

**T.C
NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**Altınova Bölgesi (Tekirdağ) Arazisi
Mikrobölgeleme Haritalarının
Jeolojik ve Geoteknik Özelliklere
Bağlı Olarak Hazırlanması**

Sevim AVCI YENER

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı**

Danışman: Y. Doç. Dr. İ.Feda ARAL

**TEKİRDAĞ
Çorlu, 2011**

Altınova Bölgesi (Tekirdağ) Arazisi
Mikrobölgeleme Haritalarının
Jeolojik ve Geoteknik Özelliklere
Bağlı Olarak Hazırlanması

Sevim AVCI YENER

Yüksek Lisans Tezi

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Y. Doç. Dr. İ.Feda ARAL
2011

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ALTINOVA BÖLGESİ (TEKİRDAĞ) ARAZİSİ MİKROBÖLGELEME HARİTALARININ JEOLJİK VE GEOTEKNİK ÖZELLİKLERE BAĞLI OLARAK HAZIRLANMASI

Sevim AVCI YENER

Namık Kemal Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim dalı

Danışman: Y. Doç. Dr. İ.FEDA ARAL

İncelemede Tekirdağ İli, Altınova Bölgesi mikrobölgeleme haritalarının Jeolojik ve Geoteknik özelliklere bağlı olarak hazırlanması amaçlanmıştır. Önceki yıllarda yapılmış olan yerbilimsel veriler yeni bir bakış açısı ile tekrar değerlendirilip, eksik hususlarda arazi çalışmaları yapılarak bir sonuca ulaşılmıştır.

Veriler doğrultusunda bölgenin; topoğrafik haritaları baz alınarak; eğim, jeoloji ve hidrojeoloji, sondaj, sismik, resistivite, N60 değerleri ile yapılan SPT, N60 değerleri ile Meyerhof metodu kullanılarak yapılan taşıma gücü, Vs Hız Dağılımı, Resistivite Eşdeğer, 30 metre derinlik için ortalama kayma dalgası hızı (Vs30), Zemin Hakim Titreşim Periyodu (To), Midorikawa (1987)'ya göre büyütme, Joyner ve Fumal (1984)'a göre büyütme, Borcherdt ve ark. (1991)'na göre zayıf hareket zemin büyütme, Borcherdt ve ark. (1991)'na göre kuvvetli hareket zemin büyütme, Sıvılaşma, Yamaç Stabilite ve Tsunami Risk ve Mikrobölgeleme haritaları hazırlanmıştır.

Arazinin bir plan içerisinde düzenli olarak kullanımını gerçekleştirmek amacıyla; deprem etkisi karşısında jeolojik, sismolojik ve geoteknik faktörleri birleştirilerek ekonomik, sosyal ve politik açıdan uyumlu ve kullanılabilir bölgeler belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Zemin, Geoteknik, Mikrobölgeleme

ABSTRACT

MSc. Thesis

PREPERING OF MICROZONATION MAPS OF ALTINOVA REGION (TEKİRDAĞ) DEPENDING ON GEOLOGICAL AND GEOTECHNICAL CHARACTERS.

Sevim AVCI YENER

Namık Kemal University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Main Science Division of Civil Engineering

Supervisor : Assist. Prof. Dr. İ.FEDA ARAL

Microzonation works are important items of disaster management which is a basis for city/region planning and urban transformation works. At examination, it was aimed that preparing of Tekirdağ, Altınova region microzonation maps depending on Geological and Geotechnical characters. Geological data which were made at previous years are evaluated with a new point of view, it was reached to a result making zone studies about deficient elements.

In accordance with the data, on the base of topographic maps; slope, geology and hydrogeology, drilling, seismic, resistivity, SPT made with N60 values, bearing capacity made using Meyerhof method with N60 values, Vs speed distribution, Resistivity equivalent, average shear wave velocity for 30 m deep (Vs 30), site characteristic period (To), amplification according to Midorikawa (1987), amplification according to Joyner and Fumal (1984), weak movement amplification according to Borcherdt and his friends (1991), strong movement amplification according to Borcherdt and his friends (1991), liquefaction, slope **stability and** Tsunami Risk and Microzonation maps are prepared.

With the aim of using the ground in a plan regularly; against to earthquake effect, geologic, seismologic and geotechnic factors are put together and usable and economically, socially and politically compatible regions are determined.

Key words: Ground, Geotechnic, Microzonation

ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitimim her aşamasındaki değerli katkıları ve desteklerinden dolayı tez danışmanım Yrd Doç Dr İ.Feda ARAL'a,

Manevi desteği, bilgi ve deneyimleriyle bana en büyük desteği veren Vural Önder'e,

Yüksek Lisans eğitimime başladığım günden beri benimle derslere gelen ve büyümesi esnasında birçok fedakarlıkta bulunan minik oğlum Ali Kenana'a ve eşime

Hayatımın her aşamasında yanımda olan desteğini esirgemeyen aileme,

Bu çalışma için gerekli verilere ulaşmam da büyük yardımlarını gördüğüm Tekirdağ Belediyesi'ne

Tez savunma sırasındaki değerli önerileri ve katkılarından dolayı Jüri Üyeleri Prof Dr Mustafa Hilmi ACAR, Yrd Doç Dr. M.Şükrü YILDIRIM'a

En içten teşekkürlerimi sunarım.

Sevim AVCI YENER

SİMGELER

V_S	: S dalgası hızı
T_A ve T_B	: Hakim periyodu
Z_1, Z_2, Z_3, Z_4	: Yerel Zemin Sınıfı
g	: Gravite İvmesi
c	: Zeminin kohezyonu
Φ	: Tabakanın içsel sürtünme açısı
θ	: Yamaç açısı
γ	: Zeminin birim ağırlığı
h	: Tabakanın kalınlığı
SPT	: Standart Penetrasyon Testi
F_L	: Sıvılaşma Direnç Faktörü
EC-8	: Eurocode 8 (Avrupa Deprem Yönetmeliği)
GK	: Güvenlik faktörü
(β)	: Yamaç açısı
D_r	: Bağıl sıklık
N_1	: Duraylılık sayısı
M	: Deprem Büyüklüğü
P_L	: Potansiyeli indeksi
R	: Episantr dan en uzak sıvılaşmış alana uzaklık
R_f	: Fay uzaklığı
LSI	: Sıvılaşma ağırlık indeksi
CPT	: Koni penetrasyon testi
a_{max}	: Deprem İvmesi
C_N	: Düzeltme Faktörü
σ'	: Efektif Gerilme
CSR	: Devirsel Kayma Gerilmesi Oranı
V_{s30}	: (30 metre derinlik için ortalama kayma dalgası hızı)
N_{60}	: Standart penetrasyon testleri sonuçları düzeltilmesiyle bulunan değer
q_a	: Taşıma Gücü
D	: Temel derinliği
B	: Temel genişliği
SK	: Sondaj
U	: Poisson Oranı
G	: Dinamik Kayma modülü)
(E)	: Dinamik Elastisite Modülü
(k)	: Dinamik Bulk Modülü
(d)	: Kütle yoğunluğu
(T_0)	: Zemin Titreşim Periyodu
K	: Permeabilite
A	: Zemin Büyütmesi
JR-DES	: Rezistivite
Sk :	: Sondaj
J_s	: Sismik
W_n (%)	: Doğal Su içeriği
Q_a	: Aüvyon
T_d	: Danışmen Formasyonu
Dlg:	: Dolgu
T_{dki}	: Kıltaşı

T _{dsi}	:Silttaşı
T _e	:Ergene
GK	:Güvenlik Faktörü
ASL	:Yüksek Tehlike
BSL	:Orta Tehlike
CSL	:Düşük Tehlike
G	:Çakıl
S	:Kum
M	:Silt
C	:Kil
A	:Yüksek tehlike
B	:Orta tehlike
C	:Düşük tehlike
(gz)	:Yarı geçirimsiz ortam
LL	:Likid Limit
PL	:Plastik limit
PI	:Plastisite İndisi
ω_n	:Doğal su içeriği
γ_n	:Doğal birim hacim ağırlığı
q _u	:Serbest basınç direnci

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ÖNSÖZ	iii
SİMGELER DİZİNİ	iv
İÇİNDEKİLER	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ	ix
ÇİZELGELER LİSTESİ	xii
1. GİRİŞ	1
1.1. Amaç	1
1.2. Kapsam	1
1.3. Eski Çalışmalar	2
1.4. İnceleme Alanının Tanıtılması	2
1.4.1. Mekansal bilgiler ve coğrafik konum	2
1.4.2. Jeomorfoloji	4
1.4.2.1 Eğitim	4
2. KURAMSAL TEMELLER	7
2.1. Mikrobölgeleme Kavramı	7
2.1.1. Genel bölgeleme	8
2.1.2. Ayrıntılı bölgeleme	9
2.1.3. Çok ayrıntılı bölgeleme	9
2.2. Mikrobölgeleme çalışmalarında harita ölçekleri ve harita oluşturma	9
3. MATERYAL ve YÖNTEM	9
3.1. Kullanılan Ekipmanlar ve Özellikleri	9
3.1.1. Büro çalışmaları	9
3.1.2. Arazi çalışmaları	10
3.1.2.1 Haritalama Çalışmaları	10
3.1.2.2 Zemin Sondajları	10
3.1.2.3 Araştırma Çukurları çalışmaları	10
3.1.2.4 Jeofizik Çalışmaları	11

3.2.	Yöntem	13
3.2.1.	Standart penetrasyon testi özellikleri	13
3.2.1.1	Yeraltısuyu Düzeltmesi	14
3.2.1.2	Tij Enerji Oranı (ER)	14
3.2.1.3	Tij Uzunluğu, iç tüp ve kuyu çapı ile ilgili düzeltmeler	14
3.2.1.2	Standart Penetrasyon Deneyleri ile Taşıma Gücü Tayini	15
3.2.1.3	SPT Değerlerinin Kullanıldığı Alanlar	15
3.2.2.	Jeofizik Çalışmalar	16
3.2.3.	Haritalama ve Ölçek	17
3.2.4.	Karelaj	17
3.2.5.	Geoteknik amaçlı laboratuvar çalışmaları	17
4.	ARAŞTIRMA BULGULARI	18
4.1.	Jeoloji	18
4.1.1.	Stratigrafi	18
4.1.1.1	Danişmen Formasyonu	21
4.1.1.2.	Ergene Formasyonu	21
4.1.1.3.	Alüvyon	21
4.1.1.4.	Kıyı Çökelleri	21
4.1.1.5	Dolgu	22
4.1.2.	Yapısal jeoloji	22
4.1.3.	İnceleme alanının yeraltısuyu özellikleri	22
4.2.	Sondaj Çalışmaları ve Arazi Verilerinin Değerlendirilmesi	24
4.3.	Jeofizik Ölçüm Sonuçlarının Değerlendirilmesi	38
4.3.1.	Sığ sismik kırılma ölçümlerinin değerlendirilmesi	38
4.3.2.	Mikrotremör ölçümlerinin değerlendirilmesi	46
4.3.2.1	Kayma Dalgası Hızının MASW-MAM Yöntemiyle Belirlenmesi	46
4.3.2.2	Yöntemin uygulama tipleri	46
4.3.2.3	Yüzey dalgası ve dispersiyon	46
4.3.2.4.	Değerlendirme	47
4.3.2.5	Kullanılan parametreler ve Formüller	47
4.3.3.	Jeoelektriksel öz direnç ölçümlerinin değerlendirilmesi	47

4.4.	Laboratuvar Verilerinin Değerlendirilmesi	52
4.5.	Zemin ve Kaya Birimlerin Geoteknik Özellikleri	55
4.5.1.	Danişmen Formasyonunu zemin ortamlarının Geoteknik Özellikleri	58
4.5.1.1.	Siltli Kil (Ayrışmış Kiltası) Tdki	58
4.5.1.2.	Killi Silt (Ayrışmış Silttaşı) Tdsi	58
4.5.2.	Ergene Formasyonunu zemin ortamlarının Geoteknik Özellikleri	59
4.5.3.	Alüvyoner Formasyonunu zemin ortamlarının Geoteknik Özellikleri	60
4.5.4.	Kıyı Çökelleri zemin ortamlarının geoteknik özellikleri (Qk)	60
4.5.5.	Dolgu Formasyonunu zemin ortamlarının Geoteknik Özellikleri	61
4.5.6.	Oturma Analizi ve Değerlendirme	62
4.6.	Depremsellik ve Afet Durumu	63
4.6.1.	Aktif tektonik	64
4.6.2.	Bölgenin deprem tehlikesi ve risk analizi	66
4.6.3.	Afet Durumu	71
4.6.3.1.	Sıvılaşma	72
4.6.3.2.	Yamaç duraysızlığı	90
4.6.3.3.	Dalga basması (Tsunami)	91
4.7.	Mikrobölgeleme Haritaları	93
4.7.1.	İnceleme alanının V_{s30} haritası	93
4.7.2.	İnceleme alanının zemin hakim periyot haritası	95
4.7.3.	İnceleme alanının zemin büyütme haritası	97
4.7.4.	İnceleme alanının sıvılaşma haritası	103
4.7.5.	İnceleme alanının yamaç stabilitesi haritası	105
4.7.6.	İnceleme alanının tsunami haritası	107
4.7.7.	İnceleme alanının mikrobölgeleme haritası	108
5.	SONUÇLAR	110
6.	KAYNAKLAR	114
	ÖZGEÇMİŞ	128

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.1.	İnceleme Alanının Yer Bulduru Haritası.	3
Şekil 1.3.	İnceleme Alanının Eş Eğim Haritası	6
Şekil 2.1.	Kentsel alanlarda deprem afetine etkiyen çeşitli faktörler (yapı, deprem, zemin, sosyal, ekonomik, idari ve kritik servislere erişebilirlik) bakımından mekansal hasar görülebilirlik modeli	8
Şekil 4.1.	İnceleme Alanının Jeoloji Haritası	21
Şekil 4.2.	İnceleme Alanının Hidrojeoloji Haritası	24
Şekil 4.3.	İnceleme alanındaki zemin sondaj uygulama lokasyonları	25
Şekil 4.4.1	İnceleme Alanında Önceden Açılmış Olan Zemin Sondajlarından Hesaplanmış N_{60} Değerleri Kullanılarak Yapılmış 1.50m için	34
Şekil 4.4.2	İnceleme Alanında Önceden Açılmış Olan Zemin Sondajlarından Hesaplanmış N_{60} Değerleri Kullanılarak Yapılmış 3.00m için	35
Şekil 4.5. 1.	İnceleme Alanında Önceden Açılmış Olan Zemin Sondajlarından Hesaplanmış N_{60} Değerleri Kullanılarak Meyerhof Yöntemi İle Yapılmış Taşıma Gücü Haritaları 1.50m için	37
Şekil 4.5. 2.	İnceleme Alanında Önceden Açılmış Olan Zemin Sondajlarından Hesaplanmış N_{60} Değerleri Kullanılarak Meyerhof Yöntemi İle Yapılmış Taşıma Gücü Haritaları 3.00m için	38
Şekil 4.6.	İnceleme alanındaki sığ sismik kırılma ölçümü uygulama lokasyonları	40
Şekil 4.7.	İnceleme alanı 1. Tabaka V_s hızları dağılım haritası	44
Şekil 4.8.	İnceleme alanı 2. Tabaka V_s hızları dağılım haritası	45
Şekil 4.9.	İnceleme alanı 3. Tabaka V_s hızları dağılım haritası	46
Şekil 4.10.	İnceleme alanındaki rezistivite ölçümü uygulama lokasyonları	49
Şekil 4.11.	İnceleme alanında 3 m'deki rezistivite eşdeğer eğrileri	50
Şekil 4.12.	İnceleme alanında 6 m'deki rezistivite eşdeğer eğrileri	51
Şekil 4.13.	İnceleme alanında 10 m'deki rezistivite eşdeğer eğrileri	52
Şekil 4.14.	İnceleme Alanı ve Dolayının 1996 Tarihli ve 1 / 1.800.000 Ölçekli Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası'ndaki Yeri.	63
Şekil 4.15.	İnceleme Alanını Etkilemesi Beklenen "Senaryo" Fayı	64
Şekil 4.16.	İnceleme Alanı ve Dolayının Türkiye Diri Fay Haritası'ndaki Yeri	65

Şekil 4.17.	Marmara Denizi ve Dolayında Kuzey Anadolu Fayı	66
Şekil 4.18.	Marmara Bölgesi'nin Tarihsel Dönemdeki (32 – 1896 yılları arası) Büyük Deprem ($M \geq 6,0$) Etkinliği	68
Şekil 4.19.	Marmara Bölgesi'nin Aletsel Dönemdeki Deprem ($M \geq 4,0$) Etkinliği	69
Şekil 4.20.	Marmara Bölgesi İçinde 1973 – 2000 Yılları Arasında Olmuş Depremlerin Episantr (Dışmerkez) Dağılımı	70
Şekil 4.21.	SK 3 Nolu Sondaja Ait Sıvılaşma Analizi	73
Şekil 4.22.	SK 4 Nolu Sondaja Ait Sıvılaşma Analizi	74
Şekil 4.23.	SK 5 Nolu Sondaja Ait Sıvılaşma Analizi	75
Şekil 4.24.	SK 8 Nolu Sondaja Ait Sıvılaşma Analizi	76
Şekil 4.25.	SK 11 Nolu Sondaja Ait Sıvılaşma Analizi	77
Şekil 4.26.	SK 13 Nolu Sondaja Ait Sıvılaşma Analizi	78
Şekil 4.27.	SK 16 Nolu Sondaja Ait Sıvılaşma Analizi	79
Şekil 4.28.	SK 19 Nolu Sondaja Ait Sıvılaşma Analizi	80
Şekil 4.29.	SK 20 Nolu Sondaja Ait Sıvılaşma Analizi	81
Şekil 4.30.	SK 23 Nolu Sondaja Ait Sıvılaşma Analizi	82
Şekil 4.31.	SK 25 Nolu Sondaja Ait Sıvılaşma Analizi	83
Şekil 4.32.	SK 26 Nolu Sondaja Ait Sıvılaşma Analizi	84
Şekil 4.33.	SK 27 Nolu Sondaja Ait Sıvılaşma Analizi	85
Şekil 4.34.	SK 28 Nolu Sondaja Ait Sıvılaşma Analizi	86
Şekil 4.35.	SK 29 Nolu Sondaja Ait Sıvılaşma Analizi	87
Şekil 4.36.	SK 30 Nolu Sondaja Ait Sıvılaşma Analizi	88
Şekil 4.37.	SK 31 Nolu Sondaja Ait Sıvılaşma Analizi	89
Şekil 4.38.	Nı' in ivme ve yamaç açısına göre değişimi	90
Şekil 4.39.	İnceleme alanı Vs30 haritası	94
Şekil 4.40.	İnceleme alanının zemin hakim periyotu haritası	96
Şekil 4.41.	İnceleme alanının Midorikawa (1987)'ya göre büyütme haritası	99
Şekil 4.42.	İnceleme alanının Joyner ve Fumal (1984)'a göre büyütme haritası	100
Şekil 4.43.	İnceleme alanının Borcherdt ve ark. (1991)'na göre zayıf hareket büyütme haritası	101
Şekil 4.44.	İnceleme alanının Borcherdt ve ark. (1991)'na göre Kuvvetli hareket zemin büyütme haritası	102
Şekil 4.45.	İnceleme Alanının Sıvılaşma Risk Haritası	104

Şekil 4.46.	İnceleme Alanının Yamaç Stabilite Risk Haritası	106
Şekil 4.47.	İnceleme Alanının Tsunami Risk Haritası	107
Şekil 4.48.	İnceleme Alanının Mikrobölgeleme Haritası	109

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 1.1.	İnceleme Alanı'nı Kapsayan Topoğrafik Harita Paftalarının Ölçekleri ve Kodları.	4
Çizelge 2.1	İnceleme alanındaki eğim aralığı dağılım yüzdesi	5
Çizelge 3.1.	İnceleme alanında yapılmış araştırma çukuru ve zemin sondajlarının lokasyonları ve yapım tarihleri	10
Çizelge 3.2.	İnceleme alanında yapılmış sismik çalışmaların lokasyonları ve yapım tarihleri	12
Çizelge 3.3.	İnceleme alanında yapılmış rezistivite çalışmaların lokasyonları ve yapım tarihleri	13
Çizelge 4.1.	İnceleme Alanında Önceden Açılmış Olan Zemin Sondajlarının derinlikleri, litolojileri ve Yeraltı Su Düzeyi (YSD) Derinliği.	26
Çizelge 4.2.	İnceleme Alanında Açılan Zemin Sondajlarından Sağlanan Standart Penetrasyon Testi (SPT) Verileri, Düzeltilmiş Değerleri ve Yeraltı Su Düzeyi (YSD) Ölçümleri.	28
Çizelge 4.3.	İnceleme Alanında Önceden Açılmış Olan Zemin Sondajlarındaki Düzeltilmiş SPT Değerleri Kullanılarak Meyerhof Yöntemine Göre Hesaplanmış Taşıma Gücü Değerleri	36
Çizelge 4.4.	İnceleme Alanında Önceden ve Bu Çalışma Kapsamında Yapılmış Sığ Sismik Kırılma Ölçümlerinin V_s ve T_0 Değerleri.	41
Çizelge 4.5.	İnceleme Alanında Yapılmış Sığ Sismik Kırılma Ölçümlerinin 1,50 3,00 ila 6,00 m'ler düzeyindeki Hesaplanmış V_s Değerleri..	43
Çizelge 4.6.	İnceleme Alanında Önceden Yapılmış Jeoelektriksel Özdirenç Ölçümlerinin Yüzeyden İtibaren Temsil Ettikleri Derinlik Aralıkları Değerleri.	49
Çizelge 4.7.	Zeminlerin (Z) Fiziksel ve Mekanik Özelliklerine Ait Laboratuvar Analiz Sonuçları.	53
Çizelge 4.8.	“SPT” Değerlerinin Mevcut Litostratigrafik Birimlere ve Yaygın Birim Türlerine Göre İstatistiksel Dağılımı.	57
Çizelge 4.9.	Mevcut Litostratigrafik Birimlerin ve Yaygın Birim Türlerinin “SPT- N_{60} ” Değerlerine Göre “SPT Sıklığı ve Kıvamı” ile	57

“Serbest Basınç Direnci ve Bağlı Sıkılık” İlişkisi.

Çizelge 4.10.	Zeminlerin (Z) Fiziksel ve Mekanik Özelliklerine Ait Laboratuvar Sonuçlarının İstatistiksel Değerlendirmesi	58
Çizelge 4.11.	Tarihsel Dönemdeki Büyük ($M \geq 6,0$) Marmara Depremleri	67
Çizelge 4.12.	Aletsel Dönemdeki Büyük ($M \geq 6,0$) Marmara Depremleri	69
Çizelge 4.13.	Marmara Bölgesi’nde $\geq 7M$ Büyüklüğünde Beklenen Depremin Verilen Zaman Aralıklarında Olma Olasılığı	70
Çizelge 4.14.	Mikrobölgeleme için dinamik Yamaç Stabilite Analiz sonucuna göre G_k 'ya bağlı Tehlike Seviyeleri	91
Çizelge 4.15.	Kayma dalgası hızına ($V_s,30$) bağlı zemin büyütme ilişkileri	97
Çizelge 4.16.	İnceleme alanı büyütme değerleri	98
Çizelge 4.17.	Çalışma sahasındaki birimler için içsel sürtünme açısı, eğim ve ivme ($0.4g$) değer için Siyahi ve Ansal (1993) yaklaşımı ile bölgedeki yamaçların güvenlik katsayıları	105
Çizelge 4.18.	Eurocode 8’de $V_s 30$ 'a göre zemin sınıflaması	108

GİRİŞ

Tekirdağ İli, Altınova Bölgesi'nin Mikrobölgeleme Çalışması, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak yapılmış ve Fen Bilimleri Enstitüsü'nün "Tez Yazım Kuralları Kılavuzu" kapsamında tanımlanan "Ek-6, 7, 8, 9" da ki formatına uygun olarak hazırlanmıştır.

1.1. Amaç

Tekirdağ İli, Altınova Bölgesi'nin Mikrobölgeleme Çalışması'nda, çalışma alanında önceki yıllarda yapılmış olan yerbilimsel ve yerleşime uygunluk amaçlı çalışmalarda elde edilmiş güvenli verilerin yeni bir bakış açısı ile tekrar değerlendirilmesi ve eksik hususlarda arazi çalışmaları yapılarak bir sonuca ulaşılması amaçlanmıştır.

1.2. Kapsam

Depremsellik açısından, oldukça aktif bir noktada yer alan inceleme alanında özellikle 1999-Marmara Depreminden sonra, yapılaşma öncesinde, yapı-zemin çevre analizlerinin yapıldığı, genel ve ağırlıklı olarak yerel ölçekli veriler içeren mikrobölgeleme çalışmalarının önemi ve gerekliliği ortaya çıkmıştır. Bu çalışmada, Tekirdağ'da kısmen yapılaşmış ve yapılaşma sürecinde olan çalışma alanında düzenli bir plan içerisinde kullanımını sağlamak için, deprem etkisi karşısında jeolojik, jeofizik ve geoteknik veriler kullanılarak, deprem tehlikesi ve risklerinin kullanılabilir ölçekte haritalanması amacıyla, Mikrobölgeleme çalışmaları ve parsel bazında hazırlanan zemin etüd raporları kapsamında hazırlanan arazi çalışmalarından elde edilmiş olan jeolojik veriler, jeofizik çalışmalardan (22 adet sismik kırılma, 18 adet jeoelektriksel özdirenç uygulaması) geoteknik (31 Adet sondaj 9 adet araştırma çukuru çalışması ve laboratuvar deneyleri) derlenmiş veriler kullanılmıştır. Ayrıca uygun görülen yerlerde 4 adet zemin sondajı ve 4 adet araştırma çukuru açılmış, 7 adette mikrotremör ölçümü yapılarak elde edilen bilgiler arazi çalışmaları ile pekiştirilmiştir.

Çalışma kapsamında yapılan arazi çalışmalarında; GPS, pusula ve gerektiğinde şeritmetre kullanılarak lokasyonlar işaretlenmiş, kayaç özellikleri tanımlanmıştır. Jeolojik ve hidrojeolojik arazi çalışmaları sırasında, inceleme alanı ve dolayındaki doğal yüzey özelliklerinin, genelde değişken kalınlıkta olmakla beraber yaygın bir toprak örtüsü ve yerleşim alanlarındaki güncel kent dolgusu varlığına bağlı olarak büyük oranda gizlenmiş bulunmasına rağmen yine de ana kaya türlerinin özellikle yol şevlerinde, kazı çukurlarında ve yerel mostralar halinde yeterince gözlenebilmesi nedeniyle, genel ve yerel arazi bilgileri topoğrafik haritalar üzerine duyarlılıkla işlenebilmiş ve arazi özelliklerine bağlı olarak bazen dokanaklar izlenerek, bazen de yüzlekler işaretlenerek litolojik birimler haritaya işlenmiştir.

Arazi gözlem ve ölçümleri, eski çalışmalarda yapılmış zemin sondajları ile araştırma çukurlarından sağlanan doğrudan ve dolaylı veriler, laboratuvar deneyleri, jeoelektriksel özdirenç ve sismik serim uygulamalarının sonuçları, inceleme alanının mühendislik jeolojisi ve geoteknik değerlendirmesinin belirleyici parametrelerine esas oluşturmuştur. Çalışmanın her aşamasında ulaşılan bilgi düzeyinin en açık ve anlaşılır bir şekilde aktarılmasını sağlamak amacıyla burada bir miktar laboratuvar deneyleri de yapılmıştır. Elde edilen tüm verilerin çizelgeler, şekiller ve haritalar türünde sunulmasına azami çaba gösterilmiş tez kapsamında bu verilerden nasıl değerlendirme yapıldığı, bu değerlendirmenin usulleri ve amacı, daha sonraki bölümlerde ayrıntılı olarak verilmiştir.

Çalışmada, elde edilen topoğrafik harita bilgileri, geoteknik saha verileri ile, inceleme alanının;

Eğim, jeoloji ve hidrojeoloji haritaları,

İnceleme alanı, arazi uygulamaları (sondaj, sismik, rezistivite) lokasyon haritaları,

N_{60} değerleri ile yapılan SPT haritaları,

N_{60} değerleri ile Meyerhof metodu kullanılarak yapılan taşıma gücü haritaları,

1,50, 3,00 ve 6,00 m Vs hız dağılım haritaları,

3,00, 6,00 ve 10,00 m rezistivite eşdeğer haritaları,

Vs30 (30 metre derinlik için ortalama kayma dalgası hızı) haritası,

To (Zemin Hakim Titreşim Periyodu) haritası,

Midorikawa (1987)'ya göre büyütme haritası

Joyner ve Fumal (1984)'a göre büyütme haritası,

Borcherdt ve ark. (1991)'na göre zayıf hareket zemin büyütme haritası,

Borcherdt ve ark. (1991)'na göre kuvvetli hareket zemin büyütme haritası.

Sıvılaşma, yamaç stabilite ve tsunami risk haritaları

Mikrobölgeleme haritası oluşturulmuştur.

1.3. Eski Çalışmalar

Trakya alanını kapsayan bölgesel ölçekli ilk sistematik haritalama çalışmalarına yoğun bir şekilde başlanılan 1940'lardan 1970'lerin sonlarına kadar, Tekirdağ ve çevresini de kapsayacak şekilde bölge jeolojisinin aydınlatılmasını hedefleyen bir çok kurumsal ve yerel jeolojik haritalama çalışması gerçekleştirilmiştir. 1980'lerden 1999 Depremi'ne uzanan süreç içerisinde de bu tür çalışmalar süregitmekle birlikte esas olarak parsel bazındaki veya çoğunlukla heyelan türü sorunların yaşandığı alanlardaki jeolojik çalışmalara ağırlık verilmiştir.

1999 Depremi sonrası gelişen yeni anlayış ve yaklaşımlar çerçevesinde ise gerçek anlamıyla sadece imar planlamasına yönelik araştırmaların ön plana çıkmıştır. Özellikle imar planlamasına yönelik olarak gerçekleştirilmiş ve ilgili Bakanlıklarca onaylanmış olan jeolojik ve geoteknik çalışmada elde edilmiş veriler bu çalışma alanı kapsamında en güvenilir doneler olmuştur.

İnceleme alanında önceki yıllarda yapılmış parsel bazlı zemin etüt çalışmalarında mevcut olup, bu etütlerde elde edilmiş sondaj, laboratuvar ve jeofizik verilerde bu çalışmaya veri sağlamıştır.

1.4. İnceleme Alanının Tanıtılması

İnceleme alanını oluşturan Tekirdağ İli – Merkez İlçesi, Altınova Bölgesi'ne ilişkin mekansal bilgiler, coğrafi konum, ulaşım koşulları, iklim ve bitki örtüsü, sosyo-ekonomik durum ile jeomorfolojik-jeolojik bilgiler ve mevcut imar durumu bu bölümde tanıtılmıştır.

1.4.1. Mekansal bilgiler ve coğrafi konum

Çalışma alanı 27.458 – 27.485 K enlemleri ile 40.938 – 40.964 D boylamları arasında yer almaktadır. Güney Doğu'sunda Marmara Denizi kıyı hattı boyunca uzanmakta, Kuzey sınır ise yaklaşık D-110 karayolu olup Nusratlı Köyü bu alana en yakın yerleşim birimidir. Çalışma sahası tümüyle Tekirdağ Belediyesi merkez ilçesi içerisinde kalmakta olup yaklaşık 360 hektar büyüklüğündedir (Şekil 1.1). Bölgeye Doğu'dan giriş yapan ve Marmara Denizi kıyısına paralel bir şekilde devam ederek Güney Batı'dan çıkan D-110 karayolunun

çevresinde ve özellikle de Marmara Denizi'yle karayolu arasında yer alan tüm sahil kesiminde siteler, kooperatifler ve ayrı konut yapıları şeklinde yerel yerleşim birimleri şekillendiren oldukça sık dokulu bir yapılaşma gelişmiştir.



Şekil 1.1. İnceleme Alanının Yer Bulduru Haritası.(Google Eart)

İnceleme alanı, tümü “Bandırma” kodlu olan 1 adet 1 / 25.000 ölçekli ülke topoğrafik haritası, 4 adet ile 1 / 5.000 ölçekli ve 20 adet 1 / 1.000 ölçekli halihazır topoğrafik harita paftasında yayılım gösterir. Çalışmaları 1/1.000 ölçekli paftalarda yapılmış, sunumda ise inceleme alanını bir bütün halinde göreceği şekilde bunların birleştirilmesiyle 1/10.000 ölçeğinde oluşturulan halihazır harita kullanılmıştır. (Çizelge 1.1).

Çizelge 1.1. Çalışma Alanı'nı Kapsayan Topoğrafik Harita Paftalarının Ölçekleri ve Kodları.

1 / 25.000 Ölçekli Pafta Kodu	1 / 5.000 Ölçekli Paftalar ve Kodları	1 / 1.000 Ölçekli Paftalar ve Kodları				
BANDIRMA – G18 – b2	G18 – b – 05 – c	G18–b–05-c-3-a	G18–b–05-c-3-d			
		G18–b–05-c-4-a	G18–b–05-c-4-b	G18–b–05-c-4-c	G18–b–05-c-4-d	
	G18 – b – 05 – d	G18–b–05-d-3-c	G18–b–05-d-3-d			
		G18–b–05-d-4-c				
	G18 – b – 10 – a	G18–b–10-a-1-b				
		G18–b–10-a-2-a	G18–b–10-a-2-b	G18–b–10-a-2-c	G18–b–10-a-2-d	
	G18 – b – 10 – b	G18–b–10-b-1-a	G18–b–10-b-1-b	G18–b–10-b-1-c	G18–b–10-b-1-d	
		G18–b–10-b-2-a	G18–b–10-b-2-d			

1.4.2. Jeomorfoloji

İnceleme alanının jeomorfolojik yapısının başlıca iki bölgede farklılık taşıdığı izlenmektedir. Bunlardan, saha dışına da çıkan ve daha K'e doğru giderek yaygınlık gösteren ana bölge bir "plato alanı" niteliğindedir. Bu kesimde geniş düzlükler şekillendirmiş olan Mio-Pliyosen yaşlı doğal malzeme, bir yandan bölgesel anakaya konumundaki Oligosen yaşlı kayaların aşınma yüzeyleri üzerinde, bir yandan da Miyosen ve Pliyosen yaşlı litolojik birimler üzerinde depolanmış olarak görülmektedir. K – G doğrultulu ve G'e akışlı derelerle yarılmış olan çalışma alanının taban kayalarını kil ve silt oluşturur. Bu litolojik sıralanmış, derelerin özellikle memba tarafındaki yüksek eğimli vadi yamaçlarında erozyonun ve kütle hareketlerinin sıkça gelişimine neden olmuştur.

Geniş alüvyon düzlüklerinin şekillendiği tüm düzlükler, içerdikleri ayrı taneli tortul kayaç varlığı ve tane boyu dağılım özellikleri nedeniyle aslen birer taşkın yatağı karakterindedir. Özellikle çalışma alanının K kesimindeki Cevizlik Deresi ve yan kollarının alüvyon yatağı 1,5 km' yi aşan ve 5 km' ye yaklaşan uzanımıyla bölgenin en geniş ve uzun alüvyal düzlüğünü şekillendirir. İnceleme alanında gerçek anlamda önemli bir tepe bulunmamakta, ancak sırtlar üzerindeki boyun bölgelerinin uç kesimlerinde çevresine göre daha yüksek kotlu olan yükseltiler göze çarpmaktadır.

1.4.2.1. Eğim

İnceleme alanının, 1999 tarihli ve 1/1.000 ölçekli halihazır topoğrafik haritalarındaki noktasal yükselti değerli sayısal veri tabanı kullanılarak hazırlanan "Eş Eğim Haritaları" bir bütün halinde incelenebilmesi amacıyla 1 / 10.000 ölçeğinde sunulmuştur.

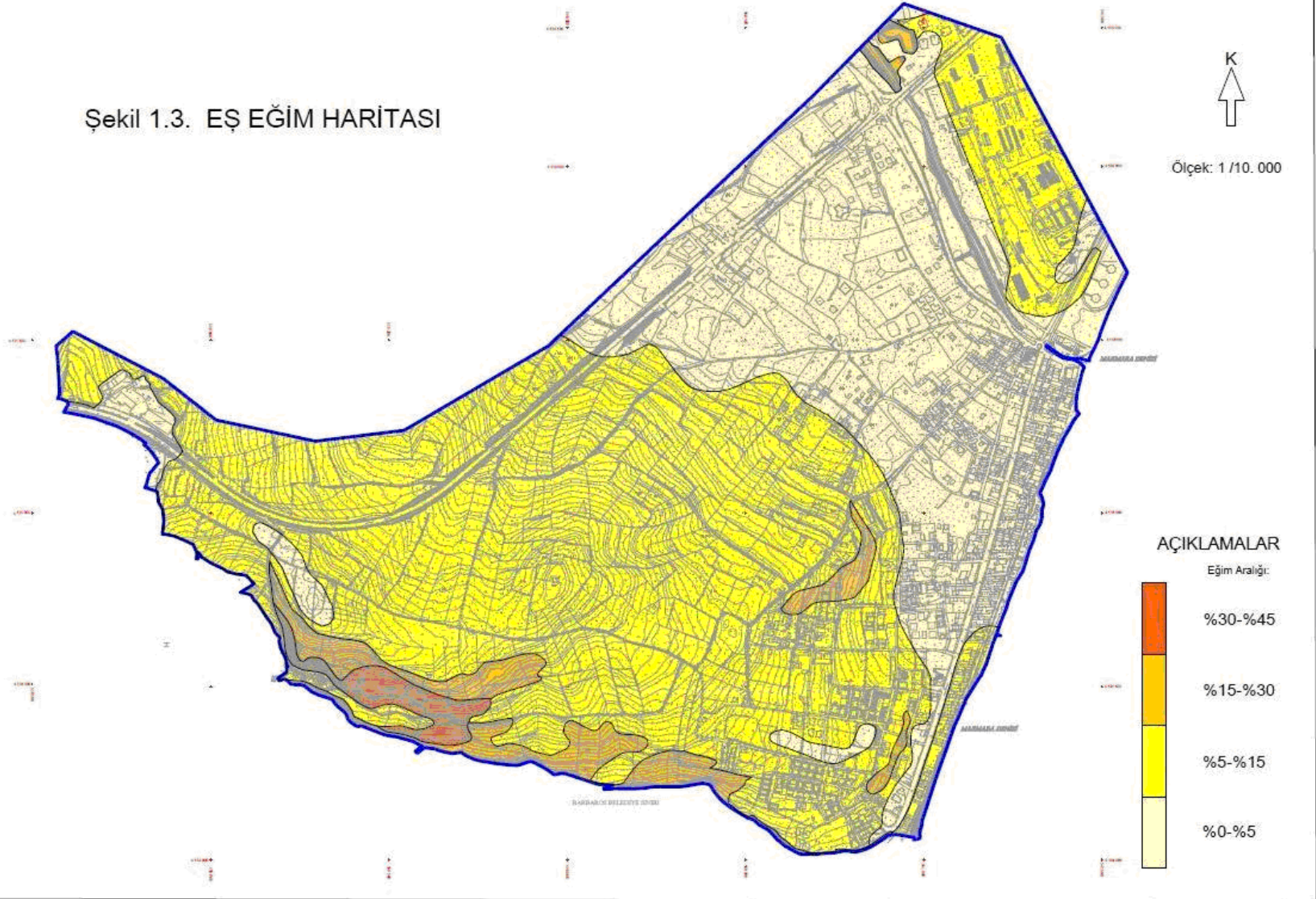
Çalışma alanına özgü morfolojik ve topoğrafik yapı durumunun eğim aralığı farklılıklarına bağlı olarak açıkça izlendiği bu haritalar, kentsel planlama çalışmalarında kentsel donatı türleri ile yerlerinin öngörülmesi ve bu tür çalışmalarda da yersel doğal risk potansiyelinin irdelenerek yerleşime uygunluk zonlarının ayrılması bakımından oldukça yararlıdır.

Hazırlanan eş eğim haritaları üzerinde topoğrafik eğimler Bayındırlık İskan Bakanlığı Teknik Araştırma ve Uygulama Genel Müdürlüğü'nün “Yerbilimsel Verilerin Planlamaya Entegrasyonu El Kitabı” nda öngörüldüğü üzere; % 5'den düşük olan “yumuşak eğimli alanlar”, % (5 – 15) arasında değişen “düşük eğimli alanlar”, % (15 – 30) aralığındaki “orta eğimli alanlar”, % (30 – 45) aralığındaki “yüksek eğimli alanlar” olarak farklı renklerle gösterilmiştir (Şekil 1.3). Çalışma alanında farklı eğim aralıklarındaki alanların yüzölçüm ve % değerlerini göstermek amacıyla bir çizelge hazırlanarak aşağıda sunulmuştur. (Çizelge 1. 3).

Çizelge 2.1 Çalışma Alanındaki Eğim Aralığı Dağılım Yüzdesi

Eğim Aralığı	Alan (ha)	% Alan
% 0 - % 5	128,85	35,76
% 5 - % 15	208,22	57,79
% 15 - % 30	18,06	5,01
% 30 - % 45	5,16	1,43

Şekil 1.3. EŞ EĞİM HARİTASI



Şekil 1.3. Eş Eğim Haritası

2. KURAMSAL TEMELLER

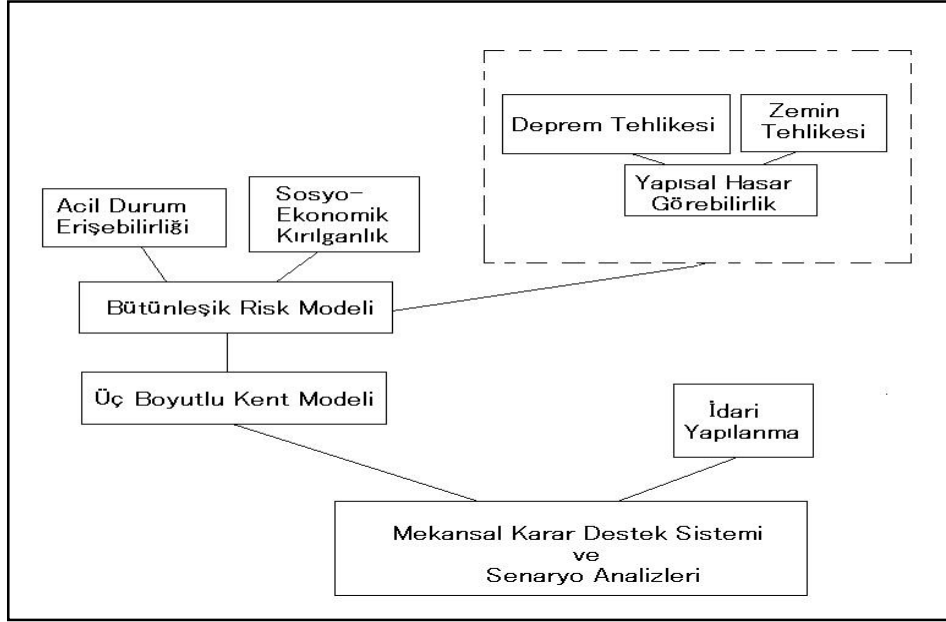
2.1. Mikrobölgeleme Kavramı

Kent/Bölge planlaması insanların içinde yaşadığı fiziksel çevrenin formal ya da fonksiyonel amaçlarla düzene sokulması ve bu hedef doğrultusunda yapılan tasarım, kaynak sağlama, donatım, alt yapı ve inşaat çalışmalarının örgütlenmesi olarak tanımlanabilir. “Depremel / Sismik Mikrobölgeleme (Earthquake / Seismic Microzoning)” ise, Sherif (1984) tarafından “Deprem hasarlarını azaltmak için düzenli arazi kullanımını amaçlayan bir işlem” olarak tanımlanıp “Arazilerin bir plan içerisinde düzenli olarak kullanımını gerçekleştirmek için deprem etkisi karşısında jeolojik, sismolojik ve geoteknik faktörleri birleştirerek ekonomik, sosyal ve politik açıdan uyumlu ve kullanılabilir bölgelerin oluşturulması ile ilgilenmek” biçiminde ayrıntılandırılmıştır. Bu anlamda mikrobölgeleme çalışmaları, kent/bölge planlama ve kentsel dönüşüm çalışmalarına temel oluşturan ve genel bir çerçeveden bakıldığında da afet yönetiminin önemli öğelerinden birini oluşturmaktadır.

Ülkemizi özellikle büyük kentlerimizi tehdit eden deprem tehlikesi düşünüldüğünde konunun önemi kendiliğinden açığa çıkmaktadır. Mikrobölgelemede; zemin problemleri ve deprem etkisi altında gelişen “büyütme”, “sıvılaşma”, “yamaç stabilitesi”, “su baskınları” ve “yüzeysel faylanma” ölçütleri göz önüne alınarak çalışmalar yapılır.

Doğal risklerin en önemlisi olan depremlere bir göz atarsak, bütün dünyada yılda ortalama 700 adet hasar yaratıcı deprem meydana gelmektedir. Kentsel bölgelerde meydana gelen depremler en yıkıcı doğal afetler arasında yer almaktadır. 1923 Kanto (Japonya) depreminde 140,000 ve 1976 Tangshan (Çin) depreminde 240,000 insan hayatını kaybetmiş, 1995 Kobe (Japonya) depreminde meydana gelen toplam kayıplar ise 200 milyar doları aşmıştır. Bu tutar Türkiye’ni gayri safi yıllık milli gelirine yakındır. Ülkemizde meydana gelen yaklaşık 120,000 aileyi evsiz bırakan 1999 Kocaeli depremindeki toplam kayıpların (fiziksel ve sosyo-ekonomik) 20 Milyar dolar civarında olduğu tahmin edilmektedir (Erdik ve diğ., 2000). Türkiye’nin coğrafi büyüklüğü ve depremin en önemli doğal afet türü olduğu gerçeği düşünüldüğünde herhangi bir afetin ulusal bir olay olarak kabul edilmesi olağan değildir. Zira deprem dışın da ki diğer afet zararları belirli bir bölge ile sınırlı olup ülkenin tümünü etkilememektedir (Ergünay, 2002) Türkiye’deki tüm yerleşim birimlerinin % 38.75’i bir veya birden fazla afet olayından etkilenmiş ve-veya etkilenmek olduğu görülmüştür.

Deprem hasarlarına karşı alınacak tedbirlerle depremler sonucu oluşacak maddi hasar ve sosyo-ekonomik kayıpların makul seviyelere indirilmesi olanaklıdır. Bu konuda kent yerel yöneticilerine kentsel planlama, arazi kullanımı ve yapıların denetimi konusunda önemli görevler düşmektedir.



Şekil 2.1. Kentsel alanlarda deprem afetine etkiyen çeşitli faktörler (yapı, deprem, zemin, sosyal, ekonomik, idari ve kritik servislere erişebilirlik) bakımından mekansal hasar görülebilirlik modeli (Düzgün, 2006).

Planlamaya girdi oluşturan çeşitli etmenler beş ana grup altında toplanabilir. (Aydemir, 1999)

Doğal Etmenler: Zemin yapısı ve toprağın niteliği; topoğrafya, iklim, arazinin silüeti, manzara noktaları, kıyı noktaları, yer altı ve yerüstü doğal kaynakları (flora, fauna, yeraltısuyu, maden ve mineral rezervler), bölgenin afet özellikleri vb. olarak düşünülmektedir.

Yapay Etmenler: Yerlerinin çevre yerleşmelerle ilişkisi, mevcut durumu, mülkiyet dokusu, çevre sorunları vb. etmenler olmaktadır.

Sosyal ve Ekonomik Etmenler: Nüfus büyümesi, demografik yapı, sosyo-ekonomik yapı ve yaşam biçimleri, kentsel işlevler gibi etmenlerdir.

Hukuksal Etmenler ve Siyasi Tercihler: İmar yasaları, siyasi güç vb etkilerdir.

Teknolojik Etmenler: Bilgiye erişme ve işleme teknolojileri, toplumun bilgiye erişme ve işleme de ki teknoloji düzeyi, kentin teknik altyapısı gibi etmenlerdir. Mikrobölgeleme çalışmaları çok disiplinli ekip çalışmalarıdır. Bu bağlamda jeoloji, jeofizik ve geoteknik (inşaat) mühendislerine ihtiyaç duyulmaktadır. (Ergünay, 2006).

2.1.1. Genel bölgeleme

Bölgelemenin ilk seviyesi; tarihsel kaynaklardan, yayınlanmış raporlardan, diğer mevcut veri kaynaklarından elde edilen var olan bilginin derlenmesi ve yorumlanmasına dayanmaktadır. Bu yaklaşım; ülke, eyalet, kent, kasaba ya da yerel alanlar gibi bir bölgeyi kapsayacak şekilde en genel ve en düşük maliyette bir yaklaşımdır. Bölgedeki büyük inşaat projeleri için yapılmış zemin araştırma raporları ayrıca jeoloji ve zemin koşulları üzerine kullanışlı bilgi verebilmektedir. Farklı tehlike düzeyleri ile bölgesel jeoloji ya da jeomorfoloji'nin korelasyonu ile yamaç duraylılığı ve sıvılaşma tehlikesi için haritalar hazırlanabilir. Bölgeleme haritasının kalitesi veri kalitesine önemli oranda bağlı olarak değişmektedir. Bölgelemenin bu seviyesinde haritalama; 1:1.000.000' dan 1:50.000 ölçeği aralığında yapılır.

2.1.2. Ayrıntılı bölgeleme

Birinci aşama bölgeleme haritası'nın kalitesi, ek veri kaynakları kullanılarak orta seviyede bir maliyetle oldukça önemli oranda geliştirilebilir. Örneğin, hava fotoğrafları; fay yapılarını ve jeolojik koşulları daha iyi tanımlamada yardımcı olabilir bazı durumlarda, daha eski fotoğraflar, kent gelişiminin öncesinde, lokal jeolojik birimlerin yapısının anlaşılmasında daha yararlı olabilir. Ek saha çalışmaları; yer hareketinin yerel koşullarla büyütmesinin, yamaç duraysızlığı potansiyelinin ve sıvılaşma amacıyla jeolojik birimleri yerinde haritalamak için yapılabilir. Resmi kurumlar dan, belediyeler ya da özel şirketlerden elde edilen geoteknik raporları; ek arazi ve laboratuvar test verilerini de oluşturabilir. Bölge sakinleri geçmiş depremler sırasında oluşmuş yamaç duraysızlıkları ve sıvılaşma üzerine ayrıntılı tarihsel bilgi sağlayabilir. Mikrotremor ölçümleri ayrıca, zemin titreşim özellikleri (karakteristik yapıyeri periyodu) ya da yer hareketinin büyütme karakteristikleri üzerine daha ayrıntılı bilgi elde etmede kullanılabilir. Bu yaklaşım genelde, makul bir maliyette uygulanabilir ve 1:100.000 ile 1:10.000 arasındaki ölçeklerde bölgeleme haritasının daha ileri gelişmiş formunun oluşmasına izin verir.

2.1.3. Çok ayrıntılı bölgeleme

Çok yüksek ve çok ayrıntılı bir bölgeleme seviyesine (örneğin 1:25000 ile 1:5000 arasında bir ölçekte) ihtiyaç duyulduğunda, ek yapı yeri araştırma verisine, yani sorun olan zemin/kaya ortamına özel olmak üzere gereksinim duyulacaktır. Böyle araştırmalardan elde edilen bulgular; sismik yer tepkisi, yamaç duraysızlığı davranışı ya da sıvılaşma potansiyelinin bilgisayar destekli analiziyle biçimlendirilebilir. Ayrıntılı saha bazlı spesifik bilgiye gereksinim duyulan bu bölgeleme seviyesi genelde pahalıdır. Fakat tehlike potansiyelinin çok yüksek olarak düşünüldüğü ya da var olan / önerilen gelişmenin kritik / yüksek değerleri olduğunun hesaba katıldığı alanlar için bu yatırım düzeyi yapılmalıdır.

2.2. Mikrobölgeleme Çalışmalarında Harita Ölçekleri ve Harita Oluşturma

Harita ölçekleri üç gruba ayrılabilir:

- Büyük Ölçekli Haritalar: 1:25,000 ya da daha büyük
- Orta Ölçekli Haritalar: 1:1,000,000 'den 1:25,000 'e
- Küçük Ölçekli Haritalar: 1:1,000,000 ya da daha küçük

Mikrobölgeleme amaçları için sadece büyük ölçekli haritalar konu ile ilgilidir. 1:5000 ölçeği ile topoğrafik haritalar mikrobölgeleme çalışmaları için temel ihtiyaçtır. Sonuç mikrobölgeleme haritaları için tipik ölçekler 1:5000 'dir, ama özel durumlar için bu ölçek 1:1000'e çıkabilir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Kullanılan Ekipmanlar ve Özellikleri

3.1.1. Büro çalışmaları

Çalışmanın rapor haline getirilmesi sürecinde gerek önceden gerekse bu etüt nedeniyle yapılmış çalışmaların derlenmesi tamamıyla bilgisayar ortamında yapılmıştır. Çalışmanın bilgisayar ortamında derleme, analiz, değerlendirme aşamalarında Ms word, exell, Picture Manager, Paint, Liqify pro, Auto-Cad ve Surfer 9, programlarından yararlanılmıştır. Çalışma

alanı ile alakalı sosyo ekonomik ve meteorolojik bilgilerin derlenmesinde ise internet ortamından faydalanılmıştır.

3.1.2. Arazi çalışmaları

3.1.2.1. Haritalama çalışmaları

Mevcut bilgileri düzenlemeye yönelik ön çalışmalar sonrasında, çalışma alanının 1/1.000 ölçekli halihazır topoğrafik haritalarına dayanarak sürdürülen jeolojik ve hidrojeolojik arazi incelemelerinde klasik yöntemler uygulanmış, litolojik birimler ayırdedilmiş ve arazide GPS, pusula, şeritmetre kullanılarak ölçümler yapılarak elde edilen ayrıntılı haritalar çalışma kapsamında 1/10.000 ölçekte sunulmuştur.

