

ÖZET

**ACIPAYAM KUZEYDOĞUSU'NUN SIVILAŞMA POTANSİYELİNİN
BELİRLENMESİ
TEZSİZ YÜKSEK LİSANS BİTİRME PROJESİ
DUYGU KONDAKCI
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
(TEZ DANIŞMANI: YRD. DOÇ. DR. SEFER BERAN ÇELİK)
DENİZLİ, OCAK – 2017**

Bu raporda Denizli ili, Acıpayam İlçesi kuzeydoğusunda bulunan alüvyal zeminlerin sıvılaşma potansiyelinin belirlenmesi ve haritalar ile sunulması amaçlanmıştır. Depremlerin sıklıkla görüldüğü bölgelerde, jeolojik açıdan genç ve gevşek alüvyal çökellerde, kumlu, siltli kumlu tane boyutundaki zeminlerin bulunduğu ve yeraltısuyu seviyesinin yüzeye yakın derinliklerde olduğu ortamlar, zemin sıvılaşmasının görüldüğü ortamlardır. Bu çalışmada, Denizli Acıpayam ilçesi kuzeydoğusunun zemin sıvılaşma potansiyeli değerlendirilmiştir. İnceleme sahasında daha önce gerçekleştirilmiş 16 adet sondaj kuyusu verisi temin edilerek değerlendirilmiştir. Bu sondajlarda YAS seviyesinin 1 m'ye kadar sığlaştığı görülmektedir. İnceleme alanı için SPT değerlerine bağlı olarak gerçekleştirilen sıvılaşma analizlerinde özellikle sahanın güneyine doğru zemin sıvılaşma potansiyelinin arttığı görülmüş ve hazırlanan sıvılaşmaya karşı güvenlik katsayısı haritası ile sunulmuştur. Bu çalışma genel bir değerlendirme niteliğinde olup, yapılaşmaya yönelik parsel bazındaki etütlerde sıvılaşma olgusunun daha detaylı analiz edilmesi önerilir. Bu sayede meydana gelebilecek bir deprem etkisiyle meydana gelebilecek sıvılaşma riskinin alınacak önlemlerle önlenmesi mümkün olabilecektir.

ANAHTAR KELİMELEER: Zemin sıvılaşması, Acıpayam kuzeydoğusu, standart penetrasyon deneyi.

ABSTRACT

**DETERMINATION OF SOIL LIQUEFACTION
POTENTIAL OF NORTHEAST OF ACIPAYAM
GEOLOGICAL ENGINEERING
DUYGU KONDAKCI
PAMUKKALE UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE
(SUPERVISOR: Assist. Prof. Dr. Sefer Beran ÇELİK)
DENİZLİ, January – 2017**

In this report, determination of soil liquefaction potential of alluvial soils located in the Northeast of Acıpayam district of Denizli city and presentation of the results with maps is aimed. In earthquake prone areas, geologically young and loose deposits, sandy, silty sandy soils areas where groundwater depths close to the surface are generally susceptible to soil liquefaction. In this study, the North east part of Denizli Acıpayam district was evaluated in terms of soil liquefaction potential. 16 borehole data were collected and evaluated. It is seen that the groundwater level in these boreholes are found in shallow depths. Liquefaction potential calculations were performed based on SPT data, it has been observed that the potential of the ground liquefaction towards the southern part of the field is increased and presented with the prepared liquefaction safety coefficient map. This study is a general evaluation and it is suggested that a more detailed analysis of the liquefaction phenomenon in parcel-based studies for the construction is suggested. It may be possible to prevent the risk of liquefaction which may come into play due to the effect of an earthquake that may occur on this vantage point.

KEYWORDS: Soil liquefaction, Northeast of Acıpayam, standard penetration test.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİL LİSTESİ.....	iv
TABLO LİSTESİ	v
ÖNSÖZ	vi
1.GİRİŞ	1
1.1 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı	1
1.2 İnceleme Alanının Tanıtılması.....	2
2.BÖLGENİN STRATİGRAFİSİ VE İNCELEME ALANININ JEOLJİK ÖZELLİKLERİ	5
2.1 Yapısal Jeoloji.....	11
2.2 Aktif Tektonik	13
3.LABORATUVAR DENEYLERİ.....	14
3.1 Sondajlar.....	14
3.2 Zeminin İndeks/Fiziksel Özellikleri	17
3.3 Zeminin Mekanik Özellikleri	21
3.4 Zeminler.....	21
4.HİDROJEOLJİK ÖZELLİKLER	23
5.DEPREMSELLİK DURUMU	24
5.1 İnceleme Alanının Depremselliği.....	24
6.SIVILAŞMA ANALİZİ VE DEĞERLENDİRME	29
6.1 Sivilaşma Duyarlılığının Belirlenmesi	30
7.SONUÇ VE ÖNERİLER.....	40
8.KAYNAKLAR	42
9.EKLER: İncelenen Sondaj Logları	45

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1: Yer Bulduru Haritası.....	2
Şekil 1.2: İnceleme alanının genel görünümü.	3
Şekil 1.3: İnceleme alanının genel görünümü	4
Şekil 2.1: Çalışma Alanı ve Çevresinin Stratigrafik Kolon Kesiti (Özpinar, 1987)	8
Şekil 2.2: Acıpayam ve civarının jeoloji haritası, tektonik hatlar ve enine jeolojik kesiti [O22a-b (Şenel.1997a), O23a (Şenel, 1997b), N23 a-d (Şenel, 1997c) derleme haritaları ile N22 a-b-d'nin F.Göktaş'ın (MTA izmir Bölge Müd.) 1996 yılında yaptığı Neojen bölüm revizyonu ve N22c'nin Y. Hakyemez (MTA) 1996 yılında yaptığı revizyondan yararlanılarak hazırlanmıştır].....	10
Şekil 2.3: Güneybatı Türkiye Genişleme Bölgesi Haritası (Koçyiğit,2002).....	11
Şekil 2.4: Denizli havzası ve faylarının genel görünümü (Koçyiğit,2005).....	12
Şekil 3.1: İnceleme Alanı Sondaj Çalışmalarından ve Alınan SPT Numunelerinden Görünümler (Şekerci, 2014)	16
Şekil 4.1: İnceleme sahasının yeraltısuyu eşderinlik haritası.	23
Şekil 5.1: Denizli Havzasında 1900-2008 yılları arasında meydana gelen deprem episantır noktaları (www. sayisalgrafik.com).....	25
Şekil 5.2: Denizli Havzasında 2008-2016 yılları arasında meydana gelen deprem episantır noktaları (www.iris.edu)	25
Şekil 5.3: Deprem Bölgeleri Haritası	26
Şekil 5.4: Denizli ve 100km Yarıçapındaki Çevresinin Genel Görünümü ve meydana gelen $M \geq 4$ olan depremlerin konumları.....	28
Şekil 6.1: 1964 Niigata depreminde zemin sıvılaşmasına bağlı olarak binaların oturması ve devrilmesi (Steinbrugge Collection, Earthquake Engineering Research Center, University of California, Berkeley).....	30
Şekil 6.2: İnceleme sahasının SPT darbe değerleri haritası.....	38
Şekil 6.3: İnceleme sahası için hesaplanmış sıvılaşmaya karşı güvenlik katsayısı haritası.	39

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 3.1: Sondaj Kuyuların Koordinatları	14
Tablo 3.2: SPT Vuruş Sayıları	15
Tablo 3.3: Sondaj Kuyularından Alınan Numunelerin Elek Analiz Sonuçları ve Zemin Sınıflaması	17
Tablo 3.4: Sondaj Kuyularının Fiziksel Özelliklerine ait Parametreler	18
Tablo 3.5: Leonards (1962) Sınıflaması.....	19
Tablo 3.6: Sondajlardan alınan Numunelerin Plastisite İndisine Göre Plastiklik Değerlendirilmesi (Leonards (1962) göre).....	19
Tablo 3.7: Sondaj Kuyularından alınan Numunelerin Likitlik İndisi ve Kıvamılık İndisi değerleri	20
Tablo 5.1: Denizli ve civarında hasara neden olan depremler	27
Tablo 6.1: SPT darbe sayılarını düzeltmede kullanılan katsayılar (Youd vd.,2001).....	33
Tablo 6.2: İnceleme alanının hesaplanmış sıvılaşmaya karşı güvenlik katsayıları.....	36
Tablo 6.3: Raporda Kullanılan Sondajlarda Belirlenen İnce Tane Oranı... ..	37

ÖNSÖZ

Bu rapor hazırlanırken; karşılaştığım her türlü zorlukta yanımda olan, bana zaman ayırarak yakından ilgilenen hiçbir desteğini esirgemeyen Sayın Danışman Hocam Yrd. Doç. Dr. Sefer Beran Çelik'e, manevi desteklerinden dolayı aileme, en kıymetli zamanlarını bensiz geçirerek sabreden sevgili kızım Ceylin Tuğba 'ya ve rapor yazım aşamasında yardımcı olan arkadaşım Aysun Kuyumcu Er'e teşekkür ediyorum.

1. GİRİŞ

1.1 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

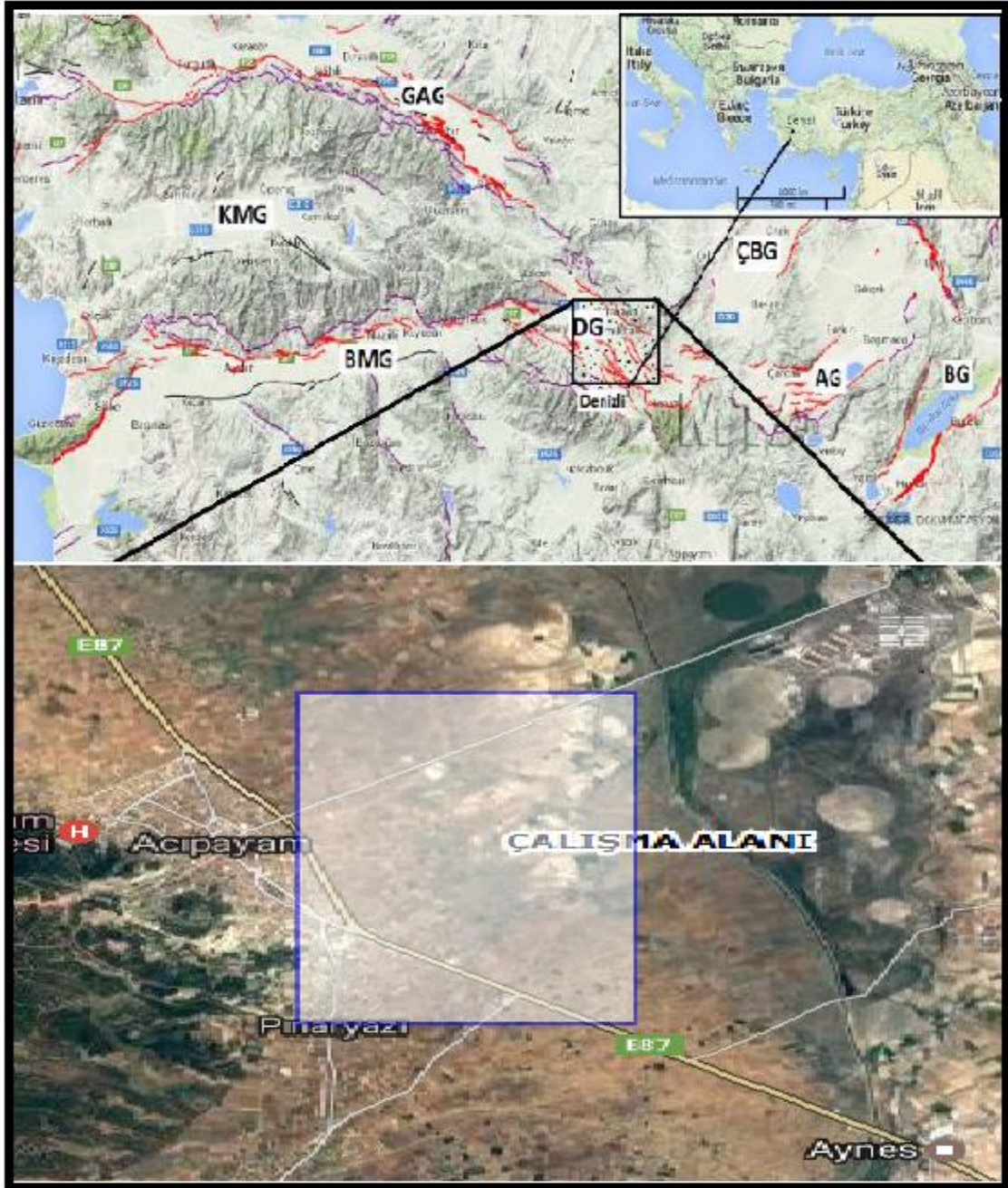
Bu raporda Denizli ili, Acıpayam İlçesi kuzeydoğusunda bulunan alüvyal zeminlerin sıvılaşma potansiyeli hesaplanması ve haritalar ile sunulması amaçlanmıştır.

Bu amaç doğrultusunda, inceleme alanı için Standart Penetrasyon Deneyi (SPT) verilerine bağlı olarak zemin sıvılaşması riskinin sıvılaşmaya karşı güvenlik katsayılarının hesaplanması yoluyla değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bölgede daha önce yapılmış araştırma sondaj verileri elde edilmiş ve ön değerlendirmeler yapılmıştır. Genel olarak alüvyal gevşek tutturulmamış zeminlerin varlığının söz konusu olduğu bölgede yeraltı suyu seviyesinin de yüzeye yakın olduğu görülmüştür. Sahada gerçekleştirilen elde edilen 26 adet sondaj verisinden yeraltısuyu varlığı tespit edilen 16 tanesi değerlendirilmiştir. Sondajlarda zeminin fiziksel özelliklerinin belirlendiği derinlikler için sıvılaşmaya karşı güvenlik katsayıları hesaplanmıştır.

İnceleme alanı depremsellik açısından da aktif bir bölgede yer almaktadır. Güneye Çameli' ye doğru inildikçe Kelekçi' den sonra Dirmil' e kadar kuzeydoğu-güneybatı uzanımlı faylar yer almaktadır. Bu faylar normal faylardır. Kelekçi' nin kuzeybatısındaki Bozdağ' lardan başlayarak bu faylar güney doğuya doru şöyle sıralayabiliriz. Bozdağ fayı, güneydoğuya eğimlidir; Alçı Kelekçi fayı; Sarıkavak-Kumaşarı Fayı, Uzunoluk- Çameli Fayı, Dirmil Fayı kuzeybatıya eğimlidirler. Bu durum göz önünde bulundurulduğunda ve olası bir deprem etkisinde bölge zeminlerinin zemin sıvılaşması potansiyelinin değerlendirilmesi önem arz etmektedir.

1.2 İnceleme Alanının Tanıtılması

İnceleme alanı Denizli ili, Acıpayam İlçesi kuzeydoğusunda, 1/25.000 ölçekli Denizli-N22-b1,b2 paftalarında yer almaktadır. İnceleme alanı yaklaşık 450 hektarlık bir alandan oluşmaktadır. Şekil 1’de yerbulduru haritası verilmiştir.



Şekil 1.1: Yer Bulduru Haritası.

İnceleme alanının güneybatı kesimleri tepelik alanlardan oluşurken diğer kesimler ovaya doğru yayılmaktadır (şekil 2.). Sahanın güneybatısında,1066m yüksekliğinde İntepe, 1078m yüksekliğinde Kale tepe, 1118m yüksekliğinde Gencer tepe, 1132m yüksekliğinde Acaroğlu tepe, 1157m yüksekliğinde Dedeler tepe ve Kocagüney tepeleri yer almaktadır. Güneyde ise 1019m yüksekliğinde Yusufafa tepe ve 1028m yüksekliğinde Sivri tepe yer alır. Çalışma alanı civarında bulunan kuru dereler; batıda Hasan deredir. Ayrıca alışma alanının güneydoğu kesiminde güneybatı-kuzeydoğu uzanımlı kuru kanal geçmektedir. Bu kanal güneybatı kesimlerde yer alan Gencer tepe ve Kale tepe arasından uzanıp gelmektedir. Çalışma alanının güneybatı kesimlerinde yer alan tepelik kesimlerin drenaj ağları güneybatıdan kuzeydoğuya doğru eğimlidir. İnceleme alanının arazi görünümleri şekil 2 ve 3'de verilmiştir.



şekil 1.2: İnceleme alanının genel görünümü.



Şekil 1.3: İnceleme alanının genel görünümü

İnceleme alanı ve Denizli ili ve çevresi sadece Ege Bölgesinin değil Akdeniz ve İç Anadolu'da hâkim olan iklim kuşağının etkisi altındadır. Denizli 'de 1929-1993 yılları göz önüne alınırsa yıllık toplam yağış ortalaması 540,9 mm.' dir. En az yağış Ağustos (5,8 mm) en fazla yağış ise Aralık (85,6 mm) ayında ölçülmüştür. Yıllık ortalama sıcaklık 15,7 °dir. Temmuz ayı en sıcak (26,7°), Ocak ayı en soğuk (5.5 °) aylardır. Denizli ili ve çevresi, bitki örtüsü bakımından Ege Deniz'i ve Akdeniz ile İç Anadolu arasında bir geçit noktasındadır.

2. BÖLGENİN STRATİGRAFİSİ VE İNCELEME ALANININ JEOLJİK ÖZELLİKLERİ

İnceleme alanı ve çevresinde düzenli olarak iki stratigrafi istifi belirlenmiştir. Birincisi Likya naplarına ait Alloktan istifi ile bunlar üzerine gelen çökeller ise Neotokton istif olarak tanımlanmıştır. Her iki istifin temelini oluşturan Menderes Masifi istifi ise otokton istiftir (Özpinar,1987).

