



ÇANAKKALE

Pafta No	Ada No	Parsel No
ÇANAKKALE H16-C-14-A-3-B, H16-C-14-A-3-C, H16-C-14-B-4-A, H16-C-14-B-4-D	4 Ada	1,2,3,4
	121 Ada	8,9,10,11,14,16,18,19,22,23,24, 30,33,36,37,38,39,40,41,42,43,4 4,45,46,47,48,59,61,62,63,64,65, 66,67,68,69,70,72,73,74,75,76,7 8,80,82,84
	246 Ada	2
	529 Ada	9,10,12,13,15,16,17,18,20,21,22, 32,47,51,53,59,60,61,62,63,64, 65,100,122,124,126,129,131,133

ÇANAKKALE BELEDİYESİ

ÇANAKKALE HAVAALANI ARKASI

İMAR PLANINA ESAS

JEOLJİK-JEOTEKNİK ETÜT RAPORU

EKİM 2017

İÇİNDEKİLER

1. Amaç ve Kapsam	8
2. İnceleme Alanının Tanıtılması ve Çalışma Yöntemleri	9
2.1. Mekansal Bilgiler – Coğrafi Konum	9
2.2. İklim ve Bitki Örtüsü	11
2.3. Sosyo-Ekonomik Bilgiler	12
2.4. Arazi, Laboratuar, Büro Çalışma Yöntemleri ve Ekipmanları	13
3. İnceleme Alanının Mevcut Plan, Yapılaşma Durumu ve Diğer Çalışmalar	14
3.1. Tüm Ölçeklerde Mevcut Plan Durumu ve Mevcut Yapılaşma.....	14
3.2. Mevcut Plana Esas Yerbilimsel Etütler, Sakıncalı Alanlar-Afete Maruz Bölgeler	15
3.3. Taşkın Sahaları, Sit Alanları, Koruma Bölgeleri	15
3.4. Değişik Amaçlı Etütler ve Verileri.....	15
4. Jeomorfoloji.....	16
5. Jeoloji.....	18
5.1. Genel Jeoloji	18
5.1.1. Stratigrafi.....	18
5.1.2. Yapısal Jeoloji.....	23
5.2. İnceleme Alanının Jeolojisi	24
6. Jeoteknik Amaçlı Sondaj Çalışmaları ve Arazi Deneyleri	25
6.1. Sondajlar	25
6.2. Arazi Deneyleri (SPT Deneyleri	27
6.2.1. Gevşek Kum (A)	29
6.2.2. Orta Sıkı Kum (B).....	29
6.2.3. Sıkı Kum (C).....	30
6.2.4. Orta Katı Kil (D)	31
6.2.5. Katı Kil (E)	31

6.2.6.	Sert Kil (F)	32
7.	Jeoteknik Amaçlı Laboratuvar Deneyleri	35
7.1.	Zemin indeks – Fiziksel Özelliklerinin belirlenmesi	35
7.2.	Zemin Mekanik Özelliklerinin belirlenmesi	35
8.	Jeofizik Çalışmalar	36
8.1.	Sismik Dalga Hızı Ölçümleri.....	36
9.	Zemin ve Kaya Türlerinin Jeoteknik Özellikleri	43
9.1.	Zemin ve Kaya Türlerinin Sınıflandırılması	43
9.2.	Mühendislik Zonları ve Zemin Profilleri	44
9.2.1.	Gevşek Kum (A)	45
9.2.2.	Orta Sıkı Kum (B)	45
9.2.3.	Sıkı Kum (C).....	46
9.2.4.	Orta Katı Kil (D)	47
9.2.5.	Katı Kil (E)	48
9.2.6.	Çok Sert Kil (F)	49
9.3.	Zemin Dinamik-Elastik Parametreleri	53
9.3.1.	Jeofizik Ölçüm Verilerine Göre Birimlerin Dinamik-Elastik Parametreleri.....	53
9.3.2.	Sondaj Verilerine Göre Birimlerin Dinamik-Elastik Parametreleri.....	58
9.4.	Şişme-Oturma ve Taşıma Gücü Analizleri ve Değerlendirme	60
9.4.1.	Taşıma Gücü	60
9.4.2.	Oturmalar	61
9.4.3.	Şişme	63
10.	Hidrojeolojik Özellikler	65
10.1.	Yeraltı Suyu Durumu	65
10.2.	Yüzey Suları.....	65
10.3.	İçme ve Kullanma Suları	65

11. Doğal Afet Tehlikelerinin Değerlendirilmesi	66
11.1. Deprem Durumu	66
11.1.1. Bölgenin Deprem Tehlikesi ve Risk Analizi	66
11.1.2. Aktif Tektonik	69
11.1.3. Sıvılaşma	74
11.1.4. Zemin büyütmesi ve hakim periyodun belirlenmesi	77
11.2. Kütle Hareketleri (Şev Duraysızlığı)	78
11.3. Diğer Doğal Afet Tehlikeleri ve Mühendislik Problemlerinin Değerlendirilmesi	78
12. İnceleme Alanının Yerleşime Uygunluk Değerlendirmesi	79
12.1. Önlem Alınabilecek nitelikte şişme ve Oturma Açısından Önlemler Alanlar (Ö.A-5.1)	79
13. Sonuçlar ve Öneriler	81

ŞEKİLLER

Şekil. 1: İnceleme alanının yeri	8
Şekil. 2: İnceleme alanının yer bulduru haritası ve genel görünümü	9
Şekil. 3: İnceleme Alanı pafta anahtarı ve köşe noktaları	11
Şekil. 4: 1/100.000 ölçekli çevre düzeni planı	14
Şekil. 5: İnceleme alanının morfolojik ortamdaki yeri	16
Şekil. 6: İnceleme Alanı Eğim Haritası	17
Şekil. 7: Bölgesel Jeoloji Haritası (1/100.000 MTA)	19
Şekil. 8: İnceleme Alanı Enine Jeoloji Kesiti	19
Şekil. 9: Çanakkale ili genelleştirilmiş stratigrafik dikme kesiti (Çanakkale İl Çevre Durum raporu)	22
Şekil. 10: İnceleme Alanı Diri Fay Haritası	23
Şekil. 11: Sondaj çalışma yerleri	26
Şekil. 12: Düzeltilmiş SPT –Derinlik grafiği	33
Şekil. 13: Jeofizik Ölçüm Yerleri	37

Şekil. 14: D tabakası plastisite kartı	47
Şekil. 15: E tabakası plastisite kartı	49
Şekil. 16: F tabakası plastisite kartı	50
Şekil. 17: İnceleme alanı zemin kesitleri	52
Şekil. 18: AİGM Deprem Araştırma ADairesi Türkiye ve Çanakkale ili deprem haritası	66
Şekil. 19: İnceleme alanının 100 km yarıçapı çevresinde ve 117 yıllık süre kapsamında büyüklüğü 4 ve 4'ten büyük olan depremlerin kandilli deprem kayıtları	67
Şekil. 20: Bölge için diri fay ve olası diri fay haritası (TPAO)	69
Şekil. 21: Türkiye ve yakın çevresindeki aktif faylar ve levhalar	71
<u>ÇİZELGELER</u>	
Çizelge. 1: İnceleme Alanının kapsadığı ada ve parseller	8
Çizelge. 2: İnceleme alanı köşe koordinatları	10
Çizelge. 3: Sondaj bilgileri	25
Çizelge. 4: Kaba daneli zeminler için SPT değerine göre sınıflama (Clayton, 1993)	34
Çizelge. 5: Kohezif zeminler için SPT N değerine göre sınıflama (Peck, 1974)	35
Çizelge. 6: SPT test derinlikleri, düzeltilmemiş ve düzeltilmiş SPT değerleri	35
Çizelge. 7: Laboratuar deney sonuç özetleri	35
Çizelge. 8: Laboratuar deney sonuç özetleri	40
Çizelge. 9: Sismik ölçü hatlarına ait koordinatları	41
Çizelge. 10: Sismik hızlar ve dinamik elastik parametreler	41
Çizelge. 11: Deprem bölgelerinde yapılacak yapılar hakkında yönetmelik parametreleri	41
Çizelge. 12: Eurocode 8'de V_{s30} 'a göre zemin sınıfları	41
Çizelge. 13: Spektral büyütmelere göre mikrobölgeleme ölçütleri Ansal ve diğ., (2001)	41
Çizelge. 14: Zemin grupları ve yerel zemin sınıfları	43
Çizelge. 15: zeminlerin Sıkışabilirliği (Sovvers, 1979)	43
Çizelge. 16: Plastisite Derecesinin Plastisite İndisine Göre Belirlenmesi (Leonars, 1962) ...	43
Çizelge. 17: Zeminlerin Kıvamlılık İndisine Göre Sınıflandırılması	44
Çizelge. 18: İnceleme Alanındaki birimlerin Sıkışabilirlik, Kıvam ve Plastisite Derecelerine Göre Sınıflandırılması	44

Çizelge. 19: Poisson Oranına Göre Zemin Durumu (A. ERCAN, 2001)	54
Çizelge. 20: Kesme Modülüne Göre Zemin Özelliği Tanımlaması (Bowles, 1988)	54
Çizelge. 21: Elastisite Modülüne Göre Zemin Özelliği Tanımlaması (Bowles, 1988)	55
Çizelge. 22: Bulk Modülüne Göre Zemin Özelliği Tanımlaması (ASTM, 1978)	55
Çizelge. 23: İnceleme Alanın Sismik Dalga Hızı Yöntemiyle Hesaplanan Dinamik-Elastik Parametreleri	56
Çizelge. 24: İnceleme Alanının Sondaj verilerine Göre Dinamik-Elastik PArametreleri	56
Çizelge. 25: Yapı Temellerinde İzin Verilen Maksimum Oturma Miktarı (yapıların Projelendirilmesinde Mühendislik Jeolojisi Dr. Erdal Şekercioğlu)	63
Çizelge. 26: İnceleme Alanında hesaplanan oturma miktarı	63
Çizelge. 27: İnceleme Alanında Şişme Potansiyeli Hesap Veri Tablosu	64
Çizelge. 28: İndeks Özelliklerine Göre Zeminlerin Şişme Yüzdesi ve Derecesi (Holtz ve Gibbs, 1956)	64
Çizelge. 29: İnceleme alanının 100 km yarıçapı çevresinde ve 114 Yıllık süre kapsamında Kandilli Deprem Kayıtları.....	67
Çizelge. 30: Değişik yapı ömürleri için değişik magnitüdlü depremlerin olma riski.....	68
Çizelge. 31: Sıvılaşma riski analizi (SK-1 sondajı için)	75
Çizelge. 32: Sıvılaşma riski analizi (SK-2 sondajı için)	75
Çizelge. 33: Sıvılaşma riski analizi (SK-3 sondajı için)	75
Çizelge. 34: Sıvılaşma riski analizi (SK-4 sondajı için)	76
Çizelge. 35: Sıvılaşma riski analizi (SK-5 sondajı için)	76
Çizelge. 36: Sıvılaşma riski analizi (SK-6 sondajı için)	76
Çizelge. 37: Sıvılaşma riski analizi (SK-7 sondajı için)	77

FOTOĞRAFLAR

Fotoğraf. 1: Sondaj çalışmaları.....	27
Fotoğraf. 2: Gevşek kum tabakasından alınmış SPT örnekleri	29
Fotoğraf. 3: Orta sıkı kum tabakasından alınmış SPT örnekleri	30
Fotoğraf. 4: Sıkı kum tabakasından alınmış SPT örnekleri	30
Fotoğraf. 5: Orta katı kil tabakasından alınmış SPT örnekleri	31

Fotoğraf. 6: Katı kil tabakasından alınmış SPT örnekleri	32
Fotoğraf. 7: Sert kil tabakasından alınmış SPT örnekleri	33
Fotoğraf. 8: Sismik ölçü ekipmanı ve saha uygulaması	38

EKLER

EK. I: EĞİM, YERLEŞİME UYGUNLUK, LOKASYON VE JEOLojİ, HARİTASI (Ölçek: 1/1000-1/5000)	84
EK. II: SONDAJ LOGLARI	85
EK.III: LABORATUAR DENEY SONUÇLARI	86
EK.IV: JEOFİZİK ÖLÇÜM SONUÇLARI	87
EK. V: İNCELEME ALANININ 100 KM YARIÇAPI ÇEVRESİNDE VE 117 YILLIK SÜRE KAPSAMINDA KANDİLLİ DEPREM KAYITLARI	88
EK. VI: İNCELEME ALANI İLE İLGİLİ AFET GÖRÜŞÜ	89

1. AMAÇ VE KAPSAM

Bu rapor, Çanakkale İli, Merkez İlçesi, Barbaros Mahallesi'nde bulunan 1/1000 ölçekli H16-C-14-A-3-B, H16-C-14-A-3-C, H16-C-14-B-4-A ve H16-C-14-B-4-D nolu hali hazır harita paftaları içerisinde sınırları belirtilen 187.410 m²'lik alanın imar planlamasına altlık oluşturması ve yerleşime uygunluk değerlendirmesinde gerekli olan zemin parametrelerinin üretilmesi için yapılan sondaj ve jeofizik ölçüm çalışmaları sonucu 1/1000 ölçekli imar planına esas jeolojik ve jeoteknik etüt raporu olarak hazırlanmıştır.



ŞEKİL. 1: İNCELEME ALANININ YERİ

ÇİZELGE. 1: İNCELEME ALANININ KAPSADIĞI ADA VE PARSELLER

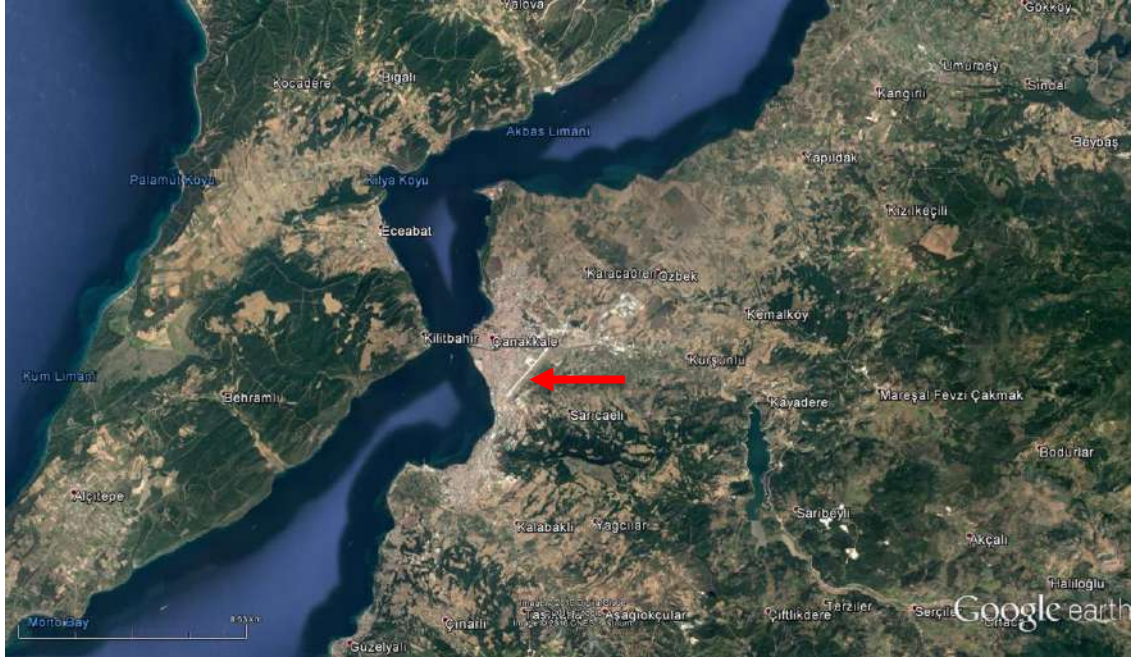
Pafta No	Ada No	Parsel No
ÇANAKKALE H16-C-14-A-3-B, H16-C-14-A-3-C, H16-C-14-B-4-A, H16-C-14-B-4-D	4 Ada	1,2,3,4
	121 Ada	8,9,10,11,14,16,18,19,22,23,24, 30,33,36,37,38,39,40,41,42,43,4 4,45,46,47,48,59,61,62,63,64,65, 66,67,68,69,70,72,73,74,75,76,7 8,80,82,84
	246 Ada	2
	529 Ada	9,10,12,13,15,16,17,18,20,21,22, 32,47,51,53,59,60,61,62,63,64, 65,100,122,124,126,129,131,133

İnceleme alanının konut, ticaret, ilköğretim tesis ve park alanı olarak planlanması düşünülmektedir.

2. İNCELEME ALANININ TANITILMASI VE ÇALIŞMA YÖNTEMLERİ

2.1 MEKANSAL BİLGİLER – COĞRAFİ KONUM

İnceleme alanı, Çanakkale İli, Merkez İlçesi, Barbaros Mahallesi sınırları içerisinde, mevcut havaalanının güneyini kapsayan sahadır (Şekil. 2).

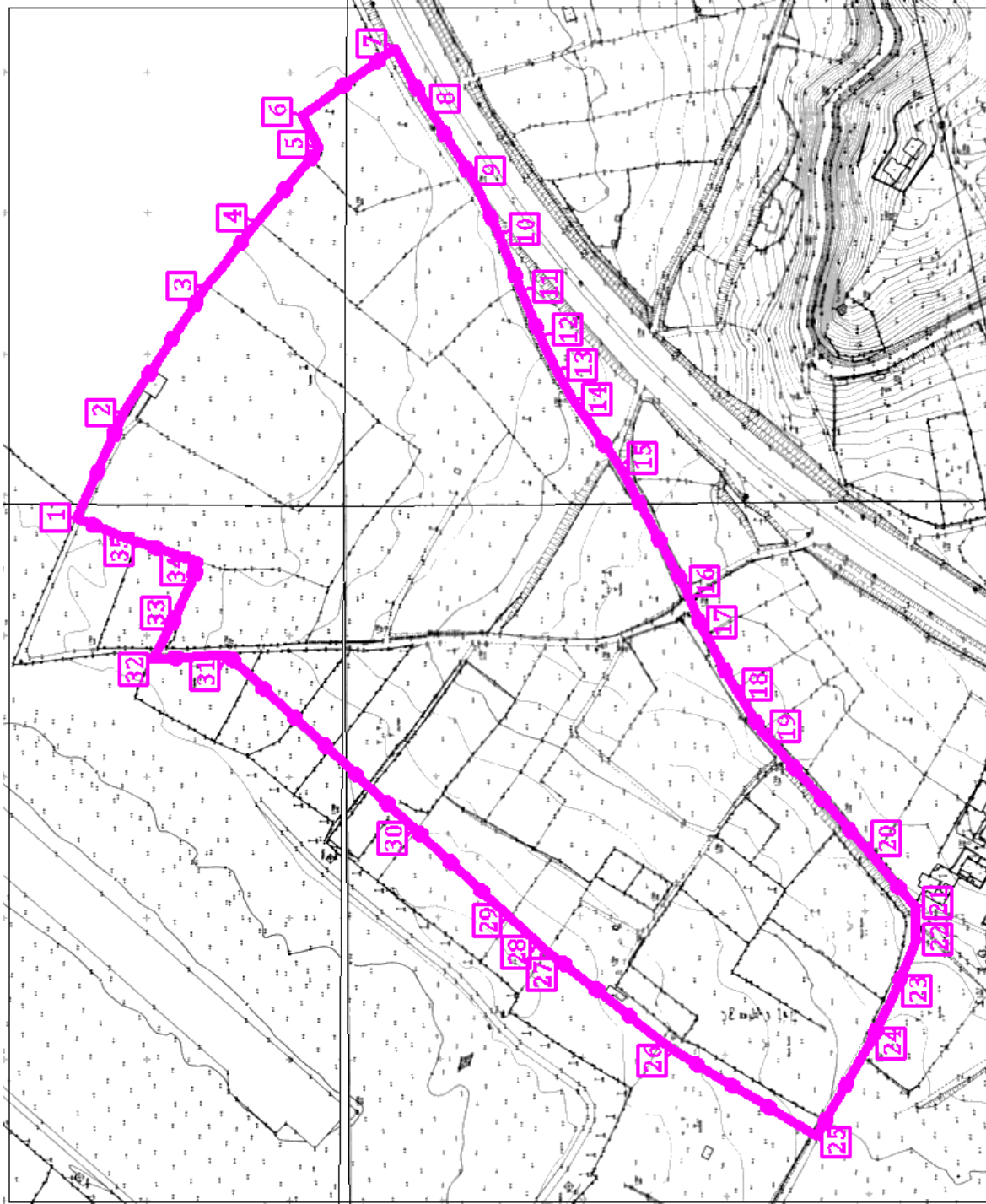


ŞEKİL. 2: İNCELEME ALANININ YER BULDURU HARİTASI VE GENEL GÖRÜNÜMÜ

Saha, 1/1000 ölçekli, ÇANAKKALE H16-C-14-A-3-B, H16-C-14-A-3-C, H16-C-14-B-4-A ve H16-C-14-B-4-D paftalarında bulunmaktadır. İnceleme alanı sınırı köşe noktaları ile birleştirilmiştir. Bu sınır EK. I'de harita üzerinde; köşe koordinatları ise Çizelge. 2'de verilmektedir.

ÇİZELGE. 2: İNCELEME ALANI KÖŞE KOORDİNATLARI

Nokta No	KOORDİNATLAR (WGS-84, 3 ° Dilim, DOM 27 °)		Nokta No	KOORDİNATLAR (WGS-84, 3 ° Dilim, DOM 27 °)		Nokta No	KOORDİNATLAR (WGS-84, 3 ° Dilim, DOM 27 °)	
	X	Y		X	Y		X	Y
1	450983,95	4444448,59	13	451088,66	4444112,25	25	450550,28	4443929,14
2	451057,53	4444416,30	14	451067,54	4444100,49	26	450609,75	4444029,70
3	451146,02	4444358,02	15	451020,71	4444067,42	27	450682,58	4444121,78
4	451192,41	4444321,71	16	450935,35	4444021,61	28	450685,98	4444125,44
5	451244,13	4444278,44	17	450906,70	4444009,48	29	450704,35	4444145,25
6	451267,13	4444290,15	18	450864,75	4443986,80	30	450765,96	4444211,68
7	451314,01	4444225,33	19	450834,13	4443967,3	31	450887,98	4444343,24
8	451275,94	4444204,38	20	450754,18	4443896,44	32	450884,87	4444395,11
9	451225,19	4444172,31	21	450710,74	4443859,65	33	450918,79	4444377,06
10	451184,18	4444152,37	22	450687,52	4443859,18	34	450953,26	4444362,35
11	451144,57	4444136,83	23	450651,38	4443873,85	35	450966,99	4444405,67
12	451111,96	4444123,23	24	450614,06	4443891,92			



ŞEKİL. 3: İNCELEME ALANI PAFTA ANAHTARI VE KÖŞE NOKTALARI

2.2. İKLİM VE BİTKİ ÖRTÜSÜ

Çanakkale İlinde Akdeniz ve Karadeniz iklimlerinin geçiş iklimi hüküm sürmektedir. Turizm sezonunda iklim ılıman olup, deniz suyu sıcaklığı Temmuz ve Ağustos aylarında maksimum seviyeye çıkmaktadır. Günlük hava sıcaklıkları sezonda maksimum 35°C ve minimum 25°C olmaktadır. Yağmurlar genelde Sonbaharda biraz fazla, İlkbaharda ise daha azdır. Kışın en

belirgin özelliği kuzeyden gelen sert rüzgârlardır. Yaz ve Sonbaharda bölgeye Akdeniz İklimi hâkim olur.

Çanakkale, il geneli topraklarının yarısından fazlası ormanlar ile kaplıdır. Ormanlar il topraklarının % 53,9'nu oluşturur. Ormanlık arazinin yarısından fazlasını kızılçam ve meşe kaplar. İlin kıyı ilçelerinde ve adalarda iklim hemen hemen aynıdır. Akdeniz iklimi ile Karadeniz iklimi arasında bir geçiş iklimin yaşandığı Çanakkale topraklarında iklim daha çok Akdeniz iklimine paralellik gösterir. İç bölgelerde deniz seviyesinden yükseklik artar ve bu nedenle kıyı bölgelere oranla aradaki sıcaklık ortalaması oldukça açılır. Yılın büyük bölümü hemen her ilçede rüzgârlı günler yaşanır.

Çanakkale'de önemli bir tatlı su kütlesi bulunmaz. Gelibolu Yarımadası'nda Tuzla Gölü, Biga ilçesi sınırlarında Hoyrat Gölü ve Ece Gölü ile diğer ilçelerde yer alan bazı ufak baraj gölleri ve göletler vardır.

Çanakkale ilinin coğrafi olarak aslında 4 farklı su kütlesi ile kıyısı bulunur. Bunlar, Marmara Denizi, Ege Denizi, Çanakkale Boğazı ve Saroz Körfezi'dir. Çanakkale merkezi yaklaşık 60 km uzunluğundakıyı şeridinde sahiptir.

2.3. SOSYO-EKONOMİK BİLGİLER

Çanakkale'nin toplam nüfusu, 2017 Yılı sonu itibariyle 519.793'dir. Toplam nüfus büyüklüğüne göre iller sıralamasında 55. Sırada yer almaktadır. Nüfus yoğunluğu % 52'dir.

Çanakkale ili ekonomisinde en önemli unsur, tarımdır. Bununla beraber son yıllarda tarıma dayalı sanayi kolları gelişme göstermekte ve buna bağlı olarak ekonomide sanayinin payı artmaktadır. 2000 yılı Genel Nüfus Sayımı sonuçlarına göre istihdam edilen nüfusun (237.699), 133.140'ı (%56) tarım, 21.839'u (%9) sanayi, 8.470'i (%4) inşaat ve 73.563'ü (%31) hizmet sektöründe çalışmaktadır.

İl yüzölçümünün % 54'ünü ormanlar, % 34'ünü tarım yapılan arazi, % 5'ini çayır ve mera'lar, % 7'sini kültür dışı araziler kaplamaktadır. Tarım arazisinin % 81'i tarla arazisi, % 6'sı sebze, % 2'si meyve, % 2'si bağ, % 9'u zeytinliktir. İlin toplam tarım alanı 333.573 Ha. Olup, 120.600 ha alanı sulanabilir arazidir. Toplam 50.511 ha (%42) alan sulanmakta olup, bu sulamanın 14.245 ha (%28) devlet tarafından gerçekleştirilmektedir.

Yetiştirilen tarım ürünleri arasında en önemli yeri oransal olarak sebze, ekim sahası olarak hububat almaktadır. 2003 yılı itibarıyla 376.153 ton Buğday, 456.220 ton Domates, 74.397 ton Elma, 40.210 ton Şeftali, 43.352 ton Üzüm, 47.409 ton Zeytin, 33.462 ton Ayçiçeği üretimde ilk sıraları almıştır. Çanakkale köylüsünün önemli geçim kaynaklarının başında hayvancılık gelmekte olup, İl'de 115.853 adet Büyükbaş hayvan, 557.303 adet Küçükbaş hayvan vardır. Hayvansal ürünler olarak 1.842 ton et, 249.471 ton süt, 39 Milyon 787 bin adet yumurta, 785 ton Bal, 29.132 ton civarında deniz ürünleri üretimi gerçekleşmiştir.

İlde 25 ve daha fazla işçi çalıştıran 38 adet sanayi tesisinde 8.000 civarında işçi çalışmaktadır. İlde toprağa dayalı sanayide, Çan'da kurulu bulunan Seramik ve Kalebodur Fabrikaları, Ezine'de bulunan Çimento Fabrikası, Merkezde dondurulmuş gıda sebze ve su ürünlerini değerlendiren fabrikalar önemli gıda üretim birimleridir. Mevcut sanayi kuruluşlarında üretilen dondurulmuş ve kurutulmuş gıda, su ürünleri, bakliyat, çimento, maden cevheri, seramik ve karo fayans en çok ihraç edilen ürünlerdir. Biga ve Çanakkale Organize Sanayi Bölgesi'nde altyapı çalışmaları tamamlanmış olup yatırımcılara yönelik parsel tahsisi devam etmektedir. Ayrıca 7 adet küçük sanayi sitesinde toplam 886 işyeri faaliyet göstermektedir.

2.4. ARAZİ, LABORATUAR, BÜRO ÇALIŞMA YÖNTEMLERİ VE EKİPMANLARI

Saha çalışmaları, Jeoloji Mühendisi Kadir DOMAÇ ve Jeofizik Mühendisi Halil ÖZTÜRK tarafından yürütülmüştür. Laboratuar deneyleri GEOLAB Geoteknik ölçümleme Test Laboratuvarı'nda yaptırılmıştır. Rapordaki şekillerin çizimini Jeoloji Mühendisi Tuba ÇEKMECELİOĞLU yapmıştır. Yerinde ve laboratuar deneyleri İnşaat Mühendisi Mustafa AYRANCI tarafından değerlendirilmiştir. Rapor, Jeoloji Mühendisi Can AKIN, Jeofizik Mühendisi Halil ÖZTÜRK ve İnşaat Mühendisi Mustafa AYRANCI tarafından hazırlanmıştır.

Çalışmalar kapsamında 16 Ocak – 30 Ocak 2017 tarihleri arasında rotari sondaj makinesi ile 7 adet sondaj yapılmıştır. Sahada sondajlarla 15,45 m ile 30,45 m arası derinliklere kadar inilmiş toplam 144,15 m derinlikli inceleme sondajı yapılmıştır. Sondajlar sırasında muhafaza borusu sürülerek ilerlenmiş, yerinde deneyler yapılmış (SPT), örselenmiş ve örselenmemiş örnekler alınmıştır.

Sahada yapılan sondajlı zemin etüt işine ek olarak 8 profilde sismik kırılma, çok kanallı yüzey dalgası analizi (MASW) ve kırılma mikrotremör (REMİ) ölçümleri yapılmıştır.