3.1.2.2. Zemin sondajları

Bu araştırma kapsamında yapılanlar da dahil olmak üzere, inceleme alanı içinde gerçekleştirilmiş önceki genel ve yerel kapsamlı zemin etüdüleri sırasında açılmış bulunan toplam 31 adet zemin sondajında kamyonu bindirilmiş sulu rotary sistemde çalışan sondaj makineleri kullanılmış olup yapılmış sondajların kodları, açanları ve lokasyon koordinatları listelenmiştir (Çizelge 3.1).

3.1.2.3. Araştırma çukuru çalışmaları

Önceki çalışmalara ait 9 adet araştırma çukurundan elde edilen bir çok arazi ve laboratuvar verisi yanı sıra bu çalışma sırasında yeni 4 adet araştırma çukuru açılmıştır. Araştırma çukurlarının açılmasında JSB traktör kepçe kullanılmıştır. İnceleme alanı içinde gerçekleştirilmiş şimdi ve önceki genel ve yerel kapsamlı yerleşime uygunluk çalışmaları ile zemin etüdüleri sırasında açılmış bulunan toplam 13 adet araştırma çukurunun kotları ve lokasyon koordinatları listelenmiştir. (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. Çalışma alanında yapılmış araştırma çukuru ve zemin sondajlarının lokasyonları ve yapım tarihleri

ÇALIŞMA CİNSİ	ÇALIŞMA NO	Yer aldığı Karelaj No.	Koordinatlar		Yapılış Tarihi
			X (Yukarı)	Y (Sağa)	
ARAŞTIRMA ÇUKURU	AÇ 1	A 5	4536108	540873	2009
	AÇ 2	B 4	4535525	540133	2008
	AÇ 3	D 3	4534892	539821	2009
	AÇ 4	D 2	4534811	539258	2007
	AÇ 5	B 1	4535493	538621	2006
	AÇ 6	D 5	4534808	540830	2009
	AÇ 7	D 5	4534625	540908	2006
	AÇ 8	D 5	4534841	540853	2006
	AÇ 9	B 3	4535494	540002	2007
	AÇ 10	A 4	4535994	540528	2010
	AÇ 11	C 4	4535349	540437	2010
	AÇ 12	D 4	4534760	540095	2010
	AÇ 13	E 2	4534437	539494	2010

ZEMİN SONDAJI	SK 1	E 4	4534427	540490	2008
	SK 2	C 5	4535184	540678	2008
	SK 3	D 6	4534894	541091	2009
	SK 4	D 5	4534770	540998	2007
	SK 5	C 6	4535270	541338	2006
	SK 6	E 4	4534445	540120	2009
	SK 7	E 4	4534166	540543	2008
	SK 8	D 6	4534778	541187	2005
	SK 9	E 5	4534413	540620	2007
	SK 10	E 5	4534388	540621	2007
	SK 11	C 6	4535109	541078	2007
	SK 12	D 5	4534641	540945	2008
	SK 13	B 6	4535529	541153	2009
	SK 14	D 5	4534927	540832	2008
	SK 15	E 5	4534451	540573	2009
	SK 16	A 6	4536124	541214	2005
	SK 17	C 1	4535120	538939	2006
	SK 18	E 5	4534401	540652	2005
	SK 19	C 5	4535295	540950	2005
	SK 20	B 6	4535552	541404	2006
	SK 21	D 4	4534617	540169	2006
	SK 22	C 4	4535047	540394	2000
	SK 23	E 5	4534113	540901	2005
	SK 24	C 3	4535296	539878	2006
	SK 25	B 5	4535720	540617	2006
	SK 26	B 5	4535682	540592	2006
	SK 27	B 4	4535677	540519	2006
	SK 28	B 4	4535728	540469	2006
	SK 29	A 5	4536107	540667	2006
	SK 30	A 5	4536075	540701	2006
	SK 31	C 6	4535144	541117	2008
	SK 32	D 3	4534854	539950	2010
	SK 33	E 3	4534385	539847	2010
	SK 34	D 2	4534782	539386	2010
	SK 35	C 2	4535076	539346	2010

3.1.2.4. Jeofizik çalışmalar

Çalışma kapsamında yapılmış mikro tremör ölçümlerinde Geometrics Smart Seis SE marka sismik ölçüm cihazı, jeofonlar ve diğer sismik ekipmanları kullanılmıştır. Ölçümlerden elde edilen kayıtlar yerinde kontrol edilmiş, gerekli düzeltmelerden geçirildikten sonra elde edilen kırılma ölçümleri, dinamik ve elastik parametreler Seis Imager 1D Pickwin/Surface Wave Analysis bilgisayar softwareleri kullanılarak modellenmiş, değerlendirilmeye gidilmiş-yorumlanmıştır.

Sığ sismik ölçümlerde 12 kanallı SmartSeis Geometrics ES-2401 aygıtı ile yan donanım olarak sismik enerji kaynağı, sayısal kayıtçı, jeofonlar, metrajlı kablo takımı ve portatif bilgisayar kullanılmıştır. Önceki yıllarda yerleşime uygunluk çalışmalarında yapılmış

ölçümlere ilaveten bu araştırma kapsamında yapılanlar da dahil olmak üzere toplam olarak 29 adet sismik ölçümün listelenmiştir (Çizelge 3.2).

Çizelge 3.2. Çalışma alanında yapılmış sismik çalışmaların lokasyonları ve yapım tarihleri

LOKASYON NO	Yer aldığı Karelaj No.	Koordinatlar		Yapılış Tarihi
		X (Yukarı)	Y (Sağa)	
S 1	E 4	4534427	540490	2008
S 2	C 5	4535184	540678	2008
S 3	D 6	4534894	541091	2009
S 5	C 6	4535270	541338	2006
S 6	E 4	4534445	540120	2009
S 8	D 6	4534831	541041	2008
S 12	D 5	4534641	540945	2007
S 13	B 6	4535425	541195	2009
S 31	C 6	4535144	541117	2008
Sis 1	C 3	4534990	539595	2000
Sis 2	C 3	4535140	539790	2000
Sis 3	C 1	4535040	539020	2000
Sis 4	B 4	4535490	540080	2000
Sis 5	C 3	4535380	539950	2000
Sis 6	C 3	4535275	539835	2000
Sis 7	A 6	4536096	541268	2006
Sis 8	C 5	4535406	540877	2006
Sis 9	B 5	4535656	540644	2006
Sis 10	B 4	4535823	540377	2006
Sis 11	A 6	4536348	541076	2006
Sis 12	A 5	4536417	540918	2006
Sis 13	A 5	4536200	540830	2005
Sis 14	C 6	4535396	541166	2010
Sis 15	C 5	4534978	540754	2010
Sis 16	D 5	4534597	540615	2010
Sis 17	E 5	4534104	540894	2010
Sis 18	D 6	4534874	541240	2010
Sis 19	B 5	4535936	540761	2010
Sis 20	C 3	4535228	539999	2010

Çalışma kapsamında önceki yıllarda yapılmış jeoelektriksel öz direnç çalışmalarında; Mc Phar tipi öz direnç aygıtı, metrajlı kablo takımı ve paslanmaz çelik kazıklar kullanılmış, öz direnç açma aralıkları Schlumberger elektrod düzenine uygun gerçekleştirilmiştir. Çalışma sahasında değerlendirme kapsamına alınmış olan toplam 19 adet rezistivite ölçümü mevcut olup kotları ve lokasyon koordinatları listelenmiştir (Çizelge 3.3).

Çizelge 3.3. Çalışma alanında yapılmış rezistivite çalışmalarının lokasyonları ve yapım tarihleri

LOKASYON NO	Yeraldığı Karelaj No.	Koordinatlar		Yapılış Tarihi
		X (Yukarı)	Y (Sağa)	
JR1	E 5	4534092	540871	2006
JR2	E 5	4534369	540751	2006
JR3	D 6	4534844	541174	2006
JR4	D 5	4534770	540802	2006
JR5	B 6	4535686	541161	2006
JR6	A 5	4535996	540898	2006
JR7	B 6	4535569	541399	2006
DES100	E 3	4534290	539841	2000
DES101	D 3	4534498	539771	2000
DES102	D 3	4534725	539753	2000
DES103	D 3	4534930	539723	2000
DES104	E 4	4534327	540262	2000
DES105	D 4	4534502	540241	2000
DES106	D 4	4534712	540222	2000
DES107	C 4	4534979	540170	2000
DES108	C 4	4535185	540122	2000
DES129	B 4	4535575	540130	2000
DES139	A 5	4536035	540596	2000

3.2. Yöntem

Mevcut veriler ve arazide derlenen bilgiler ışığında derlenen ve gerekse arazide yeni çalışmalarla elde edilen veriler aşağıdaki yöntemlerle yorumlanarak sonuçlara varılmıştır.

3.2.1. Standart penetrasyon testi özellikleri

Bu deney, sondaj tijlerine takılmış, ortasından ikiye ayrılabilen ve içinde pirinçten yapılmış bir iç tüpün bulunduğu bir örnekleyicinin, 63.5 kg ağırlığında bir şahmerdanın 760 mm yükseklikten tijlerin üzerine düşürülerek zemine sokulması ilkesine dayanır. Kullanılan şahmerdan türleri ülkeden ülkeye değişmekte olup, yaygın olarak Donut ve Safety adı verilen iki tip kullanılmaktadır.

Uygulama esnasında kuyu deneyin yapılacağı seviyeye kadar temizlenir ve deney seviyesinde örselenmiş bir kısmın kalmamasına özen gösterilir. Tüp kuyu tabanına kadar indirilip zemine 15 cm çakılır. Buradan elde edilen darbe sayıları (N) dikkate alınmaz. Burada amaç, kuyu tabanındaki örselenmiş zemin kısmının geçilmesidir.

İlk 15 cm'lik ilerlemeden sonra tüp, zemine 30 cm daha girecek şekilde tekrar çakılır ve bu aşama için toplam darbe sayısı kaydedilir. Kaydedilen darbe sayısı (N) deneyin sonucu olarak dikkate alınır. Eğer tüp, 30 cm'lik bir penetrasyona ulaşmadan önce elde edilen darbe sayısı 50 ise, daha fazla darbe uygulanmaz. Tüp yukarı çekilir ve tüpteki örselenmiş örnek kavanoza veya torbaya konularak zemin tanımlaması ve indeks deneyler için zemin mekaniği laboratuvarına gönderilir.

Şahmerdanın ikilemesi (çakma başlığı üzerinde sekmesi) durumunda da deneye son verilir. Çakma anında tijin dik durmasına özen gösterilir. Deney, sondaj boyunca 1.75 m ile 1.5 m arasında değişen aralıklarla uygulanır. Zemin çakıllı ise, tüpün ucundaki pabuç çıkarılarak kenarları 600 eğimli konik uç takılır.

Deney sonuçlarına ilişkin başlıca düzeltmelerin yapılış yöntemleri şu şekildedir:

3.2.1.1. Yeraltısuyu (YAS) düzeltmesi

Deney, YAS seviyesinin altında yapıldığında, suyun tüpe girerek kumlu zemini gevşetmemesi için dikkatli olunmalıdır. Buna engel olunması amacıyla sondaj kuyusuna su ilave edilerek su seviyesi dengelenir. Deneyin YAS tablası altında yer alan ince kum veya siltli kumlarda yapıldığı durumlarda, çakma işlemi sırasında kısa sürede uzaklaşması mümkün olmayan suyun, negatif bir gözenek suyu basıncı yaratmasından dolayı zeminin direncinde, yerindeki normal penetrasyon direncine oranla meydana gelen artışın giderilmesi amacıyla düzeltme yapılır.

$$N > 15 \text{ ise } N(\text{düzeltilmiş}) = 15 + 0.5 (N - 15)$$

3.2.1.2. Tij enerji oranı (ER)

Şahmerdan tipi ve serbest bırakılış yöntemi, en üstteki tijin üzerinde yeralan ve darbenin uygulandığı metal bloğun tipi ve sondaj tijlerinin uzunluğu elde edilen N darbe sayısı değerlerinde farklılıklara neden olur. Bunun standart hale getirilebilmesi amacıyla ER kavramı geliştirilmiştir. ER dikkate alınarak N değerleri normalize edilir ve normalize edilmiş darbe sayıları (N60) hesaplanır.

$$N_{60} = N (ER / 60)$$

Türkiye’de kullanılan Donut tipi şahmerdan için ER=45 olarak alınmaktadır.

3.2.1.3. Tij uzunluğu, iç tüp ve kuyu çapı ile ilgili düzeltmeler

Bu düzeltmeler, özellikle siltli kumlar ile temiz kumlar için yapılan sıvılaştırma analizleri açısından önemlidir.

Tij uzunluğu >	10 m	düzeltilme katsayısı	x	1.0
	6 – 10 m			0.95
	4 – 6 m			0.85
	3 – 4 m			0.75
Standart (iç tüpü olan) örnekleyici kullanılmış ise				1.0
İç tüpü olmayan örnekleyici kullanılmış ise				1.2
Kuyu çapı	65 – 115 mm	düzeltilme katsayısı	x	1.0
	150 mm			1.05
	200 mm			1.15

3.2.1.4. Standart penetrasyon deneyleri ile taşıma gücü tayini

Kum zeminlerden örselenmemiş numune almak imkansızdır. Bu tür zeminlerin yerleşim sıklıkları davranış üzerinde belirleyicidir. Bu tür zeminlerin özelliklerini yerinde tayin etmek üzere geliştirilen arazi deneyleri giderek tüm zeminler için kullanılabilir hale gelmiştir. Arazi deneyleri içinde en yaygın kullanım bulmuş olan standart penetrasyon deneyidir, ancak konik penetrometrenin kullanımı da hızla yaygınlaşmaktadır.

SPT deneylerine bağlı olarak emniyetli taşıma gücünün hesabı için en uygun denklemler Meyerhof (1974) tarafından verilmiştir. Meyerhof denklemleri ile temelin en fazla 25 mm. (2.5 cm.) oturmasına karşılık gelen emniyetli taşıma gücü değerleri bulunur. Meyerhof tarafından tekil temeller için emniyetli taşıma gücünü hesaplamaya yönelik olarak önerilen denklemler aşağıda verilmektedir:

$$q_a = 12 \cdot N \cdot K_d \quad B \leq 1.22 \text{ m. için}$$

$$q_a = 8 \cdot N \cdot \left(\frac{B + 0.305}{B} \right)^2 \cdot K_d \quad B > 1.22 \text{ m. için}$$

$$K_d = 1 + 0.33 \frac{D}{B} \leq 1.33$$

$$q_a = 25 \text{ mm. oturma için emniyetli taşıma gücü (kN/m}^2\text{)}$$

$$N = \text{SPT darbe sayısı}$$

$$D = \text{Temel derinliği (m)}$$

$$B = \text{Temel genişliği (m)}$$

Bowles, Meyerhof'un formüllerini muhafazakar bulmuştur. Bowles bu denklemleri çok daha büyük emniyetli taşıma gücü elde edecek şekilde değiştirmiştir:

$$q_a = 20 \cdot N \cdot K_d \quad B \leq 1.22 \text{ m. için}$$

$$q_a = 12.5 \cdot N \cdot \left(\frac{B + 0.305}{B} \right)^2 \cdot K_d \quad B > 1.22 \text{ m. için}$$

Bu denklemlerden Meyerhof'u tercih etmek güvenli tarafta kalmak bakımından yararlıdır. Bowles'un önerdiği denklemler tercih edildiği takdirde kullanılan SPT sayısının zemini yeterli seviyede temsil ettiğinden emin olunmalıdır.

3.2.1.5. Spt değerlerinin kullanıldığı alanlar

Standart penetrasyon deney sonuçlarından yapı temellerinin taşıma gücü (zemin emniyet gerilmesi) hesaplamalarında, Kumlu zeminlerde inşa edilen temellerin oturma miktarının belirlenmesinde ve sıvılaşma potansiyelinin tayinine yönelik analizlerde yararlanılmaktadır.

3.2.2. Jeofizik çalışmalar

Çalışma kapsamında yapı-yeri incelemelerinde S dalgası hızlarını elde edebilmek için yeni bir yöntem olan masw-mam yöntemleri ile dar alanlarda kırılma yönteminin etki derinliğinden daha fazla derinlerden bilgi alınması, sinyal/gürültü oranının yetersiz kaldığı şehir içi çalışmalarında ihtiyaç duyulan 30 m. ve üstü derinliklerden bilgi alınabilmesine olanak sağlamaktadır.

Yönetmeliklerde 30 m. Araştırma derinliği yeterli görülmekle birlikte, zemin hakim periyodunun belirlenebilmesi için en az 760 m/sn. hız değerine sahip katmana kadar sismik hızların belirlenebilmesi de yöntemle mümkündür. Bu sayede 30m derinlikteki Vs hızı, zemin grubu, zemin sınıfı, zemin büyümesi ve zemin hakim periyodu da yüksek doğrulukla hesaplanabilmektedir. Mikrotremor, rüzgar, yağmur, deniz dalgaları, atmosfer basınç değişimleri, trafik, sanayi v.b. olaylardan kaynaklanan periyotları 0.005-2 saniye aralığındaki titreşimlerdir. Pek çok araştırmacı mikrotremorları Rayleigh dalga türü ile ilişkilendirmektedir.

Sahada elde edilen aktif kaynak veya pasif kaynak yüzey dalgası kayıtları arazide toplandıktan sonra veri işlem aşamasına geçilmiştir. İlk aşamada değişik frekanslara karşılık gelen faz hızları program vasıtası ile çizdirilir. İşlem sonucunda dispersiyon eğrisi elde edilir. Elde edilen dispersiyon eğrisinin yine program vasıtası ile frekans aralıkları belirlenir. Akabinde farklı modellerde inversion (ters çözüm) uygulanarak derinliğe bağlı S dalgası hızları hesaplanır.

Sahada gerçekleştirilen, Zemin Araştırma Raporu kapsamında yapılan Jeofizik çalışmalardan mam ve refraction ölçümleri yapılmıştır. Amaç yapay bir deprem dalgası (titreşim) oluşturarak veya yeraltında mevcut mikro titreşimleri belirli aralıklarla serilmiş olan jeofonlar vasıtasıyla bu titreşimlerin kaydedilmesi ve elde edilen kayıtlardan yeraltının jeolojik yapısının hesap yoluyla ortaya çıkartılmasıdır.

Bu çalışma ile sahada gerçekleştirilen jeolojik geoteknik çalışmalar ve Jeofizik sonuçların korelasyonu yapılarak, yeraltı jeoloji yapısı, geoteknik durum ve değerlendirmeler aydınlatılmaya çalışılmış, ek olarak, geoteknik çalışmalarla hesaplanması mümkün olmayan zemin hakim titreşim periyodu ile yerin dinamik ve elastik parametreleri kesin olarak hesaplanabilmiştir.

Sismik çalışmalar kapsamında sahada en uygun ölçüm sisteminin MAM (Microtremor Array Measurements) Mikrotremor Hat Ölçümü yapılabileceğine karar verilmiştir. Arazi çalışmalarında MASW (Multi Channel Analysis of Surface Waves) ölçümleri de yapılmış olup, değerlendirmelerde MAM sonuçları dikkate alınmıştır. Bu amaçla saha imkanları ölçüsünde 7 profil boyunca refraction-mam ölçümlerinde 3.0 m. Jeofon aralıklı kayıtlar alınmıştır. Çalışmada; Geometrics Smart Seis SE marka sismik ölçüm cihazı, jeofonlar ve diğer sismik ekipmanları kullanılmıştır. Ölçümlerden elde edilen kayıtlar yerinde kontrol edilmiş, gerekli düzeltmelerden geçirildikten sonra elde edilen kırılma ölçümleri, dinamik ve elastik parametreler Seis Imager 1D Pickwin/Surface Wave Analysis bilgisayar softwareleri kullanılarak modelleme yapılmış, değerlendirmeye gidilmiş ve yorumlanmıştır.

3.2.3. Haritalama ve ölçek

İnceleme alanında jeolojik ve hidrojeolojik arazi çalışmalarında bulunularak doğrudan Çalışma alanı ayrıntısında sağlanan jeolojik ve hidrojeolojik bilginin bölgesel bütün içindeki yerinin doğru ve tam olarak anlaşılması sağlanmış, arazi gözlemleri sırasında önceki çalışmalara ait verilerden büyük ölçüde yararlanılmıştır. Derlenerek ve özgün bir şekilde çalışılarak elde edilen tüm bilginin değerlendirilmesi sonunda inceleme alanının;

Eğim, jeoloji ve hidrojeoloji haritaları,
İnceleme alanı, arazi uygulamaları (sondaj, sismik, rezistivite) lokasyon haritaları,
N₆₀ değerleri ile yapılan SPT haritaları
N₆₀ değerleri ile Meyerhof metodu kullanılarak yapılan taşıma gücü haritaları
1,50, 3,00 ve 6,00 m Vs Hız Dağılım Haritaları
3,00, 6,00 ve 10,00 m Rezistivite Eşdeğer Haritaları
Vs30 (30 metre derinlik için ortalama kayma dalgası hızı) haritası,
To (Zemin Hakim Titreşim Periyodu) haritası,
Midorikawa (1987)'ya göre büyütme haritası
Joyner ve Fumal (1984)'a göre büyütme haritası
Borcherdt ve ark. (1991)'na göre zayıf hareket zemin büyütme haritası,
Borcherdt ve ark. (1991)'na göre kuvvetli hareket zemin büyütme haritası.
Sıvılaşma, Yamaç Stabilite ve Tsunami Risk Haritaları
Mikrobölgeleme haritası

hazırlanmıştır. Bu çalışmalar 1/1.000 ölçekli topoğrafik haritalar baz alınarak sürdürülmüştür. Çalışmanın her aşamasında ulaşılan bilgi düzeyinin en açık ve anlaşılır bir şekilde aktarılmasını sağlamak amacıyla elde edilen tüm verilerin çizelgeler, şekiller ve haritalar türünde sunulmasına azami çaba gösterilmiştir. Çalışma alanı 25 adet 1/1000 ölçekli paftadan oluşmaktadır.

3.2.4. Karelaj

Çok yüksek ve çok ayrıntılı bir bölgeleme seviyesine örneğin 1:5000 ,1:1000 arasında bir ölçekte ihtiyaç duyulduğunda, ek yapı yeri araştırma verisine, yani sorun olan zemin/kaya ortamına özel olmak üzere gereksinim duyulacaktır. Böyle araştırmalardan elde edilen bulgular; sismik yer tepkisi, yamaç duraysızlığı davranışı ya da sıvılaşma potansiyelinin bilgisayar destekli analiziyle biçimlendirilebilir. Çalışma alanında mikrobölgeleme Kapsamında haritalarda 500-500 karelaj yapılmış her karelaj'a düşecek şekilde çalışma elde edilmiştir.

3.2.5. Geoteknik amaçlı laboratuvar çalışmaları

İnceleme alanında önceki çalışmalarda ve bu çalışma kapsamında açılan zemin araştırma sondajları ve araştırma çukurlarından alınan tanımlama (UD), Shelby (SH), SPT tüpü (SPT), karot ve torba örneklerin kullanılmasıyla fiziksel ve mekanik özellikleri belirlemeye yönelik birçok laboratuvar deneyi yapılmıştır. İnceleme alanında yer alan formasyonları ve ana litolojik birimlerini temsil edecek şekilde gerçekleştirilmiş olan bu deneylerden fiziksel özelliklerin tayinine yönelik olanlar; granülometrik analiz (elek analizi), doğal su içeriği (ω_n), doğal birim hacim ağırlığı (γ_n) ve kıvam limitleridir (Likit limit: LL, Plastik limit: PL). Mekanik özelliklerin tayinine yönelik olanlar ise serbest basınç direnci (q_u), üç eksenli kesme (kohezyon, c; içsel sürtünme açısı, ϕ), direkt kesme (kohezyon, q_r ; içsel

sürtünme açısı, ϕ) deneyleridir. Gerçekleştirilmiş olan laboratuvar çalışmalarından sağlanan verilerin çizelgeler ve karakteristik ortalamalar türünde sunulmasına özen gösterilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Mikrobölgeleme çalışmaları, yerleşim planlaması yapılacak alanın büyüklüğüne göre, sosyal, ekonomik ve çevresel faktörlere de bağlı olarak 1/100.000 ölçekten 1/1000 ölçeğe kadar farklı büyüklüklerde yapılabilmektedir. Ölçek seçimi, mikrobölgeleme yapılacak alanın özelliklerine göre belirlenebilir. Doğal olarak ölçek büyüdükçe çalışmanın hassasiyeti artacağı gibi, yerel tehlike ve risklerin harita üzerinde gösterilebilme imkanı da artacaktır. Bilineceği gibi, lokal yer hareketleri, heyelan, çığ, kaya düşmesi, gibi münferit afetlerle, depremlerin neden olduğu kopma, kırılma, faylanma, yer hareketinin büyümesi, sınılaşma gibi etkiler yereldir ve ancak büyük ölçekli haritalar üzerinde gösterilebilirler.

Bu tez hazırlanmasında verileri dikkate alınmış olan; inceleme alanında yapılmış araştırma çukurları, zemin sondajları, sismik ve rezistivite ölçüm lokasyonlardan elde edilen veriler ile laboratuvar bulgularının birlikte değerlendirilmesi ile inceleme alanının mikrobölgeleme uygulamalarında gerekli olan jeolojik, jeofizik, geoteknik özellikleri ile bölgenin deprensellik ve afet durumunu belirleyen durumu ortaya çıkarılmıştır.

4.1. Jeoloji

Trakya Havzası, Doğu – Batı doğrultulu önemli faylar boyunca Kuzey’den Güney’e doğru basamaklar şeklinde alçalmaktadır. Ayrıca bölgede bir çok Kuzey – Güney doğrultulu fay da gelişmiştir. Tüm Havza tabanını ve Tersiyer’i, Oligosen serilerine kadar kesmekte fakat Miyosen serilerine inmemektedir. Diğer bir deyişle hareketler Miyosen’den önce sona ermiştir. Boyuna faylarla sınırlanmış olan bir sırt, Havsa yerleşim birimi dolayından başlayarak Silivri ile Tekirdağ arasından Marmara Denizi’ne kadar uzanmaktadır. Sırtın her iki tarafında önemli tektonik depresyonlar geliştiği görülmektedir. Havza’nın GB bölümünde KB – GD uzanımlı önemli bir fay şeridi yaklaşık Tekirdağ–Uzunköprü hattı boyunca uzanır. Bu hattın G’inde bulunan kesimde Havza’nın oldukça sığ olduğu tahmin edilmektedir. Trakya Havzası’nda saptanmış olan ve beklenebilen jeolojik yapılar, orojenik kökenli yapılar olmaktan çok, kısmen ters eğimli faylarla çevrilmiş fay bloklarından ve gömülü (morfolojik) taban yükselimlerinden meydana gelmiş olmalıdır.

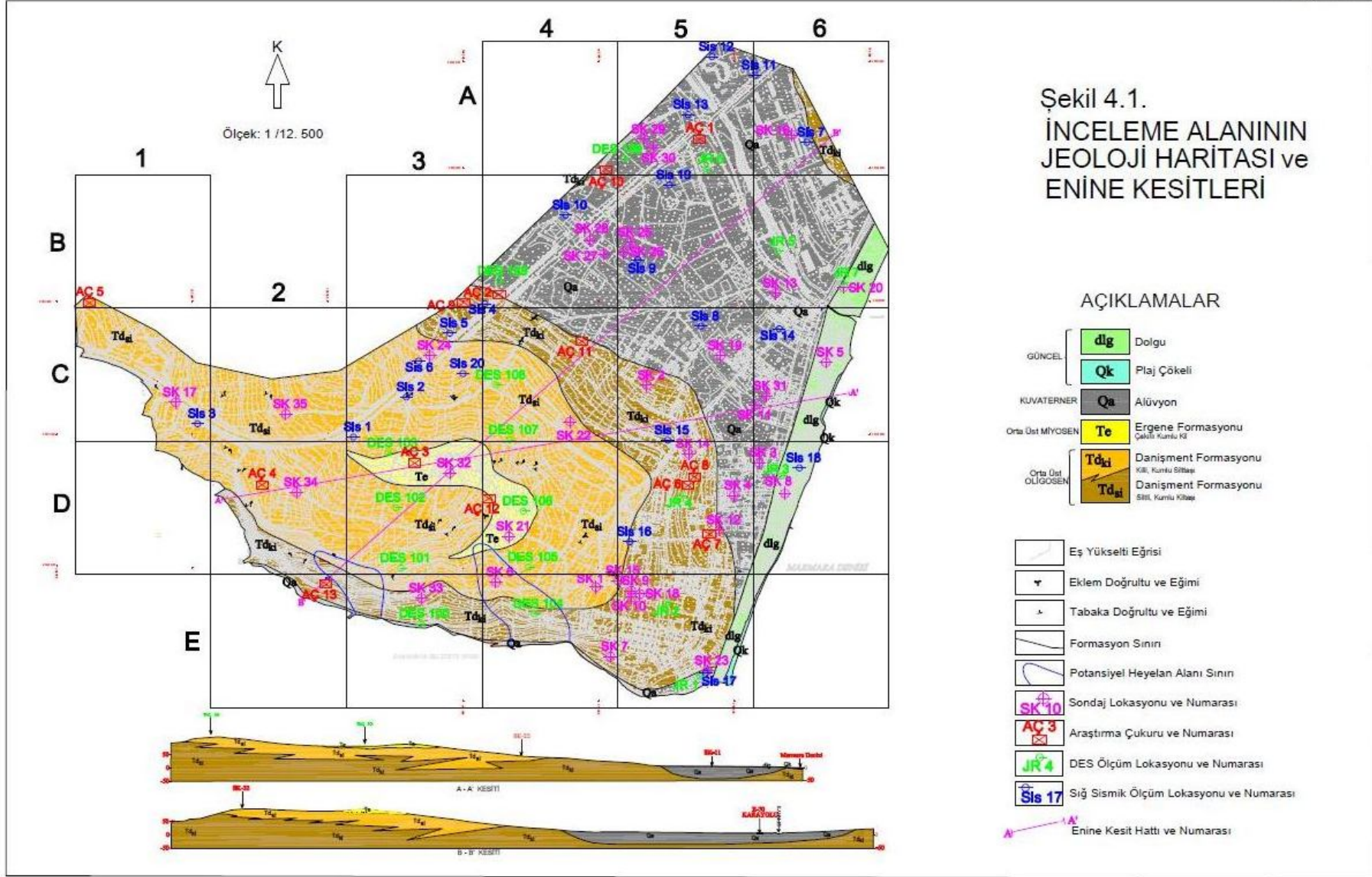
İnceleme alanını oluşturan 360 hektar yüzölçümündeki bölgenin 1/1.000 ölçekli pafta bazında çalışılarak 1/12.500 ölçeğinde sunulan jeolojik özellikleri, mevcut formasyonları ve hakim kayaç türleri bazında izleyen alt bölümlerde açıklanmıştır (Şekil 4.1).

4.1.1. Stratigrafi

İnceleme alanını oluşturan ana formasyonlar; hazırlanan 1/1.000 ölçekli ayrıntılı mühendislik jeolojisi haritaları genel jeoloji haritasından da görüleceği gibi jeolojik yapıyı, yerel ana kaya konumundaki en yaşlı birim olan Orta – Üst Oligosen yaşlı Danişmen Formasyonu, bu formasyon üzerine düşük açılı uyumsuzlukla gelen Üst Miyosen yaşlı Ergene Formasyonu ve her ikisini de yine uyumsuzlukla üstleyen Pliyosen yaşlı Trakya Formasyonu ile tüm formasyonları dere yataklarında örten Kuvaterner yaşlı alüvyon ve kıyı kumları oluşturmaktadır.

Formasyonlar ve ana kayaç türleri; arazi gözlem ve ölçümleri, zemin sondajları ve araştırma çukurlarındaki tanımlamalar ile laboratuvar verileri yanı sıra önceki çalışmalardan sağlanan jeolojik verilerin bütünleştirilmesi sonunda stratigrafik, litolojik ve petrografik özellikleri bakımından izleyen alt bölümlerde ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır. Altınova Bölgesinde yapılan ve arşiv taraması yapılarak elde edilen sondaj verileri sonucu genel jeoloji haritası hazırlanmıştır. Bölgenin kıyı şeridinde dolgu alanlar mevcuttur. Devamında alanın büyük kısmı alüvyondan oluşmaktadır. Yüksek eğimli kısımlara doğru Danişment Formasyonu adı verilen silttaşı kiltası ardalanmalı birime geçmektedir.. Güney batıya doğru en tepe kısımlar da ise daha genç birim olan Ergene Formasyonu yer almaktadır.

Tekirdağ ve yakın çevresini kapsayan çalışma alanında Tersiyer'e ait çökel istifler yer almakta olup, gözlenen bu jeolojik birimler yaşlıdan gence aşağıda gösterildiği sıralanım bulunmaktadır.



Şekil 4.1. İnceleme alanının jeoloji haritası ve enine kesitleri

4.1.1.1. Danişmen formasyonu (Orta – Üst Oligosen, Td)

Üst Oligosen-Alt Miyosen yaşında olan formasyon inceleme alanında kiltası ,silt taşı ve çok ince daneli kumtaşı ile temsil edilmektedir. Formasyon kiltası(tdk) ve silttaşı(Tds) olarak ayrı iki birim halinde haritalanmıştır.

Kiltası (Td_{ki}):

Çalışma alanında yüzeylenen birim yeşil, koyu yeşil,nefti renkli ,sıkı-çok sıkı tutturulmuş,eklem sistemi gelişmemiş,ince tabakalı,genellikle 8^0-10^0 ile kuzey,kuzeydoğu ve kuzeybatıya eğimlidir.Yer yer kömür bantları içermekte olan kiltası üste doğru düşey ve yanal dereceli olarak silttaşına geçmektedir.Oldukça kalın(100m) olan birim üzerinde 80-150 cm toprak örtüsü gelişmiştir.Sıkı tutturulmuş,sert,eklemsiz ve kırılğan olmayan birim yol yarması temel kazısı ve benzeri olarak herhangi bir şekilde yüzeylediğinde yağış sularını bünyesine alarak şişmekte fiziki şartlardan çok çabuk etkilenmekte eklemeler,çatlaklar oluşmakta rengi açılmakta ve kırılğan kaya haline dönüşmektedir.

Silttaşı (Td_{si}):

Çalışma alanında yüzeyleyen birim gri-koyu gri-boz renkli ince tabakalı,skı-çok sıkı tutturulmuş,eklem ve çatlak sistemi gelişmemiştir. Çoğunlukla silttaşından oluşan birim yer yer çok ince taneli kumtaşı ile temsil edilmektedir. Altta dereceli olarak kiltasına üsttede dereceli olarak Ergene formasyonuna geçmektedir. Çoğunlukla ince olan(1-5m) birim en fazla 30m kalınlığa ulaşmaktadır.Birimin üzerinde 40-100cm toprak örtüsü gelişmiştir.Silttaşının eğimide kiltasında olduğu gibidir.Silttaşı da herhangi bir şekilde yüzeylediğinde kiltası gibi fiziki şartlardan etkilenerek kolaylıkla aşınmakta ve ufalanmaktadır.

4.1.1.2. Ergene formasyonu (Orta – Üst Miyosen, Te)

Miyosen yaşlı olan birim çalışma alanında yüzeylemekte olup silttaşı kiltası ar dalanmasından oluşmuştur.Çalışma alanında en fazla 10 m kalınlığa ulaşabilen birim kirlı sarı, sarı,boz renkli, gevşek tutturulmuş ince tabakalı yer yer laminalı olup kiltası ve siltaşı girif olup ayırtlanamazlar. Birim genellikle Danişmen formasyonu ile dereceli geçişli olup silt taşı ile başlamaktadır. Birim kırılğan olup kolaylıkla ayrışarak toprak haline dönüşmüş olup (resim...) üzerinde 40- 100cm toprak örtüsü gelişmiştir.

4.1.1.3. Alüvyon (Kuvaterner, Qa)

Çalışma alanını genellikle doğu-batı yönde kat eden vadi tabanlarında çökelmiş olan birimdir. Genellikle ince kum ,silt ve kil karışından oluşmuş olan birimde kil oranı kum ve silte göre fazladır.Ancak denize yaklaştıkça silt ve kum oranı artmakta ve birim denizel kumlarla dereceli geçişle kıyı çökeline dönüşmektedir.Bu durum çalışma alanı dışında deniz kıyısında daha çok gözlenmektedir.

4.1.1.4. Kıyı çökelleri (Holosen, Qk)

İnceleme alanınının Marmara Denizi kıyı şeridinde yeralan bu çok genç çökeller, daha çok birer kumsal ve kumul malzemesi niteliğindedir. Doğrudan yüzeylendikleri gibi yer yer kıyı kesiminde yapılan değişik amaçlı dolgu malzeme altında da kaldıkları görülmektedir. İnceleme alanında esas olarak bir çakıllı kum özelliği taşıyan bu birimin zemin sondajlarında

geçilen kalınlığı 2 – 3 m’ler arasında değişmektedir. Kumsal niteliği taşıyan kıyı çökellerinin, özellikle dere ağızlarında ve şev önlerinde yer yer ince – orta veya kaba kum boyutunda taneler içerdiği görülmektedir.

4.1.1.5. Dolgu (Güncel, dlg)

İnceleme alanındaki tüm jeolojik birimlerin ve hatta toprak örtüsünün üzerinde yer alan ve bölgedeki kayalar ile toprağın ve diğer her tür doğal – yapay kökenli blok – çakıl boyundaki katı atık malzemesinden oluşan, özellikle hemen her yörede tesviye amacıyla dökülen genellikle kıyı ve yol dolgularındır.

4.1.2. Yapısal Jeoloji

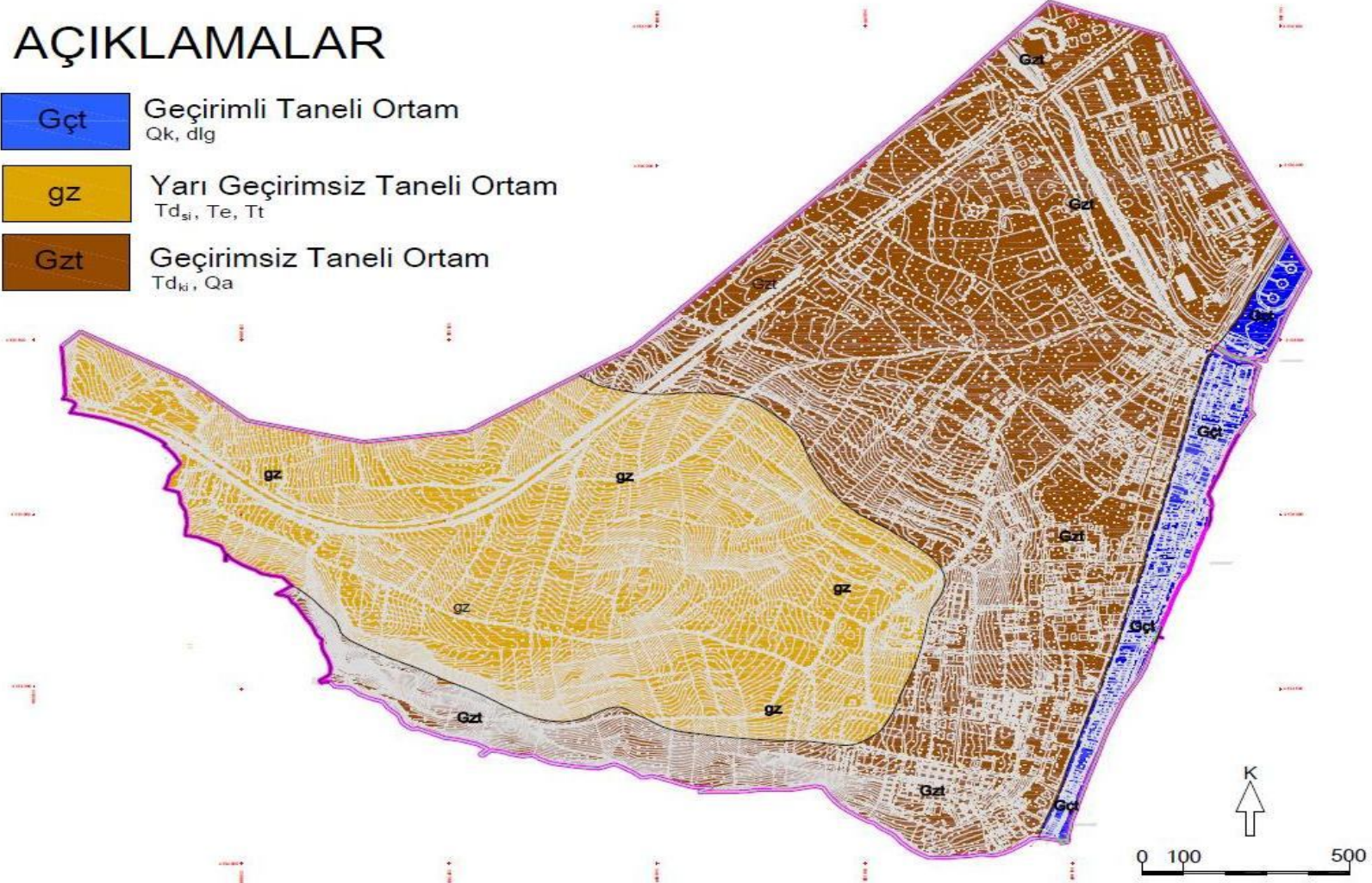
İnceleme alanının genç tortul kayalardan oluşması nedeniyle, daha önce Trakya genelinde ayrıntılı olarak açıklanan tektonik hatlar ayrı tutulmak kaydıyla bölgedeki yerel tabakaların ve çatlakların dışında bu Çalışma’nın amacı doğrultusunda önem taşıyacak bir yapısal jeolojik unsur bulunmamaktadır. Alınan tabaka ölçümleri doğrultuların KB-GD ve KD GB uzanımlı olduğunu, eğim açılarının da yataya olduğunu göstermektedir. Sürekliliği bulunmayan çatlaklar ise değişik doğrultularda ve genellikle yüksek açılıdır. Özellikle tabaka yönelimlerinin aktif ve potansiyel heyelanlı alanlarda olağan değerlerden saptığı görülmektedir.

4.1.3. İnceleme alanının yeraltısuyu özellikleri

İnceleme alanı ve dolayında yer alan litolojik birimlerin, hidrolojik ortam nitelikleri yani yer altı suyu geçirebilme ve iletebilme özellikleri (boşluk varlığı, boşluk boyutları, boşluklar arası ilişki varlığı ve gelişkinliği) irdelenerek inceleme alanındaki geçirimsiz ve geçirimli ortamlar arasında varolan konumsal ilişkinin tanımladığı hidrojeolojik ortam türleri ve yayılımları ayırtlanmıştır. Böylece, inceleme alanında serbest ve basınçlı nitelikte olabilen orta – düşük kapasiteli su taşırılar (akiferler) ile yarısutaşırılar (akitardlar) türünde yer altı suyu depolama ortamlarının varlığı belirlenmiştir.

AÇIKLAMALAR

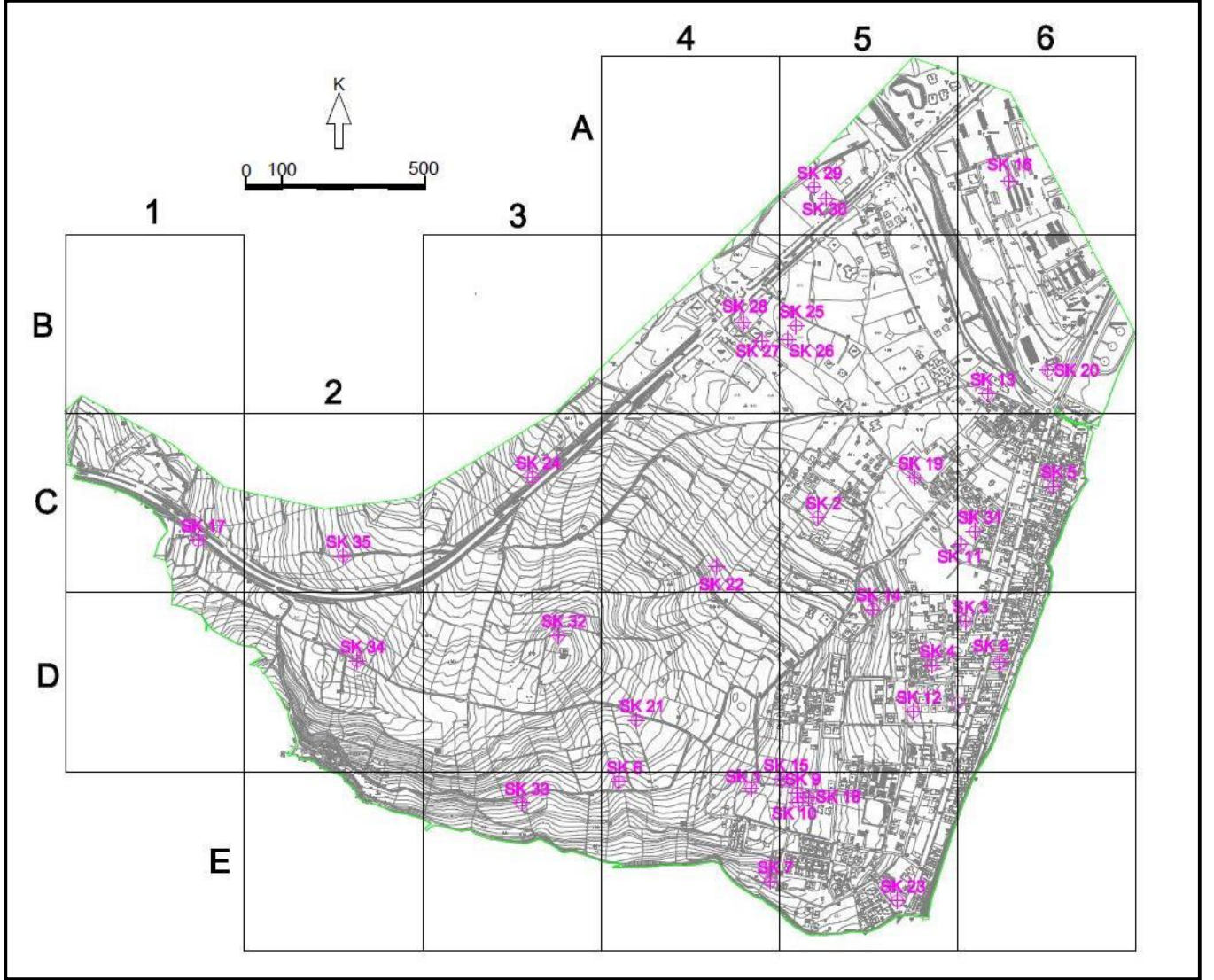
Gçt	Geçirimli Taneli Ortam Qk, d1g
gz	Yarı Geçirimsiz Taneli Ortam Td _{si} , Te, Tt
Gzt	Geçirimsiz Taneli Ortam Td _{ki} , Qa



Şekil 4.2. Çalışma Alanının Hidroloji Haritası

4.2. Sondaj Çalışmaları ve Arazi Verilerinin Değerlendirilmesi

İnceleme alanında temel zeminine yönelik mühendislik özelliklerinin tanımlanmasında önceki çalışmalarda açılmış, derinlikleri 10 ile 15 metre arasında değişen 31 adet zemin sondajı verilerinden yararlanılmıştır. İnceleme alanı zeminin litolojik, indeks ve özelliklerinin elde edilmesi amacıyla açılan bu sondajların, inceleme alanı içerisindeki yerleri Şekil 4.3'te gösterilmiştir. Sondajlarda kesilen birimlerle ilgili bilgiler de Çizelge 4.1'de verilmiştir.



Şekil 4.3. İnceleme alanındaki zemin sondaj uygulama lokasyonları

Çizelge 4.1. İnceleme Alanında Önceden Açılmış Olan Zemin Sondajlarının derinlikleri, litolojileri ve Yeraltı Su Düzeyi (YSD) Derinliği.

Sondaj No.	Sondaj Derinliği (m)	Litoloji		Formasyon	YAS Düzeyi Derinliği (m)
SK1	15.00	00.00-00.60	Toprak	-	-
		00.60-04.00	Kumlu Siltli Kil	Danişmen (Tdsi)	
		04.00-15.00	Siltli Katı Kil	Danişmen (Tdkı)	
SK2	8.50	00.00-00.80	Toprak	-	-
		00.80-03.45	Siltli Katı Kil	Danişmen (Tdkı)	
		03.45-06.00	Siltli Killi Kum		
		06.00-08.50	Kiltaşı		
SK3	15.45	00.00-00.80	Toprak	-	2.50
		00.80-15.45	Kil, Kum, Silt	Alüvyon (Qa)	
SK4	12.45	00.00-00.90	Toprak	-	2.50
		00.90-02.50	Kil	Alüvyon (Qa)	
		02.50-08.50	Siltli Kum		
		08.50-12.00	Silttaşı-Kumtaşı		
SK5	12.45	00.00-00.40	Toprak	-	1.50
		00.40-02.50	Siltli-Kil	Dolgu (dlg)	
		02.50-10.00	Kum-Silt Kil	Kıyı Çökeli (Qk)	
		10.00-12.00	Kumtaşı-Silttaşı	Alüvyon (Qa)	
SK6	5.00	00.00-00.80	Toprak	-	-
		00.80-05.00	Killi Kumtaşı	Danişmen (Tdsi)	
SK7	8.00	00.00-00.60	Toprak	-	-
		00.60-08.00	Kiltaşı	Danişmen (Tdkı)	
SK8	8.00	00.00-00.50	Toprak	-	1,40
		00.50-04.00	Kumlu-Siltli-Kil	Dolgu (dlg)	
		05.00-08.00	Killi Kum, Çakıllı, Kavkılı	Kıyı Çökeli (Qk)	
SK9	6.00	00.00-00.70	Toprak	-	-
		00.70-04.50	Siltli Kiltaşı	Danişmen (Tdsi)	
		04.50-06.00	Kumlu Kiltaşı	Danişmen (Tdkı)	
SK10	6.00	00.00-00.80	Toprak	-	-
		00.80-04.50	Siltli Kiltaşı	Danişmen (Tdkı)	
		04.50-06.00	Kiltaşı		
SK11	7.50	00.00-01.00	Toprak	-	4.00
		01.00-03.50	Kil, Kum, Silt	Alüvyon (Qa)	
		03.50-07.50	Kil		
SK12	7.50	00.00-00.50	Toprak	-	-
		00.50-03.00	Siltli Kil	Danişmen (Tdkı)	
		03.00-07.50	Kiltaşı-Silttaşı		
SK13	15.00	00.00-00.60	Toprak	-	3,20
		00.00-04.00	Kumlu Siltli Kil	Alüvyon (Qa)	
		04.00-15.00	Tutturulmamış Kum		
SK14	6.00	00.00-01.00	Toprak	-	-
		01.00-06.00	Kiltaşı	Danişmen (Tdkı)	
SK15	7.50	00.00-00.50	Toprak	-	-
		00.50-07.50	Silttaşı	Danişmen (Tdsi)	
SK16	20.00	00.00-01.50	Toprak	-	2.80
		01.50-04.50	Kil	Alüvyon (Qa)	
		04.50-09.50	Kum, Çakıl		
		09.50-18.00	Kil, Silt ardalanması		
		16.00-20.00	Kumtaşı	Danişmen (Tdsi)	
SK17	15.00	00.00-06.00	Silttaşı	Danişmen (Tdsi)	-
		06.00-15.00	Kiltaşı	Danişmen (Tdkı)	

Sondaj No.	Sondaj Derinliği (m)	Litoloji		Formasyon	YAS Düzeyi Derinliği (m)
SK18	25.50	00.00-00.50	Toprak	-	11.00
		00.50-03.60	Kumlu Kilitaşı	Danışmen (Tdkı)	
		03.60-25.50	Siltli Kilitaşı		
SK19	20.00	00.00-00.50	Toprak	-	2.50
		00.50-04.30	Kil	Alüvyon (Qa)	
		04.30-18.85	Siltli Kum		
		18.85-20.00	Kil		
SK20	20.00	00.00-02.00	Siltli Kil, Çakıl	Dolgu (dlg)	1,00
		02.00-04.50	Killi Kum, Çakıllı, Kavkılı	Kıyı Çökeli (Qk)	
		09.50-18.00	Killi Silt	Alüvyon (Qa)	
		18.00-20.00	Silttaşı	Danışmen (Tdsi)	
SK21	16.50	00.00-01.00	Toprak	-	7,50
		01.00-09.00	Kil, Çakıl	Ergene (Te)	
		09.00-13.00	Silttaşı	Danışmen (Tdsi)	
		13.00-16.50	Kilitaşı	Danışmen (Tdkı)	
SK22	14.50	00.00-00.50	Toprak	-	6.00
		00.50-07.00	Silttaşı	Danışmen (Tdsi)	
		07.00-14.50	Kilitaşı	Danışmen (Tdkı)	
SK23	08.00	00.00-01.25	Toprak	-	4.10
		01.25-03.50	Siltli Kil	Alüvyon (Qa)	
		03.50-08.00	Çakıllı Kum		
SK24	15.00	00.00-02.00	Kil, Çakıl	Yol Dolgusu	9.50
		02.00-07.20	Silttaşı	Danışmen (Tdsi)	
		07.20-15.00	Kilitaşı	Danışmen (Tdkı)	
SK25	20.00	00.00-00.70	Toprak	-	3.00
		00.70-20.00	Kumlu Siltli Kil	Alüvyon (Qa)	
SK26	20.00	00.00-00.70	Toprak	-	3.00
		00.70-20.00	Kumlu Siltli Kil	Alüvyon (Qa)	
SK27	20.00	00.00-00.70	Toprak	-	3.00
		00.70-20.00	Kumlu Siltli Kil	Alüvyon (Qa)	
SK28	20.00	00.00-00.70	Toprak	-	3.00
		00.70-20.00	Kumlu Siltli Kil	Alüvyon (Qa)	
SK29	20.00	00.00-00.80	Toprak	-	3,00
		00.80-09.50	Kil	Alüvyon (Qa)	
		09.50-11.00	Kum		
		11.00-20.00	Kil		
SK30	20.00	00.00-00.80	Toprak	-	3,00
		00.80-10.00	Kil	Alüvyon (Qa)	
		10.00-12.50	Kum		
		12.50-20.00	Kil		
SK31	15.00	00.00-00.60	Toprak	-	3,00
		00.00-04.00	Kumlu Siltli Kil	Alüvyon (Qa)	
		04.00-15.00	Siltli Killi Kum		
SK32	16.50	00.00-00.90	Toprak	-	6,00
		01.00-12.50	Kil, Çakıl	Ergene (Te)	
		12,50-15.00	Silttaşı	Danışmen (Tdsi)	
		15.00-16.50	Kilitaşı	Danışmen (Tdkı)	
SK33	13,00	00.00-00.40	Toprak	-	-
		00.40-02.50	Siltli Kilitaşı	Danışmen (Tdkı)	
		02,50-13,00	Kilitaşı		
SK34	13.00	00.00-08.00	Silttaşı	Danışmen (Tdsi)	-
		08.00-13.00	Kilitaşı	Danışmen (Tdkı)	
SK35	12.00	00.00-05.00	Silttaşı	Danışmen (Tdsi)	-
		05.00-12.00	Kilitaşı	Danışmen (Tdkı)	

Çalışma alanında açılan zemin sondajlarında yapılan standart penetrasyon testleri sonuçları ile test sonuçlarının çalışma'nın 3.2.1 bölümünde belirtilen düzeltmeler yapılarak hesaplanmış N_{60} değerleri Çizelge 4.2'de sunulmuştur.