Alloktan Kaya Birimleri:

Alloktan kaya birimleri kendi içinde düzenli bir istif sunmaktadır. Altta kırıntılı çökellerle başlamakta kireçtaşı ve üstte tekrar kırıntılı çökellere geçmektedir. Alloktan birimleri aşağıdan yukarı doğru şöyledir:

Üst Kretase-Paleosen: Serpantinleşmiş peridotit, radyolarit kireçtaşı

Triyas-Jura-Kretase: Kireçtaşı Büyük Menderes grabeninin doğu ucunda yer almaktadır. Genel olarak Permien yaşlı kayalar üzerine uyumlu olarak yer almaktadır. Tabanda açık gri üst kotlarda koyu gri ve kirlili görünümündedir. Kalınlığı 300-400 metre civarındadır.

Üst Kretase-Paleosen: Serpantinleşmiş Peridotit ve Kireçtaşı Serpantinleşmiş Peridotitler bol kırıklı ve çatlaklıdır. Bu çatlaklara bağlı olarak küçük debili kaynaklar gelişmiştir. Kireçtaşları ise bu birim içinde ve üstte tepecikler şeklinde görülmektedir. Genel olarak çok kirlili beyaz renktedirler. Radyolaritler kırmızımsı ve kahverengi renklerde karmaşık bir yapı sunarlar (Özpinar,1987).

Neotokton Kaya Birimleri:

Neojen formasyonları olan bu birimler, fliş serileri şeklinde gözlenir. Yaşlarını Dr. Nebert, Tavas yolu üzerinde bulduğu fosillerle ispatlamıştır. Genelde beyaz kaba kalker, sarı silisli kalker, kumtaşı, siltaşı ve konglomera serileri şeklindedirler. Bu değişik litoloji 15-20 cm kalınlığında dikey ve yatay geçişler gösterdiği gibi, bazı yerlerde yüzlerce metre kalınlığında konglomera veya kalker tabakaları şeklinde de görülmektedirler. Kuzeyde, Kızılhisar'ın karşı sırtları alt seviyelerde kırmızı killi çakıl

ve onun üstünde oldukça sert tabakalı sarı kalkerler halindedir. Bu kalkerlerin kalınlığı birkaç yüz metreye erişmektedir. Eğimler genelde batı- kuzeybatıya doğrudur. Doğuya, Yüreğil'e doğru gidildikçe serpantin elemanlı ve değişik irilikte çakıllı konglomeralara geçilmektedir. Buradan Karahöyük Afşarı sırtlarına doğru kalker, konglomera, kumtaşı, silttaşı bantlı tipik fliş görünüşü kazanmaktadır. Karahöyük köyü doğusunda çok kalın konglomera seriler görülmektedir.

Acıpayam sırtları batıya eğimli çok kalın kalkerle ve onların üzerinde yine kalın konglomeralar şeklindedir. Akalan, Bedirbey batısı ve Dedesil sırtları yine çok kalın kalker ve yer yer konglomera şeklindedir.

Bu birimi Pliyosen yaşlı kireçtaşı, marn, kiltası, kumtaşı, konglomera, alüvyon ve yamaç molozu temsil etmektedir. Alt birimleri daha sıkı ve sert üst zonları ise gevşek yapıdadır.

Pliyosen: Kiltası, marn, kireçtaşı, kumtaşı ve denizel konglomera; hakimiyet kiltası ve marndır. Kumtaşı, konglomera ve kireçtaşı ince bantlar halindedir. Kireçtaşı açık beyaz ve grimsi renklere olup marn ile tedrici geçişlidir. Marnlar daha çok krem renktedirler.

Kumtaşı ince bantlar halinde olup sıkı çimentoludur.

Konglomera çok sıkı yapıda olup, kırıklı ve bol çatlaklıdır. Çakılları genel olarak peridotit ve serpantin az miktarda kireçtaşı oluşturmaktadır. Çakıllar yuvarlak –yarı yuvarlak yapıda olup çimentosu kil, kumdan oluşmuştur.

Pliyosen birimler çok sert olmasına karşın çeşitli yönlerde gelişmiş kırık ve çatlak sistemleri gelişmiştir. Kalınlığı 300 metre civarındadır. Kireçtaşı genel olarak tepelik alanlarda yüzlek vermektedir.

Alüvyon(Q-21-k): Acıpayam, Kızılca ve Konak (Nikfer) Ovalarının büyük bir kısmı eski alüvyon çökelleri ile temsil edilmiştir. Ovalarının orta kısımları, kil ve silt boyutunda materyalle temsil edilirken kenar kısımlarında çakıl boyutundaki materyal daha fazladır. Kızılca Ovasının tümü kil boyutundadır. Nedeni de özellikle Aydoğdu'dan gelen Değirmen Derenin suyunun ovada iyi drene edilmemesidir. Aydoğdu Göleti yapılmadan önce, Kızılca Ovasının büyük bir kısmının yaz başlarına kadar su altında kaldığı söylenmektedir.

Yeni alüvyonların en önemlisi ve ekonomik değerde olanı Dalaman Çayı boyunca oluşan çökellerdir. Dalaman Çayı çökellerinden inşaatlarda kullanılmak üzere kum-çakıl (agrega) olarak faydalanılmaktadır.

İnceleme alanı ve civarında gözlenen alüvyon birimi genel olarak şu özelliklerdedir; bitkisel toprağın altında alüvyonun gözlendiği yerlerde kızılımsı kahverenkli kumlu kil, killi kum gözlenir. Alüvyonun gözlendiği diğer yerlerde ise genel olarak kumlu killi, killi kumlu seviyeleri çakıllı seviyeler takip etmiş veya çakıllı seviyeler bitkisel içerikli topraktan sonra devamlılık sunmuştur. Bu çakılların boyutları blok boyutuna kadar ulaşabilmektedir. Çakıllar genellikle kireçtaşı ve ultra bazik kayalara ait çakıllardan oluşmaktadır. Kireçtaşları, krem gri renkli, ultra bazik kayalar ise yeşil renkli olarak gözlenir. Kireçtaşlarının yuvarlaklaşmaları iyi, ultra bazik kökenli çakıllar ise yarı köşelidir. Çakılların kökeni; çalışma alanının batısında yer alan üst kesimlerini kireçtaşlarının oluşturduğu tepeler ile çalışma alanının kuzeybatısında yer Kretase yaşlı ofiyolitik kayaların yayılım sunduğu tepelik alanlar gösterilebilir.

Alüvyon Yelpazesi: Bu yelpazeler, Alaattin Köyü batısı ve kuzeybatısında, Konak(Nikfer) kuzeyinde, Öteyüzde, Asmalık Mevkiinde (Konak) alüvyon yelpazesinde, küçük boyutlu ve köşeli kireçtaşı elemanlarının bol olması nedeniyle ikinci bir işlem görmeden yollarda stabilize malzemesi olarak kullanabilecek kapasitede olduğu anlaşılmıştır. Kalınlıkları değişik olup 10-15 metrenin üzerindedir.

Alüvyon yelpazesi çökelleri kötü, çok kötü boylanmalı çakıl, kum ve çamurlardan oluşur. Alüvyon yelpazesi çökelleri içerisinde radyolarit, serpantinit, diyabaz, çört çakılları bulunmaktadır.

Yamaç Molozu: İnceleme alanının çevresinde yer alan yamaç molozları çoğunlukla dik ve sarp kireçtaşı yüzeylemelerinin bulunduğu tepelerin eteklerinde gözlenmiştir. Kalınlıkları 15 metrenin üzerindedir. Kırdığı batısında, Güney ve Ören Köyleri arasındaki Bozdağı eteklerinde, Ören köyü ile İtburnu Yaylası yol güzergahında bulunmuştur.

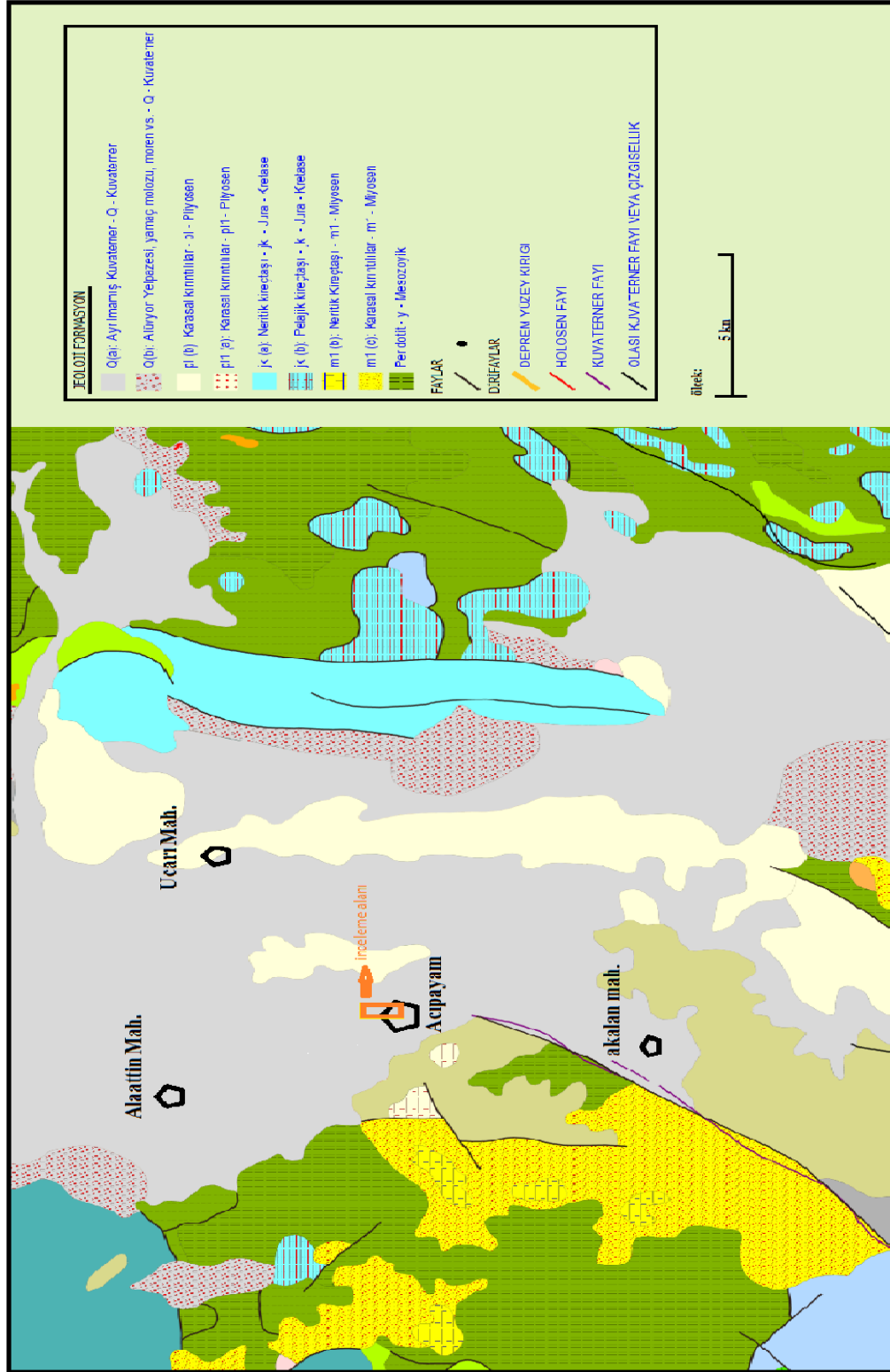
İnceleme alanının büyük bir kısmı yukarıda bahsedilen birimlerden Kuvaterner yaşlı alüvyon birimi içerisinde yer alırken, küçük bir bölgede yamaç molozu gözlenir. İnceleme alanının güneybatı ve batı kesimindeki bir kısım alan Üst Pliyosen yaşlı formasyonlar içerisinde yer almaktadır.

MESOZOYİK					SENEZOYİK					ÜST SİSTEM					
PERMİYEN	KRETASE				TERSİYER			KUVATERNER		SİSTEM	KESİT	AÇIKLAMALAR			
	Üst Kretase Paleosen				Oligosen	Miyosen	Pliyosen			AS SİSTEM					
Permiyen Kumtaşı	Üst Kretase Rudistli Kireçtaşı	Üst Kretase Pelajik Kireçtaşları	Üst Kretase Paleosen Flişi	Üst Kretase Paleosen	Oligosen Molası	Alt Miyosen Çakıltaşı ve Kumtaşı	Berşagülves Kireçtaşı	Pliyosen Çakıltaşları		LİTOLOJİK BİRİM	KALINLIK(m)				
500	1000	1150	1050		950	950	60	375	100						
Pr	Kr2	Kr3	Tkr4	W	Ol	Ml	M2	Pl	Ple	a1	a2	a3	a4		
Kuvarsit ve Mor renkli kumtaşı	Tektonik Dokanak	Beyazimsı açık gri renkli kireçtaşı kalın katmanlı rudistli ve rudist döküntülü	Globotruncanalı kırmızı renkli kireçtaşı	Açısal Uyumsuzluk ofiyolitik seri; Harzburjlit, dünit, lertzolit (p), gabro, gabro-norit, diyabaz daykları(w)	çakıltaşı, kumtaşı, kilaşı, marna aralanmalı yer yer kömür seviyeli	çakıltaşı kumtaşı aralanması (Akarsu Ağı çökelleri)	Algli ve mercanlı kireçtaşı beyazimsı ve kırmızimsı renkli	Açısal Uyumsuzluk	Çakıltaşı, kumtaşı, silt taşı, marn, kireçtaşı	Çakıltaşı	Yer yer kumlu seviyeli	Eski Alüvyon	Yeni Alüvyon	Alüvyon yelpazesi	Yamaç Molozu

Şekil 2.1: Çalışma Alanı ve Çevresinin Stratigrafik Kolon Kesiti (Özpınar, 1987).

İnceleme alanının büyük bir kısmında Kuvaterner yaşlı Alüvyon birimi gözlenmektedir. İnceleme alanının güneybatı kesimlerinde Üst Pliyosen yaşlı kıltaşı, marn düzeyleri gözlenir. İnceleme alanının güneydoğu kısmında dar bir bölgede yamaç molozu gözlenir. İnceleme alanında gözlenen birimler, Üst Pliyosen yaşlı kıltaşı, marn ve Kuvaterner yaşlı Alüvyon ve Yamaç molozu içerisine dahil edilmiştir. Yapılmış sondajlarda inceleme alanının zemini, Üst Pliyosen yaşlı Neojen birimden oluşan pekleşmesi yüksek bej renkli kıltaşı, grimsi bej renkli kumlu kıltaşı, yeşilimsi kahverenkli-sarımsı ayrıışmış kıltaşı, yer yer ince çakıllı kumlu killi, Kuvaterner yaşlı alüvyondan oluşan gri-koyu gri renkli çakıllı kumlu killi, açık kahverenkli-kahverenkli-kızılımsı kahverenkli çakıllı kumlu killi, kumlu çakıllı, kumlu killi, yer yer blok boyutunda çakıllı, Kuvaterner yaşlı Yamaç molozundan oluşan blok boyutunda çakıllı zeminler gözlenmektedir.

Bitkisel toprağın altında alüvyonun gözlendiği yerlerde; renkli çakıllı kumlu killi seviyeler gözlenmiştir. Alüvyonun gözlendiği diğer yerlerde ise genel olarak kahverenkli-açık kahverenkli-kızılımsı kahverenkli çakıllı kumlu killi, kumlu çakıllı, kumlu killi, yer yer bloklu çakıllı seviyelerden oluşan birim devamlılık sunmaktadır. Bitkisel toprağın altında neojen birimin gözlendiği yerlerde; pekleşmesi yüksek bej renkli kıltaşı, grimsi bej renkli kumlu kıltaşı, yeşilimsi kahverenkli-sarımsı kıltaşı, yer yer ince çakıllı kumlu killi seviyeler devamlılık sunmaktadır. Bitkisel toprağın altında yamaç molozunun gözlendiği yerlerde; blok boyutunda çakıllı seviyeler gözlenmektedir. Çakıllar genellikle kireçtaşı ve ultra bazik kayalara ait çakıllardan oluşmaktadır. Kireçtaşları, krem gri renkli, ultra bazik kayalar ise yeşil renkli olarak gözlenir. Kireçtaşlarının yuvarlaklaşmaları iyi, ultra bazik kökenli çakıllar ise yarı köşelidir. Çakılların kökeni; inceleme alanının batısında yer alan üst kesimlerini kireçtaşlarının oluşturduğu tepeler ile inceleme alanının kuzeybatısında yer alan Kretase yaşlı ofiyolitik kayaların yayılım sunduğu tepelik alanlar gösterilebilir.