Sondajlar sırasında alınan 22 örselenmiş ve 6 örselenmemiş zemin örneği üzerinde; 28 dane boyu dağılımı; 1 hidrometre; 14 atterberg limitleri; 14 su içeriği; 3 konsolidasyon; 3 zemin üç eksenli basınç (UU) ve 1 zeminde direk kesme deneyi yapılmıştır.

Yapılan büro, arazi ve laboratuvar çalışmaları değerlendirilerek inceleme alanının 1/1000 ölçekli eğim, jeoloji ve lokasyon haritaları hazırlanmış, tüm çalışmalar birarada değerlendirilerek inceleme alanının yerleşime uygunluk haritası (EK.I) hazırlanarak rapor tamamlanmıştır.

3.2. MEVCUT PLANA ESAS YERBİLİMSSEL ETÜTLER, SAKINICALI ALANLAR-AFETE MARUZ BÖLGELER

İnceleme alanında daha önceden yapılmış jeolojik etüt raporu bulunmamaktadır.

İnceleme alanı için Bakanlar Kurulu'nca alınmış Afete Maruz Bölge Kararı bulunmamaktadır. (EK-VI)

3.3. TAŞKIN SAHALARI, SİT ALANLARI, KORUMA BÖLGELERİ

İnceleme alanında taşkın riski açısından alınmış herhangi bir karar yoktur. Sit alanı, koruma bölgeleri vb. alınmış herhangi bir karar da bulunmamaktadır.

3.4. DEĞİŞİK AMAÇLI ETÜTLER VE VERİLERİ

İnceleme alanında içerisinde bulunduğu, MTA tarafından 2008 yılında 1/25.000 ölçekli jeoloji haritası hazırlanmıştır. Alan ve çevresine ait genel jeoloji çalışmalarında bu haritadan yararlanılmıştır.

4. JEOMORFOLOJİ

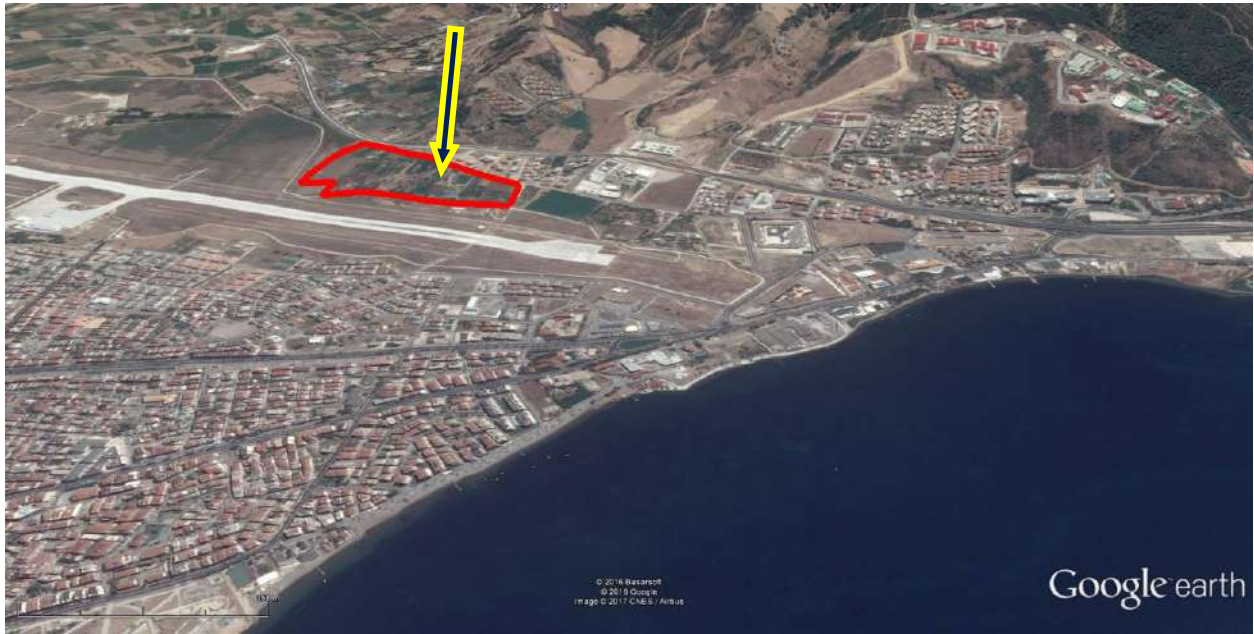
Çanakkale Merkez İlçesi'nde yer alan saha, Çanakkale Boğazı kıyısından yaklaşık 200 m iç tarafta, sarıçay'ın oluşturduğu delta alanının içerisinde sayılabilecek bir alandır. Çanakkale Havaalanı sahanın kuzeydoğu köşesine yakındır.

Saha yataya yakın bir düzlüktedir.

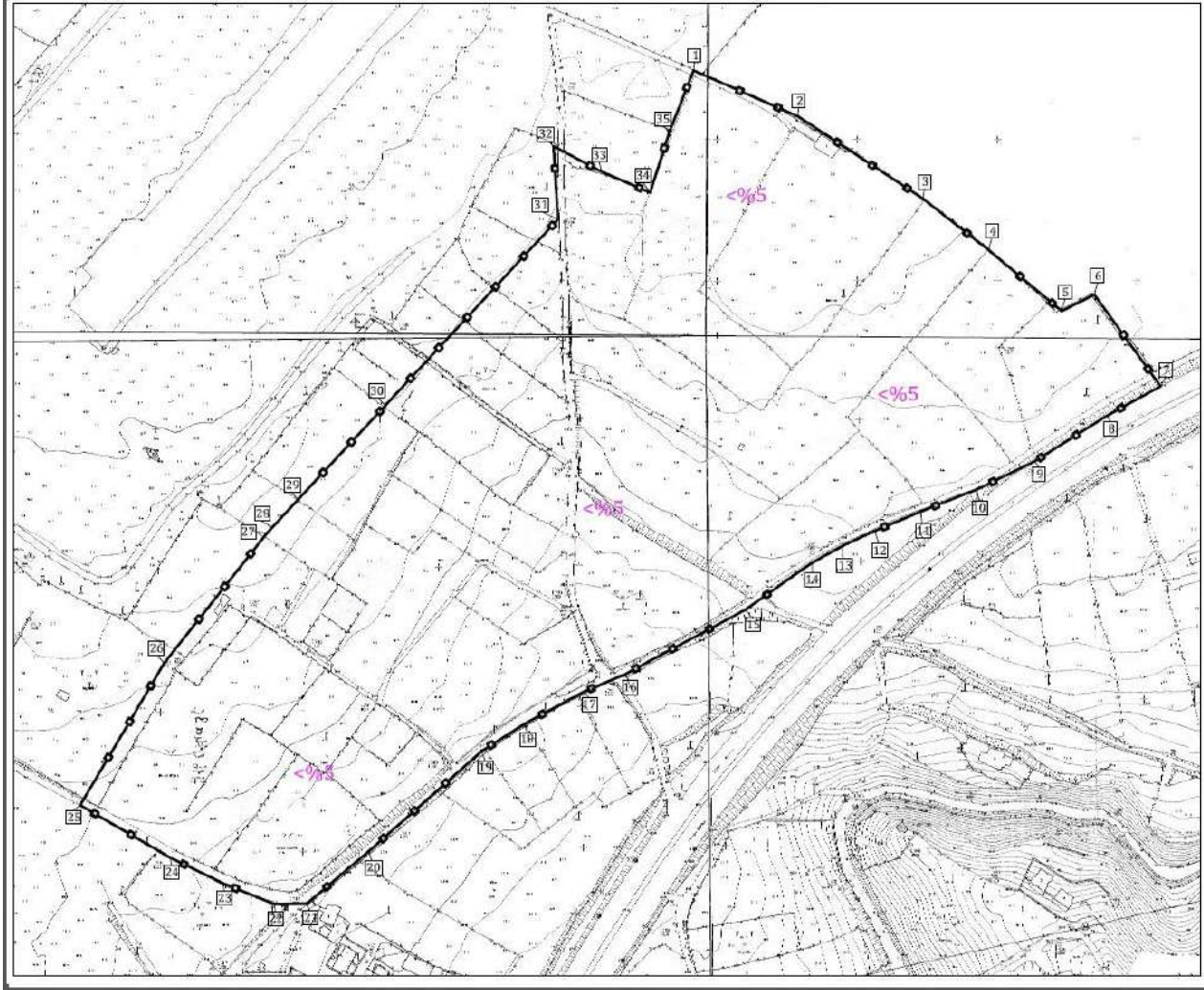
İnceleme alanı, Çanakkale İl Merkezine yakın Neojen yüksek düzlüğünün Ege Denizi kıyısındaki alçak kıyıda, bir kıyı alüvyonu üzerinde yer almaktadır.

Yarımada'daki akarsular ise Menderes, Tuzla, Sarıçay, Kocabaş, Kavak ve Mıhlı çaylarıdır.

İnceleme alanı çevresinde ani bir topoğrafik yükselim ya da düşüm yer almamaktadır (Şekil. 5). Sahanın eğimi <0%5'tir (EK.I-Eğim Haritası)



ŞEKİL. 5: İNCELEME ALANININ MORFOLOJİK ORTAMDAKİ YERİ



ŞEKİL 6: İNCELEME ALANI EĞİM HARİTASI

5. JEOLojİ

Araştırma alanı Kuzeybatı Anadolu'da yer almaktadır.

5.1. GENEL JEOLojİ

İnceleme alanı kuzeybatı Anadolu'da; batıdan Çanakkale Boğazı, kuzeyden Marmara Denizi, güneyden Edremit Körfezi ile sınırlanan "Biga Yarımadası" üzerinde, Paleozoyik ve Tersiyer yaşlarındaki kaya birimlerinin yüzeylediği bir bölgede yer alır (Şekil. 7).

5.1.1. STRATİGRAFI

PALEOZOYİK

Paleozoyik yaşlı kaya birimleri, Alt Triyas öncesi metamorfik kaya birimleri ile temsil edilir.

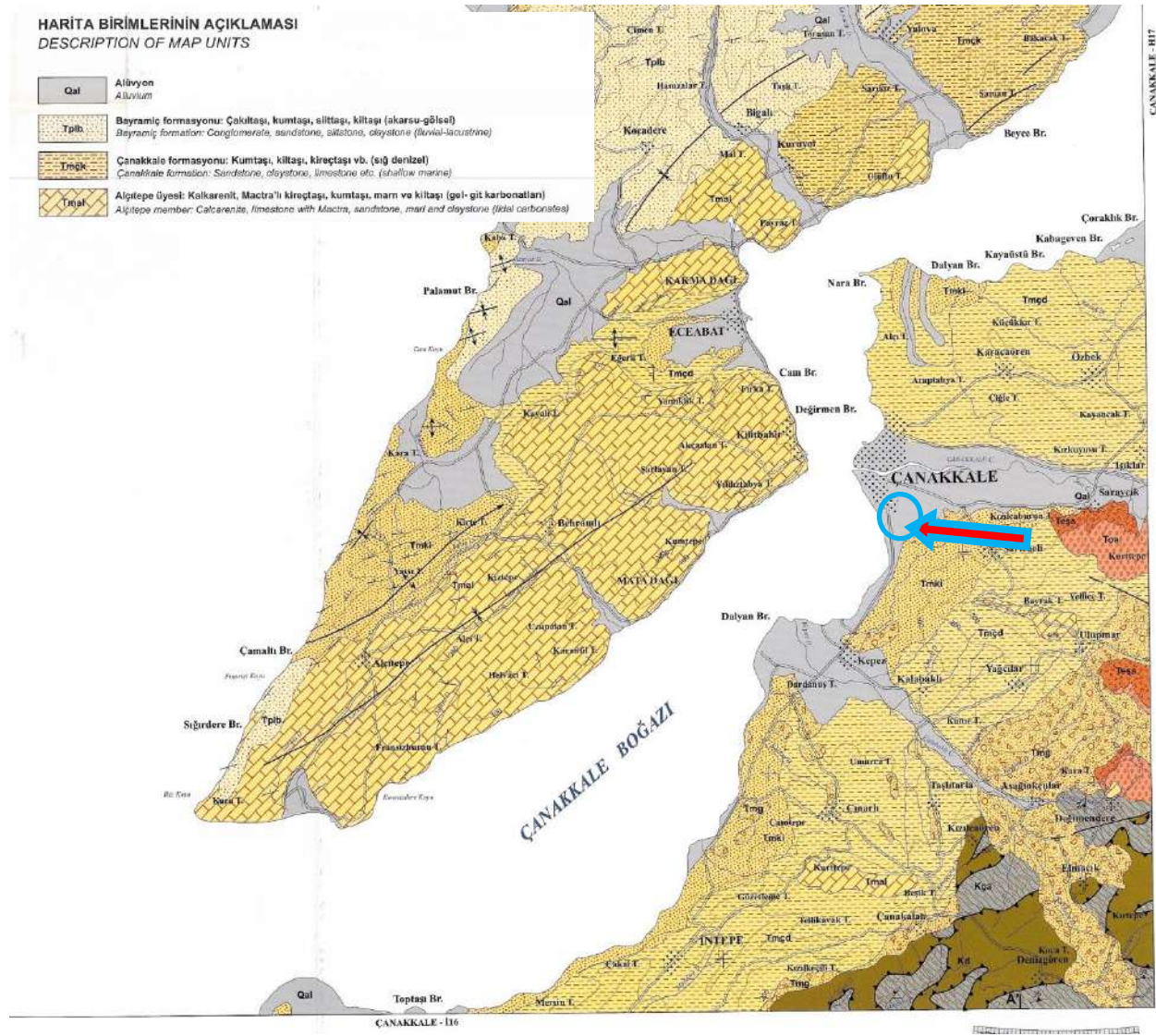
KAZDAĞI GRUBU (ALT TRIYAS ÖNCESİ)

Bölgenin en eski kaya topluluğu Kazdağı Grubu'dur. Bu grup, Kazdağı'nın merkezi kısımlarında amfibol fasiyesinin silimanit, almandin, ortoz alt fasiyesine kadar inen ve dağı çevreleyen diğer yönlerde ise yeşil şist fasiyesinin kuvars-albit, muskovit-klorit subfasiyesine kadar çıkan "Barrowien" tipi metamorfizma ile etkilenmiştir. Başlangıçta yüksek basınç tipi bu metamorfizma etkisinde kalan kayalar daha sonra aynı metamorfik kuşakta alçak basınç; "Abukuma" tipi metamorfizma etkisinde kalmıştır. Bu etkilenmeler sonucu bölgedeki değişik kökenli kaya birimleri orijinal yapı, doku vb. özelliklerini yitirerek yeni yapılar kazanmıştır. Bu grubun kıvrım eksenleri Kazdağ Masifi'nin doğu ve batı kesimlerinde Kuzey-Güney; diğer kesimlerinde ise yaklaşık olarak doğu-batı gidişlidir. Eğimler Kazdağı etrafında bir dom oluşturacak şekilde sıralanmıştır. Kazdağ Grubu'nu oluşturan kaya birimleri eskiden yeniye doğru Tozlu Formasyonu, Bozağaç Tepesi Formasyonu ve Sarıkız Formasyonu olarak dizilir.

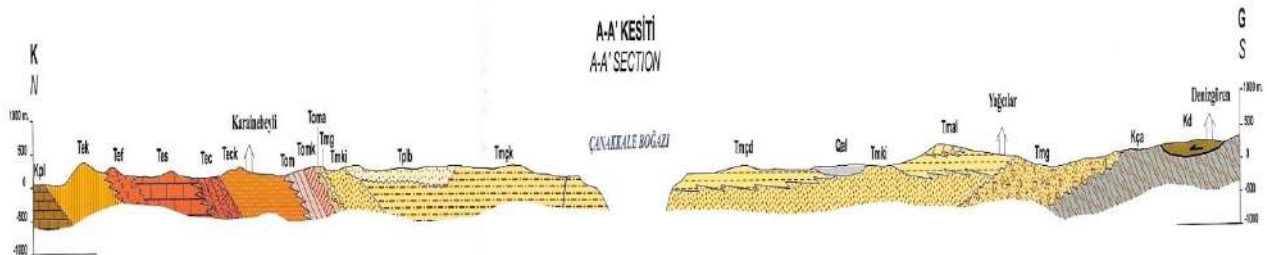
Tozlu Formasyonu: Tabakalanmış, kıvrımlanmış, serpantinleşmiş dunitlerin oluşturduğu Babadağ üyesi, aynı şekilde kıvrımlanmış ve tabakalanmış metagabrolardan oluşan Boluca üyesi ve yine aynı tektonik özelliklerdeki piroksenitlerden oluşan Mandırasırı üyesi olarak ayırtlanmıştır (Bingöl E. vö, 1973). Petrokimyasal incelemeler bu formasyonun üyelerinin tek bir magmanın farklılaşmasından oluştuğunu ortaya koymuştur.

Bozağaç Tepesi Formasyonu: Yaklaşık 1000 m kalınlıklı bu formasyon Kazdağı'nın merkezi kesimlerinde yer yer biyotit, amfibol, muskovit, silimanit, disten ve kordiyeritli gnayslar ve merkezden uzaklaştıkça yeşil şist fasiyesindeki karşılıklarından oluşur. Gnayslar yer yer kısmi ergimeye uğramışlardır.

Sarıköz Formasyonu: Genellikle granoblastik dokulu, ince tabakalı, çok kıvrımlı, silikat bulundurmayan, mermerlerden ve kısmen mermerleşmiş (rekristalize) kireçtaşlarından oluşmuştur.



ŞEKİL. 7: BÖLGESEL JEOLojİ HARİTASI (1/100.000 MTA)



ŞEKİL. 8: İNCELEME ALANI ENİNE JEOLojİ KESİTİ

MESOZOYİK

Mesozoyik yaşlı birimler, inceleme alanının doğusunda Alt Triyas-üst Jura yaş aralığında çökelmiş tortul kaya birimleri ile temsil edilir.

Karakaya Formasyonu (Alt Triyas): Alt Triyas (Mesozoyik) yaşlı Karakaya Formasyonu 250 m dolayında kalınlığa sahiptir. Spilitik bazalt, çamurtaşı ve radyolaritlerle yer yer yanal ve düşey yönde girik feldspatlı kumtaşı, kuvarsit, konglomera ve silttaşı ardalanmasından oluşur. En iyi gözlemlendiği yerler Edremit, Zeytinli kuzeyi, Yenice ve Derenti köyleri arasındadır. Zaman zaman derinleşen, ancak genellikle sık bir karasal ortamda, dengesiz bir süreçte çökelmişlerdir. Kısmen metamorfik olan bu formasyon içerisine çökme sırasında ortama yabancı bloklar karışmıştır.

Çınarcık Formasyonu (Orta Triyas): Biga güneydoğusunda Karakaya Formasyonu, Çınarcık Kireçtaşları ile örtülmüştür.

Hasanlar Formasyonu (Üst Triyas): Hasanlar dolayında iyi gözlenen Hasanlar Formasyonu, ince daneli kumtaşı-kiltaşı, kumlu kireçtaşı ve konglomera ardalanmasından oluşur.

Kontak Metamorfizması Kayaçları: Buraya kadar anlatılan birimler genellikle porfiroyid yapılı granodiyorit sokulumları ile kesilmiştir. Bu sokulumların dokanağında yukarıda sözü edilen birimler farklı ısı ve basınç koşullarında metamorfizmaya uğrayarak "Kontak Metamorfizması Kayaçları"nı oluşturmuşlardır. Bu birimler Kızılkeçili, Yenice ve Nevruz batısı ve Evciler güneyinde gözlenir.

Terzialan Formasyonu (Üst Triyas-Alt Kretase): iri taneli ve feldspatik kumtaşlarından oluşur. Yer yer karbonat çimentolu ve kalınlığı 150 m dolayındadır.

Alancık Formasyonu (Üst Jura) : Terzialan kumtaşı üzerine 40 m kalınlığa varan ve kumlu kireçtaşları ile başlayıp üst düzeylerde bej renkli oolitik ve sileks yumrulu kireçtaşlarından oluşur.

SENOZOYİK

Andezit (Alt Paleosen): Kazdağı'nın kuzey kesimlerinde bulunan ve genellikle yeşil renkli andezit, tüf ve agromeralar, kuzeydoğuda Nummulitli killi kireçtaşı, kumtaşı, konglomera ve silttaşlarının ardalanmasından oluşan tortul birimlerle "örtölmektedir.

NEOJEN

Çanakkale Boğazı Miyosen (Neojen) istifleri bölgede genellikle Mesozoyik birimlerini uyumsuz olarak örter.

Başlıcaları alttan üste doğru,

Çanakkale Formasyonu: Bu formasyon alttan üste doğru; yanal ve düşey geçişlerle, hakim kayaç türü göl kökenli sedimanlardan oluşan Gazhanedere Üyesi, menderesli akarsu sedimanları sunan Anafarta Üyesi, göl kökenli sedimanlar içeren Çamrakdere Üyesi ve en üstte kıyı ve kıyı ötesi kırıntılı ve karbonatlardan oluşan Bayraktepe Üyesi'nden oluşur (Sümengen ve diğ., 1987).

Gazhanedere Üyesi: Göl çökelleri ile üst düzeylerde akarsu çökellerinin de katıldığı ortamda çökelmiş, etkin ve yaygın kaya türleri kıltaşı, silttaşı, çamurtaşı, kireçtaşı, killi kireçtaşı, kumtaşı, az miktarda çakıltaşı ve gene az miktardaki kömür bantları ve mercceklerinden oluşmuş olan üye, ismini Gazhanedere'den almıştır (Sümengen ve diğ., 1987).

Anafarta Üyesi: Yanal ve düşey geçişler ve yer yer de ardalanmalar gösteren kayaçlar yaygın olarak; kumtaşı, silttaşı, kıltaşı ve az miktardaki çamurtaşlarından oluşur. Üye adını büyük Anafarta köyü'nden almıştır (Sümengen ve diğ.,1987).

Çamrakdere Üyesi: Üye genellikle; kıltaşı, marn, kumtaşı, çamurtaşı, killi kireçtaşı ve çakıltaşından oluşmuştur. Üyede kıltaşları ve silttaşları hakim olarak gözlemlenir. Marnlı seviyeler oldukça az görünüp, genellikle kumtaşlarının ara seviyelerinde bulunmaktadır. Net olarak yüzeylendiği yerler; Gelibolu ilçesi ile Kavaklı Mahallesi arasında, Bayırköy civarında, Cumalı Köyü güneyi ve Eceabat ilçesi batısındadır (Sümengen ve diğ., 1987).

S E N Z O Z O Y İ K				ÜST SİSTEM	SİSTEM	SERİ	KAT	FORMASYON	SEMBOL	KAYA TÜRÜ	AÇIKLAMA
T E R S İ Y E R	KUVARTER.	PLEYİSTOS.		TURONİYEN	ÜST MİYÖSEN-PLİYÖSEN		ALÜVYON	Kym		Tutulmamış kum, kil, çakıl	
							SEKİLER	Cm		Genelde tutulmamış çakıl, kumtaşı, milttaşı, çakıltası	
							CONKBAYIRI	Tc		Milttaşı, kumtaşı, çakıltası.	
	ÜST EÖSEN			ÇANAKKALE	BAYRAK TEPE Üyesi	Tçb		Tvz: Aglomera, tuf, dasit, riyoit. Kumlu kireçtaşı, kumtaşı, kireçtaşı.			
					ÇAMRAK DERE Üyesi	Tçç		Milttaşı, kumtaşı, kilttaşı.			
					ANAFARTA Üyesi	Tça		Kumtaşı, milttaşı, kilttaşı ve çakıltası.			
					SARIYER GÖKSU Üyesi	Tçs		Çamurtaşı, milttaşı, kumtaşı, çamurtaşı, killi kireçtaşı.			
					ARMUT TEPE	Ta		Tvl: Andezit, tuf Çamurtaşı, kumtaşı, silttaşı			
				ÜST KRETASE ALT EÖSEN				KANLI BENT	Tba		Alt kısım milttaşı, üst kısım kumtaşı, çakıltası.
								KEŞAN	Tdş		Kumtaşı, kireçtaşı, yer yer çakıltası.
								KORUDAĞ	Tmo		Kumtaşı, kilttaşı, az çakıltası.
								BURGAZ	Tb		Şeyl, marn, çakıltası, tüfit, dolomit.
								SOĞUCAK	Ts		Kumtaşı, kireçtaşı, kumlu kireçtaşı, üst kısımlarda mam.
	ALT LÜTESİYEN				FIÇI TEPE	Tf		Çamurtaşı, kumtaşı, çakıltası.			
					KARAAĞAÇ LIMANI	Tk		Kireçtaşı, kilttaşı, kumtaşı.			
	MASTRİHTİYEN ÜST PALEÖSEN						LÖRT	Kl		Kireçtaşı, kumlu kireçtaşı.	
JURA						SARIKAYA	Jr		Kireçtaşı, çakıltası, kumtaşı, çamurtaşı, kumlu kireçtaşı, granadyorit tarafından kesilmiştir.		
						KAPIKAYA	Tku		Çakıltası, kumtaşı, kumlu kireçtaşı, silttaşı, kireçtaşı.		
						KARAKAYA	Tk		Metaçamurtaşı, metakumtaşı, metakilttaşı, kümülatif gabro, epidot, klorit, bazalt, ve kireçtaşı içerir.		
TRİYAS ÖNCESİ						FAZLI KONAĞI	Pzf		Şist - mermer ardalanması Gnays Amfibolit şist, metagabro-şist, amfibolit-piroksenit, harzburgit ve serpantin.		

ŞEKİL. 9: ÇANAKKALE İLİ GENELLEŞTİRİLMİŞ STRATİGRAFİK DİKME KESİTİ (ÇANAKKALE İL ÇEVRE DURUM RAPORU)

Bayraktepe Üyesi: Lagün, kıyı ve kıyı ötesi ortamlarında çökelmiş, yaygın kayaç türleri; kumtaşı kireçtaşı, kumlu kireçtaşı, çakıltası ve silttaşı olan üye, bu kayaç türlerinin yanal ve düşey geçişleri ve yer yer de ardalanmalarından oluşmuştur. Çanakkale şehir merkezinin

5.2. İNCELEME ALANININ JEOLJİSİ

İnceleme alanı kıyı alüvyonları üzerinde yer almaktadır. Alüvyon; sondajlar sırasında kil matriksli bloklu çakıllı, yer yer kum, yer yer bloklu, alt seviyeler killi olarak gözlenmekte fakat yanal ve düşey yönde istifte farklılıklar gözlenmekte zaman zaman birimlerin birbirinin yerine geçtiği gözlenmektedir.

6. JEOTEKNİK AMAÇLI SONDAJ ÇALIŞMALARI VE ARAZİ DENEYLERİ

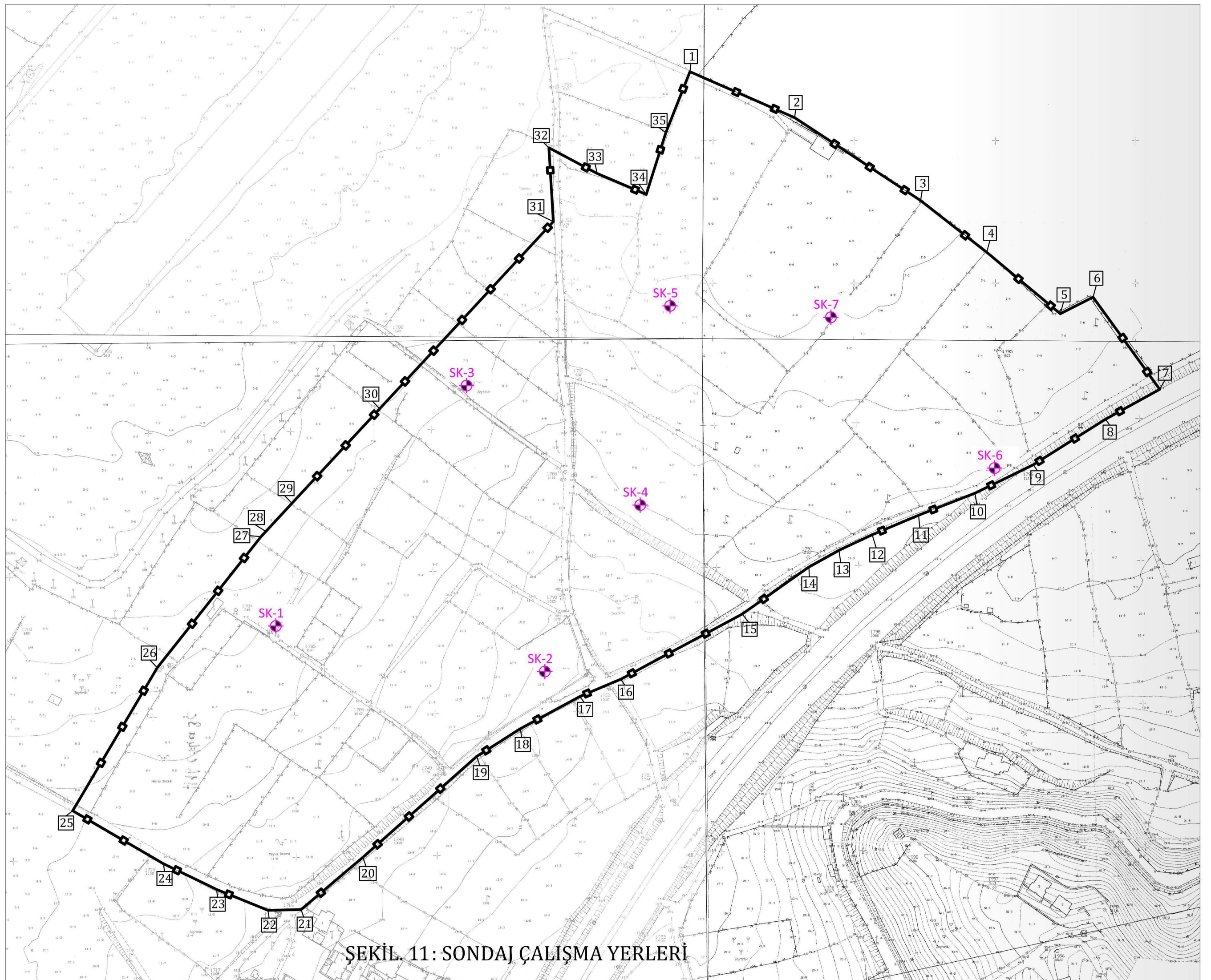
İnceleme alanında karada yapılan yüzey gözlemlerinin dışında, karada sondajlı bir inceleme yapılmıştır. Yapılan sondajlarda zemin kesiti tanımlanmış; yeraltı suyu derinliği ölçülmüş; yerinde deneyler uygulanmıştır.

