4,8	19	1,8	5	84,8	84,8	0,00	1,09	1,0	1,0	0,80	12,4	0,9669309	0,13474	0,251	2,00	0,00	CL	93	SYok	
6,3	21	1,8	5	111,2	111,2	0,00	0,95	1,0	1,0	0,80	11,9	0,9551352	0,13068	0,248	2,00	0,00	CL	94	SYok	
7,8	25	1,8	5	137,7	137,7	0,00	0,85	1,0	1,0	0,80	12,8	0,9397014	0,13848	0,244	2,00	0,00	CL	91	SYok	
9,3	26	1,8	5	164,2	161,3	0,30	0,79	1,0	1,0	0,80	12,3	0,9179441	0,13382	0,243	0,55	32,07	AL	92	SVar	
10,8	27	1,8	5	190,7	173,0	1,80	0,76	1,0	1,0	0,80	12,3	0,8875651	0,13410	0,254	0,53	37,27	AL	94	SVar	
12,3	31	1,8	5	217,2	184,8	3,30	0,74	1,0	1,0	0,80	13,7	0,8478937	0,14707	0,259	0,57	36,82	AL	91	SVar	
13,8	29	1,8	5	243,7	196,6	4,80	0,71	1,0	1,0	0,80	12,4	0,8008678	0,13499	0,258	0,52	43,11	AL	94	SVar	
15,3	32	1,8	5	270,2	208,4	6,30	0,69	1,0	1,0	0,80	13,3	0,7507104	0,14342	0,253	0,57	40,94	AL	91	SVar	
16,8		1,8	5	296,7	220,1	7,80	0,67	1,0	1,0	0,80	0,0	0,7022129	VeriYok	0,246	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok
18,3		1,8	5	323,1	231,9	9,30	0,66	1,0	1,0	0,80	0,0	0,6589112	VeriYok	0,239	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok
19,8		1,8	5	349,6	243,7	10,80	0,64	1,0	1,0	0,80	0,0	0,6223666	VeriYok	0,232	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok
21,3		1,8	5	376,1	255,5	12,30	0,63	1,0	1,0	0,80	0,0	0,5925368	VeriYok	0,227	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok

Şekil 4.14. SK-4 nolu kuyudan elde edilen sıvılaşma risk analizi

SK-5 nolu kuyudan elde edilen SPT verilerinin sıvılaşma risk analizine göre; 9,3 m' den sonra sıvılaşma potansiyeli gözlenmiştir.

AD	SPT (Arazi)	γ (gr/cm ³)	FC	σ_v (kPa)	σ_v' (kPa)	sITK (m)	CN	CB	CS	CR	N1(60)	rd	CRR (Z)	CSR (D)	Gk	PL (N1(60))	PL Grubu	PL (%)	SıvılaşmaDüzeyi	
1,8	13	1,8	5	31,8	31,8	0,00	1,7	1,0	1,0	0,80	13,3	0,9881470	0,14302	0,257	2,00	0,00	CL	92	SYok	
3,3	15	1,8	5	58,3	58,3	0,00	1,31	1,0	1,0	0,80	11,8	0,9773893	0,12924	0,254	2,00	0,00	CL	95	SYok	
4,8	16	1,8	5	84,8	84,8	0,00	1,09	1,0	1,0	0,80	10,4	0,9669309	0,11691	0,251	2,00	0,00	CL	97	SYok	
6,3	17	1,8	5	111,2	111,2	0,00	0,95	1,0	1,0	0,80	9,7	0,9551352	0,11023	0,248	2,00	0,00	CL	97	SYok	
7,8	20	1,8	5	137,7	137,7	0,00	0,85	1,0	1,0	0,80	10,2	0,9397014	0,11511	0,244	2,00	0,00	CL	96	SYok	
9,3	22	1,8	5	164,2	161,3	0,30	0,79	1,0	1,0	0,80	10,4	0,9179441	0,11661	0,243	0,48	37,13	AL	96	SVar	
10,8	25	1,8	5	190,7	173,0	1,80	0,76	1,0	1,0	0,80	11,4	0,8875651	0,12569	0,254	0,49	39,87	AL	96	SVar	
12,3	28	1,8	5	217,2	184,8	3,30	0,74	1,0	1,0	0,80	12,4	0,8478937	0,13450	0,259	0,52	40,95	AL	94	SVar	
13,8		1,8	5	243,7	196,6	4,80	0,71	1,0	1,0	0,80	0,0	0,8008678	VeriYok	0,258	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok
15,3		1,8	5	270,2	208,4	6,30	0,69	1,0	1,0	0,80	0,0	0,7507104	VeriYok	0,253	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok
16,8		1,8	5	296,7	220,1	7,80	0,67	1,0	1,0	0,80	0,0	0,7022129	VeriYok	0,246	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok
18,3		1,8	5	323,1	231,9	9,30	0,66	1,0	1,0	0,80	0,0	0,6589112	VeriYok	0,239	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok
19,8		1,8	5	349,6	243,7	10,80	0,64	1,0	1,0	0,80	0,0	0,6223666	VeriYok	0,232	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok
21,3		1,8	5	376,1	255,5	12,30	0,63	1,0	1,0	0,80	0,0	0,5925368	VeriYok	0,227	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok

Şekil 4.15. SK-5 nolu kuyudan elde edilen sıvılaşma risk analizi

SK-6 nolu kuyudan elde edilen SPT verilerinin sıvılaşma risk analizine göre; sıvılaşma potansiyeli gözlenmemiştir.