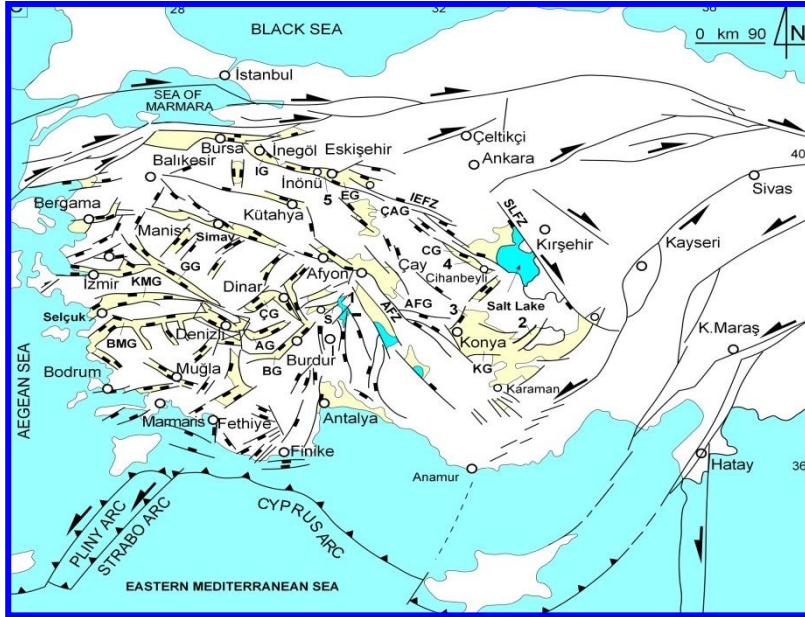


Şekil 2.2: Acıpayam ve civarının jeoloji haritası, tektonik hatlar ve enine jeolojik kesiti [O22a-b (Şenel.1997a), O23a (Şenel, 1997b), N23 a-d (Şenel, 1997c) derleme haritaları ile N22 a-b-d'nin F.Göktaş'ın (MTA İzmir Bölge Md.) 1996 yılında yaptığı Neojen bölüm revizyonu ve N22c'nin Y. Hakyemez (MTA) 1996 yılında yaptığı revizyondan yararlanılarak hazırlanmıştır].

2.1 Yapısal Jeoloji

Ege Horst-Graben Sistemi; Batı Anadolu’da Ege Denizine dik yönde uzanan paralel ova ve dağları oluşturan faylar olup, bu sistemde ovalar kendilerini sınırlayan aktif faylar üzerinde yerçekimi ile aşağı doğru hareket etmektedir. Bu faylar eğim atımlı normal faylardır. Bu faylar günümüzde de aktivitelerini korumaktadır (Ketin, 1983).

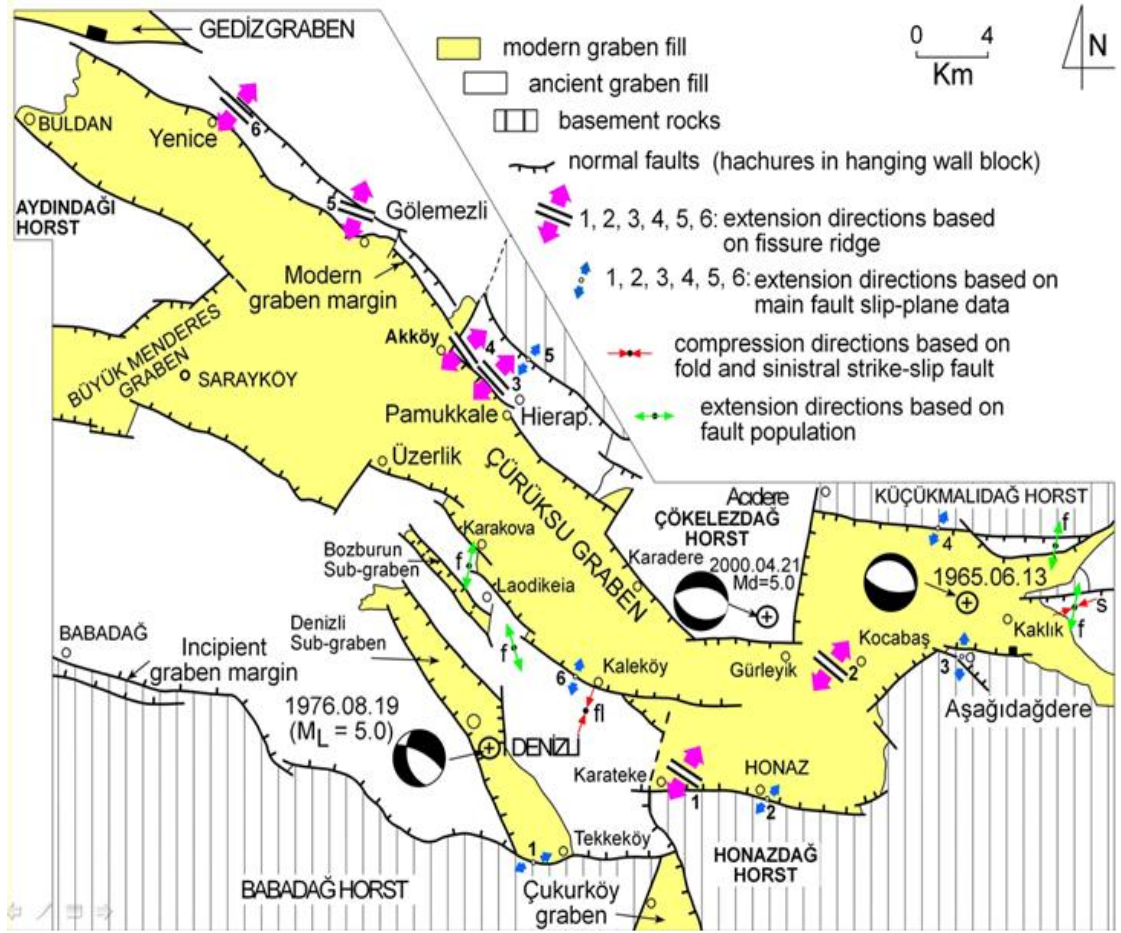
Pliyosen çökellerinde izlenebilen kıvrımların genel gidişleri tektonik hatlara ve morfolojiye uygun olup, genellikle KB-GD doğrultuludur. Asimetrik kıvrım tipi çoğunluktadır (Şimşek, 1984). Denizli İli güneyindeki bölgelerde Geç Miyosenden sonra gelişmiş normal fay takımlarının doğu-batı, KD-GB, kuzey-güney, KB-GD doğrultulu oldukları belirlenmiştir, Denizli ve dolaylarında faylanma evresi olan Geç Miyosen-Erken Pliyosen'den günümüze kadar yaklaşık 1500-2000 m düşey hareket olduğu düşünülmektedir (Özpinar, 1987).



Şekil 2.3: Güneybatı Türkiye Genişleme Bölgesi Haritası (Koçyiğit, 2002)

İnceleme alanı yakın civarında aktif bir fay yer almamaktadır. İnceleme alanının 10km batısı ve güney batısında bindirme fayları yer almaktadır. Peridotitler bu bindirmeler ile bölgeye yerleşmişlerdir. Peridotitler içerisinde kromların

oluşturduğu cevherli zonlar yer almaktadır. Acıpayam ve yakın çevresi aşağıdaki tektonik haritalarda da gözlendiği üzere tektonik hatlar açısından sakin bir bölgedir. Güneye Çameli'ye doğru inildikçe Kelekçi'den sonra Dirmil'e kadar kuzeydoğu-güneybatı uzanımlı faylar yer almaktadır. Bu faylar normal faylardır. Kelekçi'nin kuzeybatısındaki Bozdağlardan başlayarak bu faylar güney doğuya doru şöyle sıralayabiliriz. Bozdağ fayı, güneydoğuya eğimlidir; Alçı Kelekçi fayı; Sarıkavak-Kumaşarı Fayı, Uzunoluk- Çameli Fayı, Dirmil Fayı kuzeybatıya eğimlidirler (Şekil 2.4).



Şekil 2.4: Denizli havzası ve faylarının genel görünümü (Koçyiğit, 2005).

2.2 Aktif Tektonik

Batı Anadolu'da Büyük Menderes nehri boyunca doğuda Denizli ile batıda Ortaklar arasında Doğu Batı uzanımlı çöküntü alanı Büyük Menderes Grabeni olarak adlandırılmıştır (Şaroğlu vd. 1987). Yaklaşık 140 km. uzunluğunda olan bu çöküntü alanı batıda Söke'ye doğru KD-GB doğuda ise Honaz'a doğru KB-GD doğrultulu olarak yön değiştirir. Bu alanda yer alan faylar eğim atımlı normal faylar olup doğu ve batı uçlarında doğrultu atımlı bileşenlere sahiptir. Grabeni kuzeyden sınırlayan ve Ortaklar-Sarayköy arasında uzanan faylar genel olarak D-B gidişli olup birbirine paralel uzanan 10 km. genişlikte bir zon oluşturmaktadır. Bu kesimde fay Menderes masifine ait metamorfik kayalar ile Pliyosen yaşlı karasal çökeller arasında dokanak oluşturur. Faylar genellikle listrik karakterde eğim atımlı normal faylanmaya sahip olup eğim açıları yer yer 30^0 nin altına düşmektedir (Şaroğlu vd. 1987).

Büyük Menderes ve Gediz çöküntülerin kesişim bölgesinin doğusunda yer alan Denizli havzası kuzey ve güneydeki normal faylarla sınırlandırılmış KB-GD uzanımlı bir çöküntü havzasıdır. Bu havza 50 km. uzunlukta 24 km. genişliktedir. Ancak çalışma alanı bu havzanın dışındadır. Çalışma alanı yakın civarında aktif bir fay yer almamaktadır.

3. LABORATUVAR DENEYLERİ

Bu çalışma, laboratuvar ve arazide araştırma sondajlarında gerçekleştirilmiş deney verileri değerlendirilerek gerçekleştirilmiştir. Şekerci,2014 “Denizli İli, Acıpayam İlçesi, Kuzeydoğusunda Yer Alan Çalışma Alanının, Revize İmar Planına Esas Jeolojik -Jeoteknik Etüt Raporu” çalışmasında sahanın imara planına esas jeolojik ve jeoteknik özelliklerini incelemiştir. Bu çalışmada, 26 kadar sondaj, 30 kadar araştırma çukuru açılmış ve sahanın büyük bir kesiminin alüvyal özellikli zeminlerden oluştuğu belirtilmiştir. Bu rapor çalışmasında ise Şekerci (2014)' in gerçekleştirdiği 16 kadar sondaj kuyusu verisinden yararlanılmıştır.

Elde edilen tüm bu veriler derlenerek sivilaşma risk analizi raporu hazırlanmıştır.

3.1 Sondajlar

Sondaj çalışmalarında rotary tipi hidrolik sistemli sondaj makinelerinin kullanıldığı anlaşılmaktadır. Bu çalışmada, inceleme alanında yapılan Şekerci (2014) tarafından gerçekleştirilen araştırma çalışmasından 16 adet sondaj kuyusu verileri kullanılmıştır (Tablo 3.1 ve Tablo 3.2).

Tablo 3.1: Sondaj Kuyuların Koordinatları.

Sondaj No	Y	X
SK-1	442816.126	4146383.087
SK-2	443147.855	4146615.899
SK-3	443357.923	4146967.663
SK-4	443104.473	4146847.699
SK-5	444016.977	4142563.358
SK-6	444707.758	4141895.657
SK-7	445303.726	4141478.972
SK-8	449192.277	4139356.846
SK-9	449207.226	4139354.977
SK-10	444212.640	4145618.333
SK-11	444162.900	4146578.930
SK-12	444751.909	4145465.454
SK-13	445045.157	4145642.164
SK-14	446702.321	4145853.397
SK-15	446530.788	4145912.014
SK-16	446433.914	4145630.033

Tablo 3. 2: SPT Vuruş Sayıları.

DERİNLİK (Metre)	SK-1 15/30/45	SK-2 15/30/45	SK-3 15/30/45	SK-4 15/30/45	SK-5 15/30/45	SK-6 15/30/45	SK-7 15/30/45	SK-8 15/30/45
1,50-1,95	4/5/5	11/12/9	5/4/4	8/10/10	2/3/4	7/9/9	3/3/4	2/2/2
3,00-3,45	3/3/3	3/2/2	4/10/R	7/8/8	5/7/5	8/11/14	4/3/4	4/8/9
4,50-4,95	U.D.	4/5/4	4/5/4	2/3/2	7/8/8	4/6/6	5/6/5	5/4/5
6,00-6,45	U.D.	5/7/7	5/7/6	4/5/4	5/8/9	5/7/6	6/7/7	4/5/5
7,50-7,95	5/5/5	17/R/R	3/5/3	3/4/6	10/11/13	8/8/13	R/R/R	10/12/11
9,00-9,45	5/5/5	3/3/3	4/5/8	7/6/7	18/R/R	11/14/17	7/8/8	R/R/R
10,5-10,95	6/6/7	6/7/7	7/8/10	8/8/10	R/R/R	20/R/R	10/9/12	R/R/R
12,0-12,45			21/R/R	27/R/R				R/R/R
13,5-13,95			23/R/R					
15,0-15,45			R/R/R					
Y.S.S.	4,50m	1,70m	1,70m	1,70m	7,00m	5,00m	5,00m	1,00m
N _{ORT}	10,00	11,33	11,50	13,00	15,2	20,00	12,66	13,2
DERİNLİK (Metre)	SK-9 15/30/45	SK-10 15/30/45	SK-11 15/30/45	SK-12 15/30/45	SK-13 15/30/45	SK-14 15/30/45	SK-15 15/30/45	SK-16 15/30/45
1,50-1,95	5/8/8	5/8/8	5/7/7	1/2/1	6/8/9	25/R/R	7/9/R	4/5/9
3,00-3,45	8/10/11	13/9/12	10/8/8	1/1/1	7/8/10	7/10/7	18/R/R/ R	5/6/6
4,50-4,95	5/5/6	8/6/5	8/5/5	2/2/3	10/10/12	10/11/14	37/R/R/ R	5/3/3
6,00-6,45	7/7/8	9/7/8	8/6/7	5/6/8	7/8/10	18/R/R/R	17/R/R/ R	4/5/5
7,50-7,95	9/11/14	12/11/14	9/11/13	8/8/9	R/R/R	30/R/R/R		23/R/R
9,00-9,45	R/R/R	R/R/R	13/11/12	6/8/9	6/8/9	21/R/R/R		26/R/R
10,5-10,95	R/R/R	R/R/R	R/R/R	8/8/9	22/18/R/R			
12,0-12,45	R/R/R	R/R/R	R/R/R	21R/R/R	7/8/9			
13,5-13,95				28R/R/R	9/10/12			
15,0-15,45				10/10/11	25R/R/R			
Y.S.S.	1,00m	1,50m	1,00m	1,60m	1,50m	4,50m	1,50	2,00m
N _{ORT}	17,6	17,6	16,6	12,00	18,71	21,00	9,00	10,5

Sondajlardaki veriler ve SPT deneylerinden yapılmaya çalışılmış ve kuyulardan, alınan bazı numunelerin laboratuvar sonuçları değerlendirilmiştir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1: İnceleme Alanı Sondaj Çalışmalarından ve Alınan SPT numunelerinden görüntüler (Şekerci, 2014).

İnceleme alanında yapılmış 16 adet sondajın SPT deneyi sonuçları değerlendirilmiş ve ortalama SPT darbe değerleri elde edilmiştir. Sondaj kuyusunun açılması sırasında geçilen birimlerin özelliklerinin belirlenmesi amacıyla her 1,5 m derinlikte SPT deneyi yapılmıştır. Yapılan SPT deneyi sonuçları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Açılan sondaj kuyularından elde edilen litoloji, sondaj loglarında (9.Ekler) verilmiştir. Sondaj kuyularından alınan numuneler laboratuvarında değerlendirilmiştir. Böylelikle zeminin fiziksel ve mekanik özellikleri saptanmıştır (Şekerci, 2014).

3.2 Zeminin İndeks/Fiziksel Özellikleri:

İnceleme alanı içinde yapılan sondajlardan alınan numuneler üzerinde yapılan, elek analizi sonuçları aşağıdaki tablolarda değerlendirilmiştir.

Tablo 3.3: Sondaj Kuyularından Alınan Numunelerin Elek Analiz Sonuçları ve Zemin Sınıflaması

Sondaj Kuyusu	Derinlik (m)	Kil ve Silt (%)	Kum (%)	Çakıl (%)	Zemin sınıfı	SPT _{Nort}
SK 1	3,00	61,60	30,80	7,60	CL	10
SK 2	10,50	65,30	34,50	0,20	CL	11,33
SK 3	9,00	61,80	35,90	2,30	CL	11,50
SK 4	7,50	64,00	31,50	4,50	CL	13
SK 5	7,50	68,70	31,30	0,00	CL	15,2
SK 6	6,00	57,70	39,10	3,20	CL	20
SK 7	9,00	62,80	33,70	3,50	CL	12,66
SK 8	4,5	35,31	28,01	36,68	SC	13,2
SK 9	6,00	79,68	8,95	11,37	CH	17,6
SK 10	4,5	42,50	40,31	17,19	SC	17,6
SK 11	4,5	28,50	53,66	17,84	SC	16,6
SK 12	9,00	75,10	24,8	0,1	CL	12
SK 13	4,5	80,80	19,2	0	CL	18,71
SK 14	3,00	72,30	27	0,70	CL	21
SK 15	1,5	70,00	30	1,00	CL	9
SK 16	6,00	66,60	30,7	2,70	CL	10,5

CL :İnorganik killer, çakıllı killer, kumlu killer, siltli killer ve yağsız killer
SC : Killi kumlar, fena derecelenmiş kum-kil karışımları
CH: Yüksek plastisiteli inorganik killer, yağlı killer

Tablo 3.4: Sondaj Kuyularının Fiziksel Özelliklerine ait Parametreler

	Derinlik (m)	Doğal B.H.A. (gr/cm ³)	Su Muhtevası (%)	Likit Limit W _L (%)	Plastik Limit W _P (%)	Plastisite İndisi I _P (%)
SK-1	3,00	1,66	38,2	44,5	22,8	21,7
SK-2	10,50	1,61	41,2	45,5	24,4	21,1
SK-3	9,00	1,56	37,1	40,0	22,2	17,8
SK-4	7,50	1,57	40,6	43,0	22,8	20,2
SK-5	9,00	1,70	38,0	40,5	24,1	16,4
SK-6	6,00	1,84	38,2	44,0	23,1	20,9
SK-7	9,00	1,70	38,0	40,5	24,1	16,4
SK-8	4,5	1,75	42,47	69,62	32,51	37,11
SK-9	6,00	1,67	40,48	50,74	27,14	23,60
SK-10	4,5	1,49	58,82	68,40	30,80	37,59
SK-11	4,5	1,52	44,41	67,12	31,58	35,54
SK-12	9,00	1,88	34,10	43,5	23,6	19,9
SK-13	4,5	1,94	29,6	42,5	23,0	19,5
SK-14	3,00	1,74	34,80	37,0	22,20	14,80
SK-15	1,50	1,72	34,60	38,0	22,40	15,60
SK-16	6,00	1,54	33,60	36,5	21,8	14,70

Sondajlardan alınan numuneler üzerinde yapılan laboratuvar deneylerinin sonuçları aşağıdaki gibidir.