6.1. SONDAJLAR

Araştırmalar sırasında, derinlikleri 15,45 m ile 30,45 m arası derinliklere kadar inilmiş toplam 144,15 m derinlikli 7 adet araştırma sondajı yapılmıştır (Çizelge. 3, EK.II). Sondaj çalışmaları rotari tip sondaj makinesi ile 16 Ocak – 30 Ocak 2017 tarihleri arasında yapılmıştır. Bu sondajlarda belirlenen zemin istifi bilgisi ile hazırlanmış olan zemin kesiti de Şekil. 17’de sergilenmektedir.

ÇİZELGE. 3: SONDAJ BİLGİLERİ

SONDAJ	KOORDİNATLAR				
NO	(WGS-84, 3 ° Dilim, DOM 27 °)		Derinlik	LİTOLOJİ	FORMASYON
	X	Y	(m)		
SK-1	450693	4444059	0,00-0,50	DOLGU	
			0,50-2,00	SİLT	Alüvyon
			2,00-4,00	KUM-KİL ARDALANMASI	Alüvyon
			4,00-10,00	KİL	Alüvyon
			10,00-11,50	KUM-KİL ARDALANMASI	Alüvyon
			11,50-14,70	ÇAKIL-BLOK	Alüvyon
			14,70-19,95	KUM	Alüvyon
SK-2	450882	4444027	0,00-0,70	DOLGU	Alüvyon
			0,70-6,40	KUM	Alüvyon
			6,40-9,40	KİL	Alüvyon
			9,40-13,10	KUM	Alüvyon
			13,10-14,50	KİL	Alüvyon
			14,50-19,95	KUM	Alüvyon
SK-3	450827	4444228	0,00-0,30	BİTKİSEL TOPRAK	Alüvyon
			0,30-4,00	KUM	Alüvyon
			4,00-8,80	KİL	Alüvyon
			8,80-13,00	KUM-ÇAKIL ARDALANMASI	Alüvyon
			13,00-16,00	KUM	Alüvyon
			16,00-19,95	KİL	Alüvyon
SK-4	450949	4444144	0,00-0,40	BİTKİSEL TOPRAK	Alüvyon
			0,40-7,00	KUM	Alüvyon
			7,00-8,70	KİL	Alüvyon
			8,70-12,00	KUM	Alüvyon
			12,00-13,80	KİL	Alüvyon
			13,80-19,95	KUM	Alüvyon
SK-5	450970	4444284	0,00-0,30	BİTKİSEL TOPRAK	Alüvyon
			0,30-6,80	KİL	Alüvyon
			6,80-15,45	KUM	Alüvyon
SK-6	451198	4444170	0,00-0,30	BİTKİSEL TOPRAK	Alüvyon
			0,30-3,40	KUM	Alüvyon
			3,40-7,60	KİL	Alüvyon
			7,60-8,60	KUM	Alüvyon
			8,60-11,25	KİL	Alüvyon
			11,25-14,40	KUM	Alüvyon
			14,40-18,45	KİL	Alüvyon
SK-7	451083	4444276	0,00-0,20	BİTKİSEL TOPRAK	Alüvyon
			0,20-7,00	KİL	Alüvyon
			7,00-14,60	KUM	Alüvyon
			14,60-30,45	KİL	Alüvyon



ŞEKİL 11: SONDAJ ÇALIŞMA YERLERİ

**FOTOĞRAF. 1: SONDAJ ÇALIŞMALARI**

6.2. ARAZİ DENEYLERİ (SPT DENEYLERİ)

Sahada ölçülen SPT N değerleri ham verilerdir. Sahada yapılan ölçümler ile elde edilen SPT N değerleri üzerinde bir takım düzeltmelerin yapılması gerekmektedir. Bunlar; deneylerde kullanılan SPT setini bağlı tokmak enerji verimi, sondaj kuyu çapı, SPT örnek alıcı ve tij boyu düzeltmeleridir. İnce daneli zeminler için SPT düzeltmesinde aşağıdaki formül kullanılacaktır.

$$N_{60} = \left(\frac{N \eta_H \eta_B \eta_S \eta_R}{60} \right)$$

Burada; N sahada ölçülen SPT değeri, η_H yüzde olarak tokmak enerji verimi, η_B kuyu çapı düzeltmesi, η_S örnek alıcı düzeltmesi, η_R tij boyu düzeltmesidir.

Hesaplarda; η_H =%55, η_B =1, η_S =1, η_R = 0,75-1,00 (tij boyuna bağlı olarak seçilen değer aralığı) olarak seçilmiştir.

$$(N_1)_{60} = C_N N_{60}$$

düzeltilmesi ise kaba daneli zeminler için önerilen düzeltmedir (Evaluation of Soil and Rock Properties, FHWA-IF-02-034, April 2002).

Kaba daneli zeminlerden elde edilmiş tüm N değerlerine örtü yükü düzeltmesi

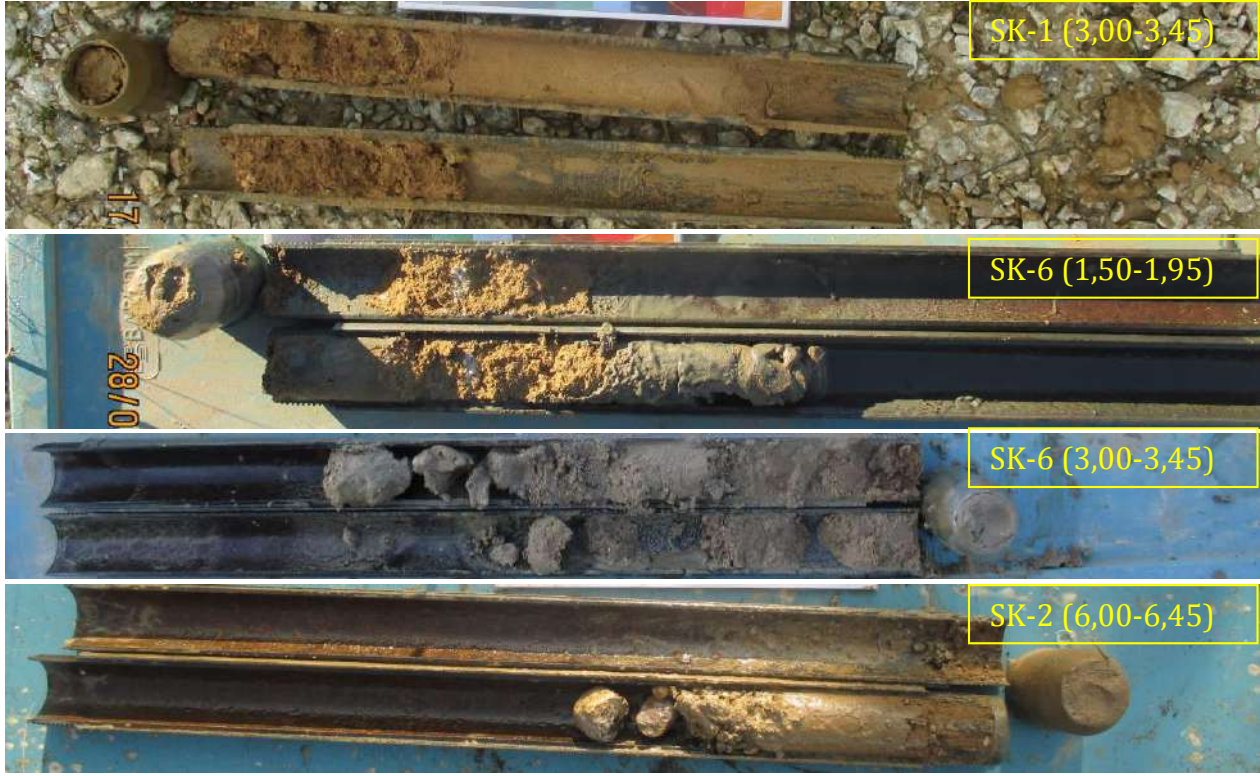
$$C_N = \left(\frac{p_o''}{p_o'} \right)^n$$

formülü ile uygulanmıştır. Burada p_o'' =95,76 kPa, p_o' deney derinliğindeki efektif düşey gerilme ve n katsayısı ise ince daneli zeminlerde 1,0, granüler zeminlerde 0,5'tir.

İnceleme alanını oluşturan zemin tabakaları kıvam ve sıkılıklarına bağlı olarak 7 başlık altında tanımlanmıştır. İlgili değerlendirmeler 9 no lu başlık altında verilmiş olup bu başlık altında dolgu tabakası hariç diğer zemin türlerine ait spt fotoğraflarına yer verilmiştir. Bunlar;

- a. Dolgu (DO)
- b. Gevşek KUM (A)
- c. Orta Sıkı KUM (B)
- d. Sıkı KUM €
- e. Orta Katı KİL (D)
- f. Katı KİL €
- g. Çok Sert KİL (F)'dir.

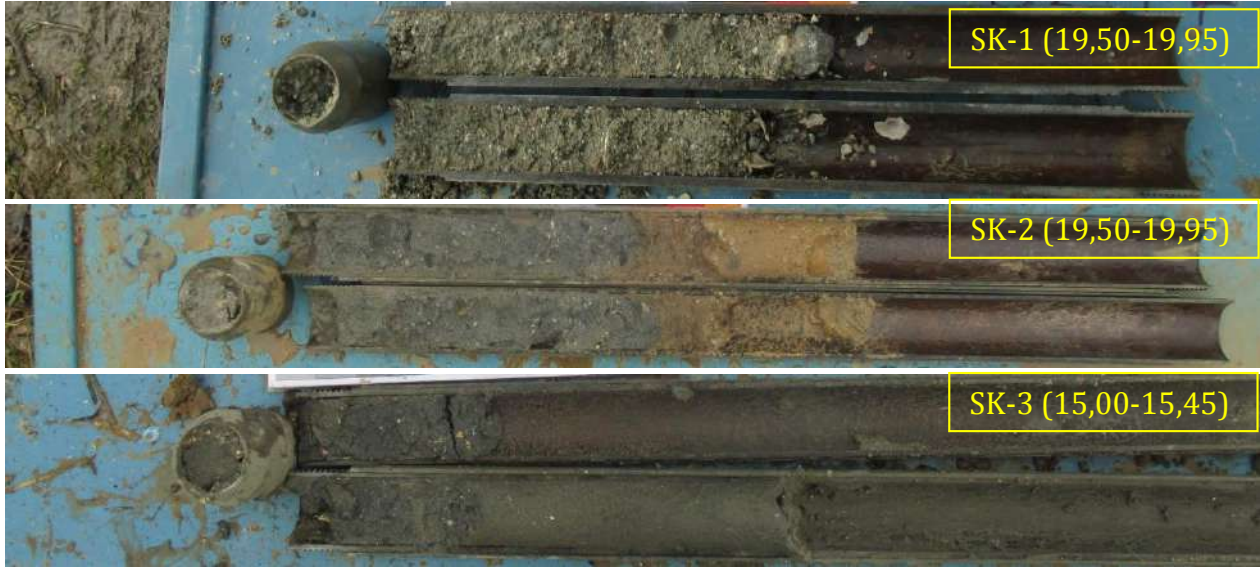
6.2.1. GEVŞEK KUM (A)



FOTOĞRAF. 2: GEVŞEK KUM TABAKASINDAN ALINMIŞ SPT ÖRNEKLERİ

6.2.2. ORTA SIKI KUM (B)





FOTOĞRAF. 3: ORTA SIKI KUM TABAKASINDAN ALINMIŞ SPT ÖRNEKLERİ

6.2.3. SIKI KUM ©



FOTOĞRAF. 4: SIKI KUM TABAKASINDAN ALINMIŞ SPT ÖRNEKLERİ

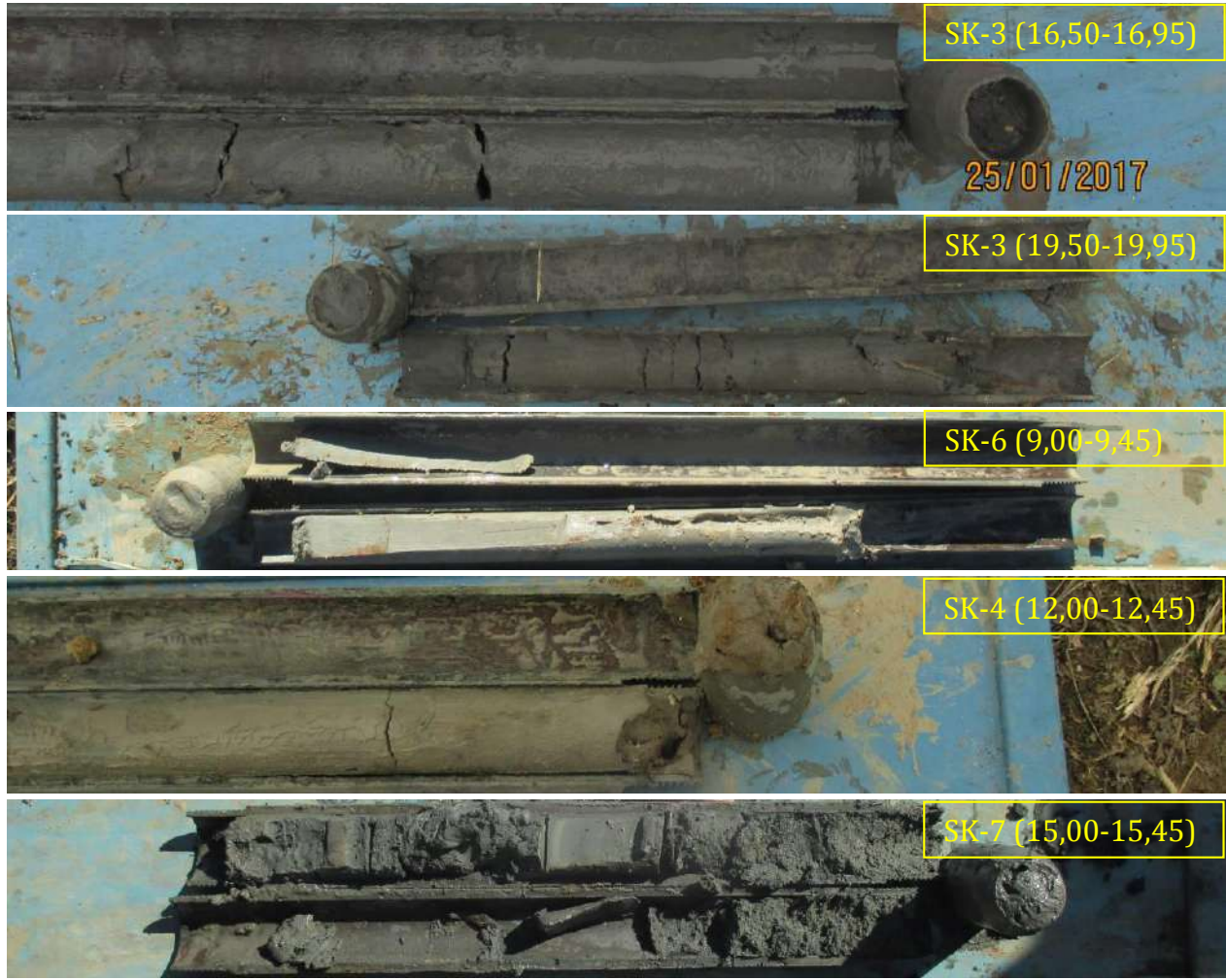
6.2.4. ORTA KATI KİL (D)



FOTOĞRAF. 5: ORTA KATI KİL TABAKASINDAN ALINMIŞ SPT ÖRNEKLERİ

6.2.5. KATI KİL €



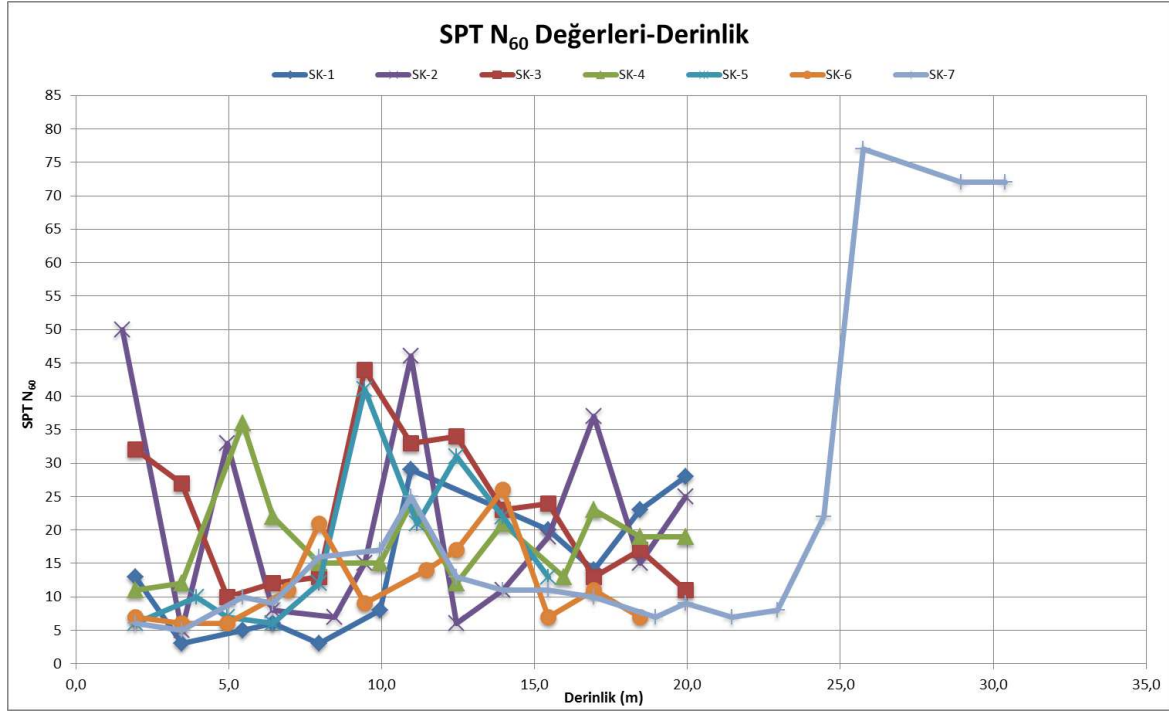


FOTOĞRAF. 6: KATI KİL TABAKASINDAN ALINMIŞ SPT ÖRNEKLERİ

6.2.6. SERT KİL (F)



FOTOĞRAF.7: SERT KİL TABAKASINDAN ALINMIŞ SPT ÖRNEKLERİ

**ŞEKİL. 12: DÜZELTİLMİŞ SPT -DERİNLİK GRAFİĞİ**

7. JEOTEKNİK AMAÇLI LABORATUAR DENEYLERİ

Sondajlar sırasında alınan 22 örselenmiş ve 6 örselenmemiş zemin örneği üzerinde; 28 dane boyu dağılımı; 1 hidrometre; 14 atterberg limitleri; 14 su içeriği; 3 konsolidasyon; 3 zemin üç eksenli basınç (UU) ve 1 zeminde direk kesme deneyi yapılmıştır.

7.1. ZEMİN İNDEKS – FİZİKSEL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

ÇİZELGE. 5: LABORATUAR DENEY SONUÇ ÖZETLERİ

Sondaj No Boring No	Numune No Sample No	Derinlik Depth (m)	Elek Analizi Sieve Analysis			Hidrometre Hydrometer			Kıvam Limitleri Atterberg Limits			Zemin Sınıfı Soil Classific.	W _n (%)	Litoloji	Formasyon
			Çakıl Gravel	Kum Sand	İnce Fine	Kaba Coarse	Silt Silt	Kil Clay	LL	PL	PI				
			(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)				
SK-1	SPT	3,00-3,45	3,3	51,9	44,8	55,2	34,4	10,4						Kum-Kil	Alüvyon
SK-1	SPT	7,50-7,95	0,0	6,9	93,1				40,3	11,1	29,2	CL	28,3	Kil	Alüvyon
SK-1	SPT	15,00-15,45	0,8	79,6	19,6									Kum	Alüvyon
SK-1	SPT	19,50-19,95	3,1	83,1	13,8									Kum	Alüvyon
SK-2	SPT	4,50-4,95	30,6	55,3	14,1									Kum	Alüvyon
SK-2	SPT	13,50-13,95	1,7	20,0	78,3				45,3	15,1	30,2	CL	27,5	Kil	Alüvyon
SK-2	SPT	18,00-18,45	0,4	77,5	22,1									Kum	Alüvyon
SK-3	SPT	3,00-3,45	1,7	76,5	21,9									Kum	Alüvyon
SK-3	SPT	12,00-12,45	29,3	60,3	10,3									Kum-Çakıl	Alüvyon
SK-3	SPT	19,50-19,95	0,7	17,6	81,7				37,9	16,4	21,5	CL	38,2	Kil	Alüvyon
SK-4	SPT	1,50-1,95	24,4	41,3	34,3									Kum	Alüvyon
SK-4	SPT	9,00-9,45	2,9	40,1	57,0									Kum	Alüvyon
SK-4	SPT	13,50-13,95	1,2	32,9	65,9				36,9	17,2	19,7	CL	37,4	Kil	Alüvyon
SK-4	SPT	19,50-19,95	23,1	66,9	10,0									Kum	Alüvyon
SK-5	SPT	9,00-9,45	3,4	71,6	25,0									Kum	Alüvyon
SK-5	SPT	15,00-15,45	0,1	52,2	47,6									Kum	Alüvyon
SK-6	SPT	1,50-1,95	7,1	53,3	39,6									Kum	Alüvyon
SK-6	SPT	10,50-11,00	0,0	2,8	97,2				59,1	21,9	37,2	CH	29,4	Kil	Alüvyon
SK-6	SPT	16,50-16,95	0,0	1,0	99,0				58,9	19,3	39,6	CH	47,9	Kil	Alüvyon
SK-7	SPT	10,50-10,95	0,3	93,2	6,6									Kum	Alüvyon
SK-7	SPT	24,00-24,45	0,0	15,0	85,0				56,1	17,4	38,7	CH	33,8	Kil	Alüvyon
SK-7	SPT	30,00-30,40	0,0	46,4	53,6				31,2	17,2	14,0	CL	16,3	Kil	Alüvyon

7.2. ZEMİN MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

ÇİZELGE. 6: LABORATUAR DENEY SONUÇ ÖZETLERİ

Sondaj No Boring No	Numune No Sample No	Derinlik Depth (m)	Konsolidasyon Consolidation	Zeminde Üç Eks.Sıkışma Triaxial Comp. for Soil		Zeminde Direkt Kesme Direct Shears for Soil		Litoloji	Formasyon
				Φ	c	Φ	c		
				(°)	(kPa)	(°)	(kPa)		
SK-2	UD	7,50-8,00		5,93	23,73			Kum	Alüvyon
SK-3	UD	7,00-7,50	+					Kil	Alüvyon
SK-5	UD	3,00-3,50		7,19	28,74			Kil	Alüvyon
SK-6	UD	6,00-6,50	+			6,00	19,14	Kil	Alüvyon
SK-7	UD	4,50-5,00		6,88	83,66			Kil	Alüvyon
SK-7	UD	18,00-18,50	+					Kil	Alüvyon

8. JEOFİZİK ÇALIŞMALAR

Çanakkale havaalanı arakası ile İzmir Asfaltı arasında kalan alanda zemin tabakalarının tanımlanması, yerleşime uygunluk değerlendirilmesinin yapılması ve imar planına altlık oluşturabilmek amacıyla Jeolojik-Jeoteknik Etüt Raporu hazırlanmaktadır. Bu amaçla yapılan araştırma sondajlarına ilave olarak saha genelinde jeofizik ölçü çalışması yapılmıştır. Sahada yer alan jeolojik birimlerin ve zemin tabakalarının saha genelinde sismik P ve S dalga hızlarını ölçerek bazı elastik ve dinamik parametreleri belirleyebilmek için toplam 8 profilde sismik kırılma, çok kanallı yüzey dalgası analizi (MASW) ve kırılma mikrotremör (REMİ) ölçümleri yapılmıştır.

8.1. SİSMİK DALGA HIZI ÖLÇÜMLERİ

Dinamik yük altında zemin davranışlarının önceden kestirilebilmesi, zemini oluşturan jeolojik birimlerin dinamik ve elastik özelliklerinin bilinmesine bağlıdır. Bunun için 30m derinliğe kadar yer alan birimlerin sismik P ve S dalga hızlarının bilinmesi gerekmektedir. Bu amaçla, araştırma sahasında sismik dalga hızlarını belirlemek için kırılma yöntemi ve yüzey dalgasının çoklu analizi (MASW) ve kırılma mikrotremör (REMİ) yöntemleri ile kayıtlar alınarak değerlendirme yapılmıştır.

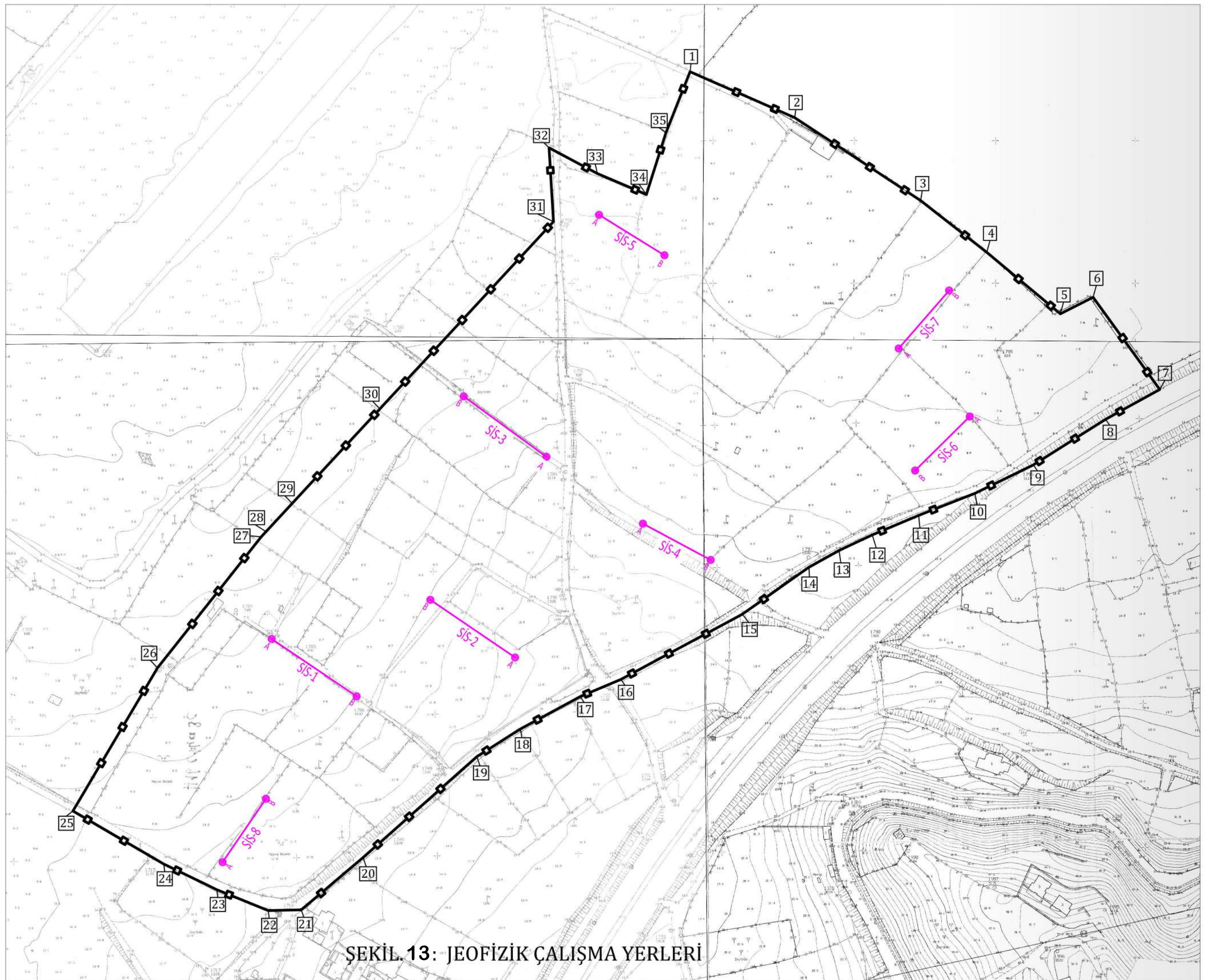
Sismik dalga kayıtları 12 kanallı Geometrics marka Geode model sismograf ve buna bağlı taşınabilir bir bilgisayar, P ve S dalgası jeofonları ile yapılmıştır. Kırılma ölçülerinde 14 Hz, yüzey dalgası MASW ve REMİ ölçülerinde 4,5Hz'lik P jeofonları kullanılmıştır. Jeofonlar, bir doğrultu boyunca 6m ve 4.5m aralıklarla dizilmiş, ofset uzaklığı jeofon aralığına eşit veya 2 katı uzunlukta tutulmuştur.