Çizelge 4.2. Çalışma Alanında Açılan Zemin Sondajlarından Sağlanan Standart Penetrasyon Testi (SPT) Verileri, Düzeltilmiş Değerleri ve Yeraltı Su Düzeyi (YSD) Ölçümleri. $N(60) = 15 + 0.5 (N - 15)$

Sondaj No.	Derinlik (m)	N_{30}	YSD Derinliği (m)	Yeraltısuyu Düzeltmeli SPT	Enerji Oranı Er	Tij Uzunluğu C_R	Sondaj Çapı C_B	Çakma Başlığı C_A	Enerji C_E	N_{60}	Litoloji
SK 1	1,50 – 1,95	19	-	19	45	0,75	1,00	1,68	0,75	13	Tdsi
	3,00 – 3,45	27		27	45	0,80	1,00	1,23	0,75	15	
	4,50 – 4,90	21		21	45	0,85	1,00	1,02	0,75	10	Tdkı
	6,00 – 6,45	38		38	45	0,95	1,00	0,89	0,75	18	
SK 2	1,50 – 1,95	14	-	14	45	0,75	1,00	1,68	0,75	10	Tdkı
	3,00 – 3,45	22		22	45	0,80	1,00	1,23	0,75	12	
	6,00 – 6,45	34		34	45	0,95	1,00	0,89	0,75	16	
	7,50 – 7,95	30		30	45	0,95	1,00	0,79	0,75	13	
SK 3	1,50 – 1,95	16	2,50	16	45	0,75	1,00	1,68	0,75	11	Qa
	3,00 – 3,45	26		21	45	0,80	1,00	1,23	0,75	12	
	4,50 – 4,95	16		16	45	0,85	1,00	1,02	0,75	8	
	6,00 – 6,45	5		5	45	0,95	1,00	0,89	0,75	2	
	7,50 – 7,95	4		4	45	0,95	1,00	0,79	0,75	2	
	9,00 – 9,45	6		6	45	0,95	1,00	0,73	0,75	2	
	10,50 – 10,95	4		4	45	1,00	1,00	0,67	0,75	2	
	12,00 – 12,45	5		5	45	1,00	1,00	0,64	0,75	2	
	13,50 – 13,95	5		5	45	1,00	1,00	0,62	0,75	2	
	15,00 – 15,45	5		5	45	1,00	1,00	0,61	0,75	2	
SK 4	1,50 – 1,95	21	2,50	21	45	0,75	1,00	1,68	0,75	15	Qa
	3,00 – 3,45	15		15	45	0,80	1,00	1,23	0,75	8	
	4,50 – 4,95	12		12	45	0,85	1,00	1,02	0,75	6	
	6,00 – 6,45	18		17	45	0,95	1,00	0,89	0,75	8	
	7,50 – 7,95	18		17	45	0,95	1,00	0,79	0,75	7	
	9,00 – 9,45	21		18	45	0,95	1,00	0,73	0,75	7	
	10,50 – 10,95	30		23	45	1,00	1,00	0,67	0,75	9	
	12,00 – 12,45	23		19	45	1,00	1,00	0,64	0,75	7	
SK 5	1,50 – 1,54	9	1,50	9	45	0,75	1,00	1,68	0,75	6	dlg
	3,00 – 3,45	11		11	45	0,80	1,00	1,23	0,75	6	
	4,50 – 4,95	15		15	45	0,85	1,00	1,02	0,75	7	Qk
	6,00 – 6,45	21		18	45	0,95	1,00	0,89	0,75	9	
	7,50 – 7,95	19		17	45	0,95	1,00	0,79	0,75	7	
	9,00 – 9,45	23		19	45	0,95	1,00	0,73	0,75	7	
	10,50 – 10,95	19		17	45	1,00	1,00	0,67	0,75	6	Qa
	12,00 – 12,45	18		17	45	1,00	1,00	0,64	0,75	6	
SK 6	1,50 – 1,95	45	-	45	45	0,75	1,00	1,68	0,75	32	Tdsi
	3,00 – 3,45	48		48	45	0,80	1,00	1,23	0,75	27	
	4,50 – 4,95	44		44	45	0,85	1,00	1,02	0,75	21	
SK 7	1,50 – 1,95	18	-	18	45	0,75	1,00	1,68	0,75	13	Tdkı
	3,00 – 3,45	32		32	45	0,80	1,00	1,23	0,75	18	
	4,50 – 4,95	25		25	45	0,80	1,00	1,02	0,75	12	
	6,00 – 6,45	32		32	45	0,85	1,00	0,89	0,75	15	
	7,50 – 7,95	R		60	45	0,85	1,00	0,79	0,75	25	
SK 8	1,50 – 1,95	11	1,40	11	45	0,75	1,00	1,68	0,75	8	dlg
	3,00 – 3,45	17		17	45	0,80	1,00	1,23	0,75	9	
	4,50 – 4,95	14		14	45	0,85	1,00	1,02	0,75	7	Qk
	6,00 – 6,45	18		17	45	0,95	1,00	0,89	0,75	8	
	7,50 – 7,95	17		16	45	0,95	1,00	0,79	0,75	7	

SK 9	1,50 – 1,95	23	-	23	45	0,75	1,00	1,68	0,75	16	Tdsi
	3,00 – 3,45	25		25	45	0,80	1,00	1,23	0,75	14	
	4,50 – 4,95	32		32	45	0,85	1,00	1,02	0,75	16	Tdki
	6,00 – 6,45	R		60	45	0,95	1,00	0,89	0,75	29	
SK 10	1,50 – 1,95	28	-	28	45	0,75	1,00	1,68	0,75	20	Tdki
	3,00 – 3,45	44		44	45	0,80	1,00	1,23	0,75	24	
	4,50 – 4,95	R		60	45	0,85	1,00	1,02	0,75	29	
	6,00 – 6,45	R		60	45	0,95	1,00	0,89	0,75	29	
SK 11	1,50 – 1,95	20	4,00	20	45	0,75	1,00	1,68	0,75	14	Qa
	3,00 – 3,45	10		10	45	0,80	1,00	1,23	0,75	6	
	4,50 – 4,95	6		6	45	0,85	1,00	1,02	0,75	3	
	6,00 – 6,45	8		8	45	0,95	1,00	0,89	0,75	4	
	7,50 – 7,95	10		10	45	0,95	1,00	0,79	0,75	4	
SK 12	1,50 – 1,95	32	-	32	45	0,75	1,00	1,68	0,75	23	Tdki
	3,00 – 3,45	35		35	45	0,80	1,00	1,23	0,75	19	
	4,50 – 4,95	43		43	45	0,85	1,00	1,02	0,75	21	
	6,00 – 6,45	R		60	45	0,95	1,00	0,89	0,75	29	
	7,50 – 7,95	45		45	45	0,95	1,00	0,79	0,75	19	
SK 13	1,50 – 1,95	16	3,20	16	45	0,75	1,00	1,68	0,75	11	Qa
	3,00 – 3,45	26		21	45	0,80	1,00	1,23	0,75	12	
	4,50 – 4,95	12		12	45	0,85	1,00	1,02	0,75	6	
	6,00 – 6,45	10		10	45	0,95	1,00	0,89	0,75	5	
	7,50 – 7,95	10		10	45	0,95	1,00	0,79	0,75	4	
	9,00 – 9,45	18		17	45	0,95	1,00	0,73	0,75	7	
	10,50 – 10,95	19		17	45	1,00	1,00	0,67	0,75	6	
	12,00 – 12,45	21		18	45	1,00	1,00	0,64	0,75	6	
	13,50 – 13,95	6		6	45	1,00	1,00	0,64	0,75	2	
15,00 – 15,45	6	6	45	1,00	1,00	0,64	0,75	2			
SK 14	1,50 – 1,95	48	-	48	45	0,75	1,00	1,68	0,75	34	Tdki
	3,00 – 3,45	42		42	45	0,80	1,00	1,23	0,75	23	
	4,50 – 4,95	40		40	45	0,85	1,00	1,02	0,75	20	
	6,00 – 6,45	R		60	45	0,95	1,00	0,89	0,75	29	
SK 15	1,50 – 1,95	43	-	43	45	0,75	1,00	1,68	0,75	30	Tdsi
	3,00 – 3,45	49		49	45	0,80	1,00	1,23	0,75	27	
	4,50 – 4,95	44		44	45	0,85	1,00	1,02	0,75	21	
	6,00 – 6,45	46		46	45	0,95	1,00	0,89	0,75	22	
	7,50 – 7,95	R		60	45	0,95	1,00	0,79	0,75	25	
SK 16	1,50 – 1,95	14	2,80	14	45	0,75	1,00	1,68	0,75	10	Qa
	3,00 – 3,45	15		15	45	0,80	1,00	1,23	0,75	8	
	4,50 – 4,95	17		16	45	0,85	1,00	1,02	0,75	8	
	6,00 – 6,45	23		19	45	0,95	1,00	0,89	0,75	9	
	7,50 – 7,95	48		32	45	0,95	1,00	0,79	0,75	14	
	9,00 – 9,45	14		14	45	0,95	1,00	0,73	0,75	5	
	10,50 – 10,95	12		12	45	1,00	1,00	0,67	0,75	5	
	12,00 – 12,45	15		15	45	1,00	1,00	0,64	0,75	5	
	13,50 – 13,95	12		12	45	1,00	1,00	0,62	0,75	4	
	15,00 – 15,45	14		14	45	1,00	1,00	0,61	0,75	5	
	16,50 – 16,95	40		28	45	1,00	1,00	0,60	0,75	9	
	18,00 – 18,45	47		31	45	1,00	1,00	0,58	0,75	10	Tdsi
	19,50 – 19,95	R		38	45	1,00	1,00	0,57	0,75	12	
SK 17	1,50 – 1,95	46	Artezyen	31	45	0,75	1,00	1,68	0,75	22	
	3,00 – 3,45	46		31	45	0,80	1,00	1,23	0,75	17	
	4,50 – 4,95	44		30	45	0,85	1,00	1,02	0,75	15	
	6,00 – 6,45	45		30	45	0,95	1,00	0,89	0,75	14	Tdki
	7,50 – 7,95	48		32	45	0,95	1,00	0,79	0,75	14	
	9,00 – 9,45	39		27	45	0,95	1,00	0,73	0,75	11	
	10,50 – 10,95	47		31	45	1,00	1,00	0,67	0,75	12	
	12,00 – 12,45	48		32	45	1,00	1,00	0,64	0,75	12	
	13,50 – 13,95	45		30	45	1,00	1,00	0,62	0,75	10	
	15,00 – 15,45	R		38	45	1,00	1,00	0,61	0,75	13	

Çizelge 4.2. 'nin devamı

Sondaj No.	Derinlik (m)	N ₃₀	YSD Derinliği (m)	Yeraltısuyu Düzeltmeli SPT	Enerji Oranı Er	Tij Uzunluğu C _R	Sondaj Çapı C _B	Çakma Başlığı C _A	Enerji C _E	N ₆₀	Litoloji
SK 18	1,50 – 1,95	38	11,00	38	45	0,75	1,00	1,68	0,75	27	Tdki
	3,00 – 3,45	46		46	45	0,80	1,00	1,23	0,75	25	
	4,50 – 4,95	43		43	45	0,85	1,00	1,02	0,75	21	
	6,00 – 6,45	47		47	45	0,95	1,00	0,89	0,75	22	
	7,50 – 7,95	46		46	45	0,95	1,00	0,79	0,75	19	
	9,00 – 9,45	32		32	45	0,95	1,00	0,73	0,75	12	
	10,50 – 10,95	44		44	45	1,00	1,00	0,67	0,75	17	
	12,00 – 12,45	37		21	45	1,00	1,00	0,64	0,75	8	
	13,50 – 13,95	39		27	45	1,00	1,00	0,62	0,75	9	
	15,00 – 15,45	40		28	45	1,00	1,00	0,61	0,75	10	
	16,50 – 16,95	42		29	45	1,00	1,00	0,60	0,75	10	
	18,00 – 18,45	47		31	45	1,00	1,00	0,58	0,75	10	
19,50 – 19,95	43	29	45	1,00	1,00	0,57	0,75	9			
SK 19	1,50 – 1,95	11	2,50	11	45	0,75	1,00	1,68	0,75	8	Qa
	3,00 – 3,45	14		14	45	0,80	1,00	1,23	0,75	8	
	4,50 – 4,95	23		19	45	0,85	1,00	1,02	0,75	9	
	6,00 – 6,45	31		23	45	0,95	1,00	0,89	0,75	11	
	7,50 – 7,95	14		14	45	0,95	1,00	0,79	0,75	6	
	9,00 – 9,45	15		15	45	0,95	1,00	0,73	0,75	6	
	10,50 – 10,95	12		12	45	1,00	1,00	0,67	0,75	5	
	12,00 – 12,45	14		14	45	1,00	1,00	0,64	0,75	5	
	13,50 – 13,95	16		16	45	1,00	1,00	0,62	0,75	6	
	15,00 – 15,45	18		17	45	1,00	1,00	0,61	0,75	6	
	16,50 – 16,95	22		19	45	1,00	1,00	0,60	0,75	6	
18,00 – 18,45	20	18	45	1,00	1,00	0,58	0,75	6			
19,50 – 19,95	22	19	45	1,00	1,00	0,57	0,75	6			
SK 20	1,50 – 1,95	16	1,00	16	45	0,75	1,00	1,68	0,75	11	dlg
	3,00 – 3,45	14		14	45	0,80	1,00	1,23	0,75	8	Qk
	4,50 – 4,95	14		14	45	0,85	1,00	1,02	0,75	7	Qa
	6,00 – 6,45	15		15	45	0,95	1,00	0,89	0,75	7	
	7,50 – 7,95	12		12	45	0,95	1,00	0,79	0,75	5	
	9,00 – 9,45	14		14	45	0,95	1,00	0,73	0,75	5	
	10,50 – 10,95	16		16	45	1,00	1,00	0,67	0,75	6	
	12,00 – 12,45	18		17	45	1,00	1,00	0,64	0,75	6	
	13,50 – 13,95	22		19	45	1,00	1,00	0,62	0,75	7	
	15,00 – 15,45	20		18	45	1,00	1,00	0,61	0,75	6	
	16,50 – 16,95	22		19	45	1,00	1,00	0,60	0,75	6	
	18,00 – 18,45	47		31	45	1,00	1,00	0,58	0,75	10	
19,50 – 19,95	R	38	45	1,00	1,00	0,57	0,75	12			
SK 21	1,50 – 1,95	22	7,50	22	45	0,75	1,00	1,68	0,75	16	Te
	3,00 – 3,45	27		27	45	0,80	1,00	1,23	0,75	15	
	4,50 – 4,95	27		27	45	0,85	1,00	1,02	0,75	13	
	6,00 – 6,45	39		39	45	0,95	1,00	0,89	0,75	19	
	7,50 – 7,95	40		28	45	0,95	1,00	0,79	0,75	12	
	9,00 – 9,45	28		22	45	0,95	1,00	0,73	0,75	9	Tdsi
	10,50 – 10,95	35		25	45	1,00	1,00	0,67	0,75	9	
	12,00 – 12,45	42		29	45	1,00	1,00	0,64	0,75	10	
	13,50 – 13,95	48		32	45	1,00	1,00	0,62	0,75	11	Tdki
	15,00 – 15,45	32		23	45	1,00	1,00	0,61	0,75	8	
	16,50 – 16,95	R		38	45	1,00	1,00	0,60	0,75	13	

Çizelge 4.2. 'nin devamı

Sondaj No.	Derinlik (m)	N ₃₀	YSD Derinliği (m)	Yeraltısuyu Düzeltmeli SPT	Enerji Oram Er	Tij Uzunluğu C _R	Sondaj Çapı C _B	Çakma Başlığı C _A	Enerji C _E	N ₆₀	Litoloji
SK 22	1,50 – 1,95	41	6,00	41	45	0,75	1,00	1,68	0,75	29	Tdsi
	3,00 – 3,45	44		44	45	0,80	1,00	1,23	0,75	24	
	4,50 – 4,95	43		43	45	0,85	1,00	1,02	0,75	21	
	6,00 – 6,45	41		41	45	0,95	1,00	0,89	0,75	19	
	7,50 – 7,95	42		24	45	0,95	1,00	0,79	0,75	10	Tdki
	9,00 – 9,45	41		28	45	0,95	1,00	0,73	0,75	11	
	10,50 – 10,95	48		27	45	1,00	1,00	0,67	0,75	10	
	12,00 – 12,45	45		28	45	1,00	1,00	0,64	0,75	10	
	13,50 – 13,95	R		38	45	1,00	1,00	0,62	0,75	13	
SK 23	1,50 – 1,95	14	4,10	14	45	0,75	1,00	1,68	0,75	10	Qa
	3,00 – 3,45	30		30	45	0,80	1,00	1,23	0,75	17	
	4,50 – 4,95	26		21	45	0,85	1,00	1,02	0,75	10	
	6,00 – 6,45	24		20	45	0,95	1,00	0,89	0,75	10	
	7,50 – 7,95	15		15	45	0,95	1,00	0,79	0,75	6	
SK 24	1,50 – 1,95	16	9,50	16	45	0,75	1,00	1,68	0,75	11	dlg
	3,00 – 3,45	46		46	45	0,80	1,00	1,23	0,75	25	Tdsi
	4,50 – 4,95	42		42	45	0,85	1,00	1,02	0,75	20	
	6,00 – 6,45	35		35	45	0,95	1,00	0,89	0,75	17	Tdki
	7,50 – 7,95	39		39	45	0,95	1,00	0,79	0,75	16	
	9,00 – 9,45	42		42	45	0,95	1,00	0,73	0,75	16	
	10,50 – 10,95	38		22	45	1,00	1,00	0,67	0,75	8	
	12,00 – 12,45	45		30	45	1,00	1,00	0,64	0,75	11	
	13,50 – 13,95	42		29	45	1,00	1,00	0,62	0,75	10	
15,00 – 15,45	R	38	45	1,00	1,00	0,61	0,75	13			
SK 25	1,50 – 1,95	10	3,00	10	45	0,75	1,00	1,68	0,75	7	Qa
	3,00 – 3,45	14		14	45	0,80	1,00	1,23	0,75	8	
	4,50 – 4,95	12		12	45	0,85	1,00	1,02	0,75	6	
	6,00 – 6,45	14		14	45	0,95	1,00	0,89	0,75	7	
	7,50 – 7,95	16		16	45	0,95	1,00	0,79	0,75	7	
	9,00 – 9,45	18		17	45	0,95	1,00	0,73	0,75	7	
	10,50 – 10,95	22		19	45	1,00	1,00	0,67	0,75	7	
	12,00 – 12,45	20		18	45	1,00	1,00	0,64	0,75	6	
	13,50 – 13,95	22		19	45	1,00	1,00	0,62	0,75	7	
	15,00 – 15,45	17		16	45	1,00	1,00	0,61	0,75	5	
	16,50 – 16,95	12		12	45	1,00	1,00	0,60	0,75	4	
18,00 – 18,45	17	16	45	1,00	1,00	0,58	0,75	5			
19,50 – 19,95	22	19	45	1,00	1,00	0,57	0,75	6			
SK 26	1,50 – 1,95	15	3,00	15	45	0,75	1,00	1,68	0,75	8	Qa
	3,00 – 3,45	22		19	45	0,80	1,00	1,23	0,75	9	
	4,50 – 4,95	18		17	45	0,85	1,00	1,02	0,75	8	
	6,00 – 6,45	13		13	45	0,95	1,00	0,89	0,75	6	
	7,50 – 7,95	13		13	45	0,95	1,00	0,79	0,75	5	
	9,00 – 9,45	19		17	45	0,95	1,00	0,73	0,75	7	
	10,50 – 10,95	22		19	45	1,00	1,00	0,67	0,75	7	
	12,00 – 12,45	41		28	45	1,00	1,00	0,64	0,75	10	
	13,50 – 13,95	19		17	45	1,00	1,00	0,62	0,75	6	
	15,00 – 15,45	19		17	45	1,00	1,00	0,61	0,75	6	
	16,50 – 16,95	15		15	45	1,00	1,00	0,60	0,75	5	
	18,00 – 18,45	16		16	45	1,00	1,00	0,58	0,75	5	
	19,50 – 19,95	20		18	45	1,00	1,00	0,57	0,75	6	

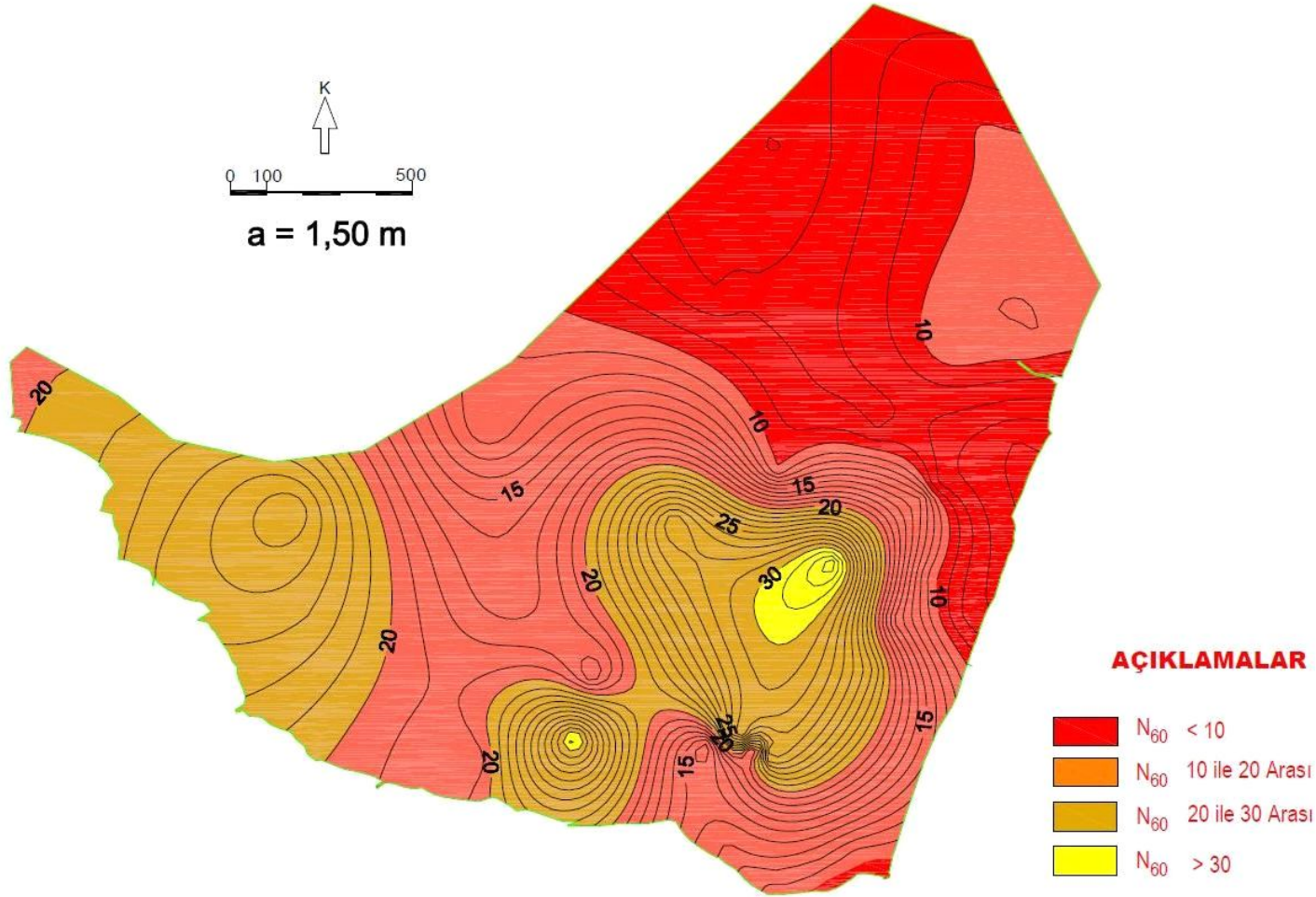
Çizelge 4.2. 'nin devamı

Sondaj No.	Derinlik (m)	N ₃₀	YSD Derinliği (m)	Yeraltısuyu Düzeltmeli SPT	Enerji Oranı Er	Tij Uzunluğu C _R	Sondaj Çapı C _B	Çakma Başlığı C _A	Enerji C _E	N ₆₀	Litoloji
SK 27	1,50 – 1,95	13	3,00	13	45	0,75	1,00	1,68	0,75	7	Qa
	3,00 – 3,45	18		17	45	0,80	1,00	1,23	0,75	8	
	4,50 – 4,95	8		8	45	0,85	1,00	1,02	0,75	4	
	6,00 – 6,45	10		10	45	0,95	1,00	0,89	0,75	5	
	7,50 – 7,95	13		13	45	0,95	1,00	0,79	0,75	5	
	9,00 – 9,45	10		10	45	0,95	1,00	0,73	0,75	4	
	10,50 – 10,95	11		11	45	1,00	1,00	0,67	0,75	4	
	12,00 – 12,45	13		13	45	1,00	1,00	0,64	0,75	5	
	13,50 – 13,95	17		16	45	1,00	1,00	0,62	0,75	6	
	15,00 – 15,45	18		17	45	1,00	1,00	0,61	0,75	6	
	16,50 – 16,95	19		17	45	1,00	1,00	0,60	0,75	6	
	18,00 – 18,45	21		18	45	1,00	1,00	0,58	0,75	6	
	19,50 – 19,95	18		17	45	1,00	1,00	0,57	0,75	5	
SK 28	1,50 – 1,95	13	3,00	13	45	0,75	1,00	1,68	0,75	7	Qa
	3,00 – 3,45	19		17	45	0,80	1,00	1,23	0,75	8	
	4,50 – 4,95	41		28	45	0,85	1,00	1,02	0,75	14	
	6,00 – 6,45	22		19	45	0,95	1,00	0,89	0,75	9	
	7,50 – 7,95	16		16	45	0,95	1,00	0,79	0,75	7	
	9,00 – 9,45	15		15	45	0,95	1,00	0,73	0,75	6	
	10,50 – 10,95	14		14	45	1,00	1,00	0,67	0,75	5	
	12,00 – 12,45	22		19	45	1,00	1,00	0,64	0,75	7	
	13,50 – 13,95	21		18	45	1,00	1,00	0,62	0,75	6	
	15,00 – 15,45	19		17	45	1,00	1,00	0,61	0,75	6	
	16,50 – 16,95	17		16	45	1,00	1,00	0,60	0,75	5	
	18,00 – 18,45	21		18	45	1,00	1,00	0,58	0,75	6	
	19,50 – 19,95	25		20	45	1,00	1,00	0,57	0,75	6	
SK 29	1,50 – 1,95	8	3,00	8	45	0,75	1,00	1,68	0,75	6	Qa
	3,00 – 3,45	13		13	45	0,80	1,00	1,23	0,75	7	
	4,50 – 4,95	15		15	45	0,85	1,00	1,02	0,75	7	
	6,00 – 6,45	10		10	45	0,95	1,00	0,89	0,75	5	
	7,50 – 7,95	11		11	45	0,95	1,00	0,79	0,75	5	
	9,00 – 9,45	13		13	45	0,95	1,00	0,73	0,75	5	
	10,50 – 10,95	17		16	45	1,00	1,00	0,67	0,75	6	
	12,00 – 12,45	16		16	45	1,00	1,00	0,64	0,75	6	
	13,50 – 13,95	18		17	45	1,00	1,00	0,62	0,75	6	
	15,00 – 15,45	19		17	45	1,00	1,00	0,61	0,75	6	
	16,50 – 16,95	15		15	45	1,00	1,00	0,60	0,75	5	
	18,00 – 18,45	20		18	45	1,00	1,00	0,58	0,75	6	
	19,50 – 19,95	19		17	45	1,00	1,00	0,57	0,75	5	
SK 30	1,50 – 1,95	9	3,00	9	45	0,75	1,00	1,68	0,75	6	Qa
	3,00 – 3,45	14		14	45	0,80	1,00	1,23	0,75	8	
	4,50 – 4,95	16		16	45	0,85	1,00	1,02	0,75	8	
	6,00 – 6,45	19		17	45	0,95	1,00	0,89	0,75	8	
	7,50 – 7,95	13		13	45	0,95	1,00	0,79	0,75	5	
	9,00 – 9,45	16		16	45	0,95	1,00	0,73	0,75	6	
	10,50 – 10,95	17		16	45	1,00	1,00	0,67	0,75	6	
	12,00 – 12,45	18		17	45	1,00	1,00	0,64	0,75	6	
	13,50 – 13,95	19		17	45	1,00	1,00	0,62	0,75	6	
	15,00 – 15,45	16		16	45	1,00	1,00	0,61	0,75	5	
	16,50 – 16,95	18		17	45	1,00	1,00	0,60	0,75	6	
	18,00 – 18,45	20		18	45	1,00	1,00	0,58	0,75	6	
	19,50 – 19,95	15		15	45	1,00	1,00	0,57	0,75	5	

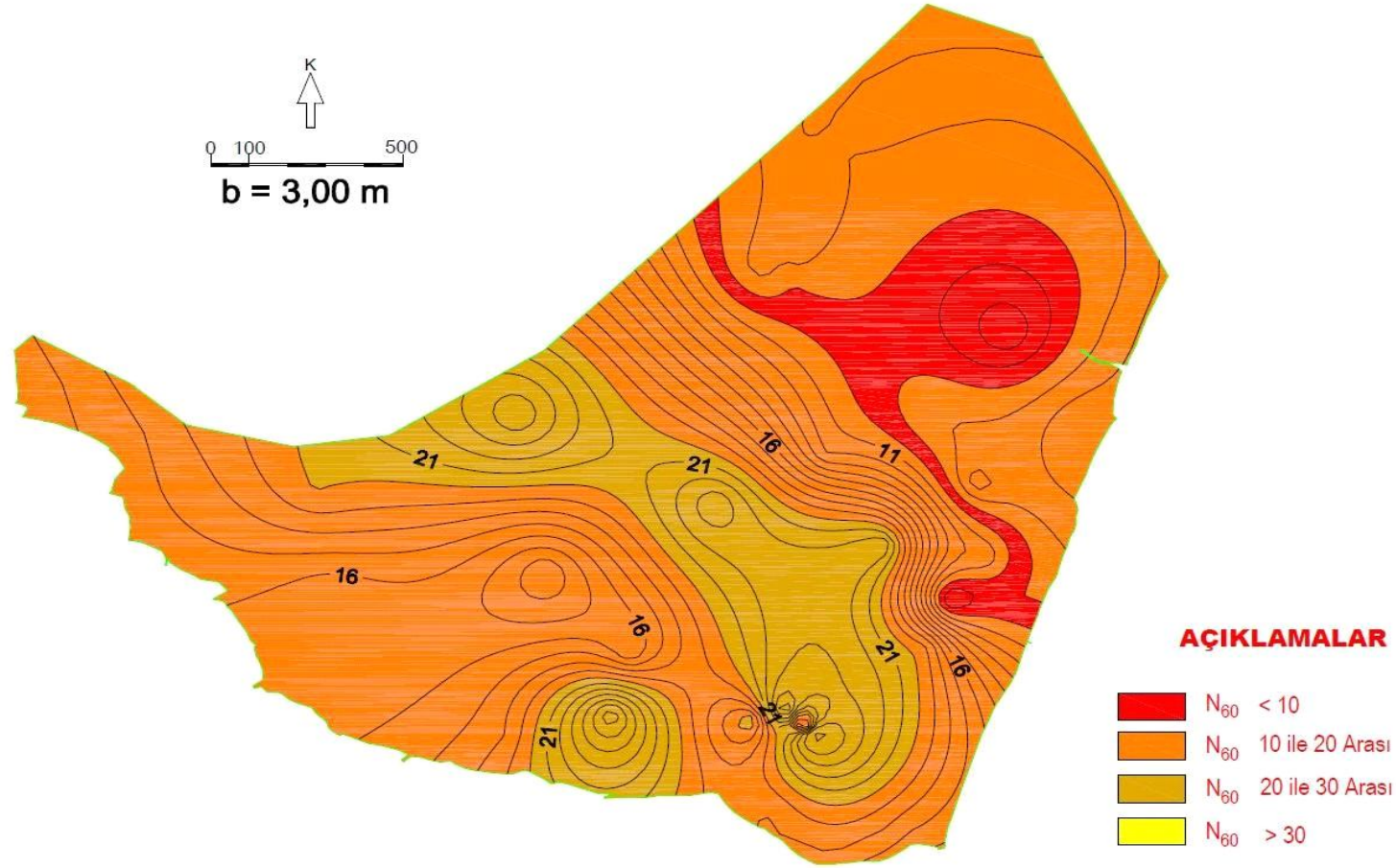
Çizelge 4.2. 'nin devamı

Sondaj No.	Derinlik (m)	N ₃₀	YSD Derinliği (m)	Yeraltısuyu Düzeltmeli SPT	Enerji Oranı Er	Tij Uzunluğu C _R	Sondaj Çapı C _B	Çakma Başlığı C _A	Enerji C _E	N ₆₀	Litoloji
SK 31	1,50 – 1,95	11	3,00	11	45	0,75	1,00	1,68	0,75	8	Qa
	3,00 – 3,45	14		14	45	0,80	1,00	1,23	0,75	8	
	4,50 – 4,95	21		18	45	0,85	1,00	1,02	0,75	9	
	6,00 – 6,45	25		20	45	0,95	1,00	0,89	0,75	10	
	7,50 – 7,95	21		18	45	0,95	1,00	0,79	0,75	8	
	9,00 – 9,45	22		19	45	0,95	1,00	0,73	0,75	7	
	10,50 – 10,95	14		14	45	1,00	1,00	0,67	0,75	5	
	12,00 – 12,45	16		16	45	1,00	1,00	0,64	0,75	6	
	13,50 – 13,95	15		15	45	1,00	1,00	0,62	0,75	5	
	15,00 – 15,45	19		17	45	1,00	1,00	0,61	0,75	6	
SK 32	1,50 – 1,95	22	6,00	22	45	0,75	1,00	1,68	0,75	16	Te
	3,00 – 3,45	23		23	45	0,80	1,00	1,23	0,75	13	
	4,50 – 4,95	17		17	45	0,85	1,00	1,02	0,75	8	
	6,00 – 6,45	17		16	45	0,95	1,00	0,89	0,75	8	
	7,50 – 7,95	28		22	45	0,95	1,00	0,79	0,75	9	
	9,00 – 9,45	29		22	45	0,95	1,00	0,73	0,75	9	
	10,50 – 10,95	25		20	45	1,00	1,00	0,67	0,75	8	
	12,00 – 12,45	46		31	45	1,00	1,00	0,64	0,75	11	Tdsi
	13,50 – 13,95	44		30	45	1,00	1,00	0,62	0,75	10	
	15,00 – 15,45	45		30	45	1,00	1,00	0,61	0,75	10	Tdki
16,50 – 16,95	40	28	45	1,00	1,00	0,60	0,75	9	Tdki		
SK 33	1,50 – 1,95	26	-	26	45	0,75	1,00	1,68	0,75	18	Tdki
	3,00 – 3,45	32		32	45	0,80	1,00	1,23	0,75	18	
	4,50 – 4,95	35		35	45	0,85	1,00	1,02	0,75	17	
	6,00 – 6,45	28		28	45	0,95	1,00	0,89	0,75	13	
	7,50 – 7,95	43		43	45	0,95	1,00	0,79	0,75	18	
	9,00 – 9,45	45		45	45	0,95	1,00	0,73	0,75	18	
	10,50 – 10,95	R		60	45	1,00	1,00	0,67	0,75	23	
	12,00 – 12,45	R		60	45	1,00	1,00	0,64	0,75	22	
SK 34	1,50 – 1,95	32	-	32	45	0,75	1,00	1,68	0,75	23	Tdsi
	3,00 – 3,45	28		28	45	0,80	1,00	1,23	0,75	15	
	4,50 – 4,95	23		23	45	0,85	1,00	1,02	0,75	11	
	6,00 – 6,45	31		31	45	0,95	1,00	0,89	0,75	15	
	7,50 – 7,95	R		60	45	0,95	1,00	0,79	0,75	25	Tdki
	9,00 – 9,45	42		42	45	0,95	1,00	0,73	0,75	16	
	10,50 – 10,95	R		60	45	1,00	1,00	0,67	0,75	23	
	12,00 – 12,45	R		60	45	1,00	1,00	0,64	0,75	22	
SK 35	1,50 – 1,95	36	-	36	45	0,75	1,00	1,68	0,75	26	Tdsi
	3,00 – 3,45	37		37	45	0,80	1,00	1,23	0,75	20	
	4,50 – 4,95	21		21	45	0,85	1,00	1,02	0,75	10	
	6,00 – 6,45	31		31	45	0,95	1,00	0,89	0,75	15	Tdki
	7,50 – 7,95	38		38	45	0,95	1,00	0,79	0,75	16	
	9,00 – 9,45	42		42	45	0,95	1,00	0,73	0,75	16	
	10,50 – 10,95	45		45	45	1,00	1,00	0,67	0,75	17	
	12,00 – 12,45	R		60	45	1,00	1,00	0,64	0,75	22	

Çalışma alanında açılan zemin sondajlarında yapılan standart penetrasyon testleri sonuçlarının düzeltilmesiyle bulunan N₆₀ değerleri çalışma alanı genelinde bodrumlu ve bodrumsuz yapılaşma durumu için bir yaklaşımda bulunulması amacıyla 1,5 ve 3,0 m derinlikteki büyüklükleri gözetilerek SPT- N₆₀ eşdeğer haritaları çiziminde kullanılmıştır (Şekil 4.4).



Şekil 4.4.1. İnceleme Alanında Önceden Açılmış Olan Zemin Sondajlarından Hesaplanmış N_{60} Değerleri Kullanılarak Yapılmış 1.50m için N_{60} Eşdeğer Haritası



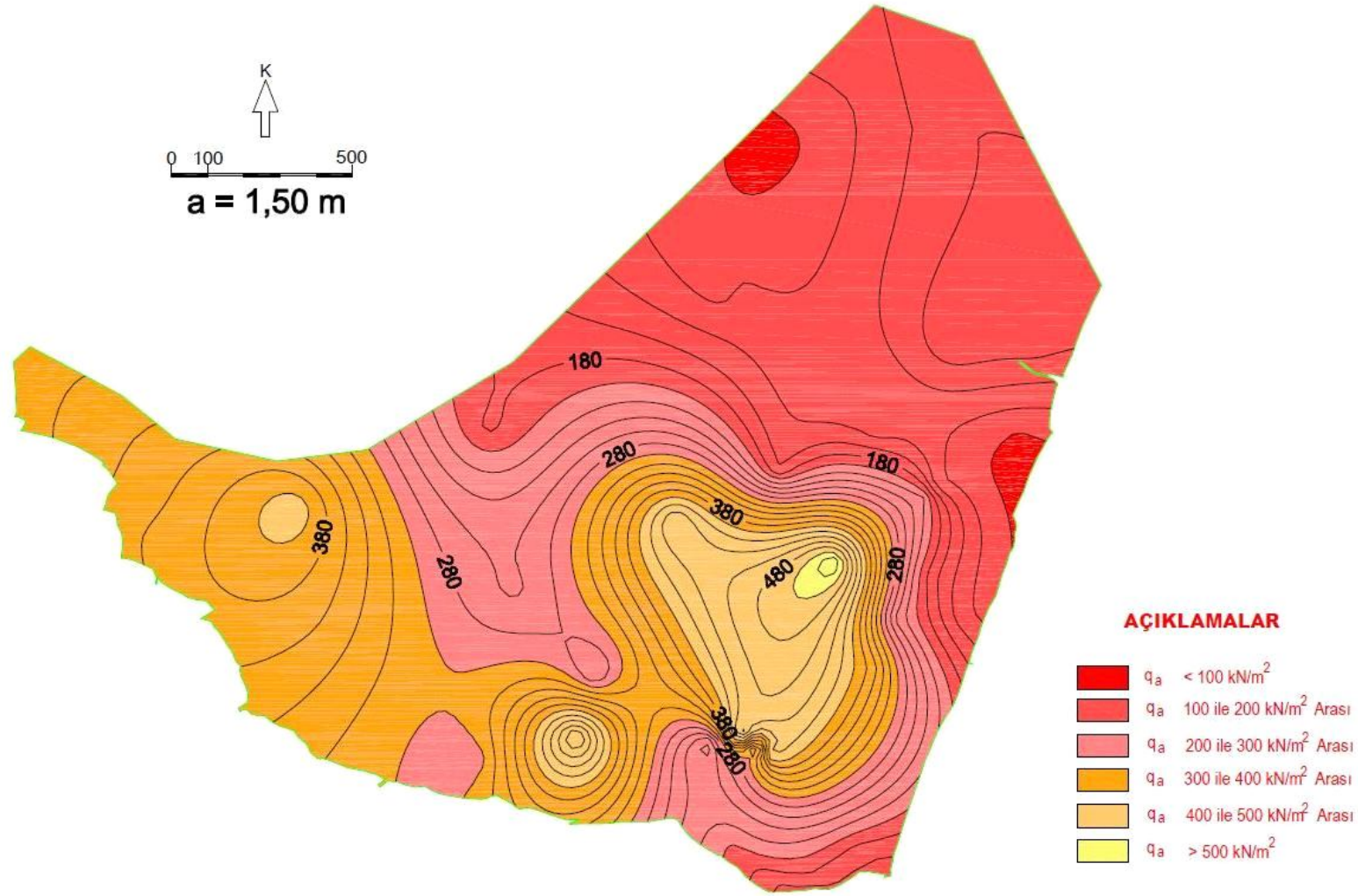
Şekil 4.4.2. İnceleme Alanında Önceden Açılmış Olan Zemin Sondajlarından Hesaplanmış N_{60} Değerleri Kullanılarak Yapılmış 3.00 m için N_{60} Eşdeğer Haritası

1,5 ve 3,0 m derinlikteki N_{60} değerleri çalışma'nın 3.2.1 bölümünde ayrıntıları verilen formüllerde kullanılarak Meyerhoof yöntemine göre her iki derinlik seviyesi için ayrı ayrı taşıma gücü değerleri hesaplanmıştır (Çizelge 4.3).

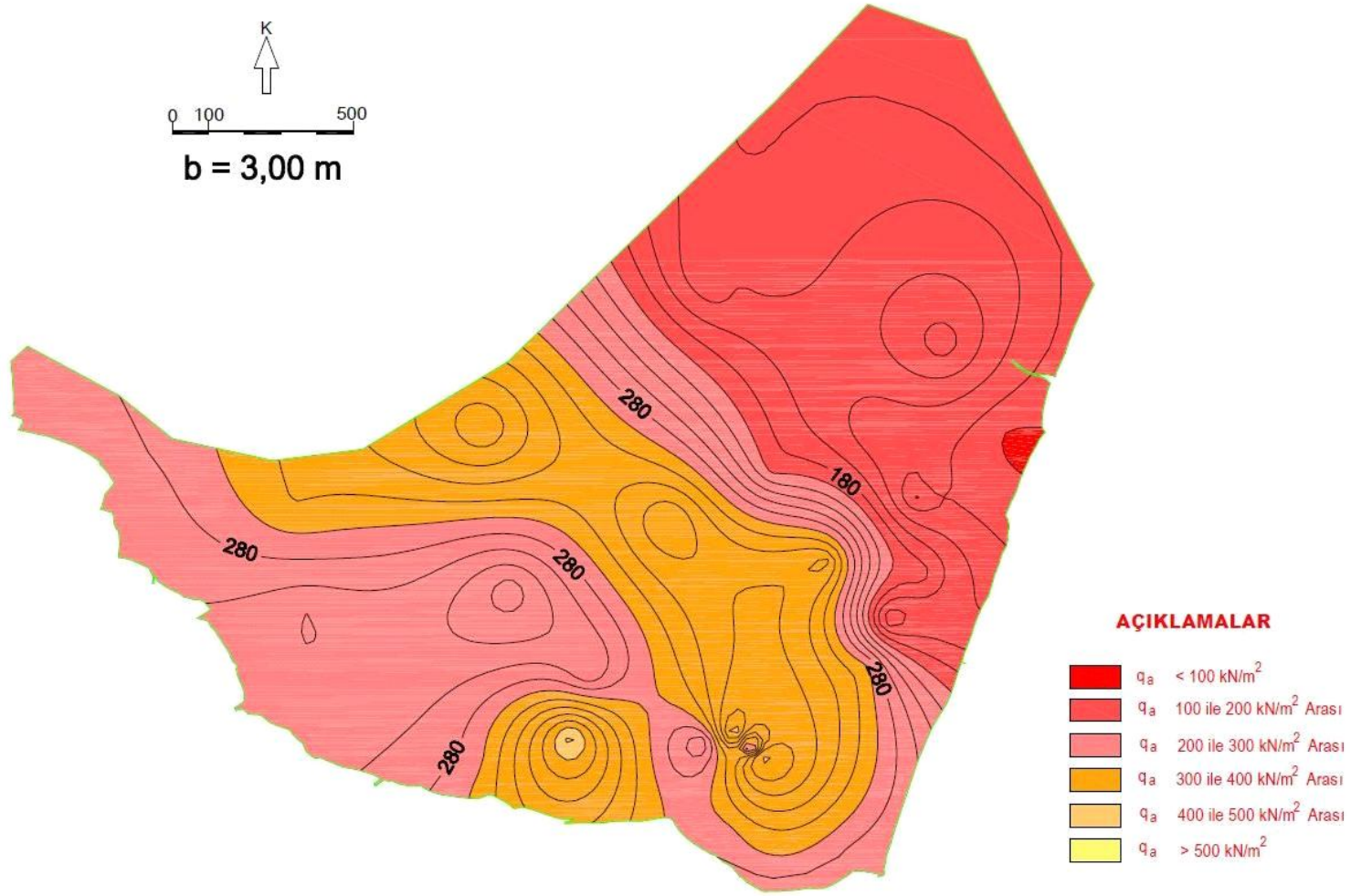
Çizelge 4.3. İnceleme Alanında Önceden Açılmış Olan Zemin Sondajlarındaki Düzeltilmiş SPT Değerleri Kullanılarak Meyerhof Yöntemine Göre Hesaplanmış Taşıma Gücü Değerleri

Sondaj No.	Koordinatlar		SPT		DÜZELTİLMİŞ SPT		D_2	D_3	B	K_{d1-23}	qa (kNm ²)	
	X	Y	1,50 m	3,00 m	1,50 m	3,00 m					1,50 m	3,00 m
SK1	4534427	540490	19	27	13	15	1.50	3.00	1.00	1.33	207.48	239.40
SK2	4535184	540678	14	22	10	12	1.50	3.00	1.00	1.33	159.60	191.52
SK3	4534894	541091	16	26	11	12	1.50	3.00	1.00	1.33	175.56	191.52
SK4	4534770	540998	21	15	15	8	1.50	3.00	1.00	1.33	239.40	119.70
SK5	4535270	541338	9	11	6	6	1.50	3.00	1.00	1.33	95.76	95.76
SK6	4534445	540120	45	48	32	27	1.50	3.00	1.00	1.33	510.72	430.92
SK7	4534166	540543	18	32	13	18	1.50	3.00	1.00	1.33	207.48	287.28
SK8	4534778	541187	11	17	8	9	1.50	3.00	1.00	1.33	127.68	143.64
SK9	4534413	540620	23	25	16	14	1.50	3.00	1.00	1.33	255.36	223.44
SK10	4534388	540621	28	44	20	24	1.50	3.00	1.00	1.33	319.20	383.04
SK11	4535109	541078	20	10	14	6	1.50	3.00	1.00	1.33	223.44	95.76
SK12	4534641	540945	32	35	23	19	1.50	3.00	1.00	1.33	367.08	303.24
SK13	4535529	541153	16	26	11	12	1.50	3.00	1.00	1.33	175.56	191.52
SK14	4534927	540832	48	42	34	23	1.50	3.00	1.00	1.33	542.64	367.08
SK15	4534451	540573	43	49	30	27	1.50	3.00	1.00	1.33	478.80	430.92
SK16	4536124	541214	14	15	10	8	1.50	3.00	1.00	1.33	159.60	127.68
SK17	4535120	538939	46	46	22	17	1.50	3.00	1.00	1.33	351.12	271.32
SK18	4534401	540652	38	46	13	9	1.50	3.00	1.00	1.33	207.48	143.64
SK19	4535295	540950	11	14	8	8	1.50	3.00	1.00	1.33	127.68	127.68
SK20	4535552	541404	16	14	11	8	1.50	3.00	1.00	1.33	175.56	127.68
SK21	4534617	540169	22	27	16	15	1.50	3.00	1.00	1.33	255.36	239.40
SK22	4535047	540394	41	44	8	8	1.50	3.00	1.00	1.33	127.68	127.68
SK23	4534113	540901	14	30	10	17	1.50	3.00	1.00	1.33	159.60	271.32
SK24	4535296	539878	16	46	11	25	1.50	3.00	1.00	1.33	175.56	399.00
SK25	4535720	540617	10	14	6	7	1.50	3.00	1.00	1.33	95.76	111.72
SK26	4535682	540592	15	22	8	9	1.50	3.00	1.00	1.33	127.68	143.64
SK27	4535677	540519	13	18	7	8	1.50	3.00	1.00	1.33	111.72	127.68
SK28	4535728	540469	13	19	7	8	1.50	3.00	1.00	1.33	111.72	127.68
SK29	4536107	540667	8	13	6	7	1.50	3.00	1.00	1.33	95.76	111.72
SK30	4536075	540701	9	14	6	8	1.50	3.00	1.00	1.33	95.76	127.68
SK31	4535144	541117	11	14	8	8	1.50	3.00	1.00	1.33	127.68	127.68
SK32	4534854	539950	22	23	16	13	1.50	3.00	1.00	1.33	255.36	207.48
SK33	4534385	539847	26	32	18	18	1.50	3.00	1.00	1.33	287.28	287.28
SK34	4534782	539386	32	28	23	15	1.50	3.00	1.00	1.33	367.08	239.40
SK35	4535076	539346	36	37	26	20	1.50	3.00	1.00	1.33	414.96	319.20

Hesaplanmış olan taşıma gücü değerleri ile her iki seviye için ayrı ayrı taşıma gücü haritaları hazırlanmıştır (Şekil 4.5.)



Şekil 4.5.1. İnceleme Alanında Önceden ve Çalışma Kapsamında Açılmış Olan Zemin Sondajlarından Hesaplanmış N_{60} Değerleri İle Meyerhof Yöntemi Kullanılarak 1.50 m için Yapılmış Taşıma Gücü Haritaları



Şekil 4.5.2. İnceleme Alanında Önceden ve Çalışma Kapsamında Açılmış Olan Zemin Sondajlarından Hesaplanmış N_{60} Değerleri İle Meyerhof Yöntemi Kullanılarak 3.00 m için Yapılmış Taşıma Gücü Haritaları

4.3. Jeofizik Ölçüm Sonuçlarının Değerlendirilmesi

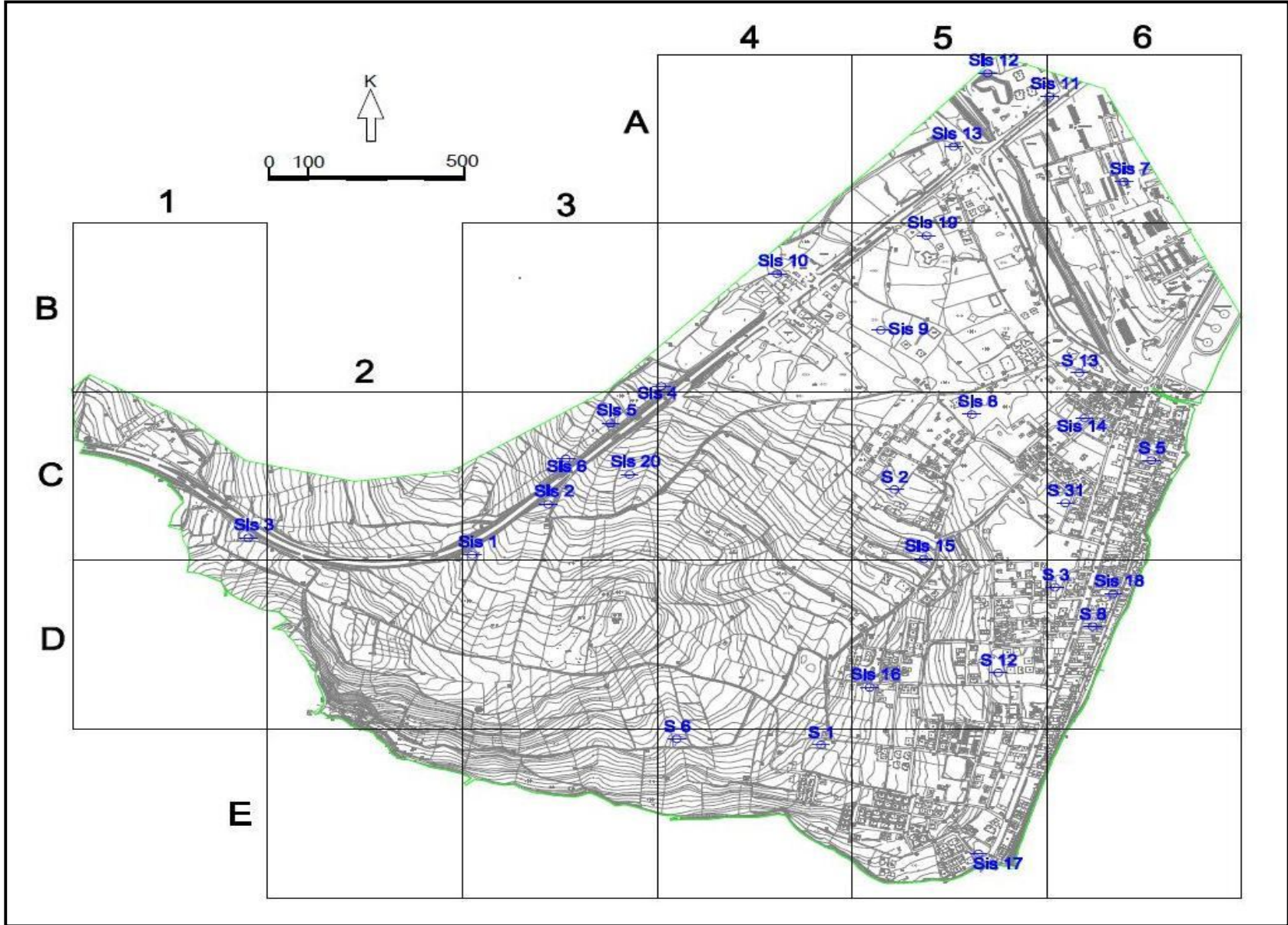
Bu araştırma sırasında gerçekleştirilen arazideki yerinde (in-situ) yapılan jeofizik ölçümler ile önceki çalışmalar sırasında sağlanan verilerin değerlendirilmesine dayanak oluşturan mühendislik jeofiziği yöntem ve tekniklerini; jeoelektriksel özdirenç (rezistivite) ve sismik sığ kırılma, yüzey dalgası analizi, mikrotremör çalışmaları şekillendirmiştir.