Zemin Plastiklik değerlendirme:

Zemin Plastiklik değerlendirme Tablo 3.5.'de gösterilmiştir.

Sondaj kuyularından alınan numunelerin Leonards'a göre sınıflaması;

Tablo 3.5: Leonards (1962) Sınıflaması

PLASTİSİTE İNDİSİ I_p (%)	PLASTİSİTE DERECESESİ
0-5	Plastik değil
5-15	Az plastik
15-40	Plastik
>40	Çok plastik

Tablo 3.6: Sondajlardan alınan Numunelerin Plastisite İndisine Göre Plastiklik Değerlendirilmesi (Leonards (1962) göre)

	Derinlik (m)	Plastisite İndisi I_p (%)	Plastisite Derecesi
SK-1	3,00	21,7	Plastik
SK-2	10,50	21,1	Plastik
SK-3	9,00	17,8	Plastik
SK-4	7,50	20,2	Plastik
SK-5	7,50	7,50	Az Plastik
SK-6	6,00	20,9	Plastik
SK-7	9,00	16,4	Plastik
SK-8	4,50	37,11	Plastik
SK-9	6,00	23,60	Plastik
SK-10	4,50	37,59	Plastik
SK-11	4,50	35,54	Plastik
SK-12	9,00	19,90	Plastik
SK-13	4,50	19,50	Plastik
SK-14	3,00	14,80	Az Plastik
SK-15	1,50	15,60	Plastik
SK-16	6,00	14,70	Az Plastik

Sondaj kuyularından alınan numunelerin plastisite indisine göre plastiklik değerlendirilmesi yapıldığında, inceleme alanındaki zeminler, Plastik ve Az Plastik olarak belirlenmiştir.

Zeminin Kıvamlık Değerlendirmesi:

Sondaj kuyularından alınan numunelerin Likitlik İndisi ve Kıvamlılık İndisi değerleri Tablo 7.'de gösterilmektedir.

$$\text{Likitlik İndisi } I_L = \frac{W_L - W_P}{I_P} \quad (3.1)$$

$$\text{Plastisite İndisi } I_P = W_L - W_P \quad (3.2)$$

$$\text{Kıvamlılık İndisi } I_{C_2} = \frac{W_L - W}{I_P} \quad (3.3)$$

Tablo 3.7: Sondaj Kuyularından alınan Numunelerin Likitlik İndisi ve Kıvamlılık İndisi değerleri

Sondaj Kuyusu	Derinlik (m)	Likitlik İndisi (I _L)	Kıvamlılık İndisi (I _C)	Zemin Kıvamı
SK-1	3,00	0,71	0,29	Plastik
SK-2	10,50	0,80	0,20	Plastik
SK-3	9,00	0,84	0,16	Plastik
SK-4	7,50	0,88	0,12	Plastik
SK-5	7,50	0,65	0,35	Az Plastik
SK-6	6,00	0,72	0,28	Plastik
SK-7	9,00	0,85	0,15	Plastik
SK-8	4,50	0,17	0,73	Plastik
SK-9	6,00	0,57	0,43	Plastik
SK-10	4,50	0,75	0,25	Plastik
SK-11	4,50	0,37	0,63	Plastik
SK-12	9,00	0,53	0,47	Plastik
SK-13	4,50	0,34	0,66	Plastik
SK-14	3,00	0,86	0,14	Az Plastik
SK-15	1,50	0,79	0,21	Plastik
SK-16	6,00	0,81	0,19	Az Plastik

Sondaj kuyularından alınan numunelerin plastisite derecesi değerlendirilmesinde zeminler az plastik ve plastik zeminler olarak sınıflandırılmıştır. Ayrıca sondaj kuyularından alınan numunelerin; su içerikleri, likit limitleri, plastik limitleri ve plastisite indisi değerlerinden yararlanılarak likitlik indisi ve rölatif konsistans değerleri hesaplanmıştır. Likitlik indisi ve rölatif konsistans değerlerine göre zeminlerin kıvamlılığı; plastik, katı ve viskoz sıvı olduğu şeklindedir.

3.3 Zeminin Mekanik Özellikleri:

Alınan bazı numuneler üzerinde direk kesme deneyi yapılmıştır ve bu deney sonucunda zeminlerin mekanik özellikleri belirlenerek aşağıdaki parametreler bulunmuştur. İnceleme alanında yapılan jeolojik araştırma ve deney sonuçlarına göre çalışma alanındaki birimlerin;

Zemin grubu, çalışma alanındaki zeminde yapılan sondajlardan alınan numunelerden; elde edilen SPT sonuçlarına göre sert yapılı kilden ve çakıllı seviyelerden oluşmasından zemin grubunun D grubu zemin olduğu saptanmıştır.

3.4 Zeminler

İnceleme alanı içindeki numuneler üzerinde yapılan, elek analizi sonuçları değerlendirilmiştir. Birleştirilmiş zemin sınıflamasına göre sondaj kuyularından alınan numunelerin zemin sınıfları CL, SC, CH (Killi kumlar, fena derecelenmiş kum-kil karışımları) olduğu bilinmektedir. Sondajdan numunelerinin özellikleri incelendiğinde çalışma alanındaki zeminler genel olarak ince taneli zeminlerden oluşmaktadır. Daha genel bir ifadeyle inceleme alanı zeminlerinin sivilaşmaya yatkın gevşek alüvyal zeminlerden oluştuğu söylenebilir.

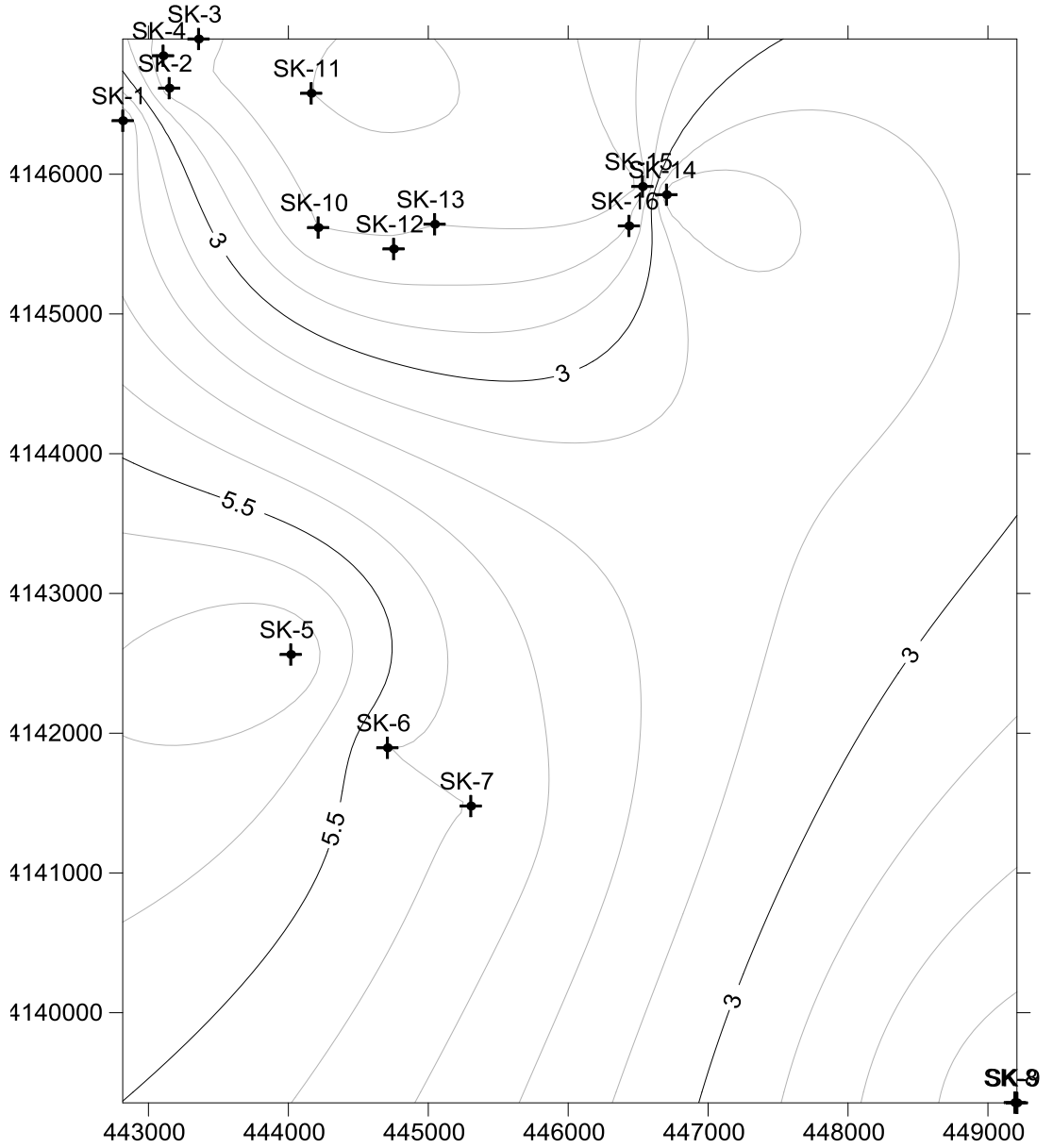
Yapılan sondajlardan alınan numunelerin elek analizi sonuçları incelendiğinde çalışma alanında USCS zemin sınıflamasına göre CL (İnorganik killer, çakıllı killer, kumlu killer, siltli killer ve yağsız killer), SC (Killi kumlar, fena derecelenmiş kum-kil karışımları), CH (Yüksek plastisiteli inorganik killer, yağlı killer) ince taneli zemin olarak belirlenmiştir.

Mühendislik zonları ve zemin profili değerlendirmesi yapıldığında; inceleme alanında genel olarak taneli zemin özelliği gösteren Kuvaterner yaşlı alüvyon ile inceleme alanının güney batı kesimlerinde zayıf kaya özelliği gösteren Üst Pliyosen yaşlı olarak kilitaşı-marn seviyeleri gözlenmektedir. İnceleme alanı içerisinde açılan sondaj zeminlerin çeşitli özellikleri aşağıda belirtilmiştir.

Çalışma alanında araştırma amaçlı, derinlikleri 10,00 metre ile 15,00 metre, toplam derinliği 278,5 m olan 26 adet sondaj çalışması yapılmıştır. Çalışma alanında yapılan sondaj çalışmalarında 0,40 m. ile 0,90 metre arasında değişen kalınlıklarda kahverenkli ve açık kahverenkli bitkisel içerikli toprak gözlenmektedir. Bitkisel toprağın altında alüvyonun gözlendiği yerlerde; çakıllı kumlu killi seviyeler gözlenmektedir. Alüvyonun gözlendiği diğer yerlerde ise genel olarak kahverenkli-açık kahverenkli-kızılımsı kahverenkli çakıllı kumlu killi, kumlu çakıllı, kumlu killi, yer yer bloklu çakıllı seviyelerden oluşan birim devamlılık sunmaktadır. Bitkisel toprağın altında neojen birimin gözlendiği yerlerde; pekleşmesi yüksek bej renkli kilitaşı, grimsi bej renkli kumlu kilitaşı, yeşilimsi kahverenkli-sarımsı kilitaşı, yer yer ince çakıllı kumlu killi seviyeler devamlılık sunmaktadır. Bitkisel toprağın altında yamaç molozunun gözlendiği yerlerde; blok boyutunda çakıllı seviyeler gözlenmektedir. Çakıllar genellikle kireçtaşı ve ultra bazik kayalara ait çakıllardan oluşmaktadır. Kireçtaşları, krem gri renkli, ultra bazik kayalar ise yeşil renkli olarak gözlenir. Kireçtaşlarının yuvarlaklaşmaları iyi, ultra bazik kökenli çakıllar ise yarı köşelidir. Çakılların kökeni; çalışma alanının batısında yer alan üst kesimlerini kireçtaşlarının oluşturduğu tepeler ile çalışma alanının kuzeybatısında yer Kretase yaşlı ofiyolitik kayaların yayılım sunduğu tepelik alanlar gösterilebilir. Diğer çalışmalar ise Kuvaterner yaşlı alüvyon birimi içerisinde yapılmıştır.

4. HİDROJEOLJİK ÖZELLİKLER

YAS' nun inceleme sahasının güneyinde 5 metre derinde, kuzeyinde ise 3 metre derinlikte olduğu görülmüştür. 16 adet sondaj verisinden yararlanılarak YAS eşderinlik haritası hazırlanmıştır (Şekil 4.1). Genel olarak inceleme alanında kuzeye doğru YAS'ın sığlaştığı gözlenmiştir. İnceleme sahasının gevşek alüvyal birimlerle kaplı olduğu göz önünde bulundurulursa zeminlerin geçirimli olduğu söylenebilir.



Şekil 4.1: İnceleme sahasının yeraltı suyu eş derinlik haritası.

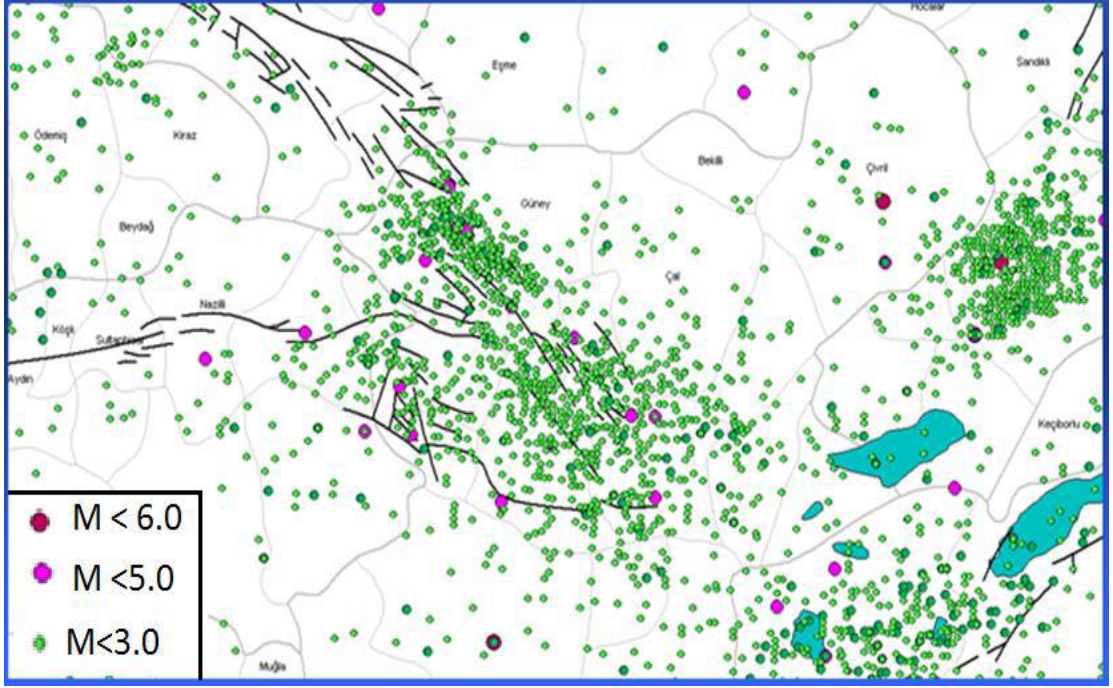
5. DEPREMSELLİK DURUMU

5.1 İnceleme Alanının Depremelliği

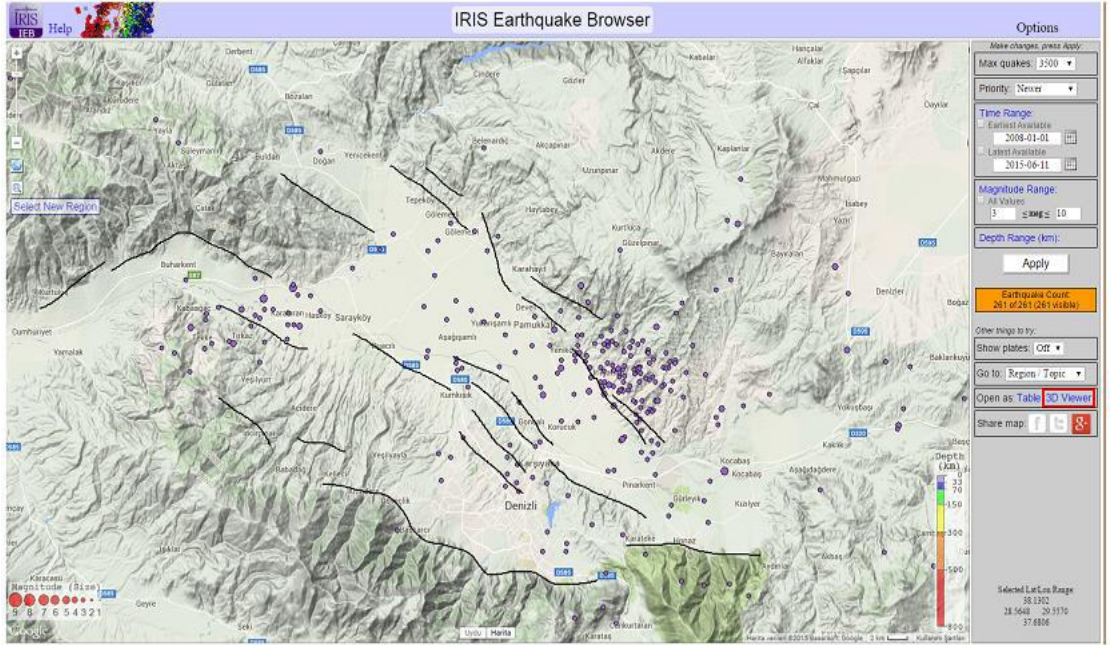
Denizli bölgesi üç ayrı grabenin kesim noktası olduğu için deprem riski oldukça yüksektir. Tarihsel dönem deprem etkinliğine bakıldığında Denizli bölgesinde M.Ö 65 yılında ve M.S. 60 yılında meydana gelen ve Hierapolis antik kentinin yıkılmasına neden olan deprem görülmektedir. Ayrıca M.S. 494, 700, 1358, 1651, 1717, 1887 ve 1899 yıllarında Denizli, Pamukkale, Honaz ve Sarayköy merkezli depremler can ve mal kayıplarına sebep olmuşlardır. Bunların dışında Aydın, Nazilli, Burdur merkezli meydana gelen depremler de Denizli bölgesini etkilemişlerdir (Eravcı ve diğ., 2007).