Enerji kaynağı olarak 10 kg'lık balyoz kullanılmış ve her ölçü için en az 6 kez yığma işlemi yapılmıştır.

Sismik kayıtlar lisanslı Seisimager Pickwin programı ile değerlendirilmiştir. Sismik ölçü hatlarının başlangıç ve bitiş noktalarına denk gelen koordinatları Çizelge. 'da verilmektedir.

ÇİZELGE. 7: SİSMİK ÖLÇÜ HATLARINA AİT KOORDİNATLARI

Ölçü No	BAŞLANGIÇ (WGS-84, 3° Dilim, DOM 27°)		BİTİŞ (WGS-84, 3° Dilim, DOM 27°)	
	X	Y	X	Y
SİS-1	450690	4444050	450750	4444010
SİS-2	450861	4444037	450801	4444077
SİS-3	450883	4444178	450825	4444220
SİS-4	450951	4444131	450998	4444106
SİS-5	450920	4444348	450966	4444320
SİS-6	451180	4444206	451142	4444168
SİS-7	451131	4444254	451166	4444295
SİS-8	450655	4443893	450686	4443938



ŞEKİL 13: JEOFİZİK ÇALIŞMA YERLERİ



FOTOĞRAF.8: SİSMİK ÖLÇÜ EKİPMANI VE SAHA UYGULAMASI

Çalışma sahasında yapılan sismik kırılma, MASW ve REMİ ölçülerine ait sismik izler, zaman-uzaklık ve dispersiyon eğrileri, hesaplanan P ve S dalgası hızları ile sismik kesitler EK.IV'te verilmektedir.

Sismik ölçülerin değerlendirilmesi ile araştırma sahasında genel olarak dört tabakalı sismik yapı kesitleri elde edilmiştir. Ancak farklı yerlerde alınan ölçüler farklı tabakaları temsil edebilmektedir.

Buna göre araştırma sahasında yapılan ölçümlerde görülen zemin tabakalarının sismik hızları şöyledir:

- Gevşek kumlar; $V_{p1}=558-544$ m/sn, $V_{s1}=124-139$ m/sn,
- Orta sıkı kum; $V_{p2}=601-628$ m/sn, $V_{s2}=143-157$ m/sn,
- Orta katı killer; $V_{p3}=668-740$ m/sn, $V_{s3}=167-185$ m/sn
- Katı killer; $V_{p4}=812-1116$ m/sn, $V_{s4}=203-279$ m/sn
- Sıkı kum - Sert kil ; $V_{p5}=1145-1523$ m/sn, $V_{s5}=327-435$ m/sn
arasında ölçülmüştür

Bu sonuçlara göre araştırma sahası için zemin grubunu ve zemin sınıfını belirleyen sismik parametreler aşağıdaki gibi bulunmaktadır:

- Ortalama kayma (**S**) dalgası hızı, $V_{s30}=151-211$ m/sn arasında,
- Göreceli büyütme faktörü, $A=2.7-4.6$ aralığında değişmektedir.
- Zemin Salınım Periyotları;

Alt Periyot $T_{01}=0.35-0.48$ sn, $T_0=0.52-0.72$ sn, Üst Periyot $T_{02}=0.78-1.08$ sn

(Prof. Dr. Ali KEÇELİ ve Prof. Dr Ahmet ERCAN yapmış oldukları yayınlarda "alüvyon zeminlerde sismik hız ölçülerinden bulunan T_0 değeri aslında $T_B(T_{02})$ değerine eşittir" demişlerdir. Tarafımızdan yapılan birçok zemin etüt çalışmasında bu durumun geçerli olduğu görülmüş olup bu çalışmada da aynı şekilde hesaplama yapılmıştır).

ÇİZELGE.8: SİSMİK HIZLAR VE DİNAMİK ELASTİK PARAMETRELER

ÇANAKKALE HAVAALANI ARKASI/ÇANAKKALE - SİSMİK HIZLAR ve ZEMİN PARAMETRELERİ													
Ölçü No:	Tbaka No:	Vp	Vs	Kalınlık	Hız Oranı	LİTOLOJİ	FORMASYON	T01 (sn)	T0 (sn)	T02 (sn)	Vs30 (m/sn)	Büyütme (b)	
		(m/sn)	(m/sn)	(m)	Vp/Vs							Midonkawa (1987)	Borchardt (1991)
1.	1.tb	400	152	4,9	2,6	Silt-Kil-Kum Ardalanması	Alüvyon	0,33	0,50	0,75	204	2,8	3,4
	2.tb	740	185	8	4,0	KİL: siltli, ORTA KATI-KATI							
	3.tb	948	237	12,2	4,0	KUM: siltli, çakıllı, SIKI	Çanakkale						
	4.tb	1318	412		3,2	Kil: kumlu,seyrek çakıllı, SERT							
2.	1.tb	590	201	10	2,9	KUM: siltli, çakıllı,ORTA SIKI, Kil: siltli, KATI	Alüvyon	0,34	0,50	0,76	201	2,8	3,5
	2.tb	603	134	5,8	4,5	KUM: ince-orta, GEVŞEK							
	3.tb	1116	279	13,4	4,0	KUM: ince-orta, çakıllı, SIKI	Çanakkale						
	4.tb	1395	435		3,2	KİL: kumlu,seyrek çakıllı, SERT							
3.	1.tb	550	183	10	3,0	KUM: siltli, çakıllı, ORTA SIKI	Alüvyon	0,43	0,64	0,96	180	3,0	3,9
	2.tb	584	146	12	4,0	Kil: siltli, kumlu, ORTA KATI							
	3.tb	939	247	22	3,8	KİL: siltli, kumlu, ÇOK KATI	Çanakkale						
	4.tb	1300	407		3,2	KİL: kumlu,seyrek çakıllı, SERT							
4.	1.tb	580	194	9	3,0	KUM: ince-orta, ORTA SIKI KİL: KATI	Alüvyon	0,38	0,56	0,85	189	2,9	3,7
	2.tb	601	143	9,5	4,2	Kum; GEVŞEK, Kil; ORTA KATI							
	3.tb	1064	266	18	4,0	KUM: ince-orta, SIKI	Çanakkale						
	4.tb	1390	434		3,2	KİL: kumlu,seyrek çakıllı, SERT							
5.	1.tb	544	139	2,7	3,9	Bitkisel Toprak, Orta Kati KİL	Alüvyon	0,48	0,72	1,08	151	3,4	4,6
	2.tb	608	152	13,6	4,0	KUM: ince-orta, ORTA SIKI							
	3.tb	604	151	16	4,0		Çanakkale						
	4.tb	1145	327		3,5	KİL: kumlu,seyrek çakıllı, SERT							
6.	1.tb	400	119	2,5	3,4	Bitkisel Toprak, Gevşek Kum	Alüvyon	0,37	0,56	0,84	195	2,9	3,6
	2.tb	628	157	12,1	4,0	Kil; ORTA KATI + Kum; ORTA SIKI							
	3.tb	980	245	10,1	4,0	KUM: SIKI	Çanakkale						
	4.tb	1264	361		3,5	KİL: kumlu,seyrek çakıllı, SERT							
7.	1.tb	576	192	8	3,0	KİL: Siltli, kumlu, KATI	Alüvyon	0,35	0,52	0,78	211	2,7	3,3
	2.tb	668	167	7,2	4,0	KUM: İnce-orta, ORTA SIKI							
	3.tb	980	245	13	4,0	KİL: Siltli, kum ardalanmalı, KATI	Çanakkale						
	4.tb	1313	375		3,5	KİL: Siltli, kumlu,seyrek çakıllı, SERT							
8.	1.tb	678	226	9	3,0	KUM: ince-orta, ORTA SIKI	Alüvyon	0,38	0,57	0,86	184	3,0	3,8
	2.tb	558	124	6,4	4,5	Kil; YUMUŞAK, Kum; GEVŞEK							
	3.tb	812	203	14,6	4,0	KUM: İnce-orta, ORTA SIKI	Çanakkale						
	4.tb	1348	385		3,5	KİL: Siltli, kumlu,seyrek çakıllı, SERT							

AFET BÖLGELERİNDE YAPILACAK YAPILAR HAKKINDAKİ YÖNETMELİK (1997) VE EUROCODE 8

Çizelge. 9'da sismik hızlar ve dinamik parametrelere göre verilen zemin grubu ve zemin sınıflamaları aşağıdaki gibi verilmiştir.

ÇİZELGE.9: DEPREM BÖLGELERİNDE YAPILACAK YAPILAR HAKKINDA YÖNETMELİK PARAMETRELERİ

Deprem Bölgesi	Etkin Yer İvme Katsayısı (A_0)	Zemin Grubu	V_s Hızı (m/sn)	Yerel Zemin	T_A (sn)	T_B (sn)
1	0.4	A	>700	Z1	0.10	0.30
2	0.3	B	400 - 700	Z2	0.15	0.40
3	0.2	C	200 - 400	Z3	0.15	0.60
4	0.1	D	<200	Z4	0.20	0.90

ÇİZELGE. 10: EUROCODE 8'DE V_{s30} 'A GÖRE ZEMİN SINIFLARI

Zemin Grubu	Tanım	Özellikler(m/sn)
A	Kaya yada diğer benzeri formasyonlar	$V_s > 800$
B	Çok sıkı kum çakıl ya da çok sert killer	$360 < V_s \leq 800$
C	Sıkı ya da orta sıkı kum, çakıl veya sert kil	$180 < V_s \leq 360$
D	Gevşekten-Orta sıkıya kadar kohezyonsuz zeminler veya Yumuşaktan - serte kadar kohezyonlu zeminler	$180 < V_s$

ÇİZELGE. 11: NATIONAL EARTHQUAKE HAZARDS REDUCTION PROGRAM (NEHRP)'E GÖRE ZEMİN SINIFLAMA KRİTERLERİ

NEHRP'e Göre Zemin Sınıfı Türü	Zemin Tanımı	V_{s30} (m/s)
A	Sert Anakaya	>1500 m/s
B	Sağlam Dayanıklı – Sert Anakaya Arası	760-1500 m/s
C	Yoğun Toprak Yumuşak Kaya	360-760 m/s
D	Sert Toprak	180-360 m/s
E	Yumuşak kil	<180 m/s
F	Özel Araştırma Gerektiren Zeminler	<150 m/s

ÇİZELGE. 12: SPEKTRAL BÜYÜTMELERE GÖRE MİKROBÖLGELEME ÖLÇÜTLERİ ANSAL VE DİĞ., (2001)

Spektral Büyütme	Tehlike Düzeyi
0.0-2.5	A(Düşük)
2.5-4.0	B(Orta)
4.0-6.5	C(Yüksek)

Bütün sonuçları göz önüne aldığımızda;

Etkin Yer İvme Katsayısı : **A₀= 0.40**

Zemin Grubu : **C-D (DBYYHH VE EUROCODE8 E GÖRE),
D-E (NEHPR'E GÖRE)**

Zemin Sınıfı : **Z3-Z4**

Büyütme : **B-C**(orta-yüksek) olarak bulunmaktadır.

Sahanın genelinde zemin grubu C, zemin sınıfı Z3 olarak bulunurken sadece kuzey tarafta yapılan SİS-5 ölçü yerinde zemin grubu D, zemin sınıfı Z4 olarak bulunmuştur. Ancak diğer ölçü yerlerinde de Vs₃₀ ortalama kayma dalgası hızı Z4 sınıfına çok yakın sınırdadır çıkmıştır.

9. ZEMİN VE KAYA TÜRLERİNİN JEOTEKNİK ÖZELLİKLERİ

9.1. ZEMİN VE KAYA TÜRLERİNİN SINIFLANDIRILMASI

İnceleme alanında sondajlarla elde edilen zemin örneklerinin sıkışabilirlik, kıvam ve plastisite derecelerine göre sınıflandırılması Çizelge. 'de verilmiştir.

ÇİZELGE. 13: ZEMİNLERİN SIKIŞABİLİRLİĞİ (SOVVERS, 1979)

Tanım	Sıkışma İndisi (Cc)	Likit Limit (%)
Düşük Sıkışabilirlik	0 - 0,19	0 - 30
Orta Sıkışabilirlik	0,20 - 0,39	31 - 50
Yüksek sıkışabilirlik	>0,40	>51

ÇİZELGE. 14: PLASTİSİTE DERESESİNİN PLASTİSİTE İNDİSİNE GÖRE BELİRLENMESİ (LEONARS, 1962)

Plastisite İndisi, PI (%)	Plastisite Derecesi	Kuru Dayanım
0 - 5	Plastik değil	Çok düşük
15 - 40	Az plastik	Düşük
15 - 40	Plastik değil	Orta
>40	Çok Plastik	Yüksek

ÇİZELGE. 15: ZEMİNLERİN KIVAMLILIK İNDİSİNE GÖRE SINIFLANDIRILMASI

Kıvamlılık İndisi (Ic)	Sınıflama
<0,05	Çok yumuşak
0,05 - 0,25	Yumuşak
0,25 - 0,75	Sıkı
0,75 - 1,00	Sert
>1,00	Çok Sert

ÇİZELGE. 16: İNCELEME ALANINDAKİ BİRİMLERİN SIKIŞABİLİRLİK, KIVAM VE PLASTİSİTE DERECELERİNE GÖRE SINIFLANDIRILMASI

Sondaj No	Derinlik (m)	PI	Plastisite Derecesi	Cc	Sıkışabilirlik	Ic	Kıvam	SPT	Kıvam	Litoloji	Formasyon
SK-1	7,50-7,95	29,20	Orta	40,30	Orta	0,41	Sıkı	4	Yumuşak	Kil	Alüvyon
SK-2	7,50-8,00	16,50	Orta	27,70	Düşük	0,62	Sıkı	-	-	Kum	Alüvyon
SK-2	13,50-13,95	30,20	Orta	45,30	Orta	0,59	Sıkı	13	Katı	Kil	Alüvyon
SK-3	7,00-7,50	22,80	Orta	41,10	Orta	0,61	Sıkı	-	-	Kil	Alüvyon
SK-3	19,50-19,95	21,50	Orta	37,90	Orta	-0,01	Çok Yumuşak	13	Katı	Kil	Alüvyon
SK-4	13,50-13,95	19,70	Orta	36,90	Orta	-0,03	Çok Yumuşak	29	Çok Katı	Kil	Alüvyon
SK-5	3,00-3,50	6,90	Düşük	20,90	Düşük	-0,55	Çok Yumuşak	-	-	Kil	Alüvyon
SK-6	6,00-6,50	8,40	Düşük	20,80		-0,18	Çok Yumuşak	-	-	Kil	Alüvyon
SK-6	10,50-11,00	37,20	Orta	59,10	Düşük	0,80	Sert	-	-	Kil	Alüvyon
SK-6	16,50-16,95	39,60	Orta	58,90	Yüksek	0,28	Sıkı	12	Katı	Kil	Alüvyon
SK-7	4,50-5,00	19,30	Orta	35,20	Orta	0,63	Sıkı	-	-	Kil	Alüvyon
SK-7	18,00-18,50	39,20	Orta	57,70	Yüksek	0,25	Sıkı	-	-	Kil	Alüvyon
SK-7	24,00-24,45	38,70	Orta	56,10	Yüksek	0,58	Sıkı	79	Sert	Kil	Alüvyon
SK-7	30,00-30,40	14,00	Düşük	31,20	Orta	1,06	Çok Sert	Refü	Sert	Kil	Alüvyon

9.2. MÜHENDİSLİK ZONLARI VE ZEMİN PROFİLLERİ

İnceleme alanında yer alan tabakalar sıklıklarına ve kıvamlarına göre ayırtlanmıştır. Bu düzenlemede 17 ve Çizelge. 18’deki değerler göz önüne alınmıştır.

ÇİZELGE. 17: KABA DANELİ ZEMİNLER İÇİN SPT DEĞERİNE GÖRE SINIFLAMA (CLAYTON, 1993)

Rölatif Sıklık	SPT N Değeri
Çok Gevşek	0-3
Gevşek	3-8
Orta Sıkı	8-25
Sıkı	25-42
Çok Sıkı	>42

ÇİZELGE. 18: KOHEZİF ZEMİNLER İÇİN SPT N DEĞERİNE GÖRE SINIFLAMA (PECK, 1974)

Kıvam	SPT N Değeri	Serbest Basınç Dayanımı, q_u
Çok Yumuşak	0-1	< 25 kPa
Yumuşak	2-4	25 – 50 kPa
Orta Katı	5-8	50 – 100 kPa
Katı	9-15	100 – 200 kPa
Çok Katı	16-30	200 – 400 kPa
Sert	31-60	400 – 800 kPa
Çok Sert	>60	> 800 kPa

İnceleme alanı için hazırlanan zemin kesitleri Şekil. 17’de sunulmaktadır.

İnceleme alanını oluşturan zemin tabakaları kıvam ve sıklıklarına bağlı olarak 7 başlık altında incelenecektir. Bunlar;

- Dolgu (DO)
- Gevşek KUM (A)
- Orta Sıkı KUM (B)
- Sıkı KUM (C)
- Orta Katı KİL (D)
- Katı KİL (E)
- Çok Sert KİL (F)’dir.

9.2.1. GEVŞEK KUM (A)

Sahada SK-2 ve 6 sondajlarında dolgu altında, SK-1 sondajında katı kil tabakası altında gözlenmiştir. Tabakanın kalınlığı bulunduğu yerlerde 2,00 m ile 5,70 m arasında bulunmaktadır. Tabaka sondajlar sırasında; ince-orta-kaba daneli, bloklu, bloklar yer yer 5-15 cm boyutunda, polijenik kökenli, çakıllı, çakıllar; yassı yuvarlak şekilli, siltli, kıvılcımsı kahverengi renkli kum olarak tanımlanmıştır. Bu tabakada yapılan 6 adet SPT'nin değeri $N=4$ -Refü arasında, düzeltilmiş SPT değerleri ise $(N_1)_{60} = 3-50$ arasında bulunmuştur. Tabaka genel olarak gevşek yerleşmiştir. Bu tabakanın ortalama düzeltilmiş SPT değeri, 6 deneyin ortalamasına göre $(N_1)_{60,ort} = 6$ kabul edilecektir.

Bu tabakadan alınan 3 SPT örneğinin elek deney sonuçlarına göre;

Çakıl, $>\#4$	% 3,3 - % 30,6 (ortalama % 13,7)
Kum, $\#200 < \#4$	% 51,9 - % 55,3 (ortalama % 53,5)
İnce Daneler, $\#200 <$	% 14,1 - % 44,8 (ortalama % 32,8)

arasında elde edilmiştir.

Bu tabakadan alınan 1 SPT örneğinin hidrometre analizlerine göre;

Kaba Daneler, $>\#200$	% 55,2
Silt	% 34,4
Kil	% 10,4

elde edilmiştir.

$(N_1)_{60}$ değerlerinin ağırlıklı ortalaması $(N_1)_{60,ort} = 6$ olarak alınırsa, bu ortalama $(N_1)_{60}$ değerine göre drenajsız İçsel Sürtünme Açısı

$$\phi' = \sqrt{15.4(N_1)_{60}} + 20^\circ$$

eşitliği ile (Hatanaka ve Uchida, 1996)

$$\phi' = 29,6^\circ$$

bulunmaktadır.

Gerecin içindeki ince dane oranı nedeniyle bu değer

$$\phi' = 25^\circ \quad \text{alınması uygun görünmektedir.}$$

9.2.2. ORTA SIKI KUM (B)

Sahada yapılan tüm sondajlarda gözlenmiştir. SK-1, 2 ve 4 sondajları bu tabaka içinde sonlanmıştır. Tabakanın kalınlığı $>5,45$ m'dir. Tabaka sondajlar sırasında; ince-orta daneli, yer yer orta-kaba daneli geçişli, çakıllı, çakıllar; ince-orta-kaba daneli, polijenik kökenli, daneler yassı yuvarlak şekilli, bloklu, kum ara dolgulu, seyrek kavkı parçalı, sarımsı-kıvılcımsı kahverengi, sarımsı-mavimsi gri renkli kum olarak tanımlanmıştır. Bu tabakada yapılan 34 adet SPT'nin değeri $N=10-61$ arasında, düzeltilmiş SPT değerleri ise $(N_1)_{60} = 11-41$ arasında

bulunmuştur. Bu tabakanın ortalama düzeltilmiş SPT değeri, 34 deneyin ortalamasına göre $(N_1)_{60,ort} = 18$ kabul edilecektir.

Bu tabakadan alınan 9 SPT örneğinin elek deney sonuçlarına göre;

Çakıl, >#4	% 0,1 - % 24,4 (ortalama % 6,5)
Kum, #200< <#4	% 40,1 - % 93,2 (ortalama % 67,3)
İnce Daneler, #200<	% 6,6 - % 57,0 (ortalama % 26,2)

arasında elde edilmiştir.

$(N_1)_{60}$ değerlerinin ağırlıklı ortalaması $(N_1)_{60,ort} = 18$ olarak alınırsa, bu ortalama $(N_1)_{60}$ değerine göre drenajsız İçsel Sürtünme Açısı

$$\phi' = \sqrt{15.4}(N_1)_{60} + 20^\circ$$

eşitliği ile (Hatanaka ve Uchida, 1996)

$$\phi' = 36,6^\circ$$

bulunmaktadır. Gerecin içindeki ince dane oranı nedeniyle bu değer

$$\phi' = 32^\circ \quad \text{alınması uygun görünmektedir.}$$

9.2.3. SIKI KUM (C)

Sahada yapılan SK-1, 2 ve 3 sondajlarında gözlenmiştir. Tabakanın kalınlığı bulunduğu yerlerde 1,50 m ile 7,90 m arasında değişmektedir. Tabaka sondajlar sırasında; orta-iri daneli, çakıllı, çakıllar; ince-orta daneli, seyrek kaba daneli, yassı yuvarlak şekilli, farklı kaya kökenli, siltli, sarımsı-kızılımsı kahverengi renkli. Tabakanın kalınlığı bulunduğu yerlerde 1,50 m ile 7,90 m arasında değişmektedir. Bu tabakada yapılan 8 adet SPT'nin değeri $N = 10-65$ arasında, düzeltilmiş SPT değerleri ise $(N_1)_{60} = 6-46$ arasında bulunmuştur. Bu tabakanın ortalama düzeltilmiş SPT değeri, 8 deneyin ortalamasına göre $(N_1)_{60,ort} = 30$ kabul edilecektir.

Bu tabakadan alınan 2 SPT örneğinin elek deney sonuçlarına göre;

Çakıl, >#4	% 1,7 - % 29,3 (ortalama % 15,5)
Kum, #200< <#4	% 60,3 - % 76,5 (ortalama % 68,4)
İnce Daneler, #200<	% 10,3 - % 21,9 (ortalama % 16,1)

arasında elde edilmiştir.

$(N_1)_{60}$ değerlerinin ağırlıklı ortalaması $(N_1)_{60,ort} = 30$ olarak alınırsa, bu ortalama $(N_1)_{60}$ değerine göre drenajsız İçsel Sürtünme Açısı

$$\phi' = \sqrt{15.4}(N_1)_{60} + 20^\circ$$

eşitliği ile (Hatanaka ve Uchida, 1996)

$$\phi' = 41,5^\circ$$

bulunmaktadır. Gerecin içindeki ince dane oranı nedeniyle bu değer

$$\phi' = 36^\circ \quad \text{alınması uygun görünmektedir.}$$

9.2.4. ORTA KATI KİL (D)

Sahada SK-3 ve 4 sondajları hariç diğer tüm sondajlarda gözlenmiştir. Tabakanın kalınlığı bulunduğu yerlerde 3,00 m ile 13,70 m arasında değişmektedir. Tabaka sondajlar sırasında; ince daneli çakıllı, ince daneli kumlu, yoğun siltli, kızılımsı kahverengi, yeşilimsi koyu gri renkli kil olarak tanımlanmıştır. Bu tabakada yapılan 24 adet SPT ile elde edilen değerler $N=4-24$ arasında, düzeltilmiş SPT değerleri ise $N_{60}=3-22$ arasında değişmektedir. Bu tabakanın ortalama düzeltilmiş SPT değeri, 24 adet deneyin ortalaması ile, $N_{60,ort}=8$ kabul edilecektir.

Bu tabakadan alınan 8 zemin örneğinin elek deney sonuçlarına göre;

Çakıl, $> \#4$	% 0,0 - % 4,0 (ortalama % 0,7)
Kum, $\#200 < \#4$	% 1,0 - % 51,1 (ortalama % 17,2)
İnce Daneler, $\#200 <$	% 44,9 - % 99,0 (ortalama % 82,1)

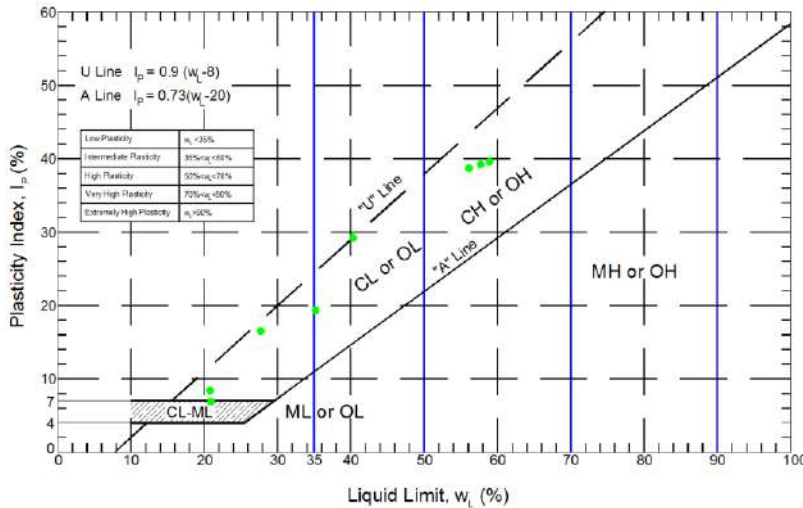
arasında elde edilmiştir.

Bu tabakadan alınan 8 zemin örneğinin Atterberg Limitleri;

Su İçeriği, w_n :	% 17,5 - % 47,9 (ortalama: % 30,7)
Likit Limit, w_L :	% 20,8 - % 58,9 (ortalama: % 39,7)
Plastik Limit, w_P :	% 11,1 - % 19,3 (ortalama: % 15,0)
Plastisite İndisi, PI :	% 6,9 - % 39,6 (ortalama: % 24,7)

arasında hesaplanmıştır.

Plastisite Kartı'nda gerecin genel olarak düşük plastisiteli kil (CL) olduğu görülmektedir (Şekil. 14).



ŞEKİL. 14: D TABAKASI PLASTİSİTE KARTI

D tabakasının drenajsız kayma dayanımı, 3 adet zemin üç eksenli basınç dayanımı ile belirlenmiştir.

$$C_u = 23,73 - 28,74 - 83,66 \text{ kPa} \quad (\text{ortalama } 45,38 \text{ kPa})$$

$\phi = 5,93 - 7,19 - 6,88^\circ$ (ortalama $6,67^\circ$) olarak bulunmuştur.

D tabakasının drenajsız kayma dayanımı, 1 adet zemin direk kesme ile belirlenmiştir.

$C_u = 19,14$ kPa

$\phi = 6,00^\circ$ olarak bulunmuştur.

Orta katı killerden alınmış 2 adet örselenmemiş örnek üzerinde konsolidasyon deneyi yapılmıştır.

Buna göre 0-100 kPa arasındaki yük kademesi için;

Hacimsel sıkışma katsayısı, $m_v = 0,00012 - 0,00034$ m²/kN (ort 0,00023 m²/kN)

Konsolidasyon katsayısı, $c_v = 0,07 - 0,08$ mm²/sn (0,075 mm²/sn)

Başlangıç Boşluk Oranı, $e_o = \% 131,11 - 115,93$

olarak elde edilmiştir.

Gerecin ortalama düzeltilmiş SPT $N_{60,ort} = 8$ alındığında, drenajsız kayma dayanımı Stroud(1974)'un önerdiği

$c_u = 5,0 N_{60}$ formülüne göre,

$c_u = 40,0$ kN/m² (0,40 kg/cm²) bulunmaktadır.

9.2.5. KATI KİL €

Sahada yapılan SK-5 sondajı hariç tüm sondajlarda gözlemiştir. Tabakanın kalınlığı bulunduğu yerlerde 1,40 m ile 8,75 m arasında değişmektedir. Tabaka sondajlar sırasında; seyrek çakıllı, az-ince kumlu, yoğun siltli, seyrek kavkı parçalı, sarımsı-kızılımsı kahverengi, yeşilimsi gri renkli kil olarak tanımlanmıştır. Bu tabakada yapılan 15 adet SPT ile elde edilen değerler $N = 11-29$ arasında, düzeltilmiş SPT değerleri ise $N_{60} = 9-21$ arasında değişmektedir. Bu tabakanın ortalama düzeltilmiş SPT değeri, 15 adet deneyin ortalaması ile, $N_{60,ort} = 12$ kabul edilecektir.

Bu tabakadan alınan 5 zemin örneğinin elek deney sonuçlarına göre;

Çakıl, $> \#4$ % 0,0 - % 1,7 (ortalama % 0,8)

Kum, $\#200 < \#4$ % 2,8 - % 32,9 (ortalama % 18,2)

İnce Daneler, $\#200 <$ % 65,9 - % 97,2 (ortalama % 81,0)

arasında elde edilmiştir.

