T.C.

ÇANAKKALE VALİLİĞİ

ÇEVRE VE ŞEHİRCİLİK İL MÜDÜRLÜĞÜ

ÇANAKKALE İLİ-MERKEZ İLÇESİ

PAFTA NO : H16C-09A-3D, H16C-09D-2A ve

H16C-09D-2B

ÇANAKKALE
BELEDİYESİ

İMAR PLANINA ESAS

JEOLOJİK-JEOTEKNİK ETÜT RAPORU

HAZIRLAYAN

ÇANAKKALE BELEDİYESİ

HAZİRAN 2015

İÇİNDEKİLER

1. AMAÇ VE KAPSAM 4
2. İNCELEME ALANININ TANITILMASI VE ÇALIŞMA YÖNTEMLERİ 5
2.1. Mekansal Bilgiler – Coğrafi Konum 5
2.2. İklim Ve Bitki Örtüsü 7
2.3. Sosyo – Ekonomik Bilgiler 8
2.4. Arazi, Laboratuvar, Büro Çalışma Yöntemleri ve Ekipmanları 10
3. İNCELEME ALANININ MEVCUT PLAN, YAPILAŞMA DURUMU VE DİĞER ÇALIŞMALAR 12
3.1. Tüm Ölçeklerde Mevcut Plan Durumu ve Mevcut Yapılaşma 12
3.2. Mevcut Plana Esas Yerbilimsel Etütler, Sakıncalı Alanlar – Afete Maruz Bölgeler 12
3.3. Taşkın Sahaları, Sit Alanları, Koruma Bölgeleri 12
3.4. Değişik Amaçlı Etütler ve Verileri 12
4. JEOMORFOLOJİ 13
5. JEOLOJİ 18
5.1. Genel Jeoloji 18
5.1.1. Stratigrafi 20
5.1.1.1. Çanakkale Grubu 20
5.1.1.1.1. Gazhanedere Formasyonu 22
5.1.1.1.2. Kirazlı Formasyonu 23
5.1.1.1.3. Alçıtepe Formasyonu 24
5.1.1.2. Alüvyonlar 25
5.2. Yapısal Jeoloji 26
5.3. İnceleme Alanı Mühendislik Jeolojisi 26
6. JEOTEKNİK AMAÇLI SONDAJ ÇALIŞMALARI VE ARAZİ DENEYLERİ 27
6.1. Sondajlar 27
6.1.1. Sığ Sondajlar 27
6.2. Arazi Deneyleri 28
7. JEOTEKNİK AMAÇLI LABORATUVAR DENEYLERİ 30
7.1. Zemin İndeks ve Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi 30
7.2. Zeminlerin Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi 31
8. JEOFİZİK ÇALIŞMALAR 32
8.1. Sismik Ölçümler 32
8.1.1. Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkındaki Yönetmelik (DBYBHY, 2007) Uyarınca Hesaplanan Zemin Sınıfları 35
8.2. Elektrik Özdirenç Ölçümleri 37
9. ZEMİN VE KAYA TÜRLERİNİN JEOTEKNİK ÖZELLİKLERİ 40
9.1. Zemin ve Türlerinin Sınıflandırılması 40
9.2. Mühendislik Zonları ve Zemin Profilleri 46
9.3. Zeminin Dinamik – Elastik Parametrelerinin İncelenmesi 52
9.4. Şişme – Oturma ve Taşıma Gücü Analizleri ve Değerlendirme 55
9.4.1. Zeminlerin Şişme Özellikleri 55
9.4.2. Zeminlerin Oturma Özellikleri 57
10. HİDROJEOLOJİK ÖZELLİKLER 59
10.1. Yeraltı Suyu Durumu 59
10.2. Yüzey Suları 59
10.3. İçme ve Kullanma Suları 59
11. DOĞAL AFET TEHLİKESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ 60

11.1. Deprem Durumu....60
11.1.1. Çalışma Alanı ve Çevresi Probobalistik Deprem Tehlike Analizi....61
11.1.2. Çalışma alanı ve çevresi büyüklük (magnitüd) – frekans ilişkisi....64
11.1.3. Poisson olasılık dağılımı ile deprem risk analizi....66
11.2. İvme azalım ilişkileri kullanılarak en büyük yatay yer ivmesi (PGA) hesabı....69
11.3. Aktif Tektonik....74
11.4. Sıvılaşma Analizi ve Değerlendirme....76
11.4.1. Zemin Büyütmesi (Ao) ve Zemin Hakim Titreşim Periyodu (To)....77
12. İNCELEME ALANININ YERLEŞİME UYGUNLUK DEĞERLENDİRMESİ....80
12.1. Önlemli Alan 2.1 (ÖA-2.1) : Önlem Alınabilecek Nitelikte Stabilite Sorunlu Alanlar....81
13. SONUÇ VE ÖNERİLER....82
14. KAYNAKLAR....86

TABLOLAR

Tablo 2.1. : İnceleme alanının köşe koordinatları(1/1000)....6
Tablo 6.1. : Jeoteknik Kuyularında Örnek Alınan Seviyeler....28
Tablo 6.2. : Jeoteknik Kuyularda kesilen jeolojik birimler....29
Tablo 7.1. : Zeminlere Ait İndeks ve Fiziksel Özellikler....30
Tablo 7.2. : Zeminlere Mekanik Özellikler....31
Tablo 8.1. : Sismik Ölçü Koordinatlar....34
Tablo 8.2. : Zemin grubu ,yerel zemin sınıfı, spektrum karakteristik periyotları ve zemin hakim titreşim periyodu....35
Tablo 8.3. : Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmeliğe Göre Zemin Grupları....36
Tablo 8.4. : Yerel Zemin Sınıfları....36
Tablo 8.5. : Ölçü Nokta Koordinatları....37
Tablo 9.1. : İnce daneli zeminlerin kıvamlılık indeksine göre sınıflandırılması (Means ve Parcher (1963)....42
Tablo 9.2. : İnceleme Alanındaki İnce Daneli Zeminlerin Kıvamlıklık İndeksleri....42
Tablo 9.3. : Burmister (1951) Sınıflaması....43
Tablo 9.4. : Plastisite İndeksine Bağlı Plastisite Derecesi....43
Tablo 9.5. : Zeminlerin Plastisite Dereceleri (Burmister 1951 ve Leonards 1962 sınıflaması)....44
Tablo 9.6. : Kohezyonsuz zeminlerde SPT'ye göre relatif sıkılık değeri (Terzaghi ve Peck)....45
Tablo 9.7. : İnceleme Alanı Kohezyonsuz Zeminlerde SPT Deneyine Bağlı Sıkılık Değerlendirmesi....45
Tablo 9.8. : Dinamik – Elastik Mühendislik Parametreleri....53
Tablo 9.9. : TS EN 1998-1 (Eurocode 8) yer sınıflaması....54
Tablo 9.10. : Maksimum Kayma Modülü (Gmax)'ne göre Yer Özellik Sınıflaması....54
Tablo 9.11. : Şişme potansiyeli tanımı (Holtz ve Gibbs 1956)....55
Tablo 9.12. : Örselenmemiş Numuneler Üzerinde Yapılan Deney Sonuçlarına Göre Zeminlerin Şişme Tanımlamaları....56
Tablo 9.13. : Killerin Aktivite Durumu ve Kil Minerali İçeriği....56
Tablo 9.14. : Konsolidasyon Oturması Miktarları....57
Tablo 9.15. : İzin verilebilir Oturma Sınırları....58
Tablo 10.1. : Yeraltı Suyu Ölçümleri....59

Tablo 11.1. Çalışma alanı ve sismik alt bölgeler için deprem tehlike parametreleri....64
Tablo 11.2. : Çalışma alanı için Poisson dağılımı yaklaşımı ile elde edilen sismik risk ve tekrarlanma peryodları....67
Tablo 11.3. : Fay sistemleri azalım ilişkileri....70
Tablo 11.4. : İnceleme alanı merkez olmak üzere 100 km yarıçaplı alan içindeki önemli faylar ve üretebilecekleri en büyük moment deprem büyüklükleri....72
Tablo 11.5. : İnceleme alanı ve yakın çevresine ait önemli fayların ürettiği en büyük moment deprem büyüklükleri ve inceleme alanında meydana gelecek ivme değerleri....73
Tablo 11.6. : İnceleme alanı ve yakın çevresine ait önemli fayların ürettiği en büyük moment deprem büyüklükleri ve inceleme alanında meydana gelecek ivme değerleri....74

ŞEKİLLER

Şekil 2.1. : İnceleme alanına ait Google Earth görüntüsü....5
Şekil 4.1. Çalışma alanının morfolojik görünümü....16
Şekil 4.2. : İnceleme Alanı sınırları 3B Topoğrafya ve Eğim Yönelim Haritası....17
Şekil 5.1. : Çanakkale Grubuna ait formasyonların stratigrafik konumu (Siyako, 2006)....21
Şekil 6.1. : Sondaj Çalışmalarına Ait Fotoğrafl....27
Şekil 8.1. : Sismik Kırılma-MASW, Ölçü Yerleri....33
Şekil 8.2. : Sismik Ölçü Alımına Ait Fotoğraflar....34
Şekil 8.3. : Elektrik Özdirenç Çalışmasına Ait Fotoğraflar....37
Şekil 8.4. : DES Ölçü Noktaları Yerleri....38
Şekil 9.1. : İnceme Alanı Zemin Türleri....40
Şekil 9.2. : Çok katı – Sert Kil Tabakasından Alınmış Karot Örnekleri (SK-5)....41
Şekil 9.3. : Çok katı – Sert Kil Tabakasından Alınmış Karot Örnekleri (SK-2)....41
Şekil 9.4. : Jeoteknik sondajların arazide yerleşimini gösteren harita....46
Şekil 9.5. : SK-1 – SK-3 Jeolojik Kesiti....47
Şekil 9.6. : SK-2 – SK-8 Jeolojik Kesiti....48
Şekil 9.7. : SK-5 – SK-7 Jeolojik Kesiti....49
Şekil 9.8. : Jeolojik Kesit-1, 3B gösterim (Fence)....50
Şekil 9.9. : Jeolojik Kesit-2, 3B gösterim (Fence)....51
Şekil 11.1. : Çanakkale ili deprem bölgeleri haritası (www.deprem.gov.tr den alınmıştır)....60
Şekil 11.2. : İnceleme alanı ve dolaylarının Diri Fay haritası)....61
Şekil 11.3. : Çalışma alanında meydana gelen büyüklüğü M≥3 olan depremlerin episantır ve deprem derinliklerinin enlem ve boylama göre dağılımlarının basitleştirilmiş tektonik haritada gösterimi....63
Şekil 11.4. : Çalışma alanları deprem sayısı – büyüklük histogramları....65
Şekil 11.5. : Büyüklük-frekans ilişkisi....66
Şekil 11.6. Poisson dağılımı ile elde edilen büyüklük - sismik risk değerleri....68
Şekil 11.7. : İnceleme alanı ve yakın çevresine ait sismotektonik harita....75
Şekil 11.8. : İnceleme Alanı Zemin Hakim Titreşim Periyodu Haritası....78
Şekil 11.9. : İnceleme Alanı Zemin Büyütmesi Haritası....79

1. AMAÇ VE KAPSAM

Bu rapor; Çanakkale İli, Merkez İlçesi, Cevatpaşa Mahallesi'sinde bulunan 1/1000 ölçekli H16C-09A-3D, H16C-09D-2A ve H16C-09D-2B nolu hali hazır harita paftaları içerisinde bulunan 1274 ada 1 parsel, 965 ada 136 parsel ve Karacaören 221 ve 222 nolu parselde sınırları belirtilen yaklaşık 140.000 m^2'lik alanın 1/1000 ölçekli imar planına esas jeolojik-jeoteknik etüt raporu ile yerleşime uygunluk durumunun belirlenmesi amaçlanmıştır.

Bu çalışma kapsamında inceleme alanında olası afet tehlike risklerini ve zeminin mühendislik parametrelerini belirleyerek önlem projelerine yön vermek amacıyla gerekli arazi incelemeleri, sondaj çalışmaları, jeofizik ölçümler, laboratuvar verileri kullanılarak, yapılan jeolojik - jeoteknik değerlendirmeler sonucunda alanın yerleşime uygunluk değerlendirilmesi belirlenerek rapor tamamlanmıştır.

İnceleme alanı konut, resmi kurum, dini tesis, belediye hizmet alanı ve park olarak planlanması düşünülmektedir.

Bu rapor, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın (M.P.G.M.) 28.09.2011 tarih ve 102732 sayılı genelgesi gereğince, Format-3'e uygun olarak hazırlanmıştır.

2. İNCELEME ALANININ TANITILMASI VE ÇALIŞMA YÖNTEMLERİ

2.1. Mekansal Bilgiler – Coğrafi Konum

Çalışma alanı, Çanakkale İli, Merkez İlçesi, Cevatpaşa Mahallesi sınırları içerisinde olup Çanakkale il merkezinde yer almaktadır. Çalışma alanı yaklaşık 140.000 m^2 dir. Bu çalışmada, 1/1000 ölçekli H16c-09a-3d, H16c-09d-2a ve H16c-09d-2b nolu hali hazır harita paftaları kullanılmıştır.

Şekil 2.1. : İnceleme alanına ait Google Earth görüntüsü

Noktalar	Y	X
1.Nokta	450258.124	4448675.933
2.Nokta	450270.532	4448660.041
3.Nokta	450413.064	4448656.924
4.Nokta	450419.422	4448771.304
5.Nokta	450677.462	4448760.016
6.Nokta	450707.080	4448849.186
7.Nokta	450727.946	4448834.486
8.Nokta	450753.079	4448885.700
9.Nokta	450801.620	4448952.966
10.Nokta	450766.515	4448976.601
11.Nokta	450725.154	4448996.065
12.Nokta	450664.584	4449019.390
13.Nokta	450620.300	4449043.612
14.Nokta	450581.579	4449070.519
15.Nokta	450455.487	4449115.862
16.Nokta	450426.639	4449123.766
17.Nokta	450424.957	4449126.113
18.Nokta	450349.721	4449144.448
19.Nokta	450337.077	4449152.983
20.Nokta	450333.157	4449146.352
21.Nokta	450323.892	4449125.363
22.Nokta	450327.846	4449087.805
23.Nokta	450331.745	4449059.909
24.Nokta	450330.224	4448991.561
25.Nokta	450334.581	4448942.843
26.Nokta	450315.283	4448849.445
27.Nokta	450294.741	4448808.090
28.Nokta	450287.874	4448789.452
29.Nokta	450274.029	4448745.811

Tablo 2.1. : İnceleme alanının köşe koordinatları(1/1000)

2.2. İklim Ve Bitki 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 tatlısu 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 coğrafî 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 uzunluğunda kıyı şeridine sahiptir.

2.3. Sosyo – Ekonomik Bilgiler

Çanakkale'nin toplam nüfusu, 2011 Yılı sonu itibariyle 486.445'dir. Toplam nüfus büyüklüğüne göre iller sıralamasında 55. sırada yer almaktadır. Nüfus yoğunluğu 49'dur. Merkez nüfusu yakın köyleriyle beraber 135.192'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.

Türkiye İstatistik Kurumu verileriyle 2001 yılı cari fiyatlarla Gayri Safi Yurtiçi Hasıla illerin payına göre sıralamada Çanakkale ili 32. sırada, Kişi Başına Gayri Safi Yurtiçi Hasıla cari fiyatlarla iller sıralamasında ise 2.335 $ dolar ile 19. sıradadır.

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.

İldeki okur-yazar oranı (+6 yaş nüfus) 2011 Yılı TUİK verilerine göre % 97,55'tir. İlde; 2011-2012 eğitim öğretim yılında; Okul öncesi eğitimde 19 bağımsız anaokulu ile ilk ve ortaöğretim okulları bünyesinde 344 anasınıfında 6.407 öğrenci ve 286 öğretmen ile eğitim-öğretime devam etmektedir. Derslik başına düşen öğrenci sayısı 19 olup okullaşma oranı 36–75 ay arası çocuklar için % 43,4'dür. İlköğretimde 175 ilköğretim okulunda 44.505 öğrenci ve 2.556 öğretmen ile eğitim ve öğretime devam edilmekte olup derslik başına düşen öğrenci sayısı 18,5, okullaşma oranı % 99,8'dir. Ortaöğretimde 77 lise ve dengi okulda 23.357 öğrenci ve 1.471 öğretmen ve öğretime devam edilmekte olup derslik başına düşen öğrenci sayısı 22.5, okullaşma oranı %93.4'tür. İl merkezinde üç adet özel ilköğretim okulu, özel rehabilitasyon merkezi bulunmaktadır. Yükseköğretimde ise Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi bünyesinde; İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Tıp Fakültesi, Mühendislik Fakültesi, Denizcilik ve Deniz Teknolojisi Fakültesi, İlahiyat Fakültesi ve İletişim Fakültesi olmak üzere 10 fakülte, 6 yüksekokul ve 11 Meslek Yüksek Okulu ile 4 Enstitü, 25 Araştırma Merkezi ve 1 Uygulama ve Araştırma Hastanesi bulunmaktadır.

2.4. Arazi, Laboratuvar, Büro Çalışma Yöntemleri ve Ekipmanları

Bu Rapor kapsamındaki çalışmalar; arazi, laboratuvar ve büro olmak üzere 3 aşamada planlanmış ve gerçekleştirilmiştir.

Arazi Çalışmaları :

Jeolojik Haritalama: İnceleme alanını içine alan, MTA tarafından hazırlanan, 1/25.000 ölçekli jeoloji haritasından yararlanılarak, sondaj, jeofizik çalışmalar ve gözlemsel incelemeler sonucu, inceleme alanın 1/1000 ölçekli jeolojik haritası hazırlanmıştır.

Sondaj Çalışmaları: İnceleme alanında derinlikleri 12.00-20.00 m arasında değişen toplam derinliği 152 m olan 8 lokasyonda jeoteknik sondaj çalışması yapılmıştır.

Jeofizik Çalışmalar : Sondajlarda kesilen birimlere ait yer dinamik elastik parametrelerinin tayini, gevşek-sıkı zemin ayrımı, tabakaların yayılımı vb. özelliklerin belirlenebilmesi amacıyla 6 profil sismik ölçüm, korozyon, nemlilik, tabaka istiflerini oluşturan birimlerin ayrımlanması gibi amaçlar için elektrik yöntemlerden 4 noktada Düşey Elektrik Sondajı ölçüsü (DES) alınmıştır.

Arazi Deneyleri : Sondajlar sırasında her 1.5 metrede Standart Penetrasyon Testi (SPT) yapılarak zeminlerin penetrasyon direnci belirlenmiş, Yumuşak kohezyonlu birimlerde mümkün olan seviyelerde şelbi (shelby) tüpü ile örselenmemiş numune alınmıştır. Zeminin dayanımının arttığı sıkı-sert birimlerde ilerleme karotiyerle sağlanmış ve örnekleme yapılmıştır.

Laboratuvar Çalışmaları :

Laboratuvarda numuneler üzerinde, atterberg limitleri, elek analizleri, tabii birim hacim ağırlık, su muhtevası, konsolidasyon, serbest basınç, kesme kutusu vb. laboratuvar deneyleri TSE standartlarına uygun normlarda gerçekleştirilmiştir. Deney sonuçları EK-8'de verilmiştir.

Büro Çalışmaları :

Jeoloji Haritaları: Sahada yapılan jeoloji haritaları büro ortamında NETCAD programı yoluyla 1/5000 ve 1 /1000 ölçekli olarak hazırlanmıştır.

Eğim Haritaları: Hesaplama yöntemiyle hazırlanan eğim haritaları NETCAD programında çizilerek rapor ekinde 1/5000 ve 1/1000 ölçeklerde sunulmaktadır.

Jeolojik Enine Kesit: Haritalar üzerinde jeolojik ortamı temsil edecek istikametlerde RockWorks yazılımı kullanılarak kesitler alınmıştır.

Doğal Afet Tehlikesi: İnceleme alanı jeoloji - jeoteknik ve jeofizik çalışmalar yönünden incelenmiştir.

Yerleşime Uygunluk Haritaları: Jeolojik, jeoteknik, jeofizik çalışmalar yoluyla arazinin yerleşime uygunluğu değerlendirilerek yerleşime uygunluk haritaları NETCAD programı yoluyla 1/5000 ve 1/1000 ölçekli olarak hazırlanmıştır.

Yapılan arazi ve laboratuvar deneyleri sonucunda taşıma kapasitesi hesaplamaları, konsolidasyon ve oturma analizleri ile sıvılaşma analizleri yapılmıştır. Açılan sondaj kuyularının yerlerini ve jeofizik ölçüm noktalarını gösteren 1/1000 ve 1/5000 ölçekli mühendislik jeolojisi, yerleşime uygunluk ve eğim haritaları eklerde verilmiştir.

İnceleme alanında saha çalışmaları Jeoloji Mühendisi Nahide YALÇINKAYA ve Jeofizik Mühendisi Ebru SOLMAZ tarafından, laboratuvar deneyleri GEOMP JEOTEKNİK laboratuvarı tarafından gerçekleştirilmiştir. Şekillerin çizilmesi, arazi ve laboratuvar deneylerinin derlenmesi, yorumlanması ve raporlanması Jeoloji Mühendisi Cem DEMİR ve Jeofizik Mühendisi Onur EYİSÜREN tarafından yapılmıştır.

3. İNCELEME ALANININ MEVCUT PLAN, YAPILAŞMA DURUMU VE DİĞER ÇALIŞMALAR

3.1. Tüm Ölçeklerde Mevcut Plan Durumu ve Mevcut Yapılaşma

İnceleme alanı Çanakkale Belediyesi sınırları içinde bulunmakta olup, çalışma alanı 1/1000 ölçekli imar planında konut, resmi kurum, dini tesis, belediye hizmet alanı ve park alanında kalmaktadır.

1/5000 ölçekli Nazım İmar Planı , Çanakkale Belediye Meclisi tarafından onaylanmıştır. Çalışma alanında mevcut eski huzur evi binası bulunmaktadır. Bu bina dışında her hangi bir yapılaşma bulunmamakta olup, geriye kalan alan arsa niteliğindedir.

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.

3.2. Mevcut Plana Esas Yerbilimsel Etütler, Sakıncalı Alanlar – Afete Maruz Bölgeler

İnceleme alanında daha önce yapılmış herhangi bir yerbilimsel etüt bulunmamaktadır. İnceleme alanı için alınmış Afete Maruz Bölge Kararı bulunmamaktadır.

3.3. Taşkın Sahaları, Sit Alanları, Koruma Bölgeleri

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

3.4. Değişik Amaçlı Etütler ve Verileri

İnceleme alanında içerisinde bulunduğu, MTA tarafından 2008 yılında 1/100.000 ölçekli jeoloji haritası hazırlanmıştır. Alan ve çevresine ait genel jeoloji çalışmalarında bu haritadan yararlanılmıştır.

4. JEOMORFOLOJİ

Çanakkale İli'nin toprakları, genellikle dağ ve tepelerle kaplı alanların vadilerle yarılmasıyla oluşan engebeli bir yapı göstermektedir. İl'in en yüksek dağı, Balıkesir sınırında yer alan Kazdağı (l767 m) olup, diğer yükseltiler bu dağın çevresinde yer alır. Biga yöresinde Kuzey-Doğu ve Güney-Batı yönünde uzanan 500 – 1000 m arasındaki yükseltiler dalgalı bir görünüm oluşturur. Edremit Körfezinin kuzeyi bu dağ ve tepelerin en yükseklerinin bulunduğu yerdir. Bu yükseltiler arasında; Susuztepe (1507 m), Gürgen Dağı (1425 m), Kalafattepe (1417 m), Eğrimermertepe (1398 m), Kocaeğrek Tepe (1371 m), Hacıöldüren (1124 m) ve Kocakatran Dağları (1030 m) yer almaktadır.

Gelibolu Yarımadasının kuzey ve kuzeydoğusunda Koru Dağı (726 m) ile Tekir Dağları'nın uzantıları yer almaktadır. Gelibolu Yarımadasında boğazdan Saroz Körfezine doğru basamak basamak bir yükselme görülür ve 400 m'ye yaklaşan tepeler dik yamaçlarla Saroz Körfezine doğru iner.

İl'de ovalık alanlar az yer kaplar (İl topraklarının % 14,8'i). Ovalara akarsu ağızlarında ve geniş tabanlı vadilerde rastlanır. Gelibolu Yarımadasının biçimi, büyük ovaların oluşmasını olanaksız kılmıştır. Ege Denizi ile Çanakkale Boğazı arasındaki tek büyük ovayı Kilye ve Piren Ovalarının birleşmesi (Eceabat Ovası) oluşturur. Bununla beraber Gelibolu Yarımadasının kuzeydoğusu doğrultusunda sırasıyla Yalova ve Kavak ovaları yer almakta olup, bu ovalar bölgede dar alanlar kaplamaktadır.

Anadolu yakasında ise Eski Menderes Çayının aktığı alanda Bayramiç ve Ezine ve Ovaları, ayrıca Kocabaş Çayının ağzında Biga ve Karabiga Ovaları ile İlin güneydoğunda yer alan Agonya Ovası bulunur. İldeki yaylalar Kaz Dağları üzerinde akarsu başlarında, havzaları birbirinden ayıran küçüklü büyüklü gruplar şeklinde sıralanır. Yayla gruplarının bir bölümü Biga Yarımadasında, Kaz Dağlarının uzantıları olan düşük yükselti üzerindedir. Diğerleri ise Edremit Körfezinin kuzeyinde, Kaz Dağlarının doğu – batı uzantıları şeklinde ve Ayvacık'ta Menderes Havzası ile Edremit Körfezi arasındadır. Çalışma alanının 1/1.000 ve 1/5.000 ölçekli eğim haritaları Ek-3'de verilmiştir. Ayrıca rapor bütünlüğünü sağlamak amacıyla rapor içerisinde 1/16.000 ölçekli olarak Şekil 4.2'de eğim haritası verilmiştir.

Çanakkale, Trakya'da Edirne İlinin Enez ve Keşan, Tekirdağ'ın Malkara ve Şarköy İlçeleriyle, Anadolu'da Balıkesir İlinin Erdek, Gönen, Balya ve Edremit İlçeleriyle çevrilidir. Ege denizinde ise Çanakkale'nin ilçelerinden, Türkiye'nin en büyük adası olan Gökçeada ile üçüncü büyük adası olan Bozcaada Yunanistan karasuları ile komşudur.