AD	SPT (Arazi)	γ (gr/cm ³)	FC	σ_v (kPa)	σ_v' (kPa)	sITK (m)	CN	CB	CS	CR	N1(60)	rd	CRR (Z)	CSR (D)	Gk	PL (N1(60))	PL Grubu	PL (%)	SıvılaşmaDüzeyi	
1,8	13	1,8	5	31,8	31,8	0,00	1,7	1,0	1,0	0,80	13,3	0,9881470	0,14302	0,257	2,00	0,00	CL	92	SYok	
3,3	15	1,8	5	58,3	58,3	0,00	1,31	1,0	1,0	0,80	11,8	0,9773893	0,12924	0,254	2,00	0,00	CL	95	SYok	
4,8	16	1,8	5	84,8	84,8	0,00	1,09	1,0	1,0	0,80	10,4	0,9669309	0,11691	0,251	2,00	0,00	CL	97	SYok	
6,3	17	1,8	5	111,2	108,3	0,30	0,96	1,0	1,0	0,80	9,8	0,9551352	0,11137	0,255	0,44	29,90	AL	98	SVar	
7,8	19	1,8	5	137,7	120,1	1,80	0,91	1,0	1,0	0,80	10,4	0,9397014	0,11669	0,280	0,42	36,65	AL	98	SVar	
9,3	21	1,8	5	164,2	131,8	3,30	0,87	1,0	1,0	0,80	11,0	0,9179441	0,12180	0,297	0,41	42,13	AL	99	SVar	
10,8	23	1,8	5	190,7	143,6	4,80	0,83	1,0	1,0	0,80	11,5	0,8875651	0,12672	0,306	0,41	46,24	AL	99	SVar	
12,3		1,8	5	217,2	155,4	6,30	0,80	1,0	1,0	0,80	0,0	0,8478937	VeriYok	0,308	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok
13,8		1,8	5	243,7	167,2	7,80	0,77	1,0	1,0	0,80	0,0	0,8008678	VeriYok	0,304	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok
15,3		1,8	5	270,2	178,9	9,30	0,75	1,0	1,0	0,80	0,0	0,7507104	VeriYok	0,295	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok
16,8		1,8	5	296,7	190,7	10,80	0,72	1,0	1,0	0,80	0,0	0,7022129	VeriYok	0,284	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok
18,3		1,8	5	323,1	202,5	12,30	0,70	1,0	1,0	0,80	0,0	0,6589112	VeriYok	0,273	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok
19,8		1,8	5	349,6	214,3	13,80	0,68	1,0	1,0	0,80	0,0	0,6223666	VeriYok	0,264	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok
21,3		1,8	5	376,1	226,0	15,30	0,67	1,0	1,0	0,80	0,0	0,5925368	VeriYok	0,256	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok

Şekil 4.16. SK-6 nolu kuyudan elde edilen sıvılaşma risk analizi

SK-7 nolu kuyudan elde edilen SPT verilerinin sıvılaşma risk analizine göre; 9,3 m' den sonra sıvılaşma potansiyeli gözlenmiştir.

AD	SPT (Arazi)	γ (gr/cm ³)	FC	σ_v (kPa)	σ_v' (kPa)	sITK (m)	CN	CB	CS	CR	N1(60)	rd	CRR (Z)	CSR (D)	Gk	PL (N1(60))	PL Grubu	PL (%)	SıvılaşmaDüzeyi	
1,8	12	1,8	5	31,8	31,8	0,00	1,7	1,0	1,0	0,80	12,2	0,9881470	0,13341	0,257	2,00	0,00	CL	94	SYok	
3,3	14	1,8	5	58,3	58,3	0,00	1,31	1,0	1,0	0,80	11,0	0,9773893	0,12208	0,254	2,00	0,00	CL	96	SYok	
4,8	17	1,8	5	84,8	84,8	0,00	1,09	1,0	1,0	0,80	11,1	0,9669309	0,12276	0,251	2,00	0,00	CL	96	SYok	
6,3	17	1,8	5	111,2	108,3	0,30	0,96	1,0	1,0	0,80	9,8	0,9551352	0,11137	0,255	0,44	29,90	AL	98	SVar	
7,8	21	1,8	5	137,7	120,1	1,80	0,91	1,0	1,0	0,80	11,5	0,9397014	0,12657	0,280	0,45	34,43	AL	97	SVar	
9,3	24	1,8	5	164,2	131,8	3,30	0,87	1,0	1,0	0,80	12,5	0,9179441	0,13622	0,297	0,46	38,67	AL	97	SVar	
10,8	26	1,8	5	190,7	143,6	4,80	0,83	1,0	1,0	0,80	13,0	0,8875651	0,14071	0,306	0,46	42,64	AL	97	SVar	
12,3	27	1,8	5	217,2	155,4	6,30	0,80	1,0	1,0	0,80	13,0	0,8478937	0,14051	0,308	0,46	46,34	AL	98	SVar	
13,8		1,8	5	243,7	167,2	7,80	0,77	1,0	1,0	0,80	0,0	0,8008678	VeriYok	0,304	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok
15,3		1,8	5	270,2	178,9	9,30	0,75	1,0	1,0	0,80	0,0	0,7507104	VeriYok	0,295	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok
16,8		1,8	5	296,7	190,7	10,80	0,72	1,0	1,0	0,80	0,0	0,7022129	VeriYok	0,284	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok
18,3		1,8	5	323,1	202,5	12,30	0,70	1,0	1,0	0,80	0,0	0,6589112	VeriYok	0,273	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok
19,8		1,8	5	349,6	214,3	13,80	0,68	1,0	1,0	0,80	0,0	0,6223666	VeriYok	0,264	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok
21,3		1,8	5	376,1	226,0	15,30	0,67	1,0	1,0	0,80	0,0	0,5925368	VeriYok	0,256	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok

Şekil 4.17. SK-7 nolu kuyudan elde edilen sıvılaşma risk analizi

SK-8 nolu kuyudan elde edilen SPT verilerinin sıvılaşma risk analizine göre; 6,3 m' den sonra sıvılaşma potansiyeli gözlenmiştir.

AD	SPT (Arazi)	γ (gr/cm ³)	FC	σ_v (kPa)	σ_v' (kPa)	SITK (m)	CN	CB	CS	CR	N1(60)	rd	CRR (Z)	CSR (D)	Gk	PL (N1(60))	PL Grubu	PL (%)	Sıvılaşma Düzeyi	
1,8	12	1,8	5	31,8	31,8	0,00	1,7	1,0	1,0	0,80	12,2	0,9881470	0,13341	0,257	2,00	0,00	CL	94	SYok	
3,3	13	1,8	5	58,3	58,3	0,00	1,31	1,0	1,0	0,80	10,2	0,9773893	0,11505	0,254	2,00	0,00	CL	97	SYok	
4,8	14	1,8	5	84,8	84,8	0,00	1,09	1,0	1,0	0,80	9,1	0,9669309	0,10548	0,251	2,00	0,00	CL	98	SYok	
6,3	15	1,8	5	111,2	111,2	0,00	0,95	1,0	1,0	0,80	8,5	0,9551352	0,10042	0,248	2,00	0,00	CL	98	SYok	
7,8	16	1,8	5	137,7	129,9	0,80	0,88	1,0	1,0	0,80	8,4	0,9397014	0,09949	0,259	0,38	38,68	AL	99	SVar	
9,3	18	1,8	5	164,2	141,7	2,30	0,84	1,0	1,0	0,80	9,1	0,9179441	0,10505	0,277	0,38	44,28	AL	99	SVar	
10,8	20	1,8	5	190,7	153,4	3,80	0,81	1,0	1,0	0,80	9,7	0,8875651	0,11038	0,287	0,38	48,50	AL	99	SVar	
12,3	23	1,8	5	217,2	165,2	5,30	0,78	1,0	1,0	0,80	10,7	0,8478937	0,11967	0,290	0,41	50,01	AL	98	SVar	
13,8		1,8	5	243,7	177,0	6,80	0,75	1,0	1,0	0,80	0,0	0,8008678	VeriYok	0,287	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok
15,3		1,8	5	270,2	188,7	8,30	0,73	1,0	1,0	0,80	0,0	0,7507104	VeriYok	0,279	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok
16,8		1,8	5	296,7	200,5	9,80	0,71	1,0	1,0	0,80	0,0	0,7022129	VeriYok	0,270	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok
18,3		1,8	5	323,1	212,3	11,30	0,69	1,0	1,0	0,80	0,0	0,6589112	VeriYok	0,261	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok
19,8		1,8	5	349,6	224,1	12,80	0,67	1,0	1,0	0,80	0,0	0,6223666	VeriYok	0,252	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok
21,3		1,8	5	376,1	235,8	14,30	0,65	1,0	1,0	0,80	0,0	0,5925368	VeriYok	0,246	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok

Şekil 4.18. SK-8 nolu kuyudan elde edilen sıvılaşma risk analizi

SK-9 nolu kuyudan elde edilen SPT verilerinin sıvılaşma risk analizine göre; 7,8 m' den sonra sıvılaşma potansiyeli gözlenmiştir.

AD	SPT (Arazi)	γ (gr/cm ³)	FC	σ_v (kPa)	σ_v' (kPa)	SITK (m)	CN	CB	CS	CR	N1(60)	rd	CRR (Z)	CSR (D)	Gk	PL (N1(60))	PL Grubu	PL (%)	Sıvılaşma Düzeyi	
1,8	7	1,8	5	31,8	31,8	0,00	1,7	1,0	1,0	0,80	7,1	0,9881470	0,08881	0,257	2,00	0,00	CL	99	SYok	
3,3	11	1,8	5	58,3	58,3	0,00	1,31	1,0	1,0	0,80	8,6	0,9773893	0,10138	0,254	2,00	0,00	CL	98	SYok	
4,8	14	1,8	5	84,8	84,8	0,00	1,09	1,0	1,0	0,80	9,1	0,9669309	0,10548	0,251	2,00	0,00	CL	98	SYok	
6,3	19	1,8	5	111,2	108,3	0,30	0,96	1,0	1,0	0,80	11,0	0,9551352	0,12163	0,255	0,48	27,77	AL	96	SVar	
7,8	23	1,8	5	137,7	120,1	1,80	0,91	1,0	1,0	0,80	12,6	0,9397014	0,13671	0,280	0,49	32,16	AL	96	SVar	
9,3	23	1,8	5	164,2	131,8	3,30	0,87	1,0	1,0	0,80	12,0	0,9179441	0,13135	0,297	0,44	39,84	AL	98	SVar	
10,8	26	1,8	5	190,7	143,6	4,80	0,83	1,0	1,0	0,80	13,0	0,8875651	0,14071	0,306	0,46	42,64	AL	97	SVar	
12,3	24	1,8	5	217,2	155,4	6,30	0,80	1,0	1,0	0,80	11,6	0,8478937	0,12706	0,308	0,41	50,06	AL	99	SVar	
13,8		1,8	5	243,7	167,2	7,80	0,77	1,0	1,0	0,80	0,0	0,8008678	VeriYok	0,304	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok
15,3		1,8	5	270,2	178,9	9,30	0,75	1,0	1,0	0,80	0,0	0,7507104	VeriYok	0,295	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok
16,8		1,8	5	296,7	190,7	10,80	0,72	1,0	1,0	0,80	0,0	0,7022129	VeriYok	0,284	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok
18,3		1,8	5	323,1	202,5	12,30	0,70	1,0	1,0	0,80	0,0	0,6589112	VeriYok	0,273	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok
19,8		1,8	5	349,6	214,3	13,80	0,68	1,0	1,0	0,80	0,0	0,6223666	VeriYok	0,264	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok
21,3		1,8	5	376,1	226,0	15,30	0,67	1,0	1,0	0,80	0,0	0,5925368	VeriYok	0,256	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok

Şekil 4.19. SK-9 nolu kuyudan elde edilen sıvılaşma risk analizi

SK-10 nolu kuyudan elde edilen SPT verilerinin sıvılaşma risk analizine göre; 9,3 m' den sonra sıvılaşma potansiyeli gözlenmiştir.

AD	SPT (Arazi)	γ (gr/cm ³)	FC	σ_v (kPa)	σ_v' (kPa)	SITK (m)	CN	CB	CS	CR	N1(60)	rd	CRR (Z)	CSR (D)	Gk	PL (N1(60))	PL Grubu	PL (%)	Sıvılaşma Düzeyi	
1,8	10	1,8	5	31,8	31,8	0,00	1,7	1,0	1,0	0,80	10,2	0,9881470	0,11489	0,257	2,00	0,00	CL	97	SYok	
3,3	12	1,8	5	58,3	58,3	0,00	1,31	1,0	1,0	0,80	9,4	0,9773893	0,10815	0,254	2,00	0,00	CL	98	SYok	
4,8	13	1,8	5	84,8	84,8	0,00	1,09	1,0	1,0	0,80	8,5	0,9669309	0,09990	0,251	2,00	0,00	CL	98	SYok	
6,3	15	1,8	5	111,2	111,2	0,00	0,95	1,0	1,0	0,80	8,5	0,9551352	0,10042	0,248	2,00	0,00	CL	98	SYok	
7,8	17	1,8	5	137,7	137,7	0,00	0,85	1,0	1,0	0,80	8,7	0,9397014	0,10177	0,244	2,00	0,00	CL	98	SYok	
9,3	20	1,8	5	164,2	164,2	0,00	0,78	1,0	1,0	0,80	9,4	0,9179441	0,10756	0,239	2,00	0,00	CL	97	SYok	
10,8	22	1,8	5	190,7	190,7	0,00	0,72	1,0	1,0	0,80	9,6	0,8875651	0,10925	0,231	2,00	0,00	CL	96	SYok	
12,3	24	1,8	5	217,2	217,2	0,00	0,68	1,0	1,0	0,80	9,8	0,8478937	0,11111	0,220	2,00	0,00	CL	94	SYok	
13,8		1,8	5	243,7	235,8	0,80	0,65	1,0	1,0	0,80	0,0	0,8008678	VeriYok	0,215	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok
15,3		1,8	5	270,2	247,6	2,30	0,64	1,0	1,0	0,80	0,0	0,7507104	VeriYok	0,213	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok
16,8		1,8	5	296,7	259,4	3,80	0,62	1,0	1,0	0,80	0,0	0,7022129	VeriYok	0,209	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok
18,3		1,8	5	323,1	271,1	5,30	0,61	1,0	1,0	0,80	0,0	0,6589112	VeriYok	0,204	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok
19,8		1,8	5	349,6	282,9	6,80	0,59	1,0	1,0	0,80	0,0	0,6223666	VeriYok	0,200	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok
21,3		1,8	5	376,1	294,7	8,30	0,58	1,0	1,0	0,80	0,0	0,5925368	VeriYok	0,197	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok

Şekil 4.20. SK-10 nolu kuyudan elde edilen sıvılaşma risk analizi

SK-11 nolu kuyudan elde edilen SPT verilerinin sıvılaşma risk analizine göre; 9,3 m' den sonra sıvılaşma potansiyeli gözlenmiştir.

AD	SPT (Arazi)	γ (gr/cm ³)	FC	σ_v (kPa)	σ_v' (kPa)	SITK (m)	CN	CB	CS	CR	N1(60)	rd	CRR (Z)	CSR (D)	Gk	PL (N1(60))	PL Grubu	PL (%)	Sıvılaşma Düzeyi	
1,8	12	1,8	5	31,8	31,8	0,00	1,7	1,0	1,0	0,80	12,2	0,9881470	0,13341	0,257	2,00	0,00	CL	94	SYok	
3,3	14	1,8	5	58,3	58,3	0,00	1,31	1,0	1,0	0,80	11,0	0,9773893	0,12208	0,254	2,00	0,00	CL	96	SYok	
4,8	15	1,8	5	84,8	84,8	0,00	1,09	1,0	1,0	0,80	9,8	0,9669309	0,11115	0,251	2,00	0,00	CL	97	SYok	
6,3	17	1,8	5	111,2	111,2	0,00	0,95	1,0	1,0	0,80	9,7	0,9551352	0,11023	0,248	2,00	0,00	CL	97	SYok	
7,8	20	1,8	5	137,7	137,7	0,00	0,85	1,0	1,0	0,80	10,2	0,9397014	0,11511	0,244	2,00	0,00	CL	96	SYok	
9,3	22	1,8	5	164,2	161,3	0,30	0,79	1,0	1,0	0,80	10,4	0,9179441	0,11661	0,243	0,48	37,13	AL	96	SVar	
10,8	24	1,8	5	190,7	173,0	1,80	0,76	1,0	1,0	0,80	10,9	0,8875651	0,12156	0,254	0,48	41,16	AL	96	SVar	
12,3		1,8	5	217,2	184,8	3,30	0,74	1,0	1,0	0,80	0,0	0,8478937	VeriYok	0,259	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok
13,8		1,8	5	243,7	196,6	4,80	0,71	1,0	1,0	0,80	0,0	0,8008678	VeriYok	0,258	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok
15,3		1,8	5	270,2	208,4	6,30	0,69	1,0	1,0	0,80	0,0	0,7507104	VeriYok	0,253	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok
16,8		1,8	5	296,7	220,1	7,80	0,67	1,0	1,0	0,80	0,0	0,7022129	VeriYok	0,246	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok
18,3		1,8	5	323,1	231,9	9,30	0,66	1,0	1,0	0,80	0,0	0,6589112	VeriYok	0,239	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok
19,8		1,8	5	349,6	243,7	10,80	0,64	1,0	1,0	0,80	0,0	0,6223666	VeriYok	0,232	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok
21,3		1,8	5	376,1	255,5	12,30	0,63	1,0	1,0	0,80	0,0	0,5925368	VeriYok	0,227	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok

Şekil 4.21. SK-11 nolu kuyudan elde edilen sıvılaşma risk analizi

SK-12 nolu kuyudan elde edilen SPT verilerinin sıvılaşma risk analizine göre; 6,3 m' den sonra sıvılaşma potansiyeli gözlenmiştir.

AD	SPT (Arazi)	γ (gr/cm ³)	FC	σ_v (kPa)	σ_v' (kPa)	SITK (m)	CN	CB	CS	CR	N1(60)	rd	CRR (Z)	CSR (D)	Gk	PL (N1(60))	PL Grubu	PL (%)	Sıvılaşma Düzeyi	
1,8	12	1,8	5	31,8	31,8	0,00	1,7	1,0	1,0	0,80	12,2	0,9881470	0,13341	0,257	2,00	0,00	CL	94	SYok	
3,3	15	1,8	5	58,3	58,3	0,00	1,31	1,0	1,0	0,80	11,8	0,9773893	0,12924	0,254	2,00	0,00	CL	95	SYok	
4,8	16	1,8	5	84,8	84,8	0,00	1,09	1,0	1,0	0,80	10,4	0,9669309	0,11691	0,251	2,00	0,00	CL	97	SYok	
6,3	17	1,8	5	111,2	111,2	0,00	0,95	1,0	1,0	0,80	9,7	0,9551352	0,11023	0,248	2,00	0,00	CL	97	SYok	
7,8	19	1,8	5	137,7	137,7	0,00	0,85	1,0	1,0	0,80	9,7	0,9397014	0,11060	0,244	2,00	0,00	CL	97	SYok	
9,3	21	1,8	5	164,2	151,5	1,30	0,81	1,0	1,0	0,80	10,2	0,9179441	0,11522	0,259	0,45	39,59	AL	97	SVar	
10,8	25	1,8	5	190,7	163,2	2,80	0,78	1,0	1,0	0,80	11,7	0,8875651	0,12879	0,270	0,48	41,18	AL	96	SVar	
12,3		1,8	5	217,2	175,0	4,30	0,76	1,0	1,0	0,80	0,0	0,8478937	VeriYok	0,274	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok
13,8		1,8	5	243,7	186,8	5,80	0,73	1,0	1,0	0,80	0,0	0,8008678	VeriYok	0,272	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok
15,3		1,8	5	270,2	198,6	7,30	0,71	1,0	1,0	0,80	0,0	0,7507104	VeriYok	0,266	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok
16,8		1,8	5	296,7	210,3	8,80	0,69	1,0	1,0	0,80	0,0	0,7022129	VeriYok	0,258	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok
18,3		1,8	5	323,1	222,1	10,30	0,67	1,0	1,0	0,80	0,0	0,6589112	VeriYok	0,249	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok
19,8		1,8	5	349,6	233,9	11,80	0,65	1,0	1,0	0,80	0,0	0,6223666	VeriYok	0,242	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok
21,3		1,8	5	376,1	245,6	13,30	0,64	1,0	1,0	0,80	0,0	0,5925368	VeriYok	0,236	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok

Şekil 4.22. SK-12 nolu kuyudan elde edilen sıvılaşma risk analiz

SK-13 nolu kuyudan elde edilen SPT verilerinin sıvılaşma risk analizine göre; sıvılaşma potansiyeli gözlenmiştir.