İnceleme alanı içinde gerçekleştirilen jeofizik çalışmalarla (jeoelektriksel özdirenç, sismik kırılma, mikrotremör) sağlanan güncel veriler ve önceki yıllara ait çalışmalardan elde edilenler bir bütün halinde birlikte değerlendirilmiştir. Yeraltı ortamının dinamik parametrelerinin hesaplanması ile “1 ve 2. Derece Deprem Kuşağı” içinde gösterilen bölgenin doğrudan arazi verilerine dayanan ayrıntılı bir deprem davranış ve depremsellik derecesi değerlendirilmiştir.

4.3.1. Sığ sismik kırılma ölçümlerinin değerlendirilmesi

İnceleme alanında önceki çalışmalarda yapılmış 30 ve bu çalışma kapsamında yapılan 7 adet sığ sismik kırılma lokasyonunun çalışma alanı içerisindeki yerleri Şekil 4.6’da gösterilmiş, ölçümlerde elde edilen ve bu çalışmada kullanılan bilgilerde aşağıdaki formüllerle hesaplanarak Çizelge 4.4’te verilmiştir.

Poisson Oranı (u)	$= \{1-2(V_s^2/V_p^2)/[2-2(V_s^2/V_p^2)]\}$
Dinamik Kayma modülü (G)	$= d.V_s^2 \text{ kg / cm}^2$
Dinamik Elastisite Modülü (E)	$= 2(1+u)G \text{ kg/cm}^2$
Dinamik Bulk Modülü (k)	$= \{2(1+u)G\} / \{3(1-2u)\} \text{ kg/cm}^2$
Kütle yoğunluğu (d)	$= 0,2 V_p + 1,6 \text{ gr/cm}^3$
Zemin Titreşim Periyodu (T ₀)	$= \Sigma 4h / V_s \text{ sn}$
V _{s30}	$= 30/(\Sigma_{i=1,N} (h_i/V_s)) \text{ m/sn.}$
Zemin Büyütmesi A	$= 68 * V_s30^{-0,6} \text{ (Midorikawa)}$



Şekil 4.6. İnceleme alanındaki sığ sismik kırılma ölçümü uygulama lokasyonları

Çizelge 4.4. İnceleme Alanında Önceden ve Bu Çalışma Kapsamında Yapılmış Sığ Sismik Kırılma Ölçümlerinin V_s ve T_0 Değerleri.

Profil	Tabaka No	Ortalama Kalınlık h_i (m)	Gerçek P Hızı V_p (m / sn)	Gerçek S Hızı V_s (m / sn)	Sismik Hız Oranı V_p / V_s , (birimsiz)	Dinamik Poisson Oranı ν_d	Dinamik Elastisite Modülü E_d , (kg / cm ²)	Dinamik Kayma Modülü, G_d , (kg / cm ²)	Nihai Taşıma Gücü (kg / cm ²)	Dinamik Bulk Modülü B_d , (kg / cm ²)	Yoğunluk ρ , (gr / cm ³)	Zemin Büyütmesi $68 * V_s^{30-0.6}$	Zemin Hakim Peryodu T_0 , (sn) $\Sigma 4h / V_s$ sn
S1	1	1,65	335	170	1,97	0,32	1037	391	2,3	977	1,33	2,12	0,62
	2	10,0	525	310	1,69	0,22	3584	1455	4,6	2188	1,48		
S2	1	4,50	360	123	1,15	0,40	58587	20429	1,6	1477	1,35	2,00	0,39
	2	10,0	1015	544	1,86	0,24	1344757	517816	9,5	11122	1,74		
S3	1	2,05	360	190	1,89	0,33	1296	497	2,6	1108	1,35	2,40	0,77
	2	10,0	990	250	3,96	0,47	3250	1109	4,3	15596	1,74		
S5	1	1,52	350	200	1,75	0,28	1374	547	2,7	927	1,34	2,20	0,65
	2	10,0	590	300	1,97	0,32	3718	1403	4,6	3484	1,53		
S6	1	4,00	335	175	1,88	0,30	1095	420	2,36	928	1,33	2,30	0,55
	2	10,0	880	400	2,20	0,37	7401	27013	6,75	9473	1,69		
S8	1	4,80	800	301	2,65	0,41	4608	1625	4,96	9314	1,64	1,60	0,52
	2	8,0	1851	435	4,25	0,47	11178	3800	8,84	1960	2,03		
S12	1	1,56	355	160	2,2	0,37	964	351	2,2	1236	1,35	1,52	0,34
	2	3,30	625	320	1,95	0,29	4271	1618	5,0	3938	1,55		
	3	10,0	1595	590	2,7	0,42	19761	6955	11,6	40746	1,96		
SK13	1	3,04	345	190	1,81	0,27	1261	492	2,5	947	1,34	2,30	0,70
	2	10,0	1280	270	4,7	0,47	4071	1379	5,0	28577	1,85		
SK31	1	2,66	350	140	2,50	0,41	753	268	1,9	1292	1,34	2,30	0,76
	2	10,0	1500	250	6,00	0,49	3654	1230	4,8	41800	1,93		
Sis 1	1	2,00	350	-	-	-	-	-	-	-	-	1,50	0,32
	2	5,10	900	300	3,00	0,43	4393	1528	6,40	11716	1,69		
	3	17,50	2200	714	3,08	0,44	31196	10823	51,20	88326	2,12		
Sis 2	1	0,70	300	-	-	-	-	-	-	-	-	1,80	0,38
	2	8,10	700	210	3,33	0,45	2269	782	2,70	6867	1,60		
	3	18,00	2200	714	3,08	0,44	30555	10601	51,20	88326	2,12		
Sis 3	1	1,50	300	-	-	-	-	-	-	-	-	1,60	0,39
	2	5,30	1050	357	2,94	0,43	6453	2249	9,70	16457	1,77		
	3	20,00	1900	550	3,45	0,45	18007	6191	27,4	65630	2,05		

Çizelge 4.4. 'ün devamı

Profil	Tabaka No	Ortalama Kalınlık h_i (m)	Gerçek P Hızı V_p (m / sn)	Gerçek S Hızı V_s (m / sn)	Sismik Hız Oranı V_p / V_s , (birimsiz)	Dinamik Poisson Oranı ν_d	Dinamik Elastisite Modülü E_d , (kg / cm ²)	Dinamik Kayma Modülü, G_d , (kg / cm ²)	Nihai Taşıma Gücü (kg / cm ²)	Dinamik Bulk Modülü B_d , (kg / cm ²)	Yoğunluk d , (gr / cm ³)	Zemin Büyütmesi	Zemin Hakim Peryodu T_0 , (sn)
Sis 4	1	2,00	350	150	2,33	0,38	1062	383	1,22	1240	1,34	1,60	0,39
	2	16,10	1300	420	3,09	0,44	9468	3284	14,3	27080	1,86		
	3	20,00	2300	769	2,99	0,44	36488	12695	61,2	96639	2,15		
Sis 5	1	6,70	550	210	2,61	0,41	1873	662	2,7	3659	1,50	1,70	0,37
	2	17,00	2200	715	3,07	0,44	31279	10854	51,4	88286	2,12		
Sis 6	1	5,80	1000	350	2,86	0,43	6106	2135	9,30	14585	1,74	1,50	0,31
	2	18,00	2100	675	3,10	0,44	27583	9561	44,7	79797	2,10		
Sis 7	1	2,20	276	124	2,23	0,37	533	194	1,56	702	1,26	2,10	0,49
	2	18,00	898	381	2,36	0,39	6839	2459	6,46	10384	1,69		
Sis 8	1	2,55	359	155	2,32	0,39	897	324	2,10	1305	1,26	2,00	0,52
	2	18,00	858	395	2,17	0,37	7138	2614	6,62	8847	1,69		
Sis 9	1	2,75	310	105	2,95	0,44	411	143	1,36	1057	1,30	2,00	0,45
	2	18,00	1237	463	2,67	0,42	11164	3935	8,50	22842	1,84		
Sis10	1	3,10	316	147	2,15	0,36	768	282	1,91	927	1,34		0,41
	2	18,0	1424	389	3,65	0,46	8442	2892	7,40	34700	1,93		
Sis11	1	2,40	282	100	2,82	0,43	362	127	1,27	840	1,27	2,10	0,48
	2	18,0	1320	398	3,36	0,45	8242	2838	7,43	28724	1,87		
Sis12	1	2,80	294	138	2,13	0,36	663	244	1,77	782	1,28	2,30	0,56
	2	18,0	627	320	1,96	0,32	4200	1586	4,96	3974	1,55		
Sis 13	1	3,00	1083	291	3,72	0,43	4397	1504	2,17	1881	1,78		0,40
	2	14,00	1100	499	2,21	0,37	12150	4432	8,90	1565	1,78		
	3	20,00	1231	543	2,27	0,38	14915	5408	9,97	2054	1,83		
Sis 14	1	1,80	304	101	3,02	0,44	492	171	1,30	1337	1,66	2,90	0,95
	2	13,80	1541	190	8,10	0,49	2102	704	3,69	45267	1,91		
	3	28,30	-	214				816			1,75		
Sis 15	1	1,00	186	88	2,12	0,36	348	128	1,00	406	1,64	2,01	0,51
	2	4,50	990	249	3,97	0,47	3339	1139	4,32	16451	1,80		
	3	12,50	1564	383	4,09	0,47	8383	2855	7,46	43904	1,91		

Çizelge 4.4. 'ün devamı

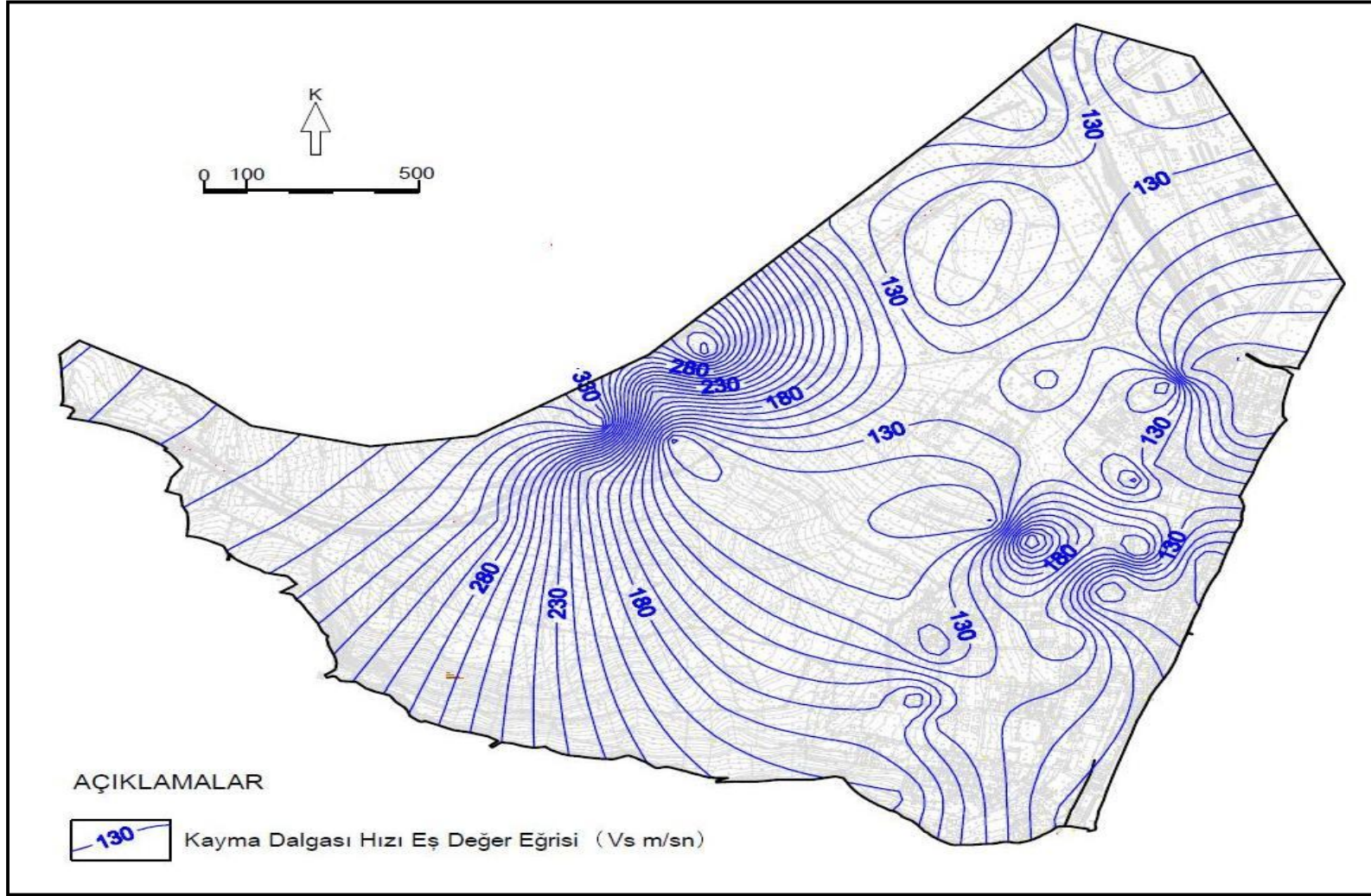
Profil	Tabaka No	Ortalama Kalınlık h_i (m)	Gerçek P Hızı v_p (m / sn)	Gerçek S Hızı v_s (m / sn)	Sismik Hız Oranı v_p / v_s , (birimsiz)	Dinamik Poisson Oranı ν_d	Dinamik Elastisite Modülü E_d , (kg / cm ²)	Dinamik Kayma Modülü, G_d , (kg / cm ²)	Nihai Taşıma Gücü (kg / cm ²)	Dinamik Bulk Modülü B_d , (kg / cm ²)	Yoğunluk d , (gr / cm ³)	Zemin Büyütmesi	Zemin Hakim Peryodu T_0 , (sn)
Sis 16	1	1,10	293	113	2,58	0,41	614	217	1,40	1162	1,66	1,90	0,42
	2	4,35	870	201	4,33	0,47	2154	732	3,40	12716	1,77		
	3	12,43	1020	383	2,67	0,42	7642	2695	6,70	15546	1,80		
Sis 17	1	3,20	365	119	3,06	0,44	699	243	1,60	1949	1,67	2,27	0,57
	2	10,13	1521	220	6,91	0,49	2804	941	4,20	43665	1,90		
	3	18,87	2479	389	6,37	0,49	9628	3237	8,50	127018	2,10		
Sis 18	1	2,00	229	81	2,82	0,43	316	111	0,90	732	1,65	2,30	0,57
	2	10,13	1434	267	5,38	0,48	4052	1367	4,60	37741	1,89		
	3	19,10	2341	348	6,65	0,49	7577	2545	7,50	109237	2,06		
Sis 19	1	2,20	252	108	2,33	0,39	547	197	1,30	806	1,65	2,37	0,63
	2	7,70	1022	208	4,91	0,48	2361	799	3,60	18153	1,80		
	3	15,35	1502	311	4,83	0,48	5541	1875	6,00	41218	1,90		
Sis 20	1	1,10	250	97	2,58	0,41	446	158	1,20	841	1,65	1,99	0,49
	2	3,06	1117	230	4,87	0,48	2897	980	4,10	21892	1,82		
	3	10,41	1370	342	4,01	0,47	6542	2230	6,45	32893	1,87		

Çizelge (4.4) de görüldüğü gibi inceleme alanı genelinde, ölçülen hızlara göre, zemin genel olarak 2 ve yer yer 3 tabakaya ayrılmıştır. Bu tabakalara ait V_s hız dağılımları yüzeyden itibaren kalınlığı 1,50 ile 6,00 metreler arasındaki değerlere dönüştürülmüş ve bu derinlikler için hesaplanan değerler Çizelge 4.5'te, bu derinliklere ait V_s hız dağılım eğrileri verilmiştir.

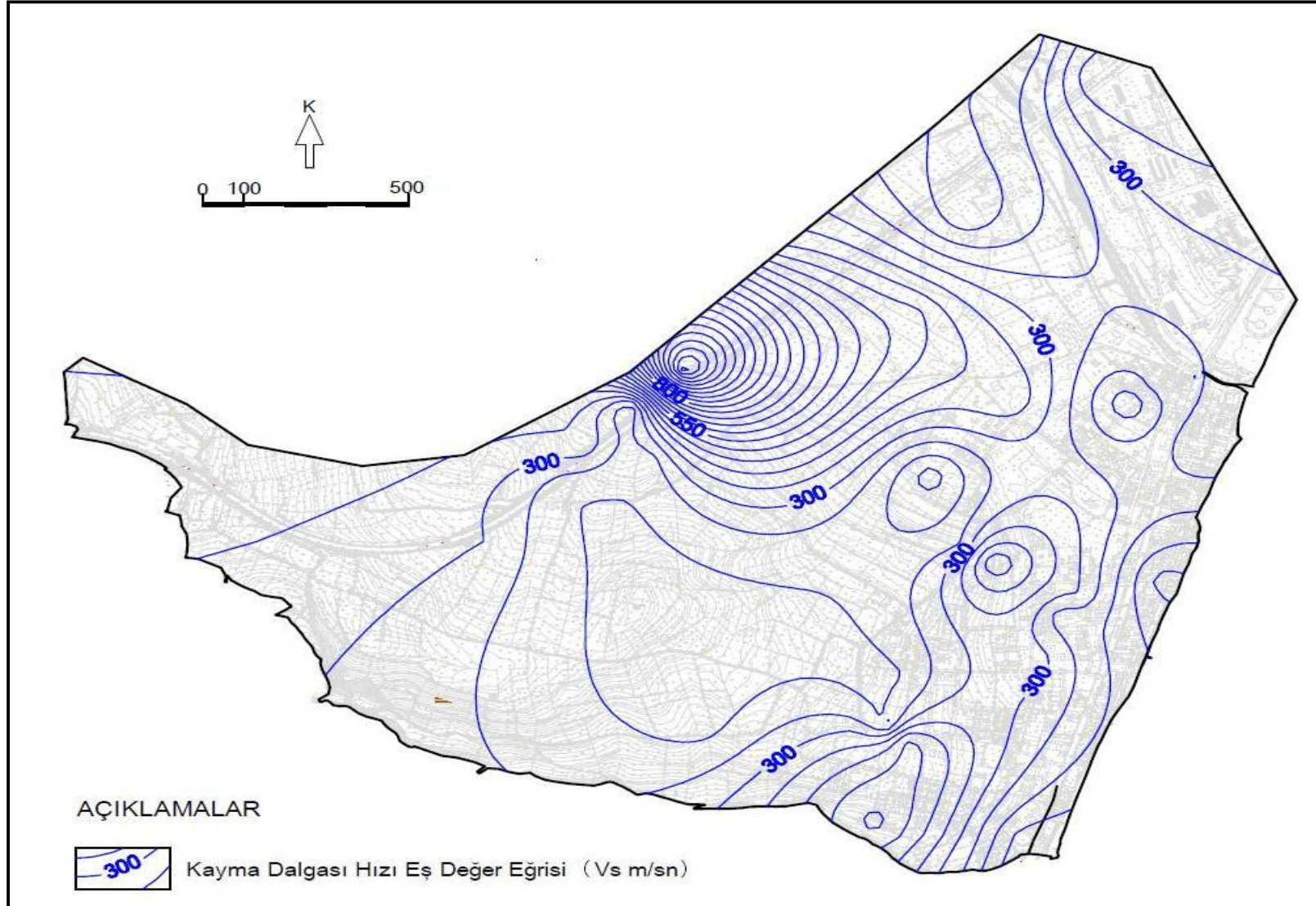
Çizelge 4.5. İnceleme Alanında Yapılmış Sığ Sismik Kırılma Ölçümlerinin 1.50, 3.00 ile 6.00 m'ler düzeyindeki Hesaplanmış V_s Değerleri.

Lokasyon No.	Gerçek S Hızı v_s , (m / sn)			T_0
	1,5 m	3,0 m	6,0 m	
S 1	170	310	310	0.55
S 2	123	123	544	0.52
S 3	190	250	250	0.77
S 5	200	300	300	0.65
S 6	178	178	400	0.55
S 8	98	301	435	0.52
S 12	160	320	590	0.40
S 13	190	190	270	0.70
S 31	140	250	250	0.76
Sis1	300	300	714	0.32
Sis2	208	208	714	0.38
Sis3	357	357	500	0.30
Sis4	350	1300	769	0.39
Sis5	210	210	715	0.37
Sis6	350	350	675	0.31

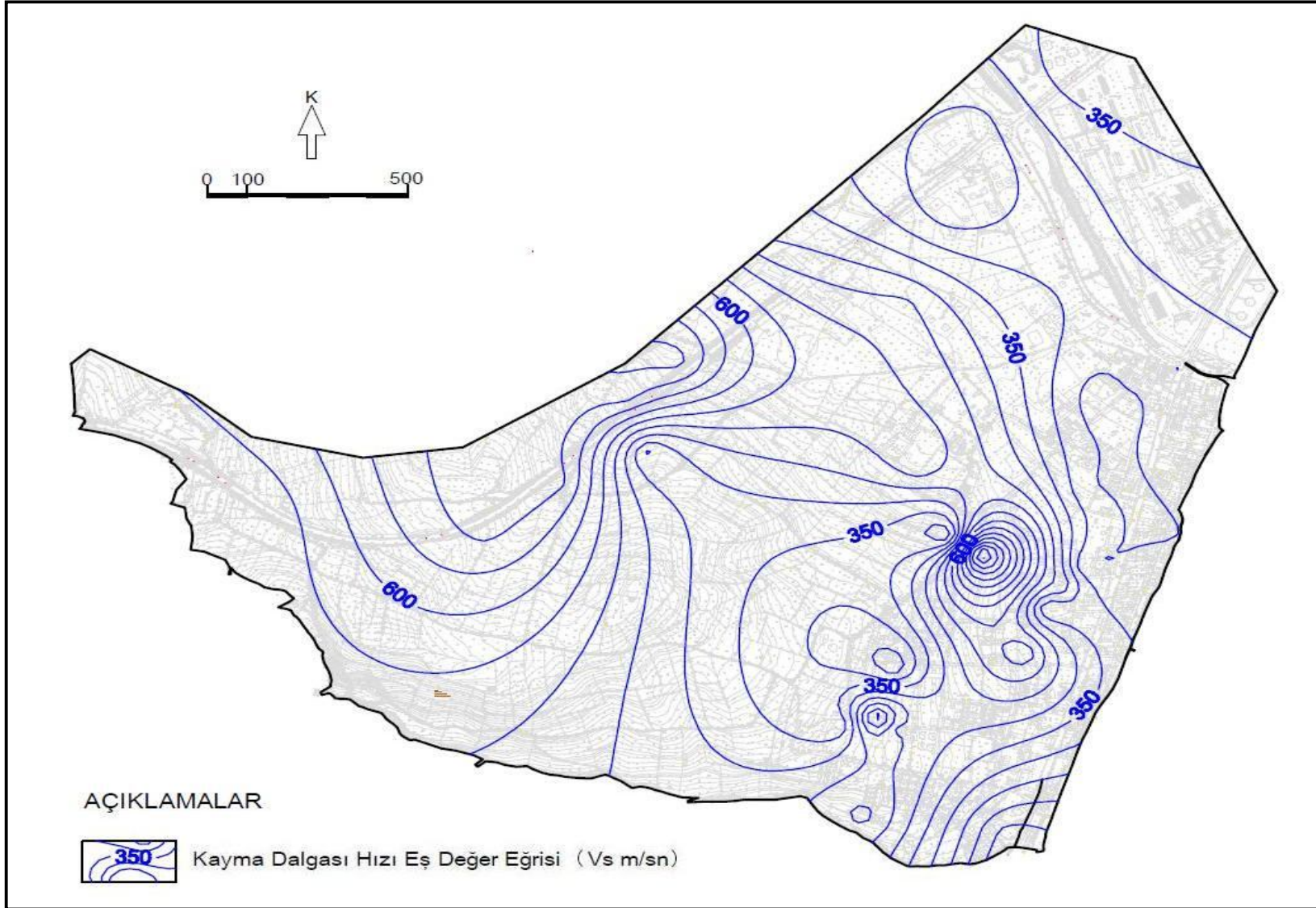
Lokasyon No.	Gerçek S Hızı v_s , (m / sn)			T_0
	1,5 m	3,0 m	6,0 m	
Sis7	124	381	381	0.50
Sis8	155	395	395	0.45
Sis9	105	463	463	0.40
Sis10	147	390	390	0.42
Sis11	100	398	398	0.40
Sis12	138	138	320	0.53
Sis13	160	160	240	0.79
Sis14	101	101	190	0.95
Sis15	99	249	249	0.51
Sis16	113	201	201	0.42
Sis17	119	119	119	0.57
Sis18	81	81	267	0.57
Sis19	108	108	208	0.63
Sis20	97	230	342	0.49



Şekil 4.7. İnceleme alanı 1. Tabaka V_s hızları dağılım haritası



Şekil 4.8. İnceleme alanı 2. Tabaka Vs hızları dağılım haritası



Şekil 4.9. İnceleme alanı 3. Tabaka Vs hızları dağılım haritası

4.3.2. Mikrotremör ölçümlerinin değerlendirilmesi

4.3.2.1. Kayma dalgası (Vs) hızının MASW-MAM yöntemiyle belirlenmesi

Yapı-yeri incelemelerinde S dalgası hızlarını elde edebilmek için yeni bir yöntem olan masw-mam yöntemleri ile dar alanlarda kırılma yönteminin etki derinliğinden daha fazla derinlerden bilgi alınması sağlanır. Sinyal/gürültü oranının yetersiz kaldığı şehir içi çalışmalarında ihtiyaç duyulan 30m. ve üstü derinliklerden bilgi alınabilmesine olanak sağlamaktadır. Yönetmeliklerde 30m. araştırma derinliği yeterli görülmekle birlikte, zemin hakim periyodunun belirlenebilmesi için en az 760 m/sn. hız değerine sahip katmana kadar sismik hızların belirlenebilmesi de yöntemle mümkündür. Bu sayede Vs30, zemin grubu, zemin sınıfı, zemin büyütmesi ve zemin hakim periyodu da yüksek doğrulukla hesaplanabilmektedir. Ayrıca doğal zemine gerek duyulmaksızın asfalt, beton, kaldırım, taş zemin v.b. ortamlarda da jeofonların satıhla iyi bir bağlantısı sağlanarak ölçüm alınabilmektedir.

4.3.2.2. Yöntemin uygulama tipleri

Masw-mam yöntemi başlangıçta aktif kaynak ve pasif kaynak olarak iki kısma ayrılır.

Aktif kaynak:

Aktif kaynak uygulamalarında doğrusal hat boyunca dizili jeofonlara belirli uzaklıktan balyozla vurulması sonucunda sismik dalgalar kaydedilir. Uzaklığa ve yeraltı yapısına bağlı olarak enerji biriktirmesi yapılabilir. Bu aşama ya veri toplama aşamasında diyebiliriz.

Pasif kaynak uygulaması:

Pasif kaynak uygulamalarında L, dairesel v.b. diğer ölçüm sistemlerinde jeofonlar yerleştirilir. Kullanılan ölçüm ekipmanları özelliklerine bağlı olarak belirli sürelerde çok sayıda kayıt alınır. Uygulamada çevresel trafik, fabrikalar, deniz dalgası, atmosfer basıncı v.b. gürültüler sonucu oluşan titreşimler kaydedilir.

4.3.2.3. Yüzey dalgası ve dispersiyon

Yüzey dalgaları sismolojide çok eskiden beri kabuk ve üst mantonun yapısının araştırılmasında kullanılmaktadır. Yapı yeri incelemelerinde kayma dalgası hızlarının belirlenmesi gibi sığ amaçlar için kullanımı Spectral Analysis of Surface (Sasw) yönteminin geliştirilmesi ile başlamıştır. (Nazarian ve Stokoe 1984, Stokoe ve Nazarian 1985, Gucunski ve Woods 1991, Tokimatsu ve diğerleri).

Mikrotremor, rüzgar, yağmur, deniz dalgaları, atmosfer basınç değişimleri, trafik, sanayi v.b. olaylardan kaynaklanan periyotları 0.005-2 saniye aralığındaki titreşimlerdir. Pek çok araştırmacı mikrotremorları Rayleigh dalga türü ile ilişkilendirmektedir. Rayleigh dalgaları bir tür yüzey dalgası olup, sadece yer-hava sınırı gibi serbest yüzeylerde, P ve S dalgalarının girişimlerinin bir sonucudur. Eliptik parçacık hareketi dalga yayılım yönünün tersinedir. Rayleigh dalgaları sınırlı bir derinlik boyunca yayılım gösterirler ve uzun dalga boyları daha derinlere nüfuz eder.

Düşey yöndeki dalga genliği dalga boyuna bağlı olduğundan yüzey dalgaları dispersif özelliktedir. Her dalga boyunun karşılığı olan bir faz hızı vardır. Homojen ortamlarda farklı dalga boyları aynı faz hızındadır. Katmanlı ortamda ise küçük dalga boylarında faz hızı

birinci katmanın, çok büyük dalga boylarında ise temelin faz hızına eşit olacaktır. Katmanların fiziksel özelliklerinden kaynaklanmayan bu olaya “geometric dispersiyon” ve faz hızının frekans ile değişiminin çizilmesine de “dispersiyon eğrisi” adı verilir.

4.3.2.4. Değerlendirme

Sahada elde edilen aktif kaynak veya pasif kaynak yüzey dalgası kayıtları arazide toplandıktan sonra veri işlem aşamasına geçilir. İlk aşamada değişik frekanslara karşılık gelen faz hızları program vasıtası ile çizdirilir. İşlem sonucunda dispersiyon eğrisi elde edilir. Elde edilen dispersiyon eğrisinin yine program vasıtası ile frekans aralıkları belirlenir. Akabinde farklı modellerde inversion (ters çözüm) uygulanarak derinliğe bağlı S dalgası hızları hesaplanır.

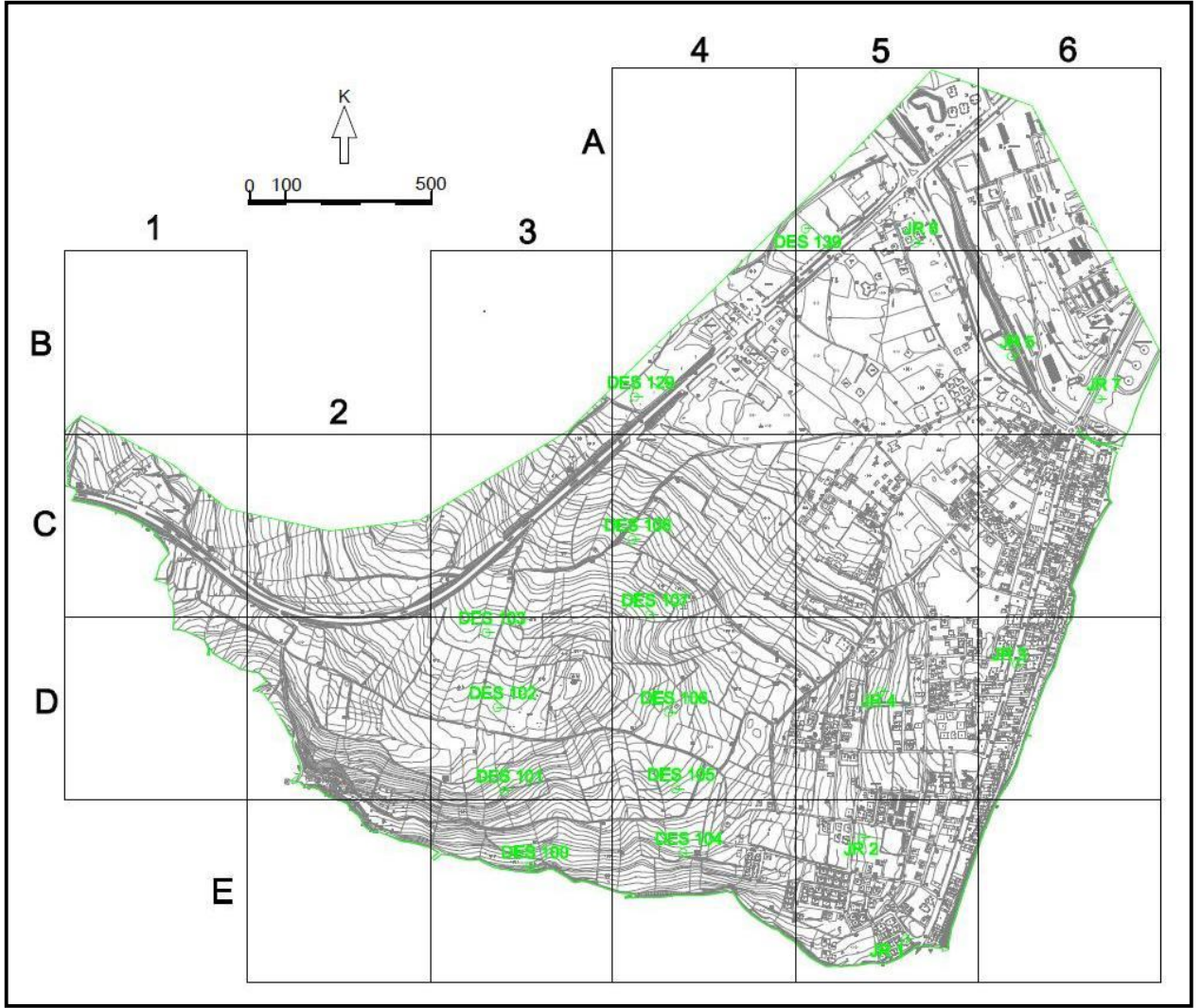
4.3.2.5. Kullanılan parametreler ve formüller

Vs (mam) ve Vp /refraction) hızları kullanılarak aşağıdaki parametreler hesaplanır ;

Poisson Oranı (u)	= $\{1-2(V_s^2/V_p^2)/[2-2(V_s^2/V_p^2)]\}$
Dinamik Kayma modülü (G)	= $d.V_s^2 \text{ kg / cm}^2$
Dinamik Elastisite Modülü (E)	= $2(1+u)G \text{ kg/cm}^2$
Dinamik Bulk Modülü (k)	= $\{2(1+u)G\} / \{3(1-2u)\} \text{ kg/cm}^2$
Kütle yoğunluğu (d)	= $0,2 V_p + 1,6 \text{ gr/cm}^3$
Zemin Titreşim Periyodu (T ₀)	= $\Sigma 4h / V_s \text{ sn}$
Vs30	= $30/(\Sigma_{i=1,N} (h_i/V_s)) \text{ m/sn.}$
Zemin Büyütmesi A	= $68 * V_s 30^{-0,6} \text{ (Midorikawa)}$

4.3.3. Jeoelektriksel özdirenç ölçümlerinin değerlendirilmesi

Elektriksel özdirenç (rezistivite) ölçümleri sonunda elde edilen sayısal verilerin jeolojik yorumuyla sağlanan bilgilerden hareketle çalışma alanının yüzey ve yeraltı jeolojik niteliği hakkında daha fazla bilgi sağlanmıştır. İnceleme alanında önceki çalışmalarda yapılmış 18 jeoelektriksel özdirenç ölçüm lokasyonunun çalışma alanı içerisindeki yerleri Şekil 4.10’da gösterilmiş, ölçümlerde elde edilen özdirenç değerleri ve yüzeyden itibaren temsil ettikleri derinlik aralıkları listelenerek Çizelge 4.6’da verilmiştir.

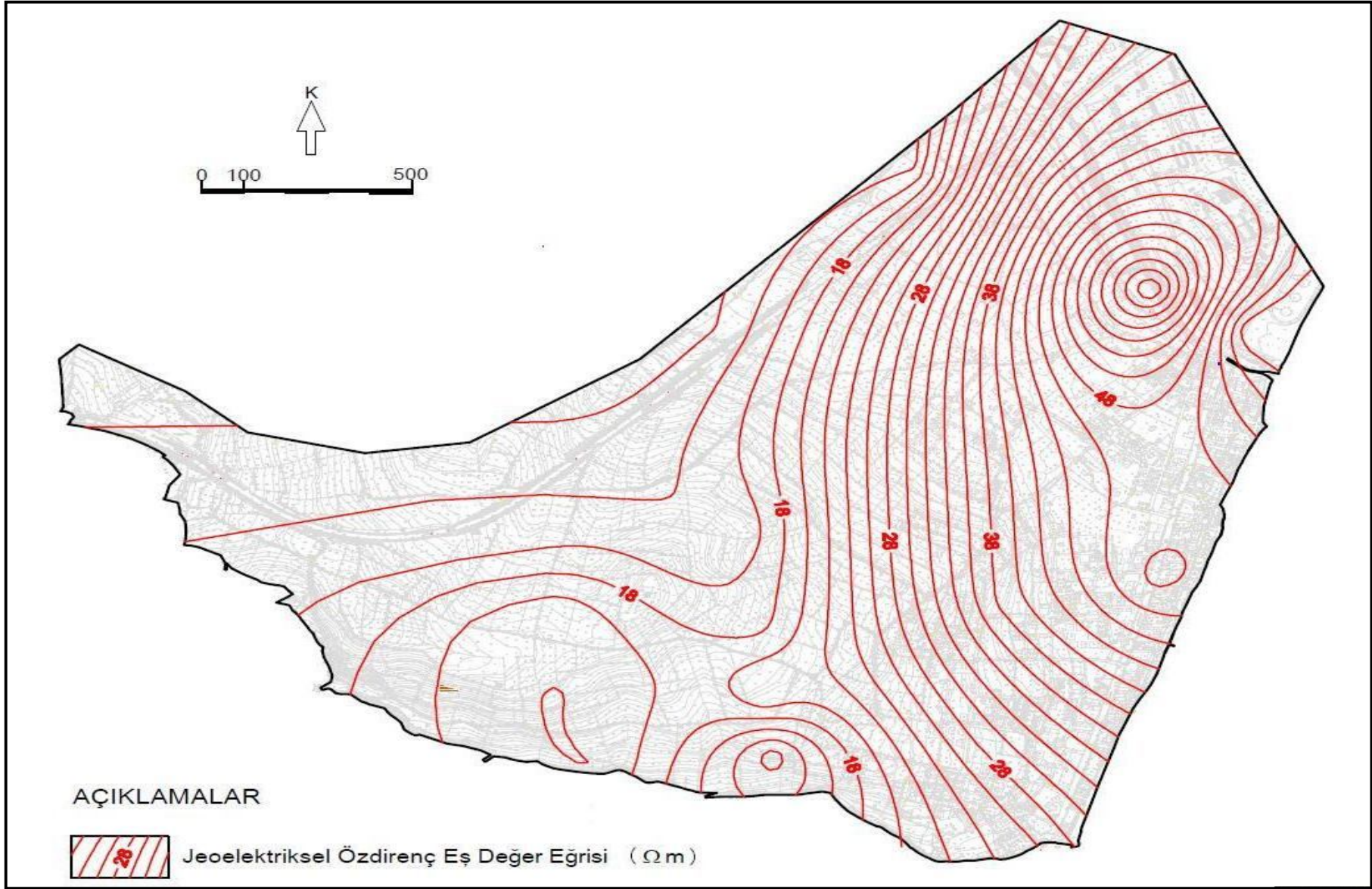


Şekil 4.10. İnceleme alanındaki rezistivite ölçümü uygulama lokasyonları (DES-JR Düşey Elektrik Sondajı)

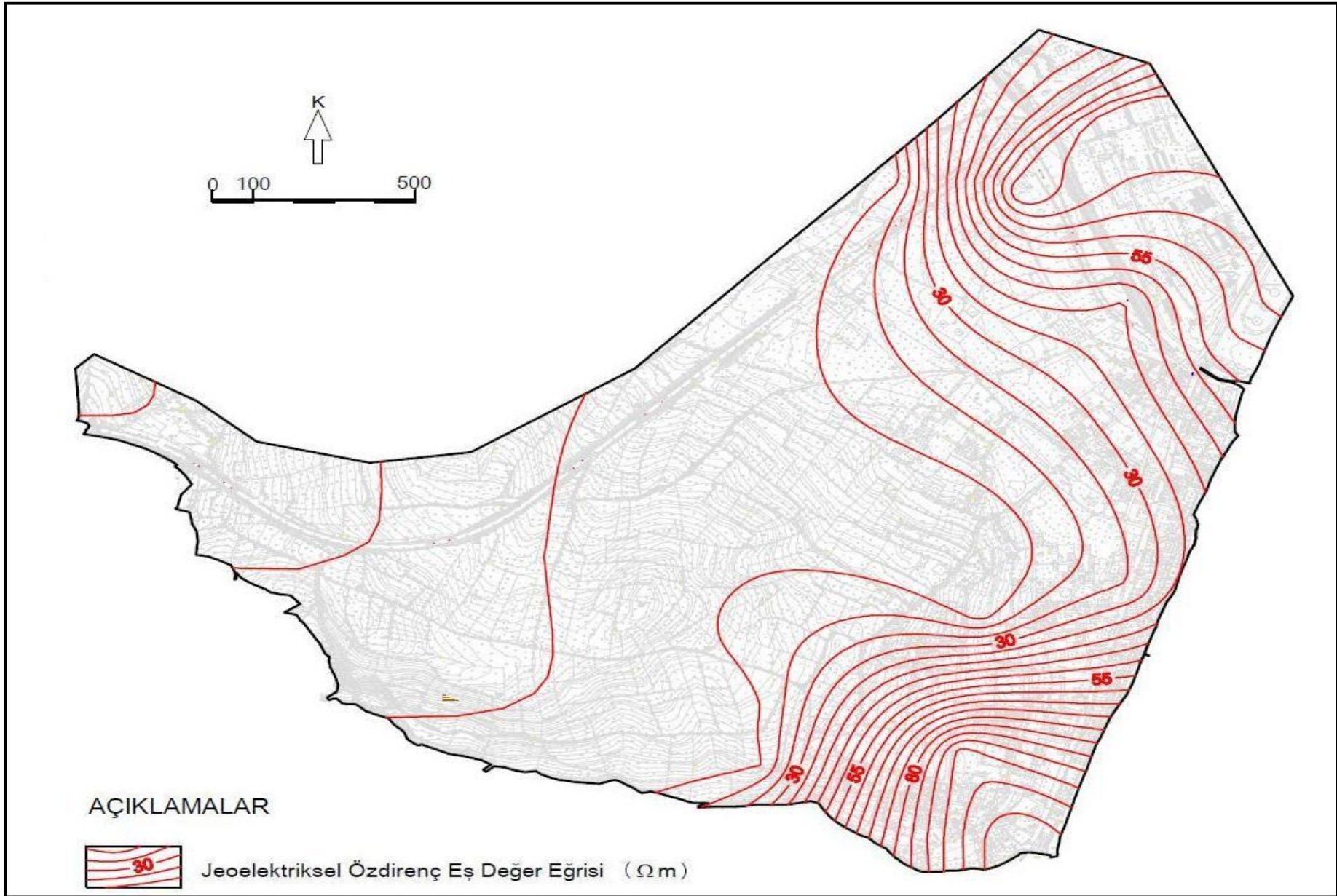
Çizelge 4.6. İnceleme Alanında Önceden Yapılmış Jeoelektriksel Özdirenç Ölçümlerinin Yüzyden İtibaren Temsil Ettikleri Derinlik Aralıkları Değerleri.

Lokasyon No.	Ölçülen Özdirenç Değeri		
	3,0 m	6,0 m	10,0 m
JR 1	26	110	22.2
JR 2	28.3	96.8	30.3
JR 3	48.6	25.9	24.9
JR 4	38.34	11.67	41.66
JR 5	64.3	39.9	20.8
JR 6	37.2	80.1	15.98
JR 7	37.74	59.7	14.74
DES 100	22	11	17
DES 101	22	14	14

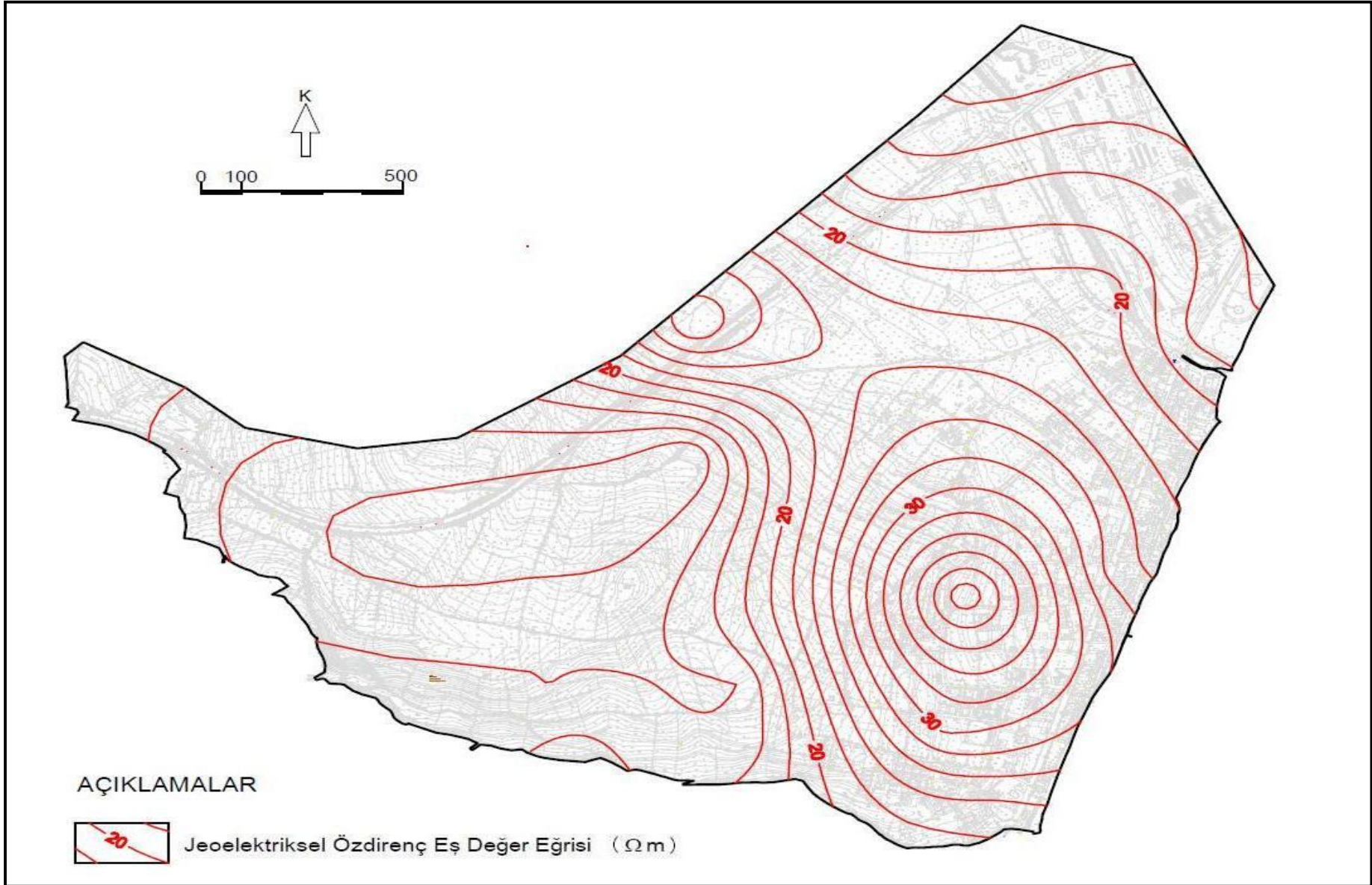
Lokasyon No.	Ölçülen Özdirenç Değeri		
	3,0 m	6,0 m	10,0 m
DES 102	22	11	17
DES 103	22	14	14
DES 104	11	15	15
DES 105	22	14	14
DES 106	17	17	17
DES 107	14	14	14
DES 108	15	15	10
DES 129	12	12	30
DES 139	14	14	14



Şekil 4.11. İnceleme alanında 3 m'deki rezistivite eşdeğer eğrileri



Şekil 4.12. İnceleme alanında 6 m'deki rezistivite eşdeğer eğrileri



Şekil 4.13. İnceleme alanında 10 m'deki rezistivite eşdeğer eğrileri

4.4. Laboratuvar Verilerinin Değerlendirilmesi

İnceleme alanında önceki çalışmalarda ve bu çalışma kapsamında açılan zemin araştırma sondajları ve araştırma çukurlarından alınan tanımlama (UD), Shelby (SH), SPT tüpü (SPT), karot ve torba örneklerin kullanılmasıyla fiziksel ve mekanik özellikleri belirlemeye yönelik birçok laboratuvar deneyi yapılmıştır. İnceleme alanında yer alan formasyonları ve ana litolojik birimlerini temsil edecek şekilde gerçekleştirilmiş olan bu deneylerden fiziksel özelliklerin tayinine yönelik olanlar; granülometrik analiz (elek analizi), doğal su içeriği (ω_n), doğal birim hacim ağırlığı (γ_n) ve kıvam limitleridir (Likit limit: LL, Plastik limit: PL). Mekanik özelliklerin tayinine yönelik olanlar ise serbest basınç direnci (q_u), üç eksenli kesme (kohezyon, c ; içsel sürtünme açısı, ϕ), direkt kesme (kohezyon, q_f ; içsel sürtünme açısı, ϕ) deneyleri olup deney sonuçları toplu halde Çizelge 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Zeminlerin (Z) Fiziksel ve Mekanik Özelliklerine Ait Laboratuvar Analiz Sonuçları.