Denizli bölgesinin aletsel dönem deprem etkinliği ise Magnitudu 6.0 dan büyük depreme rastlanmaz. Denizli havzasında Magnitudu 5.0 den büyük deprem ise 12 adettir. Bunlar Buldan ve Pamukkale bölgesinde yoğunlaşır. Havzanın geneline bakıldığında depremlerin KD kesimde kümelenildiği görülür. Özellikle Pamukkale fay zonu ve Karakova horstu KD kesiminde yoğunluk dikkat çeker (Şekil 4, Şekil 5).

Denizli ve yakın civarında 1963 Buldan ($M_s=5.6$), 1965 Honaz ($M_s=5.6$), 1976 Denizli ($M_s=5.0$), 21 Nisan 2000 Denizli-Honaz ($M=5.2$) depremleri ve 22-31 Temmuz 2003 Sarıgöl-Buldan-Yenicekent depremleri (23 Temmuz 2003 günü $M_d=5.3$ ve 26 Temmuz 2003 günü $M_d=5.1$, $M_d=5.5$ ve $M_d=5.0$ büyüklüklerinde 4 ayrı deprem) olmuştur. 21 Nisan 2000 Denizli-Honaz depremini izleyen 6 aylık dönemde büyüklükleri 3.0 ile 4.0 arasında değişen toplam 160 deprem olmuştur (Şekil 5.1), (Eravcı vd., 2007).



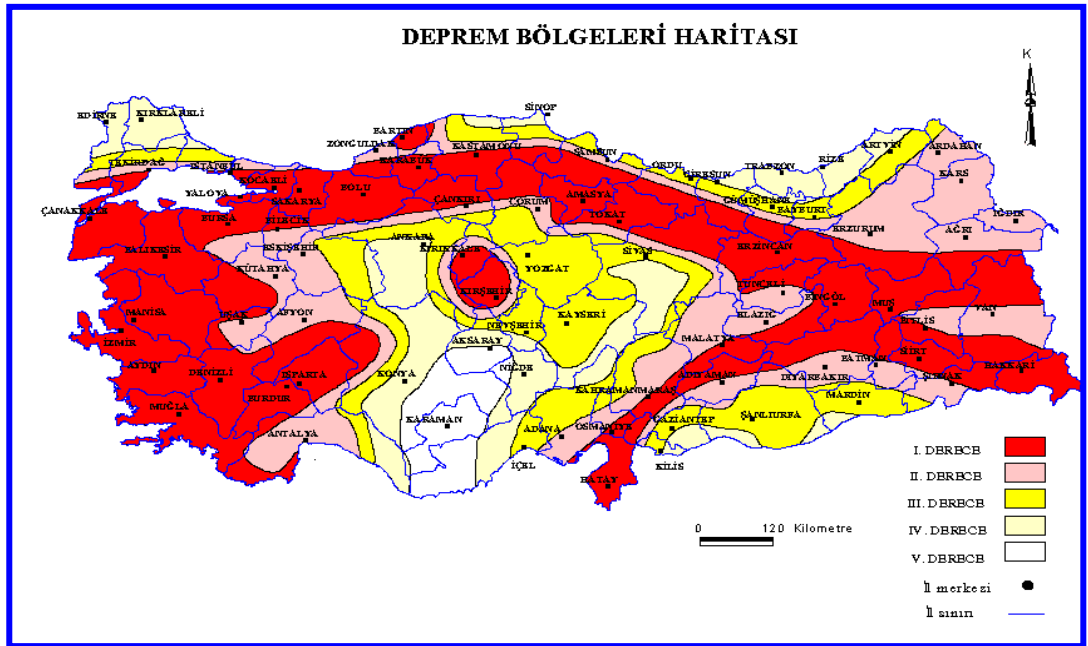
Şekil 5.1: Denizli Havzasında 1900-2008 yılları arasında meydana gelen deprem episantır noktaları (www. sayisalgrafik.com).



Şekil 5.2: Denizli Havzasında 2008-2016 yılları arasında meydana gelen deprem episantır noktaları (www.iris.edu).

Denizli ve çevresi, Mülga Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Türkiye Deprem Bölgeleri Haritasına göre 1. Derece deprem bölgesinde yer almaktadır (Şekil 5.3). Bu durumda inceleme alanındaki etkin yer ivme katsayısının en az $A_0=0.40$ alınması gerekmektedir.

Fay sistemlerine bağlı olarak Batı Anadolu'da yoğun bir deprem aktivitesi görülmektedir. Çok sayıdaki tarihsel kayıtlar ve arkeolojik veriler bölgenin tarihsel dönemde de bir çok yıkıcı depremin etkisinde kaldığı gözlenmektedir (Ambraseys 1970 vd.).

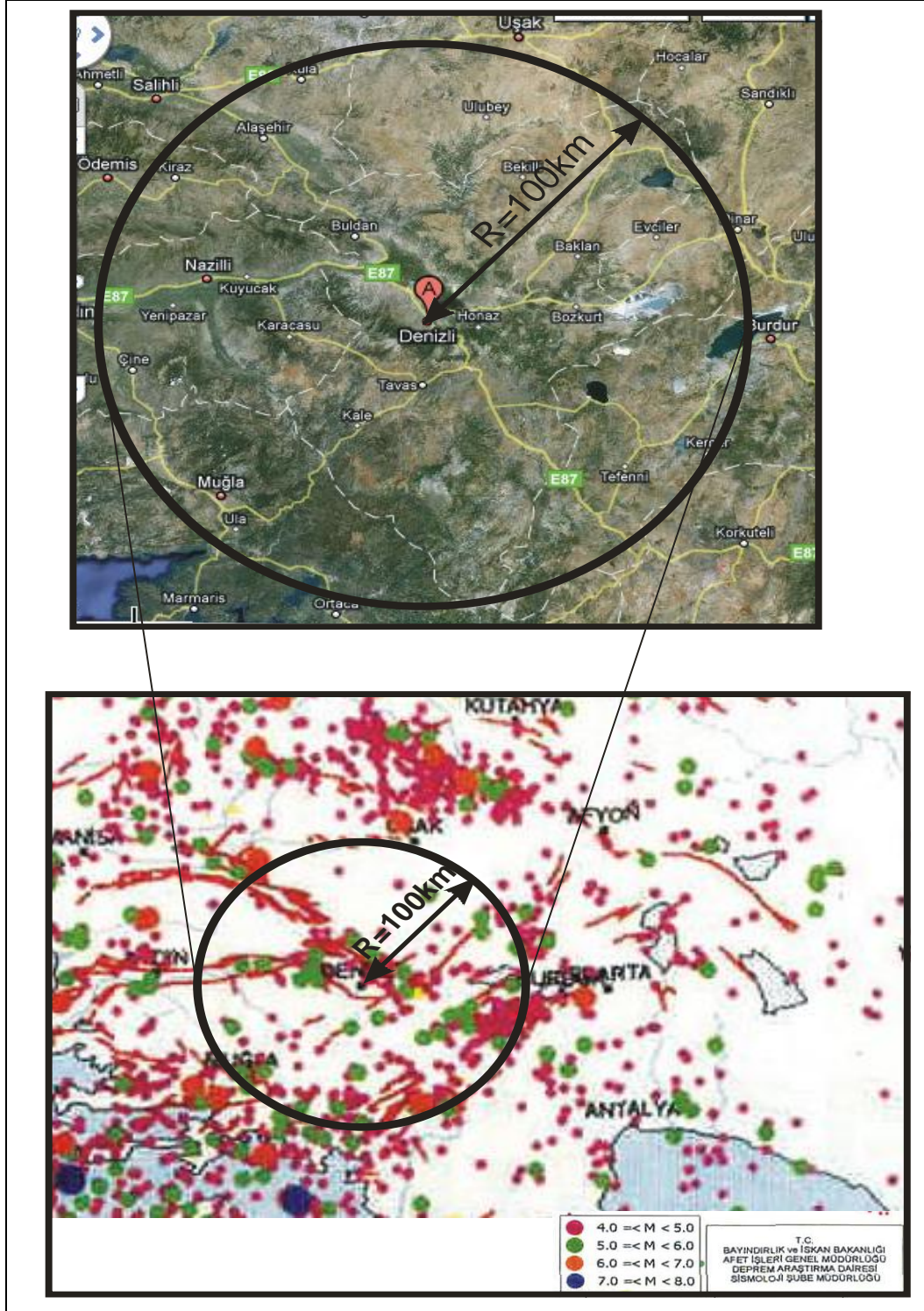


Şekil 5.3: Deprem Bölgeleri Haritası.

Tablo 5.1: Denizli ve civarında hasara neden olan depremler

No	TARİH	YER	M
1	10.4.1914	BURDUR	6.9
2	7.8.1925	DİNAR	6.0
3	19.07.1933	Çal-Çivril	5,8
4	23.05.1941	Muğla	6.0
5	13.12.1941	Muğla	5.7
6	02.06.1942		4.6
7	21.12.1945		4,7
8	27.02.1946		5.1
9	28.08.1948	Buldan	4.8
10	08.04.1954	Darıveren, Çameli	4.8
11	25.04.1957	Denizli	4.9
12	19.12.1958	Kaklık Acıpayam	5.0
13	15.11.1960	Çardak	4.7
14	23.05.1961	Çameli, Muğla,	5.2
15	21.06.1961	Denizli	5.0
16	11.03.1963	Buldan	5.6
17	22.11.1963	Denizli	5,1
18	25.06.1964	Çardak	4.5
19	13.06.1965	Honaz,	5,3
20	17.06.1965	Honaz	4.7
21	13.08.1965	Denizli	5.6
22	02.12.1965	Acıpayam	4.7
23	29.03.1966		4,9
24	02.12.1966		4,6
25	19.07.1967	Buldan	4.8
26	13.11.1967		4.5
27	28.03.1969	Alaşehir, Buldan	6,0
28	12.5.1971	BURDUR	6.2
29	19.8.1976	Denizli	5
30	24.02.1989		4,7
31	28.04.1989	Muğla	5,3
32	18.07.1990	Çameli	5.1
33	18.08.1995	KAKLIK	4,6
34	1.10.1995	DİNAR	6.2
35	05.10.1999	Muğla	5,2
36	21.04.2000	HONAZ- DENİZLİ	5,2
37	04.10.2000	DENİZLİ	4,7
38	26.07.2003	Buldan- DENİZLİ	5,1
39	26.07.2003	Buldan- DENİZLİ	5,5
40	26.07.2003	Buldan- DENİZLİ	5,0
41	28.07.2003	Buldan- DENİZLİ	4,0
42	28.07.2003	Buldan- DENİZLİ	4,1
43	12.08.2003	Buldan- DENİZLİ	4,0
44	21.12.2004	Ula-Muğla	5,1
45	29.01.2005	ÇİVRİL	4,0
46	29.10.2007	Çameli	5,1
47	30.10.2007	Çameli	5,0
48	30.05.2008	Çameli	4,1
49	24.12.2008	Honaz	4,0
50	25.11.2009	Sarayköy	4,5
51	04.12.2009	Buharkent	4,9
52	04.12.2009	Acıpayam	4,6

Deprem tehlikesi açısından inceleme yapmak için Şekil 5.4 'de görüldüğü üzere çalışma alanı çevresindeki 100km yarıçaplı alanda, 1914 – 2009 yılları arasında meydana gelmiş $M \geq 4$ olan 52 adet deprem verisinden yararlanılmıştır.



Şekil 5.4: Denizli ve 100km Yarıçapındaki Çevresinin Genel Görünümü ve meydana gelen $M \geq 4$ olan depremlerin konumları.

6. SIVILAŞMA ANALİZİ VE DEĞERLENDİRME

Çalışma alanının, büyük bir bölümünde yapılan sondajlarda yer altı suyu gözlenmiştir. Ancak çalışma alanının kuzeydoğu ve güneydoğu kesimlerinde alüvyon biriminin gözlendiği ve yer altı su seviyesinin yüzeye yakın olduğu kesimlerde sıvılaşma riski söz konusudur. Bu kesimlerde, yapılan SPT deneyinden elde edilen vuruşların düşük olması ve yeraltı su seviyesinin 1,00-5,00m arasında olması nedeniyle bu kesimler için sıvılaşma riski söz konusudur.

Zeminlerin sıvılaşma olayı genel olarak suyun zemin ortamından uzaklaşmadığı koşullar altında, suya doymun kohezyonsuz zeminlerin tekdüze, geçici veya tekrarlanmalı şekilde örselenmesinden kaynaklanan zemin deformasyonlarını kapsayan davranış biçimlerinin tümü için, ayırım yapılmaksızın, kullanılmaktadır (Ulusay, 2000). Genelde, jeolojik açıdan genç ve gevşek alüvyal çökellerde, kumlu, siltli kumlu tane boyutundaki çökellerin depolandığı alanlarda ve yeraltısuyu seviyesinin en fazla 10 m derinlikte olduğu ortamlar, sıvılaşmanın meydana geldiği ortamlardır.

Sıvılaşma ile dayanımını yitirmeye başlayan zemin, yapının aktardığı yükleri taşıyamaz hale gelir ve sonuç olarak zemin üzerindeki yapılar değişik yönlerde yatar veya devrilir. 1964' de meydana gelen ve Richter ölçeğine göre büyüklüğü 7.3 olan Niigata (Japonya) depreminde sıvılaşma etkisi ile binaların yana yattığı görülmüş (Şekil 6.1) ve bu depremden sonra araştırmacılar sıvılaşma olgusu üzerine eğilmiş ve günümüze değin bu çalışmalar devam etmiştir. Zeminin taşıma gücünü yitirmesiyle binalar gibi ağır yapıların hasar görmesi yanında, zemine gömülü tanklar, borular v.b. hafif yapılarda sıvılaşma etkisi ile yükselme ve buna bağlı kırılma ve bükülmeler görülebilmektedir (Çelik, 2003).



Şekil 6.1: 1964 Niigata depreminde zemin sıvılaşmasına bağlı olarak binaların oturması ve devrilmesi (Steinbrugge Collection, Earthquake Engineering Research Center, University of California, Berkeley).

Ülkemizde 1998 Adana-Ceyhan'da meydana gelen, Richter ölçeğine göre 6.3 büyüklüğündeki depremde Ceyhan nehri kenarlarında geniş alanlarda sıvılaşma meydana gelmiştir (Ulusay ve diğ., 2000). Sıvılaşan zemin her durumda yüzeye ulaşamayabilir. Bu durum sıvılaşan zemin tabakasının kalınlığına, sıvılaşmaya yatkın zemin tabakası üzerinde sıvılaşmaya yatkın olmayan başka bir zemin tabakasının varlığına ve bu tabakanın kalınlığına bağlıdır. 1999 Kocaeli ve Bolu-Düzce depremlerinde meydana gelen hasarlarla sıvılaşma geniş kitlelerin ilgisini çekmiştir. 3 Şubat 2003 tarihinde Çay-Eber'de meydana gelen 6.0 büyüklüğündeki (Richter ölçeği) depremde de sıvılaşma sığ derinliklerde (1-1,5m) görülmüş ve bazı yerlerde sıvılaşmanın yüzeysel belirtilerinin olmayışı yüzeye yakın kalın killi ve siltli zemin tabakalarının varlığına bağlanmıştır (Ulusay ve diğ., 2002).