AD	SPT (Arazi)	γ (gr/cm ³)	FC	σ_v (kPa)	σ_v' (kPa)	SITK (m)	CN	CB	CS	CR	N1(60)	rd	CRR (Z)	CSR (D)	Gk	PL (N1(60))	PL Grubu	PL (%)	Sıvılaşma Düzeyi	
1,8	12	1,8	5	31,8	31,8	0,00	1,7	1,0	1,0	0,80	12,2	0,9881470	0,13341	0,257	2,00	0,00	CL	94	SYok	
3,3	13	1,8	5	58,3	58,3	0,00	1,31	1,0	1,0	0,80	10,2	0,9773893	0,11505	0,254	2,00	0,00	CL	97	SYok	
4,8	14	1,8	5	84,8	84,8	0,00	1,09	1,0	1,0	0,80	9,1	0,9669309	0,10548	0,251	2,00	0,00	CL	98	SYok	
6,3	14	1,8	5	111,2	111,2	0,00	0,95	1,0	1,0	0,80	8,0	0,9551352	0,09562	0,248	2,00	0,00	CL	99	SYok	
7,8	17	1,8	5	137,7	129,9	0,80	0,88	1,0	1,0	0,80	8,9	0,9397014	0,10398	0,259	0,40	37,59	AL	98	SVar	
9,3	19	1,8	5	164,2	141,7	2,30	0,84	1,0	1,0	0,80	9,6	0,9179441	0,10942	0,277	0,40	43,15	AL	99	SVar	
10,8		1,8	5	190,7	153,4	3,80	0,81	1,0	1,0	0,80	0,0	0,8875651	VeriYok	0,287	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok
12,3		1,8	5	217,2	165,2	5,30	0,78	1,0	1,0	0,80	0,0	0,8478937	VeriYok	0,290	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok
13,8		1,8	5	243,7	177,0	6,80	0,75	1,0	1,0	0,80	0,0	0,8008678	VeriYok	0,287	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok
15,3		1,8	5	270,2	188,7	8,30	0,73	1,0	1,0	0,80	0,0	0,7507104	VeriYok	0,279	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok
16,8		1,8	5	296,7	200,5	9,80	0,71	1,0	1,0	0,80	0,0	0,7022129	VeriYok	0,270	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok
18,3		1,8	5	323,1	212,3	11,30	0,69	1,0	1,0	0,80	0,0	0,6589112	VeriYok	0,261	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok
19,8		1,8	5	349,6	224,1	12,80	0,67	1,0	1,0	0,80	0,0	0,6223666	VeriYok	0,252	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok
21,3		1,8	5	376,1	235,8	14,30	0,65	1,0	1,0	0,80	0,0	0,5925368	VeriYok	0,246	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok

Şekil 4.23. SK-13 nolu kuyudan elde edilen sıvılaşma risk analizi

SK-14 nolu kuyudan elde edilen SPT verilerinin sıvılaşma risk analizine göre; 7,8 m' den sonra sıvılaşma potansiyeli gözlenmiştir.

AD	SPT (Arazi)	γ (gr/cm ³)	FC	σ_v (kPa)	σ_v' (kPa)	SITK (m)	CN	CB	CS	CR	N1(60)	rd	CRR (Z)	CSR (D)	Gk	PL (N1(60))	PL Grubu	PL (%)	Sıvılaşma Düzeyi	
1,8	13	1,8	5	31,8	31,8	0,00	1,7	1,0	1,0	0,80	13,3	0,9881470	0,14302	0,257	2,00	0,00	CL	92	SYok	
3,3	14	1,8	5	58,3	58,3	0,00	1,31	1,0	1,0	0,80	11,0	0,9773893	0,12208	0,254	2,00	0,00	CL	96	SYok	
4,8	14	1,8	5	84,8	84,8	0,00	1,09	1,0	1,0	0,80	9,1	0,9669309	0,10548	0,251	2,00	0,00	CL	98	SYok	
6,3	14	1,8	5	111,2	111,2	0,00	0,95	1,0	1,0	0,80	8,0	0,9551352	0,09562	0,248	2,00	0,00	CL	99	SYok	
7,8	18	1,8	5	137,7	137,7	0,00	0,85	1,0	1,0	0,80	9,2	0,9397014	0,10616	0,244	2,00	0,00	CL	98	SYok	
9,3	20	1,8	5	164,2	151,5	1,30	0,81	1,0	1,0	0,80	9,8	0,9179441	0,11093	0,259	0,43	40,78	AL	98	SVar	
10,8		1,8	5	190,7	163,2	2,80	0,78	1,0	1,0	0,80	0,0	0,8875651	VeriYok	0,270	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok
12,3		1,8	5	217,2	175,0	4,30	0,76	1,0	1,0	0,80	0,0	0,8478937	VeriYok	0,274	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok
13,8		1,8	5	243,7	186,8	5,80	0,73	1,0	1,0	0,80	0,0	0,8008678	VeriYok	0,272	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok
15,3		1,8	5	270,2	198,6	7,30	0,71	1,0	1,0	0,80	0,0	0,7507104	VeriYok	0,266	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok
16,8		1,8	5	296,7	210,3	8,80	0,69	1,0	1,0	0,80	0,0	0,7022129	VeriYok	0,258	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok
18,3		1,8	5	323,1	222,1	10,30	0,67	1,0	1,0	0,80	0,0	0,6589112	VeriYok	0,249	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok
19,8		1,8	5	349,6	233,9	11,80	0,65	1,0	1,0	0,80	0,0	0,6223666	VeriYok	0,242	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok
21,3		1,8	5	376,1	245,6	13,30	0,64	1,0	1,0	0,80	0,0	0,5925368	VeriYok	0,236	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok

Şekil 4.24. SK-14 nolu kuyudan elde edilen sıvılaşma risk analizi

SK-15 nolu kuyudan elde edilen SPT verilerinin sıvılaşma risk analizine göre; sıvılaşma potansiyeli gözlenmemiştir.