Sondaj No.	Örnek Derinliği (m)	Örnek Tipi	Elek Analizi (%)		Kıvam Limitleri		Kıvam İndisleri		Birim Hacim Ağırlığı		Doğal Su İçeriği W_n (%)	Kohezyon c (kPa)	İçsel Sürtünme Açısı (Φ^0)	Serbest Basınç Direnci q_u (kgf/c m ²)	USGS Zemin Sınıfı	Baskın Birim Türü
			+ No. 4 (>4,75 mm)	- No. 200 (<0,075 mm)	LL (%)	PL (%)	PI (%)	Sıkışma İndisi C_c	Doğal γ_n (t/m ³)	Kuru γ_k (t/m ³)						
SK 1	3,00 – 3,50	UD	16,53	52,32	-	-	-	-	1,91	-	30	-	-	1,58	-	Tdsi
SK 2	3,00 – 3,45	SPT	0,00	56,14	45,52	23,02	22,5	-	1,789	-	22,52	-	-	-	-	Tdkı
	4,00 – 4,50	UU	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,461	36	-	-	
SK 3	1,50 – 1,95	SPT	1,00	32,00	29,20	20,80	8,40	-	-	-	22,60	-	-	-	SC	Qa
	3,00 – 3,45	SPT	0,00	24,00	-	-	-	-	-	-	17,00	-	-	-	SM	
	4,50 – 4,95	SPT	0,00	98,62	38,00	12,00	26,00	-	1,904	-	-	-	-	-	CL	
	6,00 – 6,45	SPT	0,00	97,30	72,00	21,00	51,00	-	-	-	-	-	-	-	CH	
	7,50 – 7,95	SPT	0,00	90,83	54,00	15,00	39,00	-	-	-	-	-	-	-	CH	
10,50 – 10,95	SPT	1,54	23,99	36,00	14,00	22,00	-	-	-	-	-	-	-	CL		
SK 4	2,00 – 2,50	UD	-	-	-	-	-	-	1,98	-	25,10	-	-	2,27	-	Tdkı
	3,50 – 3,95	SPT	1,00	31,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	SM	
SK 5	1,50 – 1,95	SPT	1,68	84,62	42,00	14,00	28,00	-	1,903	-	-	-	-	-	CL	Qk
	3,00 – 3,45	SPT	0,46	13,35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	4,50 – 4,95	SPT	51,58	7,85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	6,00 – 6,45	SPT	3,52	8,64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	7,50 – 7,95	SPT	4,64	3,30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	9,00 – 9,45	SPT	6,35	9,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	11,00 – 11,50	UD	1,00	84,00	31,60	26,80	12,00	0,47	1,88	-	29,10	0,99	0	-	ML	
12,00 – 12,45	SPT	0,00	59,00	25,50	21,20	4,30	-	-	-	29,70	-	-	-	ML		
SK 6	2,00 – 2,50	UD	-	-	43,30	21,00	22,30	-	1,881	1,578	19,18	0,971	45	-	-	Tdsi
SK 7	1,50 – 2,00	UD	0,00	86,00	59,80	26,40	33,40	-	1,89	-	24,90	-	-	3,46	-	Tdkı
SK 8	1,50 – 1,95	SPT	0,00	84,12	38,00	14,00	26,00	-	-	-	-	-	-	-	CL	dlg
	2,50 – 3,00	UD	0,00	80,83	33,00	14,00	19,00	-	1,815	-	-	-	-	-	CL	
	4,50 – 4,95	SPT	41,60	10,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Qk
	6,00 – 6,45	SPT	0,64	5,86	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	7,50 – 7,95	SPT	0,93	14,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
SK 9	3,00 – 3,45	SPT	0,00	53,00	28,70	20,10	8,60	-	-	-	19,70	-	-	-	CL	Tdkı
SK 10	3,00 – 3,45	SPT	0,00	79,00	29,20	20,60	8,60	-	-	-	20,10	-	-	-	CL	Tdkı

Çizelge 4.7. 'nin devamı

Sonda No.	Örnek Derinliği (m)	Örnek Tipi	Elek Analizi (%)		Kıvam Limitleri		Kıvam İndisleri		Birim Hacim Ağırlığı		Doğal Su İçeriği W _n (%)	Kohezyon c (kPa)	İçsel Sürtünme Açısı (Φ°)	Serbest Basınç Direnci q _u (kgf/c m ²)	USGS Zemin Sınıfı	Baskın Birim Türü	
			+ No. 4 (>4,75 mm)	- No. 200 (<0,075 mm)	LL (%)	PL (%)	PI (%)	Sıkışma İndisi C _c	Doğal γ _n (t/m ³)	Kuru γ _k (t/m ³)							
SK 11	1,50 – 1,95	SPT	2,96	89,14	34,00	18,00	20,00	-	-	-	-	-	-	-	-	CL	
	3,00 – 3,45	SPT	0,00	68,51	33,00	10,00	23,00	-	-	-	-	-	-	-	-	CL	
	3,50 – 3,95	UD	-	-	-	-	-	-	1,88	-	31,90	0,850	0	-	-	-	
	4,50 – 4,95	SPT	0,00	80,05	33,00	13,00	20,00	-	-	-	-	-	-	-	-	CL	
	6,00 – 6,45	SPT	0,00	36,33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
7,50 – 8,00	UD	-	-	-	-	-	-	-	1,895	-	-	-	-	-	-	-	
SK 12	3,00 – 3,45	UD	-	-	-	-	-	-	1,97	-	25,40	-	-	-	1,04	-	Tdki
SK 13	1,50 – 1,95	SPT	3,19	88,77	35,00	17,00	18,00	-	-	-	-	-	-	-	-	CL	
	2,50 – 3,00	UD	-	-	-	-	-	-	1,92	-	28,60	0,24	5	1,08	-	-	
	3,00 – 3,45	SPT	0,00	89,19	38,00	12,00	26,00	-	-	-	-	-	-	-	-	CL	
	4,50 – 4,95	SPT	0,00	59,00	25,50	21,20	4,30	-	-	-	29,70	-	-	-	-	ML	
	5,50 – 6,00	UD	1,00	81,00	33,40	24,30	9,10	0,49	1,903	-	28,80	-	-	-	-	ML	
	7,50 – 7,95	SPT	24,00	25,00	23,30	20,50	2,80	-	-	-	10,00	-	-	-	-	SM	
10,50 – 10,95	SPT	0,00	95,90	53,30	2,80	29,50	-	1,870	-	-	-	-	-	-	CH		
SK 14	3,00 – 3,45	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,16	-	Tdki	
SK 15	3,00 – 3,45	UU	-	-	-	-	-	-	2,179	2,054	6,10	-	-	11,40	-	Tdsi	
SK 16	1,50 – 1,95	SPT	0,00	77,50	27,00	13,00	14,00	-	-	-	21,50	-	-	-	-	CL	
	2,50 – 3,00	UD	0,00	86,30	35,00	16,00	19,00	0,75	1,84	-	22,70	1,06	4	1,31	CL		
	4,50 – 4,95	SPT	0,00	92,90	55,00	17,00	38,00	-	-	-	28,60	-	-	-	CH		
	5,50 – 6,00	UD	0,00	12,90	35,00	16,00	19,00	0,67	-	-	17,70	0,027	15,2	-	SM		
	8,50 – 9,00	UD	0,00	32,30	25,00	12,00	13,00	0,70	-	-	17,40	0,262	13	-	SM		
	10,50 – 10,95	SPT	0,00	92,90	32,00	16,00	16,00	-	-	-	20,80	-	-	-	-	CL	
13,50 – 13,95	SPT	0,00	30,40	32,00	16,00	16,00	-	-	-	15,30	-	-	-	-	SM		
SK 17	7,00 – 7,50	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,87	-	Tdki	
	8,50 – 9,00	K	-	-	-	-	-	-	2,31	-	-	-	-	21,90	-	Tdki	
SK 18	22,50 – 24,00	K	-	-	-	-	-	-	2,62	-	-	-	-	156,50	-	Tdki	
SK 19	2,50 – 3,00	UD	0,00	84,00	41,00	18,00	23,00	0,76	1,86	-	24,60	0,363	7,3	-	CL		
	4,50 – 4,95	SPT	0,00	40,90	-	-	-	-	-	-	26,60	-	-	-	SM		
	12,00 – 12,95	SPT	0,00	7,60	-	-	-	-	-	-	19,70	-	-	-	SM		
SK 20	1,50 – 1,95	SPT	0,00	83,62	39,00	12,00	27,00	-	-	-	-	-	-	-	-	CL	
	3,00 – 3,45	SPT	10,00	6,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Qk	
	7,50 – 7,95	SPT	2,03	15,97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Qa	
	10,50 – 10,95	SPT	0,00	6,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
SK 21	1,50 – 1,95	SPT	0,00	18,30	NP	NP	NP	-	2,230	-	-	-	-	-	-	SM	
	2,50 – 3,00	UD	-	-	-	-	-	-	2,095	-	-	0,490	39	-	-	-	
	3,00 – 3,45	SPT	0,00	93,93	42,00	18,00	24,00	-	-	-	-	-	-	-	-	CL	
	4,50 – 4,95	SPT	0,00	76,65	35,00	16,00	19,00	-	-	-	-	-	-	-	-	CL	
	5,00 – 5,50	UD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,83	36,1	-	-	-	
7,50 – 7,95	SPT	0,00	65,78	36,00	12,00	24,00	-	-	-	-	-	-	-	-	CL		
SK 22	1,00 – 1,50	UD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,530	34	-	-	-	
	2,50 – 3,00	UD	-	-	-	-	-	-	-	-	1,280	46	-	-	-	CL	
	4,00 – 4,50	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,08	-	CL	
	8,50 – 9,00	K	-	-	-	-	-	-	2,06	-	-	0,52	54,00	-	-	Tdki	
SK 23	2,50 – 3,00	UD	0,00	65,20	27,00	13,00	14,00	0,63	1,88	-	-	0,20	10	-	CL	Qa	
SK 24	1,50 – 1,95	SPT	1,90	77,37	34,00	14,00	20,00	-	-	-	-	-	-	-	-	CL	
	8,50 – 9,00	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29,32	-	Tdki	
SK 25	1,50 – 1,95	SPT	6,86	62,19	43,00	25,00	18,00	0,25	-	-	29,42	-	-	-	-	CL	
	2,50 – 3,00	UD	-	-	28,00	13,00	18,00	-	-	-	-	0,36	1	1,07	-	-	
	4,50 – 4,95	SPT	1,23	52,11	42,00	26,00	16,00	-	1,817	-	17,83	-	-	-	-	ML	
	7,50 – 7,95	SPT	0,00	79,42	45,00	26,00	19,00	0,01	-	-	26,19	-	-	-	-	CL	

Çizelge 4.7.'nin devamı

Sondaj No.	Örnek Derinliği (m)	Örnek Tipi	Elek Analizi (%)		Kıvam Limitleri		Kıvam İndisleri		Birim Hacim Ağırlığı		Doğal Su İçeriği W _n (%)	Kohezyon c (kPa)	İçsel Sürtünme Açısı (Φ ⁰)	Serbest Basınç Direnci q _u (kgf/c m ²)	USGS Zemin Sınıfı	Baskın Birim Türü
			+ No. 4 (>4,75 mm)	- No. 200 (<0,075 mm)	LL (%)	PL (%)	PI (%)	Sıkışma İndisi C _c	Doğal γ _n (t/m ³)	Kuru γ _k (t/m ³)						
SK 26	1,50 – 1,95	SPT	0,00	85,76	47,00	25,00	22,00	0,33	-	-	32,19	-	-	-	CL	Qa
	2,50 – 3,00	UD	-	-	38,00	13,00	15,00	-	-	-	0,37	13	0,21	-	-	
	4,50 – 4,95	SPT	0,00	87,13	41,00	25,00	16,00	0,26	-	-	29,16	-	-	-	CL	
	7,50 – 7,95	SPT	2,19	8,26	-	NP	-	-	-	-	8,17	-	-	-	-	
SK 27	1,50 – 1,95	SPT	0,76	58,17	44,00	27,00	17,00	-	-	-	11,82	-	-	-	ML	Qa
	2,50 – 3,00	UD	-	-	34,00	13,00	21,00	-	-	-	0,30	6	0,43	-	-	
	4,50 – 4,95	SPT	0,00	67,30	46,00	25,00	21,00	0,05	-	-	26,13	-	-	-	CL	
	7,50 – 7,95	SPT	0,80	89,17	48,00	28,00	22,00	0,16	-	-	31,12	-	-	-	ML	
SK 28	1,50 – 1,95	SPT	0,00	87,12	42,00	19,00	23,00	0,32	-	-	26,43	-	-	-	CL	Qa
	2,50 – 3,00	UD	-	-	24,00	13,00	11,00	-	-	-	0,64	12-	0,63	-	-	
	4,50 – 4,95	SPT	0,13	82,19	46,00	20,00	26,00	0,20	-	-	25,19	-	-	-	CL	
	7,50 – 7,95	SPT	2,73	89,41	47,00	21,00	26,00	0,27	2,021	-	28,14	-	-	-	CL	
SK 29	1,50 – 1,95	SPT	3,38	90,17	46,00	22,00	24,00	0,05	-	-	23,28	-	-	-	CL	Qa
	2,50 – 3,00	UD	-	-	43,00	25,00	18,00	-	1,782	-	-	0,30	6	-	-	
	4,50 – 4,95	SPT	3,25	46,25	46,00	29,00	17,00	-	-	-	14,28	-	-	-	SM	
	7,50 – 7,95	SPT	2,18	79,42	43,00	20,00	23,00	0,09	-	-	22,18	-	-	-	CL	
SK 30	1,50 – 1,95	SPT	0,00	87,00	57,68	29,18	28,50	-	-	-	36,72	-	-	-	CH	Qa
	2,50 – 3,00	UD	-	-	42,00	26,00	16,00	-	2,035	-	-	1,47	4	-	-	
	4,50 – 4,95	SPT	0,00	83,45	46,00	24,00	22,00	-	-	-	23,72	-	-	-	CL	
	7,50 – 7,95	SPT	0,00	92,25	48,00	24,00	24,00	0,30	1,863	-	31,19	-	-	-	CL	
SK 31	1,50 – 1,95	SPT	0,13	15,14	NP	NP	NP	-	-	-	-	-	-	-	SM	Qa
	2,00 – 2,50	UD	-	-	-	-	-	-	1,93	-	27,20	0,51	18	1,54	-	
	4,50 – 4,95	SPT	0,00	98,70	46,50	23,20	23,30	-	-	-	-	-	-	-	CL	
	7,50 – 7,95	SPT	7,00	73,10	44,70	22,70	22,00	-	-	-	-	-	-	-	CL	
SK 32	1,50 – 1,95	SPT	19,52	54,43	21,00	15,00	6,00	-	1,778	-	-	-	-	-	ML	Te
	2,50 – 3,00	UD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,69	22	-	-	
	4,50 – 4,95	SPT	0,00	97,87	30,00	13,00	17,00	-	-	-	-	-	-	-	CL	
	5,50 – 6,00	UD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,59	27,10	-	-	
	8,50 – 9,00	UD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,61	29	-	-	
	10,50 – 10,95	SPT	0,00	93,41	35,00	14,00	21,00	-	-	-	-	-	-	-	CL	Tdsi
	13,50 – 13,95	SPT	0,00	61,58	23,20	23,20	0	-	2,34	-	-	-	-	-	ML	
	15,00 – 15,45	SPT	0,00	80,00	38,80	24,30	14,50	-	-	-	17,80	-	-	-	CL	
16,50 – 16,95	SPT	0,00	65,00	29,20	22,30	6,90	-	-	-	4,10	-	-	-	CL-ML		
SK 33	1,50 – 1,95	SPT	0,00	98,00	45,90	26,20	19,70	-	-	-	22,20	-	-	-	CL	Tdki
	2,50 – 3,00	UD	-	-	-	-	-	-	-	-	1,14	40	-	-		
	4,50 – 4,95	SPT	0,00	96,00	52,40	27,90	24,50	-	2,40	-	-	-	-	-	CH	
	5,50 – 6,00	UD	-	-	-	-	-	-	-	-	0,63	46	-	-		
	8,50 – 9,00	UD	-	-	-	-	-	-	-	-	0,43	47,7	-	-		
SK 34	1,50 – 1,95	SPT	0,00	63,42	21,90	24,60	0,00	-	2,28	-	-	-	-	-	ML	Tdsi
	2,50 – 3,00	UD	-	-	-	-	-	-	-	-	0,86	42	-	-		
	4,50 – 4,95	SPT	0,00	95,10	36,70	15,50	21,20	-	-	-	-	-	-	-	CL	
	5,50 – 6,00	UD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,03	44	-	-	
	8,50 – 9,00	UD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,21	41,6	-	-	
	10,50 – 11,00	UD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,48	43	-	-	
SK 35	1,50 – 1,95	SPT	0,20	77,10	30,80	23,30	7,50	-	2,153	-	18,20	-	-	-	CH	Tdsi
	2,50 – 3,00	UD	-	-	-	-	-	-	-	-	1,32	42,10	-	-		
	4,50 – 4,95	SPT	2,00	64,00	64,90	26,70	38,20	-	2,02	-	-	-	-	-		
	5,50 – 6,00	UD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,06	48,7	-	-	
	8,50 – 9,00	UD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,22	39,6	-	-	
	10,50 – 11,00	UD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,87	48	-	-	

Çizelge 4.7. 'nin devamı

Sondaj No.	Örnek Derinliği (m)	Örnek Tipi	Elek Analizi (%)		Kıvam Limitleri		Kıvam İndisleri		Birim Hacim Ağırlığı		Doğal Su İçeriği W _n (%)	Kohezyon c (kPa)	İçsel Sürtünme Açısı (Φ°)	Serbest Basınç Direnci q _u (kgf/c m ²)	USGS Zemin Sınıfı	Baskın Birim Türü
			+ No. 4 (>4,75 mm)	- No. 200 (<0,075 mm)	LL (%)	PL (%)	PI (%)	Sıkışma İndisi C _c	Doğal γ _n (t/m ³)	Kuru γ _k (t/m ³)						
AÇ 1	2,50 – 3,00	Trba	0,00	69,80	34,00	12,80	21,20	-	2,14	-	-	-	-	-	CL	Qa
AÇ 2	3,60 – 4,20	Trba	0,00	97,90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Qa
AÇ 3	2,50 – 3,00	UD	-	-	-	-	-	-	-	-	0,14	23	-	-	-	Te
AÇ 4	2,50 – 3,00	UD	-	-	-	-	-	-	-	-	0,52	41	-	-	-	Tdsi
AÇ 5	2,50 – 3,00	Trba	10,09	74,34	33,00	10,00	23,00	-	2,037	-	-	-	-	-	CL	Tdsi
AÇ 6	2,50 – 3,00	Trba	0,00	92,28	50,50	23,40	27,10	-	-	-	-	-	-	-	CH	Tdki
AÇ 7	2,50 – 3,00	Trba	0,00	95,10	36,70	15,50	21,20	-	-	-	-	-	-	-	CL	Tdki
AÇ 8	2,50 – 3,00	Trba	0,00	88,10	37,10	19,60	17,50	-	-	-	-	-	-	-	CL	Tdki
AÇ 9	2,50 – 3,00	Trba	0,46	98,40	53,00	17,00	36,00	-	1,941	-	-	-	-	-	CH	Tdki
AÇ 10	2,50 – 3,00	Trba	7,00	73,10	44,70	22,70	22,00	-	2,22	-	27,40	-	-	-	CL	Qa
AÇ 11	2,50 – 3,00	Trba	0,00	87,09	45,00	14,00	31,00	-	1,964	-	-	-	-	-	CL	Tdki
AÇ 12	2,50 – 3,00	Trba	0,00	61,58	23,20	23,20	0,00	-	-	-	-	-	-	-	ML	Tdsi
AÇ 13	2,50 – 3,00	Trba	0,00	80,20	30,70	15,30	15,30	-	2,04	-	-	-	-	-	CL	Tdki

İnceleme alanı zemini, farklı özelliklerdeki; dolgu, kıyı çökeli, alüvyon, kil-silt ağırlıklı Ergene ve en altta da Danişment formasyonlarının siltli-killi bazende kumlu yanal ve düşey geçişler gösteren birimler şeklindedir. Bu durum, zeminin kohezyon derecesini, kohezyonlu veya kohezyonsuz oluşunu, ortamın zemin ya da kaya niteliğinde oluşunu da belirlemektedir. Tüm bu farklılıklar daha yaygın olarak uygulanmış olan arazi SPT deneylerinde olduğu gibi, laboratuvar deneylerinde de kendini göstermektedir.

4.5. Zemin ve Kaya Birimlerin Geoteknik Özellikleri

İncelemenin bu aşamasına kadar gerçekleştirilen tüm çalışmalar ve bunlardan sağlanan bilgi birikimi ile inceleme alanındaki zemin ve kaya birimlerin geoteknik özelliklerinin tesbiti için kullanılmış ve gerek oluşum, bulunuş ve davranışları, gerekse yermühendislik parametreleri ile büyüklükleri bakımından benzerlikler sunan “geoteknik ortam” türleri ile özgün yersel niteliklerinin tanımlanması yapılabilmesi amacı ile her baskın birim türü için “düzeltilmiş SPT (SPT-N₆₀)” değerleri ve her baskın birim türü için ağırlıklı ortalama olarak hesaplanarak çizelgeler halinde verilmiştir (Çizelge 4.9.1/2).

Önceki çalışmalarda ve bu çalışma kapsamında açılmış bulunan zemin sondajları ve araştırma çukurlarından alınan nünunelerden laboratuvarlarda yapılmış deneyler sonunda; dane boyu dağılımı (>4,75 mm, 4,75 – 0,075 mm, ve <0,075 mm boylu daneler ; üniformluluk katsayıları, zemin sınıfı (çakıl, G ; kum, S ; silt, M ; kil, C), kıvam limitleri (likit limit , LL; plastik limit, PL), plastisite indisi (PI), doğal su içeriği (ω_n), doğal birim hacim ağırlığı (γ_n) gibi fiziksel özellikler ile serbest basınç direnci (q_u), üç eksenli kesme (kohezyon, c ; içsel sürtünme açısı, φ), direkt kesme (kohezyon, q_r ; içsel sürtünme açısı, φ) mekanik özelliklerin yapı temellerinin projelendirilmesindeki geoteknik hesaplamalar için gereken önemli mühendislik parametreleri saptanmış ve baskın birim türlerinin ağırlıklı ortalamalarını gösteren veri kümeleri oluşturularak çizelge halinde sunulmuştur (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.8. “SPT” Değerlerinin Mevcut Jeolojik Birimlere ve Yaygın Birim Türlerine Göre İstatistiksel Dağılımı.

Litostratigrafik Birim / Baskın Birim Türü		Ölçüm Sayısı	Sınır Değerler	Ortalama	SPT Sıklığı / Kıvamı
Dolgu	Çakıllı Kum – Siltli Kil (dlg)	5	6 - 11	9	Gevşek
Kıyı Çökeli	Çakıllı Kum (Qpk)	8	6 - 9	7	Gevşek
Alüvyon	Kil ve Kum ara seviyeli siltlikil (Qa)	165	2 - 17	7	Orta Katı
Ergene Formasyonu	Kil ve Çakıllıkum ara seviyeli Siltli Kil (Te)	13	8 - 19	12	Katı
Danişment Formasyonu	Silt Baskın Kırıntılılar (Tdsi)	36	8 - 32	17	Çok Katı
	Kil Baskın İnce Kırıntılılar (Tdkı)	77	6 - 34	16	Çok Katı

Çizelge 4.9. Mevcut Jeolojik Birimlerin ve Yaygın Birim Türlerinin “SPT-N₆₀” Değerlerine Göre “SPT Sıklığı ve Kıvamı” ile “Serbest Basınç Direnci ve Bağlı Sıklık” İlişkisi.

Litostratigrafik Birim / Baskın Birim		Deney Sayısı	SPT-N ₆₀ Darbe Sayısı									
			0 – 4		4 – 10		10 – 30		30 – 50		> 50	
			Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%
Dolgu	Çakıllı Kum – Siltli Kil (dlg)	5	-	-	3	60	2	40	-	-	-	-
Kıyı Çökeli	Çakıllı Kum (Qpk)	8	-	-	8	100	-	-	-	-	-	-
GENEL		13	-	-	11	-	2	-	-	-	-	-
SPT Sıklığı			Çok Gevşek		Gevşek		Orta Sıkı		Sıkı		Çok Sıkı	
Bağıl Sıklık, D _r (BOWLES, 1968)			0 – 0,15		0,15 – 0,35		0,35 – 0,65		0,65 – 0,85		0,85 – 1,0	

Litolojik Birim		Deney Sayısı	0 – 2		2 – 4		4 – 8		8 – 15		15 – 30		> 30	
			Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%
Alüvyon	Kil ve Kum ara seviyeli siltlikil (Qa)	165	-	-	18	10,9	121	73,3	24	14,5	2	1,2	-	-
Ergene Formasyonu	Kil ve Çakıllıkum ara seviyeli Siltli Kil (Te)	13	-	-	-	-	3	23,1	7	53,8	3	23,1	-	-
Danişment Formasyonu	Silt Baskın Kırıntılılar (Tdsi)	36	-	-	-	-	2	5,6	15	41,7	18	50,0	1	2,8
	Kil Baskın İnce Kırıntılılar (Tdkı)	77	-	-	-	-	1	1,3	37	48,1	38	49,4	1	1,3
GENEL		291	-	-	18	-	127	-	83	-	61	-	2	-
SPT Kıvamı			Çok Yumuşak		Yumuşak		Orta Katı		Katı		Çok Katı		Sert	
Serbest Basınç Direnci, q _u , kg/cm ² (TERZAGHİ,; PECK, 1968)			< 0,25		0,25 – 0,50		0,5 – 1,0		1,0 – 2,0		2,0 – 4,0		> 4,0	

Çizelge 4.10. Zeminlerin (Z) Fiziksel ve Mekanik Özelliklerine Ait Laboratuvar Sonuçlarının İstatistiksel Değerlendirmesi.

Litostratigrafik Birim Baskın Birim Türü	İstatistik Değerlendirme	Elek Analizi (%)		Kıvam Limitleri		Kıvam İndisleri		Doğal Birim Hacim Ağırlığı γ_n (t/m ³)	Kohezyon c (kPa)	İçsel Sürtünme Açısı (Φ^0)	Serbest Basınç Direnci q_u (kgf/cm ²)
		+ No. 4 (>4,75 mm)	- No. 200 (<0,075 mm)	LL (%)	PL (%)	PI (%)	Sıkışma İndisi C_c				
Dolgu Çakıllı Kum, Siltli Kil (dlg)	Ölçüm Sayısı	5		5		-		1	-	-	-
	Sınır Değerler	0,00 – 1,90	77,37- 84,62	33,00- 42,00	12,00- 14,00	19,00- 28,00	-	1,815	-	-	-
	Ortalama	0,72	82,01	37,04	13,20	24,20	-	-	-	-	-
Kıyı Çökeli Çakıllı Kum (Qk)	Ölçüm Sayısı	9		-		-		1	-	-	-
	Sınır Değerler	0,46 – 51,58	3,30- 14,25	-	-	-	-	1,903	-	-	-
	Ortalama	13,30	8,72	-	-	-	-	-	-	-	-
Alüvyon Kil ve Kum ara seviyeli siltli kil (Qa)	Ölçüm Sayısı	55		52		19		18	15	15	7
	Sınır Değerler	0,00 – 24,00	6,05- 98,70	23,30- 72,00	2,80- 29,18	4,30- 39,00	0,01- 0,76	1,78- 2,22	0,027- 1,47	0-18	0,21- 1,54
	Ortalama	1,36	65,79	39,68	19,28	19,89	0,36	1,93	0,53	7	0,89
Ergene Formasyonu Kil ve Çakıllıkum ara seviyeli Siltli Kil (Te)	Ölçüm Sayısı	7		7		-		3	6	6	-
	Sınır Değerler	0,00 – 19,52	18,30- 97,87	21,00- 42,00	12,00- 18,00	6,00- 24,00	-	1,78- 2,23	0,14-0,83	22-39	-
	Ortalama	2,79	71,48	28,43	12,57	15,86	-	2,03	0,56	29,37	-
Danişment Formasyonu Silt Baskın Kırıntılılar (Tdsi)	Ölçüm Sayısı	8		8		-		8	7	7	3
	Sınır Değerler	0,00 – 16,53	52,32- 95,10	23,20- 64,90	10,00- 26,70	0,00- 38,20	-	1,88- 2,34	0,52-1,32	34-46	0,08- 11,4
	Ortalama	3,60	68,45	34,79	20,76	14,03	-	2,11	0,93	42,03	4,35
Danişment Formasyonu Kil Baskın İnce Kırıntılılar (Tdkı)	Ölçüm Sayısı	15		15		-		12	11	11	8
	Sınır Değerler	0,00 – 1,00	31,00- 98,40	28,70- 59,80	14,00- 27,90	6,90- 36,00	-	1,79- 2,62	0,21-1,87	36-54	1- 156,50
	Ortalama	0,10	79,02	41,72	21,11	20,61	-	2,07	0,82	43,46	27,44

Çalışma alanını oluşturan baskın birim türlerinin, geoteknik ortam olarak gerek yüzeyde ve gerekse yeraltında büyük yaygınlık gösteren bir “Zemin Ortam (Z)” şekillendirdiği belirlenmiş ve İnceleme alanında yer alan formasyonlar ve yaygın litolojik birimler; toprak örtüsü, dolgu (kıyı ve yol dolgusu, dlg), kıyı çökelleri (çakıllı kum, Qk), alüvyon (kil ve kum araseviyeli siltli kil, Qa), Ergene Formasyonu (kil – ince çakıllı kum araseviyeli siltli kil, Te) ve Danişmen Formasyonu (ayrışmış silttaş, Tdsi ; ayrışmış kıltaşı, Tdkı) bir geoteknik ortam türü olarak “Zemin Ortam” şeklinde adlandırılmıştır. Yüzeyde mostra veren ancak atmosferik şartlar altında çok kısa bir sürede özgün niteliğini kaybederek ayrışıp zemin niteliğine dönüşen fakat yeraltında temeli oluşturmakta olan “Kaya Ortam (K)” türündeki Danişment Formasyonu’nun ise buldukları derinlik bakımından çalışmanın amacı doğrultusunda yapılacak değerlendirme ve irdelemeleri etkileyecek bir önem taşımadığı anlaşılmıştır. İnceleme alanını şekillendiren bu litolojik birimler, jeolojik açıdan birincil kökenli olan ve değişken boylu kayaç yapıcı elemanlardan oluşan çimentosuz ya da çok gevşek çimentolu

ayrık tortul kayaçlar ile tamamen – orta ayrıışmış çimentolu tortul kayaçlar grubundandır. Zemin ortam, esas olarak birincil ve ikincil kökenli kil matriks içinde dağılmış silt, ince kum ve çok seyrek çakıl taneleri veya ara seviyeleri içeren bir “gözenekli taneli ortam” özelliğindedir. Çalışma alanındaki zemin ortamı şekillendiren baskın birim türlerinin mühendislik özelliklerinin tanımlandığı ayrıntılı çizelgelerin daha önce verilmiş olmasına karşı bunların mühendislik jeolojisi ve hidrojeolojik özelliklerini de ifade ederek bir kez de bu bölüm kapsamında ayrıca yinelemekte yarar görülmüştür

4.5.1. Danişmen Formasyonu zemin ortamlarının geoteknik özellikleri (Td)

İnceleme alanındaki Danişmen Formasyonu, araştırma derinliğiyle sınırlı olmak kaydıyla, en altta kilttaşları ve onun üzerinde silttaşlarından oluşmuştur. Silttaşlarının yer yer altında fakat çoğunlukla üstünde değişken boyutlu ve bölgesel mercekli yapıli kumtaşları bulunur. Aslında kaya ortam niteliği taşıyan Danişmen Formasyonu ve baskın litolojik birimleri, özellikle topoğrafya yüzeyinde hakim bölgesel etkin aşınma – ayrıışma gelişkinliğine bağlı olarak gevşeyerek ufalanmış ve yüzeye açılan zonlar halinde ince – çok ince taneli bir “zemin ortam” özelliği kazanmıştır. Danişmen Formasyonu’nun zemin ortam niteliği taşıyan çalışma alanındaki kesimine ait geoteknik özellikler ve istatistiksel ortalamaları, Formasyon’un yaygın iki litolojik birimi için ayrı ayrı olmak üzere izleyen alt başlıklarda sıralanmıştır.

4.5.1.1. Siltli Kil (Ayrıışmış Kilttaş) Tdki

Killer; tanıtman özellik olarak koyu gri – gri renkli, oksitli ve nemli görünümüldür. Kil dışında bulunan diğer birim türleri seyrek kum mercekleri ve yanıl-düşey yönde tedrici silt seviyeleridir. Hidrolojik (yeraltısuyu geçirebilme ve iletibilme özelliği) açıdan “geçirimsiz ortam (Gz)” karakterindedir, yani permeabilitesi “ 10^{-6} m / gün”dür.

Litostratigrafik Birim Baskın Birim Türü	İstatistik Değerlendirme	Elek Analizi (%)		Kıvam Limitleri		Kıvam İndisleri		Doğal Birim Hacim Ağırlı ğı γ_n (t / m^3)	Kohezyon c (kPa)	İçsel Sürtünme Açısı (Φ^0)	Serbest Basınç Direnci q_u (kgf/cm^2)
		+ No. 4 (>4,75 mm)	- No. 200 (<0,075 mm)	LL (%)	PL (%)	PI (%)	SPT N60				
Siltli Kil (Ayrıışmış Kilttaş) Tdki	Ölçüm Sayısı	15		12		77		12	11	11	77
	Ortalama	0,10	79,02	41,72	21,11	20,61	16	2,07	0,82	43,46	2,0-4,0

“Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik, 2007” kapsamında ve bodrumsuz yapılaşma durumunda tanımlanan "Zemin Grubu : B" ve “Yerel Zemin Sınıfı : Z2”dir . Buna göre zemin spektrum karakteristik peryotları, güvenli yönde kalacak şekilde, ” $T_A = 0,15$ sn : $T_B = 0,40$ sn" olarak alınmalıdır.

4.5.1.2. Killi Silt (Ayrıışmış Silttaş) Tdsi

Siltler açık kahve – sarımsı açık kahve renkli, kumlu, az ince – iri çakıllı, çakılları köşeli – yarı köşeli, sert, homojen dokulu, çok katı, tabanında nemli, Siltli killer ise; kahve,

sarımsı boz – açık kahve renkli, ince kumlu, ince çakıllı, çakılları köşeli – yarı köşeli, sert, çok katı olup seyrek kum mercikleri ve yanal-düşey yönde tedrici kil seviyeleri içerirler. Hidrolojik (yeraltısuyu geçirebilme ve iletebilme özelliği) açısından “yarı geçirimli ortam (gz)” karakterindedir, yani permeabilitesi $10^{-6} < k < 10^{-3}$ m / gün“dür.

Litostratigrafik Birim Baskın Birim Türü	İstatistik Değerlendirme	Elek Analizi (%)		Kıvam Limitleri		Kıvam İndisleri		Doğal Birim Hacim Ağırlığı γ_n (t/m^3)	Kohezyon c (kPa)	İçsel Sürtünme Açısı (Φ^0)	Serbest Basınç Direnci q_u (kgf/cm^2)
		+ No. 4 (>4,75 mm)	- No. 200 (<0,075 mm)	LL (%)	PL (%)	PI (%)	SPT N60				
Killi Silt (Ayrıışmış Silttaş) Tdsi	Ölçüm Sayısı	8		8		36		8	7	7	36
	Ortalama	3,6	68,45	34,79	20,76	14,03	17	2,11	0,93	42,03	2,0-4,0

“Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik, 2007” kapsamında ve bodrumsuz yapılaşma durumunda tanımlanan "Zemin Grubu : B" ve “Yerel Zemin Sınıfı : Z2”dir . Buna göre zemin spektrum karakteristik periyotları, güvenli yönde kalacak şekilde, $T_A = 0,15$ sn : $T_B = 0,40$ sn" olarak alınmalıdır.

4.5.2. Ergene Formasyonu zemin ortamlarının geoteknik özellikleri (Te)

İnceleme alanındaki Ergene Formasyonu, bölgedeki yüzeylenmelerinin esas olarak taban düzeyine ait olduğu gerçeği unutulmamak kaydıyla, killi – ince çakıllı kumdan ibaret yerel araseviyeler içeren siltli killerden oluşmuştur. Kil içeriğinin ayrışma gelişkinliğiyle değişimine bağlı olarak yer yer killi siltlere ve killere de rastlanmaktadır. Ergene Formasyonu'nun zemin ortam niteliği taşıyan bu yüzey zonuna ait geoteknik özellikler ve istatistiksel ortalamaları aşağıda sıralanmıştır.

Siltli killer; kahve – açık kahve renkli, kumlu, yerel seyrek köşeli çakıllı, taban seviyesinde az – bol ince kumlu, çok katı ve sert. Formasyon içindeki kum oranının artmasına bağlı olarak; sarımsı boz – kahve renkli, killi, ince çakıllı, siltli, orta sıkı, nemli killi – ince çakıllı kum ara seviyeli, Formasyon içindeki kil oranının azalmasına bağlı olarak da açık kahve renkli, az kumlu, ince çakıllı, çakılları köşeli, karbonatlı, çok katı ve sert killi siltli, yer yer de Formasyon içindeki kil oranının artmasına bağlı olarak kahve renkli, çakıllı, çakılları yarı yuvarlak, çok katı killidir. Hidrolojik (yeraltısuyu geçirebilme ve iletebilme özelliği) açısından “yarı geçirimli ortam (gz)” karakterindedir, yani permeabilitesi $10^{-6} < k < 10^{-3}$ m / gün“dür.

Litostratigrafik Birim Baskın Birim Türü	İstatistik Değerlendirme	Elek Analizi (%)		Kıvam Limitleri		Kıvam İndisleri		Doğal Birim Hacim Ağırlığı γ_n (t/m^3)	Kohezyon c (kPa)	İçsel Sürtünme Açısı (Φ^0)	Serbest Basınç Direnci q_u (kgf/cm^2)
		+ No. 4 (>4,75 mm)	- No. 200 (<0,075 mm)	LL (%)	PL (%)	PI (%)	SPT N60				
Ergene Formasyonu	Ölçüm Sayısı	7		7		13		3	6	6	13
	Ortalama	2,79	71,48	28,43	12,57	15,86	12	2,03	0,56	29,37	1,0-2,0

“Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik, 2007” kapsamında ve bodrumsuz yapılaşma durumunda tanımlanan "Zemin Grubu : C" ve “Yerel Zemin Sınıfı : Z2”dir . Buna göre zemin spektrum karakteristik peryotları, güvenli yönde kalacak şekilde, "T_A = 0,15 sn : T_B = 0,40 sn" olarak alınmalıdır.

4.5.3. Alüvyon zemin ortamlarının geoteknik özellikleri (Qa)

İnceleme alanında genellikle kil ve killi silt – kum ara seviyeli siltli kil özelliğinde olan Alüvyon içindeki kil oranının kum ve silte göre çok daha fazla olduğu görülür. Ancak deniz kıyısına yaklaştıkça silt ve kum oranı artmakta ve alüvyon malzemesi denizel kumlarla dereceli geçiş oluşturarak kıyı çökellerine dönüşmektedir. Alüvyonun zemin ortam niteliği taşıyan tüm malzemesine ait geoteknik özellikler ve ağırlıklı istatistiksel ortalamaları aşağıda sıralanmıştır.

Siltli killer; kahve – koyu kahve renkli, az ince kumlu, çakıllı, nemli ve çok – orta katı. Yerel etkin zonlar halindeki killi siltler; kahve – açık kahve, koyu gri renkli, kumlu, ince çakıllı, ıslak ve orta katı. Yerel zonlar halinde rastlanan killer ise açık kahve – sarımsı, yerel koyu gri - siyah renkli, ince kumlu, siltli, tabanında ince – kaba çakıllı, nemli, orta katı, yerel yumuşak – yüksek plastisitelidir. * Hidrolojik (yeraltısuyu geçirebilme ve iletebilme özelliği) açıdan “geçirimsiz ortam (Gz)” karakterindedir, yani permeabilitesi “10⁻⁶ m / gün“dür.

Litostratigrafik Birim Baskın Birim Türü	İstatistik Değerlendirme	Elek Analizi(%)		Kıvam Limitleri		Kıvam İndisleri		Doğal Birim Hacim Ağırlığı γ_n (t / m ³)	Kohezyon c (kPa)	İçsel Sürtünme Açısı (Φ^0)	Serbest Basınç Direnci q_u (kgf/cm ²)
		+ No. 4 (>4,75 mm)	- No. 200 (<0,075 mm)	LL (%)	PL (%)	PI (%)	SPT N60				
Alüvyon	Ölçüm Sayısı	55		52		165		18	15	15	165
	Ortalama	1,36	65,79	39,68	19,28	19,89	7	1,93	0,53	7	0,5-1,0

“Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik, 2007” kapsamında ve bodrumsuz yapılaşma durumunda tanımlanan "Zemin Grubu : D" ve “Yerel Zemin Sınıfı : Z4”tür . Buna göre zemin spektrum karakteristik peryotları, güvenli yönde kalacak şekilde, "T_A = 0,20 sn : T_B = 0,90 sn" olarak alınmalıdır.

4.5.4. Kıyı Çökelleri zemin ortamlarının geoteknik özellikleri (Qk)

Kumsal niteliği taşıyan kıyı çökelleri, özellikle dere ağzlarında ve şev önlerinde yer yer ince – orta veya kaba kum boyutunda taneler içeren bir çakıllı kum görünümündedir. Kıyı çökellerinin zemin ortam niteliği taşıyan tüm malzemesine ait geoteknik özellikler ve ağırlıklı istatistiksel ortalamaları aşağıda sıralanmıştır.

Kıyı çökellerinin baskın litolojik birimi özelliğindeki çakıllı kumlar; kahve – açık kahve, gri – koyu gri renkli, bol ince çakıllı, bol fosil kavrılı, yerel killi ve siltli, ıslak, çok sıkı, yerel

gevşektir. Hidrolojik (yeraltısuyu geçirebilme ve iletebilme özelliği) açısından “geçirimli ortam (Gç)” karakterindedir, yani permeabilitesi “ $k > 10^{-6}$ m / gün”dür.

Litostratigrafik Birim Baskın Birim Türü	İstatistik Değerlendirme	Elek Analizi (%)		Kıvam Limitleri		Kıvam İndisleri		Doğal Birim Hacim Ağırlığı γ_n (t / m ³)	Kohezyon c (kPa)	İçsel Sürtünme Açısı (Φ^0)	Serbest Basınç Direnci q_u (kgf/cm ²)
		+ No. 4 (>4,75 mm)	- No. 200 (<0,075 mm)	LL (%)	PL (%)	PI (%)	SPT N60				
Kıyı Çökelleri	Ölçüm Sayısı	9		-		8		1	-	-	-
	Ortalama	13,30	8,72	-	-	-	7	1,903	-	-	-

“Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik, 2007” kapsamında ve bodrumsuz yapılaşma durumunda tanımlanan "Zemin Grubu : D" ve “Yerel Zemin Sınıfı : Z3”dür (Çizelge 21.1 / 3). Buna göre zemin spektrum karakteristik peryotları, güvenli yönde kalacak şekilde, "TA = 0,15 sn TB = 0,60 sn" olarak alınmalıdır.

4.5.5. Dolgu zemin ortamlarının geoteknik özellikleri (dlg)

İnceleme alanındaki tüm kayaçlar ile toprağın ve diğer her tür doğal – yapay kökenli blok – çakıl boyundaki katı atık malzemenin karışımı şeklinde bulunan dolgu malzemenin zemin ortam niteliği taşıyan tüm malzemesine ait geoteknik özellikler ve istatistiksel ortalamaları aşağıda sıralanmıştır. Hidrolojik (yeraltısuyu geçirebilme ve iletebilme özelliği) açısından “geçirimli ortam (Gç)” karakterindedir, yani permeabilitesi “ $k > 10^{-6}$ m / gün”dür.

Litostratigrafik Birim Baskın Birim Türü	İstatistik Değerlendirme	Elek Analizi (%)		Kıvam Limitleri		Kıvam İndisleri		Doğal Birim Hacim Ağırlığı γ_n (t / m ³)	Kohezyon c (kPa)	İçsel Sürtünme Açısı (Φ^0)	Serbest Basınç Direnci q_u (kgf/cm ²)
		+ No. 4 (>4,75 mm)	- No. 200 (<0,075 mm)	LL (%)	PL (%)	PI (%)	SPT N60				
Dolgu	Ölçüm Sayısı	5		5		5					
	Ortalama	0,72	82,01	37,04	13,20	24,20	9	1,815			

“Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik, 2007” kapsamında ve bodrumsuz yapılaşma durumunda tanımlanan "Zemin Grubu : C" ve “Yerel Zemin Sınıfı : Z3”dür (Çizelge 21.1 / 3). Buna göre zemin spektrum karakteristik peryotları, güvenli yönde kalacak şekilde, "TA = 0,15 sn TB = 0,60 sn" olarak alınmalıdır.

3.2.1.6. Oturma analizi ve değerlendirme

Oturma; bir mühendislik yapısının yerçekimi yönünde düşey ya da eğrisel bir kayma yüzeyi boyunca rotasyonel gelişen hareketlerle deformasyona uğraması ve ilk konumundan farklı bir şekil kazanması sonunda temel deformasyonunun hızlı ve şiddetli gelişerek yapının genellikle “göçme”sine yol açan bir olgudur.

Çalışma alanında yapıyı olası temellendirme ortamlarının ne tür jeolojik ve hidrojeolojik özellikler taşıyacağı ve mühendislik jeolojisi parametrelerinin ne olacağı hususları önceki bölümlerde ayrıntısıyla açıklanmıştır. Burada ise bir fikir edinmek amacıyla genel bir “oturma” değerlendirmesi gerçekleştirilmiş, arazi ve laboratuvar deney sonuçlarını dikkate alan ve olası bir yapılaşmayı gözetten bazı kabuller yapılarak (bodrumsuz 2 normal kat, 10 x 10 m yayımlı radye jeneral temel, temel tabanı derinliği 1 m, SPT-N₆₀ istatistik ortalamaları, normal konsolide zemin, çift taraflı drenaj) kumlu ve killi birimlerdeki primer (birincil) konsolidasyon sonunda oluşan nihai oturma miktarı için bir yaklaşım değerlendirmesi yapılmıştır. Hesaplamalarda, radye jeneral temeller için aşağıdaki “MEYERHOF” yaklaşımı kullanılmıştır.

$$\delta = 31,2 \cdot (p / \text{SPT-N}_{60}) \cdot (B / (B + 0,3))^2$$

δ	:	Toplam Oturma, cm
p	:	Net Taban Basıncı, kg / cm ²
SPT-N ₆₀	:	Düzeltilmiş N ₃₀ Değeri, boyutsuz
B	:	Temel Genişliği, m

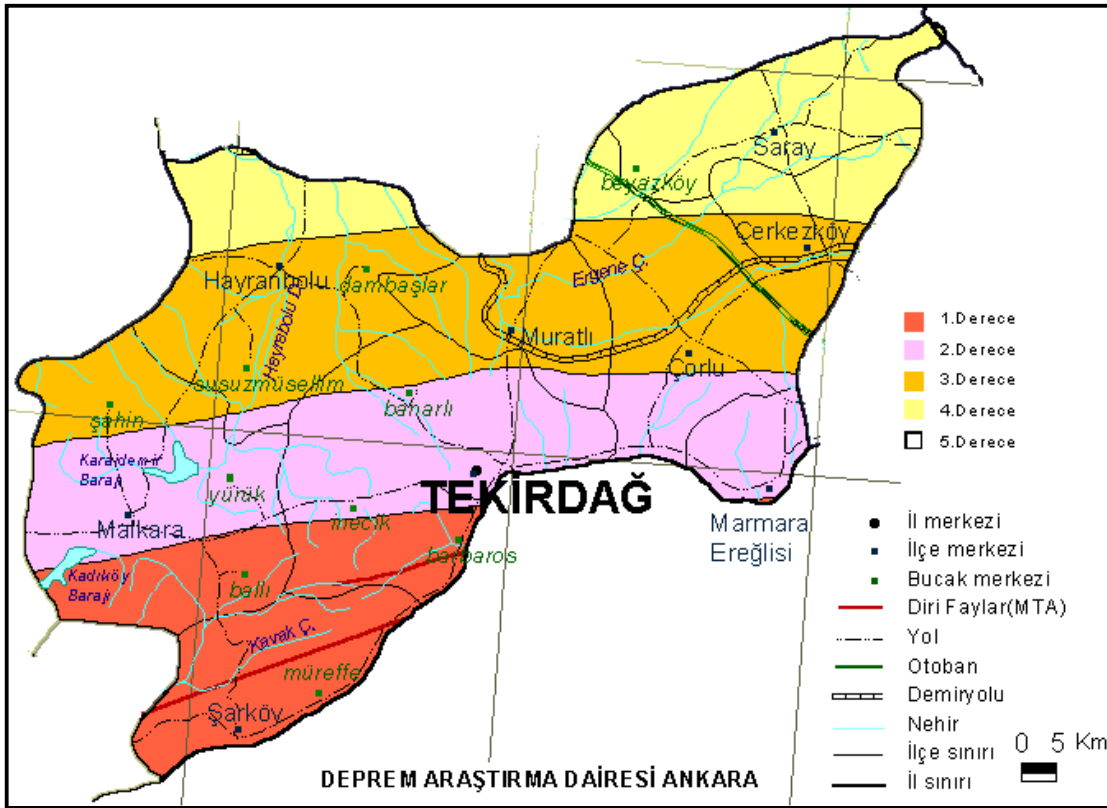
Bu yaklaşımla sağlanan değerler arazidekilerden yaklaşık %50 fazla olduğu için “ $\Delta H = \delta / 1,5$ ” olarak yapılacak bir düzeltme gerektirir. Bölgenin 1. Derece Deprem Kuşağı risklerinde irdelenmesi nedeniyle oluşacak yanal deprem yüklerinin yapılarda meydana getireceği yük artışları nedeniyle tasarım yükü “0,08” oranında arttırılmıştır. Çalışma alanında baskın kayaç birimleri içinde yapılan standart penetrasyon testlerinin düzeltilmiş değerlerinden (SPT-N₆₀) hareketle hesaplanan ağırlıklı istatistiksel ortalamalar kumlu (dlg, Qpk, Qal, Te, Tdaku) ve killi birimlerde (Tdaki, Tdasi) sırasıyla “7-12” ve “16-17” değerlerini vermektedir. (Çizelge 4.2). Tüm bu yaklaşımlar ve kabuller çerçevesinde hesaplanan yaklaşık nihai oturma büyüklükleri ;

Kum baskın kayaç gruplarında	;	$\delta_m = 1,36 - 0,80$ cm
Kil baskın kayaç gruplarında	;	$\delta_l = 0,60$ cm

olarak bulunmuştur. Bu değerler, yapılan yaklaşım ve kabuller doğrultusunda radye jeneral temeller için limit kabul edilen oturma değerlerinin kumlardaki 6 cm'nin ve killerdeki 10 cm'nin altındadır. Buna karşılık Proje alanının bir karakteristiği gibi gözükten “farklı oturma” olgusu dikkate alındığında, farklı oturma büyüklüklerinin toplam oturma değerlerinin $\frac{3}{4}$ 'ü dolayında olacağı öngörüsü ile toplam oturma radye jeneral temellerdeki kumlu ortamlarda 4 cm'yi ve killi ortamlarda 6 cm'yi geçmemesi uygun görülmektedir. Yapılan bu genel değerlendirmenin bodrumsuz, 2 normal katlı, sığ temelli ve 10 x 10 m yayımlı radye jeneral temel ortamı için olduğu unutulmamalıdır. Dolayısıyla yapıdaki kat sayısının artması bu değerleri otomatikman daha güvensiz büyüklüklere doğru çekecektir.

4.6. Depremsellik ve Afet Durumu

Değerlendirmeye alınan ve Tekirdağ'ın Batı Yakasındaki inceleme alanını da içeren bölge Marmara Bölgesi'nde ve büyük olasılıkla Marmara Denizi'nde bugüne kadar olmuş ve doğaldır ki gelecekte de olacak depremlerin etkisi gözetilerek, Bakanlar Kurulu'nun 18.04.1996 tarih ve 96/8109 sayılı kararı ile yürürlüğe giren 1/1.800.000 ölçekli "Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası"nda "1.ve 2. Derece Deprem Kuşağı" içinde gösterilmiştir (Şekil 4.14).



Şekil 4.14. İnceleme Alanı ve Dolayının 1996 Tarihli ve 1 / 1.800.000 Ölçekli Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası'ndaki Yeri.

1996 tarih ve 1 / 800.000 ölçekli Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası, deprem kaynak alanları ile tarihsel ve aletsel dönemde oluşan büyüklüğü 4,0M ve üzerindeki depremler kullanılarak "probabilistik" yaklaşımla hazırlanmıştır. Haritanın oluşturulmasında 475 yıllık tekrarlanma süreli depremlerin yarattığı etkin – ivme kontur haritası ve 0,90 güvenilirlik seviyesi esas alınmıştır. Yani, tasarımı yapılan bir yapının 475 yılda bir kez bile oluşacak bir depreme göre 50 yıllık bir süre içinde %90 ihtimalle deprem yüklerine maruz kalmayacağı ya da diğer bir deyişle, yapının 50 yıllık bir süreç içinde sadece %10 oranında gerçekleşebilecek bir aşılma olasılığıyla deprem yüklerine maruz kalacağı varsayımı yapılmıştır.

Bir depremden etkilenmesi beklenen alanın dışmerkeze (episantr) olan uzaklığına ve depremin büyüklüğüne (magnitüd) bağlı olarak "yakın alanda" veya "uzak alanda" olunması gibi kavramlar önem kazanır. Krinitzsky (vd., 1988) Sınıflaması'na göre büyüklüğü M=6,5 olan bir deprem için "yakın alan" uzaklığı sınırı 35 km, M=7,0 için 40 km ve M=7,5 olan bir deprem için ise 45 km olarak alınmaktadır. İnceleme alanı için İBB – JICA projesindeki

senaryo fayının 7,5M'lik büyüklüğü ve bu faya olan yaklaşık 40 km'lik ortalama uzaklık göz önüne alınırsa, inceleme alanının “yakın alan” içinde bulunduğu ifade edilebilir.



Şekil 4.15. Çalışma Alanını Etkilemesi Beklenen “Senaryo” Fayı (İBB – JICA Raporu, 2003).

4.6.1. Aktif tektonik

Çalışma alanı İBB – JICA Projesi’ndeki en olası senaryo fayı olarak işaret edilen “C Model Senaryo Fay”ının 40 km kadar Kuzey’inde ve hasar yapıcı birçok depremin olduğu Marmara Denizi kıyılarının ortalama 35 km uzağındadır (Şekil 4.15).