6.1 Sıvılaşma Duyarlılığının Belirlenmesi

Bu rapor çalışması kapsamında inceleme alanının sıvılaşma duyarlılığının belirlenmesinde arazide elde edilen SPT darbe sayıları kullanılmıştır. İnceleme alanında 26 adet SPT deneyi verisi bulunan sondaj kuyusu mevcuttur. Günümüze

değin SPT darbe sayılarına bağlı sıvılaşma analizlerinde bilinen temel iki yöntem; Tokimatsu and Yoshimi (1983) ve Seed and DeAlba (1986) yöntemleridir. Bu yöntemlerin gözden geçirilmesi ve Dünya çapında bir birliktelik sağlanması amacıyla Youd ve diğ. (2001) tarafından sıvılaşma potansiyelinin belirlenmesi prosedürel olarak önerilmiştir. Zeminlerin sıvılaşmaya olayı, sıvılaşmaya karşı güvenlik katsayısının belirlenmesi esasına dayanmaktadır. Güvenlik katsayısı, zeminin sıvılaşması için gerekli tekrarlı direnç oranının (CRR), depremin oluşturduğu tekrarlı gerilim oranına (CSR) bölünmesi ile bulunmaktadır.

Deprem sırasında meydana gelen tekrarlı gerilim oranı CSR, bağıntı (6.1) ile hesaplanmaktadır.

$$CSR = (\tau_{av} / \sigma'_{vo}) = 0.65 * (a_{maks} / g) * (\sigma_{vo} / \sigma'_{vo}) * r_d \quad (6.1)$$

Burada,

τ_{av} / σ'_{vo} (CSR) : Depremin oluşturduğu tekrarlı gerilim oranı,

a_{maks} : En büyük yer ivmesi (cm/sn²)

g : Yerçekimi ivmesi (cm/sn²)

σ_{vo} : Toplam örtü gerilimi (kPa)

σ'_{vo} : Efektif örtü gerilimi (kPa)

r_d : Gerilim azaltma faktörü

r_d , derinlikle (z) değişen bir faktör olup 9.15 m derinliğe kadar bağıntı (6.2), 9.15 m ile 23 m arasındaki derinliklerde ise bağıntı (6.3) ile hesaplanmaktadır.

$$z \leq 9.15 \text{ m için } r_d = 1.0 - 0.00765z \quad (6.2)$$

$$9.15 < z \leq 23 \text{ m için } r_d = 1.174 - 0.00267z \quad (6.3)$$

Zeminin sıvılaşmaya karşı olan tekrarlı direnç oranını (CRR) hesaplamada, önceki paragraflarda bahsedildiği gibi SPT darbe sayıları kullanılmıştır. SPT deneyinden elde edilen darbe sayıları (N) bilindiği gibi bir dizi düzeltmeye tabi tutularak, düzeltilmiş SPT darbe sayısı ((N₁)₆₀) belirlenmektedir. Bu düzeltmeler; örtü yükü düzeltmesi (C_N), tij enerji oranı düzeltmesi (C_E), kuyu çapı düzeltmesi (C_B), deney sırasında kullanılan tij uzunluğu düzeltmesi (C_R) ve iç gömlek (tüp)

düzeltilmesidir (C_S). Youd ve diğ., (2001)' tarafından önerilen SPT düzeltme katsayıları Tablo 6.1'de verilmiştir.

Örtü yükü düzeltmesi (C_N) için Youd vd., (2001) tarafından önerilen formül (6.4) kullanılmıştır.

$$C_N = 2.2 / (1.2 + (\sigma'_{vo}/P_a)) \quad (6.4)$$

Burada,

P_a : atmosferik basınç (100 kPa)

σ'_{vo} : Efektif örtü gerilimi (kPa)'dir.

Türkiye'de kullanılan Donut tipi şahmerdanın enerji oranı (E_r) % 45 dir. Tij enerji oranı düzeltmesi (C_E) bağıntı (6.5) ile hesaplanır.

$$C_E = E_r / 60 \quad (6.5)$$

SPT deneyinin yapıldığı her seviye için düzeltilmiş darbe sayılarını ($(N_1)_{60}$) bulmak için aşağıdaki ifade kullanılmaktadır.

$$(N_1)_{60} = N \cdot C_N \cdot C_E \cdot C_B \cdot C_R \cdot C_S \quad (6.6)$$

Tablo 6.1: SPT darbe sayılarını düzeltmede kullanılan katsayılar (Youd vd., 2001).

		Katsayı
Kuyu çapı (C _B)	65-115 mm	1.0
	150 mm	1.05
	200 mm	1.15
Tij uzunluğu (C _R)	< 3 m	0.75
	3-4 m	0.8
	4-6 m	0.85
	6-10 m	0.95
	10-30 m	1.0
İç gömlek kullanımı (C _S)	Standart numune alıcı	1.0
	İç gömlek kullanılmadığı durumlarda	1.1-1.3

Youd ve diğ. (2001), SPT'ye göre sivilaşma analizinde ince tane oranının (<0.075mm) artışı ile CRR'nin arttığını belirtmiş ve düzeltilmiş SPT darbe değerlerinin ((N₁)₆₀), zeminin içerdiği ince tane oranına (İTO) göre yeni bir düzeltme önermişlerdir ((N₁)_{60cs}).

$$(N_1)_{60cs} = \alpha + \beta \cdot (N_1)_{60} \quad (6.7)$$

α ve β aşağıdaki formüllerle hesaplanan katsayılardır.

$$\text{İTO} \leq \% 5 \text{ ise } \alpha = 0, \beta = 1.0$$

$$\% 5 < \text{İTO} < \% 35 \text{ ise } \alpha = \exp(1.76 - (190 / \text{İTO}^2)), \beta = (0.99 + (\text{İTO}^{1.5} / 1.000))$$

$$\text{İTO} \geq \% 35 \text{ ise } \alpha = 5.0, \beta = 1.2$$

Düzeltilmiş SPT darbe sayılarını kullanarak zeminin tekrarlı direnç oranı (CRR) eşitlik (6.8) kullanılarak hesaplanmaktadır. Bu eşitlik (N₁)₆₀ değerlerinin 30 dan küçük olduğu durumlarda geçerlidir, (N₁)₆₀ ≥ 30 olduğu durumlarda zeminler sivilaşma için çok sıkıdır ve sivilaşmaz olarak nitelendirilir (Youd vd., 2001).

$$CRR_{7.5} = \frac{1}{34 - (N_1)_{60}} + \frac{(N_1)_{60}}{135} + \frac{50}{[10 \cdot (N_1)_{60} + 45]^2} - \frac{1}{200} \quad (6.8)$$

Bu eşitlik, dünyanın farklı yerlerinde (Amerika, Japonya, Çin) meydana gelmiş 7.5 büyüklüğündeki depremler sırasında zeminde gelişmiş tekrarlı gerilim oranları (CSR) ve $(N_1)_{60}$ verilerinin bir grafikte, ince tane oranının $\leq \% 5$, $\% 15$ ve $\% 35$ olduğu durumlar için çizilmesiyle elde edilmiştir. SPT temiz kum eğrisi olarak adlandırılan ve ince tane oranının ≤ 5 olduğu CRR eğrisi hesaplamalarda kullanılmaktadır (Şekil 6.2).

7.5 büyüklüğündeki bir deprem için hesaplanan $CRR_{7.5}$ değerlerinin incelenen bölgede öngörülen deprem büyüklüğüne göre düzeltilmesi gerekmektedir. Bu düzeltme için Youd vd., (2001) tarafından revize edilmiş büyüklük ölçeklendirme (düzeltme) faktörü (MSF) önerilmiştir (6.9).

$$MSF = \frac{10^{2.24}}{M_w^{2.56}} \quad (6.9)$$

Burada;

M_w : İnceleme alanında beklenen moment magnitüdü cinsinden deprem büyüklüğüdür.

Sıvılaşmaya karşı güvenlik katsayısı (FS) aşağıdaki ifadeyle (6.10) hesaplanmaktadır.

$$FS = \left(\frac{CRR_{7.5}}{CSR} \right) \cdot MSF \quad (6.10)$$

Hesaplanan FS değerleri aşağıdaki aralıklara göre değerlendirilmektedir;

$FS \leq 1$ Sıvılaşma

$1 < FS \leq 1.2$ Potansiyel sıvılaşma

$FS > 1.2$ Sıvılaşma gerçekleşmez

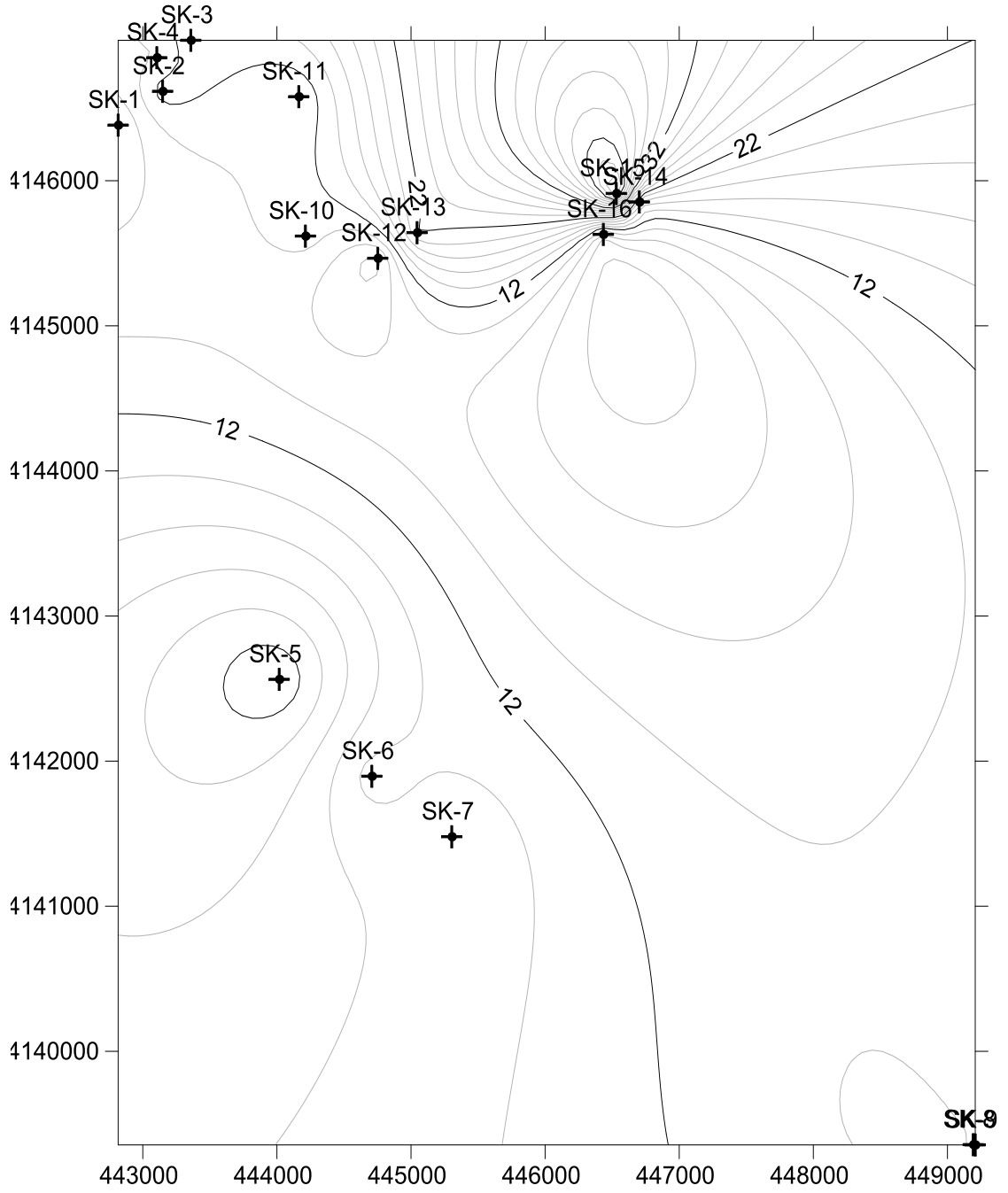
Yukarıda verilen hesaplama aşamaları kullanılarak inceleme sahasının sıvılaşmaya karşı güvenlik katsayıları hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde sıvılaşma riskinin olduğu görülmektedir.

Tablo 6.2.: İnceleme alanının hesaplanmış sivilaşmaya karşı güvenlik katsayıları.

Sondaj No	X koordinatı	Y koordinatı	Derinlik (m)	YAS (m)	BZS sınıfı	γ_n (kN/m^3)	γ_{doy} (kN/m^3)	a maks (cm/s^2)	σ_v / σ_v'	rd	Ms	İTO (%)	SPT N	SPT N1-60	SPT N1-60 cs	CSR	CRR _{7,6}	GK
SK-1	442816.126	4146383.1	3.25	4.5	CL	16.6	17.6	400	0.636	0.975	6.3	61.6	6	5.346	11.415	0.164	0.126	1.195
SK-2	443147.855	4146615.9	10.75	1.7	CL	16.1	17.1	400	2.877	0.887	6.3	65.3	13	10.136	17.163	0.677	0.183	0.421
SK-3	443357.923	4146967.7	9.25	1.7	CL	15.6	16.6	400	2.879	0.927	6.3	61.8	13	10.924	18.109	0.708	0.193	0.426
SK-4	443104.473	4146847.7	7.75	1.7	CL	15.7	16.7	400	2.710	0.941	6.3	64.0	10	8.813	15.576	0.676	0.166	0.383
SK-5	444016.977	4142563.4	7.75	7.0	CL	17.1	18.1	400	1.113	0.941	6.3	68.7	24	16.112	24.335	0.278	0.279	1.570
SK-6	444707.758	4141895.7	6.25	5.0	CL	18.4	19.4	400	1.229	0.952	6.3	57.7	13	9.587	16.504	0.310	0.176	0.883
SK-7	445303.726	4141479	9.25	5.0	CL	17	18	400	1.679	0.927	6.3	62.8	16	11.046	18.255	0.413	0.195	0.737
SK-8	449192.277	4139356.8	4.75	1.0	SC	17.5	18.5	400	2.443	0.964	6.3	35.3	9	8.768	15.521	0.625	0.165	0.413
SK-9	449207.226	4139355	6.25	1.0	GH	16.7	17.7	400	2.746	0.952	6.3	79.7	15	13.973	21.768	0.694	0.239	0.538
SK-10	444212.64	4145618.3	5.75	1.5	SC	14.9	15.9	400	2.703	0.956	6.3	42.5	11	10.841	18.009	0.685	0.192	0.437
SK-11	444162.9	4146578.9	4.75	1.0	SC	15.2	16.2	400	2.853	0.964	6.3	28.5	10	10.413	16.483	0.729	0.175	0.375
SK-12	444751.909	4145465.5	4.75	1.6	CL	19.2	20.2	400	1.952	0.964	6.3	73.2	5	4.512	10.414	0.499	0.117	0.365
SK-13	445045.157	4145642.2	4.75	1.5	CL	19.4	20.4	400	1.982	0.964	6.3	80.8	22	19.847	28.816	0.507	0.402	1.239
SK-14	446702.321	4145853.4	3.25	4.5	CL	17.4	18.4	400	0.650	0.975	6.3	72.3	17	14.936	22.923	0.168	0.256	2.377
SK-15	446530.788	4145912	1.75	1.5	CL	17.2	18.2	400	1.171	0.987	6.3	70.0	50	55.800	71.960	0.306	0.502	2.558
SK-16	446433.914	4145630	4.75	2.0	CL	18.8	19.8	400	1.809	0.964	6.3	59.2	6	5.364	11.437	0.463	0.126	0.425

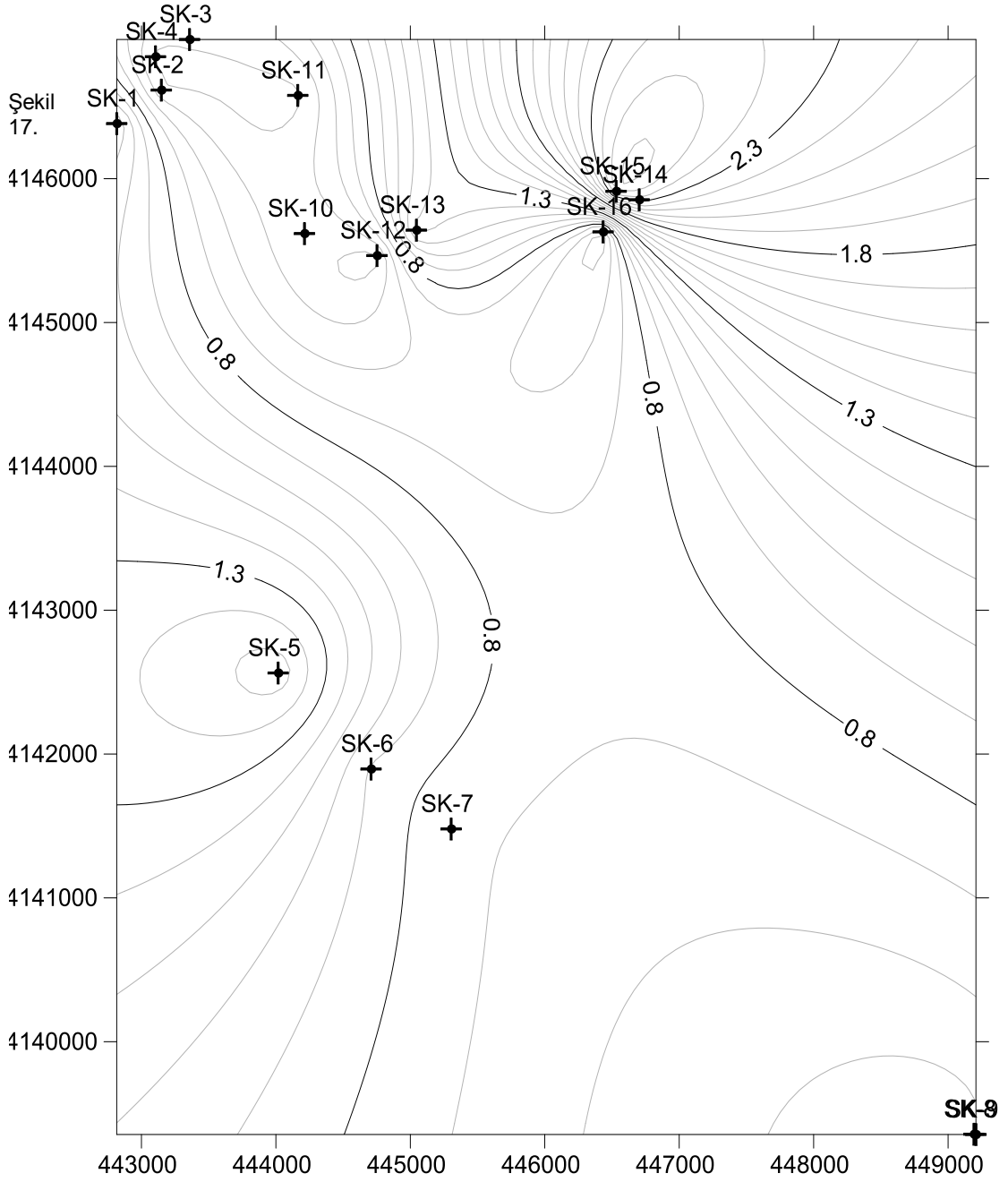
Tablo 6.3 Raporda Kullanılan Sondajlarda Belirlenen İnce Tane Oranı.