AD	SPT (Arazi)	γ (gr/cm ³)	FC	σ_v (kPa)	σ_v' (kPa)	SITK (m)	CN	CB	CS	CR	N1(60)	rd	CRR (Z)	CSR (D)	Gk	PL (N1(60))	PL Grubu	PL (%)	Sıvılaşma Düzeyi	
1,8	11	1,8	5	31,8	31,8	0,00	1,7	1,0	1,0	0,80	11,2	0,9881470	0,12403	0,257	2,00	0,00	CL	96	SYok	
3,3	15	1,8	5	58,3	58,3	0,00	1,31	1,0	1,0	0,80	11,8	0,9773893	0,12924	0,254	2,00	0,00	CL	95	SYok	
4,8	17	1,8	5	84,8	84,8	0,00	1,09	1,0	1,0	0,80	11,1	0,9669309	0,12276	0,251	2,00	0,00	CL	96	SYok	
6,3	20	1,8	5	111,2	111,2	0,00	0,95	1,0	1,0	0,80	11,4	0,9551352	0,12546	0,248	2,00	0,00	CL	95	SYok	
7,8	23	1,8	5	137,7	129,9	0,80	0,88	1,0	1,0	0,80	12,1	0,9397014	0,13219	0,259	0,51	30,75	AL	95	SVar	
9,3	24	1,8	5	164,2	141,7	2,30	0,84	1,0	1,0	0,80	12,1	0,9179441	0,13210	0,277	0,48	37,30	AL	97	SVar	
10,8		1,8	5	190,7	153,4	3,80	0,81	1,0	1,0	0,80	0,0	0,8875651	VeriYok	0,287	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok
12,3		1,8	5	217,2	165,2	5,30	0,78	1,0	1,0	0,80	0,0	0,8478937	VeriYok	0,290	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok
13,8		1,8	5	243,7	177,0	6,80	0,75	1,0	1,0	0,80	0,0	0,8008678	VeriYok	0,287	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok
15,3		1,8	5	270,2	188,7	8,30	0,73	1,0	1,0	0,80	0,0	0,7507104	VeriYok	0,279	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok
16,8		1,8	5	296,7	200,5	9,80	0,71	1,0	1,0	0,80	0,0	0,7022129	VeriYok	0,270	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok
18,3		1,8	5	323,1	212,3	11,30	0,69	1,0	1,0	0,80	0,0	0,6589112	VeriYok	0,261	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok
19,8		1,8	5	349,6	224,1	12,80	0,67	1,0	1,0	0,80	0,0	0,6223666	VeriYok	0,252	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok
21,3		1,8	5	376,1	235,8	14,30	0,65	1,0	1,0	0,80	0,0	0,5925368	VeriYok	0,246	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	VeriYok	SYok

Şekil 4.25. SK-15 nolu kuyudan elde edilen sıvılaşma risk analizi

5. SONUÇ

İnceleme alanı Kuvaterner yaşlı alüvyon birimlerinden meydana gelmektedir. Alüvyon birimleri inceleme alanının tamamına yakınına kapsamaktadır. Kuvaterner yaşlı alüvyonlar silt ve kumların değişik yüzdelerinden oluşmaktadır. Granülometrik analiz sonuçlarına göre %51,91 – %96,74 arasında değişen oranlarda silt içeren siltli kumdan oluşan inceleme alanına ilişkin jeoteknik parametreler şöyledir; Zemin sınıfı SM (siltli kum), doğal su içeriği %13,58 – 25,60, kıvam limitleri non plastik, doğal birim hacim ağırlığı ortalama 1.80g/cm^3 .

İnceleme alanı %10'dan daha düşük eğimli olduğu tespit edilmiştir. Eğim yönü genelde Kuzey-Batı ve Batı yöndedir.

İnceleme alanında bu alanı etkileyecek nitelikte muhtemel heyelan, kaya düşmesi vb. herhangi bir afet olayına, yüzeysel yapı değişikliğine rastlanılmamıştır.

İnceleme alanında açılan sondaj kuyularında 1,50, 3,00 4,50, 6,50, 7,50, 9,00, 10,50, 11.50, 13,00 m derinliklerinden elde edilen verilere göre yeraltı suyunun yüksek olduğu 3 mahalle tespit edilmiştir. Bu mahalleler Bahçelievler Mahallesi, Bağlar Mahallesi, Karasenir Mahallesi'dir. Araştırmalarda bu mahallelerde kum yüzdesinin fazla olmasından dolayı sıvılaşma riski fazladır.

Bu üç mahallede yapılaşmaya gidilmeden önce mutlak suretle zemin etüt çalışmaları yapılmalıdır. Parsel bazında uygulanacak zemin etütlerinde aşağıdaki çalışmalar yapılmalıdır:

- Öncelikle DES ölçümü yapıp yeraltı suyunun derinliği belirlenmelidir.
- Sondaj derinliği yeraltı su seviyesine ulaşmalıdır.
- Sondaj çalışmalarından ve araştırma çukurlarından alınan numunelerin mekanik özellikleri belirlenmeli.
- Yeraltı suyu seviyesinin yüzeyden 20 m'ye kadar olduğu alanlarda sismik hızlardan elde edilen parametrelerle, Standart Penetrasyon Deneyi' de yapılmalıdır.
- Binaya etkiyecek olan deprem kuvvetini kestirebilmek adına hakim titreşim periyodu belirlenmelidir.
- Arazi ve laboratuvar deneylerinin sonuçlarından faydalanılarak oluşturulan parametreleri dikkate alarak taşıma gücü ve farklı oturma hesapları yapılmalıdır. Riskli bulunan bölgelerde zemin iyileştirme çalışması yapılmalıdır.

Kayma dalgası hızının 200m/sn küçük (balçık) olan bölgeler için; Zemin Gurubu: D, zemin sınıfı: Z-4, Spektrum karakteristik periyotları; $T_A=0.20\text{ Sn}$ ve $T_B=0.90\text{sn}$ alınmalıdır.

Kayma dalgası hızı 200-300 m/sn olan yerler için; Zemin Gurubu: C, zemin sınıfı: Z-4, Spektrum karakteristik periyotları; $T_A=0.15$ Sn ve $T_B=0.60$ sn alınmalıdır.

Yapılan jeolojik-jeoteknik etüdler sonucunda, inceleme alanında yapılaşmaya gidilmeden önce zemin ıslahı (enjeksiyon, kompaksiyon) yapılması veya bina yüklerinin sıvılaşma riski olmayan daha dayanımlı zemin üzerine aktarılması gerekmektedir.