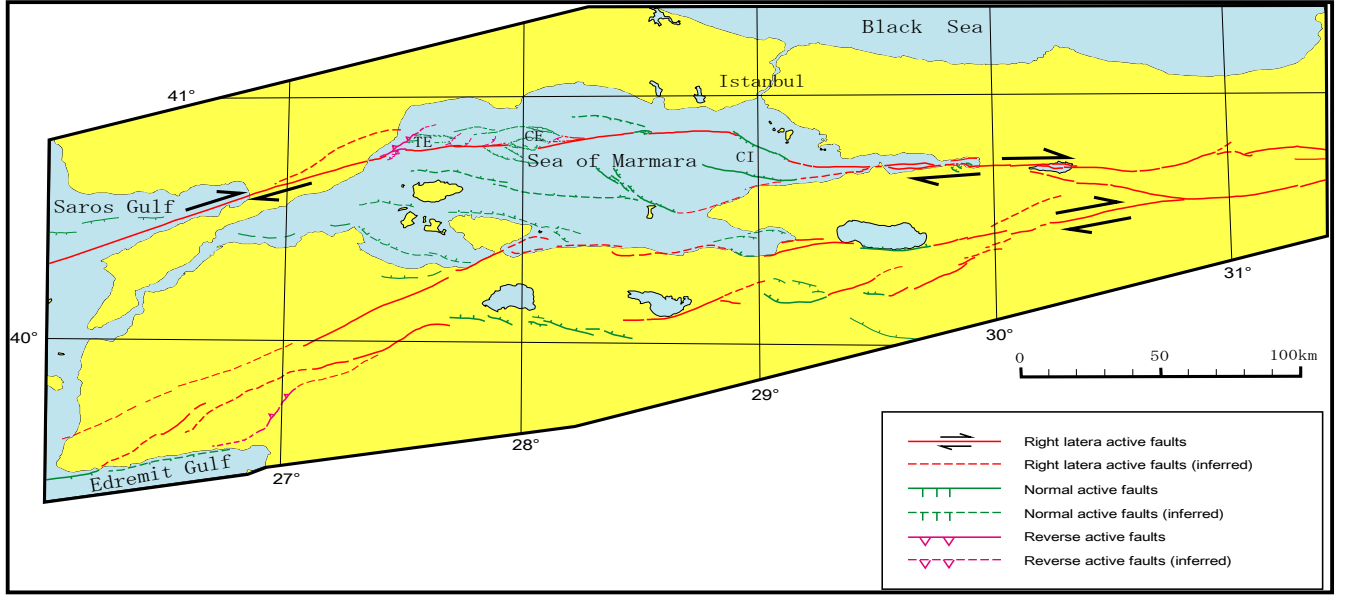
Marmara Denizi içindeki normal ve doğrultu atımlı fayların geçmişte de günümüzdeki gibi aktif olduğu ve Marmara Bölgesi’ndeki birçok yerleşim alanında önemli hasarlar yaratan depremlere yol açtığına yayınlanmış deprem kataloglarında değinilmektedir. 1719 depremi ile 1999 İzmit depreminin İzmit bölgesindeki ve 1766 Ağustos depremi ile 1912 Ganos depreminin Batı Marmara Denizi’ndeki neredeyse aynı fay hatlarında olduğu varsayılabılır. 1766 Ağustos depreminin büyüklüğünün 1912 Ganos depremindekinden daha fazla olmasına rağmen 1766 Ağustos depremi yırıtığının, 1912 Ganos depremine oranla Batı’ya doğru daha fazla yayılmış olması yüksek bir olasılıktır. Durum böyle olmasa dahi her iki fayın Doğu’daki bitişinin Merkez basenin D ucunda olduğu hesaplanmaktadır. 1766 Mayıs depremi ile ilişkili olan fayın, şu anda oluşmakta olan sismik boşluk ile ilişkili bulunduğu düşünülmektedir (PARSONS, 2004; ARMİJO, vd., 2005). Ayrıca “PARSONS, 2004”e göre, Merkez basenin D ucundan Adalar fayı yolu ile İzmit fayına kadar kırılmasının 1509 depremine sebep olduğu sonucuna varmıştır. Bununla birlikte “AWATA ve OKUMURO, “2006”, 15. ve 16. yüzyılda

Marmara Denizi'nde 1509 depreminden başka bir deprem oluşmadığını ve Marmara Denizi'ndeki tüm KAF hattının 1509 depreminde yırtılmış olabileceğini öne sürmüşlerdir. Marmara Bölgesi'ndeki deprem aktivitesinin büyük bir bölümü, İstanbul'un D ve B yarımadaalarının G'inde gerçekleşmiştir. Aktivitenin, özellikle Marmara Denizi'nin D kesiminde oldukça yoğun olduğu bilinen bir gerçektir. İlgili haritalardan anlaşılacağı üzere Çalışma alanı ve dolayı, doğrudan doğruya G'inden ve sadece Marmara Denizi içindeki olası deprem aktivitesinden etkilenmeye açıktır. İnceleme alanı ve dolayındaki deprem tehlikesini belirleyen jeolojik unsurların en önemlisi, Kuzey Anadolu Fayı'nın (KAF) Marmara Denizi içinde yer alan kesimidir (Şekil 4.16).



Şekil 4.16. İnceleme Alanı ve Dolayı'nın Türkiye Diri Fay Haritası'ndaki Yeri (MTA, 1992).

Adapazarı dolayında Batı'ya doğru üç ana kola ayrılan, Marmara Denizi içinden ve Güney'inden Batı'ya doğru ilerleyerek doğrultu atımlı faylarla, yerel olarak da eğim atımlı faylarla ayrılmış havzalar şekillendiren KAF'ın bu Kuzey kolu, Doğu-Batı yönünde yerleşmiş bir sismotektonik zon şeklinde daha Batı'daki Mürefte'ye kadar uzanır. KAF'ın diğer kollarını oluşturan orta ve Güney kollar ise Marmara Denizi'nin Güney kesimine yerleşmiştir ve yine yaklaşık Doğu-Batı doğrultusunda olmak üzere uzak B'ya, Ege Denizi'ne doğru yönelmiş bulunmaktadır. (Şekil 4.17).



Şekil 4.17. Marmara Denizi ve Dolayında Kuzey Anadolu Fayı (ARMİJO, vd., 2005)
(CI: Çınarcık Havzası, CE: Merkez Havza, TE: Tekirdağ Havzası)

Marmara Denizi'ndeki aktif faylar 1930'lardan beri tartışılmaktadır. Bu bölgedeki sismoteknik durum için pek çok model öne sürülmüştür. "BARKA ve KADİNSKRY CADE, 1988" tarafından 3 adet çek – ayır (pull – apart) havzanın KuzeyDoğu-GüneyBatı yönlü sağ yanal atımlı faylarca şekillendirildiği belirtilmiştir. 1987 ve 1995'te Marmara'da sismik yansıma çalışmaları yapılmış ve pek çok ufak boyutlu fay saptanmıştır. 1997'de TUBITAK ve MTA ortak girişimi ile gerçekleştirilmiş olan çok-kanallı sismik yansıma incelemelerinin verilerine dayanarak da Marmara Denizi'ndeki tektonik yapılar ve aktif faylar için çeşitli tanımlamalar önerilmiştir. 1999 İzmit depreminin ardından bu konuda ek araştırmalar gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamdaki ilk araştırmalar, multi-beam (çoklu-ışın demeti) ve side-scan (yan-taramalı) sonarı ile Marmara Gemisi tarafından 2000 yılında yapılan ayrıntılı denizaltı batimetri çalışmalarıdır. Elde edilen verilerle "Le PİCHİON, vd., 2000, 2003" ile "ARMİJO, vd., 2002" tarafından Kuzey Anadolu Fayı'nın (KAF) Marmara Denizi içindeki konumu değerlendirilmiştir. Bu iki değerlendirmenin KAF kinematığı hakkındaki görüşleri farklı, fakat aktif fayların dağılımı konusundaki görüşleri benzerdir. 2002 yılında "Marmarascarps Cruise" ile gerçekleştirilen jeomorfolojik araştırmalarda insansız denizaltı kullanılmıştır. Sağlanan veriler "ARMİJO, vd., 2005" tarafından değerlendirilmiş ve 1912 Ganos (Şarköy – Mürefte) depremi ile oluşan yüzey kırıklarının merkez basenin Doğu ucuna kadar uzandığı ve 1894 depremi ile Çınarcık baseninin Güney ucundaki fay izlerinin (scarps) oluştuğu ileri sürülmüştür

4.6.2. Bölgenin deprem tehlikesi ve risk analizi

Jeolojik ve sismolojik veriler göz önüne alındığında tüm bölgeyi etkileyecek deprem hattının, inceleme alanının ortalama 40 km kadar G'in deki yaklaşık KBB-GDD doğrultulu "Kuzey Anadolu Fay Zonu Kuzey Kolu" olduğu görülür.

Marmara Bölgesi'nde, 1900 yılı öncesini tanımlayan tarihsel dönemde birçok büyük deprem yaşanmıştır (Çizelge 4.11). Bunlarla ilgili olarak tutulan yazılı kayıtlara dayanarak 32 – 1896 yılları arasındaki tarihsel büyük depremlerin ($M \geq 6,0$) dışmerkezleri (episantr)

AMBRASEYS ve FINKEL (1991) tarafından haritalanmıştır (Şekil 4.18). Aletsel kaydı bulunmayan bu depremler değişik kataloglarda bazı farklılıklarla yer almaktadır. Bunların çok daha fazlası İstanbul ve çevresi için rapor edilmekle beraber bazı tekrarların ve abartmaların olabileceği unutulmamalıdır. Aletsel kayıt dönemi olarak adlandırılan ve 1904 yılından günümüze uzanan dönemin 1904 – 2000 yılları arasındaki süreçte oluşan ve büyüklükleri 4,0M ve daha fazla olan depremlerin dışmerkez (episantr) dağılımları da listelenmiş ve haritalanmıştır (Çizelge 4.12, Şekil 4.19). Harita verileri İTÜ Jeofizik Mühendisliği Bölümü arşivinde bulunan International Seismological Center (ISC) veri setinden elde edilmiştir.

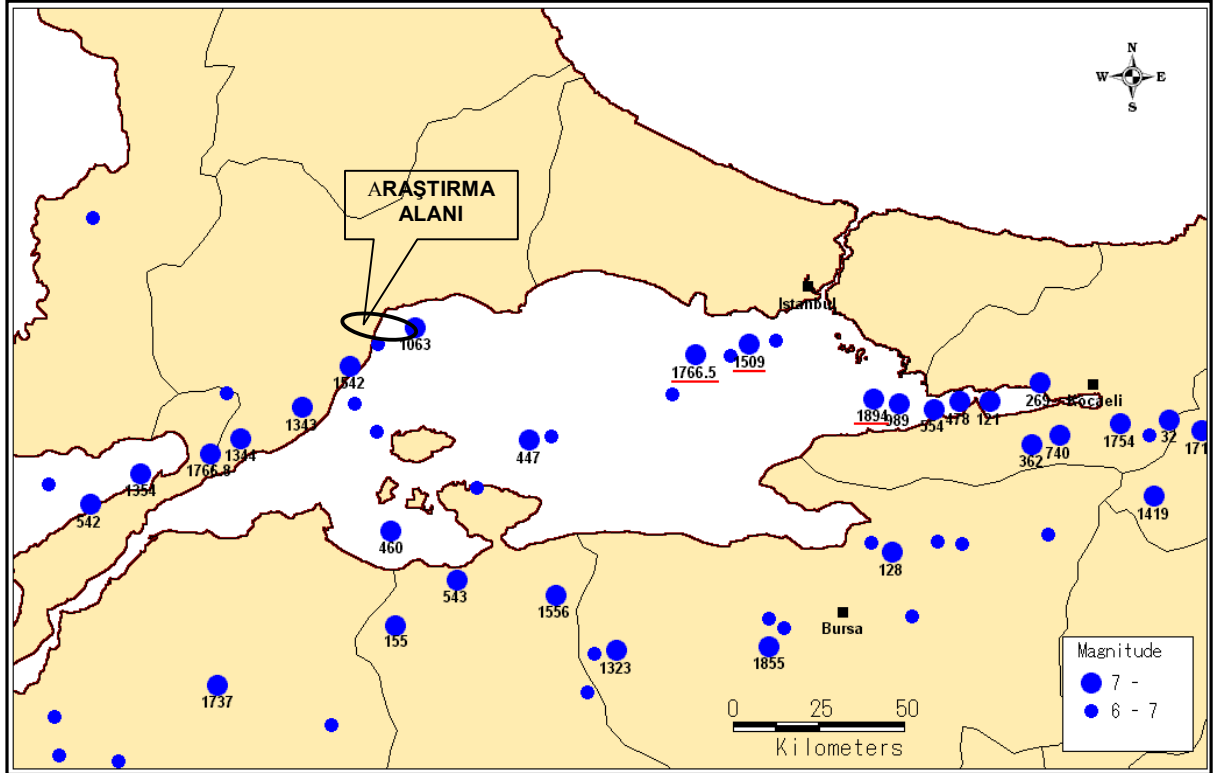
Tarihsel ve aletsel dönemlerde Marmara Bölgesi'nde etkin olan deprem aktivitesini gösteren bu harita ve çizelgeler, bölgede karşılaşılabilecek deprem tehlikesinin ne kadar yüksek olduğunu kalitatif olarak göstermektedir. Ancak bu tür haritalar deprem tehlikesini tek başlarına sayısal ya da olasılık dahilinde açıklamamaktadır. Çünkü haritalara temel oluşturan deprem verilerinin tanımsal ve olasılı yaklaşım larla analizi gerekir.

Çizelge 4.11. Tarihsel Dönemdeki Büyük ($M \geq 6,0$) Marmara Depremleri (SOYSAL, vd., 1981; AMBRASEYS, FINKEL, 1991, 1995; STRAUB, 1996'dan).

Tarih (gün. ay. yıl)	Oluş Zamanı (st. dak. sn)	Enlem (°)	Boylam (°)	Yüze y Dalgası Büyüklüğü (Ms)	Hasar Şiddeti Ölçeği (MSK)	Yer
- - 32	-	40.7	30.2	7.0	-	-
- - 121	-	40.7	29.6	7.0	-	İzmit
- - 128	-	40.4	29.2	7.0	-	İzmit
- - 155	-	40.2	27.6	7.0	VIII	Bandırma
03.05.181	-	40.7	30.5	7.0	-	-
- - 269	-	40.8	29.7	7.0	-	İzmit-Gebze
24.03.358	-	40.7	30.8	7.0	IX	Kocaeli-İzmit-İstanbul
02.12.362	-	40.6	29.7	7.0	VIII	İzmit-İzmit-İstanbul
06.11.447	-	40.6	28.0	7.0	-	-
07.4.460	-	40.4	27.5	7.0	-	-
24.09.478	-	40.7	29.5	7.0	-	Karamürsel-İzmit
16.08.542	-	40.5	26.5	7.0	-	-
06.09.543	-	40.3	27.8	7.0	IX	Erdek-Bandırma
16.08.554	-	40.7	29.4	7.0	-	İzmit
26.10.740	8:00	40.7	29.8	7.0	VIII	İzmit-Karamürsel-İzmit
25.10.989	-	40.7	29.3	7.0	-	Doğu Marmara
23.09.1063	-	40.9	27.6	7.0	-	İzmit
- - 1323	-	40.1	28.3	7.0	VIII	İstanbul
18.10.1343	-	40.7	27.2	7.0	-	-
06.11.1344	-	40.6	27.0	7.0	-	-
01.03.1354	-	40.6	26.7	7.0	-	Gelibolu-Bolayır-Malkara
15.03.1419	-	40.5	30.1	7.0	-	-
10.09.1509	22:00	40.9	28.8	7.0	-	Marmara
12.06.1542	-	40.8	27.4	7.0	VI	Tekirdağ
10.05.1556	24:00	40.2	28.1	7.0	VIII	Doğu Marmara
25.05.1719	-	40.7	30.3	7.0	VI	İzmit
10.06.1737	-	40.0	26.9	7.0	-	-
02.09.1754	21:30	40.7	30.0	7.0	IX	İzmit
22.05.1766	5:00	40.9	28.6	7.0	IX	Doğu Marmara
05.08.1766	5:30	40.6	26.9	7.0	VIII	Batu Marmara
28.02.1855	3:00	40.1	28.8	7.0	IX	Bursa-Kemalpaşa
26.10.1889	-	39.4	26.0	7.0	-	-
10.07.1894	12:30	40.8	29.2	7.0	X	İstanbul-İzmit
-	-	40.7	30.5	6.0	-	-
-	-	40.7	30.4	6.0	-	-
-	-	40.7	30.1	6.0	-	-
-	-	40.4	29.8	6.0	-	-
-	-	40.4	29.5	6.0	-	-
-	-	40.4	29.4	6.0	-	-
-	-	40.2	29.3	6.0	-	-
-	-	39.3	29.3	6.0	-	-
-	-	39.2	29.0	6.0	-	-
-	-	39.2	27.4	6.0	-	-

Tarih (gün. ay. yıl)	Oluş Zamanı (st. dak. sn)	Enlem (°)	Boylam (°)	Yüzey Dalgası Büyüklüğü (Ms)	Hasar Şiddeti Ölçeği (MSK)	Yer
-	-	39.3	26.5	6.0	-	-
-	-	39.4	26.5	6.0	-	-
-	-	39.5	26.5	6.0	-	-
-	-	39.4	26.2	6.0	-	-
-	-	39.7	26.0	6.0	-	-
-	-	40.0	26.0	6.0	-	-
-	-	39.8	26.4	6.0	-	-
-	-	39.9	26.2	6.0	-	-
-	-	39.8	26.6	6.0	-	-
-	-	40.3	25.8	6.0	-	-
-	-	40.4	29.2	6.0	-	-
-	-	40.4	26.0	6.0	-	-
-	-	40.4	26.0	6.0	-	-
-	-	40.5	26.0	6.0	-	-
-	-	40.5	26.4	6.0	-	-
-	-	41.2	26.5	6.0	-	-
-	-	40.5	27.8	6.0	-	-
-	-	40.8	27.0	6.0	-	-
-	-	40.9	27.5	6.0	-	-
-	-	40.7	27.4	6.0	-	-
-	-	40.7	27.5	6.0	-	-
-	-	39.9	27.3	6.0	-	-
-	-	39.7	27.6	6.0	-	-
-	-	39.7	28.0	6.0	-	-
-	-	40.1	28.2	6.0	-	-
-	-	40.0	28.2	6.0	-	-
-	-	40.8	28.5	6.0	-	-
-	-	40.9	28.7	6.0	-	-
-	-	40.9	28.8	6.0	-	-
-	-	40.2	28.8	6.0	-	-
-	-	40.2	28.9	6.0	-	-
-	-	40.7	28.1	6.0	-	-

Not : Kesin tarihi, yeri ve oluş zamanı bilinmeyen depremlerle ilgili bilgi verilmemiştir.

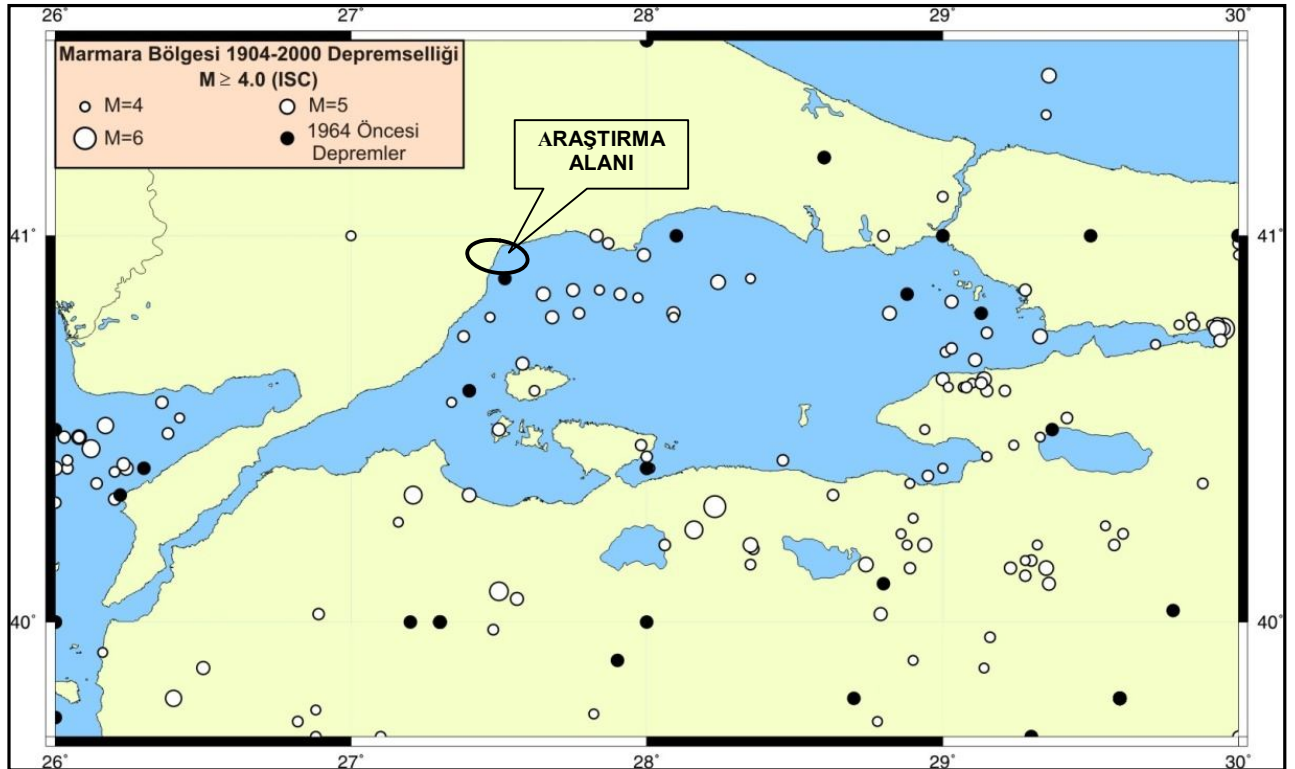


Şekil 4.18. Marmara Bölgesi'nin Tarihsel Dönemdeki (32 – 1896 yılları arası) Büyük Deprem ($M \geq 6,0$) Etkinliği (AMBRASEYS , FİNKELE , 1991).

Çizelge 4.12. Aletsel Dönemdeki Büyük ($M \geq 6,0$) Marmara Depremleri.
(SOYSAL , vd., 1981; AMBRASEYS , FİNKEK, 1991, 1995; STRAUB, 1996'dan).

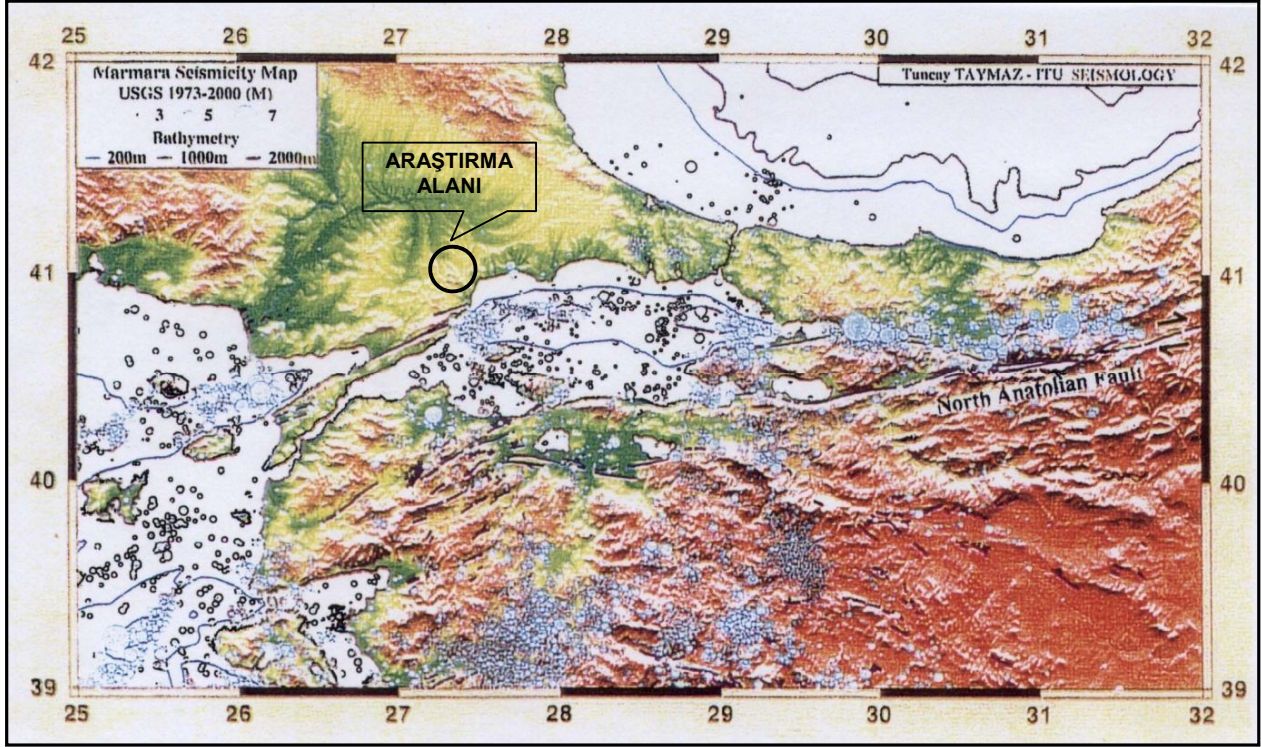
Tarih (gün. ay. yıl)	Oluş Zamanı (st. dak. sn)	Enlem (°)	Boylam (°)	Yüzeysel Dalgası Büyüklüğü (Ms)	Hasar Şiddeti Ölçeği (MSK)	Yer
18.12.1901	03:41	39.4	26.7	6.0	VIII	Ayvalık
26.05.1903	06:09	40.6	29.0	6.0	VI+	Marmara
22.10.1905	03:35	40.6	28.3	6.0	V+	Marmara
09.08.1912	03:29	40.8	27.2	7.4	X	Mürefte-Saros
18.11.1919	21:44	39.3	27.4	6.9	VIII	Soma
20.11.1924	20:28	39.1	30.1	6.0	VII+	Altıntaş
02.05.1928	21:55	39.4	29.4	6.2	VIII	Emet
04.01.1935	14:41	40.6	27.5	6.4	IX	Marmara
22.09.1939	00:37	39.0	26.9	6.5	VIII	Dikili
15.10.1942	17:01	39.4	28.1	6.2	VIII	Bigadiç
20.06.1943	15:33	40.7	30.5	6.4	VIII	Hendek
25.06.1944	04:16	39.0	29.4	6.0	VIII	Şaphane
06.10.1944	02:35	39.6	26.5	6.8	VIII	Ayvalık
18.10.1953	19:06	40.0	27.5	7.2	IX	Yenice
20.02.1956	20:32	40.0	30.1	6.1	VIII	Söğüt
26.05.1957	06:33	40.6	31.0	7.0	X	Abant
18.09.1963	16:58	40.6	29.1	6.4	VIII	Yalova-Çınarcık
06.10.1964	14:31	40.1	28.0	6.9	IX	Mengen
23.05.1965	14:09	40.4	26.1	6.0	VI+	Saros
22.07.1967	16:57	40.6	30.8	7.1	X	Mudurnu
25.03.1969	13:22	39.1	28.4	6.1	VIII	Demirci
28.03.1970	21:02	39.1	29.4	7.1	IX	Gediz
27.03.1975	05:15	40.4	26.1	6.6	VII+	Saros
05.07.1983	-	40.33	27.28	6.0	VII	Biga
17.08.1999	01:02	40.70	29.30	7.8	X	Kocaeli-Gölcük
12.11.1999	19:00	41.00	30.50	7.2	IX	Düzce-Bolu

Not : Kesin tarihi, yeri ve oluş zamanı bilinmeyen depremlerle ilgili bilgi verilmemiştir.



Şekil 4.19. Marmara Bölgesi'nin Aletsel Dönemdeki Deprem ($M \geq 4,0$) Etkinliği
(1904 – 2000 yılları arası).

Marmara Bölgesi'ni içeren bir coğrafik alan içinde kalmak üzere, sadece 1973 – 2000 yılları arasındaki kısa bir süreç bile gözönüne alınsa, bu kısa aletsel dönemde oluşan depremlere ait dışmerkez (episantr) dağılımlarının tarihsel ve uzun aletsel dönem haritalarıyla karşılaştırılması, Marmara Bölgesi'ndeki fayların büyük bölümünün bugün de aktif olduğunu açıkça göstermeye yeterlidir. (Şekil 4.20).



Şekil 4.20. Marmara Bölgesi İçinde 1973 - 2000 Yılları Arasında Olmuş Depremlerin Episantr (Dışmerkez) Dağılımı (U.S.G.S.).

17 Ağustos 1999 Kocaeli – Gölçük ve 12 Kasım 1999 Düzce depremlerinden önce ve sonra yapılan bir dizi bilimsel çalışmadan da anlaşıldığı üzere Marmara Denizi ve çevresinde artan bir deprem tehlikesi bulunmaktadır (PARSONS, vd., 2000). Bu çalışmalara göre Marmara Denizi ve çevresindeki aktif fayların (İzmit, Yalova, Prens Adaları, Marmara, Ganos ve Kuzey Anadolu Fayı) varlığı ve 17 Ağustos 1999 Gölçük ve 12 Kasım 1999 Düzce depremleri sonrası bu fayların etkileşmesi (interaksiyonu) sonucu Marmara Denizi'nde deprem tehlikesi önemli bir yüzdeyle artmıştır. Bölgede, büyüklüğü 7M ve daha fazlası bir depremin oluşma olasılığı mevcut faylar bazında "PARSONS, vd., 2000" tarafından analiz edilmiştir (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.13. Marmara Bölgesi'nde $\geq 7M$ Büyüklüğünde Beklenen Depremin Verilen Zaman Aralıklarında Olma Olasılığı (PARSONS, vd., 2000).

Fay Zonu	30 yıl (%)	10 yıl (%)	1 yıl (%)
Yalova	33 ± 21	14 ± 11	17 ± 1.7
Prens Adaları	35 ± 15	16 ± 9	2.1 ± 1.6
Marmara	13 ± 9	5 ± 5	0.6 ± 0.7
Tüm Faylar	62 ± 15	32 ± 12	4.4 ± 2.4

Marmara Bölgesi için en son yapılan araştırmalara göre Marmara Denizi'nde yer alan fay zonları üzerinde oluşabilecek ve çalışma alanını etkileyebilecek deprem için yapılan saptama, "1999 yılından itibaren 30 yıl içinde $M=7,0$ ve daha büyük bir depremin olma olasılığı ortalama %62, 10 yıl içinde %32 ve 1 yıl için de %4" şeklindedir (PARSONS, vd., 2000). Bu sonuç, söz konusu bilimsel yayında tarihsel ve aletsel dönemde Marmara Denizi ve çevresinde olmuş hasar yapıcı büyük depremlerin jeolojik ve sismolojik verilerinin derlenmesi ve değerlendirilmesi ile fayların etkileşme sistemi göz önüne alınarak olasılık hesaplarına göre elde edilmiştir. Marmara Denizi'nde yapılan sismik araştırmalar, beklenen büyük deprem için en olası yerin İzmit Körfezi – Prens Adaları G'i – Mürefte – Saros Körfezi hattına koşut fay zonu olduğunu göstermektedir. Bu zon, çalışma alanına en yakın ve deprem potansiyeli en yüksek görülen hattır ve "senaryo" depremi için kaynak niteliğindedir. İnceleme alanı ve dolayısı ile deprem kaynak zonu konumundaki Kuzey Anadolu Fayı arasındaki en kısa mesafenin yaklaşık 40 km olduğu göz önüne alınarak oluşabilecek $M_L = 7,5$ büyüklükteki tasarım depremi dış odağındaki (episantr da ki) "maksimum deprem şiddeti"nin, mevcut zemin koşullarına ve yayılımına bağlı etkilenmelerden "bağımsız" bir şekilde yurdumuz için önerilen aşağıdaki bağıntı çerçevesinde;

$$I_0 = (M_L - 1,63) / 0,593 \quad ; \quad \text{"TEZCAN, ACAR, ÇİVİ, 1979"} \\ I_0 = 9,9$$

olacağı ve ortalama 10 km'lik iç odak derinliği (h) ile aktif fay hattına olan 40 km'lik uzaklık (D) nedeniyle de inceleme alanı ve dolayına olan yansımalarının " $R^2 = h^2 + D^2$ " alınarak bulunan $R \approx 41$ km değerinden hareketle;

$$I = I_0 + 2,065 - 0,00594 \cdot R - 2,065 \cdot \log(h + 40) \quad ; \quad \text{"1979, CHANDRA"} \\ I = 8,2$$

şiddetinde ve şüphesiz ki çalışma alanının zemin ve yapı kalitesine bağlı olarak daha az ya da daha çok etkinlik gösterebilecek bir hasar oluşturabilme potansiyeli taşıdığı söylenebilir.

4.6.3. Afet durumu

Geçmiş yıllardaki bölgesel ve yerel incelemelerden, bu çalışmadaki jeolojik ve hidrojeolojik arazi gözlemlerinden, sismik ve jeoelektriksel teknikler uygulanarak gerçekleştirilen jeofizik çalışmadan, açılan zemin sondajlarındaki yerinde ölçüm, tanım ve testler ile alınan karakteristik baskın birim örnekleri üzerinde yapılan laboratuvar deneylerinden sağlanan veriler ışığında çalışma alanına ilişkin yermühendislik parametreleri ve geoteknik ortam (mühendislik zonları) özellikleri ile depremselikle alakalı riskler ve deprem risk analizleri önceki ana bölümlerde ayrı ayrı ele alınarak açıklanmıştır. Bu bölümde ise çalışma alanı genelinde ve ileride olası herhangi bir yerel teknik girişim sırasında mevcut jeolojik, hidrojeolojik ve sismik kökenli doğal olguların neden olduğu veya olabileceği görünür – potansiyel doğal riskler kendilerini oluşturan yersel köken gözetilerek ayrı ayrı ele alınıp değerlendirilmiş, "doğal afet tehlikesi" haline dönüşebilirlikleri ve olası etkinlikleri irdelenmiştir. İnceleme alanında görünür – potansiyel doğal risklerin başlıca 3 ana bölümde ele alınması uygun olacaktır.

4.6.3.1. Sıvılaşma

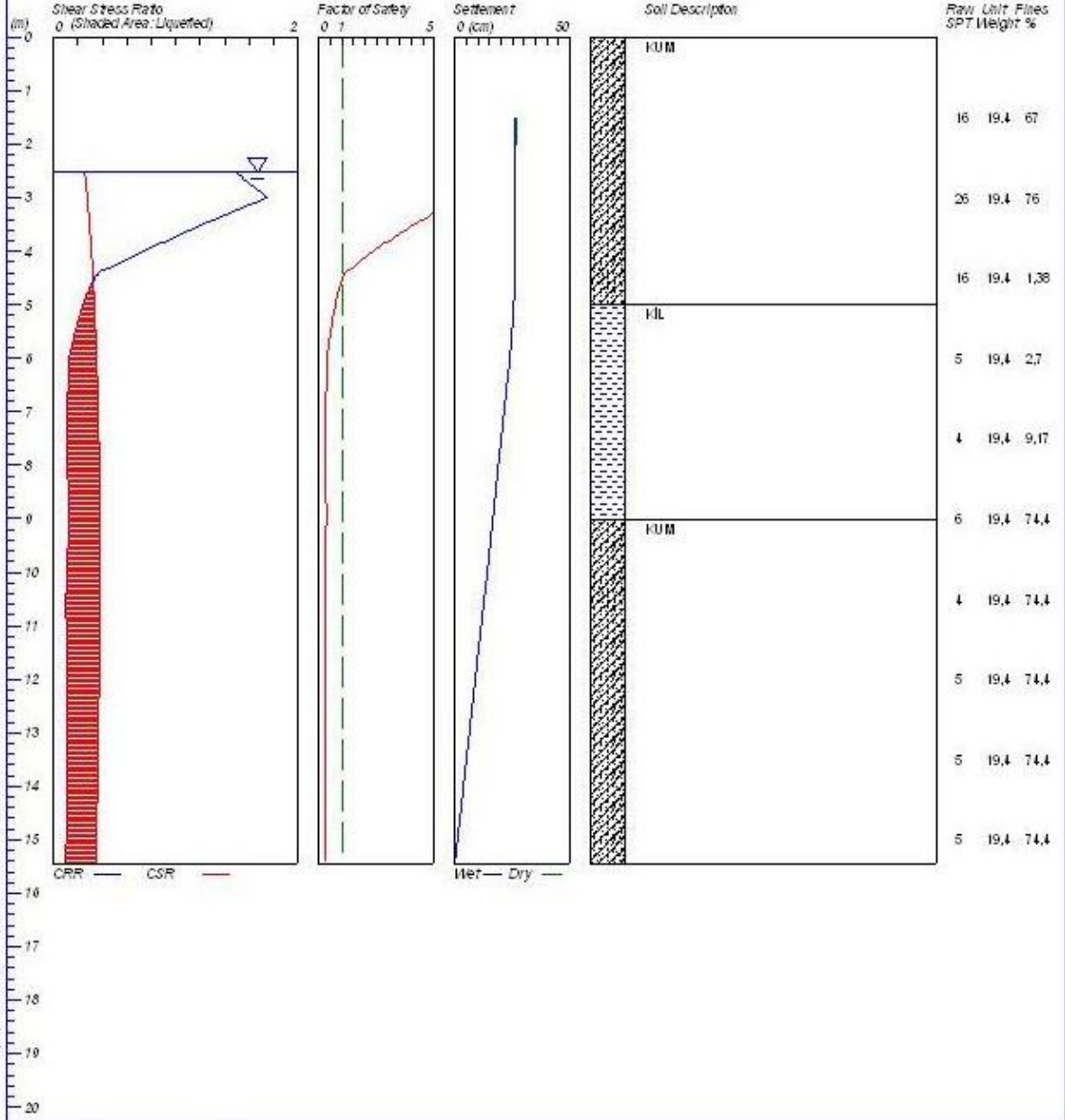
Sıvılaşma suya doymun, gevşek dokulu homojen ince taneli kum ve siltlerin boşluk suyu basıncı değerlerinin deprem titreşimleri sırasında artması ve etkin yanal gerilmelerin sıfırlanması sonunda ortamın yük taşıma kapasitesinin kaybolması ve tüm ortamın geçici bir süre “sıvı” gibi davranması olayıdır. İnceleme alanının jeolojik, hidrojeolojik, sismik ve topoğrafik özellikleri göz önüne alınarak yapılan kalitatif ön değerlendirmede “sıvılaşma” potansiyelinin varlığı anlaşılmış ve bunun etkinlik taşıyabileceği lokasyonlar ayrılmıştır. Çalışma alanında “sıvılaşma” olasılığını bir risk olgusu olarak ortaya çıkaran kalitatif ön değerlendirmelerin yapıldığı ilk aşamadaki başlıca yersel veri kriterleri ; topoğrafik eğimin çok düşük ve hatta yüzeyin yatay konumda olması, düşük yeraltısuyu verimli de olsa serbest sutaşır türünde bir hidrojeolojik ortam şekillendirmesi, sutaşır ortam malzemesinin ortalama 20 m kalınlıkta bir ince kum – silt boylu zon dan oluşması, kil ve kil baskın birimlere ait likit limit değerleri ile kum ve kum baskın birimlerdeki bağıl sıklık değerlerinin ortalamaları da göz önünde bulundurulmuş ve 7,5 M büyüklükte beklenen senaryo deprem odağından “yakın alan” kavramına uygun bir sınır uzaklıkta bulunulması da dikkate alınmıştır. Kalitatif ön değerlendirmeler sonunda “sıvılaşma” potansiyeli öngörülen alan ayrılmış ve bu risk olgusunu daha ayrıntıda araştırarak varlığını kesinleştirmek amacıyla bu alanlardaki zemin sondajları için ayrı ayrı sayısal değerlendirmelerin yapıldığı ikinci aşamaya geçilmiştir. Sıvılaşma analizi Liquefaction programı ile yapılmıştır. Programda istenilen Spt değerleri, yoğunluk, ince malzeme yüzdesi, beklenen deprem magnitüdü, litoloji ve metrajları girilerek analiz yapılmıştır. Beklenen deprem magnitüdü max 7.5 olarak seçilmiştir. Gerçekleştirilen tüm sayısal “sıvılaşma” analizleri sonunda çalışma alanının dolgu ve kıyı çökelleri ile örtülü kıyı şeridi ile tüm alüvyondan oluşan doğu kesimindeki bölgenin, bölgeyi etkileyecek olası bir deprem sırasında “sıvılaşma riski” taşıdığı belirlenmiştir. Bu saptama, inceleme alanı içinde tanımlanan bu lokasyonlar da ileride olası yapılaşmaların sıvılaşma olgusuna karşı da gereken teknik önlemleri içerecek şekilde projelendirilmesinin zorunlu bulunduğunu göstermektedir. “Sıvılaşma potansiyeli” taşıdığı öngörülen bu alanlarda açılmış zemin araştırma sondajları bazında sayısal sıvılaşma analizleri yapılmıştır. (Şekil 4.21, 4.22, 4.23, 4.24, 4.25, 4.26, 4.27, 4.28, 4.29, 4.30, 4.31, 4.32, 4.33, 4.35, 4.36, 4.37 arası).

LIQUEFACTION ANALYSIS

TEKİRDAĞ-ALTINOVA TEZ ÇALIŞMASI

Hole No.=SK-3 Water Depth=2.5 m Surface Elev.=1.80

Magnitude=7.5
Acceleration=0.40g



CivilTech Corporation

Sevim AVCI YENER

Plate A-1

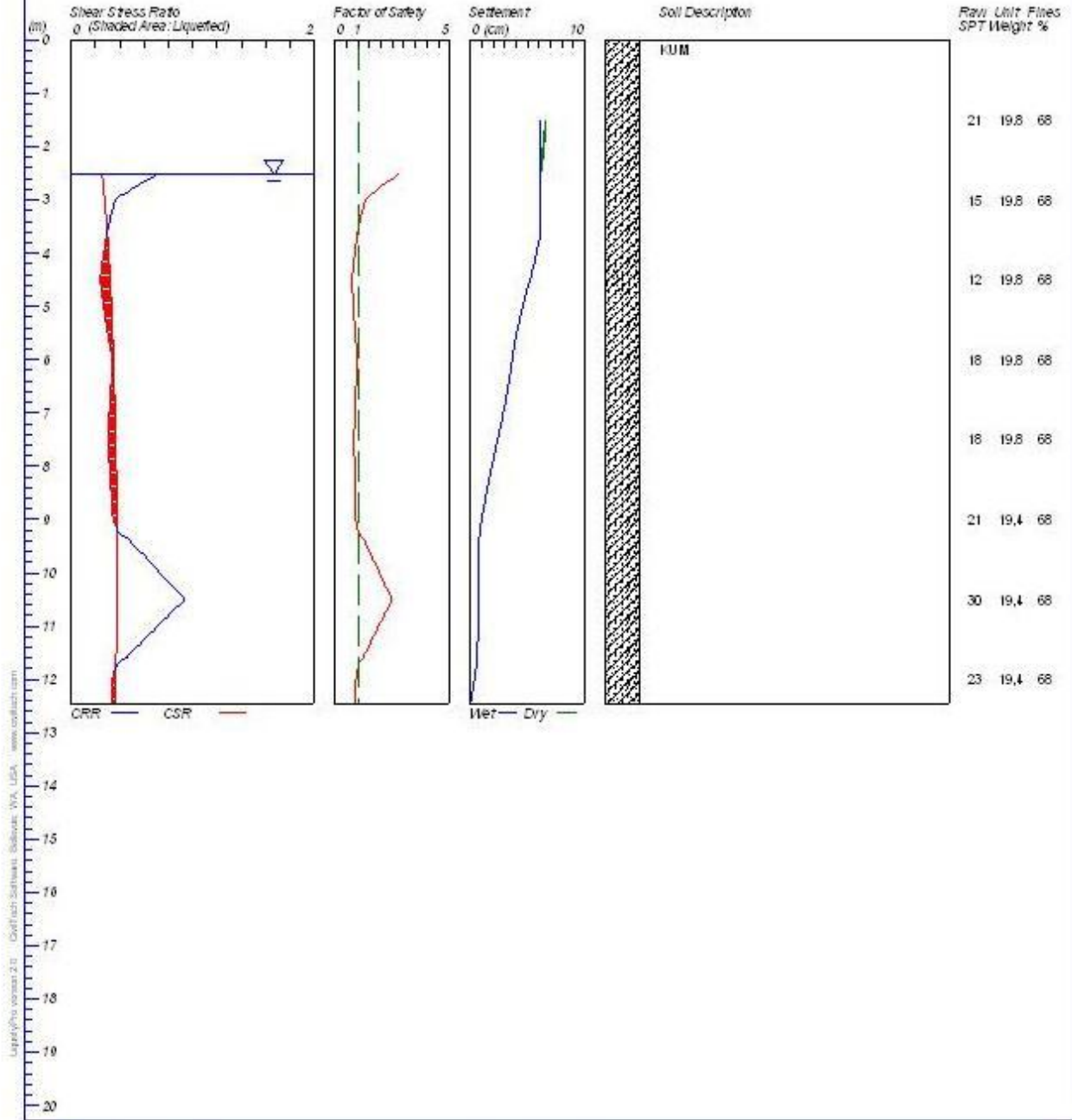
Şekil 4.21. SK 3 Nolu Sondaja Ait Sıvılaşma Analizi (Liquefaction Analizi)

LIQUEFACTION ANALYSIS

TEKİRDAĞ-ALTINOVA TEZ ÇALIŞMASI

Hole No.=SK-4 Water Depth=2.5 m Surface Elev.=2.2

Magnitude=7.5
Acceleration=0.40g



CivilTech Corporation

Sevim AVCI YENER

Plate A-1

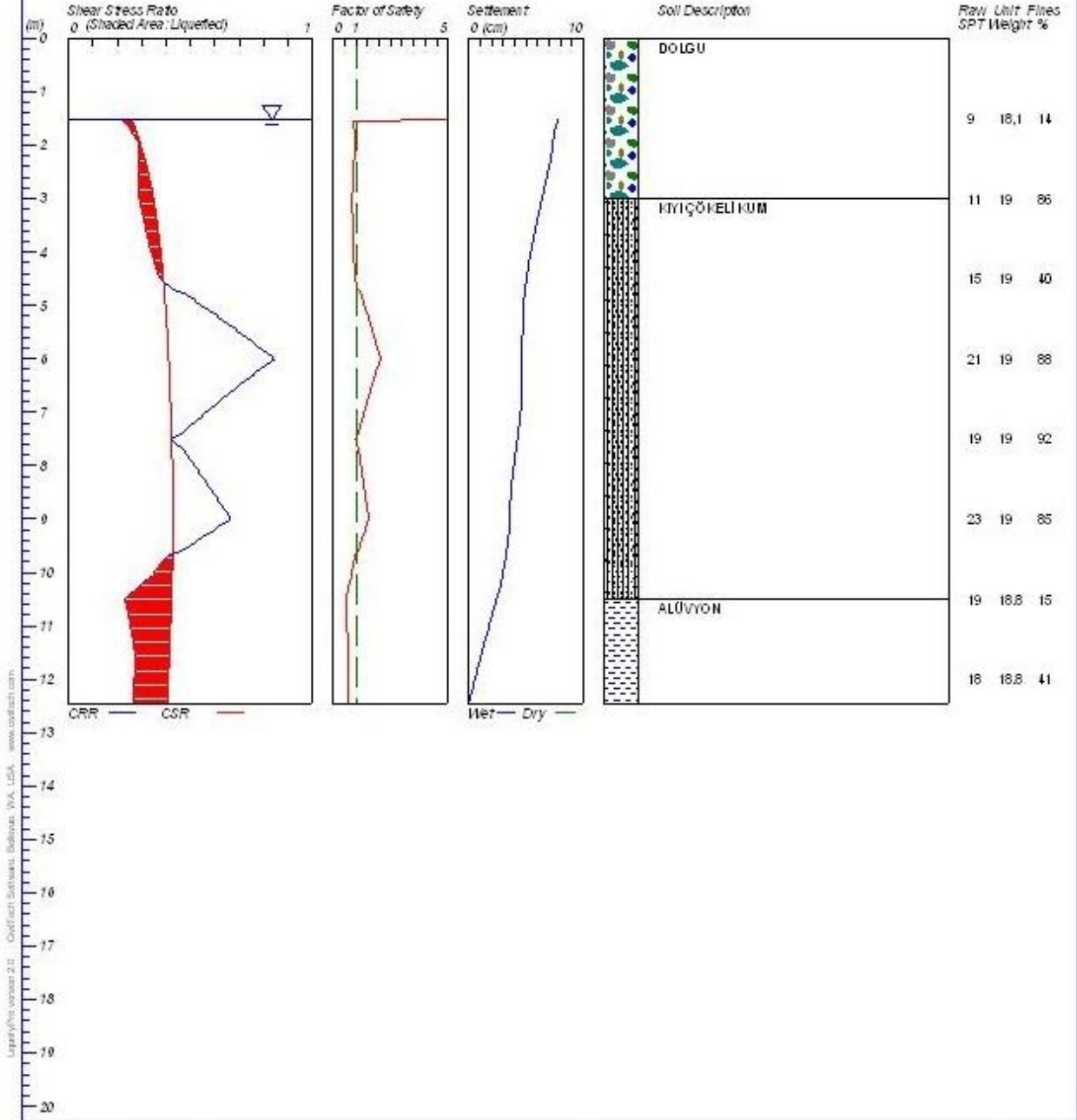
Şekil 4.22. SK 4 Nolu Sondaja Ait Sıvılaşma Analizi(Liquefaction Analizi)

LIQUEFACTION ANALYSIS

TEKİRDAĞ-ALTINOVA TEZ ÇALIŞMASI

Hole No.=SK-5 Water Depth=1.5 m Surface Elev.=2.0

Magnitude=7.5
Acceleration=0.40g



CivilTech Corporation

Sevim AVCI YENER

Plate A-1

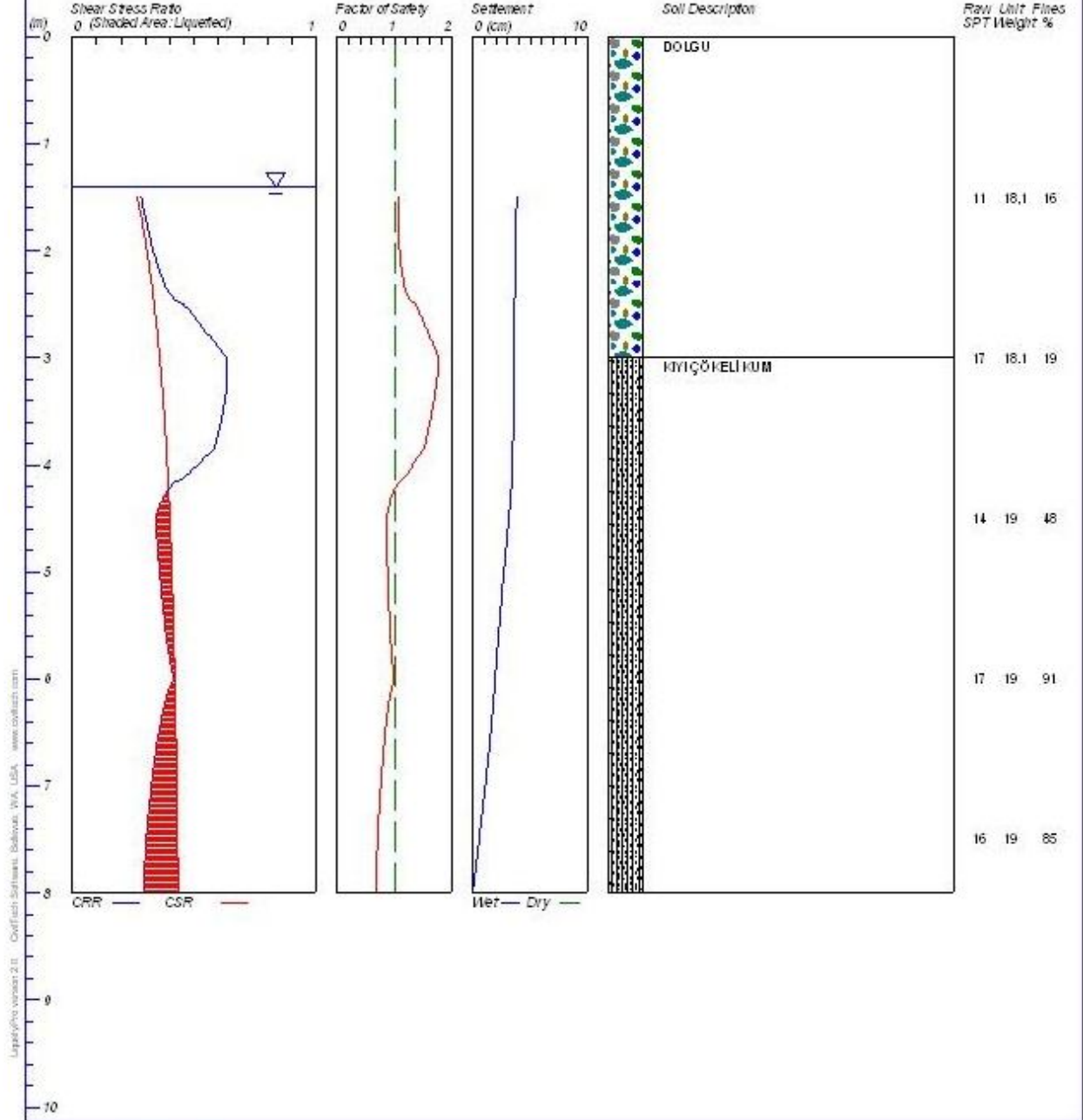
Şekil 4.23. SK 5 Nolu Sondaja Ait Sıvılaşma Analizi (Liquefaction Analizi)