İl; 25o 37' - 27 o 45' doğu meridyenleri ile 39 o 40' - 40 o 45' kuzey paralelleri arasında 9736,9 km2 'lik bir alan kaplar. Anadolu Yarımadasının en batı noktası Bababurnu ile Türkiye'nin en batı noktası olan Gökçeada'daki Dabi Avlaka Burnu il sınırları içinde kalır. Çanakkale İli topraklarının büyük kısmı Marmara Bölgesinin Güney Marmara bölümüne, Edremit Körfezi kıyısındaki küçük bir alan ise Ege bölgesine girer. Çanakkale'nin 12 ilçesiyle birlikte 22 beldesi ve 568 köyü bulunmaktadır.

İlin ana jeomorfolojik birimleri ile ilgili bilgiler aşağıda verilmiştir.

Dağlık Alanlar : Biga Yarımadasının GB'sında geniş yayılımı olan yüksek dağlık alan genellikle Neojen öncesi temel kaya toplulukları ve Neojen yaşlı volkanizmaya bağlı olarak şekillenmiştir. Ayvacık-Yenice-Biga arasında yer alan dağ silsilerinin orografik uzanımları KD-GB yönündeki neotektonik dönem faylarıyla uyumlu olup, bunlar ile plato ve vadi tabanları arasındaki geçişler genellikle dik fay yamaçları ile sağlanmaktadır. Çanakkale'nin doğusunda bulunan yüksek dağ kütleleri ise neojen yaşlı volkanizma ürünlerine karşılık gelmektedir.

Plato Alanlar: Çanakkale yöresinde en yaygın olan jeomorfolojik ünite, çeşitli yükselti basamaklarında bulunabilen, farklı yaştaki aşınım yüzeyleri nedeniyle bazı kesimlerde basamaklı bir görünümü olan, yer yer yapısal denetimli platolardır. Genellikle Neojen yaşlı kaya toplulukları üzerinde gelişmiş olan platolar akarsularla derin şekilde yarılarak parçalanmışlardır. Alüvyon Ova ve Vadi Tabanları: Menderes çayı deltası ve Çanakkale Boğazı yöresi dışında kalan alüvyal ova ve vadi tabanları, genelde bölgenin tektonik denetimli ana orografik yapısına uygun olarak KD-GB yönünde uzanmaktadır. Yine kıyı ovaları ve deltaların dışında kalan alüvyon dolgu düzlükleri, genelde vadi tabanlarına karşılık gelmektedir. Tuzla çayı, Menderes çayı ve Biga çayı ağızlarında izlendiği gibi akarsuyun büyüklüğü ve drenaj havzaları ile oluşturdukları delta ovaları karşılığında deltaların küçük boyutlu olduğu gözlenmiştir. Bu çelişkili morfoloji delta sedimantasyonuna karşılık gelen denizel kaide seviyesinin çok yakın jeolojik geçmişte kazanılmış olması ile ilişkilidir.

Geçiş Zonu: Ova ve vadi tabanları ile plato ve yüksek dağlık alan arasında, yer yer birikim, yer yer de aşınım süreçleri ile gelişmiş olan etek düzlükleri, söz konusu ana jeomorfolojik üniteler arasındaki geçiş zonunu oluşturmaktadır. Çanakkale İlinin de içinde yer aldığı Biga yarımadasının morfotektonik yapısı neotektonik dönemde gelişmiş olan, genelde KD-GB uzanımlı faylarla kontrol edilmektedir. Ana orografik uzanımlar olan ovalar ve vadi tabanları ile bunlar arasında yükselen dağ silsileleri tektonik yapı ile uyumlu olarak KD-GB yönlüdür.

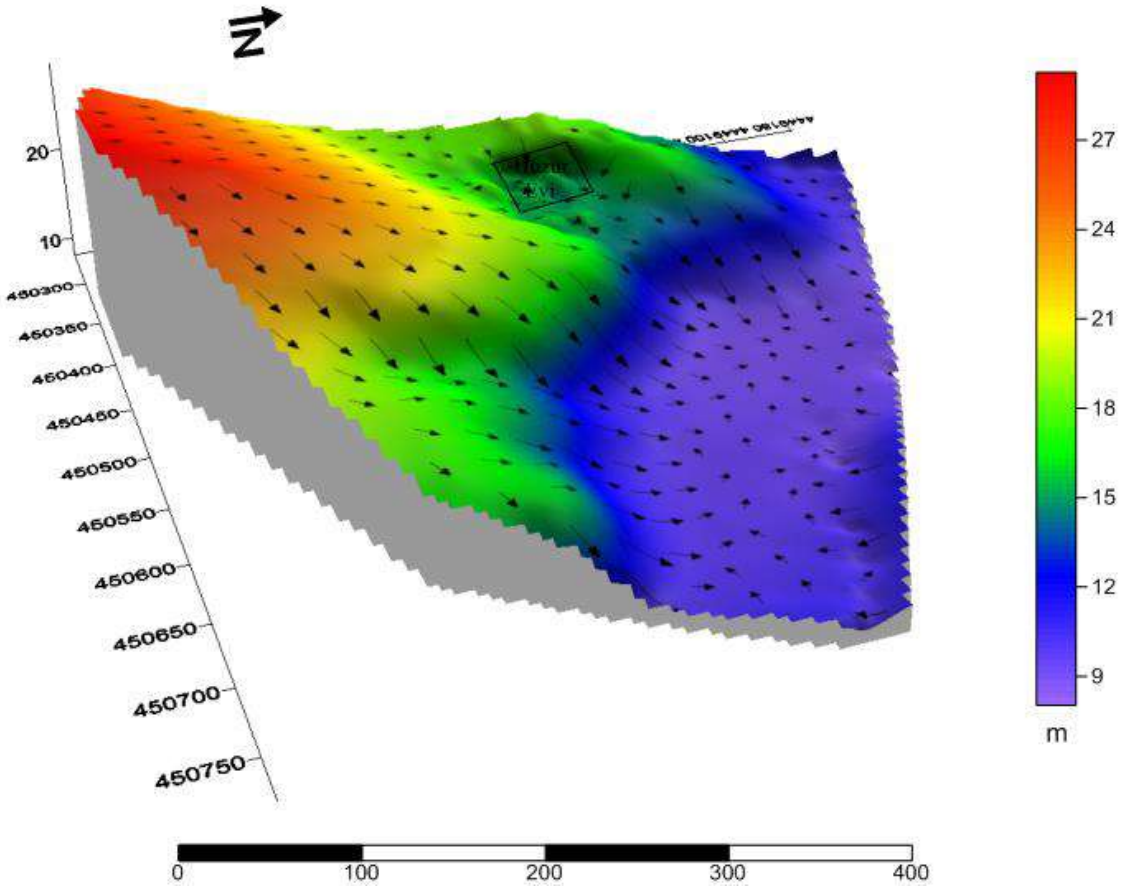
Çanakkale sınırları içinde Miyosen aşınım yüzeyi ve Pliyosen-Pleyistosen aşınım yüzeyi olmak üzere iki aşınım yüzeyi belirlenmiştir. Dağlık alanlar üzerinde parçalar halinde korunmuş olan Miyosen aşınım yüzeyi 400 – 800 metreler arasındaki yüksekliklerde bulunmakta ve bu yüzey tektonik deformasyonlar nedeniyle morfometrik dalgalanmalar göstermektedir. 50 – 400 metreler arasında yayılımı olan Pliyosen ve sonrası aşınım yüzeyleri genellikle Neojen yaşlı kaya toplulukları üzerinde gelişmiştir. Ayrıca, bazı küçük alanlarda fosil aşınım yüzeylerine de rastlanmıştır.

İlin GD bölümünde drenaj şebekesi bölgesel tektonik yapıya uygun olarak KD-GB uzanımlı ana akarsularla karakterize edilir. Fay zonları boyunca gelişmiş olan tektonik kökenli havza tabanları veya fay zonlarına sübsekant olarak yerleşmiş oval geniş tabanlı vadilerle tanınan drenaj şebekesi bazı kesimlerde epijenik birleştirme boğazları oluşturmuştur. Çanakkale çevresinde, özellikle boğaz yöresinde kıvrımlı yapı üzerinde rölyef terslenmesi ile karakterize edilmiş kafesli bir drenaj ağı gelişmiştir. Ana drenaj şebekesinin yerleşimi yapısal denetimli olmasına karşın ikincil drenaj ağının örgülenme düzeni jeomorfolojik-litolojik özellikler tarafından belirlenmiştir.

Jeomorfolojik oluşumlardan Biga ve Menderes Çayı gibi büyük vadi tabanları ve deltalar taşkın ovalarına karşılık gelmektedir. Taşkın ovaları vadi kenarlarında birikinti koni ve glasilerine geçerler. Alüvyon dolgulu dar vadi tabanları bazı kesimlerde tamamen taşkın yatağı karakteri göstermektedir. Çanakkale Boğazı yöresi ve büyük akarsu vadilerinde dönemsel şekiller gözlenmektedir. Biga ve Menderes Çayı gibi büyük akarsuların taşkın alanlarında izlenen menderes sekileri Holosen'de gelişmiştir. Alüvyon yelpazesi daha çok vadi veya havza kenarlarında gelişmiş olup, Edremit Körfezi kıyılarında ve Yenice Ovası kenarında büyük boyutlara ulaşmıştır. Ova ve vadi kenarlarında yumuşak litolojilerin yüzeylediği kesimlerde ise glasiler gelişmiştir.

Kıyı ve Denizaltı Şekilleri: Çanakkale Boğazı çevresinde 20-25, 15, 7-8 metre seviyelerinde olmak üzere üç denizel seki gurubu gözlenmektedir. Bölgede çok belirgin morfolojik diskordansın izlediği falezler şeklinde gelişmiş olan yüksek kıyı tipi çoğunluktadır. Bazı kesimlerde önlerinde geniş bir dalga aşınım düzlüğü bulunduran bu kıyılarda dalga aşındırma süreçleri egemen olup, duraysız kesimlerde tabaka kaymaları ve heyelan gibi kütle hareketleri gözlenmektedir. Delta ve vadi ağızlarına karşılık gelen alçak kıyılarda ise birikim süreçlerinin etkisiyle kumlu ve çakıllı plajlar gelişmiştir. Gelibolu ve Biga yarımadası açıklarında -90 metreler seviyesine kadar inen ve üzerinde Gökçeada ile Bozcaada'nın yükseldiği kıtasal şelf izlenmektedir. Pleyistosen sonlarındaki deniz yükselmesi ile deniz Güncel Aşınım (Erozyon) Süreçleri ve Kütle Hareketleri: Aşınım süreçleri, platolar ile dağlık sahalar üzerinde etkilidir. Bu alanlarda yarılmanın fazla olduğu, aşınıma karşı dayanımsız kaya türlerinin yüzeylediği, eğimin fazla olduğu kesimlerde yamaç erozyonu etkilidir. Az eğimli platolar ile glasi yüzeylerinde ise yüzey sellenmesinin neden olduğu yüzeysel erozyon gözlenmektedir. Sık dantritik drenajın gelişmiş olduğu ve yumuşak litolojilerin yüzeylendiği yamaç zonlarında ise selcik erozyonu gelişmiştir. Çalışma alanının morfolojik görünümü Şekil 4.1'de verilmiştir. Çalışma alanının genel olarak topoğrafyası az eğimli (% 0-10) bir arazi yapısına sahiptir.

Şekil 4.1. Çalışma alanının morfolojik görünümü.



Şekil 4.2. : İnceleme Alanı sınırları 3B Topoğrafya ve Eğim Yönelim Haritası

5. JEOLOJİ

5.1. Genel Jeoloji

Biga Yarımadası'nın temelini Paleozoyik veya muhtemelen daha yaşlı metamorfik kayalar oluşturur (Kazdağ grubu). Metamorfik kayaç toplulukları üzerinde tektonik bir dokanakla, aktif kıta kenarı çökelleri ile temsil edilen değişik tektonastratigrafik birimlerden oluşan Triyas yaşlı Karakaya Kompleksi bulunmaktadır. Jura'da daha çok durgunlaşan ortamda tabanda kumtaşları ile başlayıp kumlu, sleks yumrulu ve oolitli kireçtaşları ile devam eden ve son bulan bir istif çökelimini gerçekleştirmiştir.

Üst Kretase'de; bölgede geniş yayılıma sahip, başlıca spilit, grovak, pelajik şeyl, serpantinit ve radyolaritlerden oluşan, karmaşık ve düzensiz bir iç yapıya sahip olan Çetmi ofiyolitik melanjı yerleşmiştir.

Biga yarımadasında çeşitli evrelerde etkin olan asidik magmatizmanın ürünleri çoğunlukla granit, granodiyorit ve diyorit bileşimlidir. Önceki yıllarda bölgede çalışan araştırmacılar (Öngen, 1978a ve b; Dayal,1984; Birkle ve Satır, 1995; Genç ve Yılmaz, 1995; Genç, 1998; Bozkurt, 2000) Kestanbol, Evciler, Karaköy ve Etili plütonlarını Tersiyer magmatizmasının ürünü ve Biga yarımadasında Alt Miyosen volkanizmasına bağlı olarak oluşan sığ sokulumlar olarak tanımlamışlardır. Plütonlar KD-GB uzun eksenli eliptik magmatik kütlelerdir ve bunlar ince taneli, benzer bileşimli volkanik kayaçlarla çevrelenmiştir (Karacık, 1995; Yılmaz, 1998).

Biga yarımadasının Tersiyer evrimi; Orta Eosen neritik kireçtaşı ve bu kireçtaşı üzerine uyumlu olarak çökelmiş olan, andezit ve andezitik tüf ara katkılı Üst Eosen türbiditleriyle başlar. Orta Eosen'de başlayan önemli bir transgresyon bütün Batı Anadolu'da etkin olmuş ve geniş bir bölgede Orta-Üst Eosen yaşta Soğucak Kireçtaşı çökelmiştir. Aşınma etkisinden korunmuş 20-30 m kalınlıkta ufak bantlar şeklinde izlenir. Lagüner fasiyeste çökelmiştir. Soğucak kireçtaşının çökeliminden sonra havzanın güney şelfi giderek derinleşmiş ve genellikle türbüditlerden oluşan Ceylan Formasyonu çökelmiştir. Biga'nın batısında 500 m kadar kalınlıkta olup, türbüdit karakterli kumtaşları ile şeyl ve marnlardan oluşur.

Oligosen sonunda Biga Yarımadası'nda önemli bir yükselme ve aşınma evresi yaşanmıştır ki; bu evre sonucunda yarımadanın güneyinde Orta Eosen-Oligosen istifi tümüyle aşınmıştır. Bu nedenle Miyosen isitifi çok farklı litolojiler üzerinde yer alır. İç kesimlerde Erken-Orta

Miyosen'deki volkanizma ile eş zamanlı olarak karasal birimler çökelmiştir. Çan çevresinde bu karasal birimler bitümlü şeyl, silt taşı, kumtaşı, tüf ve kömürden oluşur. Çan Formasyonu adı verilen bu birim 250 m kalınlığa sahiptir ve Miyosen'in andezitik volkanitleri üzerinde yer alır.

Oligosen – Miyosen döneminde kalkalkalen magmatizması Biga yarımadasını etkilemiştir. Bunların dışında andezit, dasit, riyolit, ve asidik tüfler Biga yarımadasında geniş alanları kaplamıştır. Bu volkanik kayalar arasında yerel olarak linyit içeren gölsel çökeller bulunur. Üst Miyosende volkanizma sona ermektedir.

Biga yarımadasında Pliyo-Kuvaterner döneminde çakıltaşı, kumtaşı ve şeylden oluşan flüviyal sedimanlar ile gölsel karbonatlar çökelmiştir. Bayramiç Formasyonu olarak adlandırılan (Siyako ve diğ., 1989) flüviyal birimin en iyi görüldüğü yerlerden biri Karamenderes çayının kuzeyleridir. Gönen ve Manyas kuzeyinde de geniş yüzlekler veren Bayramiç Formasyonu, genellikle daha yaşlı birimler üzerinde uyumsuzdur; yalnızca Çanakkale güneyinde Alçıtepe Formasyonu ile geçişli görülmektedir (Siyako ve diğ., 1989). Alçıtepe Formasyonu; Gazhandere ve Kirazlı Formasyonları ile yanal ve düşey geçişli, sığ denizel bir birim olup, kumtaşı, çakıltaşı, şeyl, marn ve bu birim için karakteristik olan oolitik kireçtaşlarından oluşur ve kalınlığı 200 metre kadardır.

Kara alanlarındaki kalınlığı 200 metre olan Bayramiç Formasyonu'nun Edremit körfezindeki kalınlığı, Edremit-1 kuyusundan ve sismik kesitlerden elde edilen bilgilere göre 1500 metreye kadar çıkmaktadır. Edremit körfezinde izlenen bu kalın Pliyo-Kuvaterner istif, Kazdağ silsilesinin Pliyo-Kuvaterner'de yükseldiğinin iyi bir kanıtıdır. Kazdağ silsilesinin Miyosen sonrası oluştuğunun bir başka kanıtı da, Miyosen yaşlı Küçükkuyu Formasyonu'na ait mostraların Kazdağı'nın kuzey ve güney eteklerinde görülmeleri ve bugün Edremit körfezinin kuzeyinde 1776 metre yükskliğe çıkan Kazdağ metamorfitlerinden gelmesi beklenen kaba klastik malzemenin Küçükkuyu Formasyonu içerisinde gözlenmeyişidir. Bu gözlem Küçükkuyu Formasyonu'nun çökeldiği havzanın ilksel olarak bugünkü Kazdağı silsilesinin üzerinde yer aldığını ve Kazdağı'nın yükselişinin Küçükkuyu Formasyonu çökeliminden sonra olduğunu göstermektedir (Siyako ve diğ., 1989).

Siyako ve diğ. (1989)'ne göre Bayramiç Formasyonu ile yanal geçişli ve 40-50 metre kalınlıkta olan gölsel karbonatlar, Biga yarımadasının en batı kesimlerinde Gülpınar çevresinde ve Karamenderes çayının güney kesimlerinde yüzeyler.

Biga yarımadasında genç fay zonları boyunca yükselmiş ve Taştepe bazaltı olarak adlanmış olan Pliyo-Kuvaterner yaşlı genç lavlar da bulunmaktadır.

Çanakkale boğazı ve çevresinde görülen Miyosen istifinin çok karakteristik bir özelliği volkanik seviyeler içermemesidir. Bu nedenle bu istifin Biga yarımadasında çok etkin olmuş Alt-Orta Miyosen volkanizmasından sonra çökelmiş olduğu düşünülmektedir.

5.1.1. Stratigrafi

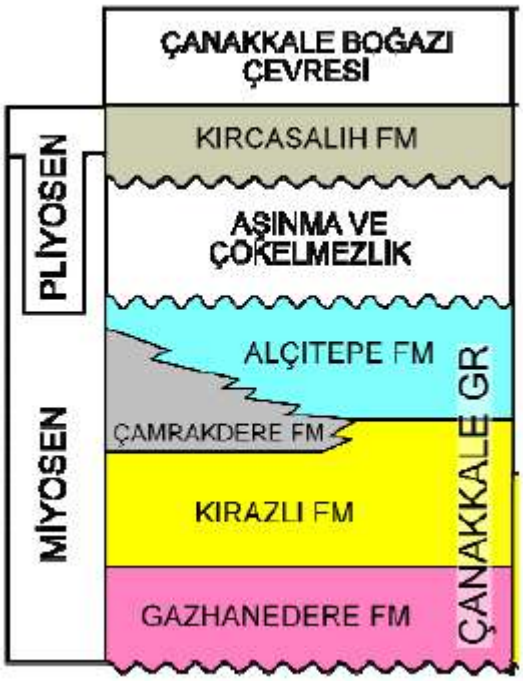
Çanakkale yerleşim biriminin üzerinde yer aldığı Çanakkale havzası, Orta Miyosen-Pliyosen döneminde çökelmiş olan kırıntılı formasyonlar ile güncel alüvyonlardan oluşmaktadır. Orta Miyosen-Pliyosen çökelleri "Çanakkale Grubu" adıyla (Siyako, 2006) tanımlanmıştır. Alüvyonlar ise, sondajlardan ve gözlem çukuru olarak açılan hendeklerden derlenen bilgilerle, ilk defa Çanakkale Belediyesinin Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesine hazırlattığı Çanakkale Merkez İmar Planına Esas Jeolojik-Jeoteknik Etüt Raporunda üç ayrı litostratigrafi birimi olarak haritaya işlenmiştir.

5.1.1.1. Çanakkale Grubu

Çanakkale Grubu ismi, güney Trakya'da, Çanakkale Boğazı'nın her iki yakasında, Gökçeada ve Bozcaada'da yaygın olarak yüzeylemeleri bulunan Miyosen-Pliyosen yaşlı sedimanter birimleri için kullanılmıştır (Siyako, 2006). Daha önceki araştırıcılar bu grubu oluşturan birimleri "Çanakkale Formasyonu" adıyla ve değişik üyelere ayırarak tanımlamışlardır (Şentürk ve Karaköse, 1987; Atabey ve diğ., 2004).

Çanakkale grubunu oluşturan formasyonlar, Çanakkale Boğazı'nın her iki yakasında da

yaygınca yüzeylenmekte olup, alttan üste "Gazhanedere fm., Kirazlı fm., Çamrakdere fm., ve Alçıtepe fm.," olmak üzere 4 lito-stratigrafi biriminden oluşur (Şekil 5.1).



Şekil 5.1. : Çanakkale Grubuna ait formasyonların stratigrafik konumu (Siyako, 2006)

5.1.1.1.1. Gazhanedere Formasyonu

Genel olarak çakıltaşı kumtaşı ve kırmızımsı gri çamurtaşlarından oluşur. Çamurtaşı destekli olan çakıltaşları gevşek çimentolanmalı olup, yer yer çamur konglomerası niteliğindedir. Birimi, "Gazhanedere formasyonu" adıyla ilk kez Saltık (1974) tanımlamıştır.

Çanakkale Boğazının doğu kenarı boyunca çok yaygın yüzeylemeleri bulunmasına rağmen İnceleme alanı içerisinde çok sınırlı bir yüzeylemesi vardır. Birimin yaygın yüzeylemeleri Çınarlı ve Kirazlı Köyleri kuzeyindeki Gazhanedere çevresinde yer alır (Sümengen ve diğ., 1987). Birim içerisinde Atabey ve diğ. (2004) akarsu kanal dolguları, uzunlamasına ve enine bar çökellerine ait kumtaşı ve çakıltaşları ile taşkın düzlüğü çökellerini oluşturan çamurtaşlarını tanımlamışlardır. Çakıltaşları polijenik olup, serpantinit, andezit, dasit, riyodasit, mikaşist, mermer, kuvarsit vb. kayaç kırıntıları oluşturur.

Gazhanedere formasyonunun inceleme alanı içerisindeki yüzeylemesi, Sarıcaali Köyü ile Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Terzioğlu yerleşkesi arasındaki alanda yer alır. Beldemiz sitesi ile eski çöplük arasındaki yamaç boyunca birimi açıklıkla görmek mümkündür. Bu alandaki yüzeylemesinde ve Terzioğlu yerleşkesi içerisinden geçen su kanalı boyunca alacalı renkli çamur destekli çakıltaşı, kumtaşı aradalanması şeklinde bir görünümü vardır. Birim içerisindeki çamurtaşlarının bileşiminde yer alan kil ve silt gibi ince taneli gereçlerin fazla bulunması nedeniyle suya doygun durumda iken ve yamaç eğiminin yüksek olduğu yerlerde heyelanlara neden olmaktadır. Gazhanedere formasyonunun alt dokanağı inceleme alanı içerisinde gözlenmez. Bölgede yapılmış olan önceki araştırmalara göre birim, Çanakalan Köyü, Dümrek Köyü ve Kızılcaören Köyü çevresinde Çamlıca metamorfitleri ve Denizgören ofiyoliti üzerine diskordan olarak bulunmaktadır. Belen Köyü çevresinde ise Ezine–Doyran volkanitleri üzerine açılı uyumsuz olarak gelir (Atabey ve diğ., 2004). Birimin üst dokanağı, yüzeylediği alanlarda "Kirazlı formasyonu" ile dereceli geçişlidir (Siyako, 2006).

Gazhanedere formasyonu gerek fasiyes özellikleri gerekse çökelme geometrisi açısından tipik olarak alüvyon yelpazesini yansıtmaktadır. Birimin havza kenarlarında kaba taneli havza içerisine doğru ince taneli litolojilere geçmesi alüvyon yelpazesi ortamını işaret etmektedir (Atabey ve diğ., 2004). İçerisinde bulunan uzunlamasına ve/veya enine bar çökelleri bu yelpazenin örgülü akarsu ortamında geliştiğini, belirsiz kalın tabakalı olması, çapraz katmanların bulunması, yer yer kamalanmalı tabakaların varlığı gibi birçok çökelme yapısı da bu ortamın düzensiz ve yüksek taşkın düzlüğünü işaret eder.

5.1.1.1.2. Kirazlı Formasyonu

Birim, kumtaşı, çakıllı kumtaşı ve silttaşlarından oluşur. Birimi Kirazlı formasyonu adıyla ilk olarak Saltık (1974) tanımlamıştır. Birimin yaygın yüzeylemelerinin Güzelyalı Köyü çevresinde bulunması nedeniyle Atabey ve diğ. (2004) "Güzelyalı üyesi" olarak isimlendirmişlerdir. Birimin inceleme alanı içerisinde yüzeylemesi yoktur. Ancak Çanakkale yerleşim alanı yakın çevresindeki yörelerde yaygınca yüzeylemeleri bulunması dolayısıyla, birimin özelliklerini tanıtma gereği duyulmuştur.

Kirazlı formasyonunun tipik kesiti Gazhanedereden Kirazlı Köyü'ne kadar olan kesimdir (Sümengen ve diğ., 1987). Birimin yaygın yüzeylemelerinin bulunduğu alanlar: Güzelyalı, İntepe arası ve Kumkale çevresine kadar uzanan kıyı şeridi boyunca; Kepez ile Sarıcaali Köyü arasında, ÇOMÜ Terzioğlu Yerleşkesi'nin önemli bir bölümünde; Umurbey Çayı'nın delta düzlüğü kesiminde; Lapseki ile Lapseki'nin güneyindeki Subaşı Köyü arasıdır.