Bu araştırmadan elde edilen veriler tespit niteliğinde olup yapılaşmadan önce her parsel jeoloji ve jeofizik mühendislerince incelemeye alınmalı, zemin etüt raporu hazırlanmalıdır. İnceleme alanı 1. derecede tehlikeli deprem bölgesi kuşağında bulunmakta olup, yapılacak bütün inşaatların “Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik” esaslarına uygun olarak yapılması gereklidir.



KAYNAKLAR

- Akkaş, Ü. 2006. Sıvılaşma Potansiyeli ve Etkilerinin Azaltılması, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, Türkiye.
- Aksu, O. ve Toz, G., 2002. Zemin sıvılaşmasına yönelik fotogrametrik uygulamalar İstanbul Teknik Üniversitesi Dergisi/d Mühendislik 1 (2): 7-13.
- Arı, B., 2005. Sismik Kırılma Verileri İle Burdur İli Merkezi Yeraltı Yapısının İki Boyutlu Modellenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeofizik Mühendisliği Anabilim Dalı, s.68.
- Asiabi, S., 2010. İran-Ardebil Şehrinin Sıvılaşma Analizi. Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, s.267.
- Balcı, M.C., 2011. İnce Taneli Zeminlerde Tane Boyu Değişiminin Zemin Sınıflaması Üzerine Etkisinin İncelenmesi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, s. 60.
- Balcıoğlu, E., 2012. Burdur Kent Merkezi Kuzeyindeki Pliyo-Kuvaterner Göl Çökellerinin Mühendislik Özellikleri. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, s.127.
- Brunn, J.H., Dumont, J.F., Granciansky, P. De., Gutnic, M., Juteau, Th., Monod, O., Poisson, A. 1971. Outline of the geology of the Western Taurids. In Geology and History of Turkey, A.S. Campbell Ed. Petrol Expl. Soc. of Libya, Tripoli
- Castro, G. 1969. Liquefaction of sands, Harvard Soil Mechanics Series, No.87, Harvard University, Cambridge, Massachusetts.
- CDMG, 1992. Draft Guidelines; Liquefaction hazard zones. California Division of Mines and Geology, Sacramento, California.
- Çetin, K. Ö., Unutmaz B., 2004. Zemin sıvılaşması ve zemin davranışı. TMH- Türkiye Mühendislik Haberleri,430 (2004/2): 32-37
- Derinöz, N., 2004. Hakkari Barajı ve HES projesi zemin sıvılaşma riskinin belirlenmesi. TMH – Türkiye Mühendislik Haberleri,431 (2004/3): 33-38.
- DAD 1996. Deprem Araştırma Dairesi- Ankara
- Doğan, H.M., 2015. Sismik Sıvılaşma Mekanizması ve Buna Bağlı Oluşan Deformasyonların İncelenmesi: Adapazarı Bölgesi. Gebze Teknik Üniversitesi,

- Fen Bilimleri Enstitüsü, Deprem ve Yapı Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, s.129.
- Duman, E.S., 2013. Erzincan İl Merkezi ve Çevresindeki Zeminlerin Standart Penetrasyon Deneyi Verileri Kullanılarak Sıvılaşma Potansiyelinin Belirlenmesi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, s. 136.
- Dumont, J. F. 1979. Origin of the Isparta Angle and Antalya Nappes; Hypothesis of that the Upper Cretaceous tectogenesis–induced stratigraphy of Turides has been broken–up into two parts by a big decollement, Bulletin of Mineral Research and Exploration (MTA) of Turkey, 86, 56–67.
- Gündüz, Z., Akkaş, Ü. ve Arman, H. (2006), Sıvılaşabilir Zeminlerde Mevcut Yapıların Sıvılaşma Etkilerinden Korunması, Zemin Mekaniği ve Temel Mühendisliği Onbirinci Ulusal Kongresi, 7-8 Eylül 2006, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Enç, 2013. Doğukent Mahallesi Belediye Arazisine Ait Zemin Endeks Özellikleri ile Zemin Emniyet Gerilmesinin Tespiti. Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yapı Eğitimi Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, s.100.
- Erakman, B.; Meşhur, M.; Gül, M.A.; Alkan, H.; Öztaş, Y. ve Akpınar, M., 1982. Fethiye - KöyceğizTefenni- Elmalı-Kalkan arasında kalan alanın jeolojisi. Türkiye 6. Petrol Kongresi, Jeoloji Bildirileri, 23-31, Ankara.
- Erken, A., Özyay, R., Kaya, Z., Ülker M. B. C., Elibol, B., 2004. Depremler Sırasında Zeminlerin Sıvılaşma ve Taşıma Gücü Kayıpları. Türkiye Mühendislik Haberleri, 431, 3.
- Ertunç. A., ve diğ.; 2001, Burdur Belediyesi Kent Merkezi ve Yakın Çevresinin Depremselliği ve Yerleşime Uygunluk Açısından İncelenmesi Sonuç Raporu Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Isparta.
- Hamada M., Yasuda S., Isoyama R., Emoto K., 1986. Study on Liquefaction Induced Permanent Ground Displacements. Proceedings of the Japan Society of Civil Engineers, (376), 221-229.
- Hasançebi, N., 2011. Sıvılaşmayla İlişkili Yanal Yayılma Yer Değiştirmesinin Kestirimi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi, s.197.
- Iwasaki, T., Tokida, K. and Tatsuoka, F., 1981. Soil Liquefaction Potential Evaluation with Use of The Simplified Procedure, International Conference on Recent Advances in Geotechnical Earthquake Engineering and Soil Dynamics, St. Louis, 209-214.