Bu tabakadan alınan 5 zemin örneğinin Atterberg Limitleri;

Su İçeriği, w_n : % 27,1 - % 38,2 (ortalama: % 31,9)

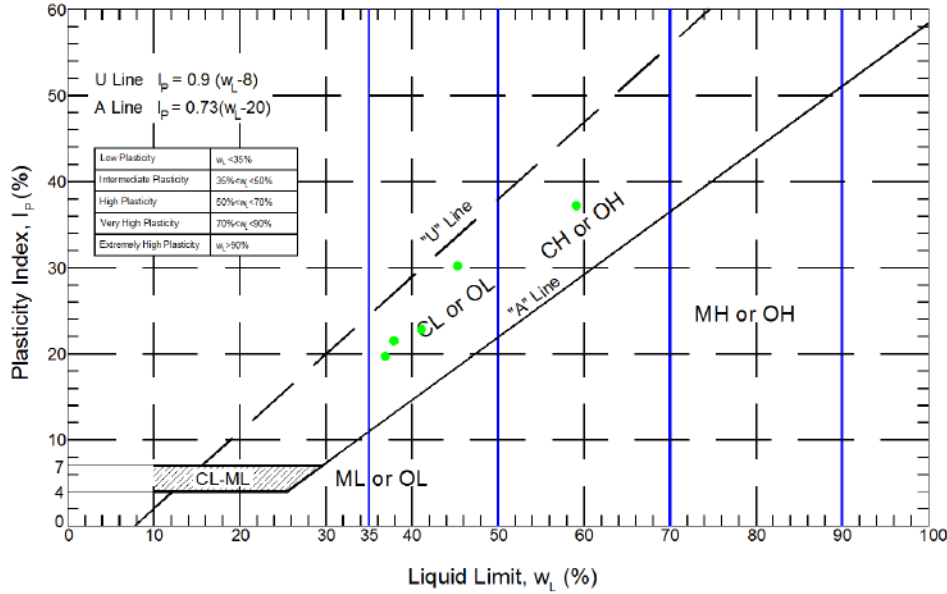
Likit Limit, w_L : % 36,9 - % 59,1 (ortalama: % 44,1)

Plastik Limit, w_P : % 15,1 - % 21,9 (ortalama: % 17,8)

Plastisite İndisi, PI : % 19,7 - % 37,2 (ortalama: % 26,3)

arasında hesaplanmıştır.

Plastisite Kartı'nda gerecin genel olarak düşük plastisiteli kil (CL) olduğu görülmektedir (Şekil. 15).



ŞEKİL. 15: E TABAKASI PLASTİSİTE KARTI

Katı killerden alınmış 1 adet örselenmemiş örnek üzerinde konsolidasyon deneyi yapılmıştır.

Buna göre 0-100 kPa arasındaki yük kademesi için;

Hacimsel sıkışma katsayısı, $m_v = 0,00060 \text{ m}^2/\text{kN}$

Konsolidasyon katsayısı, $c_v = 0,10 \text{ mm}^2/\text{sn}$

Başlangıç Boşluk Oranı, $e_0 = \% 74,86$

olarak elde edilmiştir.

Gerecin ortalama düzeltilmiş SPT $N_{60,ort} = 12$ alındığında, drenajsız kayma dayanımı Stroud(1974)'ün önerdiği

$c_u = 5,0 N_{60}$ formülüne göre,

$c_u = 60,0 \text{ kN/m}^2$ ($0,60 \text{ kg/cm}^2$) bulunmaktadır.

9.2.6. ÇOK SERT KİL (F)

Sahada en derin yapılan SK-7 sondajı bu tabakada sonlandırılmıştır. Kalınlığının $>6,05 \text{ m}$ olduğu anlaşılmaktadır. Tabaka sondajlar sırasında; çakıllı, çakıllar orta-kaba daneli, yassı yuvarlak-yarı köşeli şekilli, farklı kaya kökenli, kumlu, yoğun siltli, kızılımsı kahverengi renkli kil olarak tanımlanmıştır. Bu tabakada yapılan 3 adet SPT ile elde edilen değerler $N = 79$ -Refü arasında, düzeltilmiş SPT değerleri ise $N_{60} = 72-77$ arasında değişmektedir. Bu tabakanın ortalama düzeltilmiş SPT değeri $N_{60,ort} = 50$ kabul edilecektir.

Bu tabakadan alınan 1 SPT örneğinin elek deney sonuçlarına göre;

Çakıl, $>\#4$ % 0,0

Kum, $\#200 < \#4$ % 46,4

İnce Daneler, #200< % 53,6
elde edilmiştir.

Bu tabakadan alınan 1 SPT örneğinin Atterberg Limitleri;

Su İçeriği, w_n : % 16,3

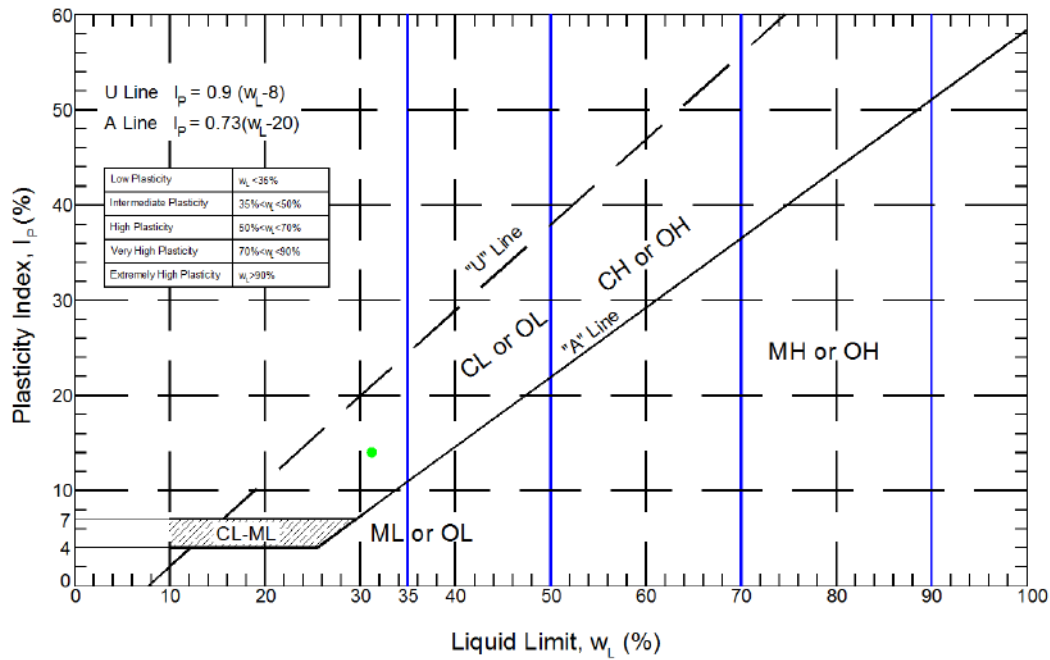
Likit Limit, w_L : % 31,2

Plastik Limit, w_P : % 17,2

Plastisite İndisi, PI : % 14,0

hesaplanmıştır.

Plastisite Kartı'nda gerecin düşük plastisiteli kil (CL) olduğu görülmektedir (Şekil. 16).



ŞEKİL. 16: F TABAKASI PLASTİSİTE KARTI

Gerecin ortalama düzeltilmiş SPT $N_{60,ort} = 50$ alındığında, drenajsız kayma dayanımı Stroud(1974)'ün önerdiği

$c_u = 5,0 N_{60}$ formülüne göre,

$c_u = 250,0 \text{ kN/m}^2$ ($2,50 \text{ kg/cm}^2$) bulunmaktadır.

İnceleme alanında ince ve kaba taneli alüvyonlar bulunmaktadır.

Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik'e (DBYBHY) göre inceleme alanında yer alan alüvyon çökeller ve anakaya için;

Zemin Grubu:

Gevşek Kum: D-2

Orta Sıkı Kum: C-2

Sıkı Kum: B-2

Orta Katı Kil: C-2

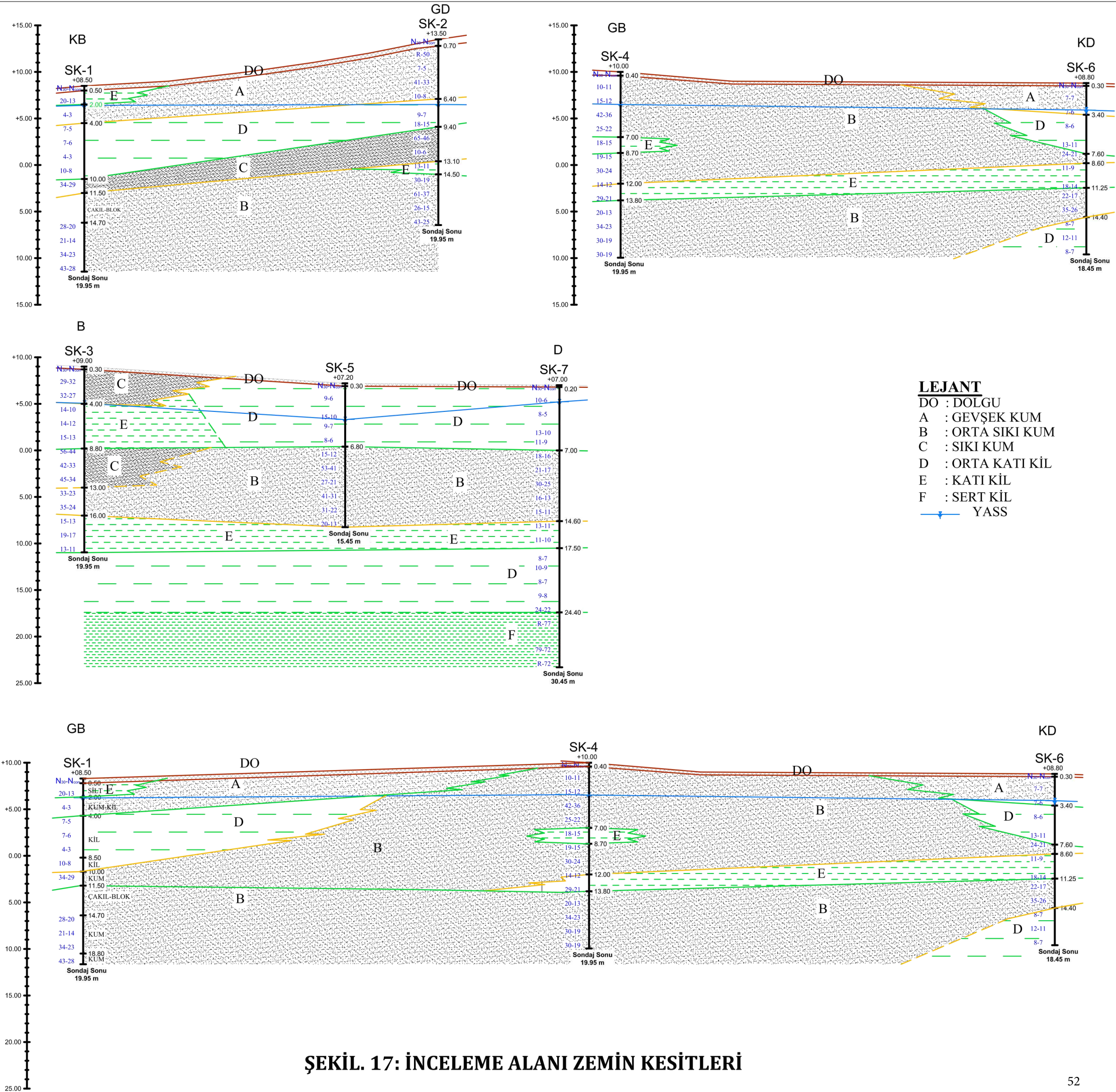
Çok Katı Kil: B-3

olarak belirlenmiştir. **Zemin sınıfı: Z3** olarak alınmasını önermekteyiz.

ÇİZELGE. 19: ZEMİN GRUPLARI VE YEREL ZEMİN SINIFLARI

Zemin Grubu	Zemin Grubu Tanımı	Stand. Penetr. (N/30)	Relatif Sıkılık (%)	Serbest Basınç Direnci (kPa)	Kayma Dalgası Hızı (m/s)
(A)	1. Masif volkanik kayalar ve ayrışmamış sağlam metamorfik kayalar, sert çimentolu tortul kayalar.... 2. Çok sıkı kum, çakıl..... 3. Sert kil ve siltli kil.....	— > 50 > 32	— 85–100 —	> 1000 — > 400	> 1000 > 700 > 700
(B)	1. Tüf ve aglomera gibi gevşek volkanik kayalar, süreksizlik düzlemleri bulunan ayrışmış çimentolu tortul kayalar.... 2. Sıkı kum, çakıl..... 3. Çok katı kil ve siltli kil...	— 30–50 16–32	— 65–85 —	500–1000 — 200–400	700–1000 400–700 300–700
(C)	1. Yumuşak süreksizlik düzlemleri bulunan çok ayrışmış metamorfik kayalar ve çimentolu tortul kayalar. 2. Orta sıkı kum, çakıl..... 3. Katı kil ve siltli kil.....	— 10–30 8–16	— 35–65 —	< 500 — 100–200	400–700 200–400 200–300
(D)	1. Yeraltı su seviyesinin yüksek olduğu yumuşak, kalın alüvyon tabakaları..... 2. Gevşek kum..... 3. Yumuşak kil, siltli kil.....	— < 10 < 8	— < 35 —	— — < 100	< 200 < 200 < 200

Yerel Zemin Sınıfı	Tablo 6.1'e Göre Zemin Grubu ve En Üst Zemin Tabakası Kalınlığı (h_1)
Z1	(A) grubu zeminler $h_1 \leq 15$ m olan (B) grubu zeminler
Z2	$h_1 > 15$ m olan (B) grubu zeminler $h_1 \leq 15$ m olan (C) grubu zeminler
Z3	$15 \text{ m} < h_1 \leq 50$ m olan (C) grubu zeminler $h_1 < 10$ m olan (D) grubu zeminler
Z4	$h_1 > 50$ m olan (C) grubu zeminler $h_1 > 10$ m olan (D) grubu zeminler



ŞEKİL. 17: İNCELEME ALANI ZEMİN KESİTLERİ

9.3. ZEMİN DİNAMİK-ELASTİK PARAMETRELERİ

Türüne, kıvamına, yerleşim sıklığına, SPT değerlerine ve jeofizik ölçüm verilerine göre birimlerin dinamik-elastik parametreleri aşağıda verilmektedir.

- 30m derinlik için ortalama S hızı $V_{s30} = 30 / ((h_1/V_{s1}) + ((30-h_{i-1})/V_{si-2}))$... m/sn
- Zemin hakim titreşim periyodu (Kanai, 1983) $T_0 = (T_B) = \sum 4h_i/V_{si}$ Sn
- Alt ve Üst salınım periyodları (Aytun, 2001) $T_A = T_0/1.5$, $T_B = T_0*1.5$
- Göreceli zemin büyütme faktörü:

$$\text{Midorikawa, 1987} \quad A = 68.V_s^{-0.6}$$

$$\text{Borcherdth, 1991} \quad A_{HSA} = 700/V_s$$

bağıntıları ile vermişlerdir.

9.3.1. JEOFİZİK ÖLÇÜM VERİLERİNE GÖRE BİRİMLERİN DİNAMİK-ELASTİK PARAMETRELERİ

Sismik ölçümler zeminlerin elastik parametrelerine ait bir üst sınır elastikliği sunar, bu durum zeminlerin düşük gerilme altında ($\sim 10^{-6}$ - 10^{-5}) gösterdikleri minimum deformasyondur. Kayaçların ve zeminlerin gerilmeler altında hacim ve birim değiştirmeleri ile oluşan deformasyonları etkileyen parametreler sismik P ve S dalga hızlarından hesaplanabilmektedir. Dinamik Elastik Parametreler olarak adlandırılan bu parametreler aşağıda sıralanmıştır.

Yoğunluk (d); Bir cm^3 hacimdeki ağırlıktır. Sismik dalga hızları ölçülen tabakanın zemin veya kaya olmasına bağlı olarak iki ayrı bağıntı ile verilmiştir.

$$d_{(\text{zemin})} = 0,31.(V_p)^{0,25} \quad (\text{gr}/\text{cm}^3)$$

$$d_{(\text{kaya})} = 0,2*V_p + 1,6 \quad (\text{gr}/\text{cm}^3)$$

Poisson Oranı (u); Gerilmeler altında şekil değişikliğine uğrayan cisimlerin enine deformasyonun boyuna deformasyona oranıdır, 0.1-0.5 arasında değişir. Sismik V_p ve V_s dalga hızlarından

$$u = [V_p^2 - 2V_s^2] / [2(V_p^2 - V_s^2)] \quad (\text{birimsiz})$$

formülü ile bulunabilmektedir.

Poisson oranına göre zemin durumu aşağıdaki Çizelge.20'de verilmiştir.

ÇİZELGE. 20 : POISSON ORANINA GÖRE ZEMİN DURUMU (A. ERCAN, 2001)

Poisson Oranı	Zemin/Kaya Sıklılığı
0,5	Cıvık-Sıvı
0,4-0,5	Çok Gevşek
0,3-0,39	Gevşek
0,2-0,29	Sıkı - Katı
0,1-0,19	Katı
0,0-0,09	Sağlam

Dinamik Kayma(Shear) Modülü (G_d): Vs dalga hızı ve yoğunluğa bağlıdır. Katılık veya rijidite olarak da tanımlanır. Şekil değişikliğine karşı veya makaslamaya karşı direncin göstergesidir. Zemin ve depremle ilgili hasarların tespiti açısından önemli bir parametredir.

$$G_0 = (V_s^2 \cdot d) / 100 \quad \dots \text{kg/cm}^2$$

bağıntısı ile hesaplanabilmektedir. Kesme modülüne bağlı zemin tanımlaması aşağıdaki tabloda verilmiştir.

ÇİZELGE.21: KESME MODÜLÜNE GÖRE ZEMİN ÖZELLİĞİ TANIMLAMASI (BOWLES, 1988)

G_0 (kg/cm ²)	Zemin Özelliği
0.0 - 600	Gevşek
600 - 3000	Orta Sağlam
3000 - 10000	Sağlam
>10000	Çok Sağlam

Dinamik Elastisite Modülü (E_d): Sismik Vp ve Vs dalga hızlarından bulunabilmektedir. Young modülü olarak da adlandırılmaktadır. Birim yük (gerilme) karşısındaki birim deformasyon miktarıdır. Jeolojik birimlerin sertlik ve sıklığının bir göstergesidir.

$$E = 2G(1 + u) \quad \dots \text{kg/cm}^2$$

ÇİZELGE. 22: ELASTİSİTE MODÜLÜNE GÖRE ZEMİN ÖZELLİĞİ TANIMLAMASI (BOWLES, 1988)

E_d (kg/cm ²)	Zemin Özelliği
0.0 - 2000	Gevşek
2000 - 10000	Orta Sağlam
10000 - 30000	Sağlam
> 30000	Çok Sağlam

Dinamik Bulk Modülü (K_d): Basınç altındaki hacim değişimi. Kayacın sıkışmazlığını – sıkışmaya karşı olan direncidir.

$$K_d = E / (3 (1-2u)) \quad \dots \text{kg/cm}^2$$

Bağıntısı ile hesaplanabilmektedir. Bulk modülüne göre zemin durumu aşağıdaki tabloda verilmiştir.

ÇİZELGE. 23: BULK MODÜLÜNE GÖRE ZEMİN ÖZELLİĞİ TANIMLAMASI (ASTM, 1978)

K_d (kg/cm ²)	Sıkışmazlık
< 400	Çok Az
400 - 10000	Az
10000 - 40000	Orta
40000 - 100000	Yüksek
>100000	Çok Yüksek

Araştırma sahasında yapılan sismik ölçü çalışmasında bulunan P ve S dalgası hızlarından tabakaların dinamik ve elastik parametreleri hesaplanmış ve topluca aşağıdaki Çizelge. 24'de verilmiştir.

ÇİZELGE. 24: İNCELEME ALANIN SİSMİK DALGA HIZI YÖNTEMİYLE HESAPLANAN DİNAMİK-ELASTİK PARAMETRELERİ

ÇANAKKALE HAVAALANI ARKASI SAHADA - SİSMİK HIZLAR DİNAMİK VE ELASTİK PARAMETRELER													
Ölçü No:	Tbaka No	Vp	Vs	Kalınlık	Hız Oranı	Poisson Oranı	Yoğunl.	Kesme Modülü	Elastisite Modülü	Bulk Modülü	Vs30 (m/sn)	LİTOLOJİ	FORMASYON
		(m/sn)	(m/sn)	(m)	Vp/Vs	(u)	d (gr/cm3)	G ₀ (kg/cm2)	E (kg/cm2)	k (kg/cm2)			
1.	1.tb	400	152	4,9	2,6	0,42	1,39	320	907	1791	204	Silt-Kil-Kum Ardalanması	Alüvyon
	2.tb	740	185	8	4,0	0,47	1,62	553	1623	8116		KİL: siltli, ORTA KATI- KATI	
	3.tb	948	237	12,2	4,0	0,47	1,72	966	2834	14171		KUM: siltli, çakıllı, SIKI	
	4.tb	1318	412		3,2	0,45	1,87	3171	9169	28241		KİL: kumlu,seyrek çakıllı, SERT	Çanakkale
2.	1.tb	590	201	10	2,9	0,43	1,53	617	1771	4495	201	KUM: siltli, çakıllı,ORTA SIKI, KİL: siltli, KATI	Alüvyon
	2.tb	603	134	5,8	4,5	0,47	1,54	276	813	5218		KUM: ince-orta, GEVŞEK	
	3.tb	1116	279	13,4	4,0	0,47	1,79	1395	4091	20456		KUM: ince-orta, çakıllı, SIKI	
	4.tb	1395	435		3,2	0,45	1,89	3585	10369	32088		KİL: kumlu,seyrek çakıllı, SERT	Çanakkale
3.	1.tb	550	183	10	3,0	0,44	1,50	503	1446	3871	180	KUM: siltli, çakıllı, ORTA SIKI	Alüvyon
	2.tb	584	146	12	4,0	0,47	1,52	325	953	4764		KİL: siltli, kumlu, ORTA KATI	
	3.tb	939	247	22	3,8	0,46	1,72	1047	3063	13720		KİL: silli, kumlu, ÇOK KATI	
	4.tb	1300	407		3,2	0,45	1,86	3083	8915	27347		KİL: kumlu,seyrek çakıllı, SERT	Çanakkale
4.	1.tb	580	194	9	3,0	0,44	1,52	573	1646	4354	189	KUM: ince-orta, ORTA SIKI KİL: KATI	Alüvyon
	2.tb	601	143	9,5	4,2	0,47	1,53	314	923	5117		Kum; GEVŞEK, KİL; ORTA KATI	
	3.tb	1064	266	18	4,0	0,47	1,77	1253	3675	18373		KUM: ince-orta, SIKI	
	4.tb	1390	434		3,2	0,45	1,89	3565	10311	31818		KİL: kumlu,seyrek çakıllı, SERT	Çanakkale
5.	1.tb	544	139	2,7	3,9	0,47	1,50	289	848	4045	151	Bitkisel Toprak, Orta Katı KİL	Alüvyon
	2.tb	608	152	13,6	4,0	0,47	1,54	356	1043	5216		KUM: ince-orta, ORTA SIKI	
	3.tb	604	151	16	4,0	0,47	1,54	350	1028	5139		KİL: kumlu,seyrek çakıllı, SERT	
	4.tb	1145	327		3,5	0,46	1,80	1928	5613	21048			Çanakkale
6.	1.tb	400	119	2,5	3,4	0,45	1,39	196	570	1956	195	Bitkisel Toprak, Gevşek Kum	Alüvyon
	2.tb	628	157	12,1	4,0	0,47	1,55	383	1122	5610		KİL: ORTA KATI + Kum; ORTA SIKI	
	3.tb	980	245	10,1	4,0	0,47	1,73	1041	3054	15270		KUM: SIKI	
	4.tb	1264	361		3,5	0,46	1,85	2409	7012	26294		KİL: kumlu,seyrek çakıllı, SERT	Çanakkale
7.	1.tb	576	192	8	3,0	0,44	1,52	560	1610	4292	211	KİL: Siltli, kumlu, KATI	Alüvyon
	2.tb	668	167	7,2	4,0	0,47	1,58	440	1289	6446		KUM: Ince-orta, ORTA SIKI	
	3.tb	980	245	13	4,0	0,47	1,73	1041	3054	15270		KİL: Siltli, kum ardalanmalı, KATI	
	4.tb	1313	375		3,5	0,46	1,87	2624	7638	28644		KİL: Siltli, kumlu,seyrek çakıllı, SERT	Çanakkale
8.	1.tb	678	226	9	3,0	0,44	1,58	808	2323	6194	184	KUM; ince-orta, ORTA SIKI	Alüvyon
	2.tb	558	124	6,4	4,5	0,47	1,51	232	683	4382		KİL: YUMUŞAK, Kum; GEVSEK	
	3.tb	812	203	14,6	4,0	0,47	1,65	682	2000	10002		KUM: Ince-orta, ORTA SIKI	
	4.tb	1348	385		3,5	0,46	1,88	2784	8104	30392		KİL: Siltli, kumlu,seyrek çakıllı, SERT	Çanakkale

Araştırma sahasında yapılan sismik ölçülerden belirlenen P ve S dalgası hızlarına göre mevcut zemin tabakaları için dinamik elastik parametreler aşağıdaki gibi özetlenebilir.

Orta Katı –Katı Killer:

Yoğunluk (d); 1,52 – 1,73 gr/cm³ (ORTA)
Poisson Oranı (u); 0,47 (ÇOK GEVŞEK)
Dinamik Kesme (Shear) Modülü (G₀); 325 – 1041 kg/cm² (GEVŞEK-ORTA SAĞLAM)
Dinamik Elastisite Modülü (E_d); 953 – 3054 kg/cm² (GEVŞEK-ORTA SAĞLAM)
Bulk Modülü (k) ; 4764 – 15270 kg/cm² (AZ – ORTA DİRENÇLİ)

Sert Killer:

Yoğunluk (d); 1,80 – 1,89 gr/cm³ (ORTA)
Poisson Oranı (u); 0-45-0,46 (ÇOK GEVŞEK)
Dinamik Kesme (Shear) Modülü (G₀); 1928 – 3585 kg/cm² (ORTA SAĞLAM – SAĞLAM)
Dinamik Elastisite Modülü (E_d); 5613 - 10369 kg/cm² (ORTA SAĞLAM – SAĞLAM)
Bulk Modülü (k) ; 21048 - 32088 kg/cm² (AZ – ORTA DİRENÇLİ)

Gevşek- Orta Sıkı Kum:

Yoğunluk (d); 1,51 – 1,65 gr/cm³
Poisson Oranı (u); 0,47 (ÇOK GEVŞEK)
Dinamik Kesme (Shear) Modülü (G₀); 232 – 682 kg/cm² (GEVŞEK-ORTA SAĞLAM)
Dinamik Elastisite Modülü (E_d); 683 – 2000 kg/cm² (GEVŞEK)
Bulk Modülü (k) ; 4382 - 30392 kg/cm² (AZ – ORTA DİRENÇLİ)

Sıkı Kum:

Yoğunluk (d); 1,72 – 1,77 gr/cm³
Poisson Oranı (u); 0,47 (ÇOK GEVŞEK)
Dinamik Kesme (Shear) Modülü (G₀); 966 - 1395 kg/cm² (ORTA SAĞLAM)
Dinamik Elastisite Modülü (E_d); 2834 - 4091 kg/cm² (ORTA SAĞLAM)
Bulk Modülü (k) ; 14171 - 20456 kg/cm² (AZ – ORTA DİRENÇLİ)
Olarak bulunmuştur.

9.3.2. SONDAJ VERİLERİNE GÖRE BİRİMLERİN DİNAMİK-ELASTİK PARAMETRELERİ

Sondajlar sırasında yapılan SPT deneylerinden elde edilen sonuçlar ile birimlere ait sekant elastik parametreler bazı yaklaşımlar ile tahmin edilebilir.

Gevşek Kum (A)

Elastisite Modülü, $E_s = 700 ((N_1)_{60})$, (Temiz ince-orta kum ve az siltli kum için, FHWA, 2002a) formülünden;

$$E_s = 4,20 \text{ MPa}$$

Poisson Oranı, $\mu = 0,36$ (Foundation Analysis and Design, Bowles, 1998)

Kayma Modülü, $G = 1,54 \text{ Mpa}$ ($G = \frac{E_s}{2(1+\mu)}$, Foundation Analysis and Design, Bowles, 1998)

Düşey Yatak Katsayısı, $k_v = k_{v1}(b+1)^2 / 4b^2$ (NAVFAC DM 7-1, 1984) formülünden

Düşey yatak katsayısı, $k_{v1} = 15 \text{ MN/m}^3$

Temel genişliği, $b = 1,0 \text{ m}$

olmak üzere

$k_v = 15 \text{ MN/m}^3$ alınabilir (seçilecek temel boyutuna göre katsayı değişebilir).

Yatay Yatak Katsayısı, $k_h = n_h (\frac{z}{B})$, (DLH, 2007) formülünden hesaplanabilir. Burada zemin sıkılığına bağlı katsayı, $n_h = 2,2 \text{ MN/m}^3$, z: derinlik, B: kazık çapıdır.

Orta Sıkı Kum (B)

Elastisite Modülü, $E_s = 250 ((N_1)_{60} + 15)$, (suya doymun kum için, Bowles, 1998) formülünden;

$$E_s = 8,25 \text{ Mpa}$$

Poisson Oranı, $\mu = 0,32$ (Bowles, 1998)

Kayma Modülü, $G = 3,125 \text{ Mpa}$

Düşey Yatak Katsayısı, $k_v = k_{v1}(b+1)^2 / 4b^2$ (NAVFAC DM 7-1, 1984) formülünden

Düşey yatak katsayısı, $k_{v1} = 40 \text{ MN/m}^3$

Temel genişliği, $b = 1,0 \text{ m}$

olmak üzere

$k_v = 40 \text{ MN/m}^3$ alınabilir (seçilecek temel boyutuna göre katsayı değişebilir).