Kirazlı formasyonu, en açık şekilde Çanakkale-İzmir karayolu boyunca Güzelyalı ile İntepe viyadüğü arasındaki yol yarmalarında görülür. Bu alanda birim, düzlemsel paralel tabakalanmalı, yer yer alt ve üst yüzeyler ondülasyonlu, düzlemsel ve tekne tipi çapraz tabakalanmalar gösteren sarımsı iri-orta tane boylu kumtaşlarından oluşur. Birim içerisinde pas rengi demir oksitli ayrışmalar çok yaygın olup, zaman zaman derinliği birkaç metreye ulaşan çakıltaşı kanal dolguları bulunmaktadır. Kirazlı formasyonu kıyı yakını ortamlarda (plaj) çökelmiş, gevşek tutturulmuş, sarımsı boz kumtaşlarının egemen olduğu bir birimdir. Kumtaşları içerisinde seyrek olarak siltaşı, kiltaşı arakatkıları ile kanal dolguları biçiminde çakıltaşları gözlenir. Formasyonun kalınlığı yöreden yöreye değişiklikler göstermektedir. Kirazlı Köyü yakınındaki tip kesitinde yaklaşık 220 m'dir (Sümengen ve diğ., 1987). Şentürk ve Karaköse (1987), İntepe civarında 132 m, Bayrak Tepe'de 157 m ve Çamrakdere'de 204 m ölçmüşlerdir. Gelibolu Yarımadası'nda ise kalınlığın 500 m'ye kadar çıkabileceğini belirtmişlerdir.

Kirazlı formasyonu, altta Gazhanedere formasyonu ile üstte ise Çamrakdere ve Alçıtepe formasyonları ile geçişlidir (Siyako, 2006). Çalışma alanı sınırları içinde Kirazlı formasyonu, yüzlek vermemektedir.

5.1.1.1.3. Alçıtepe Formasyonu

Birimi ilk olarak Sfondrini (1961) ve Duritt (1960), Kilitbahir ve Alçıtepe birimleri şeklinde adlandırmışlardır. Daha sonra Önem (1974) Alçıtepe üyesi, Siyako ve diğ., (1989) ise Alçıtepe formasyonu adıyla tanıtmışlardır. Alçıtepe formasyonu genel olarak kumtaşı, kiltaşı, kumlu ve killi kireçtaşı litolojilerinden oluşur. Bu litolojiler yanal ve düşey olarak birbirleriyle geçişlidirler.

Formasyonun yaygın yüzeylemeleri Çanakkale yakınlarındaki Bayrak Tepe, Boğazın her iki yakasındaki falezler, İntepe Beldesi'nin bulunduğu alan, Umurbey Beldesi güneyi, Gelibolu Yarımadası'nda Alçıtepe Köyü çevresi ve Kilitbahir ile Eceabat arasındaki sırtlardır. İnceleme alanı içerisinde Narababa Tepe civarındaki askeri alan içerisinde, Esenler Mahallesi'nin bulunduğu alanda ve Barbaros şehitliği çevresinde görülür.

Alçıtepe formasyonu, kumlu kireçtaşı, kumtaşı, kiltaşı, marn ve bol makro fosilli kireçtaşı ile oolitli kireçtaşlarının ardalanmasından oluşur (Siyako, 2006). Kireçtaşları içerisindeki gastropod ve pelecypod kavkıları bazı düzeylerin büyük bir kısmını oluşturur. Bu organizma yığışımlarının tanımlamaya elverişli olanlarından elde edilen yaş; Orta- Üst Panoniyen'dir (Şentürk ve Karaköse, 1987). Bu yaş, Çanakkale güneyinde çalışmış olan Taner (1982) tarafından belirlenen Akçagiliyen, Romaniyen-Parskoviyen yaşlarından farklılık arz etmektedir (Şentürk ve Karaköse, 1987). Bol fauna içerikli kireçtaşları, daha çok ostrakod, pelecypod ve gastropod fosillerini içermektedir.

Alçıtepe formasyonu, kıyı ve kıyı ötesi kırıntılıları ile karbonatlarından oluşan, karışık, kırıntılı-karbonat kıyı çizgisi ortamında çökelmiştir (Şentürk ve Karaköse, 1987). Altta akarsularla beslenen lagüner çökeller ile üstte ise çalkantılı kıyı yüzü ve kıyı ötesi çökellerden oluşan oolitik kireçtaşları kapsaması birimin sadece kıyı ötesinde değil, kırıntılı kıyı çizgisinde bir alanda çökeldiğini göstermektedir. Kimi seviyelerde kırıntılı çökeller ile karbonatlı çökellerin tekrarlanmış olması, kıyı çizgisinin oynak (hareketli) olduğunu göstermektedir (Şentürk ve Karaköse, 1987).

5.1.1.2. Alüvyonlar

İnceleme alanı içerisinde çok yaygın olarak tutturulmamış sedimanlardan oluşan alüvyonlar yeralır. Bu alüvyonların gerek dağılımı gerekse oluşumları Sarıçay'ın etkisi altında gerçekleşmiştir. Sarıçay, yüksek kodlardan taşıdığı sedimanları, hem eski yatağı boyunca hem de yeni yatağı boyunca olmak üzere, öncelikli olarak ova nitelikli düşük kodlu alanlarda biriktirmiştir. Bu sedimanlar oluşum biçimlerine ve kendilerini oluşturan litoloji türlerinin konumlarına göre üç ayrı birim şeklinde tanımlanmıştır (Şekil 5.2). Bunlar; a) Kum, killi kum, yer yer çakıl kanallı kum birimi; b) Kum, siltli kum (yer yer kil mercekli) birimi; c) Blok, çakıl ve kum (güncel dere yatağı ve taşkın alanı tortulları) birimi.

5.2. Yapısal Jeoloji

Çalışma alanı, Türkiye'nin kuzeybatısında olup, Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun (KAFZ) batı uzantısının etkisi altındadır. Türkiye'de Neotektonik dönem Kuzey Anadolu Fayı'nın oluşması ve Anadolu levhasının batıya doğru hareketi ile başlamıştır (Ketin, 1968; Mc Kenzie,1978; Şengör, 1979; Şengör ve Yılmaz, 1981).

Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun (KAFZ) batı uzantılarının oluşturduğu düşey ve yanal hareketler Kuzey Batı Anadolu'da önemli yerleşim birimlerini etkileyen depremler oluşturmaktadır. Düşey hareketler özellikle Gönen-Yenice, Biga-Çan, Bayramiç-Ezine depresyonlarının oluşumunu sağlamıştır. İnceleme alanı ve yakın çevresinde ise bu hareketler kuzeydoğu-güneybatı uzanımlı çöküntüler oluşturmuştur.

Marmara Denizi ve Güney Marmara bölgesinde fayların gidişi genellikle doğu-batı olmakla birlikte Biga Yarımadası içinde ve Kuzey Ege'de kuzeydoğu-güneybatı yönünde uzanım göstermektedir (Herece, 1990; Okay, 1990). İnceleme alanı yakın çevresinde İnova-Sarıköy, Yenice-Gönen, Biga-Çan, Bayramiç-Ezine, Gülpınar-Kestanbol, Saroz-Gaziköy fayları önemli yer tutar. Bu ana çizgisellik yönlerinin dışında irili ufaklı birçok fay bulunmaktadır. Çanakkale Boğazı'nın oluşumu bahsinde de değinildiği gibi Boğaz'ın oluşumunu sağlayan (veya oluşumunda etkili olan) yaklaşık kuzey-güney yönlü, yüzeyde izi gözlenmese de, fayların olduğu belirtilmektedir (Duritt, 1960; Erol, 1992).

İnceleme alanı içinde, yüzeyde çizgiselliği belirgin olarak gözlenen, bir fay bulunmamaktadır. Ancak yukarıda da ifade edildiği gibi inceleme alanının yakın çevresinde yer alan aktif fayların üreteceği depremlerden inceleme alanı şiddetli bir şekilde etkilenecektir.

5.3. İnceleme Alanı Mühendislik Jeolojisi

İnceleme alanında Miyosen yaşlı Alçıtepe formasyonu gözlenmektedir. Bu birim, daha önce bölgede yapılmış olan birçok çalışmada tanımlanmış olup, ana litolojisini düzgün tabakalanmalı kumtaşı, kiltaşı ve killi kireçtaşları (marn) oluşturmaktadır. Birim inceleme alanı içerisinde Esenler Mahallesi çevresinde gözlenmektedir.

6. JEOTEKNİK AMAÇLI SONDAJ ÇALIŞMALARI VE ARAZİ DENEYLERİ

6.1. Sondajlar

Çalışma alanında zeminde 1 adet 12 m'lik 7 adet 20 m'lik sondaj kuyusu açılmıştır. Toplam sondaj metrajı 152 m'dir.

6.1.1. Sığ Sondajlar

Çalışma alanında yapılan jeoteknik sondajlar (sığ sondajlar) zeminlerin litolojik özelliklerini, düşey doğrultudaki değişimlerini ve yeraltı suyu durumu ile mühendislik parametreleri gibi bilgileri belirleme amacına yönelik yapılmıştır. Sondajlar TS-1901'e göre yapılmış olup D500 ve DMK-500 marka rotary sondaj makinesi kullanılmıştır.

Şekil 6.1. : Sondaj Çalışmalarına Ait Fotoğrafl

6.2. Arazi Deneyleri

Standart Penetrasyon deneyinde % 60 enerji elde edilebilen otomatik düşürmeli halka tipi şahmerdan kullanılmıştır. Kuyu içerisinden SPT deneyleri sırasında alınan örselenmiş örnekler 2" dış çaplı ve 13/8" iç çaplı yarık numune alıcı ile alınmıştır. Alınan numuneler doğal özelliklerini kaybetmemesi için iç içe geçmiş iki ayrı naylon torba içine konmuş, etiketlenmiş ve ağızları hava almayacak şekilde sıkıca bağlanmıştır. Örselenmemiş numuneler (UD) kuyu içerisinden, 500 mm uzunluğunda, 76 mm çapında ince çeperli tüpler (shelby tüpü) kullanılarak hidrolik baskı ile alınmıştır. Örnek alındıktan sonra tüpün iki tarafı kapatılarak örneklerin hava almaması sağlanmıştır. SPT deneyinin yapılmasının mümkün olmadığı sert-sıkı seviyelerde ilerleme karotiyerle sağlanmıştır.

Kuyu No	Derinlik	SPT	UD	Karot	Kuyu No	Derinlik	SPT	UD	Karot
SK-1	1.50-1.95	X			SK-6	1.50-1.95	X		
SK-1	1.95-20.00			X	SK-6	2.00-2.40		X	
SK-2	1.50-1.95	X			SK-6	3.00-3.45	X		
SK-2	3.00-3.45	X	X		SK-6	4.50-4.95	X		
SK-2	4.50-4.95	X			SK-6	4.95-20.00			X
SK-2	6.00-6.45	X			SK-7	1.50-1.95	X	X	
SK-2	7.50-7.95	X			SK-7	3.00-3.45	X		
SK-2	7.95-20.00			X	SK-7	4.50-4.95	X		
SK-3	1.50-1.95	X			SK-7	6.00-6.45	X		
SK-3	3.00-3.45	X			SK-7	6.45-20.00			X
SK-3	4.50-4.95	X			SK-8	1.50-1.95	X		
SK-3	4.95-20.00			X	SK-8	3.00-3.45	X	X	
SK-4	1.50-1.95	X			SK-8	4.50-4.95	X		
SK-4	1.95-20.00			X	SK-8	6.00-6.45	X		
SK-5	1.50-1.95	X			SK-8	7.50-7.95	X		
SK-5	1.95-20.00			X	SK-8	7.95-12.00			X

Tablo 6.1. : Jeoteknik Kuyularında Örnek Alınan Seviyeler

Sodaj No	Koordinat		Derinlik	Litoloji	USCS	Formasyon
	X	Y				
SK-1	4447495	450483	00.00-20.00	Kil	CL	Alçıtepe
SK-2	4447410	450619	00.00-08.00	Kil	CL	Alçıtepe
			08.00-09.00	Killi Çakıl	GC	Alçıtepe
			09.00-20.00	Kil	CL	Alçıtepe
SK-3	4447313	450770	00.00-20.00	Kil	CL	Alçıtepe
SK-4	4447325	450522	00.00-20.00	Kil	CL	Alçıtepe
SK-5	4447236	450666	00.00-01.50	Killi Çakıl	GC	Alçıtepe
			01.50-20.00	Kil	CL	Alçıtepe
SK-6	4447240	450558	00.00-04.50	Kil	CL	Alçıtepe
			04.50-05.00	Killi Kum	SC	Alçıtepe
			05.00-20.00	Kil	CL	Alçıtepe
SK-7	4447248	450475	00.00-04.00	Kil	CL	Alçıtepe
			04.00-08.50	Çakıllı Killi Kum	SC	Alçıtepe
			08.50-20.00	Kil	CL	Alçıtepe
SK-8	4447137	450431	00.00-06.00	Kil	CL	Alçıtepe
			06.00-12.00	Çakıllı Killi Kum	SC	Alçıtepe

Tablo 6.2. : Jeoteknik Kuyularda kesilen jeolojik birimler

7. JEOTEKNİK AMAÇLI LABORATUVAR DENEYLERİ

Jeoteknik sondaj kuyularından alınan örnekler üzerinde zemin ve kaya mekaniği deneyleri GEOMP Jeoteknik Zemin ve Yapı Laboratuvarında yapılmıştır. Laboratuvar deneylerinde kullanılan örnek sayısı 40' tır.

7.1. Zemin İndeks ve Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi

Numune			Doğal Su Muhtevası (%)	Elek Analizi			Hidrometre (%)	Atterberg Limitleri			USCS
Sondaj Kuyusu	Tipi	Derinlik		Çakıl (%)	Kum (%)	Kil+Silt(%)		LL (%)	PL(%)	PI(%)	
SK-1	SPT	1.50	21.97	0	8	92	11.76	43	16	27	CL
	UD	3.50	13.64	0	5	95	20.8	44	18	26	CL
	SPT	3.00	16.36	0	5	95	15.74	44	18	26	CL
	KAROT	16.50	18.37	0	7	93	-	43	17	26	CL
SK-2	SPT	1.50	25.94	0	19	81	12.48	47	19	28	CL
	UD	3.00	28.87	0	27	73	-	48	18	30	CL
	SPT	7.50	22.38	19	8	73	-	39	17	22	CL
	SPT	7.95	13.96	52	12	36	-	34	16	18	GC
	KAROT	15.00	28.35	0	8	92	-	35	14	21	CL
SK-3	SPT	1.50	23.06	2	30	68	21.21	42	21	21	CL
	SPT	3.00	23.26	0	27	73	20.14	41	20	21	CL
	KAROT	6.00	17.58	0	7	93	-	40	22	18	CL
	KAROT	12.00	16.18	0	3	97	-	41	24	18	CL
	KAROT	18.00	18.07	0	4	96	-	42	23	18	CL
SK-4	SPT	1.50	19.69	0	31	16	15.03	39	23	16	CL
	UD	3.00	22.77	3	29	17	11.03	39	23	17	CL
	KAROT	4.5	19.28	0	8	20	-	40	20	20	CL
	KAROT	7.5	16.43	0	31	19	-	42	24	19	CL
	KAROT	13.5	17.46	0	9	18	-	41	23	18	CL
SK-5	SPT	1.50	17.84	56	22	22	-	39	16	22	GC
	KAROT	6.00	19.55	0	3	97	-	35	14	97	CL
	KAROT	9.00	16.53	0	6	94	-	35	15	94	CL
	KAROT	18.00	17.55	0	12	88	-	36	16	88	CL
SK-6	UD	2.00	29.45	1	14	85	12.6	47	20	85	CL
	SPT	3.00	25.47	0	33	67	-	47	19	67	CL
	SPT	4.50	14.44	3	68	29	-	39	19	29	SC
	KAROT	6.00	16.45	0	20	80	-	40	17	80	CL
	KAROT	9.00	14.56	0	6	94	-	35	16	94	CL
SK-7	UD	1.50	33.13	1	27	72		40	16	23	CL
	SPT	4.50	27.69	19	37	43		40	17	23	SC
	SPT	6.00	18.99	16	38	46		59	21	38	SC
	KAROT	9.00	19.44	0	7	93		39	17	22	CL
	KAROT	12.00	12.60	0	29	71		28	16	12	CL
	KAROT	16.50	17.17	0	1	99		36	17	18	CL
SK-8	SPT	1.50	31.92	0	6	94	6.44	44	20	23	CL
	UD	2.70	22.82	78	3	19		59	21	38	GC
	SPT	3.00	23.84	0	41	59		44	20	24	CL
	SPT	4.50	41.95	0	7	93	13.46	45	19	25	CL
	SPT	6.00	13.65	11	73	16		39	20	19	SC
	SPT	7.50	17.19	12	75	13		39	20	19	SC

Tablo 7.1. : Zeminlere Ait İndeks ve Fiziksel Özellikler

7.2. Zeminlerin Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi

Numune			Doğal Birim Hacim Ağırlık (gr/cm^3)	Konsolidasyon	Dayanım Deneyleri		
					Serbest Basınç (kg/cm^2)	Direkt Kesme	
Sondaj Kuyusu	Tipi	Derinlik		Serbest Şişme (%)		ϕ	c (kg/cm^2)
SK-1	SPT	1.5	1.599			7.2	0.391
	UD	3.5	1.577	0.06		7.4	0.397
	SPT	3	2.089		7.72	7.5	0.387
	KAROT	16.5	2.159		5.3	7.5	0.392
SK-2	SPT	1.5	1.732				
	UD	3	1.809	0.25		7.3	0.397
	SPT	7.5	1.741			8.4	0.392
	KAROT	8	1.622				
	KAROT	15	1.761		2.2		
SK-3	SPT	1.5	1.708			7.2	0.389
	SPT	3	1.685			8.3	0.364
	KAROT	6	2.126		7.32	8.1	0.374
	KAROT	12	1.638			8.2	0.381
	KAROT	18	2.232		11.8	7	0.388
SK-4	SPT	1.5	1.677			8.3	0.377
	UD	3	1.585			7.7	0.387
	KAROT	4.5	1.554			7.4	0.38
	KAROT	7.5	2.208		8.55	7.4	0.375
	KAROT	13.5	2.093		7.31	7.3	0.381
SK-5	SPT	1.5	1.611				
	KAROT	6	2.079		3.73		
	KAROT	9	2.126		2.94		
	KAROT	18	2.061				
SK-6	UD	2	1.728	0.19		7.1	0.392
	SPT	3	1.662			7.5	0.391
	SPT	4.5	1.821				
	KAROT	6	1.511				
	KAROT	9	1.643				
SK-7	UD	1.5	1.878				
	SPT	4.5	1.773			20.4	0.205
	SPT	6	1.735				
	KAROT	9	1.585				
	KAROT	12	1.574				
	KAROT	16.5	1.556				
SK-8	SPT	1.5	1.559			7.8	0.394
	UD	2.7	1.604	0.46			
	SPT	3	1.575				
	SPT	4.5	1.696				
	SPT	6	1.529				
	SPT	7.5	1.813				

Tablo 7.2. : Zeminlere Mekanik Özellikler

8. JEOFİZİK ÇALIŞMALAR

Jeofizik çalışmalar kapsamında sahada iki yöntem uygulaması yapılmıştır. Bu yöntemler, sismik kırılma ve yüzey dalgası analizi (MASW) ve Düşey Elektrik Sondajı (DES) ölçüleridir. 6 profil sismik ölçüm, 4 noktada DES ölçüsü alınmıştır. Yapılan ölçümlere ait tüm dokümanlar (ölçülen değerler, değerlendirmeler, oluşturulan kesitler vb) Ek-9'da verilmiştir. Çalışma genelinde yeraltı katmanları, yerin titreşim özellikleri, gevşek-sıkı katman ayrımlaması, taşıma gücü hesabına temel oluşturan Vs hız değişim değeri, yeraltı tabaka eğimleri, yer esneklik parametreleri gibi bilgilere ulaşılması hedeflenmiştir. Tüm yöntemlerin uygulanma doğrultu ve yerini gösteren kroki Şekil'de 8.1'de verilmiştir. Uygulanan jeofizik yöntemlerin ortaklaştığı bölümlerde elde edilen sonuçların uyumluluğu yapılan değerlendirme ve varılan sonucu olumlu olarak etkilemiştir.

8.1. Sismik Ölçümler

Deprem tehlikelerine karşı alınabilecek önlemlerin belirlenmesinde temelde iki esas unsur ön plana çıkmaktadır. İlki dinamik ve statik yüklere karşı zemin davranışının elastik özelliklerine bağlı karakteri, diğeri ise yer-yapı iletişimine bağlı yapısal unsurların risk analizlerinin yapılmasıdır. Sismik kırılma ilk varış tomografisinden ve yüzey dalgası analizinden elde edilen kayma dalgası hız değeri, tabaka kalınlıkları ve türetilen fiziksel/geoteknik parametreler (Vp, Vs, H, To, Gmax, yoğunluk, elastisite modülü, Poisson oranı, bulk modülü) elde edilmiştir. Saha da yayılım gösteren jeolojik birimleri elastik parametrelerin belirlenmesi amacıyla 6 adet sismik kırılma tomografisi ölçümü ve aynı profiller üzerinde Çok Kanallı Yüzey Dalgası Analizi (MASW) ölçüsü alınmıştır.

Simik Kırılma Yöntemi; Farklı hızlara ait tabaka sınırlarından kırılarak gelen cisim dalgalarının ilk geliş zamanlarının okunması ile P ve S dalga hızları hesaplanabilmektedir. 10-15m gibi sığ derinlikler için yaygın olarak kullanılmaktadır.

MASW Yöntemi; Çok kanallı sismograflarla yapılan yüzey dalgası (Rayleigh) kayıtlarının çok kanallı spektral analizi yapılarak sismik kayma dalgası (S) hızı bulunabilmektedir. Son yıllarda gelişen ve yaygınlaşan bu yöntem;

- Özellikle yer altı su seviyesinin yüksek olduğu alüvyon sahalarda,
- Dolgu ile oluşturulan sahalarda,
- Yüzeyi ince beton veya asfalt kaplı sahalarda,
- Düşük hızlı ara seviyelerin yer aldığı ortamlarda başarılı sonuçlar verebilmektedir.
- Ayrıca MASW ölçülerinin penetrasyon derinliği serim boyunun ≥1/2 katından daha fazladır.

Şekil 8.1. : Sismik Kırılma-MASW, Ölçü Yerleri

Şekil 8.2. : Sismik Ölçü Alımına Ait Fotoğraflar

Proje kapsamında gerçekleştirilen sismik kırılma profillerine ait koordinat bilgileri Tablo 8.1.'de verilmiştir.

Profil No		Koordinatlar	
		x	y
sis-1	Başlangıç	4449091	450428
	Bitiş	4449112	450371
sis-2	Başlangıç	4449013	450536
	Bitiş	4448990	450583
sis-3	Başlangıç	4448948	450652
	Bitiş	4448892	450633
sis-4	Başlangıç	4448716	450368
	Bitiş	4448754	450378
sis-5	Başlangıç	4448964	450471
	Bitiş	4448880	450431
sis-6	Başlangıç	4448782	450489
	Bitiş	4448774	450536

Tablo 8.1. : Sismik Ölçü Koordinatlar

Sahada yapılan sondajlarda gözlemlenen birimlerin ölçülebilen V_p vs V_s hızları şöyledir:

- Alçıtepe Formasyonunun ayrışmış zonuna ait katı Kil Tabakasının, Vp=500-800 m/sn Vs=145-292 m/sn arasındadır.
- Sondajlarda Çok Katı-Sert şeklinde tanımlanan Alçıtepe Formasyonunda yer alan Kil Tabakasının üst seviyelerinde Vp=1200-1700 m/sn Vs=301-430 m/sn arasındadır. Bu birimin alt seviyelerinde Vp hızları artış eğilimi azalmakla beraber Vs hızlarının 400-636 m/sn'ye ulaştığı birimin taneler arası boşluk oranının azaldığı ve alt seviyelerinde göreceli olarak sertliğin arttığı şeklinde yorumlanabilir.

8.1.1. Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkındaki Yönetmelik (DBYBHY, 2007) Uyarınca Hesaplanan Zemin Sınıfları

Çalışma alanında çok kanallı yüzey dalgası analizi yöntemi (MASW) ile elde edilen Vs hızları esas alınarak Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkındaki Yönetmelik Uyarınca zemin grubu ve yerel zemin sınıflaması yapılmış tablo 8.2.' de verilmiştir.

Ölçü No	sis-1	sis-2	sis-3	sis-4	sis-5	sis-6
Zemin Grubu	B	B	C	C	C	B
Yerel Zemin Sınıfı	Z2	Z2	Z3	Z3	Z3	Z2
Ta	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Tb	0.4	0.4	0.6	0.6	0.6	0.4
To	0.4	0.44	0.54	0.67	0.59	0.5

Tablo 8.2. : Zemin grubu ,yerel zemin sınıfı, spektrum karakteristik periyotları ve zemin hakim titreşim periyodu

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

Tablo 8.3. : Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmeliğe Göre Zemin Grupları

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 $h_1 \leq 10$ m olan (D) grubu zeminler
Z4	$h_1 > 50$ m olan (C) grubu zeminler $h_1 > 10$ m olan (D) grubu zeminler

Tablo 8.4. : Yerel Zemin Sınıfları

8.2. Elektrik Özdirenç Ölçümleri

İnceleme alanını oluşturan jeolojik birimlerin minerolojik ve litolojik özelliklerinden faydalanarak elektrik özdirenç değerlerini belirlemek ve farklı özdirençlere sahip birimlerin kalınlık ve derinliklerini bularak jeoelektrik yapı kesitini ortaya çıkartmak mümkündür. Bu amaçla tabakaların düşey yöndeki özdirenç değişimlerine daha duyarlı olan Schlumberger dizilimi kullanılarak 4 noktada düşey elektrik elektrik sondajı (DES) ölçüsü alınmıştır. Ölçü koordinatları Tablo 8.1.'de verilmiştir.