- Koç, P., 2011. Karasu (Sakarya) Yerleşim Alanı Zeminlerinin Mühendislik Özelliklerinin Belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, s.49.
- Koçyiğit, A. 1984. Güneybatı Türkiye ve yakın dolayında levha içi yeni tektonik gelişim [A new intracontinental tectonic regime in southwest Turkey and its close vicinity], Bulletin of the Geological Society of Turkey 27, 1–16.
- Mollamahmutoğlu, M. ve Babuçcu, F., 2006. Zeminlerde Sıvılaşma Analiz ve İyileştirme Yöntemleri, Gazi Kitabevi, Ankara.
- Nas, M., 2013. Trabzon Akyazı Sahil Dolgu Alanı Zeminlerinde Sismik Kaynaklı Sıvılaşma Potansiyelinin Değerlendirilmesi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, s.206.
- Orakoğlu, M.E., 2013. Zeminlerin Fiziksel Özelliklerinin Temel Tipi Seçimine olan Etkilerinin Deneysel Olarak İncelenmesi. Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yapı Eğitimi Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, s.150,
- Önalın M. 1979. Geology of Elmalı-Kaş Arasındaki Bölgenin Jeolojisi. İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi, Doktora Tezi (PhD Thesis), s.140.
- Öncü, Z., 2007. Burdur Fay Zonunda Deprem Erken Uyarı Sisteminin Geliştirilmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi, s.110.
- Özcan, A., 2012. Selçuklu (Konya) Civarındaki Zeminlerin Jeoteknik Değerlendirilmesi, Aksaray Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, s.140.
- Özener, P.T., 2007. Depremde Tabakalı Kum Zeminde Oluşan Sıvılaşma ve Sıvılaşma Sonrası Davranışın Model Deneylerle Araştırılması, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi, s.297,
- Özgül, N. 1976. Toroslar'da bazı temel jeoloji özellikleri, Türkiye Jeol. Kur. Bült., 19, 65-78.
- Özgül, N., 1971, Orta Torosların kuzey kesiminin yapısal gelişiminde blok hareketlerin önemi: Türkiye Jeol. Kur. Bült., 14, 75-87.
- Özgül, N., Bölükbaşı, S., Alkan, H., ve Öztaş, Y., 1991. Göller bölgesi ve Isparta'nın Jeolojisi ve Stratigrafisi. TPAO arama grubu rapor no: 3028, s. 321, Ankara.
- Özsoy, S. P., 2012. Antalya-Kundu Bölgesindeki Zeminlerin Mühendislik Özelliklerinin Araştırılması, Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, s.91.

- Poisson, A., 1977, Recherches geologiques dans les Taurides occidentales (Turquie): Thèse d'Etat Univ. Paris-Sud (Orsay). s. 795.
- Poisson, A., Akay, E., Dumont, J.F. ve Uysal, Ş., 1984. The Isparta Angle: A Mesozoic paleorift in the Western Taurides. Geology of the Taurus Belt (eds., Tekeli, O., and Göncüoğlu, M.C.). International Symposium. 11-26, Ankara/Turkey.
- Seed, H. B., Idriss, I. M., 1967. Analysis of Liquefaction: Niigata Earthquake. Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division, ASCE, Vol.93, SM3, pp. 83-108.
- Seed, H. B., Idriss, I. M., 1971. Simplified procedure for evaluating soil Liquefaction Potential. ASCE Journal of Soil Mechanics and Foundation Division, 97, 1249-1273.
- Seed, H. B., Lee, K.L. & Idriss, I. M., 1975. The slides in the San Fernando Dams during the Earthquake of February 9, 1971. Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division, ASCE, Vol.101, No. GT7, 651-688.
- Seed, H.B., Tokimatsu, K., Harder, L.F. & Chung, R.M. 1985. Influence of SPT Procedures in Soil Liquefaction Resistance Evaluations. Journal of Geotechnical Engineering, ASCE, 111, No.12, 1425-1445.
- Shamoto Y., Zhang J. & Tokimatsu K., 1998. Methods for Evaluation Residual Post Liquefaction Ground Settlement and Horizontal Displacement. Japanese Geotechnical Society Soils and Foundations Special Issue, 2, 69-85.
- Şaroğlu, F., Emre, Ö., Kuşçu, İ. 1992. Türkiye Diri Fay Haritası. MTA Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Şenel, M., Gedik, İ., Dalkılıç, H., Serdaroğlu, M., Bilgin, A.Z., Uğuz, M.F., Bölükbaşı, A.S., Metin, S., Korucu, M. ve Özgül, N. 1996. Isparta bükümü doğusunda otokton ve allokton birimlerin stratigrafisi (Batı Toroslar). MTA Derg., 118, 111-160.
- Terzaghi, K., 1925. Erdbaumechanik auf Bodenphysikalischer Grundlage. Vienna, Deuticke.
- Tokimatsu K., H. B. Seed, 1987. Evaluation of Settlements in Sands due to Earthquake Shaking. Journal of the Geotechnical Engineering, 113 (8), 861-878.
- Tokimatsu, K. and Yoshimi, Y. (1983): Empirical correlation of soil liquefaction based on SPT *N*-value and fines content, Soils and Foundations, 23(4), 56-74.
- Turoğlu, H., 2004. Zemin sıvılaşmasının 17 Ağustos 1999 depreminde Adapazarı'ndaki hasara etkisi. İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü Coğrafya Dergisi, 12: 63-74.

- Yağmurlu, F., Savaşçın, Y. ve Ergün, M., 1997. Relation of alkaline volcanism and active tectonism within the evolution of the Isparta Angle, SW-Turkey. *The Journal of Geology*, 105, 717-728.
- Yatman, Z. Ö., 2006. Sıvılaştırma Sonucu Oluşan Zemin Yetersizliklerinin İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.
- Yalçınkaya, S. 1989, Isparta-Ağlasun (Burdur) dolayının jeolojisi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi, s.175, İstanbul.
- Youd, T.L., 1992. Liquefaction, ground failure, and consequent damage during the 22 April 1991 Costa Rica Earthquake. Proceedings of the NSF/UCR US.Costa Rica Workshop on the Costa Rica Earthquakes of 1990-1991, April 2 – 4, 1992, Effects on Soils and Structures, Oakland, California, ERI Publication, No: 93-A, 73-75.
- Youd, T.L., Idriss, I.M., Andrus, R.D., Arango, I., Castro, G., Christian, J.T., Dobry, R., Finn, W.D.L., Harder, L.F., Hynes, M.E., Ishihara, K., Koester, J.P., Liao, S.S.C., Marcuson, W.F., Martin, G.R., Mitchell, J.K., Moriwaki, Y., Power, M.S., Robertson, P.K., Seed, R.B. and Stokoe, K.H. 2001. Liquefaction resistance of soils–Summary report from the 1996 NCEER and 1998 NCEER/NSF workshops on evaluation of liquefaction resistance of soils. *ASCE Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering* 127 (4), 297– 313.
- Yürekli, H., 2012. Nazilli (Aydın) İlçesi Kent Merkezi ve Yakın Çevresindeki Zeminlerin Jeolojik ve Jeoteknik İncelemesi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, s.80.

ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı :Abdurrahman ARIKAN
Doğum Yeri ve Yılı :Ankara / 05.05.1990



Eğitim Durumu

	<u>Yıl</u>
Lise : Hasan Tekin Ada Lisesi	2004-2007
Lisans : Süleyman Demirel Üniversitesi	2009-2014
Yüksek Lisans : Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi	2014-2018

Çalıştığı Kurum / Kurumlar

	<u>Yıl</u>
ARIKAN Mühendislik	2014