LIQUEFACTION ANALYSIS

TEKİRDAĞ-ALTINOVA TEZ ÇALIŞMASI

Hole No.=SK-8 Water Depth=1.4 m Surface Elev.=1.6

Magnitude=7.5
Acceleration=0.40g

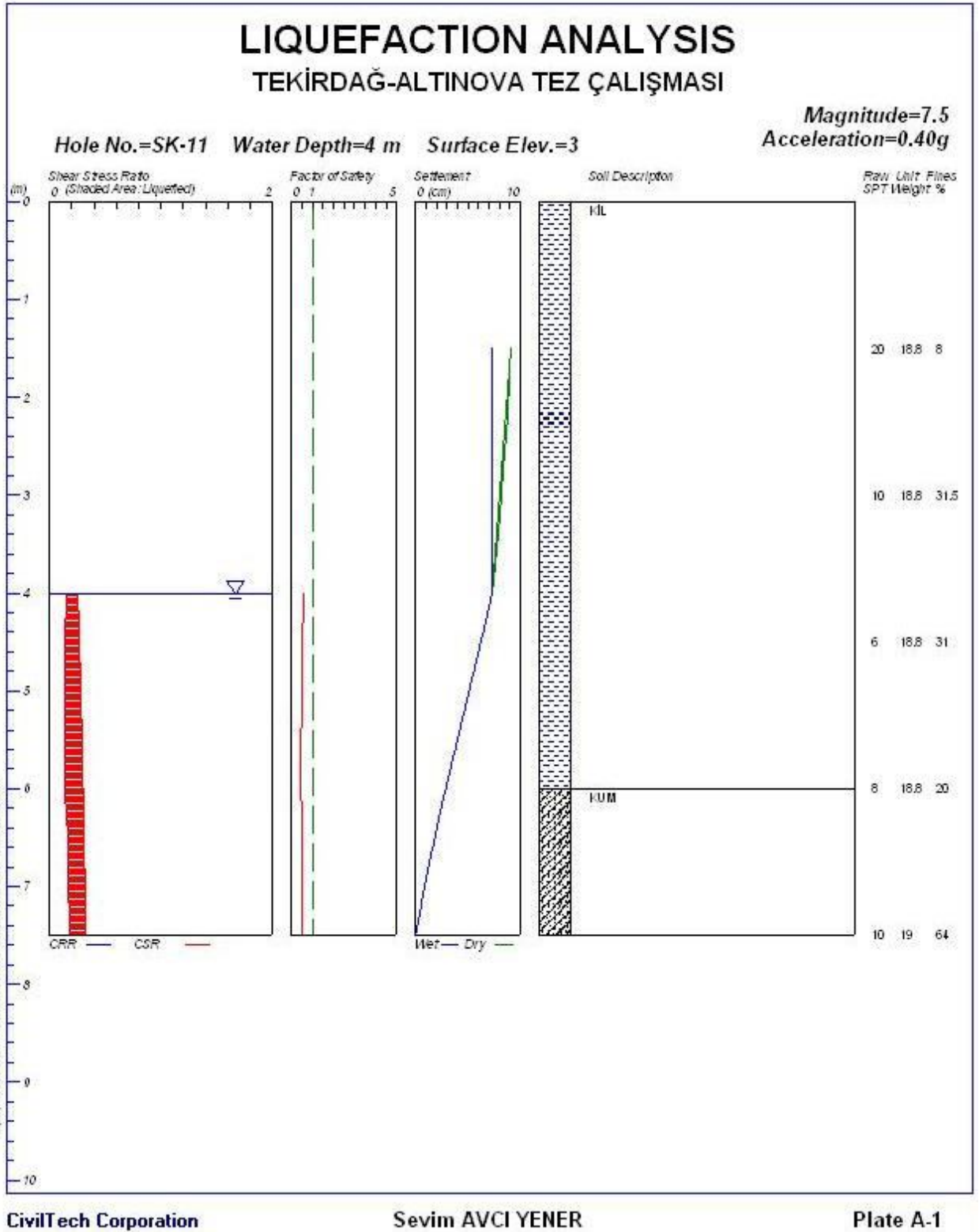


CivilTech Corporation

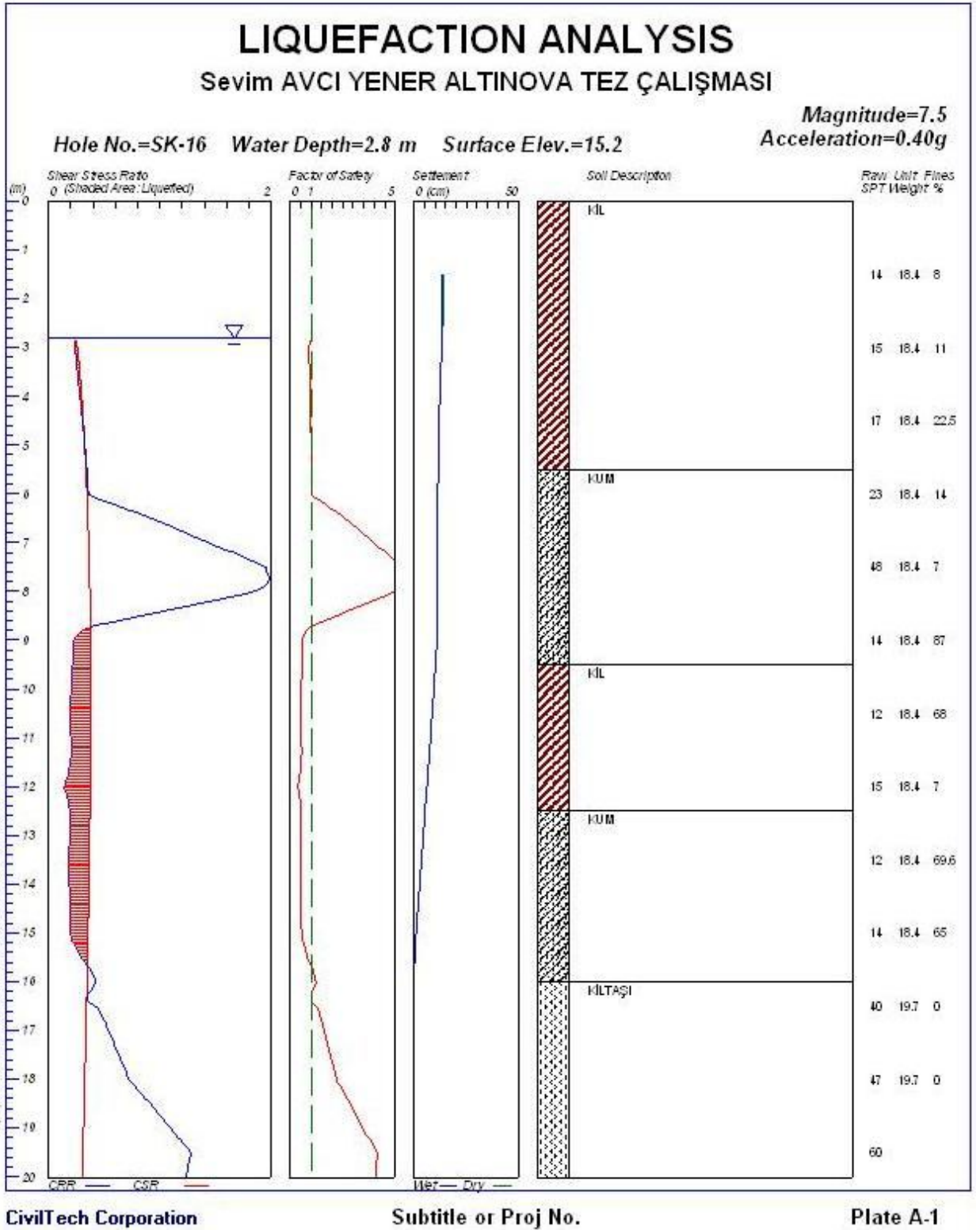
Sevim AVCI YENER

Plate A-1

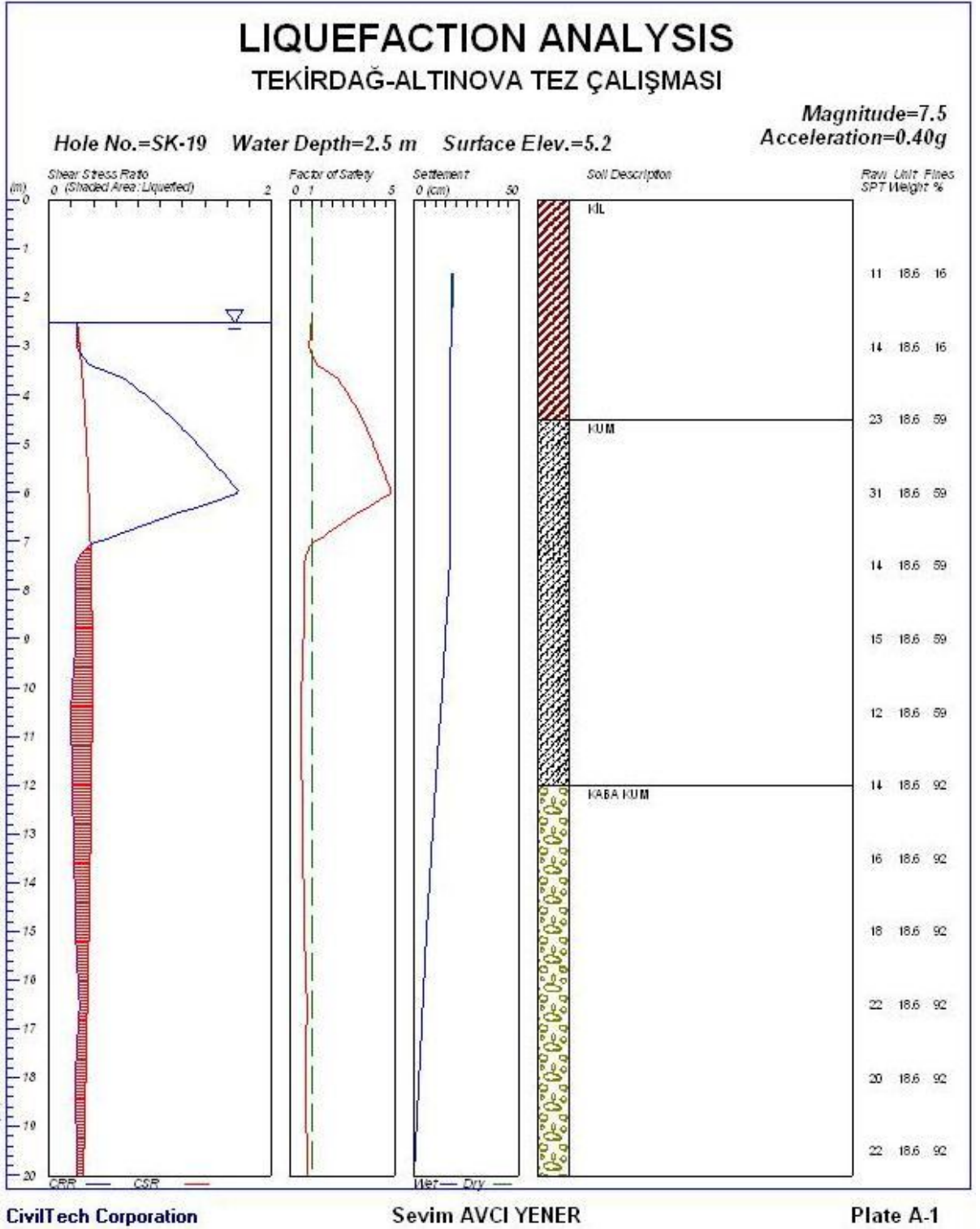
Şekil 4.24. SK 8 Nolu Sondaja Ait Sıvılaşma Analizi (Liquefaction Analizi)



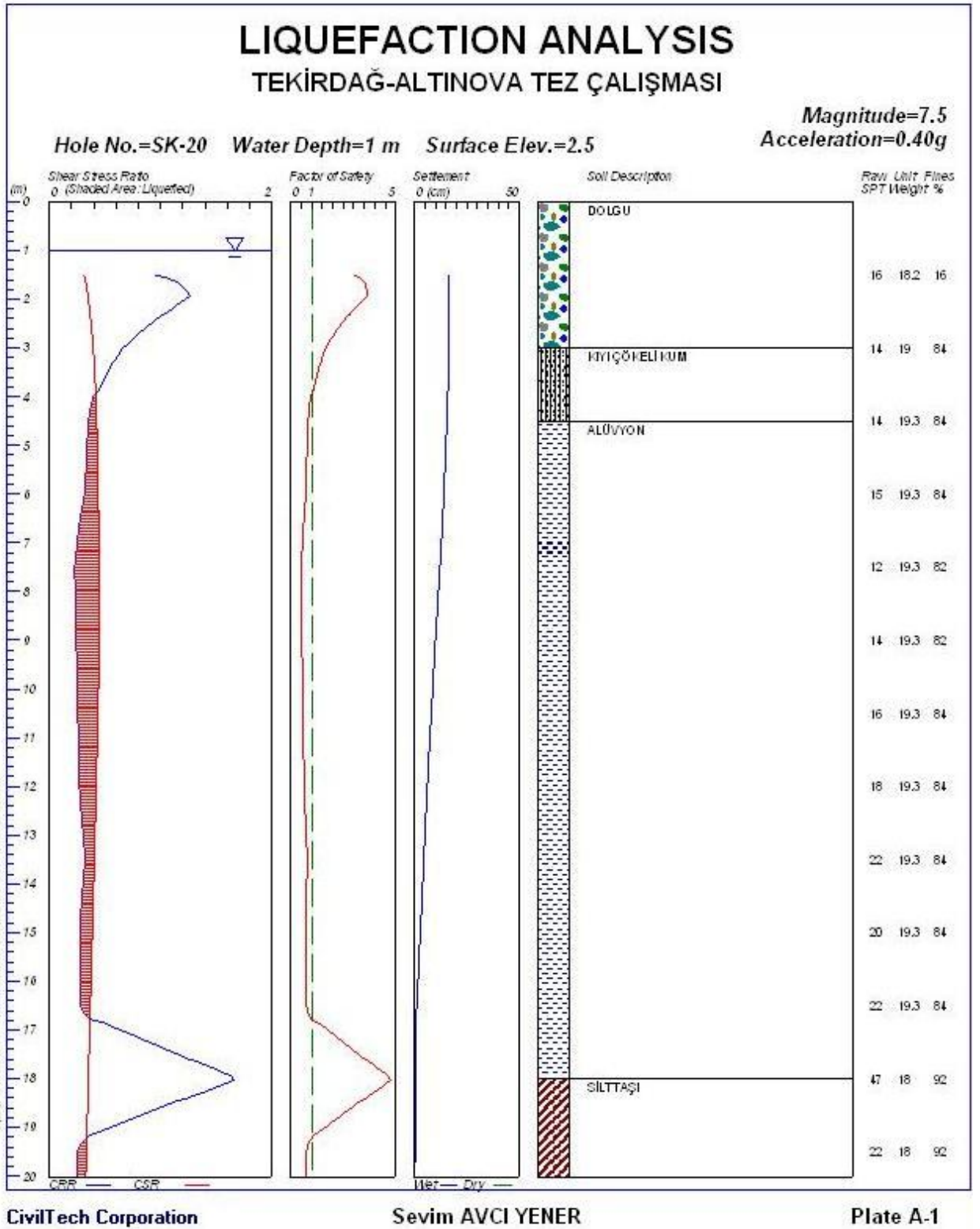
Şekil 4.25. SK 11 Nolu Sondaja Ait Sıvılaşma Analizi (Liquefaction Analizi)



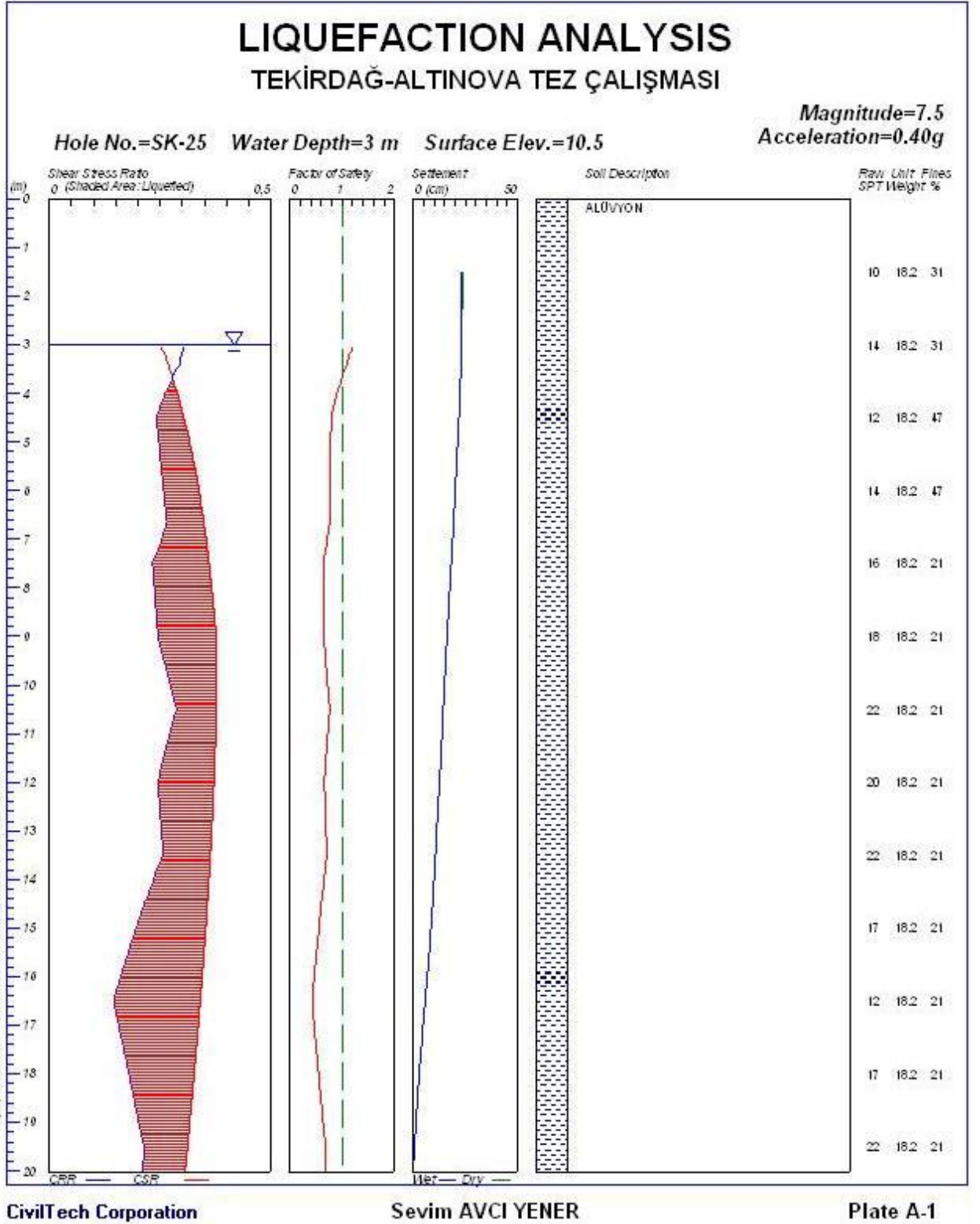
Şekil 4.27. SK 16 Nolu Sondaja Ait Sıvılaşma Analizi (Liquefaction Analizi)



Şekil 4.28. SK 19 Nolu Sondaja Ait Sıvılaşma Analizi (Liquefaction Analizi)



Şekil 4.29. SK 20 Nolu Sondaja Ait Sıvılaşma Analizi (Liquefaction Analizi)



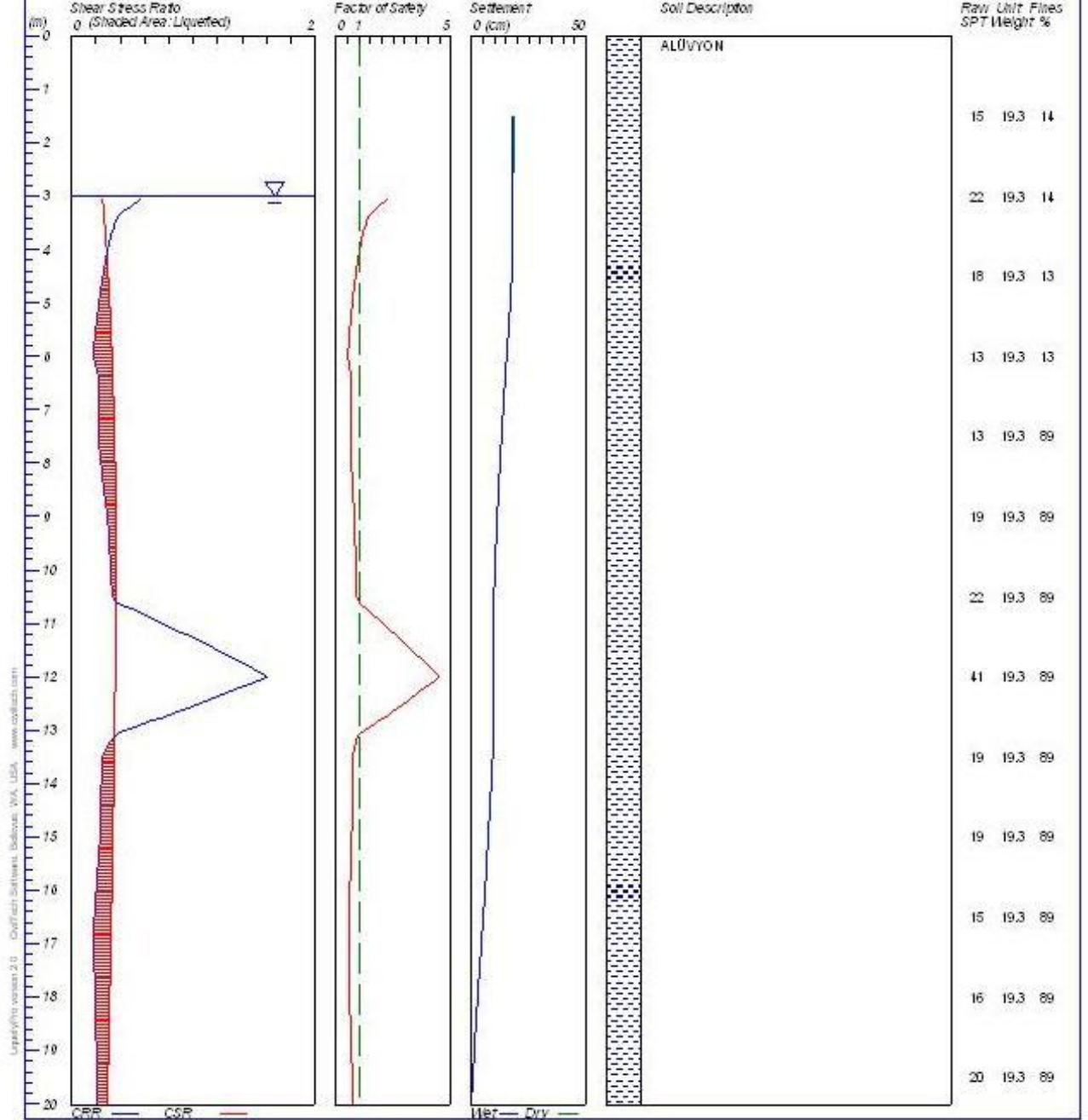
Şekil 4.31. SK 25 Nolu Sondaja Ait Sıvılaşma Analizi (Liquefaction Analizi)

LIQUEFACTION ANALYSIS

TEKİRDAĞ-ALTINOVA TEZ ÇALIŞMASI

Hole No.=SK-26 Water Depth=3 m Surface Elev.=11.1

Magnitude=7.5
Acceleration=0.40g



CivilTech Corporation

Sevim AVCI YENER

Plate A-1

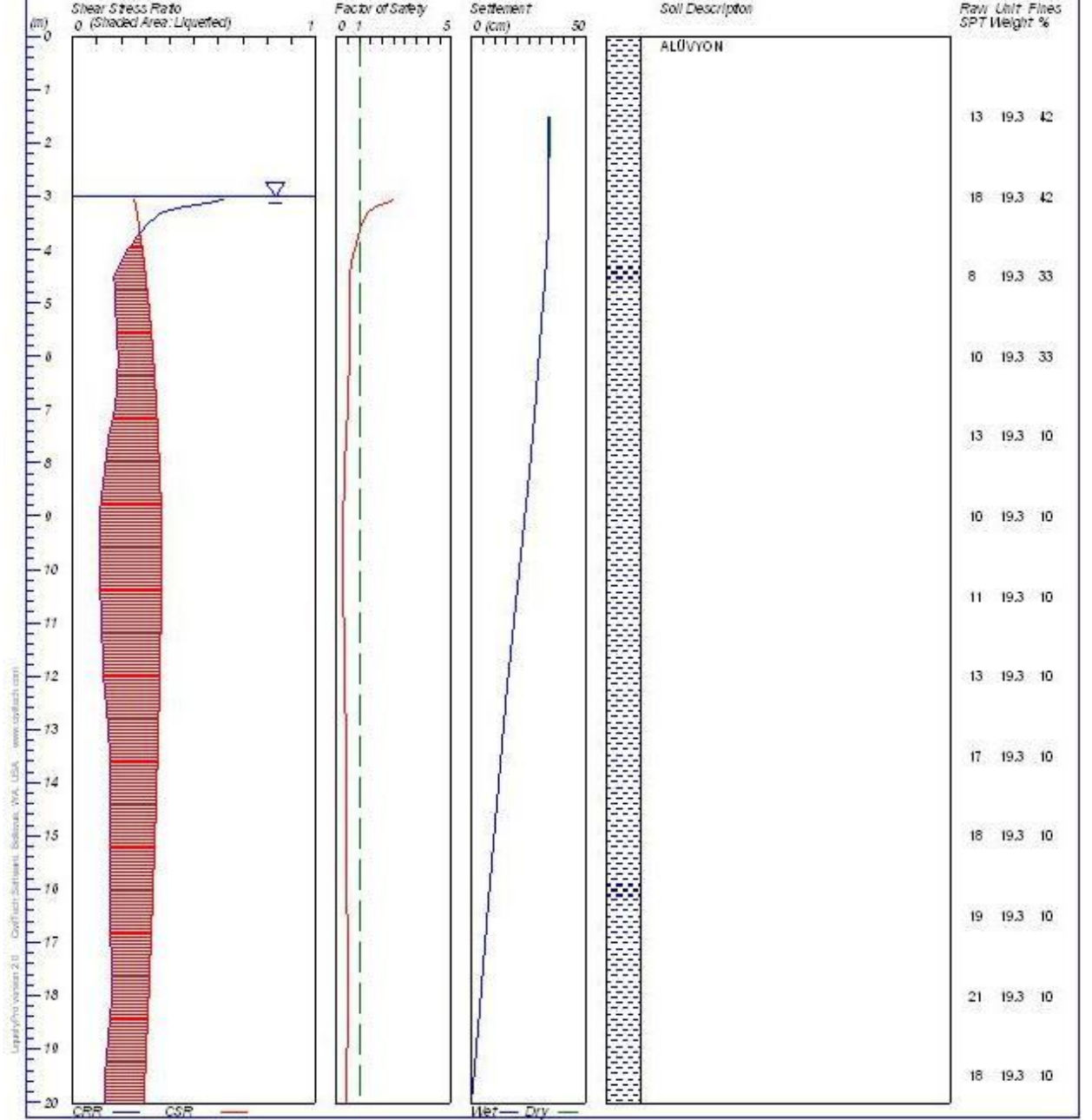
Şekil 4.32. SK 26 Nolu Sondaja Ait Sıvılaşma Analizi (Liquefaction Analizi)

LIQUEFACTION ANALYSIS

TEKİRDAĞ-ALTINOVA TEZ ÇALIŞMASI

Magnitude=7.5
Acceleration=0.40g

Hole No.=SK-27 Water Depth=3 m Surface Elev.=12.9



CivilTech Corporation

Sevim AVCI YENER

Plate A-1

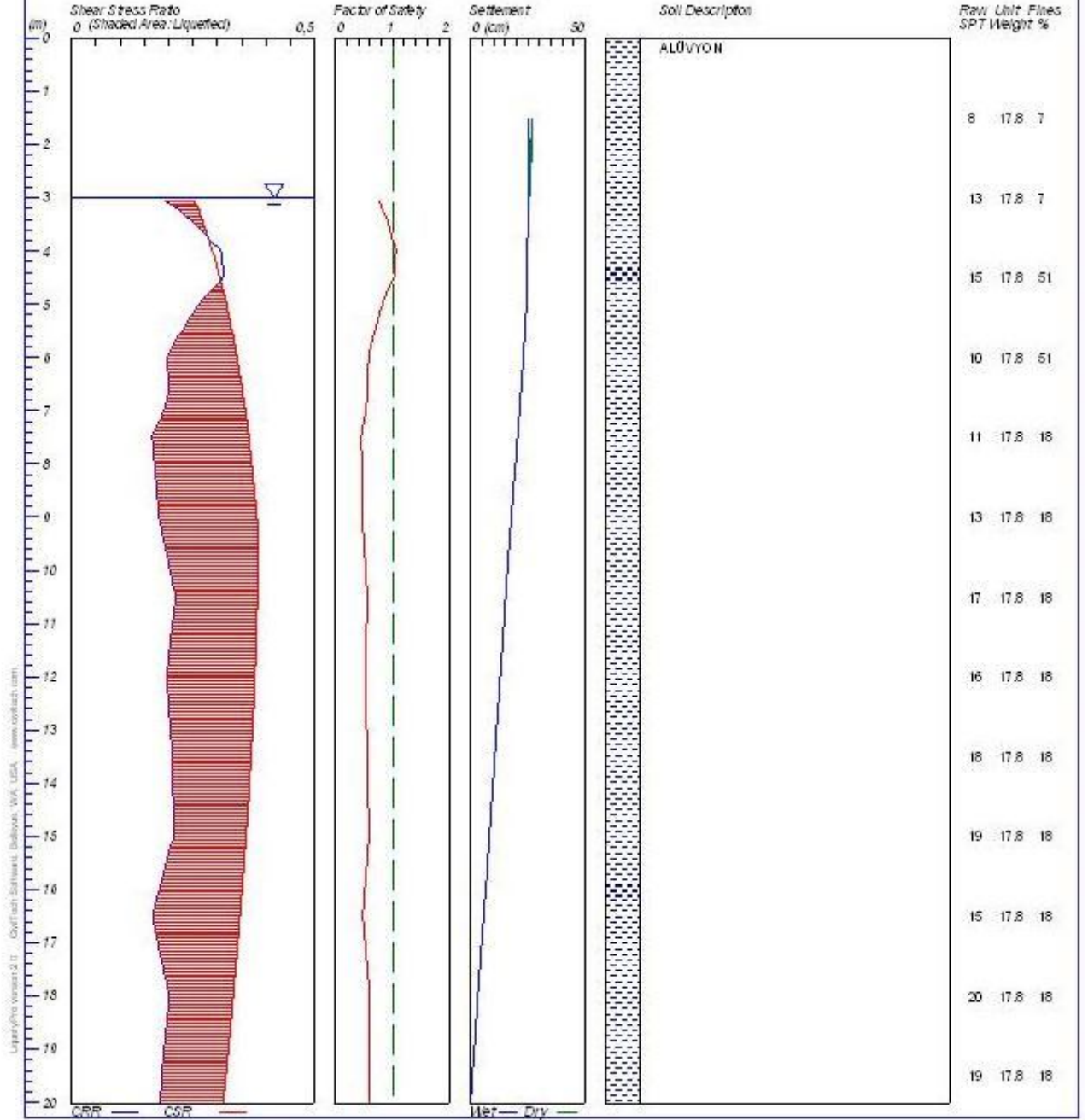
Şekil 4.33. SK 27 Nolu Sondaja Ait Sıvılaşma Analizi (Liquefaction Analizi)

LIQUEFACTION ANALYSIS

TEKİRDAĞ-ALTINOVA TEZ ÇALIŞMASI

Hole No.=SK-29 Water Depth=3 m Surface Elev.=11.5

Magnitude=7.5
Acceleration=0.40g



CivilTech Corporation

Sevim AVCI YENER

Plate A-1

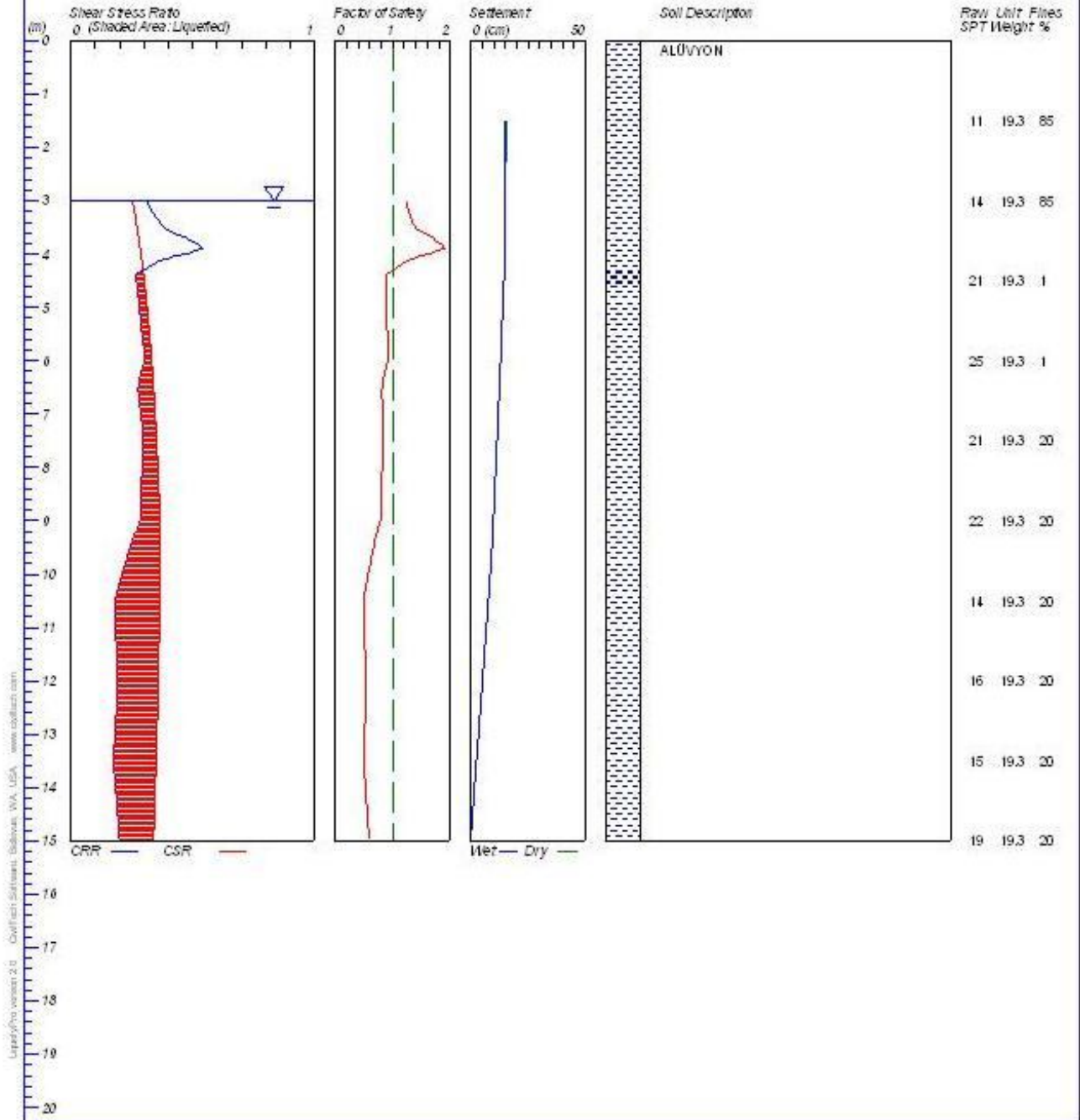
Şekil 4.35. SK 29 Nolu Sondaja Ait Sıvılaşma Analizi (Liquefaction Analizi)

LIQUEFACTION ANALYSIS

TEKİRDAĞ-ALTINOVA TEZ ÇALIŞMASI

Hole No.=SK-31 Water Depth=3 m Surface Elev.=2.8

Magnitude=7.5
Acceleration=0.40g



CivilTech Corporation

Sevim AVCI YENER

Plate A-1

Şekil 4.37. SK 31 Nolu Sondaja Ait Sıvılaşma Analizi (Liquefaction Analizi)

4.6.3.2. Yamaç duraysızlığı

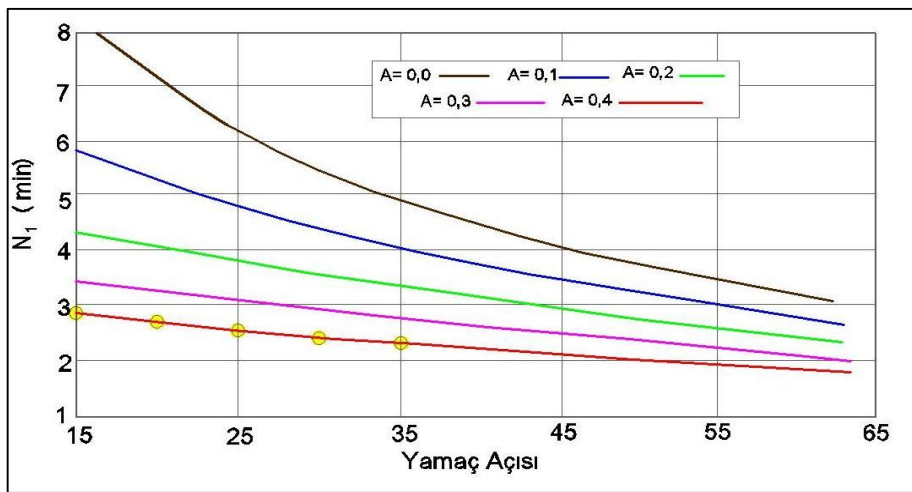
Yamaç yenilmeleri, depremler sırasında çok sayıda zarara neden olur. Yamaçların üzerinde ve yakınında inşaa edilmiş çeşitli tür ve boyutta yapılar için hasar oluşturmaktadır. Duraysız kriterler taşıyan yamaçlarda, şevlerde, aşırı yağış, yapılaşma etkisiyle ilave yükler vb. dış etkenler de yenilmelere neden olabilmektedir. Depremin neden olduğu yamaç yenilmeleri bir çok olguyu kapsamaktadır. Yamaç duraysızlığı; hareket ettirici dış kuvvet ve hareket etmeyen malzemenin direnci olmak üzere iki faktöre bağlıdır. Hareket ettirici dış kuvvet gravite ve sismik kuvvetler olurken, malzemenin direnci yersel (jeolojik, jeofizik ve geoteknik) koşullar tarafından yönlendirilir. Günümüzde, çalışmalarda birkaç standart yöntem uygulanarak bu faktörleri doğru biçimde değerlendirmek için uygulanmaktadır. Ayrıntılı bilgiye ihtiyaç duyulan yamaç duraylılığı belirlemeleri için standart yaklaşımlarda, geniş bir alanda, elde edilen jeolojik ve topoğrafik veriler genellikle kalite olarak yetersizdir ve yerinde incelemeler ile kullanılan bu yaklaşımları bağlantılandırmak oldukça zordur. Ne varki inceleme alanında yapılan sondajlar genelde yerleşime uygunluk ve parsel bazı zemin etütleri kapsamında yapılmış olduğundan heyelan riski olan alanların detaylı olarak tahkikine yeterli olacak verileri sağlamaktan uzaktır. Bu nedenle çalışma kapsamında inceleme alanı genelinde gerçekleştirilen şev duraysızlığı (stabilitesi) analizleri hesaplamaları aşamasında Uluslararası Zemin Mekaniği ve Temel Mühendisliği Birliği mikrobölgeleme konusunda hazırladığı elkitabı'nda önerilmekte olan iki yöntemden birinden faydalanılmaya çalışılmıştır (ISSMFE, 1993).

Siyahi ve Ansal Tarafından Önerilen Yöntem;

Koppula (1984) tarafından önerilen bir yöntemi, Siyahi ve Ansal (1993) geliştirerek, yamaç duraysızlığı için bir bölgeleme yöntemi önermişlerdir. Yöntem orijinal olarak, sismik bir katsayı kullanarak yamaç duraylılığı'nın bir değerlendirmesini içermektedir. Araştırmacılar sonuç olarak;

$$GK = \tan \Phi N_1 (3.2) \quad (\text{Siyahi ve Ansal 1993})$$

denklemlerle güvenlik parametresi tanımlamışlardır. Burada, güvenlik faktörü (GK), kayma mukavemet açısı (Φ) ve yamaç ile yenilen yüzeyin konfigürasyonunu temsil eden duraylılık sayısı N_1 ' e bağlıdır. N_1 ' in ivme ve yamaç açısına bağlı olarak değişimi verilmiştir.



Şekil 4.38. N_1 ' in ivme ve yamaç açısına göre değişimi

Bu yöntemde yamaç açısına bağlı olarak çeşitli ivme (A) değerleri için çeşitli N_1 değerleri hesaplanabilmektedir. Çalışma sahasında yamaç stabilitesi riski olan birimler için çeşitli yamaç açılarında birim bazında ortalama (Φ) değerleri kullanılmak suretiyle değerlendirmeler yapılarak riskli alanlar belirlenmiştir. Yöntem doğrultusunda hesaplanan güvenlik faktörleri tehlike seviyeleriyle ilişkili olarak üç grupta değerlendirilmektedir (Çizelge 4.14).

Çizelge 4.14. Mikrobölgeleme için Dinamik Yamaç Stabilite Analizine sonucuna göre G_k 'ya bağlı Tehlike Seviyeleri (Siyahi ve Ansal 1993)

Gk Değeri	Risk Seviyesi	Simge
1<	Yüksek Tehlike	ASL
1< GK< 2	Orta Tehlike	BSL
>2	Düşük Tehlike	CSL

4.6.3.3. Dalga basması (Tsunami)

İnceleme alanında kıyı kesiminde normal koşullarda dalga basması riski söz konusu değildir. Ancak Marmara Denizi'nde tsunami üretebilecek koşullardaki her depremin (büyüklükleri $M>6.0$ olan sığ odaklı ve genellikle eğim atımlı faylanmalar) tsunami yaratabileceğide bilinmektedir (Altınok, Y, TMMOB Jeofizik Müh.Odası Marmara'da Deprem ve Jeofizik).

Japonca'da "liman dalgası" anlamına gelen tsunami sözcüğü; okyanus ya da denizlerin tabanında oluşan deprem, volkan patlaması ve bunlara bağlı taban çökmesi, zemin kaymaları gibi tektonik olaylar sonucu denize geçen enerji nedeniyle oluşan uzun periyotlu deniz dalgasını ifade eder. Tsunamiden sonra oluşan dalganın diğer deniz dalgalarından farkı; su zerreciklerinin sürüklenmesi sonucu hareket kazanmasıdır. Derin denizde varlığı hissedilmezken, sığ sulara geldiğinde dik yamaçlı kıyılarda ya da V tipi daralan körfez ve koylarda bazen 30 metreye kadar tırmanarak çok şiddetli akıntılar yaratabilen bu dalga; insanlar için deprem, tayfun, çığ, yangın ya da sel gibi bir doğal afet haline gelebilmektedir.

Tsunami ilk oluştuğunda tek bir dalgadır ancak kısa bir süre içerisinde üç ya da beş dalgaya dönüşerek çevreye yayılmaya başlar. Bu dalgaların birincisi ve sonuncusu çok zayıftır ancak diğer dalgalar etkilerini kıyılarda şiddetli biçimde hissettirebilecek bir enerjiyle ilerlerler. Bu nedenle depremlerden kısa bir süre sonra kıyılarda görülen yavaş ama anormal su düzeyi değişimi ilk dalganın geldiğini gösterir. Bu değişim, arkadan gelecek olan çok kuvvetli dalgaların ilk habercisi de olabilir.

Tarihsel verilere göre Marmara'da tsunami oluşma olasılığı 100 yılda birdir. Oluşabilecek herhangi bir depremde meydana gelebilecek tsunaminin, Marmara Denizi'nde doğu-batı doğrultusunu geçme süresi 50 dakika kadardır. Ancak bu kapalı denizde çalkantının devam etmesi ve yansıyan dalgaların etkili olması da beklenmelidir (Yalçınmer 1993). "Marmara Denizi'nde tsunami üretebilecek güçte bir deprem olurmu ve olursa bu tsunaminin kıyılara etkisi ne olur?" sorusunun yanıtını bulmak için bu kapalı denizin tsunami geçmişine bakmak gerekir. 1509 İstanbul Depremi ile oluşan tsunaminin İstanbul surlarını aştığı ve dalganın tırmanma yüksekliğinin 6 m'ye ulaştığı bilinmektedir (Öztin ve Bayülke, 1991). Gene tarihsel verilere bakıldığında Marmara'da etkili olmuş tsunamilerin varlığı

bilinmektedir. (Soysal; 1985, Kuran ve Yalçiner; 1993, Altınok ve Ersoy; 1996).

1894 İstanbul Depremi'nde de oluşmuş olan tsunami İstanbul'da etkili olmuş, (Ambrasey; 1962, Karnık; 1971, Antonopoulos; 1978). Ginitis (1894)'e göre bazı yerlerde deniz 50 m kadar çekilmiş ve geri dönmüş fakat sahil sınırı değişmemiştir. Mihaloviç (1927)'ye göre ise; deniz suyu kabarmış ve 200 m sahile taşmıştır. Prens Adaları civarında ve Büyükçekmece'den Kartal'a kadar olan alanda tsunami gözlenmiştir. Depremin büyüklüğü 7'den küçük, dalganın yüksekliği 6 m'den azdır (ÖZTİN ve BAYÜLKE; 1991). Karaköy ve Azaplı köprüleri de su altında kalmıştır (BATUR; 1994).

Marmara'da muhtemel büyük bir depremin tsunamiye yol açıp açmayacağı son yıllarda daha detaylı bir şekilde araştırılmaya başlanmıştır. Bu konuda dikati çeken üç araştırmanın sonuçları şu verileri içermektedir.

Ekim 2007 itibarı ile tamamlanan Avrupa Yakası Güneyi Mikrobölgeleme Projesi kapsamında, ODTÜ'den Doç. Dr. Ahmet Cevdet Yalçiner tarafından fay ve heyelanların hareketine bağlı modelleme yapılarak:

- İstanbul Kıyılarında oluşması olası en büyük dalga yüksekliği 5.56 metredir.
- En yüksek dalganın ulaşacağı kıyı bandı İstanbul'un doğusu ve kıyıya paralel 10 km'lik kıyı çizgisidir.
- Tsunami Dalgasının kıyılara erişme zamanı 8 dakika, kıyılarda ilerleme mesafesi 150 metreden azdır.

Sonuçlarına varılmıştır (İBB Avrupa Yakası Mikrobölgeleme Projesi, 2007).

İkinci olarak İTÜ'den Dr. Sinan Özeren ve Nazmi Bostancıoğlu'nun, Deniz Harp Komutanlığı'nın talebi üzerine yaptıkları ilginç araştırma da benzer sonuçlar verilmiştir. 'Marmara'da fayların kırılmasıyla tsunami dalgaları tahminen 5-7 metreye yükselebilir.' Son olarak Yıldız, Boğaziçi, İstanbul Teknik ve yine Ortadoğu Teknik üniversitelerince hazırlanan 'İstanbul Deprem Master Planı' raporunda Marmara'da yaşanacak tsunami ve etkileriyle ilgili senaryolar şöyle sıralanıyor:

- Ana fay kırılırsa dalgaların Yenikapı'ya erişme zamanı 5 dakika, Armutlu'ya erişme zamanı ise 10 dakika. Dalgaların yüksekliği, kuzeyde 8 kilometreden uzun sahil şeridinde 3 metreyi, güneyde ise Armutlu Yarımadası'nın kuzey kıyılarında 2.5 metreyi geçer.
- Ana fayın kırılması durumunda, dalganın kuzey kıyılara (Silivri ile Marmara Ereğlisi arası) erişme zamanı 5 dakika, güney kıyılara (Kapıdağ Yarımadası) erişme zamanı ise 12 dakika. Dalganın tırmanma yüksekliği, kuzey kıyılarda uzun kıyı şeridinde 3 metreyi, güneyde ise Kapıdağ Yarımadası'nın kuzeyinde 2.5 metreyi geçer.
- Normal atımlı fay olan Armutlu fayının kırılması halinde tsunami etkisi daha fazla olup kuzey ve güney kıyılarda dalga tırmanışı 4 - 6 metreyi bulur.

Tübitak MAM'ın yaptığı çalışmaların sonucunda artık Marmara denizinin çok duyarlı bir izobat haritası mevcuttur. Buna deneyimli bir gözle bakıldığında Marmara denizinde oluşacak bir depremin tetikleyebileceği uçurum heyelanlarının oluşturabileceği çok sayıda potansiyel

tsunami kaynağı olduğu görülmektedir. Ancak oluşabilecek normal tsunami dalgaları en çok 6 m yüksekliğe erişebileceklerdir. Çok ender olarak, iki milyar tondan daha fazla heyelan kütleleri bir kerede koparsa, daha yüksek dalgaları üretilebilecek olup bu olasılık en çok İzmit körfezi, İstanbul Boğazı güney girişi ve Büyük çekmece Körfezi için geçerli olacaktır.

4.7. Mikrobölgeleme Haritaları

Burada, çalışmanın asıl amacını oluşturan, inceleme alanının mikrobölgeleme ölçütlerinin haritalanması yapılmıştır. Bu ölçütlerin seçiminde ve haritalanmasında, bu alan için planlanan yapılaşma türü, çevresel iklim şartları, yerel zemin koşulları, afet durumu ve bölgenin depremsellik özellikleri göz önünde bulundurulmuştur.

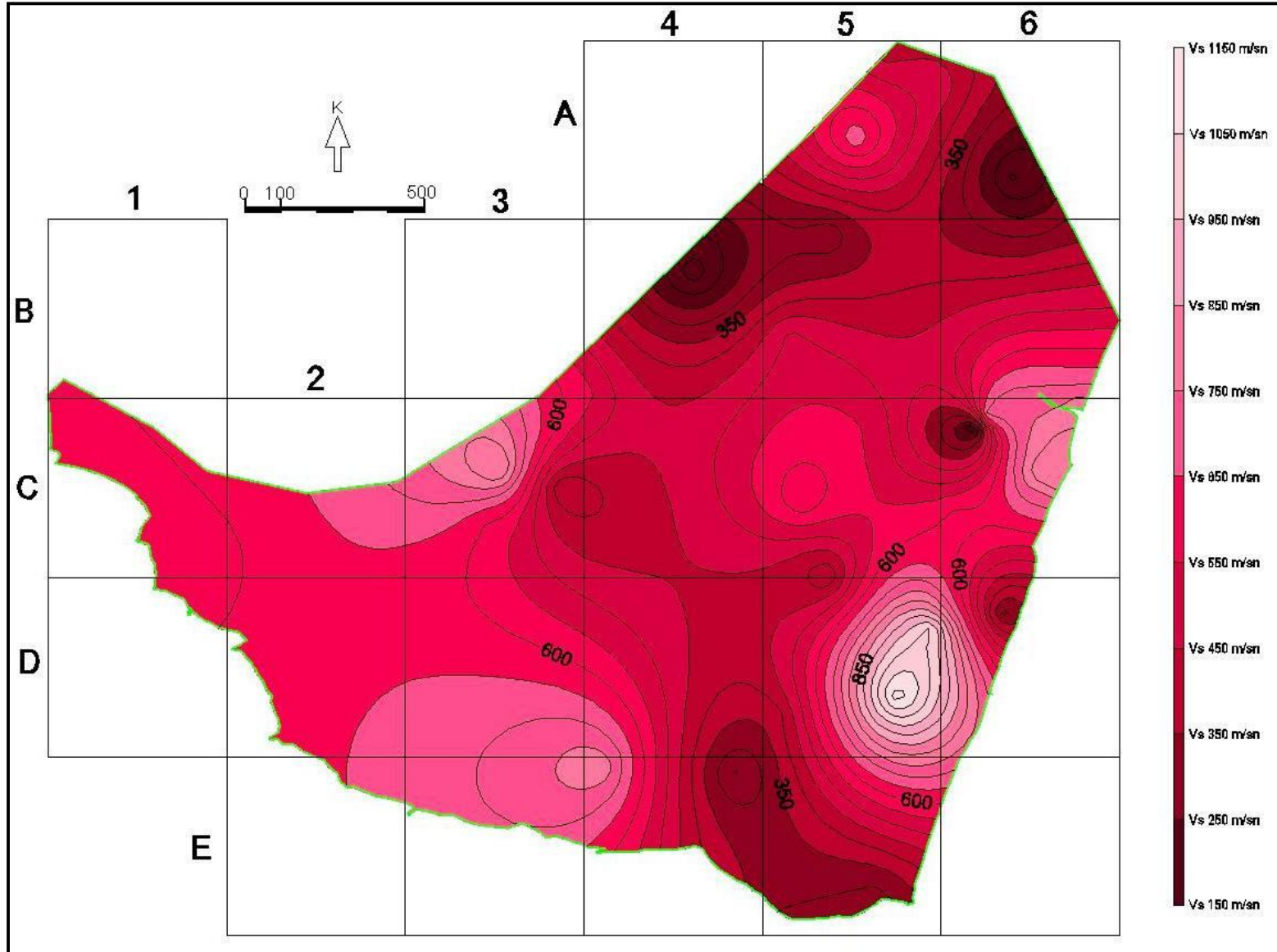
İnceleme alanında, ilgili başlıklar altında geniş açıklamaları verilmiş olan jeolojik, jeofizik, geoteknik bilgiler ve uygulamalarla sağlanan veriler mikrobölgeleme ilkeleri doğrultusunda, saha için gerekli olan ölçütler kullanılarak ayrı, ayrı haritalanmıştır.

4.7.1. İnceleme alanının Vs₃₀ haritası

İnceleme alanı Vs₃₀ haritası, inceleme alanındaki sismik uygulamalarla elde edilmiş olan ve inceleme alanı zemininin ilk 30 metresinin ortalama S hızlarının haritasıdır. Mikrobölgeleme ölçütlerinde kullanılan, gerekli Vs₃₀ hızları inceleme alanı zemini için, uygulamada, ölçülen S dalga hızlarının ortalamasının hesaplanmasıyla elde edilmiştir, hız ortalaması hesaplamalarında aşağıdaki bağıntı kullanılmıştır.

$$V_{s30} = 30 / (\sum_{i=1, n} (h_i / V_{si}))$$

Bağıntıda, h_i zemin tabakasının kalınlığı, V_{si} ise tabakanın S dalga hızıdır. İnceleme alanı Vs₃₀ haritası Şekil 4.39'da verilmiştir.



Şekil 4.39. İnceleme alanı Vs30 haritası

Bölgenin Güney doğu, kuzey batı kısımları çok sıkı kumtaşı sert kilaşları, kuzey doğu ve güney kısımları çok gevşek kohezyonsuz zeminler , diğer kısımlar ise orta sıkı birimlerden oluşmaktadır.

30m.derinlik için ortalama kayma dalgası hızı $V_{s30m}=137-1130\text{m/sn.}$ arasında değişmektedir.