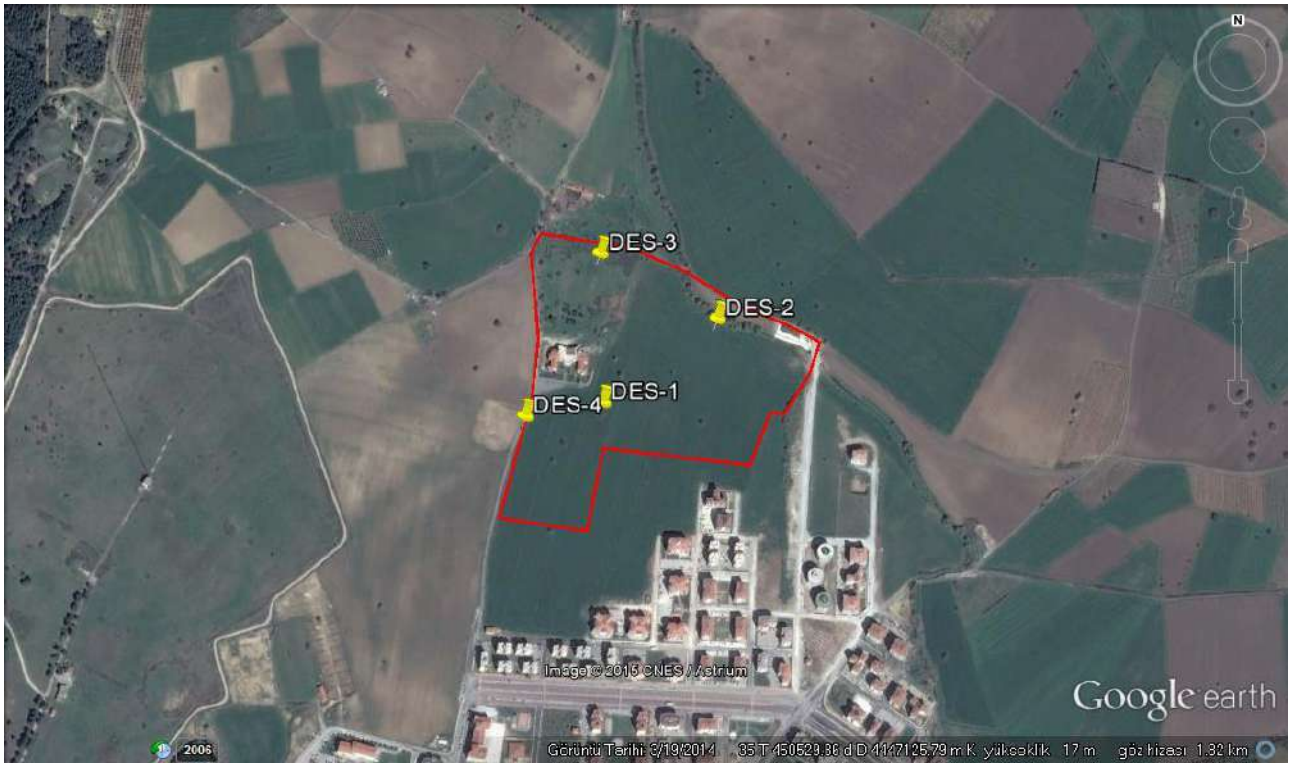
Ölçümler 12 voltluk aküden beslenerek 400 volt çıkış gerilimi oluşturabilen cihaz ile yapılmıştır.

Ölçü uzunlukları "AB/2" 100-180 m arasında değişmektedir. Ölçü yerleri şekil 8.2' de verilmektedir.

Şekil 8.3. : Elektrik Özdirenç Çalışmasına Ait Fotoğraflar

DES	Y	X	AB/2 (m)
DES 1	450500	4447256	120
DES 2	450687	4447390	120
DES 3	450497	4447497	100
DES 4	450374	4447235	180

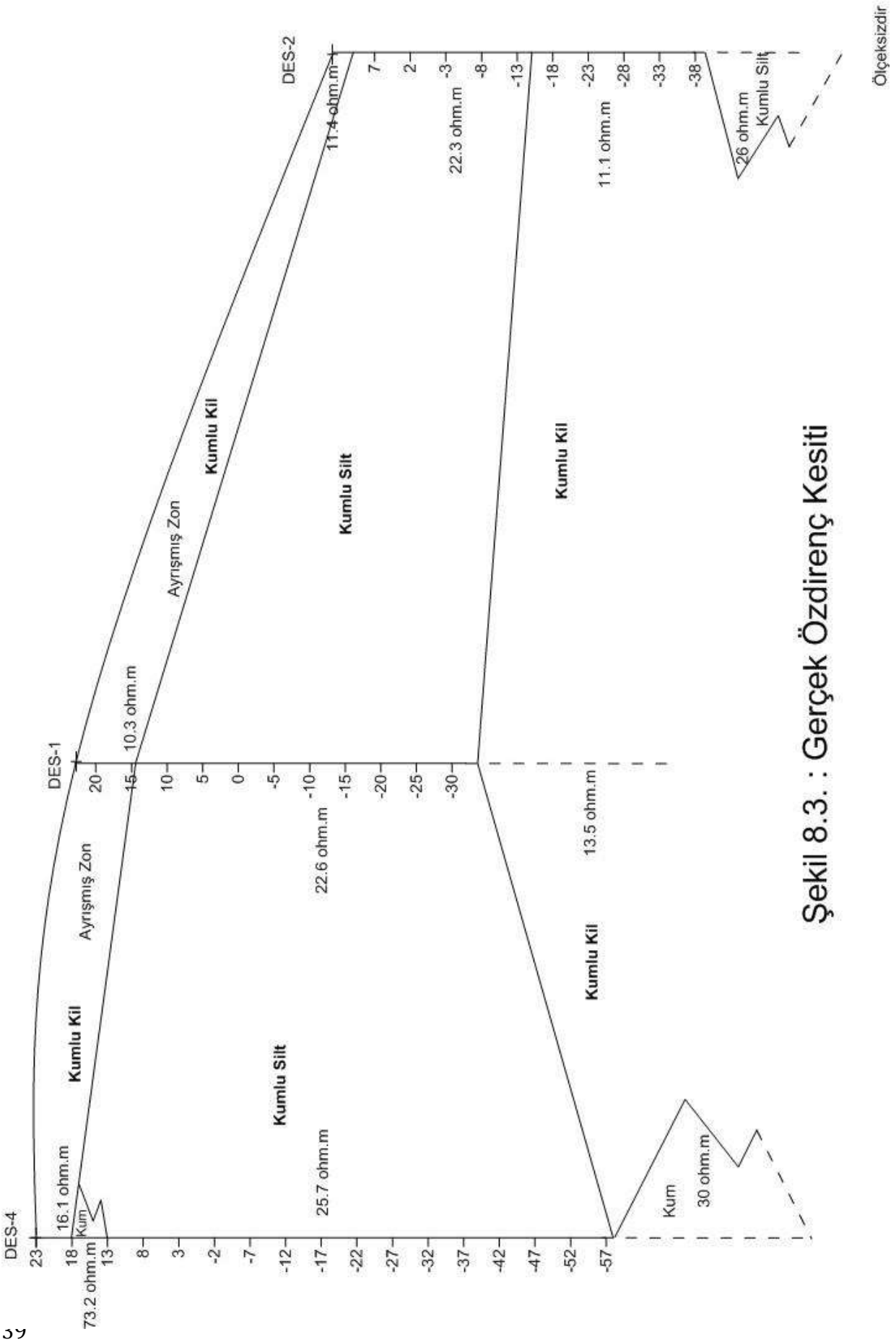
Tablo 8.5. : Ölçü Nokta Koordinatları



Şekil 8.4. : DES Ölçü Noktaları Yerleri

Elde edilen özdirenç eğrileri Ipi2Win programı ile değerlendirilmiş, her ölçüm noktasında ki tabakalı yapının, gerçek özdirenç değerleri ve tabaka kalınlıkları bulunmuştur. Elde edilen bu sonuçlardan faydalanılarak gerçek özdirenç kesiti oluşturulmuş Şekil 8.3.'te verilmiştir.
Oluşturulan bu kesitlere göre;

- Toprak tabakanın altında 10.3-16.1 ohm.m arasında değişen özdirenç değerlerine sahip Alçıtepe formasyonunun ayrışmış (rezidüel) zonuna ait kumlu kil tabakası görülmektedir. Bu kil tabakasının kalınlığı 3 ile 7.5 m arasında değişmektedir.
- Sondajlarda da tanımlandığı üzere ikinci tabaka yer yer kumlu çakıl bantlı gri renkli kil-silt tabakasıdır. Bu tabakanın özdirenç değerleri 22.3-25.7 ohm.m arasında kalınlığı ise 25 ile 70 m arasında değişmektedir. Bu tabakanın kalınlığının inceleme alanının güneyinden kuzeyine doğru inceldiği görülmektedir.
- Son olarak 11.1-13.5 ohm.m aralığın da özdirenç değerleri değişen bir tabaka belirlenmiştir. Bölgenin genel jeolojisi ile birlikte yorumlandığında bu özdirence sahip birimin Alçıtepe formasyonu ile tanımlanan fosilli kumlu kiltaşı-marn birimler olduğu düşünülmektedir.
- Ölçülen bu özdirenç değerleri arazinin "çok korozif-korozif" bir yapıda olduğunu göstermektedir.



Şekil 8.3. : Gerçek Özdirenç Kesiti

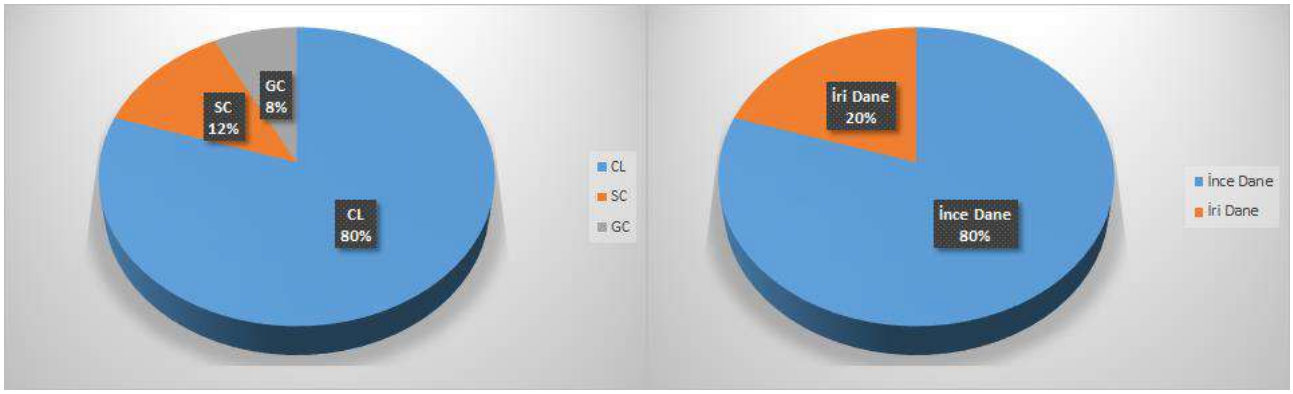
9. ZEMİN VE KAYA TÜRLERİNİN JEOTEKNİK ÖZELLİKLERİ

9.1. Zemin ve Türlerinin Sınıflandırılması

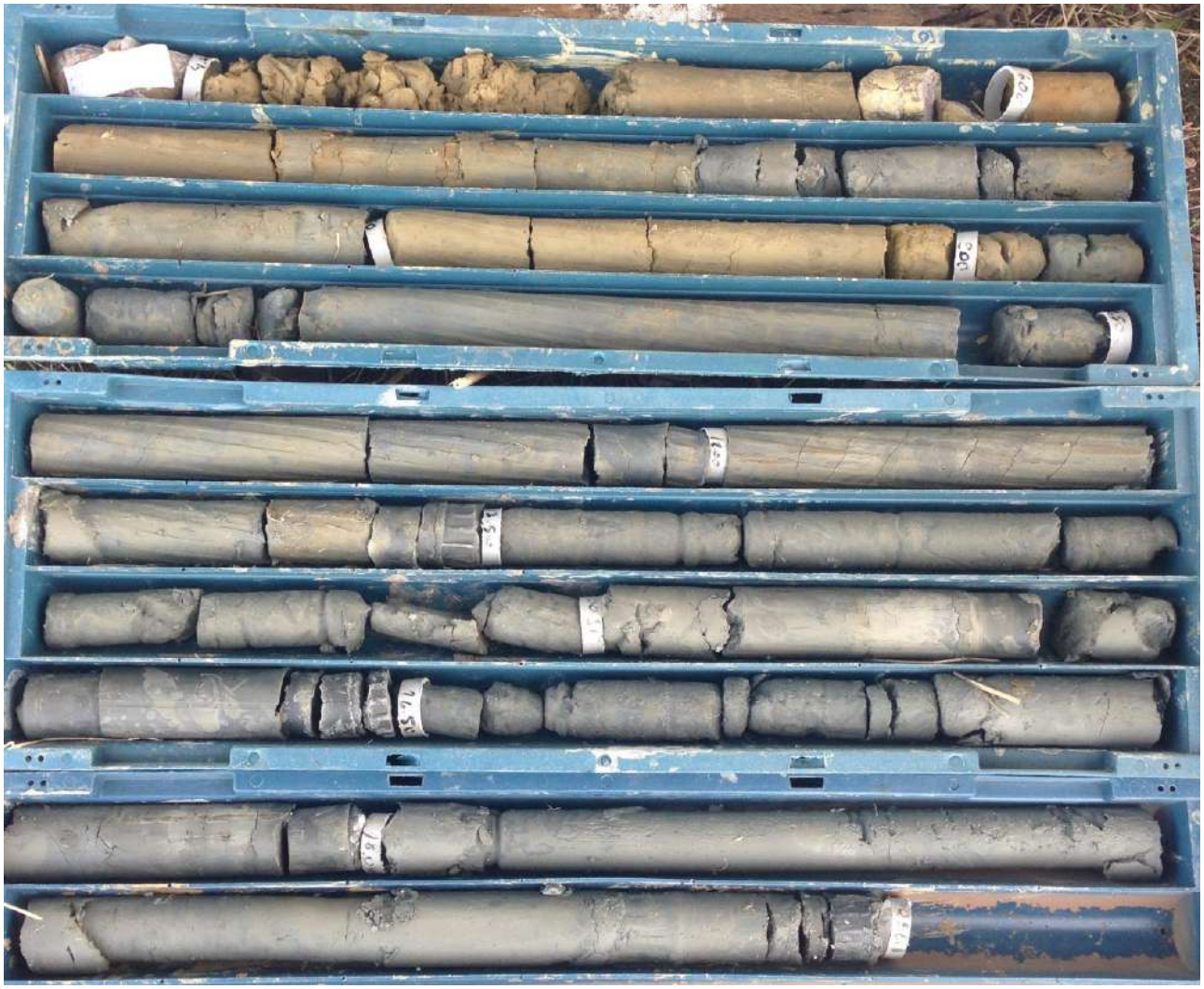
İnceleme alanında yapılan sondajlar ve arazi deneylerinde kalınlığı 2-8 m arasında değişen ayrışmış bir zon (Rezidüel) ve bu ayrışmış zonun altında Alçıtepe formasyonuna ait birimler tanımlanmıştır.

Ayrışmış zonun altında genç yaşlı, pekleşmemiş kaya klasındaki birimlere rastlanmaktadır. İnce çakıl ve kum matrisli Kil tabası saha genelinde yayılım göstermektedir. Rezidüel zondan sonra bu birimin dane içeriği çok değişmemekle birlikte temel değişimin kıvamda olduğu gözlenmiştir. Yapılan arazi deney ve gözlemleri ile birim, sert kil ve pekleşmemiş kaya olarak tanımlanabilmektedir.

Yapılan sondajlardan alınan örselenmiş ve örselenmemiş zemin örneklerinin laboratuvar sonuçları çalışma alanındaki zeminlerin % 80'i ince daneli; % 20'si ise iri daneli olduğunu göstermektedir.



Şekil 9.1. : İnceme Alanı Zemin Türleri



Şekil 9.2. : Çok katı – Sert Kil Tabakasından Alınmış Karot Örnekleri (SK-5)

Şekil 9.3. : Çok katı – Sert Kil Tabakasından Alınmış Karot Örnekleri (SK-2)

İnce Daneli Zeminler

Çalışma alanından alınan 40 örnekten 32'si birleşik zemin sınıflamasına göre ince daneli zeminlerden oluşmaktadır. Bu 32 örnekten tümü 'CL' simgelidir.

Kıvamlılık İndeksi Ic	Tanımlama
< 0	Akışkan (çamur)
0 - 0.25	Çok yumuşak
0.25 - 0.50	Yumuşak
0.50 - 0.75	Yarı sert (sıkı)
0.75 - 1.00	Sert
> 1.00	Yarı katı (çok sert)

Tablo 9.1. : İnce daneli zeminlerin kıvamlılık indeksine göre sınıflandırılması (Means ve Parcher (1963)

Kıvamlılık İndeksi Ic= (LL-w) / PI formülü ile hesaplanır.

LL: Likit Limit w: Doğal su muhtevası Sondaj kuyularından alınan örneklerin hesaplanan kıvamlılık indeksleri Tablo 9.2.'de verilmiştir.

Sondaj No	Numune	Derinlik	Ic	Tanımlama	Sondaj No	Numune	Derinlik	Ic	Tanımlama
SK-1	SPT	1.50	0.78	Sert	SK-4	KAROT	7.5	1.35	Yarı katı
	UD	3.50	1.17	Yarı katı		KAROT	13.5	1.31	Yarı katı
	SPT	3.00	1.06	Yarı katı	SK-5	KAROT	6.00	0.16	Çok yumuşak
	KAROT	16.50	0.95	Sert		KAROT	9.00	0.20	Çok yumuşak
SK-2	SPT	1.50	0.75	Yarı sert		KAROT	18.00	0.21	Çok yumuşak
	UD	3.00	0.64	Yarı sert	SK-6	UD	2.00	0.21	Çok yumuşak
	SPT	7.50	0.76	Yarı sert		SPT	3.00	0.32	Çok yumuşak
	KAROT	15.00	0.32	Yumuşak		KAROT	6.00	0.29	Çok yumuşak
SK-3	SPT	1.50	0.90	Sert		KAROT	9.00	0.22	Çok yumuşak
	SPT	3.00	0.84	Sert	SK-7	UD	1.50	0.30	Çok yumuşak
	KAROT	6.00	1.25	Yarı katı		KAROT	9.00	0.89	Sert
	KAROT	12.00	1.38	Yarı katı		KAROT	12.00	1.28	Yarı katı
	KAROT	18.00	1.33	Yarı katı		KAROT	16.50	1.05	Yarı katı
SK-4	SPT	1.50	1.21	Yarı katı	SK-8	SPT	1.50	0.53	Yarı sert
	UD	3.00	0.95	Sert		SPT	3.00	0.84	Sert
	KAROT	4.5	1.04	Yarı katı		SPT	4.50	0.12	Çok yumuşak

Tablo 9.2. : İnceleme Alanındaki İnce Daneli Zeminlerin Kıvamlıklık İndeksleri

İnce daneli 32 zemin örneği üzerine yapılan deney sonuçlarına göre Burmister, 1951 Sınıflaması ve Leonards 1962 sınıflaması kullanılarak birimlerin plastiklik dereceleri incelenmiştir. Burmister sınıflamasına göre ince daneli birimlerin %72'si yüksek plastik, %28'i orta plastik özelliktedir. Zemin örneklerine ait değerler Tablo 9.5.' de verilmiştir.

Plastisite İndeksi PI (%)	Yuvarlatıldığın En Küçük Çap (mm)	Plastisite Derecesi	Tanımlama
0	-	Plastik Değil	SİLT
1-5	6	Önemsiz Derecede Plastisiteye Sahip	KİLLİ SİLT
5-10	3	Düşük Plastisiteli	SİLT VE KİL
10-20	1.5	Orta Plastisiteli	KİL VE SİLT
20-40	0.8	Yüksek Plastisiteli	SİLTLİ KİL
>40	0.4	Çok Yüksek Plastisiteli	KİL

Tablo 9.3. : Burmister (1951) Sınıflaması

Plastisite İndeksi PI (%)	Plastisite Derecesi
0-5	Plastik Değil
5-15	Orta Derecede Plastik
15-40	Plastik
>40	Çok Plastik

Tablo 9.4. : Plastisite İndeksine Bağlı Plastisite Derecesi

Numune			Atterberg Limitleri			Plastisite Derecesi	
Sondaj Kuyusu	Tipi	Derinlik	LL (%)	PL(%)	PI(%)	Burmister (1951) Sınıflaması	Leonards (1962) sınıflaması
SK-1	SPT	1.50	43	16	27	Yüksek Plastisiteli	Plastik
	UD	3.50	44	18	26		
	SPT	3.00	44	18	26		
	KAROT	16.50	43	17	26		
SK-2	SPT	1.50	47	19	28		
	UD	3.00	48	18	30		
	SPT	7.50	39	17	22		
	KAROT	15.00	35	14	21		
SK-3	SPT	1.50	42	21	21		
	SPT	3.00	41	20	21		
	KAROT	6.00	40	22	18	Orta Plastisiteli	
	KAROT	12.00	41	24	18		
	KAROT	18.00	42	23	18		
SK-4	SPT	1.50	39	23	16		
	UD	3.00	39	23	17		
	KAROT	4.5	40	20	20	Yüksek Plastisiteli	
	KAROT	7.5	42	24	19	Orta Plastisiteli	
	KAROT	13.5	41	23	18		
SK-5	KAROT	6.00	35	14	20	Yüksek Plastisiteli	
	KAROT	9.00	35	15	20		
	KAROT	18.00	36	16	20		
SK-6	UD	2.00	47	20	28		
	SPT	3.00	47	19	29		
	KAROT	6.00	40	17	23		
	KAROT	9.00	35	16	19	Orta Plastisiteli	
SK-7	UD	1.50	40	16	23	Yüksek Plastisiteli	
	KAROT	9.00	39	17	22		
	KAROT	12.00	28	16	12	Orta Plastisiteli	
	KAROT	16.50	36	17	18	Yüksek Plastisiteli	
SK-8	SPT	1.50	44	20	23		
	SPT	3.00	44	20	24		
	SPT	4.50	45	19	25		

Tablo 9.5. : Zeminlerin Plastisite Dereceleri (Burmister 1951 ve Leonards 1962 sınıflaması)

İri daneli Zeminler

Birleşik zemin sınıflamasına göre, iri taneli zeminlerden alınan 8 örnekten 3'ü 'GC' simgeli killi çakıl (SK-2, SK-5 VE SK-8'de), 5'i 'SC' simgeli killi kum (SK-6, SK-7 VE SK-8'de) birimlerden oluşmaktadır.

N30 Darbe Sayısı	Sıkılık
<4	Çok Gevşek
4-10	Gevşek
10-30	Orta Sıkı
30-50	Sıkı
>50	Çok Sıkı

Tablo 9.6. : Kohezyonsuz zeminlerde SPT'ye göre relatif sıkılık değeri (Terzaghi ve Peck)

Terzaghi ve Peck tarafından hazırlanan sınıflandırmaya göre iri daneli zeminlerdeki SPT deneyi bağlı sıkılık değerlendirmesi Tablo 9.7.'de verilmiştir.

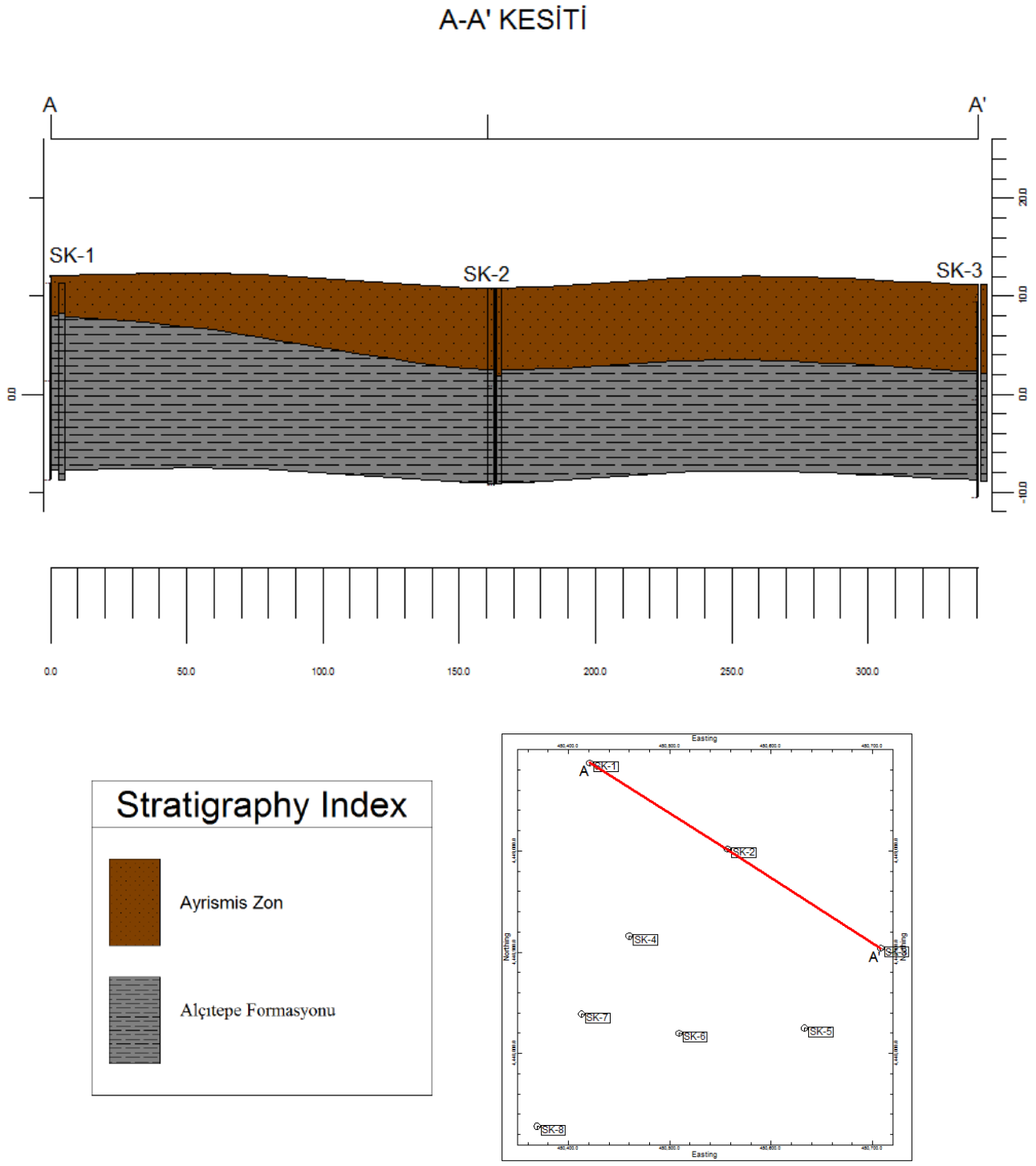
Sondaj No	Seviye	SPT				Sıkılık
		15	30	45	N_{30}	
SK-2	7:50-7:95	9	17	24	41	Sıkı
SK-5	1:50-1:95	7	13	25	38	Sıkı
SK-6	4:50-4:95	19	28	50	78	Çok Sıkı
SK-7	4:50-4:95	8	9	13	22	Orta Sıkı
	6:00-6:45	11	22	35	57	Çok Sıkı
SK-8	3:00-3:45	8	13	23	36	Sıkı
	6:00-6:45	20	35	40	75	Çok Sıkı
	7:50-7:95	50/10				Çok Sıkı

Tablo 9.7. : İnceleme Alanı Kohezyonsuz Zeminlerde SPT Deneyine Bağlı Sıkılık Değerlendirmesi

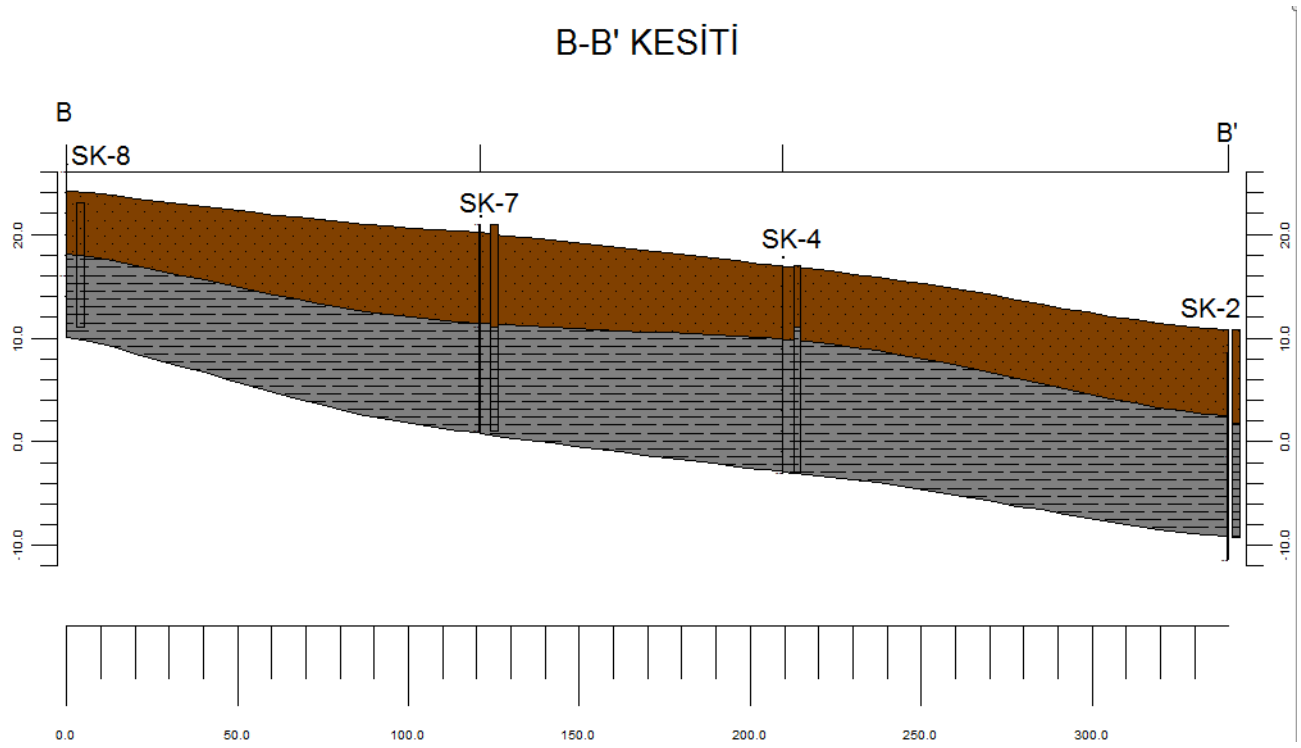
9.2. Mühendislik Zonları ve Zemin Profilleri

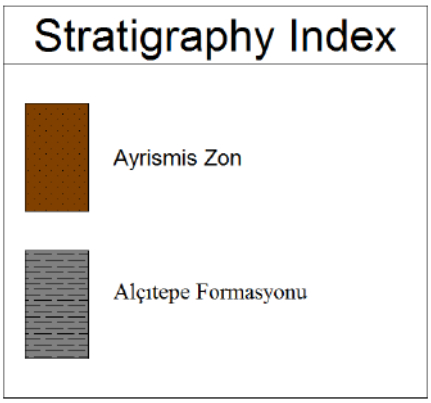
İnceleme alanının zemin profili incelendiğinde sahanın Alçıtepe Formasyonuna ait birimlerden oluştuğu belirlenmiştir.