Yatay Yatak Katsayısı, $k_h = n_h (\frac{z}{B})$, (DLH, 2007) formülünden hesaplanabilir. Burada zemin sıkılığına bağlı katsayı, $n_h = 4,4 \text{ MN/m}^3$, z: derinlik, B: kazık çapıdır.

Sıkı Kum €

Elastisite Modülü, $E_s = 250 ((N_1)_{60} + 15)$, (suya doymun kum için, Bowles, 1998) formülünden;

$$E_s = 11,25 \text{ Mpa}$$

Poisson Oranı, $\mu = 0,30$ (Bowles, 1998)

Kayma Modülü, $G = 4,32 \text{ Mpa}$

Düşey Yatak Katsayısı, $k_v = k_{v1}(b+1)^2 / 4b^2$ (NAVFAC DM 7-1, 1984) formülünden

Düşey yatak katsayısı, $k_{v1} = 60 \text{ MN/m}^3$

Temel genişliği, $b = 1,0 \text{ m}$

olmak üzere

$k_v = 60 \text{ MN/m}^3$ alınabilir (seçilecek temel boyutuna göre katsayı değişebilir).

Yatay Yatak Katsayısı, $k_h = n_h \left(\frac{z}{B}\right)$, (DLH, 2007) formülünden hesaplanabilir. Burada zemin sıkılığına bağlı katsayı, $n_h = 11,0 \text{ MN/m}^3$, z: derinlik, B: kazık çapıdır.

Orta Katı Kil (D)

Killerin drenajsız elastik modülü, E_s , ampirik olarak kilin drenajsız kayma dayanımından, c_u , tahmin edilebilir (Bowles,1998) .

$E_s = 500c_u$ (normal konsolide hassas olmayan kil)

Burada; c_u = drenajsız kayma dayanımıdır. Buna göre

$E_s = 500 \times 40 = 20,0 \text{ Mpa}$ hesaplanır.

Poisson Oranı, $\mu = 0,35$

Kayma Modülü, $G = 7,40 \text{ Mpa}$

Düşey Yatak Katsayısı, $k_v = k_{v1}/b$ (NAVFAC DM 7-1, 1984) formülünden

Düşey yatak katsayısı, $k_{v1} = 10 \text{ MN/m}^3$

Temel genişliği, $b = 1,0 \text{ m}$

olmak üzere

$k_v = 10 \text{ MN/m}^3$ alınabilir (seçilecek temel boyutuna göre katsayı değişebilir).

Yatay Yatak Katsayısı, $k_h = 67c_u/B = 2,68/B \text{ MN/m}^3$ (Davisson, 1970a) formülünden hesaplanabilir. B: kazık çapıdır.

Katı Kil €

Killerin drenajsız elastik modülü, E_s , ampirik olarak kilin drenajsız kayma dayanımından, c_u , tahmin edilebilir (Bowles,1998) .

$E_s = 500c_u$ (normal konsolide hassas olmayan kil)

Burada; c_u = drenajsız kayma dayanımıdır. Buna göre

$E_s = 500 \times 60 = 30,0 \text{ Mpa}$ hesaplanır.

Poisson Oranı, $\mu = 0,33$

Kayma Modülü, $G = 11,27 \text{ Mpa}$

Düşey Yatak Katsayısı, $k_v = k_{v1}/b$ (NAVFAC DM 7-1, 1984) formülünden

Düşey yatak katsayısı, $k_{v1} = 15 \text{ MN/m}^3$

Temel genişliği, $b = 1,0 \text{ m}$

olmak üzere

$k_v = 15 \text{ MN/m}^3$ alınabilir (seçilecek temel boyutuna göre katsayı değişebilir).

Yatay Yatak Katsayısı, $k_h = 67c_u/B = 4,02/B \text{ MN/m}^3$ (Davisson, 1970a) formülünden hesaplanabilir. B: kazık çapıdır.

Çok Sert Kil (F)

Killerin drenajsız elastik modülü, E_s , ampirik olarak kilin drenajsız kayma dayanımından, c_u , tahmin edilebilir (Bowles,1998) .

$E_s = 500c_u$ (normal konsolide hassas olmayan kil)

Burada;

c_u = drenajsız kayma dayanımıdır. Buna göre

$E_s = 500 \times 250 = 125,0 \text{ Mpa}$ hesaplanır.

Poisson Oranı, $\mu = 0,30$

Kayma Modülü, $G = 48,07 \text{ Mpa}$

Yatay Yatak Katsayısı, $k_h = 67c_u/B = 16,75/B \text{ MN/m}^3$ (Davisson, 1970a) formülünden hesaplanabilir. B: kazık çapıdır.

ÇİZELGE. 25: İNCELEME ALANININ SONDAJ VERİLERİNE GÖRE DİNAMİK-ELASTİK PARAMETRELERİ

Zemin Birimi	Elastisite Modülü (Mpa)	Poisson Oranı	Kayma Modülü (Mpa)	Düşey Yatak Katsayısı (MN/m ³)	Yatay Yatak Katsayısı (MN/m ³)	Formasyon
Gevşek Kum	4,20	0,36	1,54	15,00	2,20	Alüvyon
Orta Sıkı Kum	8,25	0,32	3,13	40,00	4,40	Alüvyon
Sıkı Kum	11,25	0,30	4,32	60,00	11,00	Alüvyon
Orta Katı Kil	20,00	0,35	7,40	10,00	2,68	Alüvyon
Katı Kil	30,00	0,33	11,27	15,00	4,02	Alüvyon
Çok Sert Kil	125,00	0,30	48,07	15,00	16,75	Alüvyon

9.4. ŞİŞME-OTURMA VE TAŞIMA GÜCÜ ANALİZLERİ VE DEĞERLENDİRME

Bu bölümde yapılan tüm hesaplamalar zeminin genel karakteristik özelliklerini belirlemeye yönelik olup, yapılacak parsel/bina bazında zemin etütlerinde mühendislik parametreleri (şişme, oturma, taşıma gücü v.b) ayrıntılı olarak hesaplanmalıdır.

9.4.1. TAŞIMA GÜCÜ

Bina temelleri dolgu altındaki gevşek, orta sıkı ve sıkı yerleşmiş kumlar ile orta katı ve katı kıvamlı killere oturacaktır. Hesaplarda yeraltı su seviyesi temel seviyesinde ve binaların bodrumlu yapılacağı gözönünde bulundurulacaktır.

A, B, C, D ve E tabakalarının taşıma güçleri;

Temel derinliği, $D_f = 0,5 \text{ m}$

Temel genişliği, $B = 5,0 \text{ m}$ olan sürekli bir temel için;

Terzaghi tarafından önerilen formül ile nihai taşıma gücü

$$q_d = K_1 c N_c + \gamma_1 D_f N_q + K_2 N_\gamma B \gamma_2$$

ile hesaplanacaktır. Burada;

- K_1 ve K_2 : Temel tipine bağlı katsayı
 c : kohezyon (kN/m^2)
 N_c , N_q ve N_γ : zemine bağlı taşıma gücü faktörleri
 γ : birim hacim ağırlığı
 D_f : temel derinliği
 B : temel genişliğidir.

Gevşek yerleşmiş kumun SK-2 numaralı kuyuda içsel sürtünme açısı $\phi = 25^\circ$ alınarak,
 $q_d = 1,05 \times 0,0 \times 20,72 + 16,0 \times 0,5 \times 10,66 + 0,475 \times 6,77 \times 5,0 \times 16,0$
 $q_d = 342,4 \text{ kN/m}^2$ ($3,42 \text{ kg/cm}^2$)

Orta sıkı yerleşmiş kumun SK-4 numaralı kuyuda içsel sürtünme açısı $\phi = 32^\circ$ alınarak,
 $q_d = 1,05 \times 0,0 \times 35,49 + 18,0 \times 0,5 \times 23,18 + 0,475 \times 22,02 \times 5,0 \times 18,0$
 $q_d = 1150,1 \text{ kN/m}^2$ ($11,50 \text{ kg/cm}^2$)

Sıkı yerleşmiş kumun SK-3 numaralı kuyuda içsel sürtünme açısı $\phi = 36^\circ$ alınarak,
 $q_d = 1,05 \times 0,0 \times 50,59 + 19,0 \times 0,5 \times 37,75 + 0,475 \times 44,43 \times 5,0 \times 19,0$
 $q_d = 2363,4 \text{ kN/m}^2$ ($23,63 \text{ kg/cm}^2$)

Orta katı kıvamlı kilin SK-7 numaralı kuyuda drenajsız kayma dayanımı, $c_u = 40,0 \text{ kN/m}^2$ alınarak,
 $q_d = 1,05 \times 40,0 \times 5,14 + 17,5 \times 0,5 \times 1,0 + 0,475 \times 0,0 \times 5,0 \times 17,5$
 $q_d = 224,8 \text{ kN/m}^2$ ($2,24 \text{ kg/cm}^2$)

Katı kıvamlı kilin SK-1 numaralı kuyuda drenajsız kayma dayanımı, $c_u = 60,0 \text{ kN/m}^2$ alınarak,
 $q_d = 1,05 \times 60,0 \times 5,14 + 18,0 \times 0,5 \times 1,0 + 0,475 \times 0,0 \times 5,0 \times 18,0$
 $q_d = 333,0 \text{ kN/m}^2$ ($3,33 \text{ kg/cm}^2$)
olarak hesaplanmaktadır.

Hesaplanan bu değerler bir güvenlik katsayısı ile azaltılmalıdır.

9.4.2. OTURMALAR

İnceleme alanında yapı yükleri altında sahada ani ve konsolidasyon oturmalarının oluşması beklenmektedir.

Ani Oturma

İnceleme alanında yapı yükleri altında ani oturmalar oluşabilecektir. Sondajlarda ortalama kalınlığı 10,0 m olan kum tabakalarında meydana gelecek oturmalar için aşağıda hesaplar yapılmıştır. Yapı yük ve boyutları belirlendikten sonra bu hesaplar tekrarlanmalıdır. Yapıdan gelecek yükün 100 kPa kadar olabileceği düşünülmektedir.

$S_e = q_o (\alpha B') \left(\frac{1 - \mu_s^2}{E_s} \right) I_s I_f$ (Bowles, 1998) formülünden hesaplanacaktır. Burada;

q_o : yapıdan gelen yük

B : temel genişliği

μ : poisson oranı

E_s : elastisite modülü

α : oturmanın nerede hesaplanacağına (merkez) bağlı bir sabit (4,0)

I_s : şekil Faktörü

I_f : derinlik faktörüdür.

Toplam 10,0 m kalınlıklı kum tabakası için;

$B = 5,0$ m

$E_s = 8,25$ MPa

$\mu = 0,32$

$q = 100,0$ kPa

$I_s = 0,542$

$I_f = 0,980$ olmak üzere

$S_e = 5,8$ cm

Konsolidasyon Oturması

Oturma hesaplarında üst yapıdan zemine aktarılacak yük 100 kPa olacağı kabul edilmiştir. Örnek olması amacı ile yapılan bu hesapta temel altında ortalama 7,0 m kalınlıklı orta katı kil ve 3,0 m kalınlıklı katı kil tabakalarında oluşabilecek konsolidasyon oturması;

$\Delta H = \Delta p \times m_v \times H$ formülünden

konsolidasyon katsayısı,

Orta Katı Kil (D) $m_{v,ort} = 0,00023 \text{ m}^2/\text{kN}$

Katı Kil € $m_{v,ort} = 0,00060 \text{ m}^2/\text{kN}$

alınarak konsolidasyon oturması;

$\Delta H = 100 \times (0,00023 \times 7,0 + 0,00060 \times 3,0) = 16,1 + 18,0 = 34,1$ cm

olarak tahmin edilmektedir.

Toplam oturmanın %90'ının gerçekleşme süresi $t = \frac{T_v H_d^2}{c_v}$ formülünden (Bowles, 1998)

hesaplanacaktır.

$H_d = 3,0$ m (tabaka içindeki kum bantları nedeni ile)

$c_{v,ort} = 0,083 \text{ mm}^2/\text{sn}$ bulunmaktadır.

Buna göre; $t = 0,848 \times 3,0^2 / (8,3 \times 10^{-8}) \cong 3$ yıl olarak tahmin edilmektedir.

ÇİZELGE. 26: YAPI TEMELLERİNDE İZİN VERİLEN MAKSİMUM OTURMA MİKTARI (YAPILARIN PROJELENDİRİLMESİNDE MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ DR. ERDAL ŞEKERCİOĞLU)

Temel Tipi	ρ (Toplam Oturma)	δ (Farklı Oturmalar)
Münferit sömeller		
Killer	7,5 cm	4,5 cm
Kumlar	5,0 cm	3,2 cm
Radye jeneral temeller		
Killer	12,5 cm	4,5 cm
Kumlar	7,5 cm	3,2 cm

ÇİZELGE. 27: İNCELEME ALANINDA HESAPLANAN OTURMA MİKTARI

Sondaj No	Derinlik	Oturma Miktarı (cm)	Litoloji	Formasyon
SK-3	7,00-7,50	34,10	Kil	Alüvyon

Yapılan oturma hesabında konsolidasyon oturması 34,10 cm olarak bulunmuş ve bu oturmanın 3 yılda tamamlanacağı hesaplanmıştır. Çizelge. 'de verilen oturma sınırlarına göre hesaplanan oturma yüksektir. Yapılaşma sırasında bu durum gözönüne alınarak bina temellerinde oluşabilecek oturmalar için önlemler alınmalıdır (jetgrout, kazıklı temeller, sızma enjeksiyon v.b).

9.4.3. ŞİŞME

Kil tabakaları %100 oranda kil değildir. Zemin içindeki kil oranı (0,002 mm) su içeriğinin değişimi ile birimin şişme ve büzülme davranışını etkiler. Plastisite indisinin birimdeki kil miktarı yüzdesinin oranına zeminin aktivitesi denir.

Aktivite, $A = PI / \text{Kil Oranı } \%$

Buna göre sahadaki killerin aktivitesi

Orta Katı Kil $A = 24,7 / 82,1 = 0,30$

Katı Kil $A = 26,3 / 81,0 = 0,32$

olarak bulunmaktadır.

Seed vd. (1964)'e göre killer, aktivitelerine göre, " $A > 1,25$: Aktif kil", " $0,75 < A < 1,25$: Normal aktif kil", " $A < 0,75$: Aktif olmayan kil" şeklinde sınıflandırılmaktadır.

Şişme potansiyeli, $S = 3,6 \times 10^{-5} \times A^{2,44} \times C^{3,44}$ (Seed, Woodward ve Lundgren, 1962)

S: Şişme Potansiyeli

A: Aktivite

C: Kil yüzdesi ($< 0,002$ mm)

ÇİZELGE. 28: İNCELEME ALANINDA ŞİŞME POTANSİYELİ HESAP VERİ TABLOSU

Sondaj No Boring No	Numune No Sample No	Derinlik Depth (m)	Elek Analizi Sieve Analysis			Kıvam Limitleri Atterberg Limits			Pl'ya göre Şişme Derecesi	Aktivite	Şişme Yüzdesi	Şişme Yüzdesine göre Şişme Derecesi	Zemin Sınıfı Soil Class. f.c.	W _n (%)	Litoloji	Formasyon
			Çakıl Gravel	Kum Sand	İnce Fine	LL	PL	PI								
			(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)								
SK-1	SPT	7,50-7,95	0	6,89	93,11	40,3	11,1	29,2	Yüksek	0,314	12,613	Orta	CL	28,3	Kil	Alüvyon
SK-2	UD	7,50-8,00	3,99	51,08	44,93	27,7	11,2	16,5	Orta	0,367	1,512	Düşük	SC	17,5	Kum	Alüvyon
SK-2	SPT	13,50-13,95	1,73	20,02	78,25	45,3	15,1	30,2	Yüksek	0,386	11,508	Orta	CL	27,5	Kil	Alüvyon
SK-3	UD	7,00-7,50	0,38	17,58	82,04	41,1	18,3	22,8	Orta	0,278	6,077	Düşük	CL	27,1	Kil	Alüvyon
SK-3	SPT	19,50-19,95	0,67	17,59	81,74	37,9	16,4	21,5	Orta	0,263	5,247	Düşük	CL	38,2	Kil	Alüvyon
SK-4	SPT	13,50-13,95	1,22	32,89	65,89	36,9	17,2	19,7	Orta	0,299	3,417	Düşük	CL	37,4	Kil	Alüvyon
SK-5	UD	3,00-3,50	0,64	15,3	84,06	20,9	14	6,9	Düşük	0,082	0,337	Düşük	CL-ML	24,7	Kil	Alüvyon
SK-6	UD	6,00-6,50	0,76	33,54	65,7	20,8	12,4	8,4	Düşük	0,128	0,426	Düşük	CL	22,3	Kil	Alüvyon
SK-6	SPT	10,50-11,00	0	2,8	97,2	59,1	21,9	37,2	Yüksek	0,383	23,774	Yüksek	CH	29,4	Kil	Alüvyon
SK-6	SPT	16,50-16,95	0	1	99	58,9	19,3	39,6	Yüksek	0,4	28,204	Yüksek	CH	47,9	Kil	Alüvyon
SK-7	UD	4,50-5,00	0,26	12,63	87,11	35,2	15,9	19,3	Orta	0,22	4,297	Düşük	CL	23,1	Kil	Alüvyon
SK-7	UD	18,00-18,50	0	1,93	98,07	57,7	18,5	39,2	Yüksek	0,4	27,256	Düşük	CH	47,9	Kil	Alüvyon
SK-7	SPT	24,00-24,45	0	14,98	85,02	56,1	17,4	38,7	Yüksek	0,455	22,9	Yüksek	CH	33,8	Kil	Alüvyon
SK-7	SPT	30,00-30,40	0	46,36	53,64	31,2	17,2	14	Orta	0,261	1,209	Düşük	CL	16,3	Kil	Alüvyon

ÇİZELGE. 29: İNDEKS ÖZELLİKLERİNE GÖRE ZEMİNLERİN ŞİŞME YÜZDESİ VE DERECEİ (HOLTZ VE GİBBS, 1956)

İndeks Özellikler			Şişme Yüzdesi	Şişme Derecesi
Kolloid % (<0,001 mm)	Plastisite İndisi	Büzülme (Rötre) Limiti		
>28	>35	>11	>30	Çok Yüksek
20-31	25-41	7-12	20-30	Yüksek
13-23	15-28	10-16	10-20	Orta
<15	<10	>15	<10	Düşük

Bu bölümde yapılan tüm hesaplama, analiz ve yorumlar inceleme alanının genel karakteristik özelliklerini belirlemek amacıyla yapıldığından, bu hesaplama, analiz ve yorumlar bina bazı zemin etüt çalışmalarında yapılacak yapının tüm özelliklerine, proje ihtiyacına ve temelin oturacağı zeminin özelliklerine uygun olarak ayrıntılı şekilde yeniden yapılmalıdır.

10. HİDROJEOLÖJİK ÖZELLİKLER

10.1. YERALTI SUYU DURUMU

Karada yapılan sondajlarda, yeraltı su düzeyi 1,80 m ile 7,00 m arası derinliklerde bulunmaktadır (Çizelge. 30).

Sondaj No	Yeraltı Su Seviyesi (m)
Sk-1	2.10
Sk-2	7.00
Sk-3	3.95
Sk-4	3.50
Sk-5	3.90
Sk-6	2.90
Sk-7	1.80

ÇİZELGE.30: SONDAJ KUYULARINA GÖRE YERALTI SU SEVİYELERİ

10.2. YÜZEY SULARI

İnceleme alanı içerisinde sürekli akış gösteren dere bulunmamaktadır.

10.3. İÇME VE KULLANMA SULARI

Şehrin içme ve kullanma suyu ihtiyacı Çanakkale'nin 3 km doğusunda, Kurşunlu Köyü'ne 3 km uzaklıktaki Atikhisar Barajı'ndan karşılanmaktadır. Baraj aynı zamanda taşkın koruma ve sulama amaçlı olarak görev yapmaktadır. Barajın göl hacmi 9.22 hm³'tür. Barajın mansap kısmı Sarıçay olup, aşırı yağışlarda Sarıçay vasıtasıyla deşarj yapılabilmektedir.

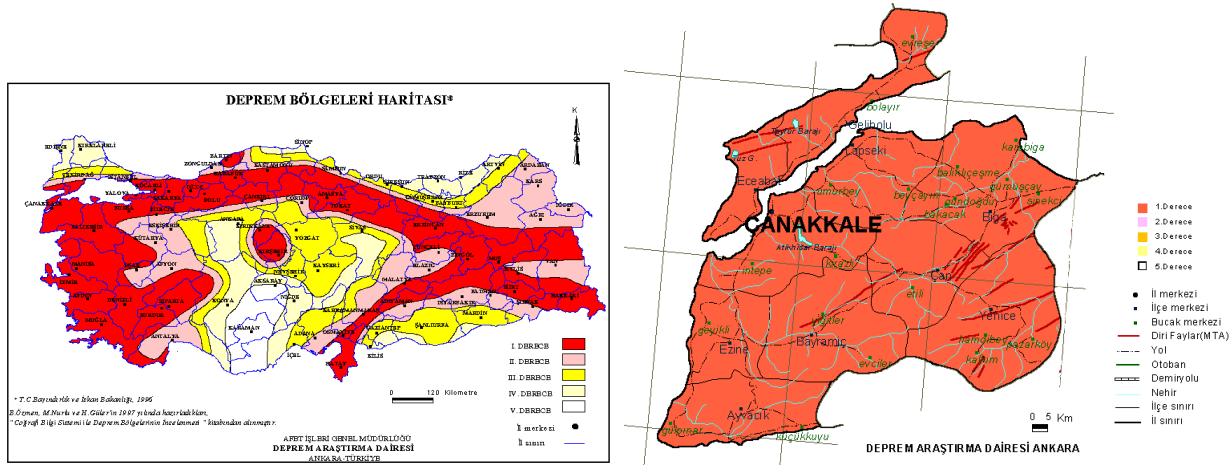
11. DOĞAL AFET TEHLİKELERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

11.1. DEPREM DURUMU

6 Mart 2007 tarih ve 26454 sayılı Resmi Gazete’de yayınlanan “**Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik**”e göre **Birinci Derece Deprem Bölgesi**’nde (Şekil. 18) yer alacak olan inceleme konusu yapılara ilişkin değerlendirmelerde, inceleme alanında yer alan zeminler için

Zemin Grubu	Zemin sınıfı	Spektrum Karakteristik Periyotları	Etkin Yer İvmesi Katsayısı
D-2; C-2,3; B-2,3	Z3	$T_A=0,15$ sn ve $T_B=0,60$ sn	$A_0=0,40$

TC Bayındırlık Bakanlığı’nca yayınlanan (1996) “*Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası*” inceleme alanını “**Birinci Derece Deprem Bölgesi**” olarak sınıflamaktadır.



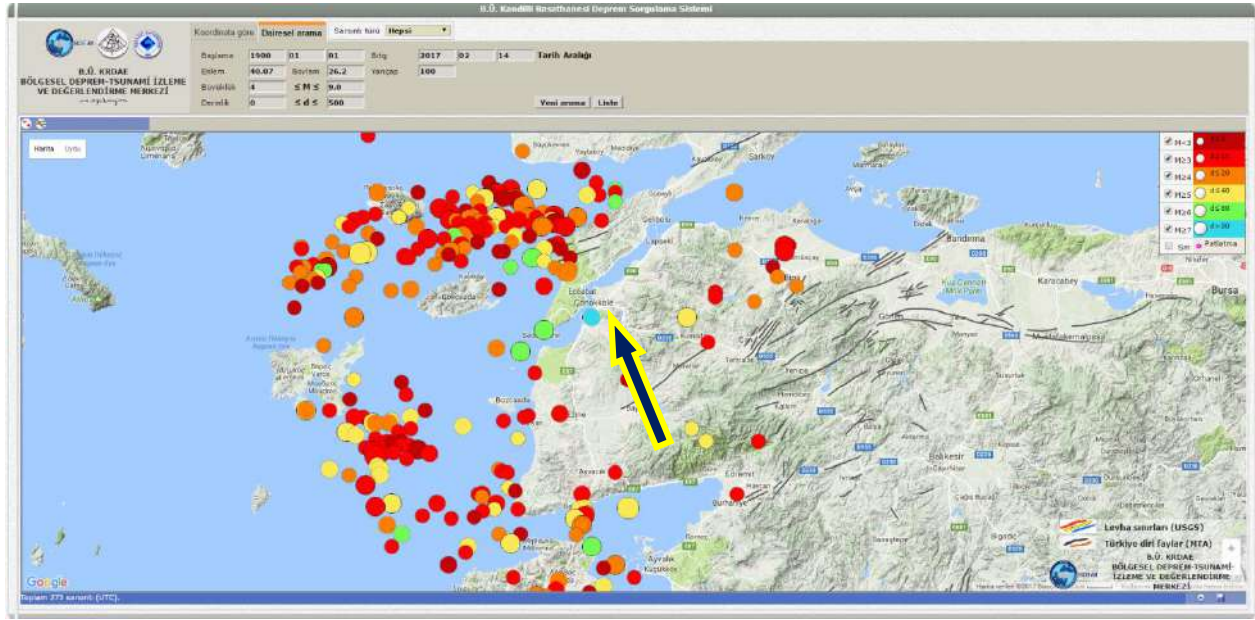
ŞEKİL. 18: AİGM DEPREM ARAŞTIRMA ADAİRESİ TÜRKİYE VE ÇANAKKALE İLİ DEPREM HARİTASI

Bahse konu Yönetmelikte de belirtildiği üzere bu değerler “**minimum koşulları belirlemektir**”.

11.1.1. BÖLGENİN DEPREM TEHLİKESİ VE Risk ANALİZİ

İnceleme alanı Marmara Bölgesi’nin güneybatısında Çanakkale Havaalanı’nın günyinded yer almaktadır.

İnceleme alanının 100 km yarıçapı çevresinde (Şekil. 19) ve 117 Yıllık süre kapsamında Kandilli Kayıtları’na göre 4 ve 4’ten büyük depremlerin yer, derinlik ve büyüklük kayıtları EK.IV’te özetleri Çizelge.30’da sunulmaktadır.



ŞEKİL. 19: İNCELEME ALANININ 100 KM YARIÇAPI ÇEVRESİNDE VE 117 YILLIK SÜRE KAPSAMINDA BÜYÜKLÜĞÜ 4 VE 4'TEN BÜYÜK OLAN DEPREMLERİN KANDİLLİ DEPREM KAYITLARI

ÇİZELGE.30: İNCELEME ALANININ 100 KM YARIÇAPI ÇEVRESİNDE VE 114 YILLIK SÜRE KAPSAMINDA KANDİLLİ DEPREM KAYITLARI

Deprem Büyüklükleri	Adet
$4,0 \leq M < 4,5$	146
$4,5 \leq M < 5,0$	68
$5,0 \leq M < 5,5$	30
$5,5 \leq M < 6,0$	11
$6,0 \leq M < 6,5$	4
$6,5 \leq M < 7,0$	3
$M > 7,0$	3
Toplam	265

Richter (1958) tarafından öne sürülen, deprem oluşumlarına ilişkin ampirik magnitüd-frekans bağıntısı aşağıda verilmektedir.

$$\log N(M) = a + bM$$

Burada N, verilen bir bölge ve periyod için, magnitüdü M'e eşit veya daha büyük olan depremlerin sayısını a ve b ise regresyon katsayılarını göstermektedir.

Seçilen Depremsellik Bölgesindeki deprem verilerine göre bu bölgenin özgün denklemi $\log N = 2,988 - 0,6431 M$ olarak bulunmuştur.

Yukarıda verilen dağılım fonksiyonuna bağlı olarak belirli bir M büyüklüğüne eşit ya da büyük en az bir depremin olma olasılığı risk değerini vermektedir. Bu değer, olayda kullanılan parametre magnitüd olduğundan

$$R_m = 1 - e^{-(N(M)D)}$$

formülü ile kolayca hesaplanabilir.

İncelenen bölge için hesaplanan riskler Çizelge. 1’de sergilenmektedir. Planlanan yapı ömür ve olasılık durumuna göre deprem magnitüd seçimi yapılabilir.

ÇİZELGE. 31: DEĞİŞİK YAPI ÖMÜRLERİ İÇİN DEĞİŞİK MAGNİTÜDLÜ DEPREMLERİN OLMA RİSKİ

Manyitüd	Dönem Periyodu (Tc)	1 yıl için risk % R1	25 yıl için risk % R25	50 yıl için risk % R50	100 yıl için risk %R 100
4	0	92,6	100,0	100,0	100,0
4,5	1	71,1	100,0	100,0	100,0
5	2	44,7	100,0	100,0	100,0
5,5	4	24,6	99,9	100,0	100,0
6	7	12,6	96,6	99,9	100,0
6,5	16	6,2	79,9	96,0	99,8
7	33	3,0	53,5	78,4	95,3
7,5	68	1,5	30,6	51,8	76,8
8	143	0,7	16,0	29,4	50,2
8,5	301	0,3	8,0	15,3	28,3
8,8	469	0,2	5,2	10,1	19,2

Son Yönetmelik’te tasarım depremi olarak 50 yıllık yapı ömrü içinde aşılma olasılığı %10 olan depremin yer hareketinin esas alınması istenmektedir.

Buna göre yapılan hesaplamada 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan depremin magnitüdü 8,8 olabilecektir.

İnceleme alanına en şiddetli etkileyebilecek olan fay Kuzey Anadolu Fayı’dır. (Şekil. 20). Bu durumda, incelenen sahayı gelecekte etkilemesi olası bir depremin odağı 18,0 km kadar uzakta ve 15,0 km kadar derinde olabilir. Bu depremin büyüklüğü

$$M=7,4$$

olarak öngörülmektedir.