Sondaj Kuyusu	Derinlik (m)	İnce tane (%)
SK 1	3	61,6
SK2	10,5	65,3
SK3	9	61,8
SK4	7,5	64
SK5	7,5	68,7
SK6	6	57,7
SK7	9	62,8
SK8	4,5	35,3
SK9	6	79,68
SK10	4,5	42,5
SK11	4,5	28,5
SK12	9	75,1
SK13	4,5	80,8
SK 14	3	72,3
SK 15	1,5	70
SK16	6	66,6



Şekil 6.2: İnceleme sahasının SPT darbe değerleri haritası.

İnceleme alanında daha önce yapılmış olan sondajların SPT vuruş değerleri ile elde edilen SPT darbe haritası ile vuruş sayılarının düşük olduğu kuyuların sıvılaşmaya yatkın bölgelerde yoğunlaştığı görülmektedir.



Şekil 6.3: İnceleme sahası için hesaplanmış sıvılaşmaya karşı güvenlik katsayısı haritası.

İnceleme alanının kuzeydoğu ve güneybatı kesimleri için yapılan hesaplamalar ile elde edilen FS eş kontur haritasından, sahanın güneyine doğru gidildikçe zemin sıvılaşması potansiyelinin artış gösterdiği gözlemlenmektedir. Ancak kuzeybatı noktasındaki SK 4 nolu kuyuda güvenlik katsayısı 0.4 değerleri civarında hesaplanmıştır.

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Depremelerin görüldüğü bölgelerde, jeolojik açıdan genç ve gevşek alüvyal çökellerde, kumlu, siltli kumlu tane boyutundaki zeminlerin bulunduğu ve yeraltısuyu seviyesinin en fazla 10 m derinlikte olduğu ortamlar, zemin sıvılaşmasının görüldüğü ortamlardır. Bu çalışmada Denizli Acıpayam ilçesi kuzeydoğusunun zemin sıvılaşma potansiyeli değerlendirilmiştir.

İnceleme alanında yapılan 16 adet sondaj kuyusu verisi değerlendirilmiştir. Bu sondajlarda YAS seviyesinin 1 m'ye kadar sığlaştığı belirlenmiştir. İnceleme alanı içinde açılan sondaj kuyularından alınan numuneler üzerinde yapılan, elek analizi sonuçlarında değerlendirilmiştir. Birleştirilmiş zemin sınıflamasına göre zemin sınıfları CL (İnorganik killler, çakıllı killler, kumlu killler, siltli killler ve yağsız killler), SC (Killi kumlar, fena derecelenmiş kum-kil karışımları), olarak belirlenmiştir. Sondajdan alınan numunelerin özellikleri incelendiğinde çalışma alanındaki zeminler genel olarak ince taneli zeminlerden oluşmaktadır. Sondaj kuyularından alınan numunelerin plastisite derecesi değerlendirildiğinde zeminler az plastik ve plastik zeminler olarak sınıflandırılmıştır.

İnceleme alanı için SPT değerlerine bağlı olarak gerçekleştirilen sıvılaşma analizlerinde özellikle sahanın güneyine doğru zemin sıvılaşması potansiyelinin arttığı görülmüş ve harita olarak sunulmuştur.

Bu çalışmada incelenen sahada daha önce yapılmış sondaj verilerinin değerlendirilmesi yoluyla sıvılaşma analizleri gerçekleştirilmiş ve zeminlerin sıvılaşmaya karşı yatkın olduğu belirlenmiştir. Bu çalışma genel bir değerlendirme niteliğinde olup, yapılaşmaya yönelik parsel bazındaki etütlerde sıvılaşma olgusunun daha detaylı analiz edilmesi önerilir. Bu sayede meydana gelebilecek bir deprem etkisiyle meydana gelebilecek sıvılaşma riskinin alınacak önlemlerle önlenmesi mümkün olabilecektir.

Sıvılaşmaya karşı alınabilecek en etkin ve ekonomik çözüm sıvılaşma riski bulunan zeminler üzerinde yapılaşmanın önlenmesidir. Ancak çoğu zaman bu mümkün olmadığından sağlıklı yapılaşma için çeşitli iyileştirme yöntemlerinin uygulanması gerekmektedir. Yapıların derin temellerle desteklenerek sıvılaşma özelliğine sahip sığ zeminlerden daha aşağılarda bulunan duraylı zeminler üzerine

oturtulması yöntemi de başlangıç aşamasında uygun görülebilen bir önlemdir. Ancak bu durum görüldüğü kadar kolay bir çözüm olmamaktadır, zira depremlerin meydana getirdiği sıvılaşma ve yanal yük artışlarının yapıdan zemine iletilmesi gerekir. Derin temeller düşey yükleri kolay bir şekilde daha aşağılara iletebilirler ancak aynı durum yanal yükler için söz konusu olamaz. İşte bu yüzden sıvılaşma iyileştirme yöntemlerinin çoğu zemin özelliklerini ve özellikle de zeminin rölatif sıkılığını artırıcı etki yapmak üzere uygulanır. Bu yöntemler ana başlıklar altında şöyle özetlenebilir:

Zemin Islahı Yoluyla İyileştirme

Vibrokompaksiyon ile sıkıştırma.

Enjeksiyon yolu ile iyileştirme.

Drenaj yolu ile yeraltı su seviyesinin düşürülmesi.

Boşluk suyu basıncının azaltılması

Sıvılaşabilir zeminin kaldırılarak yerine sıkıştırılmış sıvılaşma özelliği olmayan zeminin yerleştirilmesi.

Taş kolon uygulaması ile iyileştirme (aşırı boşluk suyu basıncı oluşumunu önler).

Yapısal Tedbirler Yoluyla İyileştirme

Kazıklı temeller ile temelin sağlamlaştırılması

Radye temeller ile yapının sağlamlaştırılması

8. KAYNAKLAR

Aydan, Ö., Kumsar, H. ve Ulusay, R., GPS ölçümlerinden yararlanarak Batı Anadolu'nun Depremselliğine bir yaklaşım, Batı Anadolu'nun Depremselliği Sempozyumu. 279-289, İzmir, (2000).

Bishop, A.W., "The use of slip circle in the stability analysis of earth slopes", *Geotechnique*, 5 (1), 7 – 17, (1955).

Çelik S. B., Denizli İl Merkezi Zeminlerinin Jeolojik-Jeoteknik Açından İncelenmesi ve Sıvılaşma Duyarlılığının Belirlenmesi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü *Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı*, Yüksek Lisans Tezi, 147s, (2003).

Erdem Yer Bilimleri, Denizli Belediyesi Yerleşim alanı içindeki "Muhtemel Fayların" Jeolojik- paleosismolojik İnceleme Raporu, (2006).

Gökgöz, A., Pamukkale - Karahayıt - Gölemezli Hidrotermal Karstının Hidrojeolojisi, Doktora tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, *Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı*, 263 s., Isparta (yayınlanmamış), (1994).

Hançer, M., "Study of the Structural Evolution of the Babadağ-Honaz and Pamukkale Fault Zones and the Related Earthquake Risk Potential of the Buldan Region in SW Anatolia, East of the Mediterranean", *Journal of Earth Science*, 24(3), 397-409, (2013).

Ketin, i., Türkiye Jeolojisine Genel Bir Bakış, İTÜ Maden Fakültesi, (1983).

Koçyiğit, A., Güneybatı Türkiye'nin Depremselliği - Batı Anadolu'nun Depremselliği Sempozyumu s.30-38, İzmir, (2000).

Koçyiğit, A., "The Denizli graben-horst system and the eastern limit of western Anatolian continental extension: basin fill, structure, deformational mode, throw amount and episodic evolutionary history, SW Turkey". *Geodinamica Acta* 18/3-4, 167-208, (2005).

Köseoğlu S, Temeller Cilt: 1-2, Matbaa Teknisyenleri Yayınevi, Antalya, (1982).

Kumbasar, V., Kip F., Zemin Mekaniği Problemleri, Çağlayan Kitabevi, İstanbul, (1992).

MTA 1/25000 ölçekli Jeoloji Haritası Ankara.

MTA Yerbilimleri Harita görüntüleyici, (yerbilimleri.mta.gov.tr).

MTA 1/500 000 ölçekli jeoloji-tektonik haritası, (www.iris.edu).

Okay, A. İ., "Denizli'nin Güneyinde Menderes Masifi ve Likya Naplarının Jeolojisi", *MTA Dergisi* 109, 45-58, (1989).

Önalp A., İnşaat Mühendislerine Geoteknik Bilgisi Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, (1983).

Özaydın K., Zemin Mekaniği, İstanbul, (1989).

Özpınar Ö, Denizli-Acıpayam Batısı'nın Jeolojik, Petrografik Ve Petrokimyasal İncelenmesi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü *Jeoloji Müh. Anabilim Dalı*, Trabzon, (1987).

Özpınar, Y., Gökgöz, A., "Denizli ve yakın Dolayının Doğal Afetler Açısından İncelenmesi", *Denizli'de Sanayileşme ve Kentleşme Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 251-266, Denizli, (1999).

Şengör, A. M. C., Yılmaz Y., Türkiye'de Tetisin Evrimi; Levha Tektoniği Açısından Bir Yaklaşım, TJK Yerbilimleri Özel Dizisi, 75s. Ankara, (1983).

Ulusay, R., Pratik Jeoteknik Bilgiler, 244 sy, Ankara, (1989).

Ulusay, R., Uygulamalı Jeoteknik Bilgiler, Ankara, (1994).

Uzuner, B. Temel Zemin mekaniği, Ankara, (1992).

Uzuner, B., Temel İnşaatına Giriş, Teknik Yayınevi, Ankara (1995).





EKLER

9. EKLER: İncelenen Sondaj Logları

SK-1 SONDAJ LOGU														
Proje Adı / Project Name		: SIVILAŞMA ANALİZİ				Koordinat / Coordinate (Y)		:442816,126						
Sondaj Yeri / Bonng Location		: ACIPAYAM KUZEYDOĞUSU				Koordinat / Coordinate (X)		:4146383,087						
Sondaj Derinliği / Bonng Depth (m)		: 10.5 mt				Muh. Bor. Der / Casing Depth		:						
Sondaj Kotu / Elevation (m)		: SK 1				Baş. - Bitiş Tar. / Start-Finish Date		: 07. 07. 2016						
Yeraltısuyu Der. / Groundwat Depth		: 4,50 mt												
Derinlik	Numune Turu & No.	Numune Derinliği	START PENETRASYON DENEYİ Standard Penetration Test				JEOTEKNİK TANMLAMA Geotechnical Description	PROFİL	DAYANIMLILIK	AYRIŞMA	KIRIK	KAROT TCR %	ROD %	
			DARBE SAYISI											GRAFİK
			0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	30 cm								
0.50		0.50												
1		1												
1.5		1.5	4	5	5	10								
2		2												
2.5		2.5												
3		3	3	3	3	6								
3.5		3.5												
4		4												
4.5		4.5		U.D.										
5		5												
5.5		5.5												
6		6		U.D.										
6.5		6.5												
7		7												
7.5		7.5	5	5	5	10								
8		8												
8.5		8.5												
9		9	6	5	6	11								
9.5		9.5												
10		10												
10.5		10.5	6	6	7	13								
11		11												
11.5		11.5												
12		12												
12.5		12.5												
13		13												
13.5		13.5												
14		14												
14.5		14.5												
15		15												
HAVAM DURUMU / STIFFNESS (Inze tane)			SIKLIK / DENSITY (In taneli)				ORANLAR / PROPORTION		AÇIKLAMALAR / AXPLANATIONS					
N = 0 -2 Çok yumuşak N = 3 -4 Yumuşak N = 5 -5 Orta katı N = 9 - 15 Katı N = 18 - 32 Çok sert N = 32 Sert			N = 0-4 Çok gevşek N = 5-10 Gevşek N = 11 Orta sıkı N = 31 Sıkı N = 50 Çok sıkı				CO-10 Pek Az 10-20 Az 20-35 Sıfat 35-50 Vei		UD Örselenmemiş Örnek D Örselenmiş Örnek SPT Standart Pen Deneyi P Presiyometre K Karat Numunesi					
AYRIŞMA / Weathering			DAYANIMLILIK / Strength				KIRIKLAR / 30 cm Fractures		KAYA KALİTESİ TANIMI / ROD					
N TAZE N AZ AYRIŞMIŞ N ORTA D. AYRIŞ. N ÇOK AYRIŞMIŞ N TAMAMEN AYIR			I ÇOK ZAYIF II ZAYIF III ORTA ZAYIF IV ORTA DAYANI V DAYANIMLI				<1 SEYREK 2-2 ORTA 3-10 SIK 11-20 ÇOK SIK >20 PARÇALI		0-25 ÇOK KÖTÜ 25-50 KÖTÜ 50-75 ORTA 75-90 İYİ 90-100 ÇOK İYİ					
LOGU YAPAN			KONTROL				ONAY							

SK-2 SONDAJ LOGU

Proje Adı / Project Name : SIVILAŞMA ANALİZİ Koordinat / Coordinate (Y) : 443147,855
 Sondaj Yeri / Bonng Location : ACIPAYAM KUZEYDOĞUSU Koordinat / Coordinate (X) : 4146615,899
 Sondaj Derinliği / Bonng Depth (m) : 10,5 mt Muh. Bor. Der / Casing Depth :
 Sondaj Kotu / Elevation (m) : SK 2 Baş. - Bitiş Tar. / Start-Finish Date : 08. 07. 2016
 Yeraltısuyu Der. / Groundwat Depth : 1,70mt

Derinlik	Numune Turu & No.	Numune Derinliği	START PENETRASYON DENEYİ Standard Penetration Test				JEOTEKNİK TANMLAMA Geotechnical Description	PROFİL	DAYANIMLILIK	AYRIŞMA	KIRIK	KAROT TCR %	ROD %	
			DARBE SAYISI											GRAFİK
			0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	30 cm								
0.50		0.50					Kahverenkli bitkisel toprak							
1		1					Bejimsi gri renkli çakıllı kumlu kil							
1.5		1.5	11	12	9	21								
2		2					Sarımsı bej renkli çakıllı kumlu kil							
2.5		2.5												
3		3	3	2	2	4								
3.5		3.5												
4		4												
4.5		4.5	4	5	4	9								
5		5												
5.5		5.5												
6		6	5	7	7	14								
6.5		6.5												
7		7												
7.5		7.5	17	R	R	R	Bej renkli kumlu çakıl							
8		8												
8.5		8.5					Yeşilimsi bej renkli killi kum							
9		9	3	3	3	6								
9.5		9.5												
10		10					Kuyu Sonu							
10.5		10.5	6	7	7	13								
11		11												
11.5		11.5												
12		12												
12.5		12.5												
13		13												
13.5		13.5												
14		14												
14.5		14.5												
15		15												
HAVAM DURUMU / STIFFNESS (Inze tane)			SIKLIK / DENSITY (In taneli)				ORANLAR / PROPORTION		AÇIKLAMALAR / AXPLANATIONS					
N = 0 -2 Çok yumuşak N = 3 -4 Yumuşak N = 5 -5 Orta katı N = 9 - 15 Katı N = 18 - 32 Çok sert N = 32 Sert			N = 0-4 Çok gevşek N = 5-10 Gevşek N = 11 Orta sıkı N = 31 Sıkı N = 50 Çok sıkı				CO-10 Pek Az 10-20 Az 20-35 Sifat 35-50 Vei		UD Örselenmemiş Örnek D Örselenmiş Örnek SPT Standart Pen Deneyi P Presiyometre K Karot Numunesi					
AYRIŞMA / Weathering			DAYANIMLILIK / Strength				KIRIKLAR / 30 cm Fractures		KAYA KALİTESİ TANIMI / ROD					
N TAZE N AZ AYRIŞMIŞ N ORTA D. AYRIŞ. N ÇOK AYRIŞMIŞ N TAMAMEN AYIR N			I ÇOK ZAYIF II ZAYIF III ORTA ZAYIF IV ORTA DAYANI V DAYANIMLI				<1 SEYREK 2-2 ORTA 3-10 SIK 11-20 ÇOK SIK >20 PARÇALI		0-25 ÇOK KÖTÜ 25-50 KÖTÜ 50-75 ORTA 75-90 İYİ 90-100 ÇOK İYİ					
LOGU YAPAN			KONTROL				ONAY							