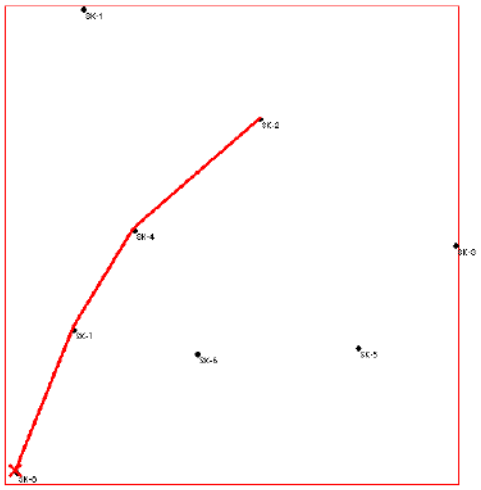
Şekil 9.4. : Jeoteknik sondajların arazide yerleşimini gösteren harita



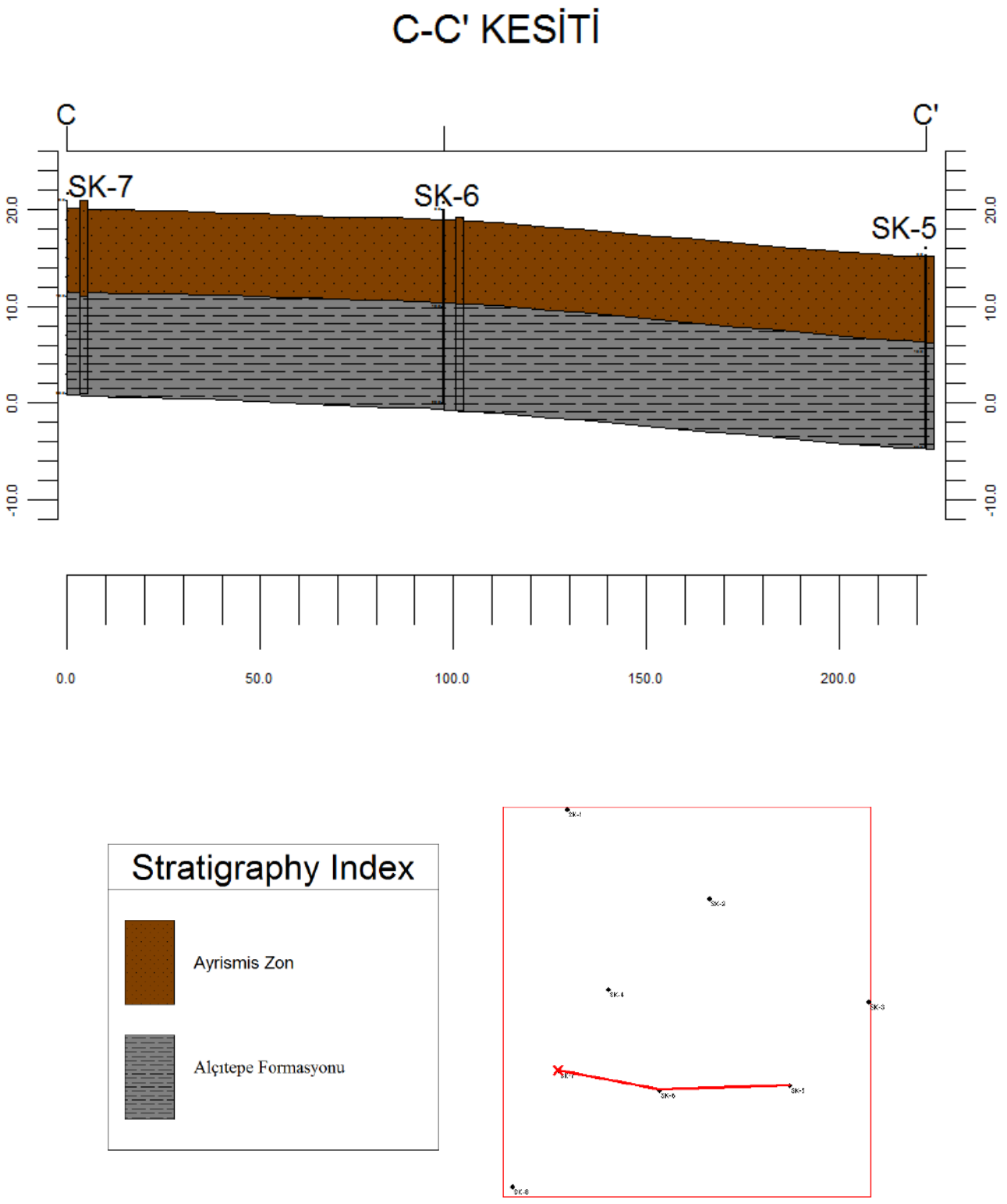
Şekil 9.5. : SK-1 – SK-3 Jeolojik Kesiti





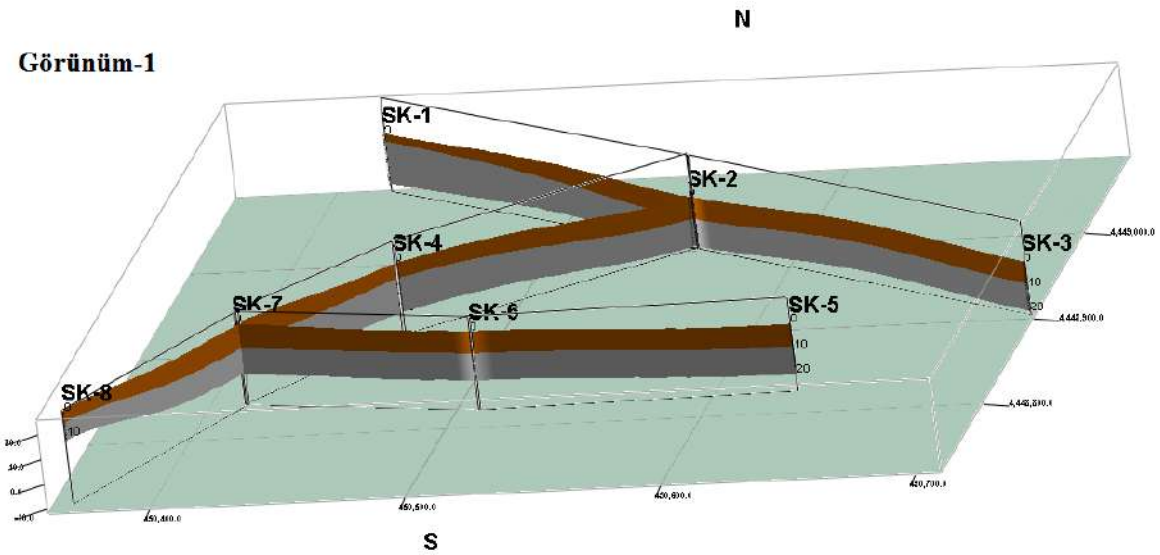


Şekil 9.6. : SK-2 – SK-8 Jeolojik Kesiti

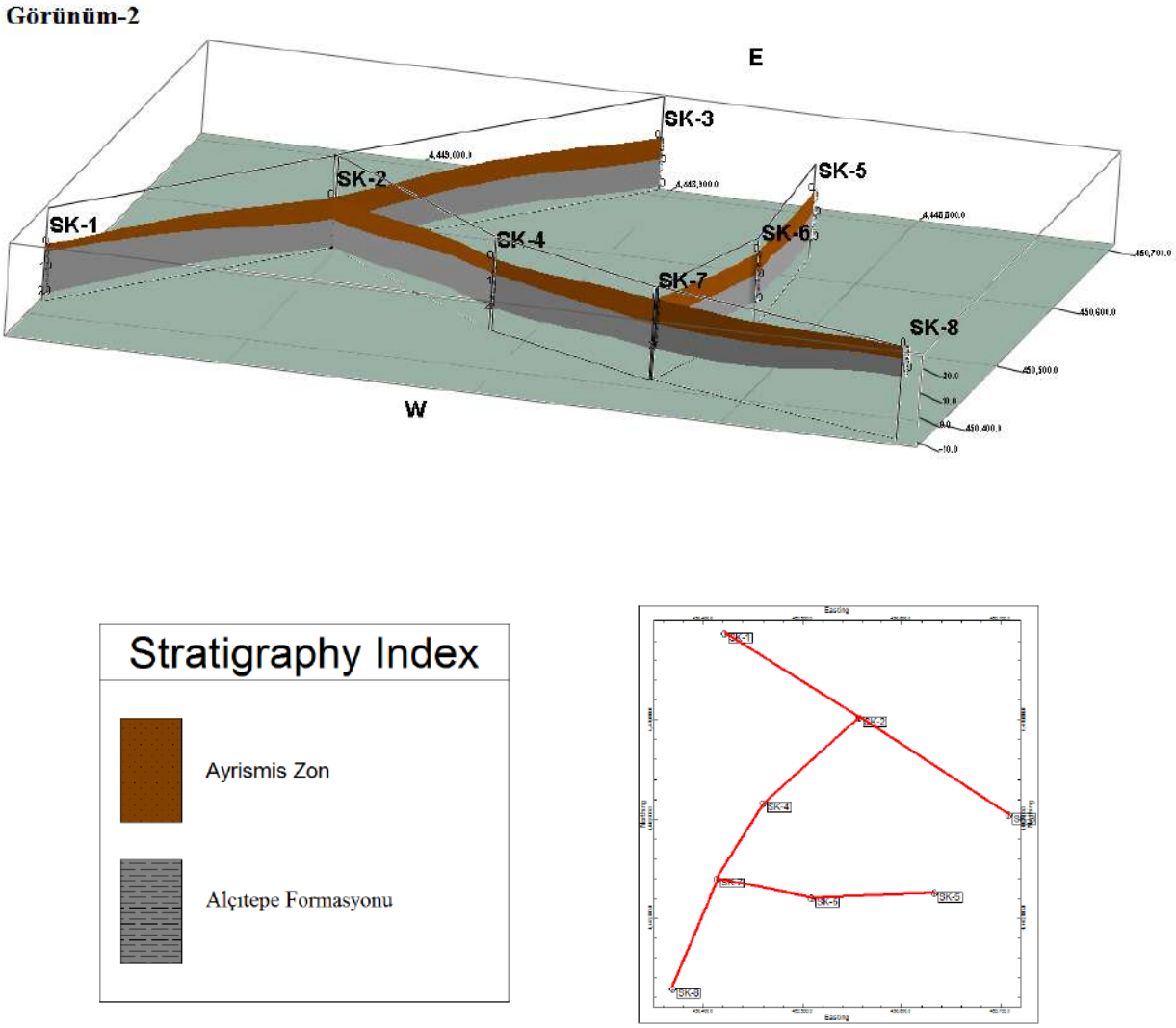


Şekil 9.7. : SK-5 – SK-7 Jeolojik Kesiti

Elde edilen bu 3 kesit birleştirilerek kesitler 3 Boyutlu olarak modellenmiştir. Jeolojik birimin arazideki yayılımı ve arazi modeli ortaya konabilmektedir.



Şekil 9.8. : Jeolojik Kesit-1, 3B gösterim (Fence)



Şekil 9.9. : Jeolojik Kesit-2, 3B gösterim (Fence)

9.3. Zeminin Dinamik – Elastik Parametrelerinin İncelenmesi

Deprem mühendisliği problemlerinin çözümünde dinamik zemin özelliklerinin ölçülmesi son derece önemli bir işlemdir (Kramer, 1996). Elastik dalgaların (deprem dalgası vb.) yayılmasını etkileyen dinamik zemin özellikleri ve diğer düşük deformasyon kavramları rijitlik, sönümleme, poisson oranı, yoğunluk ve diğer dinamik parametrelerdir (Kramer, 1996). Sismik hızlar zeminin yoğunluğuna ve elastisite parametrelerine (Grant ve West, 1965), elastik parametreler ise kayaçların ve zeminlerin litolojisine bağlıdır. Hesaplanan Vp ve Vs hızlarına göre yerin dinamik-esneklik özelliklerini ortaya koymak amacıyla belirlenen her bir tabaka için yoğunluk (d), maksimum kayma modülü (Gmax), young modülü (Ed), poisson oranı (u), bulk modülü (k), serbest basınç dayanımı (qu) ve Vs30 (m/sn) değeri hesaplanmıştır. Hesaplanan mühendislik parametreleri Tablo 9.8.'de verilmiştir

Huzur Evi Çevresi		1. PROFİL					2. PROFİL					3. PROFİL				
Parametre Adı ve Birimi		1.tabaka	2.tabaka	3.tabaka	4.tabaka	5.tabaka	1.tabaka	2.tabaka	3.tabaka	4.tabaka	5.tabaka	1.tabaka	2.tabaka	3.tabaka	4.tabaka	5.tabaka
Sıkışma Dalgası Hızı(**Vp**)	(m/sn)	500	1200	1700	2200	2200	800	1900	2300			700	1300	1900	2400	
Kayma Dalgası Hızı (**Vs**)	(m/sn)	188	292	430	579	636	225	439	526			164	209	264	405	
Tabaka Kalınlığı (**h**)	(m)	2.5	3.32	4.11	4.9	-	5.7	1.9				1.5	1.6	2.67	-	
Hız Oranı	(Vp/Vs)	2.7	4.1	4.0	3.8	3.5	3.6	4.3	4.4			4.3	6.2	7.2	5.9	
Poisson Oranı (**u**)	(birimsiz)	0.42	0.47	0.47	0.46	0.45	0.46	0.47	0.47			0.47	0.49	0.49	0.49	
Yoğunluk (**d**)	(kg/cm2)	1.47	1.82	1.99	2.12	2	1.65	2.05	2.15			1.59	1.86	2.05	2.17	
Kayma Modülü (**G**)	(kg/cm2)	518	1556	3681	7117	8588	835	3944	5940			429	813	1426	3559	
Elastisite Modülü **E**	(kg/cm2)	1469	4569	10790	20823	24980	2432	11611	17491			1262	2418	4251	10573	
Bulk Modülü (**k**)	(kg/cm2)	2974	24199	52620	93267	91307	9439	68626	105647			7241	30374	71983	120234	
Zemin Hakim Titr. Per. (**Te**)	(sn)	0.41					#SAYI/0!					0.54				
Vs(30) Kayma Dalgası Hızı	(m/sn)	-					-					345				
MASW'den **Vs(30)** Hızı	(m/sn)	435					421					346				
Büyütme (**q**) Midorikawa, (1987)	birimsiz	1.8					1.8					2.0				
Büyütme (**q**) Borcherdt ve diğ., (1991)	birimsiz	1.6					1.7					2.0				

Huzur Evi Çevresi		4. PROFİL					5. PROFİL					6. PROFİL				
Parametre Adı ve Birimi		1.tabaka	2.tabaka	3.tabaka	4.tabaka	5.tabaka	1.tabaka	2.tabaka	3.tabaka	4.tabaka	5.tabaka	1.tabaka	2.tabaka	3.tabaka	4.tabaka	5.tabaka
Sıkışma Dalgası Hızı(**Vp**)	(m/sn)	600	1200	2500	2800	2800	750	1400	2300	2700		500	1600	2800	2800	2800
Kayma Dalgası Hızı (**Vs**)	(m/sn)	145	212	351	320	451	125	187	301	399		182	282	379	458	503
Tabaka Kalınlığı (**h**)	(m)	1.9	2.51	2.74	3.74	-	1.9	3	5			2.5	3.32	4.11	4.9	-
Hız Oranı	(Vp/Vs)	4.1	5.7	7.1	8.8	6.2	6.0	7.5	7.6	6.8		2.7	5.7	7.4	6.1	5.6
Poisson Oranı (**u**)	(birimsiz)	0.47	0.48	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49		0.42	0.48	0.49	0.49	0.48
Yoğunluk (**d**)	(kg/cm2)	1.53	1.82	2.19	2.26	2	1.62	1.90	2.15	2.23		1.47	1.96	2.26	2.26	2
Kayma Modülü (**G**)	(kg/cm2)	323	820	2701	2309	4587	253	663	1945	3558		486	1559	3239	4730	5705
Elastisite Modülü **E**	(kg/cm2)	948	2434	8048	6897	13638	753	1977	5801	10593		1383	4627	9657	14061	16926
Bulk Modülü (**k**)	(kg/cm2)	5093	25180	133401	173715	170678	8787	36282	110973	158160		3017	48113	172475	170487	169187
Zemin Hakim Titr. Per. (**Te**)	(sn)	0.67					0.59					0.50				
Vs(30) Kayma Dalgası Hızı	(m/sn)	-					-					-				
MASW'den **Vs(30)** Hızı	(m/sn)	346					305					392				
Büyütme (**q**) Midorikawa, (1987)	birimsiz	2.0					2.2					1.9				
Büyütme (**q**) Borcherdt ve diğ., (1991)	birimsiz	2.0					2.3					1.8				

Tablo 9.8. : Dinamik – Elastik Mühendislik Parametreleri

30 m derinlik için ortalama kayma dalga hızı değerleri (Vs30); **305 m/sn≤Vs30≤435 m/sn** aralığında değerler almaktadır.

Zemin Sınıfı	Tanım	Hız (m/sn)
A	Kaya ya da diğer benzeri formasyonlar	Vs > 800
B	Çok sıkı kum çakıl ya da çok sert killer	360<Vs<=800
C	Sıkı ya da orta sıkı kum, çakıl veya sert kil	180<Vs<=360
D	Gevşekten-Orta sıkıya kadar kohezyonsuz zeminler veya Yumuşaktan – serte kadar kohezyonlu zeminler	180<Vs

Tablo 9.9. : TS EN 1998-1 (Eurocode 8) yer sınıflaması

Çalışma alanında sismik hızlardan elde edilen Gmax (Maksimum Kayma Modülü)'a göre birimlerin yer özellik sınıflaması yapılmıştır. Kramer (1996)'e göre çalışma alanında Gevşek – Orta Gevşek birimler SİS-1, SİS-2 ve SİS-3 ölçüsünün alındığı yerlerde yaklaşık 6 m'ye kadar SİS-4, SİS-5 ve SİS-6 ölçüsünün alındığı yerlerde ise 8-10 m'ye kadar devam etmekte bu derinlikten sonra sağlam olarak nitelendirilen birimlere rastlanılmaktadır.

Gmax (kg/cm2)	Yer Özelliği
0-600	Gevşek
600-3000	Orta Gevşek
3000-10000	Sağlam
> 10000	Çok Sağlam

Tablo 9.10. : Maksimum Kayma Modülü (Gmax)'ne göre Yer Özellik Sınıflaması

9.4. Şişme – Oturma ve Taşıma Gücü Analizleri ve Değerlendirme

9.4.1. Zeminlerin Şişme Özellikleri

Şişme basıncının miktarı zemin içindeki kil minerallerine, zemin yapı ve dokusuna, katyon değerliği, tuz konsantrasyonu, çimentolanma ve organik madde varlığı gibi birçok fizikokimyasal faktöre bağlıdır. Şişme, zemin çökelinin genellikle üst kesimlerinde meydana gelmektedir. Bu nedenle şişme daha çok hafif yapılara, yol kaplamalarına ve kanal astarlarına zarar vermektedir. Şişme basıncı 40-50 m kalınlığındaki dolgunun sağladığı basınca eşdeğer olan 1000 kPa'a varan büyüklüklere çıkabilmektedir. 100-200 kPa gibi orta derecedeki şişme basınçları 5-6 m kalınlığındaki dolguları etkileyebileceğinden, temel zeminde şişmeye karşı önlemler alınmalıdır. Ortalama bir binanın temele ileteceği basınç her bir kat başına yaklaşık olarak 15-20 kPa'dır. Bir zeminde zarar verici anlamda bir şişmenin meydana gelmesi üç şarta bağlıdır:

(1) Zeminde montmorillonitin varlığı,

(2) Zeminin doğal su içeriğinin PL civarında olması ve

(3) Bir su kaynağının bulunması (Gromko 1974).

Çalışma alanında yer alan Alçıtepe Formasyonuna ait ayrışmış birimlerde 5 adet örselenmemiş numune üzerinde hesaplanan şişme yüzdesi değerleri aşağıdaki tabloda verilmiş ve Holtz ve Gibbs (1956) tarafından hazırlanmış olan şişme potansiyeli tanımına göre sınıflandırılmıştır.

Serbest Şişme (%)	Tanımlama
0 – 1.5	Düşük
1.5 – 5	Orta
5 – 25	Yüksek
>25	Çok Yüksek

Tablo 9.11. : Şişme potansiyeli tanımı (Holtz ve Gibbs 1956)

Sondaj No	Derinlik	Şişme Yüzdesi (%)	Tanım
SK-1	3.00	1	Düşük
SK-2	3.00	0.3	Düşük
SK-4	2.00	0.2	Düşük
SK-7	4.50	0.2	Düşük
SK-8	2.70	0.5	Düşük

Tablo 9.12. : Örselenmemiş Numuneler Üzerinde Yapılan Deney Sonuçlarına Göre Zeminlerin Şişme Tanımlamaları

Sondaj çalışmalarıyla killi seviyelerden alınan örselenmemiş (Shelby) ve örselenmiş (SPT) örnekler üzerinde yapılan laboratuvar analizlerinden ve Skempton (1953) tarafından önerilen ince taneli zeminlerin plastisite indeksinin (PI) kil yüzdesine oranın zeminin aktivite sayısı (A) olarak tanımlanması ve gene Skempton (1953) tarafından önerilen aktivite sayısına göre kilin sınıflandırılması ve kil mineral türünün belirlenmesini gösteren sınıflandırma (Tablo 9.13) kullanılarak kil içeren örneklerin aktivite değerlerine göre sınıflandırılması yapılmıştır.

Sondaj No	Numune Tipi	Derinlik	PI (%)	Kil (%)	A	Sınıflama	Kil Minerali
SK-1	SPT	1.50	27	11.7	2.3	Aktif Kil	Montmorillonit
SK-1	UD	2.50	26	20.8	1.25	Aktif Kil	Montmorillonit
SK-1	SPT	3.00	26	15,7	1.65	Aktif Kil	Montmorillonit
SK-2	SPT	1.50	28	12.5	2.24	Aktif Kil	Montmorillonit
SK-3	SPT	1.50	21	21	1	Normal Kil	İllit
SK-3	SPT	3.00	21	20	1.05	Normal Kil	İllit
SK-4	SPT	1.50	16	15	1.06	Normal Kil	İllit
SK-4	SPT	3.00	17	11	1.54	Aktif Kil	Montmorillonit
SK-6	UD	2.00	28	12.6	2.2	Aktif Kil	Montmorillonit
SK-8	SPT	1.50	23	6.44	3.5	Aktif Kil	Montmorillonit
SK-8	SPT	4.50	25	13.46	1.85	Aktif Kil	Montmorillonit

Tablo 9.13. : Killerin Aktivite Durumu ve Kil Minerali İçeriği

Şişme yüzdesi ve aktivite sayısı sonuçlarına göre inceleme alanı içinde yer alan killi zeminlerin şişme derecelerinin ve aktivite durumlarının "düşük" ve "normal kil (illit) ve Aktif Kil (Montmorillonit)" olarak tanımlayabiliriz.