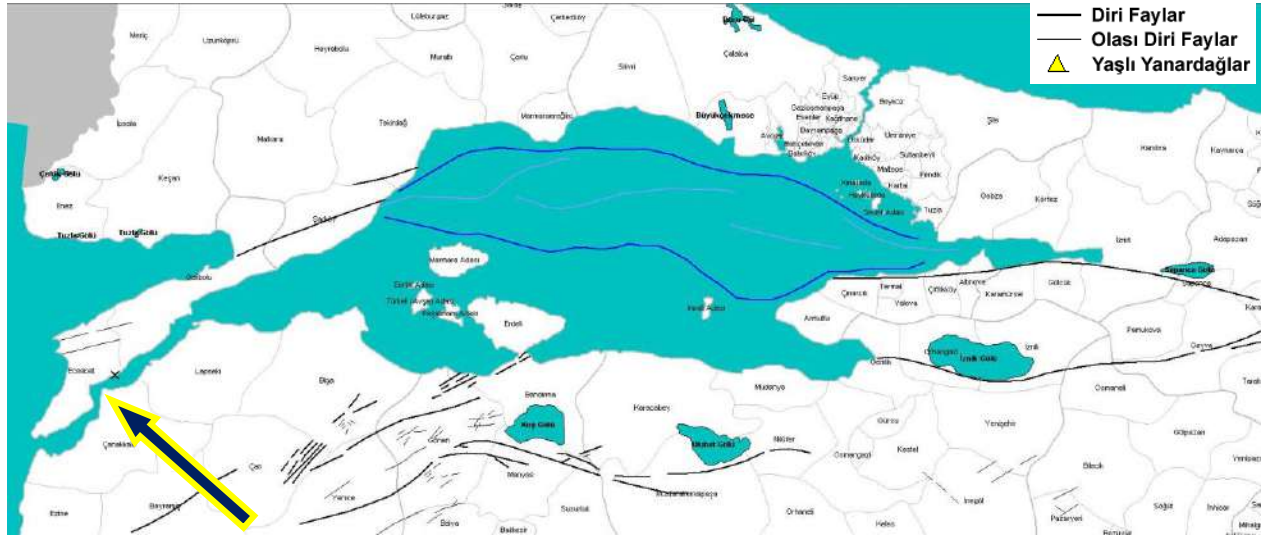
Böyle bir depremin yerindeki şiddeti Campbel (1997) ivme azalım ilişkilerine göre

$$a_n = 0,49g$$

çeşitli çalışmaların ivme azalım ilişkileri ortalamasına göre ise;

$$a_n = 0,40g$$

olarak hesaplanmaktadır.



ŞEKİL. 20: BÖLGE İÇİN DİRİ FAY VE OLASI DİRİ FAY HARİTASI (TPAO)

11.1.2. AKTİF TEKTONİK

Bu yörenin depremselliği de, bütün kuzey Anadolu'da ve özellikle Marmara Bölgesi'nde olduğu gibi Kuzey Anadolu Fay Kuşağındaki gerilimlere bağlı olarak gerçekleşmektedir.

Kuzey Anadolu Fay Kuşağı esas olarak sağ yanal atımlı bir fay sisteminden oluşmaktadır. Doğuda yalın bir yapısı olan bu kuşak, batıya doğru çatallanmakta ve özellikle Adapazarı'nın batısında birkaç kola ayrılarak batıya uzanmaktadır. Bunlardan en kuzeydeki

Adapazarı-İzmit arasından uzanarak İzmit Körfezi'ne girmekte ve Marmara Denizi'nin tabanından batıya uzanmaktadır. Kabaca D-B doğrultulu uzanan bu faylar, Yalova'nın batısında KD-GB doğrultuya saparak, Marmara Denizi'nin tabanını bu konumdaki birkaç doğrultu atımlı fay kolu ile bloklara ayırmaktadır. Bu bloklar ayrıca, KB-GD uzanımlı çekim fayları ile sınırlanmaktadır. Marmara Bölgesi'nin doğu kesimi bu fay sistemi ve bunlara bağlı ikincil sistemler üzerinde oluşan sığ ve orta derinlikli depremlerin etkisinde kalmaktadır. Marmara Denizi'nin tabanından Şarköy kıyısına kadar uzanan kuzey kol, burada Ganos Dağları'nı sınırlandırmakta ve Gelibolu Yarımadası'nı keserek Saros Körfezi'ne girmekte ve Kuzey Ege'ye uzanmaktadır.

Bu yörede duyulacak sarsıntılar büyük ölçüde sahanın kuzeyinde Marmara Denizi tabanından gelip Saros Körfezi'ne geçen ve güneyinde de Gönen'den geçip Yenice üzerinde GB'ya uzanan Kuzey Anadolu Fay Kuşağı kolları üzerinde oluşan depremlerden kaynaklanabilir.

Anadolu Plakasının geç ve güncel tektoniği Avrasya ve Afrika Plakalarının etkileşimi ile belirlenmektedir. Jeodezi, GPS, jeomagnetik ve jeolojik kanıtlar, aradaki asplakaların karmaşık davranışlarının, Ege'nin yayılması, Ege Yayı'ndaki dalma-batma ve Anadolu Bloğu'nun batıya doğru hareketinin toplu etkisi altında gelişmektedir¹.

Arap Plakası Anadolu asplakası ile güneydoğu Anadolu'da çarpışmakta ve Arap Plakası'nın yıllık 20 ± 3 mm/yıllık kuzeye hareketinin bütünü, bu kenet zonundan Anadolu'ya aktarılmakta olduğu anlaşılmaktadır. Bununla birlikte, Doğu Anadolu'nun dağınık biçim değiştirmelerine karşı, orta ve batı Anadolu, Anadolu asplakasının batıya doğru hareketi ve saatin tersi yönünde bir dönme hareketi ile daha tanımlı bir plaka hareketiyle nitelenmektedir. Anadolu asplakasının Orta Anadolu'daki içsel biçim değiştirmesi 2 mm/yıldan azdır. Anadolu asplakası Avrasya'dan sağ yanal doğrultu atımlı Kuzey Anadolu Fayı (KAF) boyunca ayrılmıştır. Bu fay sağ yanal doğrultu atımlı bir fay kuşağıdır ve 1400 km kadar uzanmaktadır. Bu kuşak orta kesiminde kuzeye doğru dışbükey bir biçime sahiptir.

GPS ölçmeleri Anadolu asplakasının Sina Yarımadası'ndaki bir merkez çevresinde saatin tersi yönde döndüğü ve KAF'nın bu merkezli bir daire ile çakıştığını göstermektedir. Bu dönmenin etkisi kaldırıldığında da orta Anadolu'da hiçbir hareket vektörü kalmamışken, batı Anadolu'da kabaca K-G doğrultulu 14 ± 5 mm/yıllık hızlı bir hareket görünmektedir².

Arap plakasının çarpmasına doğu ve batı Anadolu'nun bu farklı tepkileri farklı sınır koşullarından kaynaklanıyor olmalıdır³.

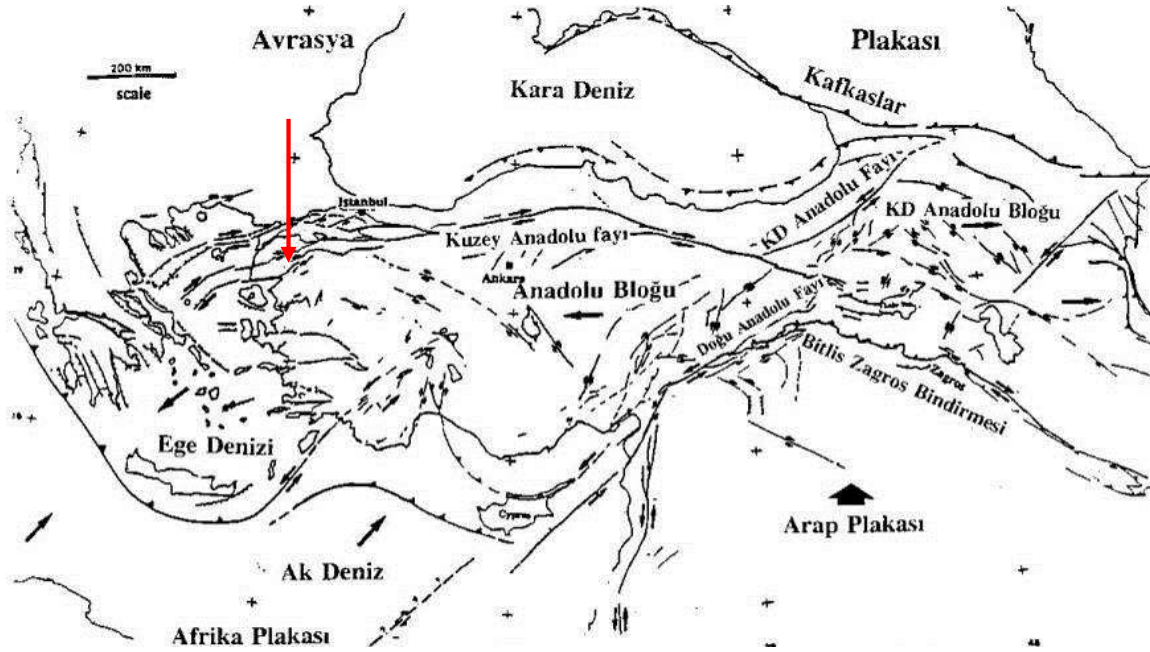
Batı ve Orta Anadolu, birbirlerinden genç tektonik iki yapıyla, KB-GD uzanımlı Eskişehir Fayı ve KD-GB uzanımlı Fethiye-Burdur Fay Kuşaklarıyla ayrılmaktadır. Orta Anadolu batıya doğru yaklaşık 15 mm/yıllık bir hızla hareket ederken Batı Anadolu'nun BGB'ya hareketinin hızı 30 mm/yıl kadardır. Hareketin batıda artmış olması söz konusudur. Orta ve batı Anadolu'daki bu tektonik farklılıkların Helen ve Kıbrıs Yayları'nın altına dalan kabuk dilimlerinin nitelik farklarından kaynaklandığı ileri sürülmektedir⁴.

¹ Barka, A. and Gülen, L., 1988, New constraints on age and total offset of the North Anatolian Fault Zone : Implications for tectonics of the Eastern Mediterranean region, METU J.Pure and Appl.Sci., v.21,No.1-3,39-63

² Reilinger, R.E., et. al., 1997, Global Positioning System measurements of present day crustal movements in the Arabia-Africa-Eurasia plate collision zone, J. Geophys. Res., v.102, no.135, 9983-9999

³ ibid

⁴ Barka, A., et. al, 1996, Subduction along Hellenic and Cyprus Arcs and their relation to tectonics of overriding plate deduced from geodetic and neotectonic observations



ŞEKİL. 21: TÜRKİYE VE YAKIN ÇEVRESİNDEKİ AKTİF FAYLAR VE LEVHALAR

KAF'nın oluşumu Üst Tortonyen döneminde başlamış olmalıdır. Ancak, alt Pliyosen'de dar bir fay kuşağı ortaya çıkmıştır. KAF'ı için ileri sürülen yaş ve toplam yerdeğiştirme değerleri Ege dalmasının ve yayılmasının Anadolu Bloğu'nun batıya hareketinden önce başladığını göstermektedir (Barka ve Gülen, 1988).

KAFZ boyunca geçici ve kalıcı gerilme değişimleri batıda Ege dalmasının ve doğuda Arap plakasının kuzeye hareketinin doğurduğu kuvvetlerin eşzamanlı etkisi altında oluşmuştur. Bununla birlikte, geçici gerilme değişimlerinin zamanı, kuzey Anadolu'daki Kuvaterner gerilme düzeni değişimlerinin Ege'deki ortamın dolaysız etkisine bağlamayı haklı kılmaktadır⁵. Ege'deki güncel tektoniğin ayrıntılı bir incelemesi gerilme düzeninin üst Miyosen'den bu yana defalarca değiştiğini göstermektedir⁶. Pliyosen-Pleyistosen'in büyük bölümünde, gerilme durumu batı Anadolu ve Ege'nin KD yönlü yayılması biçimindedir. Orta Pleyistosen'den bu yana, batı Anadolu ve Ege'nin NND yönlü yayılması ile nitelenen ikinci bir faz başlamıştır. Bu yayılma durumu, odak mekanizması çözümlemelerinin de gösterdiği gibi bugün de sahada etkindir. KD ve KKD yönelimli yayılma düzenleri arasındaki değişim alt Pleyistosen ya da orta Pleyistosen'in başlarında ortaya çıkmıştır, yaklaşık 1 ya da 0,7 milyon yıl önce. Küresel modeller Akdeniz diliminin geri çekilmesi ve böylece bindiren plaka olan Ege'de bugünkü yayılmaya neden olmasının sonucunda Helen çukurluğunun Avrupa'ya kıyasla güneye doğru hareket ettiğini göstermektedir. Ege'deki gerilme düzeninin değişimi Akdeniz diliminin çekme kuvvetinin Pliyokuvaterner'deki değişimi ile açıklanmaktadır. Dalma-batma süreçlerinin artarda gelen aşamaları Ege-Anadolu tektonik düzen

⁵ Bellier, O., et. al., 1997, Recent temporal change in the stress state and modern stress field along the North Anatolian Fault Zone, Geophys. J. Int., v. 131, 61-86

⁶ Mercier, J.L., Sorel, D. and Vergely, P., 1989, Extensional tectonic regimes in the Aegean Basins during the Cenozoic, Basin Res., v.2, 49-71

değişikliklerine uygun düşmektedir. Ege'nin Pliyosen-alt Pleyistosen yayılması güçlü çekme kuvveti dönemine denk düşerken, Ege'deki orta Pliyosen sıkışması dalan dilimin kopmasıyla çakışmaktadır. Dalan levha uzunluğunun artışı batı Anadolu ve Ege'deki KKD yönlü yayılmaya neden olmuştur. Jeodezi ölçümlerinin gösterdiği şekilde Anadolu Bloğu'nun Avrupa'ya göre 10 mm/yıllık güneybatıya hareket hızı artışı, Anadolu'nun Ege dalma-batmasına doğru hareket hızının artışına neden olan, dalan levhanın yeniden oluşumuna (levha uzunluğunun artışına) denk düşmüş olmalıdır. Bu batı Anadolu'nun çekilmesine neden olmuştur (Bellier, et.al., 1997).

GPS analizleri, 14 ± 5 mm/yıllık ⁷ bir hızla kabaca K-G yönlü bir Ege yayılmasının varlığını göstermektedir.

Bunun yanında, D-B doğrultulu sağ yanal makaslamanın bir sonucu olarak kuzey Ege kabuğunun D-B doğrultuda kısaldığı ve bunun K-G yayılma ile dengelendiği düşünülmektedir⁸.

Paleomagnetik kanıtlar batı Anadolu ve Ege'nin, durağan Avrupa'ya göre saat yönünde döndüğünü göstermektedir. Orta ve doğu Ege'de ve kuzeybatı Anadolu'da, sözü edilen sağ yanal atımlı KD ve DKD doğrultulu yarılımların baskın görüldüğü bu bölgede paleomagnetik veriler daha bulanık olmakla birlikte kuzeyde Avrupa'ya göre hiçbir dönmenin olmadığı ve güneyde saatin tersi yönde dönme olabileceğini göstermektedir⁹.

KAFZ boyunca gerilmelerin genlikleri ve yönelimlerinin doğudan batıya değiştiği belirlenmiştir ¹⁰. KAF'nın doğu kesiminde KKB yönelimli bir doğrultu boyunca sıkışma egemenken, bu batıya doğru yavaş yavaş değişerek orta Anadolu'da doğrultu boyunca gerilme egemen olmaktadır. KAF'nın en batısında ise KKD yönelimli bir yayılma (çekme) gerilmesi durumuna geçilmektedir. Bu gerilme durumunun Kuvaterner boyunca sürekli olmadığı anlaşılmaktadır. Doğrultu atımlı gerilme düzeninin değişiminin orta Pleyistosen'de gerçekleştiği belirlenmiştir. KAF boyunca geçici ve kalıcı gerilme değişimleri batıda Ege dalmasının ve doğuda Arap plakasının kuzeye hareketinin doğurduğu kuvvetlerin eşzamanlı etkisi altında oluşmuştur. Bununla birlikte, geçici gerilme değişimlerinin zamanı, kuzey Anadolu'daki Kuvaterner gerilme düzeni değişimlerinin Ege'deki ortamın dolaysız etkisine bağlamayı haklı kılmaktadır¹¹.

⁷ Reilinger, R.E., et. al., 1997, ibid.

⁸ Taymaz, T., Jackson, J. and McKenzie, D., 1991, Active tectonics of the north and central Aegean Sea, Geophys. J. Int., v.106, 433-490

⁹ ibid,

¹⁰ Bellier, O., et. al., 1997, Recent temporal change in the stress state and modern stress field along the North Anatolian Fault Zone, Geophys. J. Int., v. 131, 61-86

¹¹ ibid

Bu mekanizma içinde oluşmuş olan KAFZ üzerinde gelişmiş olan Pliyosen tortul havzalarının stratigrafi ve yapısal jeoloji incelemeleri fay kuşağında öngörülen toplam göreceli yerdeğiştirmelerin doğuda 35 km'den batıda 25 km'ye değiştiğini göstermektedir¹².

KAFZ çoğu yerinde dar bir kuşak boyunca uzanan faylardan oluşurken yer yer fay boyunca çekme-çökme havzaları oluştuğu; batıya gidildikçe birbirinden uzaklaşan fay kuşaklarının bulunduğu görülmektedir. Fay Zonu Marmara ve kuzey Ege'de 3 ana kola ayrılmaktadır. **Bunlardan biri Adapazarı'ndan İzmit Körfezi'ne ve Marmara Denizi'nin kuzey yarısından geçip Saros Körfezi'ne uzanmaktadır. İkincisi, İznik Gölü'nün güneyinden geçip Gemlik Körfezi'ne ve buradan Marmara Denizi'nin güney kıyısını izleyip Yenice'den Ezine'ye uzanmaktadır.** Üçüncü ve en güneydeki Yenişehir ve Bursa'dan batıya Edremit Körfezi'ne uzanmaktadır. Bunların her biri KD-GB uzanımlı kısa doğrultu atımlı fay parçalarından oluştuğu ve aralarında çekme-çökme (pull apart) havzaları şekillenmektedir¹³. Fay düzlemi çözümlemeleri ve GPS ölçümleri bu faylardaki hareketin esas olarak doğrultu atımlı olduğunu göstermektedir. Bölgesel kayma vektörü D-B iken tüm bu doğrultu atımlı fay parçalarının DKD-BGB ve/veya KD-GB doğrultulu oluşu, doğrultu atımlı kesimlerde bir bindirme bileşeni doğurmaktadır.

Mikrosismik etkinlikler izlendiğinde bunun özellikle çekme-çökme havzalarında, çekim faylarında yoğunlaştığı; buna karşılık, doğrultu atımlı fay parçaları üzerinde artçı sarsıntılarının dışında mikrosismik etkinliğin olmadığı anlaşılmaktadır.

En kuzeydeki fay kolunun güneydekilerden çok daha etkin olduğu anlaşılmaktadır.

Bölgenin batısında gerçekleşmiş çok sayıda depremin M=4,5-6,5 büyüklüğü arasında oluşu dikkati çekmektedir.

İnceleme alanı yakınında tarihsel dönemlerde çok sayıda yıkıcı deprem olduğu bilinmektedir. Bunların son ikisi 1905 Şarköy Depremi ve 1945 Yenice-Gönen depremleridir.

¹² Barka, A. and Gülen, L., 1988, New constraints on age and total offset of the North Anatolian Fault Zone : Implications for tectonics of the Eastern Mediterranean region, METU J.Pure and Appl. Sci, v.21,No.1-3,39-63

¹³ Barka, A., 1996, Neotectonics of the Marmara Region, 55-87

11.1.3. SIVILAŞMA

İnceleme alanında deprem sırasında zemin ortamında dinamik süreçlerin ortaya çıkacağı açıktır.

DLH yaklaşımına göre, zemin nitelik ve maksimum zemin yüzey ivmesi açısından aşağıdaki koşulların en az birinin bulunması durumunda sıvılaşma riskinin oluşmayacağı 74ilo edilir.

- Maksimum zemin yüzey ivmesi, $a_{maks, zemin} < 0.15 g$
- Kum kil karışımlarında kil içeriğinin % 20'den fazla ve plastisite indeksinin % 20'den yüksek olması;
- Kum silt karışımlarında ince dane yüzdesinin % 35'den fazla ve düzeltilmiş SPT vuruş sayısının, $(N_1)_{60}$ 20 vuruş/30 cm'den yüksek olması
- Temiz kumlarda düzeltilmiş SPT vuruş sayısının, $(N_1)_{60}$, 24 vuruş/30 cm'den yüksek olması zeminin sıvılaşma riskini ortadan kaldırmaktadır.

Çin kriterlerinde (Wang, 1979) zeminin kil yüzdesi ($< 0.005mm$) ve likit limiti dikkate alınmaktadır. Arazi gözlemleri ile geliştirilen (Seed ve Idriss, 1982; Marcuson vd. 1990; Youd ve diğ., 2001) bu kriterlere göre zeminlerin sıvılaşabilmesi için $LL < \%35$, Kil Oranı $< \%15$, $w_n > 0.9LL$ ve $LI \leq 0.75$ koşullarının sağlanması gerektiği genel 74ilo görmektedir.

1999 Kocaeli depreminden 74 ilo Adapazarı siltlerinin sıvılaşabilirliğinin incelendiği araştırmalarda, Önalp ve Arel (2002) Çin kriterlerinin $LL < \%30$, 74ilo oranı $< \%10$, $w_n > LL$ ve $LI < \%1$ olarak uygulanabileceğini; Önalp, Bol ve Ural(2006) ise $LL < \%33$, Kil Oranı $< \%10$, $LI < 0.90$ ve $D_{50} < 0.02 mm$ olarak uygulanmasının daha doğru olacağını öne sürmüşlerdir.

Japon Geoteknik Kurumu ise sıvılaşma riskinin oluşması için ince dane oranının $< \%35$, siltli zeminler için kil oranının $< \%10$ ve $IP < \%15$ ve kumlu zeminlerde kil oranının $< \%20$ olması gerektiğini bildirmişlerdir.

6 Mart 2007 tarih ve 26454 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanan "Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik"e göre:

'Bütün deprem bölgelerinde, yeraltı su seviyesinin zemin yüzeyinden itibaren 10 m içinde olduğu durumlarda, (D) grubuna giren zeminlerde Sıvılaşma Potansiyeli'nin bulunup bulunmadığının, saha ve laboratuvar deneylerine dayanan uygun analiz yöntemleri ile incelenmesi ve sonuçların belgelenmesi zorunludur.'

Denmektedir.

İnceleme alanında gevşek ve orta sıkı yerleşmiş kumlar bulunduğu için sıvılaşma riski analizi yapılmıştır. Sıvılaşmaya neden olabilecek dinamik yüklerin $M=7,4$ büyüklüklü bir depremin inceleme alanında oluşturabileceği yer hareketleri ile ilgili olarak, $a_{max} = 0,4 g$ değeri göz önünde tutulmuştur (JGS, 1988).

İnceleme alanında yapılan sondajlar için aşağıda sıvılaşma analizleri yapılmıştır.

ÇİZELGE. 32: SIVILAŞMA RİSKİ ANALİZİ (SK-1 SONDAJİ İÇİN)

a _{msv} /g	0,40	SK-1			THE JAPANESE GEOTECHNICAL SOCIETY, REMEDIAL MEASURES AGAINST SOIL LIQUEFACTION, FROM INVESTIGATION AND DESIGN TO IMPLEMENTATION, 1998														
M	7,40																		ISHIHARA ve YOSHIMINE
YSD	7,00																		
Tabaka	Z _{top}	Z _{bottom}	% fines	γ	σ' _z	σ _z	r _d	r _n	CSR	N _{1,60}	ΔN _f	N _a	CRR	CRR/CSR	SIVILAŞMA RİSKİ	D _r %	ε %	Tabaka Kalınlığı (m)	Oturma (cm)
				9,81															
1	0,00	1,95	44,80	17,00	33,15	33,15	0,99	0,64	0,25	13,0	NO LIQUEFACTION		0,049	0,19	Kİ	57,689	3,000	1,950	5,850
2	1,95	3,45	44,80	17,00	58,65	58,65	0,98	0,64	0,25	3,0	NO LIQUEFACTION		0,049	0,20	Kİ	27,713	5,000	1,500	7,500
3	3,45	4,95	44,00	17,00	84,15	84,15	0,97	0,64	0,25	5,0	NO LIQUEFACTION		0,049	0,20	Kİ	35,777	5,000	1,500	7,500
4	4,95	6,45	4,00	17,00	109,65	109,65	0,96	0,64	0,24	6,0	0,0		0,049	0,20	Kİ	39,192	4,300	1,500	6,450
5	6,45	7,95	36,00	17,00	125,83	135,15	0,94	0,64	0,26	3,0	NO LIQUEFACTION		0,049	0,19	Kİ	27,713	5,000	1,500	7,500
6	7,95	9,45	36,00	17,00	136,62	160,65	0,93	0,64	0,28	8,0	NO LIQUEFACTION		0,049	0,17	Kİ	45,255	4,000	1,500	6,000
7	9,45	10,95	36,00	17,00	147,41	186,15	0,90	0,64	0,29	29,0	NO LIQUEFACTION		0,049	0,17	Kİ	86,163	1,500	1,500	2,250
8	10,95	15,45	36,00	17,00	179,78	262,65	0,82	0,64	0,31	20,0	NO LIQUEFACTION		0,049	0,16	Kİ	71,554	2,300	4,500	10,350
9	15,45	16,95	18,00	17,00	190,57	288,15	0,74	0,64	0,29	14,0	8,0	22,0	0,241	0,84	YES	59,867	2,900	1,500	4,350
10	16,95	18,45	13,80	17,00	201,36	313,65	0,70	0,64	0,28	23,0	6,8	29,8	0,452	1,62	NO	76,733	2,000	1,500	3,000
11	18,45	19,95	13,80	17,00	212,15	339,15	0,66	0,64	0,27	28,0	6,8	34,8	-1,063	-3,93	YES	84,664	1,500	1,500	2,250
Toplam Oturma (cm)																			63,0

ÇİZELGE. 33: SIVILAŞMA RİSKİ ANALİZİ (SK-2 SONDAJİ İÇİN)

a _{msv} /g	0,40	SK-2			THE JAPANESE GEOTECHNICAL SOCIETY, REMEDIAL MEASURES AGAINST SOIL LIQUEFACTION, FROM INVESTIGATION AND DESIGN TO IMPLEMENTATION, 1998														
M	7,40																		ISHIHARA ve YOSHIMINE
YSD	7,00																		
Tabaka	Z _{top}	Z _{bottom}	% fines	γ	σ' _z	σ _z	r _d	r _n	CSR	N _{1,60}	ΔN _f	N _a	CRR	CRR/CSR	SIVILAŞMA RİSKİ	D _r %	ε %	Tabaka Kalınlığı (m)	Oturma (cm)
				9,81															
1	0,00	1,52	14,10	17,00	25,84	25,84	0,99	0,64	0,25	50,2	6,8	57,0	0,374	1,47	NO	113,320	0,000	1,520	0,000
2	1,52	3,45	14,10	17,00	58,65	58,65	0,98	0,64	0,25	6,0	6,8	12,8	0,139	0,55	YES	39,114	4,500	1,930	8,685
3	3,45	4,95	14,00	17,00	84,15	84,15	0,97	0,64	0,25	33,1	6,8	39,9	0,122	0,49	YES	92,078	1,200	1,500	1,800
4	4,95	6,45	14,10	17,00	109,65	109,65	0,96	0,64	0,24	7,9	6,8	14,7	0,157	0,64	YES	44,996	4,000	1,500	6,000
5	6,45	8,45	44,90	17,00	129,43	143,65	0,94	0,64	0,27	7,8	NO LIQUEFACTION				Kİ	44,793	0,000	2,000	0,000
6	8,45	9,45	44,90	17,00	136,62	160,65	0,93	0,64	0,28	15,7	NO LIQUEFACTION				Kİ	63,347	0,000	1,000	0,000
7	9,45	10,95	14,10	17,00	147,41	186,15	0,90	0,64	0,29	46,3	6,8	53,2	0,337	1,16	NO	108,909	0,000	1,500	0,000
8	10,95	13,10	14,10	17,00	162,88	222,70	0,85	0,64	0,30	6,9	6,8	13,7	0,147	0,49	YES	41,927	4,300	2,150	9,245
9	13,10	14,50	78,30	17,00	172,95	246,50	0,81	0,64	0,29	11,9	NO LIQUEFACTION				Kİ	55,233	0,000	1,400	0,000
10	14,50	15,45	14,10	17,00	179,78	262,65	0,77	0,64	0,29	19,3	6,8	26,1	0,315	1,09	NO	70,217	0,000	0,950	0,000
11	15,45	16,95	14,10	17,00	190,57	288,15	0,74	0,64	0,29	38,0	6,8	44,8	0,315	1,10	NO	98,610	0,000	1,500	0,000
12	16,95	18,45	14,10	17,00	201,36	313,65	0,70	0,64	0,28	15,7	6,8	22,6	0,250	0,89	YES	63,459	2,500	1,500	3,750
13	18,45	19,95	14,10	17,00	212,15	339,15	0,66	0,64	0,27	25,3	6,8	32,1	0,771	2,85	NO	80,508	0,000	1,500	0,000
Toplam Oturma (cm)																			29,5