SK-3 SONDAJ LOGU

Proje Adı / Project Name : SIVILAŞMA ANALİZİ Koordinat / Coordinate (Y) : 443357,923
 Sondaj Yeri / Boring Location : ACIPAYAM KUZEYDOĞUSU Koordinat / Coordinate (X) : 4146967,663
 Sondaj Derinliği / Boring Depth (m) : 15 mt Muh. Bor. Der / Casing Depth :
 Sondaj Kotu / Elevation (m) : SK 3 Baş. - Bitiş Tar. / Start-Finish Date : 08. 07. 2016
 Yeraltısuyu Der. / Groundwat Depth : 1,70mt

Derinlik	Numune Turu & No.	Numune Derinliği	START PENETRASYON DENEYİ Standard Penetration Test						JEOTEKNİK TANMLAMA Geotechnical Description	PROFİL	DAYANIMLILIK	AYRIŞMA	KIRIK	KAROT TCR %	ROD %
			DARBE SAYISI				GRAFİK								
			0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	30 cm	10	20							
0.50		0.50							Kahverenkli bitkisel toprak						
1		1							Bejimsi gri renkli çakıllı kumlu kil						
1.5		1.5	5	4	4	8									
2		2													
2.5		2.5													
3		3	4	10	R	R			Gri renkli ince çakıllı kumlu kil						
3.5		3.5													
4		4													
4.5		4.5	4	5	4	9			Bejimsi açık kahverenkli ince çakıllı kumlu kil						
5		5													
5.5		5.5													
6		6	5	7	6	13									
6.5		6.5													
7		7							Bej renkli ince çakıllı kumlu kil						
7.5		7.5	3	5	3	8									
8		8													
8.5		8.5													
9		9	4	5	8	13			Koyu gri renkli ince çakıllı killi kum						
9.5		9.5													
10		10													
10.5		10.5	7	8	10	18									
11		11													
11.5		11.5							Koyu gri renkli kumlu kil						
12		12	21	R	R	R									
12.5		12.5													
13		13													
13.5		13.5	23	R	R	R			Sıkı yapılı pekleşmiş zemin						
14		14													
14.5		14.5													
15		15	R	R	R	R			Kuyu Sonu						
HAVAM DURUMU / STIFFNESS (Inze tane)			SIKLIK / DENSITY (In taneli)				ORANLAR / PROPORTION			AÇIKLAMALAR / AXPLANATIONS					
N = 0 -2 Çok yumuşak N = 3 -4 Yumuşak N = 5 -5 Orta katı N = 9 - 15 Katı N = 18 - 32 Çok sert N = 32 Sert			N = 0-4 Çok gevşek N = 5-10 Gevşek N = 11 Orta sıkı N = 31 Sıkı N = 50 Çok sıkı				CO-10 Pek Az 10-20 Az 20-35 Sıfat 35-50 Vei			UD Örselenmemiş Örnek D Örselenmiş Örnek SPT Standart Pen Denevi P Presiyometre K Karat Numunesi					
AYRIŞMA / Weathering			DAYANIMLILIK / Strength				KIRIKLAR / 30 cm Fractures			KAYA KALİTESİ TANIMI / ROD					
N TAZE N AZ AYRIŞMIŞ N ORTA D. AYRIŞ. N ÇOK AYRIŞMIŞ N TAMAMEN AYIR N			I ÇOK ZAYIF II ZAYIF III ORTA ZAYIF IV ORTA DAYANI V DAYANIMLI				<1 SEYREK 2-2 ORTA 3-10 SIK 11-20 ÇOK SIK >20 PARÇALI			0-25 ÇOK KÖTÜ 25-50 KÖTÜ 50-75 ORTA 75-90 İYİ 90-100 ÇOK İYİ					
LOGU YAPAN			KONTROL				ONAY								

SK-4 SONDAJ LOGU

Proje Adı / Project Name : SIVILAŞMA ANALİZİ Koordinat / Coordinate (Y) :443104,473
 Sondaj Yeri / Bonng Location : ACIPAYAM KUZEYDOĞUSU Koordinat / Coordinate (X) :4146847,699
 Sondaj Derinliği / Bonng Depth (m) : 12 mt Muh. Bor. Der / Casing Depth :
 Sondaj Kotu / Elevation (m) : SK 4 Baş. - Bitiş Tar. / Start-Finish Date : 08. 07. 2016
 Yeraltısuyu Der. / Groundwat Depth : 1,70mt

Derinlik	Numune Turu & No.	Numune Derinliği	START PENETRASYON DENEYİ Standard Penetration Test				JEOTEKNİK TANMLAMA Geotechnical Description	PROFİL	DAYANIMLILIK	AYRIŞMA	KIRIK	KAROT TCR %	ROD %	
			DARBE SAYISI											GRAFIK
			0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	30 cm								
0.50		0.50					Kahverenkli bitkisel toprak							
1		1												
1.5		1.5	8	10	10	20								
2		2												
2.5		2.5												
3		3	7	8	8	16	Bej renkli ince çakıllı kumlu kil							
3.5		3.5												
4		4												
4.5		4.5	2	3	2	5	Bej renkli kumlu kil							
5		5												
5.5		5.5												
6		6	4	5	4	9								
6.5		6.5												
7		7												
7.5		7.5	3	4	6	10								
8		8												
8.5		8.5												
9		9	7	6	7	13								
9.5		9.5												
10		10												
10.5		10.5	8	8	10	18	Koyu gri renkli killi kum							
11		11												
11.5		11.5					Sıkı yapılı pekleşmiş zemin							
12		12	27	R	R	R								
12.5		12.5												
13		13					Kuyu Sonu							
13.5		13.5												
14		14												
14.5		14.5												
15		15												
HAVAM DURUMU / STIFFNESS (Inze tane)			SIKLIK / DENSITY (In taneli)				ORANLAR / PROPORTION		AÇIKLAMALAR / AXPLANATIONS					
N = 0-2 Çok yumuşak N = 3-4 Yumuşak N = 5-5 Orta katı N = 9 - 15 Katı N = 18 - 32 Çok sert N = 32 Sert			N = 0-4 Çok gevşek N = 5-10 Gevşek N = 11 Orta sıkı N = 31 Sıkı N = 50 Çok sıkı				CO-10 Pek Az 10-20 Az 20-35 Sıfat 35-50 Vei		UD Örselenmemiş Örnek D Örselenmiş Örnek SPT Standart Pen Deneyi P Presiyometre K Karat Numunesi					
AYRIŞMA / Weathering			DAYANIMLILIK / Strength				KIRIKLAR / 30 cm Fractures		KAYA KALİTESİ TANIMI / ROD					
N TAZE N AZ AYRIŞMIŞ N ORTA D. AYRIŞ. N ÇOK AYRIŞMIŞ N TAMAMEN AYIR N			I ÇOK ZAYIF II ZAYIF III ORTA ZAYIF IV ORTA DAYANI V DAYANIMLI				<1 SEYREK 2-2 ORTA 3-10 SIK 11-20 ÇOK SIK ≥20 PARÇALI		0-25 ÇOK KÖTÜ 25-50 KÖTÜ 50-75 ORTA 75-90 İYİ 90-100 ÇOK İYİ					
LOGU YAPAN			KONTROL				ONAY							

SK-5 SONDAJ LOGU

Proje Adı / Project Name : SIVILAŞMA ANALİZİ Koordinat / Coordinate (Y) : 444016,977
 Sondaj Yeri / Bonng Location : ACIPAYAM KUZEYDOĞUSU Koordinat / Coordinate (X) : 4142563,358
 Sondaj Derinliği / Bonng Depth (m) : 10,5 mt Muh. Bor. Der / Casing Depth :
 Sondaj Kotu / Elevation (m) : SK 5 Baş. - Bitiş Tar. / Start-Finish Date : 09. 07. 2016
 Yeraltısuyu Der. / Groundwat Depth : 7,00m

Derinlik	Numune Turu & No.	Numune Derinliği	START PENETRASYON DENEYİ Standard Penetration Test				JEOTEKNİK TANMLAMA Geotechnical Description	PROFİL	DAYANIMLILIK	AYRIŞMA	KIRIK	KAROT TCR %	ROD %	
			DARBE SAYISI											GRAFIK
			0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	30 cm								
0.50		0.50					Kahverenkli bitkisel toprak							
1		1					Yeşilimsi kahverenkli kumlu kil.							
1.5		1.5	2	3	4	7	Yeşilimsi kahverenkli ince çakıllı kumlu kil.							
2		2												
2.5		2.5												
3		3	5	7	5	12								
3.5		3.5												
4		4												
4.5		4.5	7	8	8	16								
5		5												
5.5		5.5												
6		6	5	8	9	17								
6.5		6.5												
7		7												
7.5		7.5	10	11	13	24	Yeşilimsi kahverenkli pekleşmiş kumlu kil.							
8		8					kumlu çakıl (ara pekleşmiş seviye).							
8.5		8.5												
9		9	18	R	R	R								
9.5		9.5												
10		10					Kuyu Sonu							
10.5		10.5	R	R	R	R								
11		11												
11.5		11.5												
12		12												
12.5		12.5												
13		13												
13.5		13.5												
14		14												
14.5		14.5												
15		15												
HAVAM DURUMU / STIFFNESS (Inze tane)			SIKLIK / DENSITY (In taneli)				ORANLAR / PROPORTION		AÇIKLAMALAR / AXPLANATIONS					
N = 0 -2 Çok yumuşak N = 3 -4 Yumuşak N = 5 -5 Orta katı N = 9 - 15 Katı N = 18 - 32 Çok sert N = 32 Sert			N = 0-4 Çok gevşek N = 5-10 Gevşek N = 11 Orta sıkı N = 31 Sıkı N = 50 Çok sıkı				CO-10 Pek Az 10-20 Az 20-35 Sıfat 35-50 Veı		UD Örselenmemiş Örnek D Örselenmiş Örnek SPT Standart Pen Deneıi P Presiyometre K Karat Numunesi					
AYRIŞMA / Weathering			DAYANIMLILIK / Strength				KIRIKLAR / 30 cm Fractures		KAYA KALİTESİ TANIMI / ROD					
N TAZE N AZ AYRIŞMIŞ N ORTA D. AYRIŞ. N ÇOK AYRIŞMIŞ N TAMAMEN AYIR N			I ÇOK ZAYIF II ZAYIF III ORTA ZAYIF IV ORTA DAYANI V DAYANIMLI				1 SEYREK 2-2 ORTA 3-10 SIK 11-20 ÇOK SIK >20 PARÇALI		0-25 ÇOK KÖTÜ 25-50 KÖTÜ 50-75 ORTA 75-90 İYİ 90-100 ÇOK İYİ					
LOGU YAPAN			KONTROL				ONAY							

SK-6 SONDAJ LOGU

Proje Adı / Project Name : SIVILAŞMA ANALİZİ Koordinat / Coordinate (Y) :444707,758
 Sondaj Yeri / Bonng Location : ACIPAYAM KUZEYDOĞUSU Koordinat / Coordinate (X) :4141895,657
 Sondaj Derinliği / Bonng Depth (m) : 10,5 mt Muh. Bor. Der / Casing Depth :
 Sondaj Kotu / Elevation (m) : SK 6 Baş. - Bitiş Tar. / Start-Finish Date ; 09. 07. 2016
 Yeraltısuyu Der. / Groundwat Depth : 5,00m

Derinlik	Numune Turu & No.	Numune Derinliği	START PENETRASYON DENEYİ Standard Penetration Test				JEOTEKNİK TANMLAMA Geotechnical Description	PROFİL	DAYANIMLILIK	AYRIŞMA	KIRIK	KAROT TCR %	ROD %	
			DARBE SAYISI											GRAFİK
			0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	30 cm								
0.50		0.50					Kahverenkli bitkisel toprak							
1		1					Kahverenkli killi kum.							
1.5		1.5	7	9	9	18								
2		2					Kahverenkli ince çakıllı killi kum.							
2.5		2.5												
3		3	8	11	14	25								
3.5		3.5												
4		4					Yeşilimsi açık kahverenkli ince çakıllı kumlu kil.							
4.5		4.5	4	6	6	12								
5		5												
5.5		5.5												
6		6	5	7	6	13	Kahverenkli ince çakıllı kumlu kil.							
6.5		6.5												
7		7					Kahverenkli ince çakıllı kumlu kil.							
7.5		7.5	8	8	13	21								
8		8												
8.5		8.5												
9		9	11	14	17	31	pekleşmiş kumlu kil.							
9.5		9.5												
10		10					Kuyu Sonu							
10.5		10.5	20	R	R	R								
11		11												
11.5		11.5												
12		12												
12.5		12.5												
13		13												
13.5		13.5												
14		14												
14.5		14.5												
15		15												
HAVAM DURUMU / STIFFNESS (Inze tane)			SIKLIK / DENSITY (In taneli)			ORANLAR / PROPORTION		AÇIKLAMALAR / AXPLANATIONS						
N = 0-2 Çok yumuşak N = 3-4 Yumuşak N = 5-5 Orta katı N = 9-15 Katı N = 18-32 Çok sert N = 32 Sert			N = 0-4 Çok gevşek N = 5-10 Gevşek N = 11 Orta sıkı N = 31 Sıkı N = 50 Çok sıkı			CO-10 Pek Az 10-20 Az 20-35 Sıfat 35-50 Veri		UD Örselenmemiş Örnek D Örselenmiş Örnek SPT Standart Pen Deneği P Presiyometre K Karat Numunesi						
AYRIŞMA / Weathering			DAYANIMLILIK / Strength			KIRIKLAR / 30 cm Fractures		KAYA KALİTESİ TANIMI / ROD						
N TAZE N AZ AYRIŞMIŞ N ORTA D. AYRIŞ. N ÇOK AYRIŞMIŞ N TAMAMEN AYIR N			I ÇOK ZAYIF II ZAYIF III ORTA ZAYIF IV ORTA DAYANI V DAYANIMLI			<1 SEYREK 2-2 ORTA 3-10 SIK 11-20 ÇOK SIK >20 PARÇALI		0-25 ÇOK KÖTÜ 25-50 KÖTÜ 50-75 ORTA 75-90 İYİ 90-100 ÇOK İYİ						
LOGU YAPAN			KONTROL			ONAY								

SK-7 SONDAJ LOGU

Proje Adı / Project Name : SIVILAŞMA ANALİZİ Koordinat / Coordinate (Y) : 445303,726
 Sondaj Yeri / Boring Location : ACIPAYAM KUZEYDOĞUSU Koordinat / Coordinate (X) : 4141478,972
 Sondaj Derinliği / Boring Depth (m) : 11 mt Muh. Bor. Der / Casing Depth :
 Sondaj Kotu / Elevation (m) : SK 7 Baş. - Bitiş Tar. / Start-Finish Date : 09. 07. 2016
 Yeraltısuyu Der. / Groundwat Depth : 5,00m

Derinlik Derinlik	Numune Turu & No.	Numune Derinliği	START PENETRASYON DENEYİ Standard Penetration Test				JEOOTEKNİK TANMLAMA Geotechnical Description	PROFİL	DAYANIMLILIK	AYRIŞMA	KIRIK	KAROT TCR %	ROD %	
			DARBE SAYISI											GRAFİK
			0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	30 cm								
0.50		0.50					Kahverenkli bitkisel toprak							
1	1					Kahverenkli ince çakıllı kumlu kil.								
1.5	1.5	3	3	4	7									
2	2													
2.5	2.5													
3	3	4	3	4	7									
3.5	3.5													
4	4													
4.5	4.5	5	6	5	11									
5	5													
5.5	5.5													
6	6	6	7	7	14									
6.5	6.5													
7	7													
7.5	7.5	R	R	R	R	kumlu killi çakıl								
8	8													
8.5	8.5													
9	9	7	8	8	16	Yeşilimsi gri-sarımsı renkli çakıllı kumlu kil.								
9.5	9.5													
10	10													
10.5	10.5	10	9	12	21									
11	11													
11.5	11.5													
12	12													
12.5	12.5													
13	13													
13.5	13.5													
14	14													
14.5	14.5													
15	15													
						Kuyu Sonu								
HAVAM DURUMU / STIFFNESS (Inze tane)			SIKLIK / DENSITY (In taneli)			ORANLAR / PROPORTION	AÇIKLAMALAR / AXPLANATIONS							
N = 0-2	Çok yumuşak		N = 0-4	Çok gevşek		CO-10 Pek Az 10-20 Az 20-35 Sıfat 35-50 Veı	UD Örselenmemiş Örnek D Örselenmiş Örnek SPT Standart Pen Deneıı P Presiyometre K Karat Numunesi							
N = 3-4	Yumuşak		N = 5-10	Gevşek										
N = 5-5	Orta katı		N = 11	Orta sıkı										
N = 9-15	Kati		N = 31	Sıkı										
N = 18-32	Çok sert		N = 50	Çok sıkı										
N = 32	Sert													
AYRIŞMA / Weathering			DAYANIMLILIK / Strength			KIRIKLAR / 30 cm Fractures	KAYA KALİTESİ TANIMI / ROD							
N	TAZE		I	ÇOK ZAYIF		<1	0-25 ÇOK KÖTÜ							
N	AZ AYRIŞMIŞ		II	ZAYIF		2-2	25-50 KÖTÜ							
N	ORTA D. AYRIŞ.		III	ORTA ZAYIF		3-10	50-75 ORTA							
N	ÇOK AYRIŞMIŞ		IV	ORTA DAYANI		11-20	75-90 İYİ							
N	TAMAMEN AYIR		V	DAYANIMLI		>20	90-100 ÇOK İYİ							
LOGU YAPAN			KONTROL			ONAY								