9.4.2. Zeminlerin Oturma Özellikleri

İnceleme alanının çoğunluğunu kohezyonlu birimler oluştuğundan ve bu birimlerde konsolidasyon oturması oluşabileceği düşüncesiyle örselenmemiş numuneler üzerinde belirli yüklere karşılık hacimsel sıkışma katsayısı (m_v)'nı hesaplayabilmek amacıyla konsolidasyon deneyleri yapılmıştır. Konsolidasyon oturması hesaplanırken yapılaşmanın 6 kat olabileceği düşüncesi ile yapı yükü 80 kPa, temel alt kotu 3.00 m alınmıştır. Bu hesaplamalar temsili yüklerle yapılmış olup örneklerin belirli noktalardan alınması nedeniyle elde edilen sonuçlar genel amaçlı olacağı bilinmeli parsel bazında yapılacak zemin etütlerinde ayrıntılı olarak incelenmelidir.

Oluşabilecek Konsolidasyon Oturması;

$$\Delta H = H * m_v * \Delta p$$

formülü ile hesaplanabilir. Burada;

ΔH: Konsolidasyon Oturması

H: Sıkışabilir tabaka kalınlığı

m_v: Hacimsel Sıkışma Katsayısı

Δp: Gerilme Artışıdır.

Lokasyon	H (m)	m_v (cm^2/kg)	Yük Artışı kgf/cm^2	Oturma (cm)
SK-1	1	0.0528	0.32	1.6
SK-2	6	0.0182	0.25	2.7
SK-6	3	0.0554	0.28	4.6
SK-7	6	0.0819	0.23	11.3
SK-8	2	0.0231	0.31	1.4

Tablo 9.14. : Konsolidasyon Oturması Miktarları

Kil tabakasında meydana gelebilecek oturmak miktarları incelendiğinde yapı yüküne bağlı olarak konsolidasyon oturmasının izin verilebilir sınırlara yaklaşabileceği görülmektedir. Bu nedenle zemin etütü aşamasında her yapının oturacağı zeminde konsolidasyon deneyleri yapılarak oturmalar yapı yüklerine bağlı olarak hesaplanmalıdır.

Temel Tipi	**Toplam Oturma**	**Farklı Oturma**
Münferit sömeller		
Killer	7,50 cm.	4,50 cm.
Kumlar	5,0 cm.	3,20 cm.
Radye Temeller,		
Killer	12,5 cm.	4,50 cm.
Kumlar	7,50 cm.	3,20 cm.

Tablo 9.15. : İzin verilebilir Oturma Sınırları

10.HİDROJEOLOJİK ÖZELLİKLER

10.1. Yeraltı Suyu Durumu

Açılmış olan zemin sondaj kuyularından 3 tanesinde 9.00 m ile 10.00 m seviyeleri arasında yeraltı suyuna rastlanılmıştır. Aynı formasyon içerisinde SK-1, SK-2 ve SK-3 ün daha üst kotlarında bulunan sondaj kuyularında yeraltı suyuna rastlanılmamıştır.

Sondaj No	X	Y	YASS (m)
1	4449087	450421	10
2	4449002	450557	9
3	4448904	450708	10

Tablo 10.1. : Yeraltı Suyu Ölçümleri

10.2. Yüzey Suları

İnceleme alanı içerisinde bir adet kuru drenaj yatağı ve sızıntı sularına yataklık yapan drenaj yatakları da yer almakta olup, bu kısım ile ilgili DSİ'den görüş alınmalıdır.

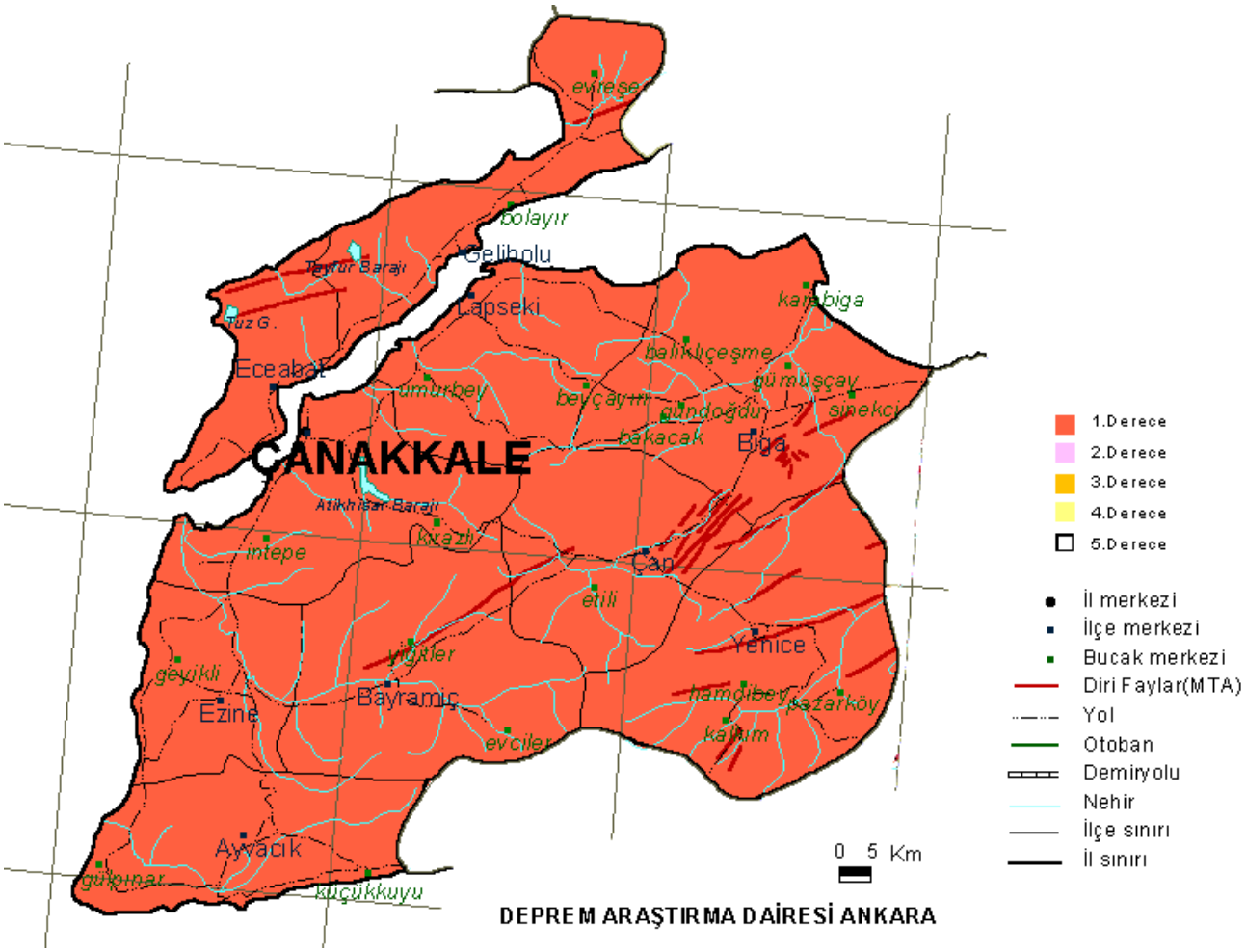
10.3. İçme ve Kullanma Suları

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 hm^3'tür. Barajın mansap kısmı Sarıçay olup, aşırı yağışlarda Sarıçay vasıtasıyla deşarj yapılabilmektedir.

11.DOĞAL AFET TEHLİKESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

11.1. Deprem Durumu

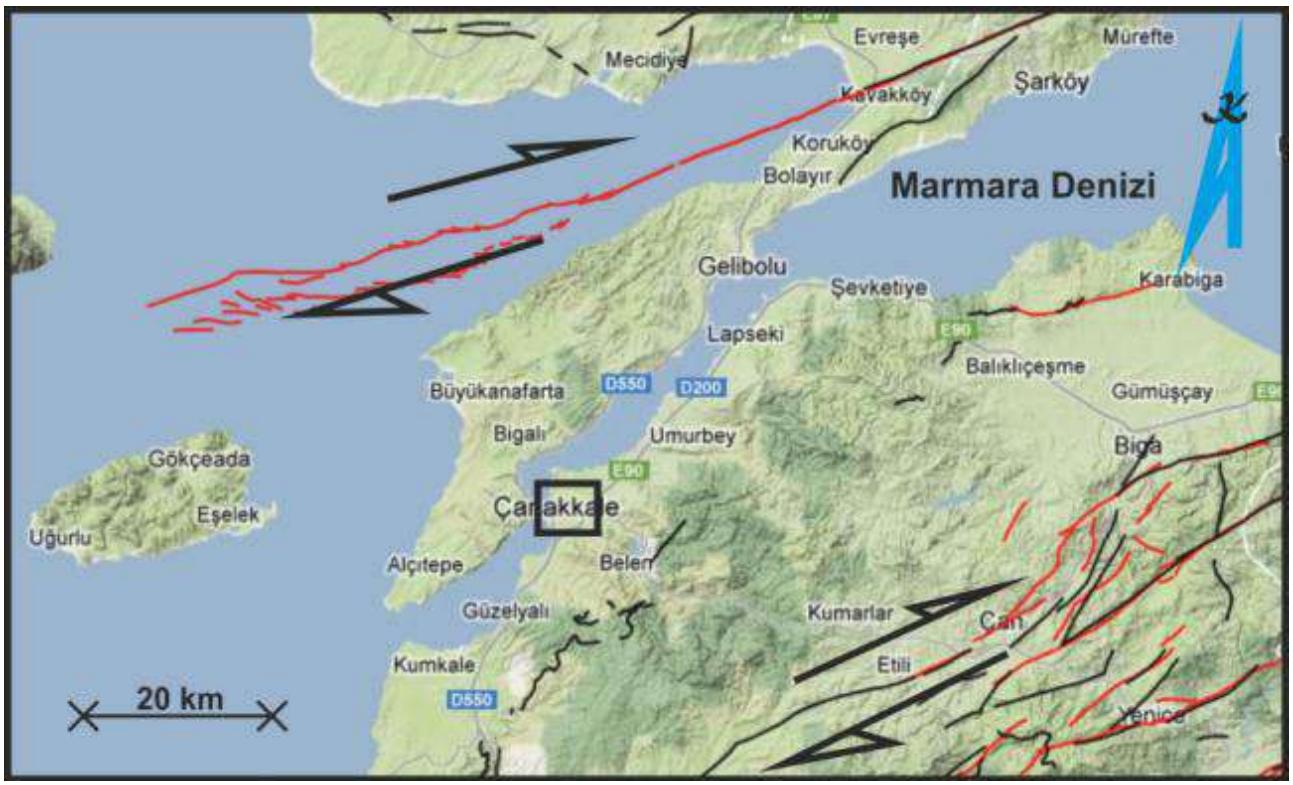
Mülga Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü tarafından yayınlanan ve Bakanlar Kurulu'nun 18.04.1996 tarih ve 96/8109 sayılı kararı ile yürülüğe girmiş olan Türkiye Deprem Bölgeleri haritasında inceleme alanı **1. Derece Deprem Bölgesi**'nde yer almaktadır (Şekil 11.1). Yürürlükteki deprem yönetmeliğine göre 1. Derece deprem bölgesi için alınması önerilen ivme ≥0.4 g'dir. Bölgenin depremselliğini yaratan faylar aktif tektonik bahsinde ele alınmıştır.



Şekil 11.1. : Çanakkale ili deprem bölgeleri haritası (www.deprem.gov.tr den alınmıştır).

11.1.1. Çalışma Alanı ve Çevresi Probobalistik Deprem Tehlike Analizi

İnceleme alanı, Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun en batı ucunu oluşturan Ganos Fayına ve doğu ucunu oluşturan Yenine-Gönen fayına yakın konumda yer almaktadır. Aktif tektonik bahsinde detaylı olarak tanıtılacağı gibi inceleme alanını etkileyebilecek en önemli aktif fay Gaziköy-Gölcük-Kavakköy hattı boyunca uzanan Ganos fayı'dır ve Güney Marmara'da en etkin fay sistemlerinden biri olan GB-KD uzanımlı Yenice Gönen faylarıdır. Bu fayların inceleme alanına olan uzaklıkları yaklaşık 50 km dir (Şekil 11.2).

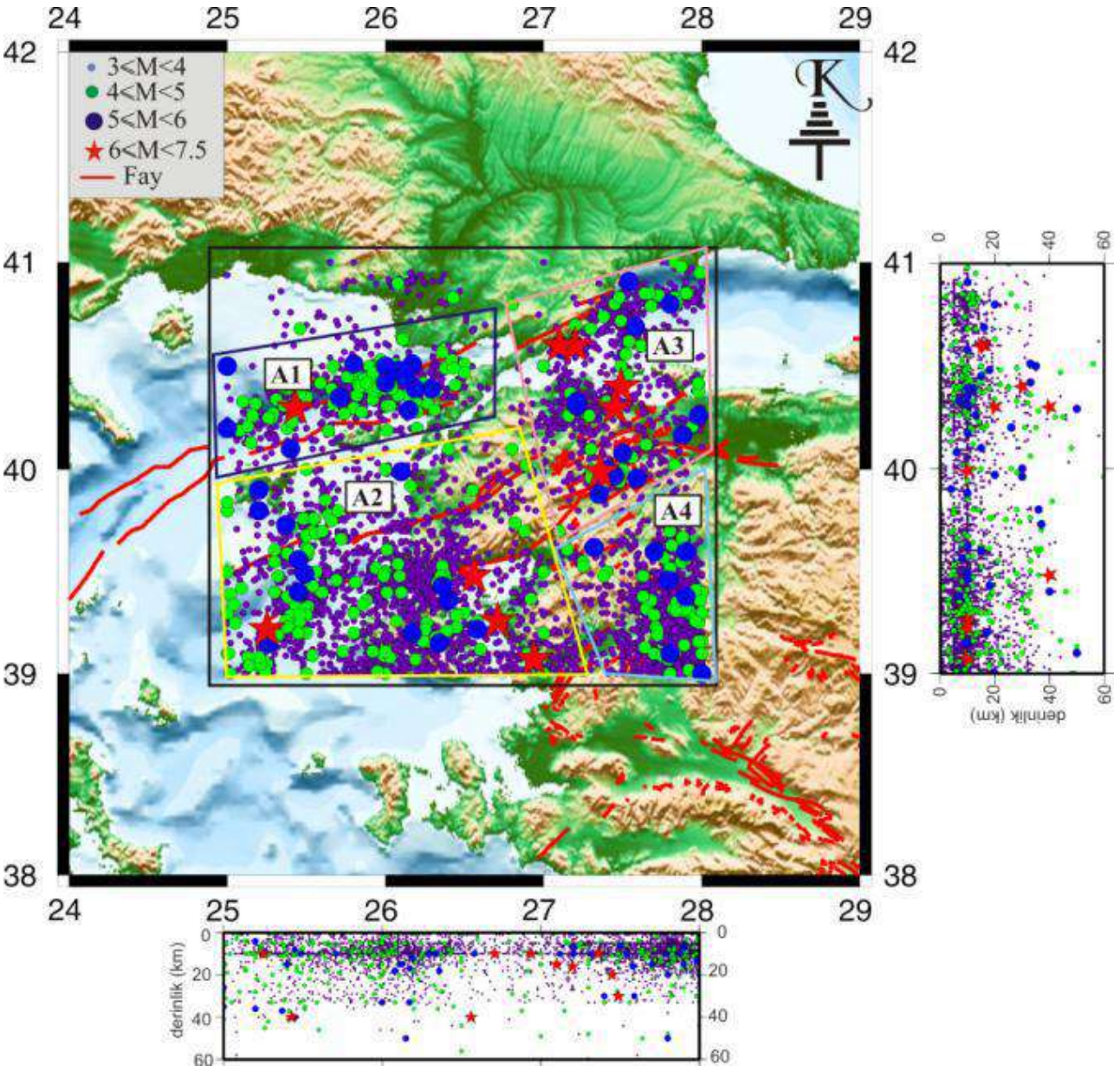


Şekil 11.2. : İnceleme alanı ve dolaylarının Diri Fay haritası)

Çanakkale ili ve çevresi için yapılan deprem tehlikesi çalışmasında, inceleme bölgemizde meydana gelmiş depremlerin episantır dağılımları ve faylanmalar dikkate alınarak 4 sismik alt bölge oluşturulmuştur. 1903- 2012 yılları arasında meydana gelen büyüklüğü M≥3 olan deprem verileri kullanılarak, bağıntısından a ve b katsayıları hesaplanmıştır. Depremlerinin gelecekte olma olasılıkları ve tekrarlanma peryodları Poisson istatistiksel dağılım modelleriyle elde edilmiştir. Büyük ve yıkıcı depremlerin oluşabileceği bölgelerin belirlenmesi için a, b ve a/b değerlerinin dağılım haritaları oluşturulmuştur. Çanakkale ve çevresini kapsayan inceleme alanı için a değeri 5.85, b değeri ise 0.80 olarak hesaplanmıştır.

Sismik alt bölgelere göre yapılan incelemede deprem oluşma riskinin en fazla olduğu bölge Gelibolu-Tekirdağ-Batı Marmara Denizi içine alan kesimdir. Bu alanda, 100 yıl içinde büyüklüğü 7.3 olan bir depremin oluşma riski Poisson dağılımına göre %46 hesaplanmıştır.

39^{o} –41^{o} K enlemleri ve 25^{o} –28^{o} D boylamları, Çanakkale ili ve çevresi için çalışma alanının sınırlarını oluşturmaktadır. Çalışmada kullanılan deprem katalog bilgisi Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü Ulusal Deprem İzleme Merkezi' nden temin edilmiştir. Çalışma alanı içerisinde meydana gelmiş depremlerin episantır dağılımları ve faylanmalar dikkate alınarak 4 sismik alt bölge oluşturulmuştur. 1903- 2012 yılları arasında çalışma alanında meydana gelmiş büyüklüğü M≥3 olan 5812 adet depremin dağılımları ve seçilen sismik alt bölgeler Şekil 11.3'de verilmiştir.



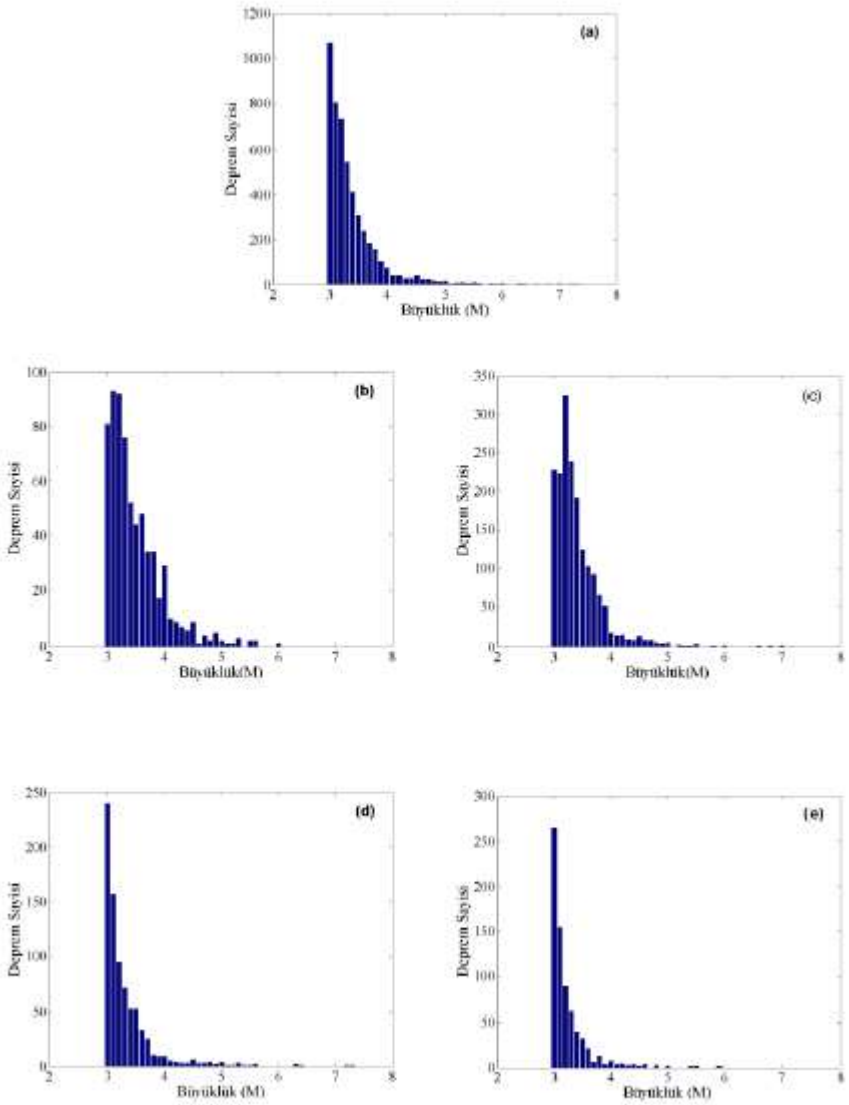
Şekil 11.3. : Çalışma alanında meydana gelen büyüklüğü M≥3 olan depremlerin episantır ve deprem derinliklerinin enlem ve boylama göre dağılımlarının basitleştirilmiş tektonik haritada gösterimi.

11.1.2. Çalışma alanı ve çevresi büyüklük (magnitüd) – frekans ilişkisi

Çalışma alanı ve sismik alt bölgeler için hesaplanan deprem tehlike parametreleri Çizelge 11.1' de verilmiştir. En yüksek b değeri Alan 4' te (b= 1.0821) en düşük b değeri ise Alan 3' te (b= 0.5941) hesaplanmıştır. Aynı zamanda Alan 3' te en yüksek a/b değeri (7.2119) elde edilmiştir. Bu bölgelerde meydana gelen deprem büyüklüklerine bakıldığında Alan 4' te meydana gelen en büyük depremin 5.9 olduğu, Alan 3' te ise büyüklüğü 6.3, 6.4, 7.2 ve 7.3 olan depremler görülmektedir. Şekil 11.4'de deprem sayısı – büyüklük grafikleri her sismik alt bölge ve tüm alan için hesaplanmıştır. Buna göre bölgede orta ve daha düşük büyüklükteki deprem aktivitesi baskındır. Gerilmelerin sürekliliği açısından bu dağılım önem göstermektedir.

Tablo 11.1. Çalışma alanı ve sismik alt bölgeler için deprem tehlike parametreleri

Deprem Tehlike Parametreleri	a	b	a′	a_1	a_1′	a/b
Çalışma Alanı						
	5.8526	0.7972	5.5883	3.8392	3.5755	7.3414
Alan 1	5.7732	0.9532	5.4318	3.7604	3.419	6.0567

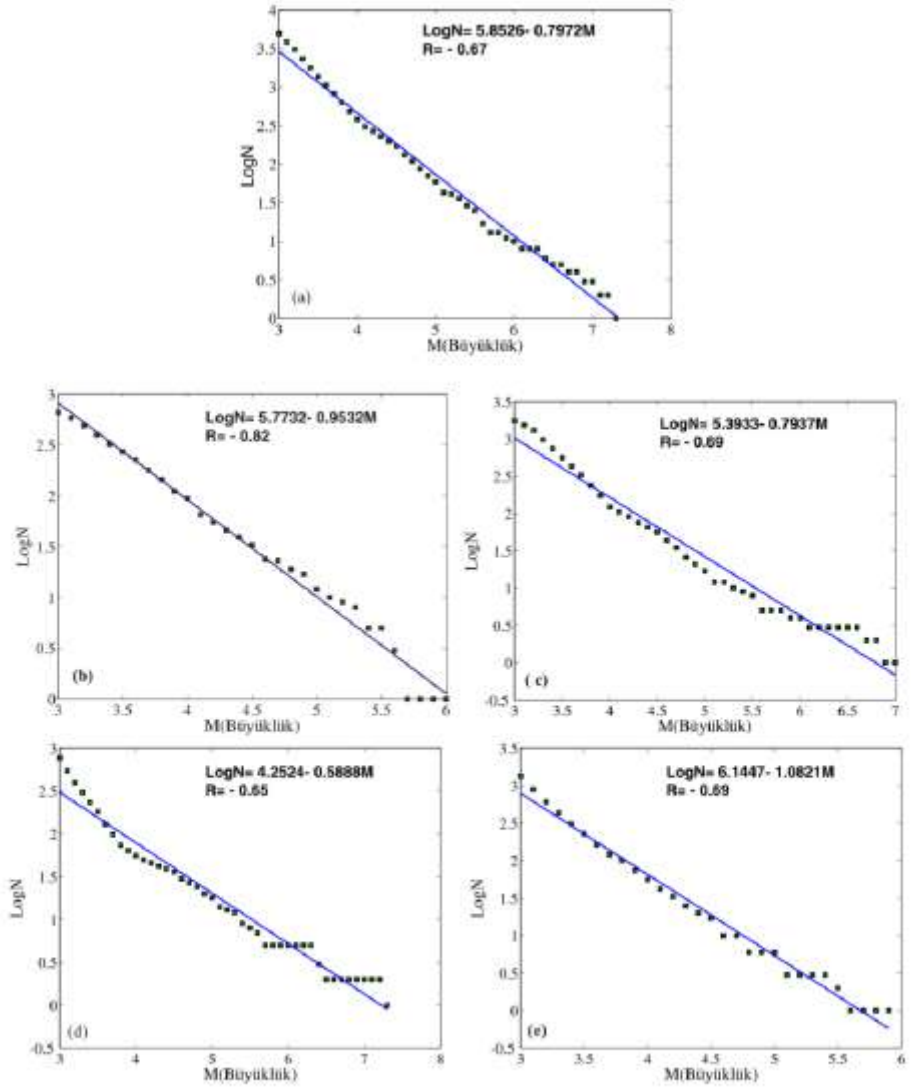


Şekil 11.4. : Çalışma alanları deprem sayısı – büyüklük histogramları

(**a**) Çalışma alanı, (**b**) Alan 1, (**c**) Alan 2, (**d**) Alan 3, (**e**) Alan 4

11.1.3. Poisson olasılık dağılımı ile deprem risk analizi

Şekil 11.5'de Gutenberg-Richter ilişkisel bağıntısına göre tehlike parametreleri olan a ve b değerlerinin hesaplanmasında kullanılan Büyüklük-LogN grafikleri yine her sismik alt bölge ve tüm alan için verilmiştir.