ÇİZELGE. 34: SIVILAŞMA RİSKİ ANALİZİ (SK-3 SONDAJİ İÇİN)

a _{msv} /g	0,40	SK-3			THE JAPANESE GEOTECHNICAL SOCIETY, REMEDIAL MEASURES AGAINST SOIL LIQUEFACTION, FROM INVESTIGATION AND DESIGN TO IMPLEMENTATION, 1998														
M	7,40																		ISHIHARA ve YOSHIMINE
YSD	7,00																		
Tabaka	Z _{top}	Z _{bottom}	% fines	γ	σ' _z	σ _z	r _d	r _n	CSR	N _{1,60}	ΔN _f	N _a	CRR	CRR/CSR	SIVILAŞMA RİSKİ	D _r %	ε %	Tabaka Kalınlığı (m)	Oturma (cm)
				9,81															
1	0,00	1,95	14,10	17,00	33,15	33,15	0,99	0,64	0,25	32,0	4,0	36,0	-0,238	-0,95	YES	90,510	1,300	1,950	2,535
2	1,95	3,45	14,10	17,00	58,65	58,65	0,98	0,64	0,25	27,0	6,8	33,8	5,801	23,21	NO	83,138	1,700	1,500	2,550
3	3,45	4,95	14,10	17,00	84,15	84,15	0,97	0,64	0,25	10,0	6,8	16,8	0,179	0,72	YES	50,596	3,500	1,500	5,250
4	4,95	6,45	14,10	17,00	109,65	109,65	0,96	0,64	0,24	12,0	6,8	18,8	0,201	0,84	YES	55,426	3,000	1,500	4,500
5	6,45	7,95	14,10	17,00	125,83	135,15	0,94	0,64	0,26	13,0	6,8	19,8	0,213	0,82	YES	57,689	3,100	1,500	4,650
6	7,95	9,45	44,90	17,00	136,62	160,65	0,93	0,64	0,28	44,0	NO LIQUEFACTION		0,049	0,18	Kİ	106,132	1,000	1,500	1,500
7	9,45	10,95	44,90	17,00	147,41	186,15	0,90	0,64	0,29	33,0	NO LIQUEFACTION		0,049	0,17	Kİ	91,913	1,200	1,500	1,800
8	10,95	12,45	44,90	17,00	158,20	211,65	0,86	0,64	0,30	34,0	NO LIQUEFACTION		0,049	0,16	Kİ	93,295	1,100	1,500	1,650
9	12,45	13,95	44,90	17,00	168,99	237,15	0,82	0,64	0,30	23,0	NO LIQUEFACTION		0,049	0,16	Kİ	76,733	2,000	1,500	3,000
10	13,95	15,45	78,30	17,00	179,78	262,65	0,78	0,64	0,29	24,0	NO LIQUEFACTION		0,049	0,17	Kİ	78,384	2,000	1,500	3,000
10	15,45	16,95	78,30	17,00	190,57	262,65	0,74	0,64	0,26	13,0	NO LIQUEFACTION		0,049	0,19	Kİ	57,689	3,000	1,500	4,500
11	16,95	18,45	22,10	17,00	201,36	262,65	0,70	0,64	0,23	17,0	8,2	25,2	0,296	1,29	NO	65,970	2,500	1,500	4,350
11	18,45	19,95	22,10	17,00	201,36	262,65	0,70	0,64	0,23	11,0	8,2	19,2	0,206	0,89	YES	53,066	3,200	1,500	4,800
Toplam Oturma (cm)																			44,1

ÇİZELGE. 35: SIVILAŞMA RİSKİ ANALİZİ (SK-4 SONDAJI İÇİN)

a _{msv} /g	0,40	SK-4			THE JAPANESE GEOTECHNICAL SOCIETY, REMEDIAL MEASURES AGAINST SOIL LIQUEFACTION, FROM INVESTIGATION AND DESIGN TO IMPLEMENTATION, 1998													ISHIHARA ve YOSHIMINE				
M	7,40																					
YSD	3,50																					
Tabaka	Z _{top}	Z _{bottom}	% fines	γ	σ' _z	σ _z	r _d	r _n	CSR	N _{1,60}	ΔN _f	N _a	CRR	CRR/CSR	SİVİLİŞMA RİSKİ	D _r %	ε %	Tabaka Kalınlığı (m)	Oturma (cm)			
				9,81																		
1	0,00	1,95	15,00	17,00	33,15	33,15	0,99	0,64	0,25	11,4	7,0	18,4	0,196	0,77	YES	53,917	3,200	1,950	6,240			
2	1,95	3,45	15,00	17,00	58,65	58,65	0,98	0,64	0,25	12,8	7,0	19,8	0,213	0,85	YES	57,257	2,900	1,500	4,350			
3	3,45	5,45	15,00	17,00	73,53	92,65	0,97	0,64	0,31	36,0	7,0	43,0	0,479	1,54	NO	96,047	0,000	2,000	0,000			
4	5,45	6,45	15,00	17,00	80,72	109,65	0,95	0,64	0,33	22,8	7,0	29,8	0,455	1,37	NO	76,430	0,000	1,000	0,000			
5	6,45	7,95	36,00	17,00	91,51	135,15	0,94	0,64	0,36	15,7					KİL	63,347	0,000	1,500	0,000			
6	7,95	9,95	15,00	17,00	105,89	169,15	0,93	0,64	0,38	15,0	7,0	22,0	0,243	0,64	YES	62,057	2,500	2,000	5,000			
7	9,95	12,00	15,00	17,00	120,64	204,00	0,88	0,64	0,38	24,2	7,0	31,2	0,579	1,52	NO	78,649	0,000	2,050	0,000			
8	12,00	13,50	36,00	17,00	131,43	229,50	0,83	0,64	0,37	12,8					KİL	57,318	0,000	1,500	0,000			
9	13,50	13,95	15,00	17,00	134,67	237,15	0,81	0,64	0,36	21,3	7,0	28,3	0,382	1,05	NO	73,910	0,000	0,450	0,000			
10	13,95	15,95	15,00	17,00	149,05	271,15	0,77	0,64	0,36	14,0	7,0	21,0	0,228	0,63	YES	59,795	2,800	2,000	5,600			
11	15,95	16,95	15,00	17,00	156,25	288,15	0,73	0,64	0,35	23,2	7,0	30,2	0,480	1,38	NO	77,024	0,000	1,000	0,000			
12	16,95	18,45	15,00	17,00	167,04	313,65	0,70	0,64	0,34	19,8	7,0	26,8	0,332	0,98	YES	71,122	2,000	1,500	3,000			
13	18,45	19,95	15,00	17,00	177,82	339,15	0,66	0,64	0,32	19,1	7,0	26,1	0,316	0,98	YES	69,991	2,100	1,500	3,150			
Toplam Oturma (cm)																			27,3			

ÇİZELGE. 36: SIVILAŞMA RİSKİ ANALİZİ (SK-5 SONDAJI İÇİN)

a _{msv} /g	0,40	SK-5	THE JAPANESE GEOTECHNICAL SOCIETY, REMEDIAL MEASURES AGAINST SOIL LIQUEFACTION, FROM INVESTIGATION AND DESIGN TO IMPLEMENTATION, 1998													ISHIHARA ve YOSHIMINE				
M	7,40																			
YSD	7,00																			
Tabaka	Z _{top}	Z _{bottom}	% fines	γ	σ' _z	σ _z	r _d	r _n	CSR	N _{1,60}	ΔN _f	N _a	CRR	CRR/CSR	SIVILAŞMA RİSKİ	D _r %	ε %	Tabaka Kalınlığı (m)	Oturma (cm)	
				9,81																
1	0,00	1,95	84,10	17,00	33,15	33,15	0,99	0,64	0,25	6,0	NO LIQUEFACTION		0,049	0,20	KİL	39,192	4,500	1,950	8,775	
2	1,95	3,95	84,10	17,00	58,65	58,65	0,98	0,64	0,25	10,0	NO LIQUEFACTION		0,049	0,20	KİL	50,596	3,400	2,000	6,800	
3	3,95	4,95	84,10	17,00	84,15	84,15	0,97	0,64	0,25	7,0	NO LIQUEFACTION		0,049	0,20	KİL	42,332	4,200	1,000	4,200	
4	4,95	6,45	84,10	17,00	109,65	109,65	0,96	0,64	0,24	6,0	NO LIQUEFACTION		0,049	0,20	KİL	39,192	4,300	1,500	6,450	
5	6,45	7,95	84,10	17,00	125,83	135,15	0,94	0,64	0,26	12,0	NO LIQUEFACTION		0,049	0,19	KİL	55,426	3,000	1,500	4,500	
6	7,95	9,45	84,10	17,00	136,62	160,65	0,93	0,64	0,28	41,0	NO LIQUEFACTION		0,049	0,18	KİL	102,450	1,000	1,500	1,500	
7	9,45	10,95	25,00	17,00	147,41	186,15	0,90	0,64	0,29	21,0	14,4	35,4	-0,452	-1,56	YES	73,321	2,200	1,500	3,300	
8	10,95	12,45	25,00	17,00	158,20	211,65	0,86	0,64	0,30	31,0	8,5	39,5	0,106	0,35	YES	89,084	1,200	1,500	1,800	
9	12,45	13,95	25,00	17,00	168,99	237,15	0,82	0,64	0,30	22,0	8,5	30,5	0,507	1,69	NO	75,047	2,000	1,500	3,000	
10	13,95	15,45	47,60	17,00	179,78	262,65	0,78	0,64	0,29	13,0	NO LIQUEFACTION		0,049	0,17	KİL	57,689	2,800	1,500	4,200	
																Toplam Oturma (cm)				44,5

ÇİZELGE. 37: SIVILAŞMA RİSKİ ANALİZİ (SK-6 SONDAJI İÇİN)

a _{msv} /g	0,40	SK-6			THE JAPANESE GEOTECHNICAL SOCIETY, REMEDIAL MEASURES AGAINST SOIL LIQUEFACTION, FROM INVESTIGATION AND DESIGN TO IMPLEMENTATION, 1998											ISHIHARA ve YOSHIMINE				
M	7,40																			
YSD	7,00																			
Tabaka	Z _{top}	Z _{bottom}	% fines	γ	σ' _z	σ _z	r _d	r _n	CSR	N _{1,60}	ΔN _f	N _a	CRR	CRR/CSR	SİVİLAŞMA RİSKİ	D _r %	ε %	Tabaka Kalınlığı (m)	Oturma (cm)	
				9,81																
1	0,00	1,95	39,63	17,00	33,15	33,15	0,99	0,64	0,25	7,0	NO LIQUEFACTION		0,049	0,20	KİL	42,332	4,300	1,950	8,385	
2	1,95	3,45	39,63	17,00	58,65	58,65	0,98	0,64	0,25	6,0	NO LIQUEFACTION		0,049	0,20	KİL	39,192	4,500	1,500	6,750	
3	3,95	4,95	39,63	17,00	84,15	84,15	0,97	0,64	0,25	6,0	NO LIQUEFACTION		0,049	0,20	KİL	39,192	4,500	1,000	4,500	
4	4,95	6,95	39,63	17,00	109,65	109,65	0,96	0,64	0,24	11,0	NO LIQUEFACTION		0,049	0,20	KİL	53,066	3,500	2,000	7,000	
5	6,95	7,95	65,70	17,00	125,83	135,15	0,94	0,64	0,26	21,0	NO LIQUEFACTION		0,049	0,19	KİL	73,321	1,900	1,000	1,900	
6	7,95	9,45	65,70	17,00	136,62	160,65	0,93	0,64	0,28	9,0	NO LIQUEFACTION		0,049	0,18	KİL	48,000	3,400	1,500	5,100	
7	9,45	11,45	65,70	17,00	147,41	186,15	0,90	0,64	0,29	14,0	NO LIQUEFACTION		0,049	0,17	KİL	59,867	2,600	2,000	5,200	
8	11,45	12,45	97,20	17,00	158,20	211,65	0,86	0,64	0,30	17,0	NO LIQUEFACTION		0,049	0,16	KİL	65,970	2,300	1,000	2,300	
9	12,45	13,95	97,20	17,00	168,99	237,15	0,82	0,64	0,30	26,0	NO LIQUEFACTION		0,049	0,16	KİL	81,584	1,800	1,500	2,700	
8	11,45	15,45	97,20	17,00	179,78	262,65	0,78	0,64	0,29	7,0	NO LIQUEFACTION		0,049	0,17	KİL	42,332	4,500	4,000	18,000	
9	12,45	16,95	99,00	17,00	179,78	262,65	0,78	0,64	0,29	11,0	NO LIQUEFACTION		0,049	0,17	KİL	53,066	3,400	4,500	15,300	
10	13,95	18,45	99,00	17,00	179,78	262,65	0,78	0,64	0,29	7,0	NO LIQUEFACTION		0,049	0,17	KİL	42,332	4,500	4,500	20,250	
Toplam Oturma (cm)																97,4				

Göreceli büyütme faktörü,

$$A=2.7-4.6$$

Zemin Salınım Periyotları,

$T_0=0.52-0.72$ sn aralığında değişmektedir.

Bilindiği gibi depremlerde yapının oturduğu zeminin titreşmesi ya da diğer bir deyişle sallanması durumunda mühendislik yapısı da salınımına uğramaktadır. Bir deprem durumunda mühendislik yapısı ile oturduğu zeminin periyodunun birbirine yakın olması halinde, rezonans nedeniyle, hasar beklenenden fazla olmaktadır. Depremin yapıda oluşturduğu zorlamaların (başka deyimle yerden yapıya aktarılan enerjinin) büyüklüğü, o noktadaki şiddetin büyüklüğü ile, “yapı doğal periyodu” nun “yerin baskın periyodu”na yakınlığına bağlıdır. Bu nedenle, yapı “doğal” periyotlarının yerin “baskın” periyodundan uzak kılınması, başka bir deyimle “yapı-yer uyumu”, bir mühendislik hedefi olan “güvenlik ve ekonominin bir araya getirilmesi”nde çok önemli bir anahtardır. Bunun sağlanması ise, gerek yapının gerekse yerin dinamik özelliklerinin daha iyi bilinmesini ve bunlar üzerinde daha büyük bir duyarlılıkla durulmasını gerektirmektedir. (Aytun, 2001)

11.2. KÜTLE HAREKETLERİ (ŞEV DURAYSIZLIĞI)

Mevcut durumda şev duraylılığı problemi yoktur. Projelendirme yapıldıktan sonra duruma bağlı olarak duraylılık analizleri yapılmalıdır. Sahanın eğimi <5’tir.

11.3. DİĞER DOĞAL AFET TEHLİKELERİ VE MÜHENDİSLİK PROBLEMLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Buraya kadar açıklanan bulgular ve yapılan değerlendirmelerin ışığında, incelenen sahada; su baskını, çığ, çökme-tasman, karstlaşma, tıbbi jeoloji sorunları olmadığı söylenebilir.

12. İNCELEME ALANININ YERLEŞİME UYGUNLUK DEĞERLENDİRMESİ

12.1 ÖNLEM ALINABİLECEK NİTELİKTE ŞİŞME VE OTURMA AÇISINDAN ÖNLEMLİ ALANLAR (Ö.A-5.1)

İnceleme alanında ve çevresinde yapılan gözlemler, sondajlar, yerinde ve laboratuvar deneylerinden elde edilen verilerin değerlendirilmesi sonucunda genel olarak, oturma, sıvılaşma riski taşıyan saha için aşağıda bahsi geçen önlemlerin alınması şartı ile sahanın **Önlemlili Alan 5.1 (ÖA-5.1, Önlem Alınabilecek Nitelikte Şişme ve Oturma Açısından Önlemlili Alanlar)** olduğu belirlenmiştir (EK.I).

- Heterojen bir yapıya sahip alüvyon birimde farklı oturmaları engelleyecek temel tipi projesi geliştirilmelidir.
- İnceleme alanında sıvılaşma problemleri tespit edilmiş olup, yapılaşma öncesi sıvılaşma problemini giderecek zemin iyileştirme önlemleri alınmalıdır.
- Eğer sahada kazıklı yapılar tesis edilmesi planlanırsa, depremden etkilenecek bu alanda, kazıklar ve üzerlerine yerleştirilecek betonarme yapının, sismik yüklere karşı yeterince esnek ve dayanımlı olması projelendirme esnasında göz önünde tutulması gerekmektedir.
- Kazık yükleme deneyleri ile kazığın zemin içindeki davranışı statik hesaplar ile bulunan değerlerle karşılaştırılmalıdır.
- Zemin profilindeki birimlerde gelişebilecek konsolidasyon oturmalarına karşı önlem alınmalı, farklı oturmalarla neden olmayacak tasarım geliştirilmeli, temel sistemi, yapıdaki olası oturmaları üniform olmasını sağlayacak biçimde düzenlenmelidir. İnceleme alanında sıvılaşmaya karşı bir takım zemin iyileştirme önlemlerinin alınması yerinde olacaktır.
- Yapılaşmalarda çevre ve temel altı drenaj sistemi yapılarak yüzey, yeraltı ve atık suların temel ortamıyla temas etmesi önlenmeli ve ortamdan uzaklaştırılmalıdır.
- Yol, altyapı ve komşu parsel güvenliği sağlanmadan kazı işlemi yapılmamalıdır.
- Kazı şevleri açıkta bırakılmamalı, uygun istinat yapılarıyla desteklenmelidir.
- İnceleme alanında temel tipi ve temel derinliği ile yapı yüklerinin taşıtılacağı seviyelerin mühendislik parametreleri (şişme, oturma, taşıma gücü analizlerinin) ve sıvılaşma analizlerinin projeye esas zemin etüt çalışmalarında ayrıntılı olarak belirlenmeli, bu çalışmalar sonucunda söz konusu zemin problemlerini gidererek iyi leştirme yöntemleri belirlenmelidir.

- Alüvyon birim içerisindeki killerde konsolidasyon oturması olacağı belirlenmiştir. Yapılaşma sırasında bu durum gözönüne alınarak bina temellerinde oluşabilecek oturmalar için önlemler alınmalıdır (jetgrout, kazıklı temeller, sızma enjeksiyon v.b).

Bölgede yapılacak tüm yapılarda hem Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik hem de Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik ile diğer ilgili yönetmelik ve genelge hükümlerine uyulmalıdır.

13. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

1. Bu rapor, Çanakkale İli, Merkez İlçesi, Barbaros Mahallesi'nde bulunan 1/1000 ölçekli H16-C-14-A-3-B, H16-C-14-A-3-C, H16-C-14-B-4-A ve H16-C-14-B-4-D nolu hali hazır harita paftaları içerisinde sınırları belirtilen 187.410 m²'lik alanın imar planlamasına altlık oluşturması ve yerleşime uygunluk değerlendirmesinde gerekli olan zemin parametrelerinin üretilmesi için yapılan sondaj ve jeofizik ölçüm çalışmaları sonucu 1/1000 ölçekli imar planına esas jeolojik ve jeoteknik etüd raporu olarak hazırlanmıştır.
2. İnceleme alanı, Çanakkale İli, Merkez İlçesi, Barbaros Mahallesi sınırları içerisinde, mevcut havaalanının güneyini kapsayan sahadır.
3. İnceleme alanı Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Mekansal Planlama Genel Müdürlüğü Balıkesir-Çanakkale Planlama Bölgesi 1/100000 ölçekli çevre düzeni planında H16 paftasında bulunmakta olup kentsel gelişme alanı olarak planlanmaktadır.
4. İnceleme alanı çevresinde ani bir topoğrafik yükselim ya da düşüm yer almamaktadır. Çanakkale Merkez İlçesi'nde yer alan saha, Çanakkale Boğazı kıyısından yaklaşık 200 m iç tarafta, sarıçam'ın oluşturduğu delta alanının içerisinde sayılabilecek bir alandır. Çanakkale Havaalanı sahanın kuzeydoğu köşesine yakındır. Saha yataya yakın bir düzlüktedir. Sahanın eğimi <%5'tir.
5. İnceleme alanı kıyı alüvyonları üzerinde yer almaktadır. Alüvyon; sondajlar sırasında kil matrisli bloklu çakıllı, yer yer kum, yer yer bloklu, alt seviyeler killi olarak gözlenmekte fakat yanal ve düşey yönde istifle farklılıklar gözlenmekte zaman zaman birimlerin birbirinin yerine geçtiği gözlenmektedir. Bu birimlerden alınan numuneler üzerinde yapılan deney sonuçlarına göre düşük plastisiteli olduğu belirlenmiştir.
6. Karada yapılan sondajlarda, yeraltı su düzeyi 1,80 m ile 7,00 m arası derinliklerde bulunmaktadır. İnceleme alanı içerisinde sürekli akış gösteren dere bulunmamaktadır.
7. Yapılan Jeofizik ölçümlere göre sahanın genelinde zemin grubu C, zemin sınıfı Z3 olarak bulunurken sadece kuzey tarafta yapılan SİS-5 ölçü yerinde zemin grubu D, zemin sınıfı Z4 olarak bulunmuştur. Ancak diğer ölçü yerlerinde de Vs₃₀ ortalama kayma dalgası hızı Z4 sınıfına çok yakın sınırdadır çıkmıştır.
8. İnceleme alanında yapılan şişme hesabına göre zeminler düşük, orta ve yüksek şişme yüzdesine sahiptir. Yapılan oturma hesabında konsolidasyon oturması 34,10 cm olarak bulunmuş ve bu oturmanın 3 yılda tamamlanacağı hesaplanmıştır. Yapılan hesaplamalara göre oturma izin verilebilir oturma miktarından yüksektir. Yapılaşma sırasında bu durum gözönüne alınarak bina temellerinde oluşabilecek oturmalar için önlemler alınmalıdır (jetgrout, kazıklı temeller, sızma enjeksiyon v.b.).
9. İnceleme alanında gözlenen kum birimlerinde sıvılaşma problemi tespit edilmiş olup, sıvılaşma probleminin gerçekleşmesi durumunda 1 m'ye ulaşan oturmaların oluşabileceği ön görülmektedir.

10. Yapılan jeolojik-jeoteknik değerlendirmeler neticesinde yüksek seviyeleri bulan şişme derecesi ve 34,10 cm'yi bulan konsolidasyon oturma problemlerinin tespit edilmesi ve söz konusu bu problemlerin mühendislik önlemleriyle giderilebileceği kanaatine varıldığından inceleme alanının yerleşime uygunluk değerlendirmesi **Önlemleri Alan 5.1 (ÖA-5.1, Önlem Alınabilecek Nitelikte Şişme ve Oturma Açısından Önlemleri Alanlar)** olarak değerlendirilmiş ve rapor eki yerleşime uygunluk haritasında "Ö.A-5.1" simgesi ile gösterilmiştir.
11. Heterojen bir yapıya sahip alüvyon birimde farklı oturmaları engelleyecek temel tipi projesi geliştirilmelidir.
12. İnceleme alanında sıvılaşma problemleri tespit edilmiş olup, yapılaşma öncesi sıvılaşma problemini giderecek zemin iyileştirme önlemleri alınmalıdır.
13. Eğer sahada kazıklı yapılar tesis edilmesi planlanırsa, depremde etkilenen bu alanda, kazıklar ve üzerlerine yerleştirilecek betonarme yapının, sismik yüklere karşı yeterince esnek ve dayanımlı olması projelendirme esnasında göz önünde tutulması gerekmektedir.
14. Kazık yükleme deneyleri ile kazığın zemin içindeki davranışı statik hesaplar ile bulunan değerlerle karşılaştırılmalıdır.
15. Zemin profilindeki birimlerde gelişebilecek konsolidasyon oturmalarına karşı önlem alınmalı, farklı oturmalara neden olmayacak tasarım geliştirilmeli, temel sistemi, yapıdaki olası oturmaları üniform olmasını sağlayacak biçimde düzenlenmelidir. İnceleme alanında sıvılaşmaya karşı bir takım zemin iyileştirme önlemlerinin alınması yerinde olacaktır.
16. Yapılaşmalarda çevre ve temel altı drenaj sistemi yapılarak yüzey, yeraltı ve atık suların temel ortamıyla temas etmesi önlenmeli ve ortamdan uzaklaştırılmalıdır.
17. Yol, altyapı ve komşu parsel güvenliği sağlanmadan kazı işlemi yapılmamalıdır.
18. Kazı şevleri açıkta bırakılmamalı, uygun istinat yapılarıyla desteklenmelidir.
19. İnceleme alanında temel tipi ve temel derinliği ile yapı yüklerinin taşıtılacağı seviyelerin mühendislik parametreleri (şişme, oturma, taşıma gücü analizlerinin) ve sıvılaşma analizlerinin projeye esas zemin etüt çalışmalarında ayrıntılı olarak belirlenmeli, bu çalışmalar sonucunda söz konusu zemin problemlerini gidererek iyileştirme yöntemleri belirlenmelidir.
20. Alüvyon birim içerisindeki killerde konsolidasyon oturması olacağı belirlenmiştir. Yapılaşma sırasında bu durum gözönüne alınarak bina temellerinde oluşabilecek oturmalar için önlemler alınmalıdır (jetgrout, kazıklı temeller, sızma enjeksiyon v.b.).
21. Bu rapor, Çanakkale İli, Merkez İlçesi, Barbaros Mahallesi'nde bulunan 1/1000 ölçekli H16-C-14-A-3-B, H16-C-14-A-3-C, H16-C-14-B-4-A ve H16-C-14-B-4-D nolu hali hazır harita paftaları içerisinde sınırları belirtilen 187.410 m²'lik alanın 1/1000 ölçekli İmar Planına Esas Jeolojik ve Jeoteknik Etüd Raporu olup, hiçbir zaman parsel bazında bina ve bina türü yapılan zemin etüt raporu olarak değerlendirilemez ve kullanılamaz.

İLİ	ÇANAKKALE
İLÇE	MERKEZ
BELDE	-
KÖY/MAH	BARBAROS MAHALLESİ
MEVKİİ	-
PAFTA	H16C-14A-3B, H16C-14A-3C, H16C-14B-4A ve H16C-14B-4D
ADA-PARSEL	4 Ada 1,2,3,4 Parseller, 121 Ada 8,9,10,11,14,16,18,19,22,23,24,30,33,36,37,38,39,40,41,42,43,44,45,46,47,48,59,61,62,63,64,65,66,67,68,69,70,72,73,74,75,76,78,80,82,84 Parseller, 246 Ada 2 Parsel, 529 Ada 9,10,12,13,15,16,17,18,20,21,22,32,47,51,53,59,60,61,62,63,64,65,100,122,124,126,129,131,133 Parseller
PLAN/RAPOR TÜRÜ-ÖLÇEĞİ	İmar Planına Esas Jeolojik-Jeoteknik Etüt Raporu -1/1000

Rapor içeriğindeki sondaj, laboratuvar, analiz vb. veri ve bilgilerin teknik sorumluluğu müellif mühendis/firmada olmak üzere 28.09.2011 tarih ve 102732 sayılı genelge gereğince, büro ve arazi incelemesi sonucunda uygun bulunmuştur.


Mehmet DOGRU
 Jeoloji Yüksek Mühendisi

KOMİSYON

Serkan ÇALMAN
 Jeofizik Mühendisi


 Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü
 Özgür
 Jeoloji Mühendisi

03.11.2017



03.11.2017


Engin ÖZTÜRK
 Çevre ve Şehircilik İl Müdür Yrd.

28.09.2011 gün ve 102732 sayılı
 Genelge gereğince onanmıştır.

ONAY

03.11.2017


 Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü
M. Uğur YÜKSEL
 Çevre ve Şehircilik İl Müdürü

KAYNAKLAR

- PRINCIPLES OF FOUNDATION ENGINEERING, 5E, BRAJA M. DAS, 2002
- FOUNDATION ANALYSIS AND DESIGN, 4TH EDITION, JOSEPH BOWLES, 1988
- DEPREM BÖLGELERİNDE YAPILACAK BİNALAR HAKKINDA YÖNETMELİK, 6 Mart 2007
- PLANLAMAYA ESAS JEOLJİK, JEOLJİK-JEOTEKNİK VE MİKROBÖLGELEME ETÜTLERİNE İLİŞKİN ESASLAR, BAYINDIRLIK VE İSKÂN BAKANLIĞI AFET İŞLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ, 2007
- ZEMİN MEKANİĞİ PROBLEMLERİ, VAHİT KUMBASAR-FAZIL KİP, 1992
- MTA, BÖLGESEL JEOLJİ HARİTALARI
- EVALUATION OF SOIL AND ROCK PROPERTIES, FHWA GEOTECHNICAL ENGINEERING, 2002
- GEOTECHNICAL ENGINEERING HANDBOOK, VOLUME I: FUNDAMENTALS, SMOLTCZYK, U., 2002
- GOOGLE EARTH, WORLD WIND 1.4 (NASA)
- TC ULAŞTIRMA BAKANLIĞI DLH GENEL MÜDÜRLÜĞÜ GEOTEKNİK TASARIM ESASLARI, 2007
- ÇANAKKALE İL ÇEVRE DURUM RAPORU, ÇANAKKALE VALİLİĞİ İL ÇEVRE VE ORMAN MÜDÜRLÜĞÜ, 2007
- <http://www.sayisalgrafik.com.tr/deprem/>
- PROBABİLİSTİK DEPREM TEHLİKE ANALİZİ, İSTANBUL ÜNİ., Y.DOÇ. DR. FERHAT ÖZÇEP
- ASTM 2573-01, STANDARD TEST METHOD FOR FIELD VANE SHEAR TEST IN COHESIVE SOIL
- "REMEDIAL MEASURES AGAINST SOIL LIQUEFACTION." (1998) A.A BALKEMA, ROTTERDAM. JAPANESE GEOTECHNICAL SOCIETY.

EK. I: EĞİM, YERLEŞİME UYGUNLUK, LOKASYON VE JEOLojİ, HARİTASI (ÖLÇEK: 1/1000 – 1/5000)

EK. II: SONDAJ LOGLARI

EK.III: LABORATUAR DENEY SONUÇLARI

EK.IV: JEOFİZİK ÖLÇÜM SONUÇLARI

**EK. V: İNCELEME ALANININ 100 KM YARIÇAPI
ÇEVRESİNDE VE 117 YILLIK SÜRE KAPSAMINDA
KANDİLLİ DEPREM KAYITLARI**

EK. VI: İNCELEME ALANI İLE İLGİLİ AFET GÖRÜŞÜ