Şekil 11.5. : Büyüklük-frekans ilişkisi

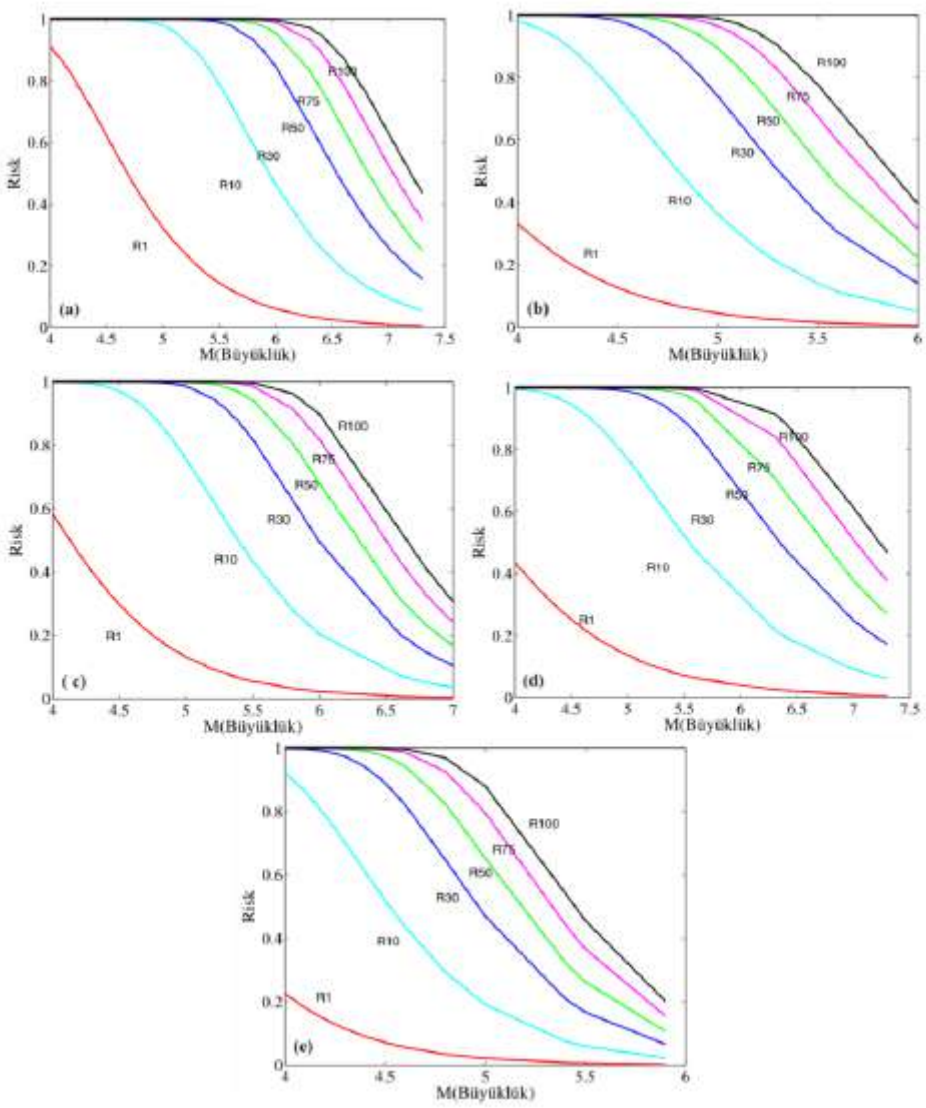
a) Çalışma alanı, **b**) Alan 1, **c**) Alan 2, **d**) Alan 3, **e**) Alan 4

Buna göre a ve b değerleri de dikkate alınarak olasılık ve geri dönüş peryodları hesaplanmıştır. Çalışma alanında 30 yıl içerisinde büyüklüğü 6.0 olan bir depremin olma olasılığı % 84, tekrarlanma periyodu ise 16 yıl olarak hesaplanmıştır. 100 yıl içerisinde büyüklüğü 7.0 olan bir depremin olma olasılığı % 63, tekrarlanma peryodu ise 101 yıl olarak elde edilmiştir (Çizelge 11.2)

Tablo 11.2. : Çalışma alanı için Poisson dağılımı yaklaşımı ile elde edilen sismik risk ve tekrarlanma peryodları

M	n(M)	R_1	R_{10}	R_{30}	R_{50}	R_{75}	R_{100}	T_r
5.0	0.3890	0.32	0.98	1.00	1.00	1.00	1.00	2.6
5.1	0.3238	0.28	0.96	1.00	1.00	1.00	1.00	3
5.3	0.2243	0.20	0.89	1.00	1.00	1.00	1.00	4.5
5.4	0.1867	0.17	0.85	1.00	1.00	1.00	1.00	5
5.5	0.1554	0.14	0.79	0.99	1.00	1.00	1.00	6
5.6	0.1293	0.12	0.73	0.98	1.00	1.00	1.00	8
5.8	0.0896	0.09	0.59	0.93	0.99	1.00	1.00	11
5.9	0.0746	0.07	0.53	0.89	0.98	1.00	1.00	13
6.0	0.0621	0.06	0.46	0.84	0.96	0.99	1.00	16
6.3	0.0358	0.04	0.30	0.66	0.83	0.93	0.97	28
6.4	0.0298	0.03	0.26	0.59	0.77	0.89	0.95	33
6.6	0.0206	0.02	0.19	0.46	0.64	0.79	0.87	48
6.8	0.0143	0.01	0.13	0.35	0.51	0.66	0.76	70
7.0	0.0099	0.009	0.09	0.26	0.39	0.52	0.63	101
7.2	0.0069	0.007	0.07	0.19	0.29	0.40	0.50	146
7.3	0.0057	0.006	0.06	0.16	0.25	0.35	0.43	175

Alan 1' de büyüklüğü 6.0 olan bir depremin 100 yıl içerisinde olma olasılığı % 39, tekrarlanma periyodu 200 yıl olarak elde edilmiştir. Alan 2' de 100 yıl içerisinde büyüklüğü 7.0 olan bir depremin olma olasılığı % 31, tekrarlanma periyodu 273 yıl olarak hesaplanmıştır. Alan 3' te büyüklüğü 7.2 olan bir depremin 100 yıl içerisinde olma olasılığı % 51, tekrarlanma peryodu 138 yıl olarak bulunmuştur. Alan 4' te 100 yıl içerisinde büyüklüğü 5.9 olan bir depremin olma olasılığı % 20, tekrarlanma periyodu ise 445 yıl olarak hesaplanmıştır (Şekil 11.6).



Şekil 11.6. Poisson dağılımı ile elde edilen büyüklük - sismik risk değerleri
a) Çalışma alanı, **b**) Alan 1, **c**) Alan 2, **d**) Alan 3, **e**) Alan 4

11.2. İvme azalım ilişkileri kullanılarak en büyük yatay yer ivmesi (PGA) hesabı

Bir depremin bir bölgede yaratacağı kuvvetli yer hareketinin genliği **maksimum yatay yer ivmesi** ile ifade edilir. Yer ivmesinin büyüklüğü depremin büyüklüğü, odak derinliği, fayın türü, atım miktarı, fayın uzunluğu, fayın uzaklığı, kaynak ile bölge arasındaki kaya türü, morfoloji gibi faktörlerle denetlenir. Olası yer ivmesinin belirlenmesi amacı ile ölçülen ivme değerlerinden hareketle çok sayıda azalım formülü geliştirilmiştir. Bu azalım ilişkileri ışığında inceleme alanına 50 km uzaktaki Kuzey Anadolu Fayının üzerinde oluşacabilecek sırasıyla 7.4 büyüklüğündeki deprem için inceleme alanında alüvyon ortam üzerinde oluşabilecek deprem ivmeleri hesaplanmıştır. Çeşitli ivme – uzaklık azalım ilişkileri farklı araştırmacıların bulduğu ampririk bağıntılardan faydalanılarak hesaplanmıştır. Bu hesaplamalarda aşağıdaki bağıntılar kullanılmıştır.

A1=(1230*exp(0.8*M)*((R+20)^-2))/981 Esteva (1970)

A2=(274*exp(0.8*M)*((R)^-1.64))/981 Davenport (1972)

A3=(1300*exp(0.67*M)*((R+25)^-1.6))/981 Donovan (1973a)

A4=(1230*exp(0.58*M)*((R+25)^-1.32))/981 Donovan (1973b9

A5=(472.3*exp(0.64*M)*((R+25)^-1.301))/981 McGuire (1974)

A6=(69*exp(0.92*M)*((R)^-1.30))/981 Orphal vee Lahoud (1974)

A7=(5000*exp(0.80*M)*((R+40)^-2))/981 Shah ve diğ. (1973)

A8=(10^(3.09+0.347*M-2*log10(R+25)))/980 Oliviear (1974)

A9=(10^(2.308+0.411*M-1.637*log10(R+30)))/980 Katayama ve diğ. (1975)

A10=(10^(2.041+0.347*M-1.6*log10(D)))/980 Esteva ve Vellaverde (1973)

A11=(10^(-1.02+0.249*M-log10(RBoore)-0.00255*R+0.26*P))/1 Joyner ve Boore (1981)

A12=0.0159*exp(0.86*M)*(R+0.0606*exp(0.7*M))^-1.09 Campell (1981a)

A13=0.0185*exp(1.28*M)*(R+0.147*exp(0.732*M))^-1.75 Campell (1981a)

A14=(1230*exp(0.8*M)*((R+13)^-2))/981 Newmark ve Rosenblueth (1971)

A15=20*(10^((0.61*M-((1.66+(3.6/R))*log10(R))-0.631-(1.83/R))))/980; Kanai (1966)

A16=(2000*exp(0.8*M)*((R+20)^-2))/981; Esteva ve Rosenblueth (1964)

A17=(10^(0.41*M-0.0034*R-log10(R+0.032*10^(0.41*M))+1.30))/980; Fukishima ve diğ. (1988)

A18=10^(((-0.62)+(0.177*M)-(0.892*log10((R+(exp(0.284*M)))))+0.132-0.0008)) Abrahamson ve Litehiser (1989)

Tablo 11.3. : Fay sistemleri azalım ilişkileri

Çalışma alanına 50 km uzaklıkta fay sistemlerinin oluşturacağı değişik araştırmacıların önerdiği azalım ilişkilerine göre hesaplanan en büyük yatay yer ivme değerleri incelendiğinde de oluşabilecek ortalama en büyük ivme değerinin yine ~ 0.17 g olduğu görülmektedir.

Referans No	**PGA-PHA (cm/s²)**	**Referans**
A1	0.0927	Esteva (1970)
A2	0.1648	Davenport (1972)
A3	0.1846	Donovan (1973a)
A4	0.3017	Donovan (1973b)
A5	0.1961	McGuire (1974)
A6	0.3838	Orphal vee Lahoud (1974)
A7	0.2293	Shah ve diğ. (1973)
A8	0.0804	Oliviear (1974)
A9	0.1714	Katayama ve diğ. (1975)
A10	0.0793	Esteva ve Vellaverde (1973)
A11	0.1774	Joyner ve Boore (1981)
A12	0.1031	Campell (1981a)
A13	0.1029	Campell (1981a)
A14	0.1140	Newmark ve Rosenblueth (1971)
A15	0.1592	Kanai (1966)
A16	0.1507	Esteva ve Roseblueth (1964)
A17	0.1726	Fukishima ve diğ. (1988)
A18	0.1739	Abrahamson ve Litehiser (1989)
Ort	0.17	

Depremlerin neden oldukları yer hareketi genellikle yerdeğiştirme, hız ve ivme ile karakterize edilir. Depremlerin zeminlerde neden oldukları dinamik kuvvetlerle doğrudan ilişkisi olması nedeniyle, jeoteknik uygulamalarda ivme kullanılmaktadır. Jeoteknik çözümlemelerde tekrarlı yer hareketinin ölçüsü zeminde etkiyen en büyük yatay ivme (a_{max}) olup, bu kavram "en büyük yatay yer ivmesi-PGHA" olarak da anılır. Pek çok depremde yatay yöndeki ivme düşey yöndeki ivmeden daha büyük olduğu için, bu tür durumlarda en büyük yatay yer ivmesi "en büyük yer ivmesi-PGA" haline dönüşür. PGA, herhangi bir depremde ivme ölçerler tarafından kaydedilen en büyük ivmenin dalga boyudur (Ulusay, 2010).

Jeoteknik mühendisliği uygulamalarında en büyük yer ivmesi (amax) tayini en güç parametrelerden biridir. Depremlerin tahmini mümkün olmadığından, amax'ın değeri de daha önce meydana gelmiş depremler ve faylarla ilgili çalışmalar esas alınarak yapılır. İvme tahmininde en çok kullanılan yöntem ise, azalım ilişkileridir. Genel olarak azalım ilişkileri; deprem büyüklüğüne, sismik kaynağa olan uzaklığa, kaynak mekanizmasına ve yerel zemin koşullarına bağlı olarak kuvvetli yer hareketinin yerdeğiştirme, hız ve ivme gibi farklı parametrelerinin medyan ve standart sapmalarını veren görgül ilişkilerdir (Ulusay, 2010).

Türkiye verisini esas alan ivme azalım ilişkileri, İnan vd. (1996), Aydan (2001), Gülkan ve Kalkan (2002) ve Ulusay vd. (2004) tarafından önerilmiş olup bu çalışmada Ulusay vd. (2004) tarafından önerilmiş olan ivme azalım ilişkisi kullanılmıştır.

Çanakkale il merkezinin 100 km yarıçapı içinde üç önemli fay hattı tanımlanmıştır. KD-GB doğrultulu Saros-Gaziköy Fayı, Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun (KAFZ) batı hattını oluşturmakta olup inceleme alanının yaklaşık 40 km kuzeybatısından geçmektedir. Saros-Gaziköy Fay hattı üzerinde 1912 yılında yüzey dalgası büyüklüğü (Ms) 7.3 olan deprem meydana gelmiştir. İnceleme alanına yaklaşık 70 km güneydoğusundan geçen Yenice-Gönen Fayı 1953 yılında yüzey dalgası büyüklüğü (Ms) 7.2 olan deprem üretmiştir. Ayrıca inceleme alanının yaklaşık 70 km güneyinden KD-GB doğrultulu Edremit fayı geçmektedir. Bu fay zonuda 1944 yılında yüzey dalgası büyüklüğü (Ms) 6.8 olan bir deprem üretmiştir.

Bu çalışmada fay boyu-magnitüd ilişkisinden yararlanılarak elde edilen senaryo deprem büyüklüğü kullanılmıştır. Fay uzunlukları bilgisi için Emre (2010), Emre vd. (2011a ve b) ve Emre ve Doğan (2010) tarafından güncellenen 1/250000 ölçekli yenilenmiş Türkiye Diri Fay Haritaları Serisi, Çanakkale (NK 35-10b), Balıkesir (NJ 35-3), Bandırma (NK 35-11b) ve Ayvalık (NJ 35-2) Paftalarından yararlanılmıştır. Potansiyel moment büyüklüğünü belirlemek amacıyla Wells ve Coppersmith (1994) tarafından üretilen eşitlik (Eşitlik. 11.1) kullanılmıştır. Bu eşitlikte fayların yüzey kırığı uzunlukları (SRL) kullanılarak bir fayın üretebileceği en büyük deprem üretme potansiyeli moment büyüklüğü (Mw) cinsinden belirlenebilmektedir.

Mw = 5.08 + 1.16 * Log (SRL)

Wells ve Coppersmith (1994) tarafından üretilen eşitlik kullanılarak çalışma alanın 100 km yarıçapı içinde kalan üç önemli fay hattının moment büyüklüğü (Mw) cinsinden üretebileceği en büyük deprem üretme potansiyeli Çizelge 11.4' de verilmiştir.

Tablo 11.4. : İnceleme alanı merkez olmak üzere 100 km yarıçaplı alan içindeki önemli faylar ve üretebilecekleri en büyük moment deprem büyüklükleri

Fayın İsmi	SRL (km)	Mw
Saros-Gaziköy Fayı	125	7,5
Yenice-Gönen Fayı	70	7,2
Edremit Fayı	70	7,2

İnceleme alanının yaklaşık 100 km yakın çevresindeki ve Çizelge 11.4'de verilen fayların uzunluklarına bağlı olarak öngörülen en büyük deprem üretme potansiyelleri ile etüt sahasına olan uzaklıkları da dikkate alınarak, Ulusay vd. (2004) tarafından Türkiye deprem verileri dikkate alınarak önerilen azalım ilişkisiyle (Eq. 9.2) inceleme alanı için en büyük yer ivmesi (amax) hesaplanmıştır.

$$a_{max} = 2.18\, e^{0.0218\,(33.3M_w - Re + 7.8427\,S_A + 18.9282S_B)}$$

Burada, $S_A = 0$, $S_B = 0$ (kaya), $S_A = 1$, $S_B = 0$ (toprak zemin), $S_A = 0$, $S_B = 1$ (gevşek zemin)'dir.

Burada, SA = 0, SB = 0 (kaya), SA = 1, SB = 0 (toprak zemin), SA = 0, SB = 1 (gevşek zemin)'dir. Saros-Gaziköy Fayı, Yenice-Gönen Fayı ve Edremit Fayı için Ulusay vd. (2004)'nin ivme azalım ilişkisi kullanıldığında Çanakkale merkezinde oluşacak en büyük yer ivmesi (PGA) değeri (Çizelge 11.5) verilmiştir. İnceleme alanının geneli alüvyon zemin olması nedeniyle SA=0 ve SB=1 (gevşek zemin) alınırken, inceleme alanının her bir faya olan en yakın dik uzaklıkları ise Re olarak dikkate alınmıştır.

Tablo 11.5. : İnceleme alanı ve yakın çevresine ait önemli fayların ürettiği en büyük moment deprem büyüklükleri ve inceleme alanında meydana gelecek ivme değerleri

Fayın ismi	Mw	Re (km)	SA	SB	PGA (gal)
Saros-Gaziköy Fayı	7,5	40	0	1	318,73
Yenice-Gönen Fayı	7,2	70	0	1	133,30
Edremit Fayı	7,2	70	0	1	133,30

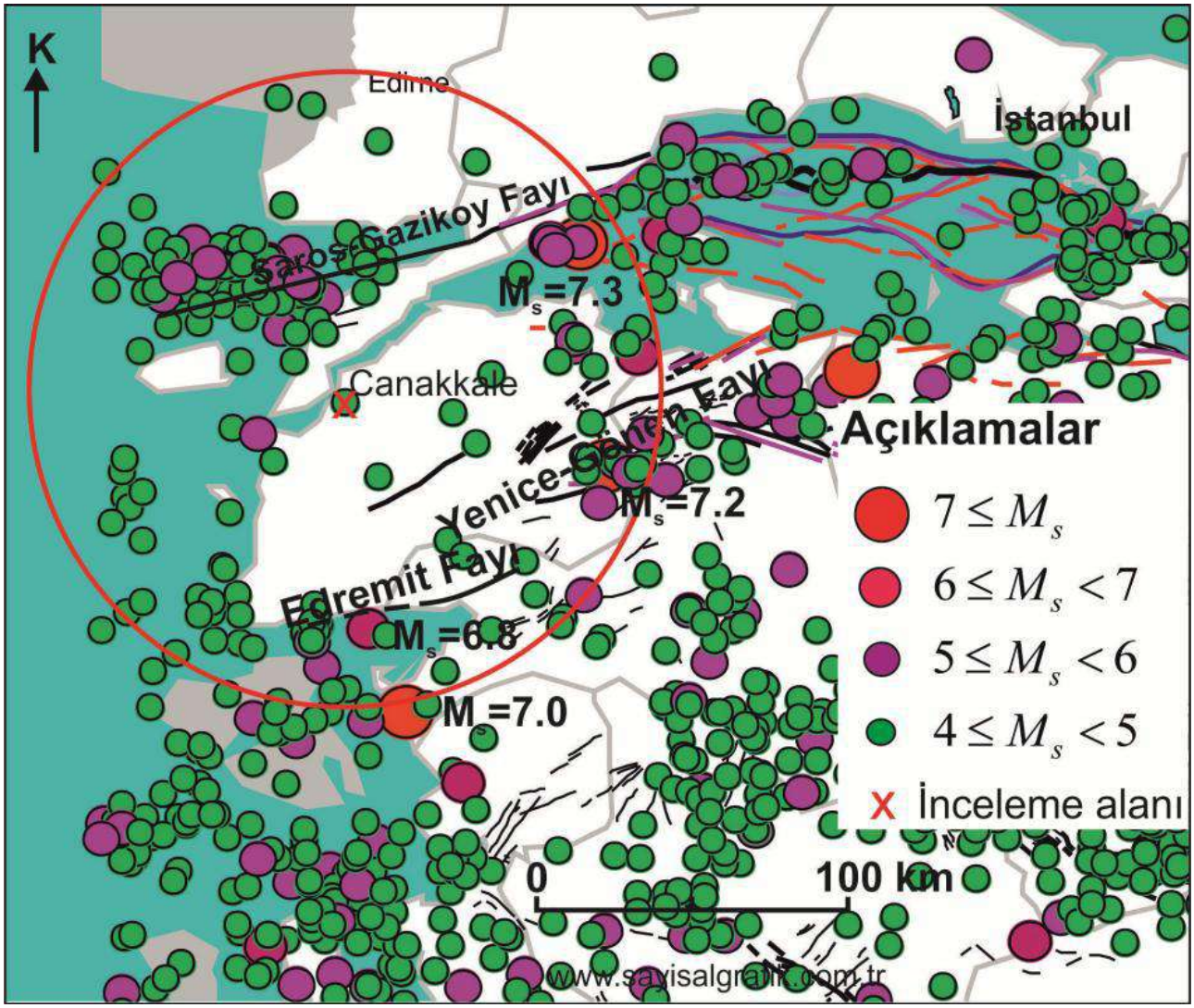
Yukarıda verilen Çizelge 11.5'e göre inceleme alanı olan Çanakkale kentinde Saros-Gaziköy Fayı'nın etkin olduğu düşünülerek ikinci bir senaryo olarak bu fay hattında moment büyüklüğü 7,0 (Mw) olan bir depremin olması sonucunda Çanakkale şehir merkezinde oluşacak en büyük yer ivmesi (PGA) değeri (Çizelge 11.6) verilmiştir.

Tablo 11.6. : İnceleme alanı ve yakın çevresine ait önemli fayların ürettiği en büyük moment deprem büyüklükleri ve inceleme alanında meydana gelecek ivme değerleri

Fayın ismi	Mw	Re (km)	SA	SB	PGA (gal)
Saros-Gaziköy Fayı	7,0	40	0	1	221,72

11.3. Aktif Tektonik

Kuzey Anadolu Fay zonu, deprem üretkenliği açısından dünyadaki bilinen en önemli fay sistemlerinden birisidir. Çanakkale ve çevresinde genel olarak bu kuşağının uzantıları görülmektedir. Gelibolu ve Biga yarımadalarındaki Saroz-Gaziköy fayı, Etili fayı, Çan-Biga fay kuşağı, Sarıköy fayı ve Yenice-Gönen fayı meydana getirdikleri depremler nedeni ile diri oldukları bilinen aktif faylanma bölgeleridir. Sağ yanal doğrultu atımlı olan Saroz-Gaziköy fayı 1912 tarihinde 7.3 büyüklüğünde Mürefte-Şarköy depremine neden olmuştur. 1935 tarihinde 6.3 büyüklüğünde depremin yaşandığı Çan-Biga fay kuşağı, kuzeydoğu-güneybatı yönelimli birçok fay segmentinden oluşmaktadır. Tarihte 1953 Yenice-Gönen depremi olarak bilinen 7.2 büyüklüğünde bir depreme neden olan Yenice-Gönen fayının yüzeyde izlenebilen uzunluğu yaklaşık 50 kilometre civarındadır. İnceleme alanı merkez olmak üzere 100 km yarıçaplı alan ve yakın çevresindeki 1900 yılından günümüze kadar uzanan dönemde Kandilli kayıtlarındaki depremler Şekil 11.7'de görülmektedir.



Şekil 11.7. : İnceleme alanı ve yakın çevresine ait sismotektonik harita

(Faylara ilişkin harita Emre ve Doğan 2010'dan, deprem büyüklükleri ve lokasyonları ise http://www.sayisalgrafik.com.tr/deprem/ sitesinden alınmıştır).

11.4. Sıvılaşma Analizi ve Değerlendirme

Sıvılaşma, diğer zemin türlerine (kil, silt, çakıl) oranla genellikle kumlu zeminlerde çok daha kolay gelişebilen bir davranış türü olmakla birlikte, 1995 Hyogo-ken Nanbu (Japonya) depreminde küçük çakıllı ve zeminlerde de gözlenmiştir (Shibata vd., 1996). Bu depremde killi zeminlerde meydana gelen sıvılaşma, kilin muhtemelen deprem sırasında yumuşayarak sıvılaşan kumla birlikte yükselip yüzeye çıktığı şeklinde açıklanmaktadır (Shibata vd., 1996). Ancak, sıvılaşma potansiyelinin değerlendirilmesi için kullanılan ve arazi deneylerini esas alan mevcut analiz yöntemleri, killerde ve küçük çakıllarda gözlenen sıvılaşmanın tahmin edilmesinde yetersiz kalmaktadır. Kohezyonlu zeminler (killer ve plastik siltler) makaslandıkları ve yoğrulduklarında, önemli düzeyde dayanım kaybına uğrayabilirler. Plastik olmayan siltlerin sıvılaşmasıyla ilgili olarak laboratuvarda ve arazide yapılan gözlemler, ince taneli zeminlerin sıvılaşmaya karşı olan duyarlılıklarının sadece tane boyunda değil, plastisite özelliklerinden de etkilendiğini göstermiştir (Ishihara, 1984, 1985). Ishihara (1993), kohezyonsuz ve plastik olmayan iri siltlerin sıvılaşmaya karşı oldukça duyarlı olduklarını, buna karşın plaka şekilli daha ince siltlerin ise genellikle sıvılaşmaya karşı yeterli düzeyde kohezyona sahip olduklarını belirtmektedir. Killer sıvılaşmaya karşı duyarlı olmamakla birlite, duyarlı (hassas) killer sıvılaşan zeminlere benzer şekilde "birim deformasyon yumuşaması" adı verilen bir davranış sergileyebilirler. Kohezyonlu zeminlerin sıvılaşıp sıvılaşmayacaklarının değerlendirilmesi amacıyla tane boyu, su içeriği ve likit limit gibi zemin özellikerlini dikkate alan bir ölçüt (kriter) önerilmiş olup, bu ölçüt "Çin Ölçütü" olarak adlandırılmıştır. (Wang, 1979). Bu ölçüte göre ince taneli kohezyonlu zeminlerin potansiyel olarak sıvılaşabilirliği aşağıdaki koşulların sağlanmasıyla ilgilidir.

0.005 mm'den ince tane yüzdesi < %15

Likit limit (LL) < %35

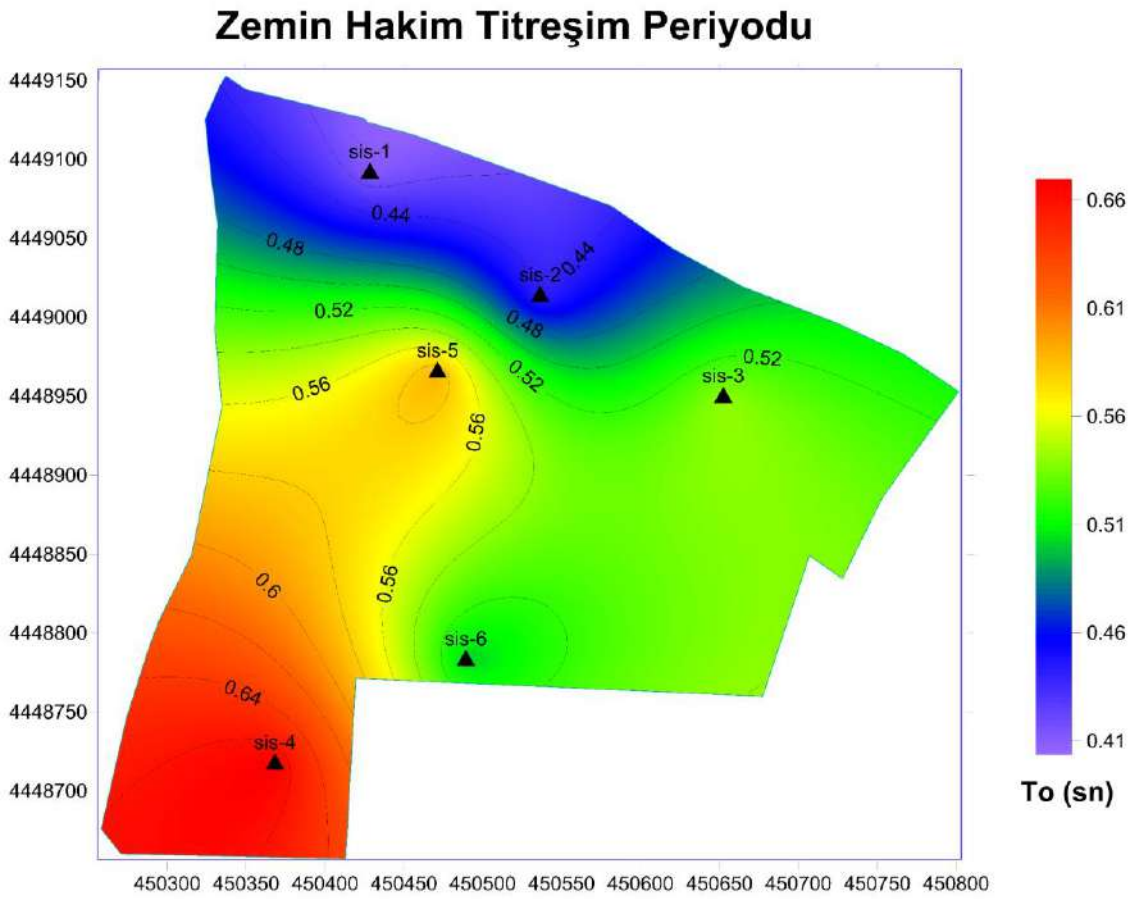
Doğal su içeriği (w) > 0,9 LL

Çalışma alanında yapılan sondajlardan sırasıyla SK-1, SK-2 ve SK-3 nolu kuyularda yeraltı suyuna rastlanılmış gözlemlenen birimlere ilişkin "Çin Ölçütü" ne dayalı bir değerlendirme yapılmıştır. Bu sondajlarda ince dane oranlarının %70'in üzerinde, Likit Limit değerleri %35'in üzerinde olduğu ve bu birimlerin düşük su içeriğine sahip oldukları görülmüştür. Çin ölçütü ile yapılmış değerlendirmeye göre çalışılan sahada sıvılaşma potansiyeli bulunmamaktadır.

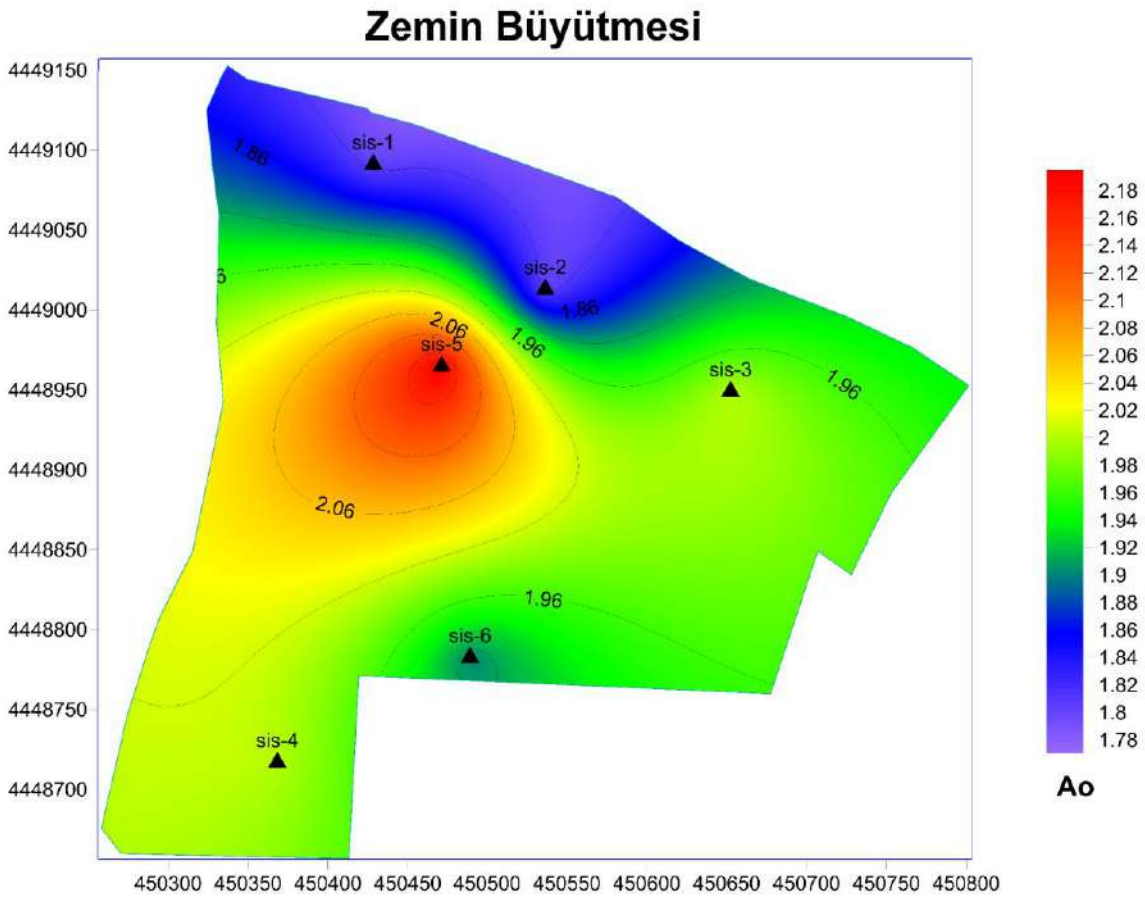
11.4.1. Zemin Büyütmesi (Ao) ve Zemin Hakim Titreşim Periyodu (To)

Makaslama hızı, depremler sırasında zemin tabakalarının meydana getireceği büyütmelerin hesaplanmasında kullanılan zeminlerin en önemli dinamik özelliğidir. Zeminlerin katılığı hakkında doğrudan bilgi verdiği için zemin davranışının belirlenmesi için yapılan büyütme analizlerinde de doğrudan kullanılır. Hesaplanan bu büyütme değerinin yerel zemin koşullarının büyütme etkisinin hasar üzerindeki sonuçlarının deprem öncesi incelenmesinde doğrudan kullanılabilmesinin mümkün olabileceği söylenebilir. Çalışma kapsamında MASW ölçümlerinin değerlendirilmesi sonucu elde edilen S-dalga hızlarında ilgili bağıntıdan zemin hakim titreşim periyodu ve büyütme değerleri haritası çıkarılmıştır. (Şekil 123123123) Proje alanında kayma dalgası hızları (V_s) kullanılarak Midorikawa (1987) tarafından önerilen bağıntı yardımıyla göreceli yer büyütme değerleri (A_{kM}), yer hakim titreşim periyodu değerleri (T_0) ise Kanai (1983) tarafından verilen bağıntı kullanılarak hesaplanmıştır.

Bilindiği gibi depremlerde yapının oturduğu zeminin titreşmesi yada diğer bir deyişle sallanması durumunda mühendislik yapısı da salınıma 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).



Şekil 11.8. : İnceleme Alanı Zemin Hakim Titreşim Periyodu Haritası



Şekil 11.9. : İnceleme Alanı Zemin Büyütmesi Haritası

12.İNCELEME ALANININ YERLEŞİME UYGUNLUK DEĞERLENDİRMESİ

İnceleme alanının Çanakkale Grubu, Alçıtepe Formasyonuna ait birimlerden oluşmaktadır. İnceleme alanını oluşturan birimler genelde %0-10 topoğrafik eğime sahiptir.

Topografik eğimin %0-10 olduğu alüvyon birimlerde yapılan sondajlarda yeraltı su seviyesi inceleme alanının kuzeyinde ortalama 9-10 arasında m arasında değişirken güney kısmındaki kuyularda yeraltı suyuna rastlanmamıştır.

İnceleme alanının genel olarak kohezyonlu ve plastisitesi yüksek birimlerden oluşmakta olup yapılan değerlendirmeler sonucunda sıvılaşma potansiyelinin olmadığı görülmüştür.

Deprem sırasında zeminlerin davranışını etkileyen önemli parametrelerden zemin büyütme ve hakim titreşim periyotları belirlenmiştir. İnceleme alanındaki birimler, 1.7-2.1 arasında deprem büyütme değerlerine sahiptir. Zemin hakim titreşim periyodu 0.4-0.6 sn arasında değişmektedir.

Çalışma alanı içerisindeki şişme yüzdesi değerleri genel olarak “düşük şişme derecesi” olduğu belirlenmiştir. Yapılan oturma hesaplarına göre killi zeminlerdeki konsolidasyon oturmasının miktarının müsaade edilen sınırlar içinde olduğu belirlenmiştir.

Yapılan analizler sonucunda izin verilebilir taşıma gücü değerleri incelendiğinde, taşıma gücü sorunu beklenmemektedir.

Sondajlar ve sismik ölçülerde tanımlanan kalınlığı yaklaşık 5-6 m’de değişen Alçıtepe Formasyonun ayrışmış kısmı olarak tanımlanan birimlerde yapılan kazılarda stabilite sorunları ile karşılaşılabileceği düşünülmektedir. Kazılarda açığa çıkan şevler açıkta bırakılmadan istinat yapıları ile desteklenmeli, yapı temelleri tek tip birime oturtulmalıdır.

Yapılan arazi gözlemleri sondajlar, jeofizik ölçümler, laboratuar verileri ve afet riskleri ile birlikte yapılan jeolojik-jeoteknik değerlendirme sonucunda inceleme alanı yerleşime uygunluk durumu “Önlemli Alan 2.1. (Öa-2.1.) Önlem Alınabilecek Nitelikte Stabilite Sorunlu Alanlar” tanımlaması içerisinde değerlendirilmiştir.

12.1. Önlemli Alan 2.1 (ÖA-2.1) : Önlem Alınabilecek Nitelikte Stabilite Sorunlu Alanlar

İnceleme alanının genelinde topoğrafik eğim ortalama %0-10 arasında değişim göstermektedir. Bu alanların, morfolojik özellikleri, jeolojisi litolojik-yapısal-tektonik özellikleri, yeraltı suyu durumu, kaya-zeminlerin mühendislik özellikleri, kaya-zeminlerin temel olma özellikleri, dinamik ve elastik özellikler esas alınarak, yerleşime uygunluk yönünden Önlemli Alan-2.1 (ÖA-2.1) olarak değerlendirilmiştir.

Önlemli Alan-2.1 (ÖA-2.1) olarak değerlendirilen alanlarda halihazırda kütle hareketi gözlenmemekle birlikte, yapılaşma esnasında temel kazıları, zemine aktarılan ilave yapı yükleri ve yüzey drenaj koşullarının değişmesi gibi nedenlerle mevcut yamacın stabilitesi azalabilir. Bu durumun kütlesel bir stabilite sorununa neden olmaması için parsel bazında ayrıntılı zemin etütleri ile planlanan temel kazısının etkileyebileceği üst yamaç da dâhil olmak üzere şev stabilitesi analizleri yapılmalı ve güvenlik katsayısının statik ve dinamik koşullarda yeterli olduğu gösterilmelidir. Güvenlik katsayısının yeterli olmadığı durumlarda stabiliteyi artırıcı önlemler, projesi yapılmak kaydıyla uygulanmalıdır. Her türlü kazılarda açığa çıkan şevler açıkta bırakılmadan istinat yapıları ile desteklenmeli, yapı temelleri tek tip birime oturtulmalıdır.

Önlemli Alan-2.1 (ÖA-2.1) olarak değerlendirilen alanlarda zeminin heterojen özelliği ve zayıf-orta dayanımlı birimlerin yer alması nedeniyle, taşıma gücü ve oturma özelliklerinde farklılıklar gözlenebilir. Bu nedenle, parsel bazında yapılacak etütler sonucunda gerekli olması durumunda zemin iyileştirmeleri ve uygun temel sisteminin seçimi gibi önlemlerle olası taşıma, oturma vb. tüm jeoteknik sorunların gelişmesi engellenmelidir.

Her türlü yapılaşmada yeraltı sularının temeli etkilememesi için uygun bir drenaj sistemiyle temelden uzaklaştırılması ve suyun betona olan etkisini belirlemek amacıyla fiziksel ve kimyasal analizlerinin yapılması gerekmektedir. Yeraltı sularının, atık suların hem de yüzey sularının drenajı yapılarak temele olan etkisinin önlenmesi gerekmektedir. Bu alanlar, Ek-10'de verilen yerleşime uygunluk haritasında ÖA-2.1 simgesi ile gösterilmiştir.

Rapor içerisindeki hesaplama ve yorumlar sadece esas alınan temel türü ve boyutları için geçerli olduğu dikkate alınmalıdır. Dolayısı ile yapılan jeoteknik hesaplamalarda verilen bu değerler inceleme alanının genel özelliklerini yansıtmaktadır. Her türlü alt ve üst yapıda mutlaka parsel bazı zemin etütlerinde ayrıntılı olarak tüm bu hesaplamalar gerçek temel türü, boyutu ve derinlikleri için tekrar yapılmalı ve çıkan sonuçlara göre projeler üretilmelidir.

13. SONUÇ VE ÖNERİLER

1. Bu rapor Çanakkale Belediyesi sınırları içerisinde kalan toplam 140.000 m^2 olan mevcut alanın imar planı çalışmalarında kullanılmak üzere imar planına esas jeolojik-jeoteknik etüt raporu ile yerleşime uygunluk durumunun değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

2. İnceleme alanı içerisinde 8 adet jeoteknik sondaj, 6 profil sismik kırılma ve yüzey dalgası analizi, 4 adet düşey elektrik sondajı (DES) çalışmaları gerçekleştirilmiştir.

3. İnceleme alanı genelde topoğrafik olarak az eğimli (%0-10) bir yapıya sahiptir.

4. İnceleme alanı Orta Miyosen-Pliyosen yaşlı Çanakkale Grubundan oluşmaktadır. Bu grubun içerisinde tanımlanan Alçıtepe formasyonu ve bu formasyona ait ayrışmış zeminler gözlenmiştir.

5. 30 m derinlik için ortalama kayma dalgası hızları, ulaşılan araştırma derinliği itibariyle (Vs30); 305-435 m/sn arasında değişmektedir.

   Çalışma alanında maksimum kayma modülü (Gmax) değerleri incelendiğinde; Kramer (1996)'e göre ağırlıklı olarak alüvyon birimde yüzey kotundan itibaren 6.00 m ile 10.00 m derinliklere kadar "gevşek/orta gevşek" sınıflarına girmektedir. Bu seviyelerden sonrası ise "sağlam" sınıflarındadır.

   İnceleme alanında yer hakim titreşim periyotları; "$0.4 \leq T_0 \leq 0.60$ sn", aralığında değişmektedir. Hesaplanan yer hakim titreşim periyodu değerleri, proje alanında yer alan birimlerin salınım durumları ile ilgili genel öngörüm amacını taşımaktadır.

6. Göreceli yer büyütme faktörleri ise Midorikawa (1987) ilişkisine göre alüvyonda (Qal) "$1.7 \leq A_{KM} \leq 2.1$" aralığında değişmektedir. Bu açıdan büyütmeden kaynaklanabilecek jeoteknik sorunlara dikkat edilmeli, yapı boyut ve temel analizleri buna göre gerçekleştirilerek, depreme dayanıklı yapı tasarımı ilkelerine bağlı kalınmalıdır.

7. İnceleme alanında yapılan sondajlarda bölgeyi temsil edecek şekilde seçilen örneklerin üzerinde zeminlerin dane boyu dağılımını belirlemek üzere 40 adet elek analizi yapılmıştır. Bu deney sonucunda inceleme alanındaki zeminlerin %80'i ince daneli, %20'si iri daneli olduğu belirlenmiştir. Birleştirilmiş zemin sınıflama sistemine göre örneklerin %8'i GC, %12'si SC, %80'i CL'dir.

8. Alçıtepe formasyonuna ait birimler genç yaşlı, pekleşmemiş kaya özelliği taşımaktadır. Karot örnekleri üzerinde yapılan sertbest basınç deney sonuçlarına göre 0.2-1 MPa arasında değişmektedir. Bu dayanım değerleri, ISRM (1979)'ye göre "çok düşük" dayanım değerleri arasında tanımlandığı görülmüştür.

9. İnceleme alanının geneli için zemin grubu B ve C, yerel zemin sınıfı Z_2 ve Z_3 olarak belirlenmiştir.

10. Açılmış olan 8 sondaj kuyusundan 3 tanesinde 9 ile 10 m seviyelerinde yeraltı suyuna rastlanmıştır. İnceleme alanını etkileyebilecek olan nehir ve kuru dereler için taşkın riski için DSİ'den görüş alınmalıdır.

11. Bakanlar Kurulu'nun 18.04.1996 gün ve 96/8109 sayılı kararı ile yürürlüğe giren Türkiye Deprem bölgeleri haritasına göre Çanakkale İli 1. Derece Deprem Bölgeleri üzerinde yer almaktadır ve etkin yer ivmesi A0 ≥ 0,40 alınması gerekmektedir. Bölgede tarihsel ve aletsel dönemdeki kayıtlardan 6.0-7.3 büyüklüğünde depremlerin olduğu görülmektedir. Bu depremlerin 30–60 yıllık aralıklarla tekrarlanma olasılıkları yüksek olduğu ve bölgedeki birçok fay için bu sürenin dolmuş olması önemli bir tehlike unsuru olarak görülmektedir.

12. İnceleme alanının jeolojisini düşük dayanımlı yeşilimsi-mavimsi-gri renkli ayrışmış kil taşlarından oluşan Alçıtepe Formasyonu ve bu formasyona ait ayrışmış birimlerden oluşmaktadır. Bu alanların, morfolojik özellikleri, jeolojisi litolojik-yapısal-tektonik özellikleri, yeraltı suyu durumu, kaya-zeminlerin mühendislik özellikleri, kaya-zeminlerin temel olma özellikleri, dinamik ve elastik özellikler esas alınarak, yerleşime uygunluk yönünden Önlemli Alan-2.1 (ÖA-2.1) olarak değerlendirilmiştir.

    Önlemli Alan-2.1 (ÖA-2.1) olarak değerlendirilen alanlarda halihazırda kütle hareketi gözlenmemekle birlikte, yapılaşma esnasında temel kazıları, zemine aktarılan ilave yapı yükleri ve yüzey drenaj koşullarının değişmesi gibi nedenlerle mevcut yamacın stabilitesi azalabilir. Bu durumun kütlesel bir stabilite sorununa neden olmaması için parsel bazında ayrıntılı zemin etütleri ile planlanan temel kazısının etkileyebileceği üst yamaç da dâhil olmak üzere şev stabilitesi analizleri yapılmalı ve güvenlik katsayısının statik ve dinamik koşullarda yeterli olduğu gösterilmelidir. Güvenlik katsayısının yeterli olmadığı durumlarda stabiliteyi artırıcı önlemler, projesi yapılmak kaydıyla uygulanmalıdır. Her türlü kazılarda açığa çıkan şevler açıkta bırakılmadan istinat yapıları ile desteklenmeli, yapı temelleri tek tip birime oturtulmalıdır. İnşaat çalışmaları sırasında kazı şevlerinin kısa-uzun dönem kesme direnci parametreleri kullanılarak şev stabilitesi analizleri yapılmalıdır. Stabilite yeterli seviyede değil ise projesi yapılmak kaydıyla uygun iksa sistemleri kullanılarak stabilite istenilen seviyeye getirilmelidir.

    Önlemli Alan-2.1 (ÖA-2.1) olarak değerlendirilen alanlarda zeminin heterojen özelliği ve zayıf-orta dayanımlı birimlerin yer alması nedeniyle, taşıma gücü ve oturma özelliklerinde farklılıklar gözlenebilir. Bu nedenle, parsel bazında yapılacak etütler sonucunda gerekli olması durumunda zemin iyileştirmeleri ve uygun temel sisteminin seçimi gibi önlemlerle olası taşıma, oturma vb. tüm jeoteknik sorunların gelişmesi engellenmelidir.

    Her türlü yapılaşmada yeraltı sularının temeli etkilememesi için uygun bir drenaj sistemiyle temelden uzaklaştırılması ve suyun betona olan etkisini belirlemek amacıyla fiziksel ve kimyasal analizlerinin yapılması gerekmektedir. Yeraltı sularının, atık suların hem de yüzey sularının drenajı yapılarak temele olan etkisinin önlenmesi gerekmektedir. Ek-12'de verilen yerleşime uygunluk haritasında ÖA-2.1 simgesi ile gösterilmiştir.

Rapor içerisindeki hesaplama ve yorumlar sadece esas alınan temel türü ve boyutları için geçerli olduğu dikkate alınmalıdır. Dolayısı ile yapılan jeoteknik hesaplamalarda verilen bu değerler inceleme alanının genel özelliklerini yansıtmaktadır. Her türlü alt ve üst yapıda mutlaka parsel bazı zemin etütlerinde ayrıntılı olarak tüm bu hesaplamalar gerçek temel türü, boyutu ve derinlikleri için tekrar yapılmalı ve çıkan sonuçlara göre projeler üretilmelidir. Rapor içerisindeki veriler temel tasarımına esas olarak kullanılmamalıdır.

13. Çalışma alanında yapılacak yapılaşmalarda "Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik" esaslarına titizlikle uyulması gereklidir.

14. Bu rapor, imar planı yapımında planlamaya yönelik hazırlanmış olup; **zemin etüt raporu yerine kullanılamaz.** Yapılaşma esnasında ilgili yönetmelik ve genelge hükümlerine göre ve bu rapordaki uyarılar da dikkate alınarak parsel bazında zemin etüdü istenmelidir. Parsel bazında yapılacak olan zemin etütlerinde Mülga Bayındırlık ve İskân Bakanlığı' nın 10 Ağustos 2005 tarihli ve 815 sayılı genelgesi gereği "Zemin ve Temel Etüdü Raporu Genel Formatı"na uyulmalıdır.

Onur EYİSÜREN
Jeofizik Müh.

Cem DEMİR
Jeoloji Müh.

İLİ	ÇANAKKALE
İLÇE	MERKEZ
BELDE	-
KÖY/MAH	CEVATPAŞA MAHALLESİ
MEVKİİ	-
PAFTA	H16C-09A-3D, H16C-09D-2A, H16C-09D-2B
ADA-PARSEL	1274 Ada 1 Parsel, 965 Ada 136 Parsel ve Karacaören 221 ve 222 parseller
PLAN/RAPOR TÜRÜ-ÖLÇEĞİ	Çanakkale İli, Merkez İlçesi, Cevatpaşa Mahallesi, H16C-09A-3D, H16C-09D-2A ve H16C-09D-2B paftalar, 1274 ada 1 parsel, 965 ada 136 parsel ve Karacaören 221 ve 222 parsellere ait İmar Planına Esas Jeolojik-Jeoteknik Etüt Raporu -1/1000

Rapor içeriğindeki sondaj, laboratuar, 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.

KOMİSYON

Özlem KARASAKAL
Jeoloji Yüksek Mühendisi
Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü

Tijen ÖNEL
Jeolog Mühendisi
Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü

Feyza Nur BEKLER
İl Afet Acil Durum Md.
Jeofizik Yük. Müh.

19../09./2015

Özgür YILMAZ
Şube Müdürü

19../09../2015

Mustafa POYRAZLI
İnşaat Mühendisi
Çevre ve Şehircilik İl Md.Yrd.

28.09.2011 gün ve 102732 sayılı
Genelge gereğince onanmıştır.

ONAY

19../09../2015

Engin ÖZTÜRK
Çevre ve Şehircilik İl Müdürü

14.KAYNAKLAR

DEPREM BÖLGELERİNDE YAPILACAK BİNALAR HAKKINDA YÖNETMELİK, 6 Mart 2007

BİNA VE BİNA TÜRÜ YAPILAR İÇİN ZEMİN VE TEMEL ETÜDÜ RAPORU GENEL FORMATI, BAYINDIRLIK VE İSKAN BAKANLIĞI YAPI İŞLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ, 2005

MTA, BÖLGESEL JEOLOJİ HARİTALARI

TC ULAŞTIRMA BAKANLIĞI DLH GENEL MÜDÜRLÜĞÜ GEOTEKNİK TASARIM ESASLARI, 2007

YAPILAŞMA JEOFİZİĞİ, PROF. DR. ÖVGÜN AHMET ERCAN

ZEMİNLERİN GEOTEKNİK VE JEOFİZİK ANALİZİ, DOÇ. DR. FERHAT ÖZÇEP

KIRAN (AFET) BÖLGELERİNDE YERARAŞTIRMA YÖNTEMLERİ, PROF. DR. ÖVGÜN AHMET ERCAN

ZEMİN MEKANİĞİ VE TEMELLER, DENİZ GENÇ

UYGULAMALI JEOTEKNİK BİLGİLER, PROF. DR. REŞAT ULUSAY

UYGULAMALI JEOFİZİK, PROF. DR. ALİ KEÇELİ

ZEMİNLERİN STATİK VE DİNAMİK ANALİZİ, TMMOB JEOFİZİK MÜHENDİSLERİ ODASI, EĞİTİM YAYINLARI NO: 6, FERHAT ÖZÇEP