Eurocode 8'de V_{s30} 'a göre Zemin Sınıflaması

Zemin Sınıfı	Tanım	Özellikler (m/sn.)
A	Kaya yada diğer benzeri formasyonlar	$V_s > 800$
B	Çok sıkı kum. Çakıl yada Çok Sert Killer	$360 < V_s \leq 800$
C	Sıkı yada Orta Sıkı Kum, Çakıl veya Sert Kil	$180 < V_s \leq 360$
D	Gevşek'den Orta Sıkı'ya kadar Kohezyonsuz Zeminler	$180 > V_s$

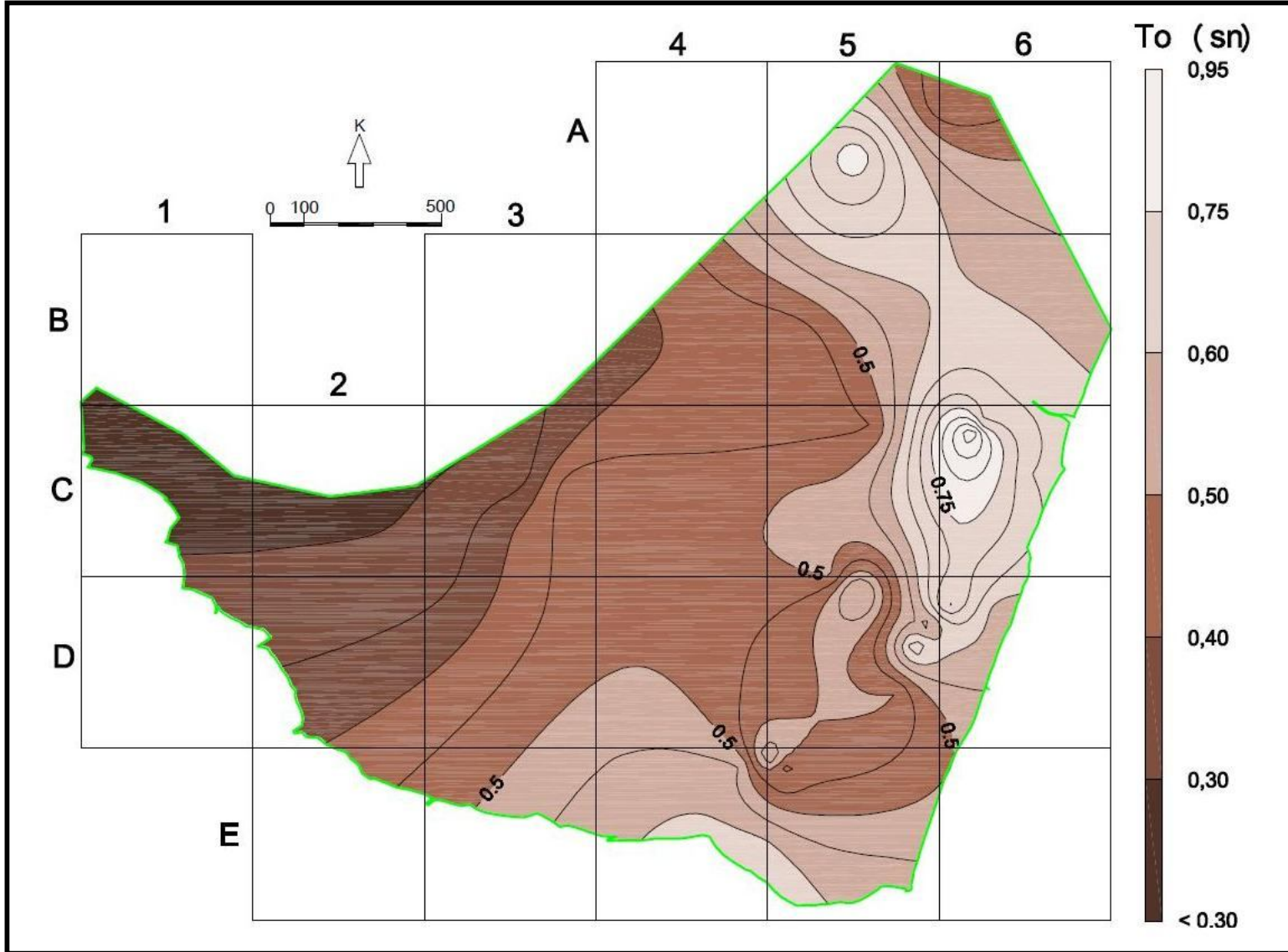
4.7.2. İnceleme alanının zemin hakim periyot haritası

Hakim periyot bir yer hareketinin frekans içeriğinin temsil edilebilmesi için gerekli bir parametredir. Hakim periyot Fourier genlik spektrumun maksimum değerine karşılık gelen titreşim periyodu olarak tanımlanmaktadır. Doğada, teknik olarak sağlam kaya tabakası üzerinde bulunan yumuşak bir zemin tabakasının küçük sönümsüz titreşimler için hakim titreşim periyodu (veya T_z , Baskın Periyot, Predominant Period, Fundamental Period, Characteristic Site Period olarak da anılır) vardır ve aşağıdaki bağıntı ile hesaplanır (Kanai, 1983).

$$T_z = \Sigma 4H_i / V_{si}$$

Deprem zararlarının azaltılması açısından, zemin özelliklerinin belirlenmesi ve üzerine inşa edilecek yapıların hakim titreşim periyotlarının, zemin hakim periyodundan uzak tutulması gereklidir. Saha da ölçü kotunda zemin hakim periyodu yüzey seviyesinde $T_o = 0,42-0,95$ sn. aralığındadır.

Burada, H_i , Tabaka kalınlığı, V_{si} , S dalga hızıdır. Bu bağıntı kullanılarak İnceleme alanında ölçülen sismik hızlarla hesaplanan, zemin hakim periyodu değerleri Çizelge 4.5'te verilmişti. İnceleme alanı zemini hakim periyot değerlerinden hareketle hazırlanmış olan Zemin Hakim Periyodu Haritası Şekil 4.40'ta verilmiştir.



Şekil 4.40. İnceleme alanının zemin hakim periyodu haritası

4.7.3. İnceleme alanının zemin büyütme haritası

Yerleşim planlamaları yapılmış veya yapılacak olan herhangi bir yerdeki olası bir depremde zemin etkisinin bilinmesi, depreme yapılar inşa edilebilmesi açısından önemlidir. Yumuşak zeminlerin deprem sırasında, deprem dalgalarını sert zeminlere ve kaya ortamlarına göre önemli derecede büyüttüğü ve deprem sonucunda meydana gelen hasarlarda büyük paya sahip olduğu bilinmektedir.

Yer hareketinin gözlemi ve analizlerine dayanan incelemelerde, belirli bir derinlik için yüzey tabakasının ortalama kayma dalgası hızı, bağıl büyütme ile güçlü bir ilişki göstermektedir (Midorikawa, 1987; Joyner ve Furnal 1988; Borchardt ve ark., 1991). Bu araştırmacılarca geliştirilen Vs30 hızı ile büyütme ilişkisi bağıntıları Çizelge 4.15'te, inceleme alanı için Vs30 hızlarından hareketle ilgili büyütme bağıntılarıyla elde edilen büyütme değerleri Çizelge 4.16'da verilmiştir. İnceleme alanı için hesaplanan büyütme değerleri kullanılarak, (Midorikawa 1987), (Joyner ve Fumal 1984), Borchardt ve ark.(1991)'na göre büyütme haritaları sırasıyla, Şekil 4.41, Şekil 4.42, Şekil 4.43 ve Şekil 4.44'te verilmiştir.

Çizelge 4.15. Kayma dalgası hızına (Vs,30) bağlı zemin büyütme ilişkileri
(Midorikawa, 1987; Joyner ve Furnal 1988; Borchardt ve ark., 1991)

Araştırmacılar	Bağıntı
MİDORİKAWA (1987)	$A = 68 \cdot v_1^{-0.6}$ ($V_s < 1100$ m / sn)
	$A = 1$ ($V_s > 1100$ m / sn)
JOYNER ve FUMAL (1984)	$A = 23 \cdot v_2^{-0.45}$
BORCHERDT, vd. (1991)	$AHSA = 700 / v_1$ (zayıf hareket için)
	$AHSA = 600 / v_1$ (kuvvetli hareket için)

A :Maksimum yer hızı için bağıl zemin büyütme değeri

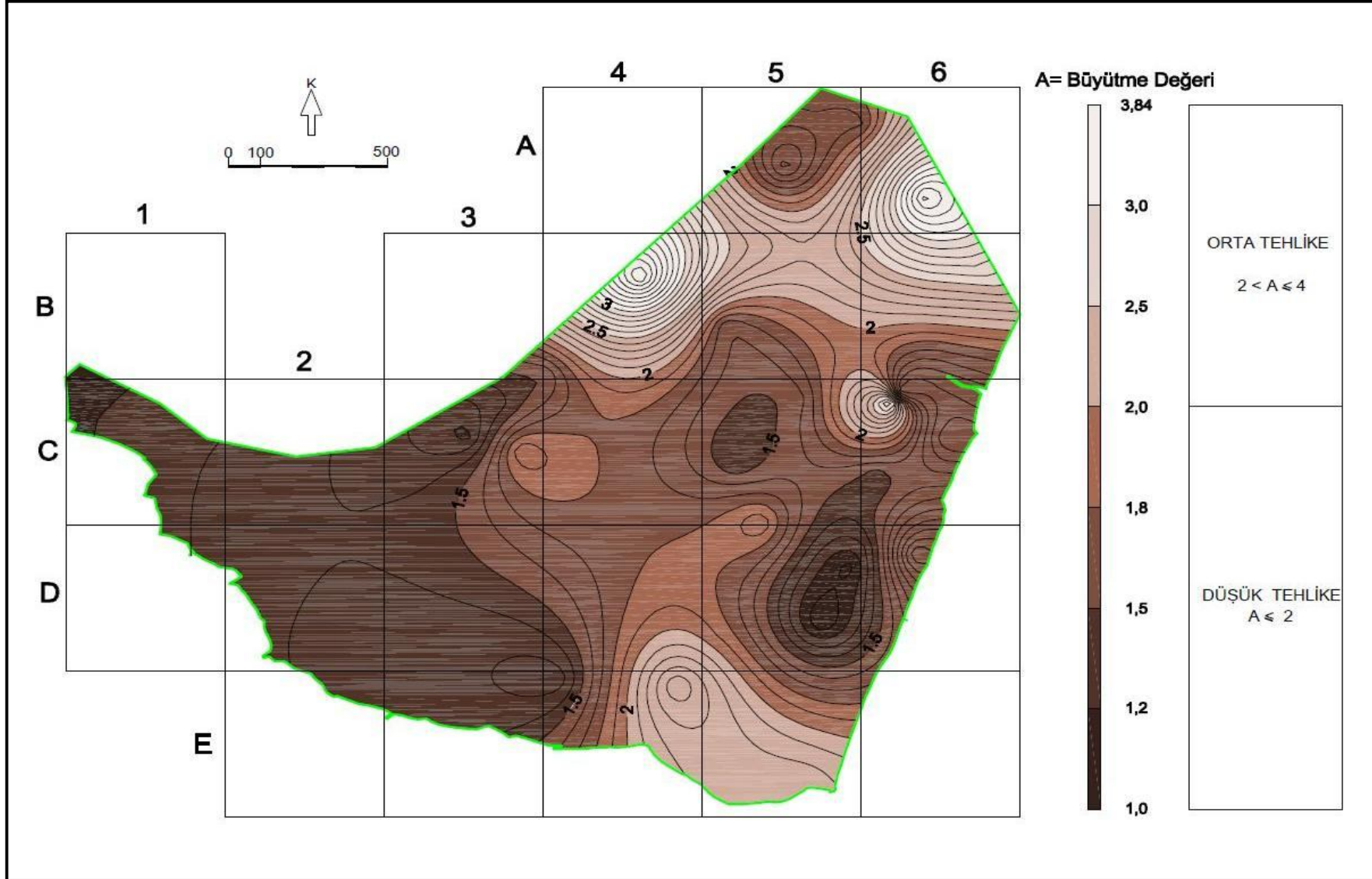
AHSA :0,4 – 2,0 sn periyot aralığı içinde ortalama yatay spektral büyütme

V₁ :30 m derinlik için ortalama kayma dalgası hızı

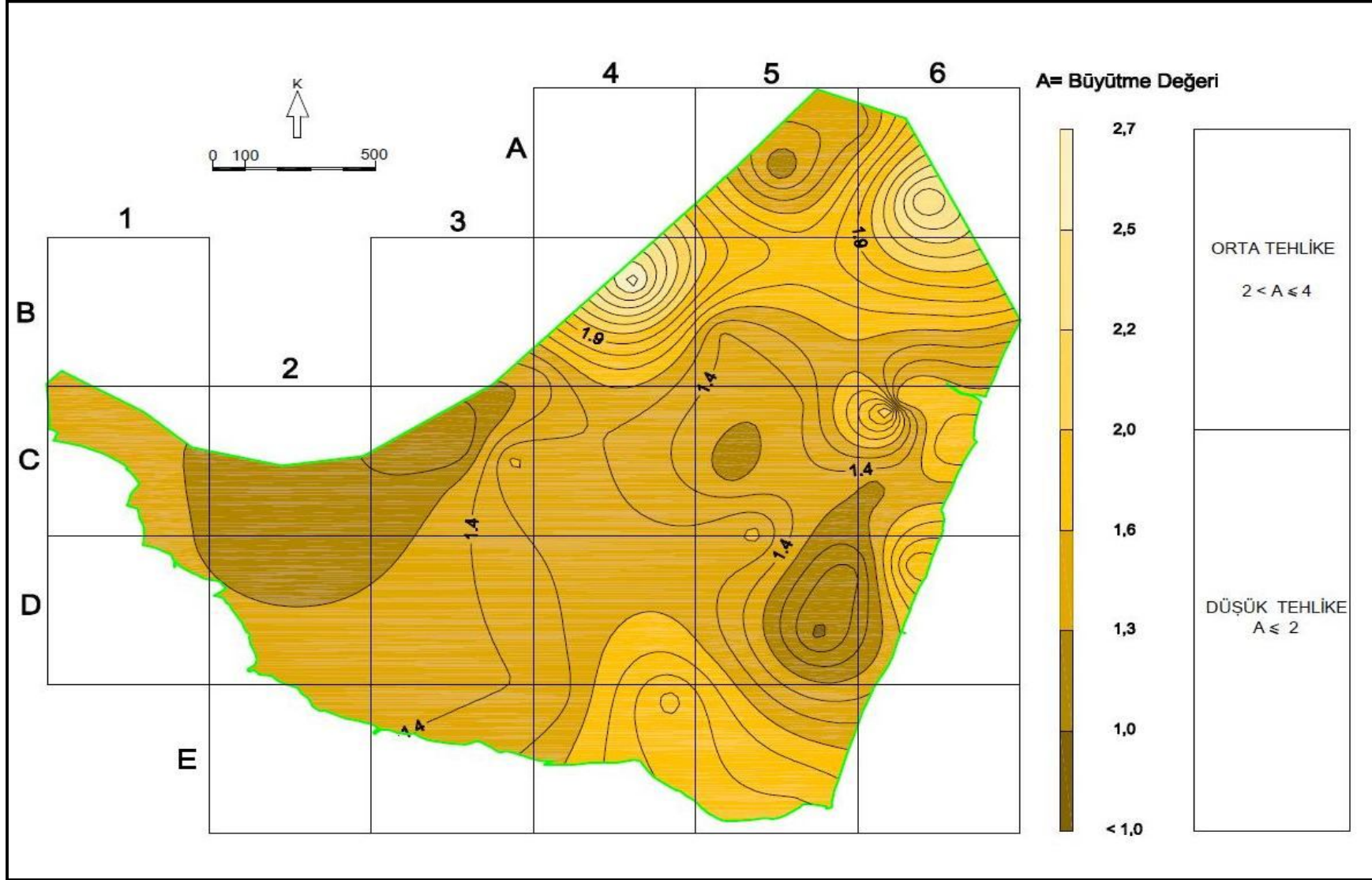
V₂ :Bir saniyelik bir dalga için çeyrek dalga uzunluğu bir derinliğe karşılık gelen ortalama S dalgası hızı

Çizelge 4.16. İnceleme alanı büyütmeye değerleri

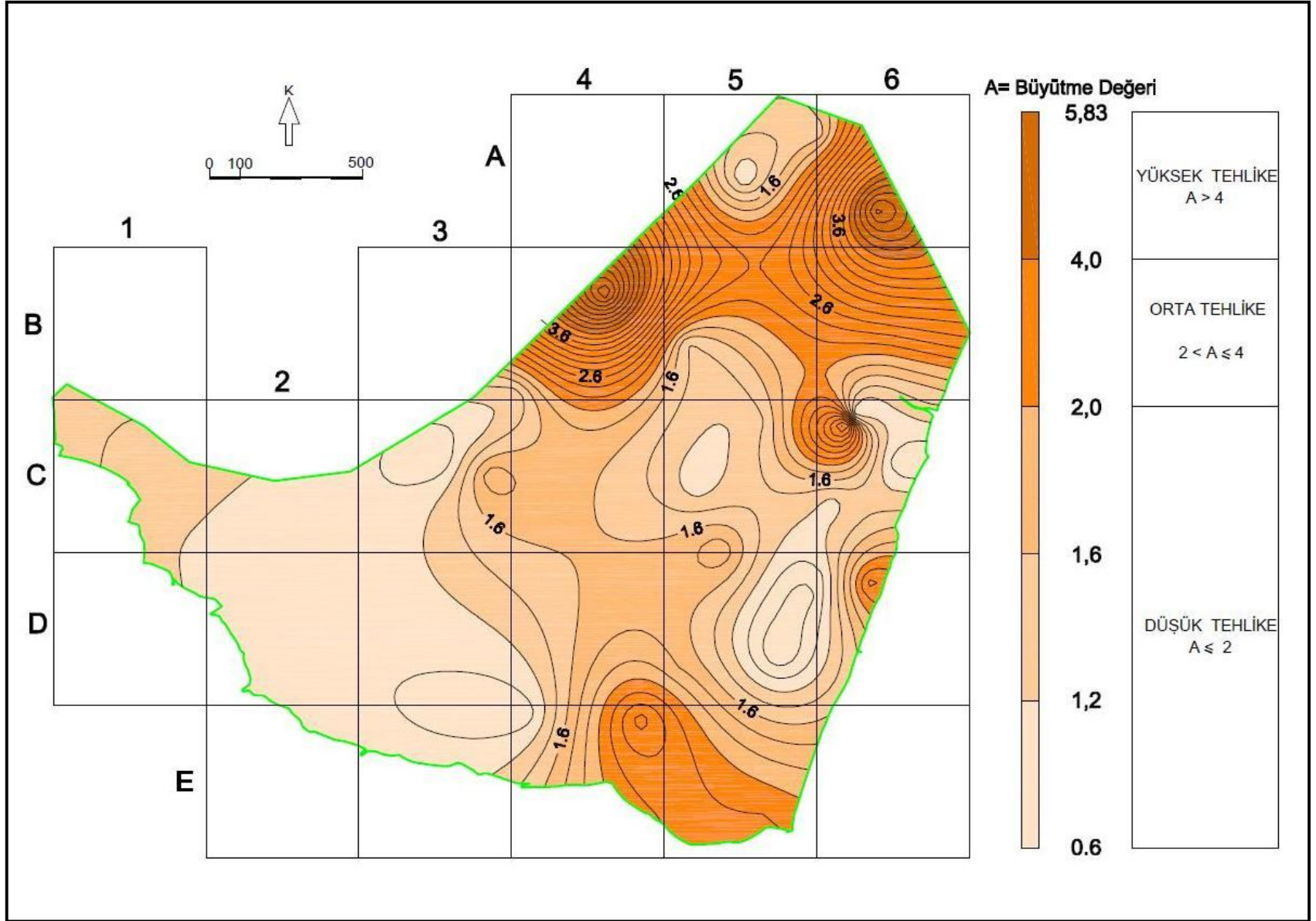
Sondaj NO	Koordinatlar		Vs30= 30/($\sum_{i=1}^n$ (hi/Vsi))	Midorikava1987 A=68V1 ^{-0,6} Büyütmeye Değeri	Joyner and Fumal 1984 A=23V1 ^{-0,45} Büyütmeye Değeri	AHSA =700/V1 (Zayıf Hareket için) Büyütmeye Değeri	AHSA =600/V1 (Kuvvetli Hareket için) Büyütmeye Değeri
	X (Yukarı)	Y (Sağa)					
S 1	4534427	540490	242	2,5	1,94	2,9	2,5
S 2	4535184	540678	642	1,4	1,25	1,09	0,93
S 3	4534894	541091	705	1,32	1,2	0,99	0,85
S 5	4535270	541338	836	1,2	1,11	0,83	0,7
S 6	4534445	540120	792	1,23	1,41	0,88	0,75
S 8	4534831	541041	1008	1,07	1,02	0,7	0,6
S 12	4534641	540945	1130	1	0,97	0,6	0,53
S 13	4535425	541195	719	1,3	1,19	0,97	0,83
S 31	4535144	541117	620	1,43	1,27	1,13	0,96
Sis 1	4534990	539595	629	1,42	1,26	1,11	0,95
Sis 2	4535140	539790	611	1,44	1,28	1,14	0,98
Sis 3	4535040	539020	581	1,49	1,3	1,2	1,03
Sis 4	4535490	540080	564	1,51	1,32	1,24	1,06
Sis 5	4535380	539950	647	1,39	1,25	1,08	0,92
Sis 6	4535275	539835	865	1,17	1,09	0,81	0,7
Sis 7	4536096	541268	137	3,55	2,51	5,1	4,38
Sis 8	4535406	540877	540	1,55	1,35	1,3	1,11
Sis 9	4535656	540644	507	1,61	1,39	1,38	1,18
Sis 10	4535823	540377	120	3,84	2,66	5,83	5
Sis 11	4536348	541076	474	1,68	1,43	1,47	1,26
Sis 12	4536417	540918	442	1,75	1,48	1,58	1,35
Sis 13	4536200	540830	691	1,35	1,21	1,01	0,87
Sis 14	4535396	541166	193	2,89	2,15	3,62	3,1
Sis 15	4534978	540754	353	2	1,64	1,98	1,7
Sis 16	4534597	540615	388	1,9	1,57	1,8	1,55
Sis 17	4534104	540894	289	2,27	1,8	2,42	2,07
Sis 18	4534874	541240	283	2,3	1,8	2,47	2,12
Sis 19	4535936	540761	269	2,37	1,85	2,6	2,23
Sis 20	4535228	539999	242	1,99	1,62	1,94	1,66



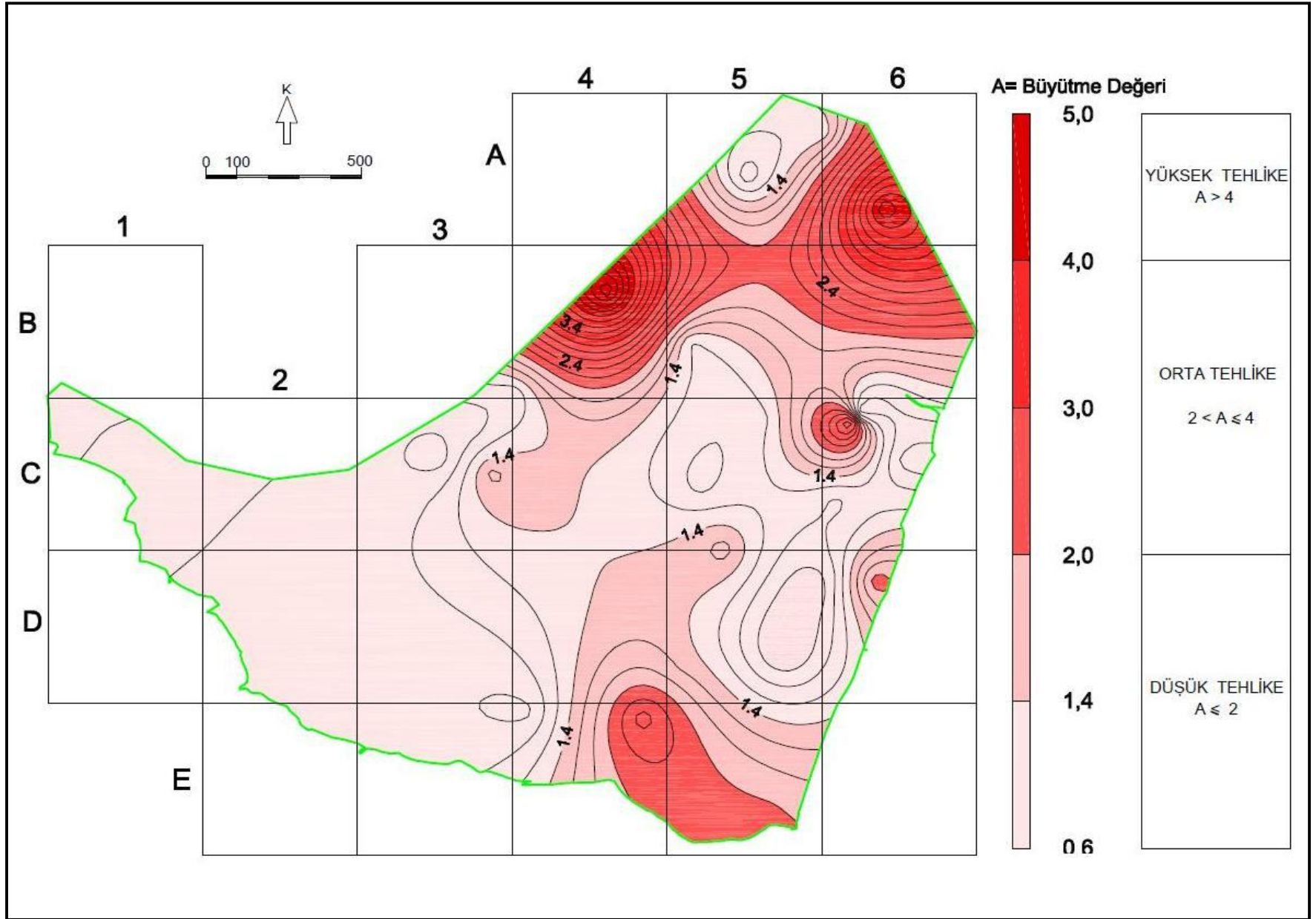
Şekil 4.41. İnceleme alanının Midorikawa (1987)'ya göre zemin büyütme haritası



Şekil 4.42. İnceleme alanının Joyner ve Fumal (1984)'a göre zemin büyütme haritası



Şekil 4.43. İnceleme alanının Borcherdt ve ark. (1991)'na göre zayıf hareket büyütme haritası



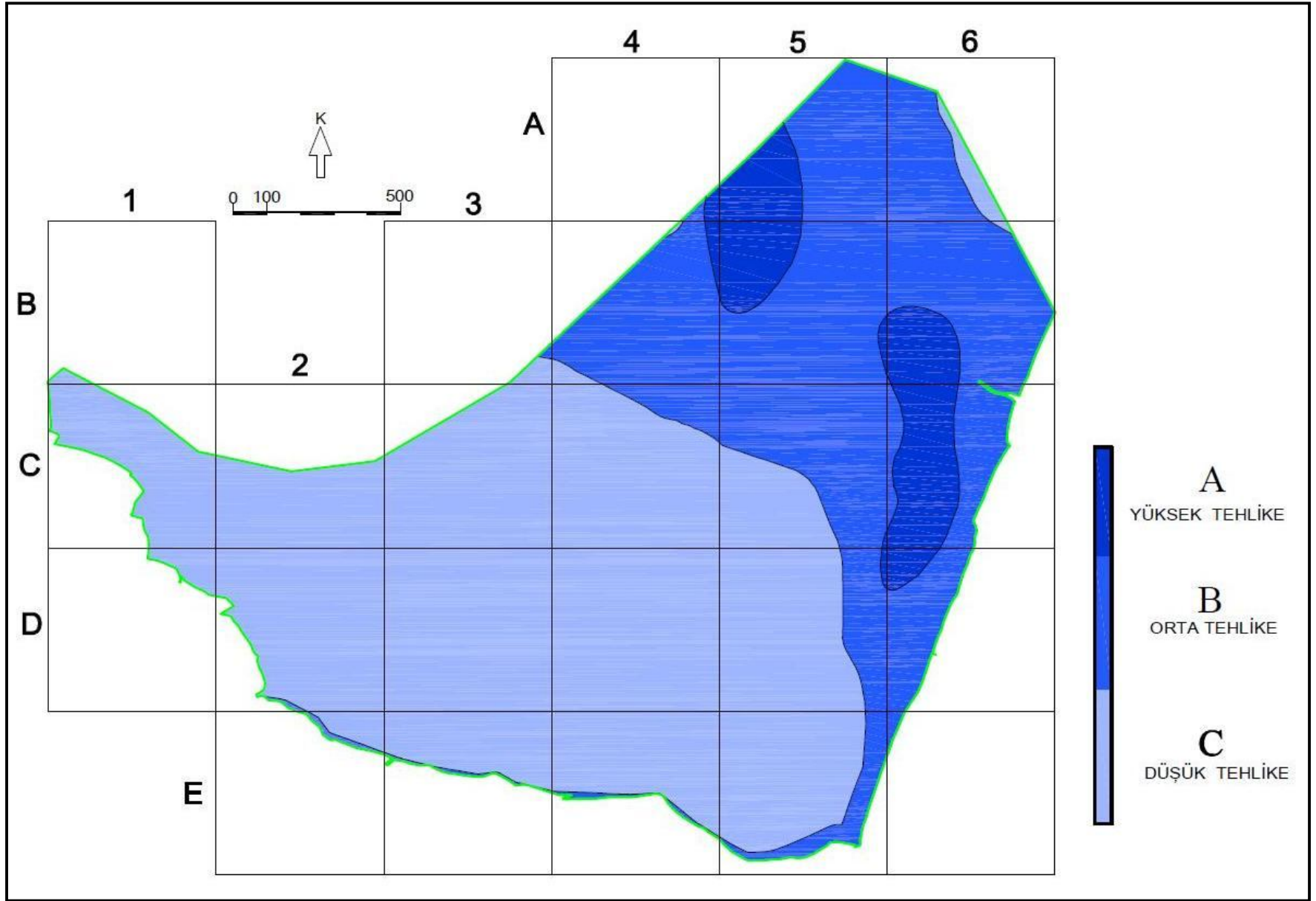
Şekil 4.44. İnceleme alanının Borcherdt ve ark. (1991)'na göre kuvvetli hareket büyütme haritası

(Ansal ve ark. (2002) ye göre, büyütme ölçütüne bağlı tehlike düzeyi;
0,0-2,0 büyütme değeri için, tehlike düzeyi C (düşük tehlike)
2,0-4,0 büyütme değeri için, tehlike düzeyi B (orta tehlike)
4,0-6,5 büyütme değeri için, tehlike düzeyi A (yüksek tehlike)

Şeklinde ifade edilmiştir. Buna göre, Midorikawa(1987)'ya göre hazırlanmış büyütme haritalarında (Şekil 4.41) inceleme alanının A4,5,6, B4,5,6, Joyner ve Fumal(1984)'e göre hazırlanmış büyütme haritalarında (Şekil 4.42) inceleme alanının A4,6, B4,6 karelajlarında D-B ve K-G uzanımlı alanlarda (orta) tehlike düzeyi sözkonusudur. Borcherdt ve ark.(1991)'ne göre hazırlanmış büyütme haritalarında (Şekil 4.43/44) ise Aynı alanlara ilaveten C6 ve D6 karelajlarını da kapsıyan alanlarda (orta) tehlike düzeyi sözkonusu olduğu gibi A6 ve B4 karelajlarında küçük alanlarda büyütme değerleri açısından A (yüksek) tehlike düzeyi sözkonusudur.

4.7.4. İnceleme alanının sıvılaşma haritası

İnceleme alanı zemininde sıvılaşmaya sebep olabilecek yer altı suyu ve yeraltı suyuna doygun halde, gevşek, dane çapı üniform dağılımlı kum, silt ve bunların bileşiklerinin çalışma alanının dolgu ve kıyı çökelleri ile örtülü kıyı şeridi ile tüm alüvyondan oluşan doğu kesimindeki alanda bulunduğu ve bu alanın bölgeyi etkileyecek olası bir deprem sırasında “sıvılaşma riski” taşıdığı belirlenmiştir. Bu alanda yapılmış olan sondaj verileri ile laboratuvar verilerinin bilgisayarda Liquefaction Pro programı ile yapılan sıvılaşma analizleri ışığında ve mikrobölgeleme ölçütlerinde tehlike düzeyinin A (Yüksek sıvılaşma olasılığı/yüksek tehlike), B (Orta sıvılaşma olasılığı/Orta tehlike), C (Düşük sıvılaşma olasılığı/tehlike yok) olarak belirlendiği tehlike seviyeleri açısından değerlendirilerek hazırlanan sıvılaşma risk haritası Şekil 4.45'te verilmiştir.



Şekil 4.45. İnceleme Alanının Sıvılaşma Risk Haritası

4.7.5. İnceleme alanının yamaç stabilitesi haritası

İnceleme alanı yamaç duraysızlığını haritalama amaçlı değerlendirmede, Uluslararası Zemin Mekaniği ve Temel Mühendisliği Birliği mikrobölgeleme konusunda hazırladığı Elkitabı'nda (ISSMFE, 1993) da önerilen yöntemlerden olan Siyahi ve Ansal tarafından önerilen yöntem kullanılmıştır. Koppula (1984) tarafından önerilen bir yöntemi geliştirerek, Siyahi ve Ansal

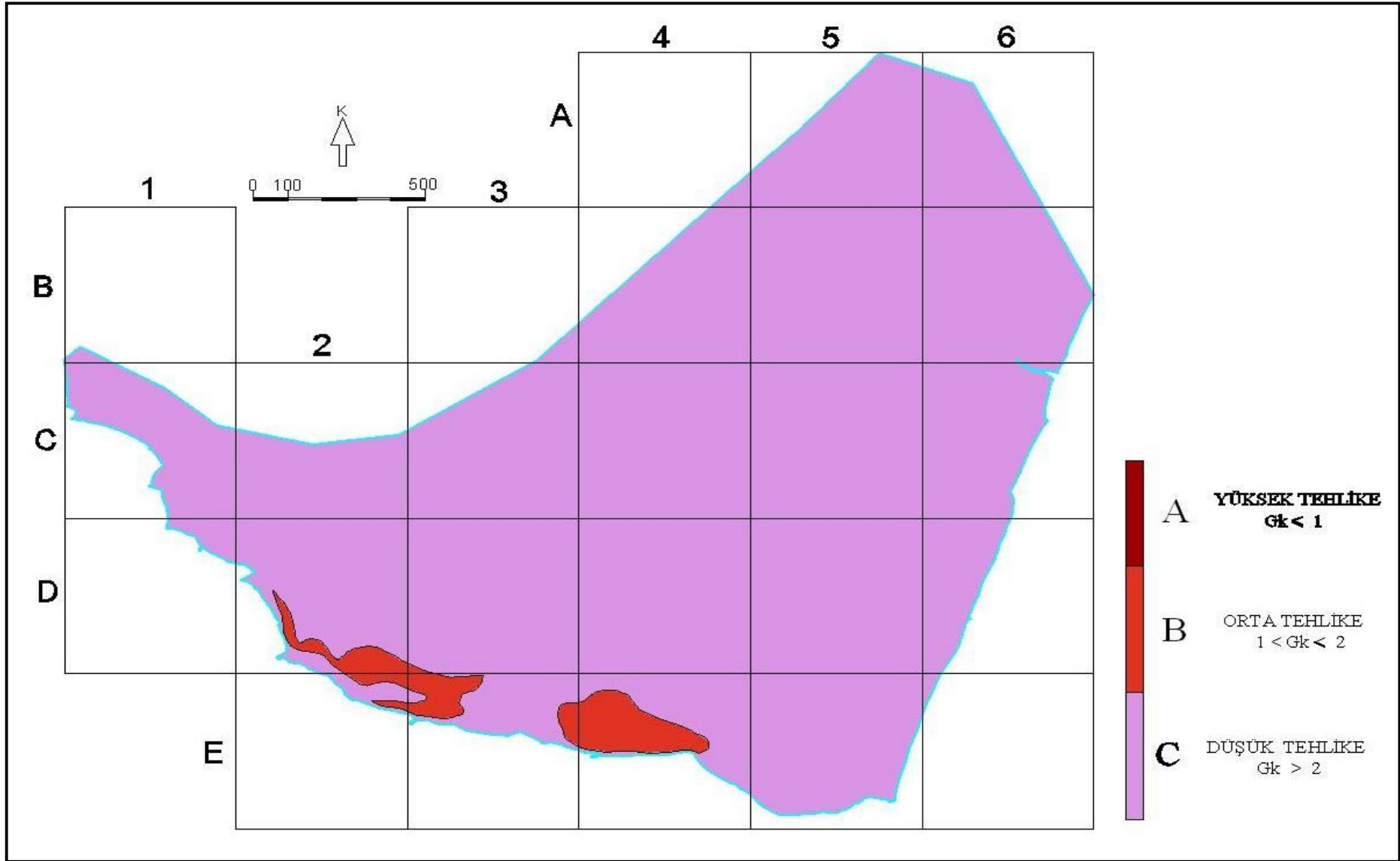
(1993) yamaç duraysızlığı için bir bölgeleme yöntemi önermişlerdir. Yöntem orijinal olarak, sismik bir katsayı kullanarak yamaç duraylılığının bir değerlendirmesini içermektedir. Araştırmacılar sonuç olarak

$GK = \tan \Phi N_1$ (Siyahi ve Ansal 1993) denklemiyle güvenlik parametresi tanımlamışlardır. Güvenlik faktörü (GK); kayma mukavemeti (Φ) açısı ve yamaç ile yenilen yüzeyin konfigürasyonunu temsil eden duraylılık sayısı N_1 ' e bağlıdır. N_1 ' in ivme ve yamaç açısına bağlı olarak değişimi, önceki alt bölümlerden, 4.6.3.2. Yamaç stabilitesi başlığı altında Şekil 4.38'de verilmişti. İnceleme alanında yukarıdaki yöntem kullanılarak eğimli alanlarda yüzeyleyen ve fiziksel özellikleri nedeni ile stabilite riski yaratabilecek zemin birimlerine ait parametreler saptanarak Çizelge 4.17'de verilmiştir.

Çizelge 4.17. Çalışma sahasındaki birimler için içsel sürtünme açısı, eğim ve ivme (0.4g) değer için Siyahi ve Ansal (1993) yaklaşımı ile bölgedeki yamaçların güvenlik katsayıları

Birim	Eğim	İçsel Sürtünme Açısı Ortalama (Φ)	Duraylılık Katsayısı N_1 (İvme= 0,4 g için)	Güvenlik Katsayısı (İvme= 0,4 g için)	Risk Seviyesi
Ergene Formasyonu (Te)	15	29,37	2,520	1,42	BSL
	20		2,311	1,30	BSL
	25		2,100	1,18	BSL
	30		1,921	1,08	BSL
	35		1,789	1,01	BSL
Danışmen Formasyonu (Tdsi)	15	42,03	2,520	2,27	CSL
	20		2,311	2,08	CSL
	25		2,100	1,89	BSL
	30		1,921	1,73	BSL
	35		1,789	1,61	BSL
Danışmen Formasyonu (Tdkı)	15	43,46	2,520	2,39	CSL
	20		2,311	2,19	CSL
	25		2,100	1,99	BSL
	30		1,921	1,82	BSL
	35		1,789	1,69	BSL

Çalışma alanına ait yamaç stabilite haritası, yukarıdaki parametreler doğrultusunda hazırlanarak Şekil 4.46. 'da verilmiştir.

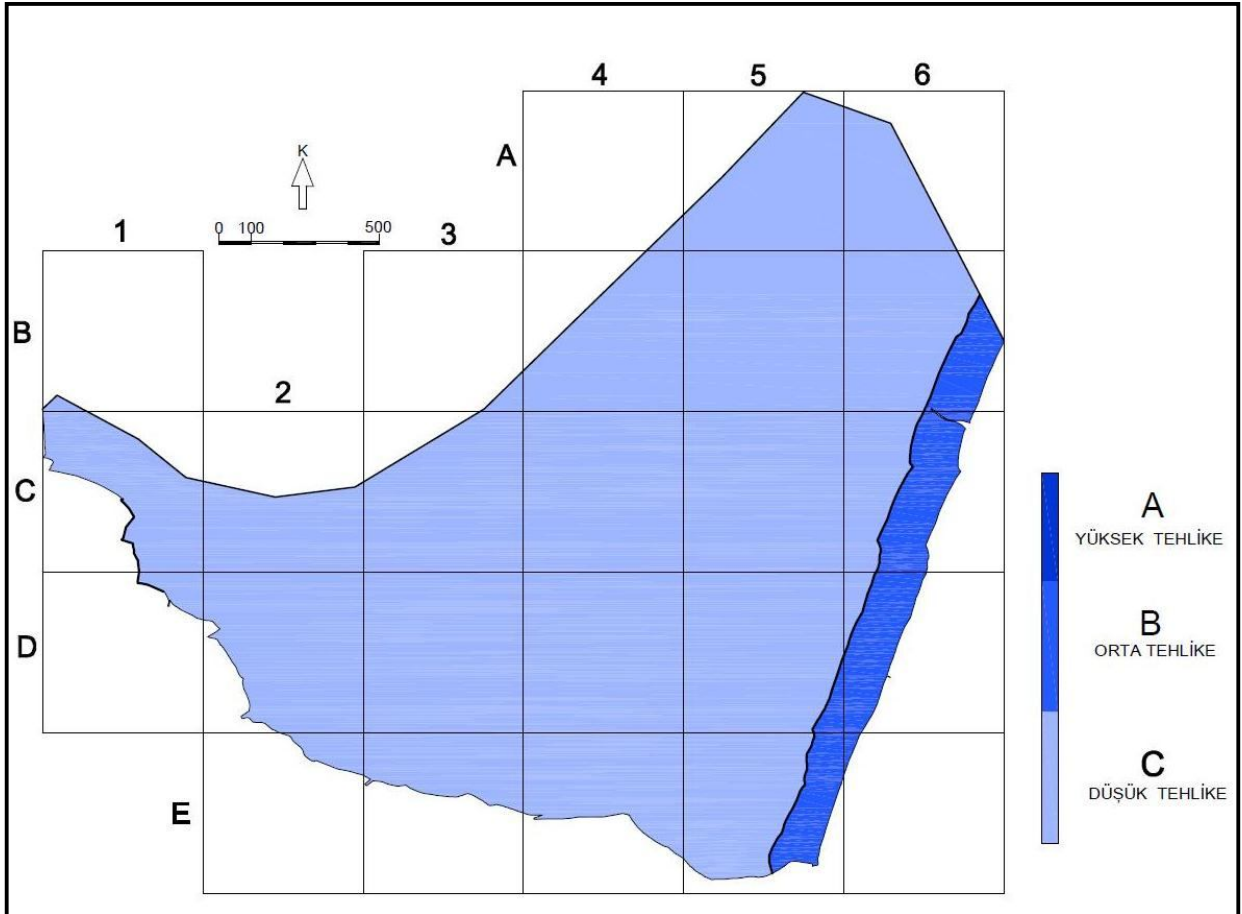


Şekil 4.46. İnceleme Alanının Yamaç Stabilite Risk Haritası

4.7.6. İnceleme alanının tsunami haritası

Tsunamiler, deniz tabanında olan ani düşey yer değiştirmelerin, üzerindeki su kolonunun düşey hareketine sebep olması ile başlayan çok uzun periyotlu ve yüksek enerjili dalgalardır. Özellikle okyanuslarda olan depremler ve heyelanlar sonucu meydana gelen tsunamiler, deniz kıyılarında yer alan yerleşim bölgelerinde hem insan yaşamı hem de bölgenin ekonomisi açısından tehdit oluşturmaktadır (Alpar ve diğ.,2000). Kuzey anadolu Fay Hattının (KAF) batı bölümü Marmara Denizi içinde yer almakta olup fay hattının yapısı henüz tam olarak tanımlanamamıştır. Kuzey kol boyunca derinliği 1100 m.den fazla olan, 3 basen mevcut olup bunlar Çınarcık Baseni, Marmara Ereğlisi Baseni ve Tekirdağ Baseni'dir. Gerçeğinde oluşacak olan tsunaminin şiddetini belirlemek için depremde heyelan yapacak kütlelerin hacmi ve ne kadar alan kapladığı hesaplanarak risk haritaları oluşturulması gerekmektedir.

Bu tez kapsamında veri eksikliği nedeniyle böyle bir hesaplama yapılamamış ve daha önce Marmara Denizi'nde olası tsunami riski hesaplamalarının sonuçları kullanılarak inceleme alanını etkilemesi olası tsunaminin kıyılarda ilerleme mesafesinin en fazla 150 metre olacağı (İBB Avrupa Yakası Mikrobölgeleme Projesi, 2007) ve tsunami dalgalarının 5-7 metreye kadar yükselebileceği (Dr. Sinan Özeren ve Nazmi Bostancıoğlu, İTÜ, Deniz Harp Komutanlığı) kabulü yapılarak tsunami risk haritası oluşturulmuştur (Şekil 4.47).



Şekil 4.47. İnceleme Alanının Tsunami Risk Haritası

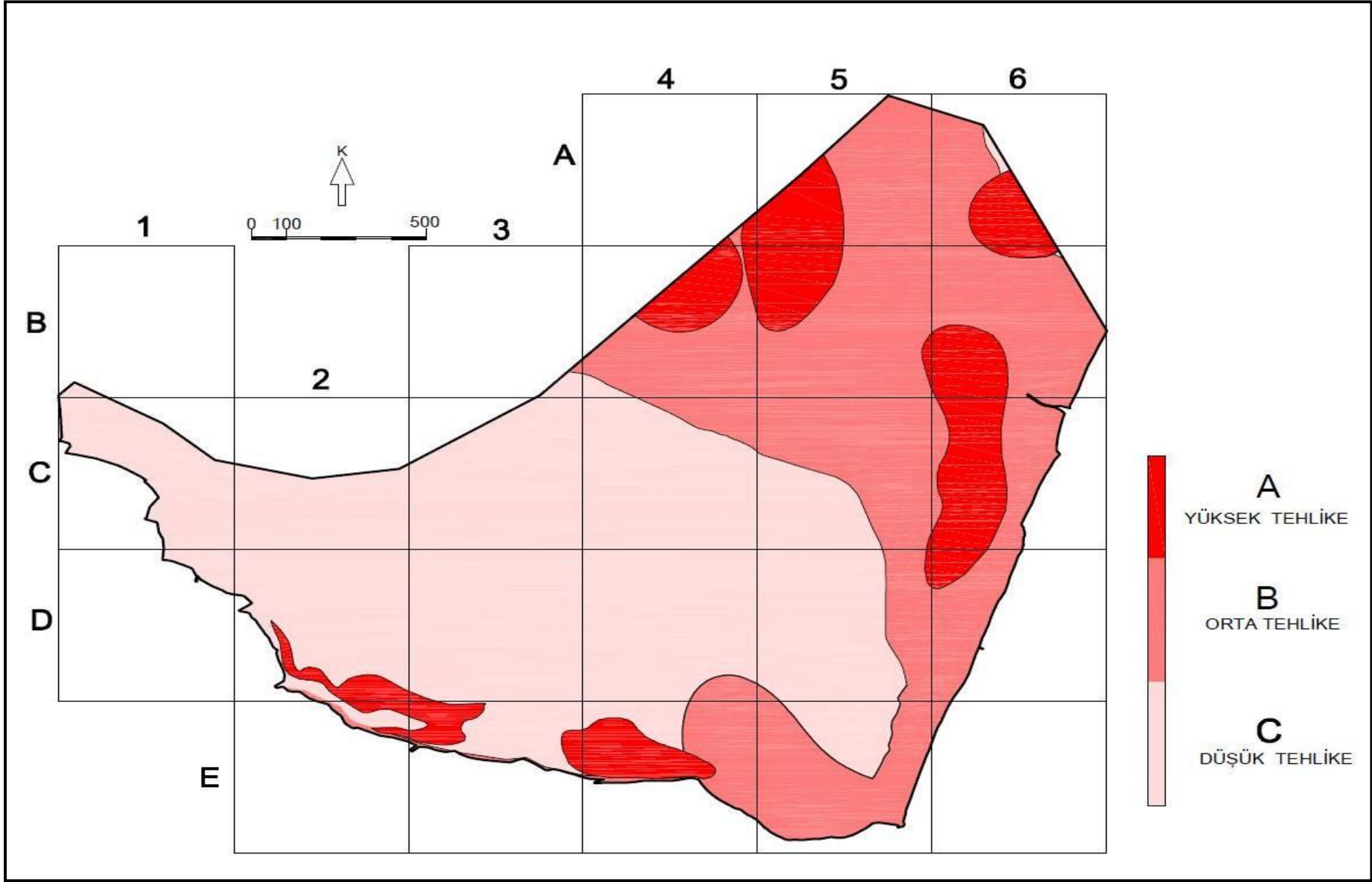
4.7.7. İnceleme alanının mikrobölgeleme haritası

Mikrobölgeleme haritalarında her deprem etkisi için genellikle üç bölge (A, B ve C olmak üzere) tanımlanmaktadır. Bu üç bölgenin her biri ayrı bir risk seviyesine karşılık gelmektedir (World Institute for Disaster Risk Management, Inc., 2004). Burada, bundan önceki alt bölümlerde haritalanmış olan mikrobölgeleme ölçütlerinin birleştirilmesi ile inceleme alanının mikrobölgeleme haritası sunulmuştur (Şekil 4.48).

Haritada da görüleceği gibi, inceleme alanı, düşük, orta ve yüksek tehlike düzeylerine ayrılmıştır. Haritalar ayrı, ayrı değerlendirildiğinde, mikrobölgeleme haritasının, yamaç stabilite ölçütü, sıvılaşma ve tsunami riskleri ile büyütme ölçütlerinin birleştirilmiş halini gösterdiği ve bu durumun Vs30 hız haritası ve zemin hakim periyodu değerleriyle de büyük oranda uyumlu olduğu görülmektedir. Haritadaki A tehlike sınıfını gösteren kısımlar inceleme alanındaki yamaç stabilite ölçütü, sıvılaşma ve büyütme ölçütlerinin riskli kesimlerine karşılık gelmektedir.

Çizelge 4.18 . Eurocode 8’de Vs30’a göre Zemin Sınıflaması

Zemin Sınıfı	Tanım	Özellikler (m/sn.)
A	Kaya yada diğer benzeri formasyonlar	$V_s > 800$
B	Çok sıkı kum. Çakıl yada Çok Sert Killer	$360 < V_s \leq 800$
C	Sıkı yada Orta Sıkı Kum, Çakıl veya Sert Kil	$180 < V_s \leq 360$
D	Gevşek’den Orta Sıkı’ya kadar Kohezyonsuz Zeminler	$180 > V_s$



Şekil 4.48. İnceleme Alanının Mikrobölgeleme Haritası

5. SONUÇLAR

Tekirdağ İli, Altınova Bölgesi'nin Mikrobölgeleme Çalışması, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı gözetiminde Yüksek Lisans Tezi olarak yapılmış ve Fen Bilimleri Enstitüsü'nün "Tez Yazım Kuralları Kılavuzu" kapsamında tanımlanan "Ek-6, 7, 8, 9" da ki formatına göre hazırlanmış ve inceleme alanında, jeolojik, jeofizik ve geoteknik verilerin birlikte kullanımı ile inceleme alanının mikrobölgelemesi yapılmıştır.

Çalışmada önceki arazi çalışmalarından elde edilmiş olan jeolojik veriler, jeofizik çalışmalardan (22 adet sismik kırılma, 18 adet jeoelektriksel özdirenç uygulaması) geoteknik (31 Adet sondaj 9 adet araştırma çukuru çalışması ve laboratuvar deneyleri) derlenmiş verilerin yanı sıra veri eksikliği görülen kesimlerde çalışma kapsamında 4 adet zemin sondajı ve 4 adet araştırma çukuru açılmış, 7 adette mikrotremör ölçümü yapılarak elde edilen bilgiler arazi çalışmaları ile pekiştirilmiştir.

İnceleme alanını oluşturan birimleri; yerel ana kaya konumundaki en yaşlı birim olan Orta-Üst Oligosen yaşlı Danişmen Formasyonu, bu formasyon üzerine düşük açılı uyumsuzlukla gelen Üst Miyosen yaşlı Ergene Formasyonu ve her ikisini de yine uyumsuzlukla üstleyen Pliyosen yaşlı Trakya Formasyonu ile tüm formasyonları dere yataklarında örten Kuvaterner yaşlı alüvyon ve kıyı kumları oluşturduğu belirlenmiştir.

Danişmen Formasyonu'nun Siltli Kil (Ayrışmış Kiltası) birimi koyu gri – gri renkli, oksitli ve nemli görünümlü olup hidrolojik açıdan "geçirimsiz ortam (Gz)" karakterindedir. Birimin SPT kıvamlılığı "çok katı" ve ampirik serbest basınç direnci " $q_u = 2,0 \text{ kg / cm}^2$ ile $4,0 \text{ kg / cm}^2$ " arasındadır. Birim içerisinden alınan örnekler üzerinde laboratuvarda yapılan mekanik özellik deneylerinin ortalaması olarak elde edilen kohezyon " $c = 0,82 \text{ kPa}$ " ve içsel sürtünme açısı " $\Phi = 43,46^\circ$ ", fiziksel özellik deneylerindeki dane boyu dağılım yüzdeleri $>4,75 \text{ mm}$ (+ No. 4) için "0,10" ve $<0,075 \text{ mm}$ (- No. 200) için "79,02", kıvam limitlerinden likit limit "LL = 41,72" ve plastik limit "PL = 21,11", kıvam indislerinden plastisite indisi "PI = 20,61" doğal birim hacim ağırlığı ise $2,07 \text{ t / m}^3$ 'tür. Birimin "Zemin Grubu : B" ve "Yerel Zemin Sınıfı : Z2" olup zemin spektrum karakteristik periyotları, güvenli yönde kalacak şekilde, " $T_A = 0,15 \text{ sn} : T_B = 0,40 \text{ sn}$ " dir.

Danişmen Formasyonu'nun Killi Silt (Ayrışmış Silttaşı) olarak ayırtlanmış diğer birimi açık kahve – sarımsı açık kahve renkli, kumlu, az ince – iri çakıllı, çakılları köşeli – yarı köşeli, sert, homojen dokulu, çok katı, tabanında nemli, sert, çok katı olup seyrek kum mercikleri ve yanıl-düşey yönde tedrici kil seviyeleri içermekte olup hidrolojik açıdan "yarı geçirimsiz ortam (gz)" karakterindedir. Birimin SPT kıvamlılığı "çok katı" ve ampirik serbest basınç direnci " $q_u = 2,0 \text{ kg / cm}^2$ ile $4,0 \text{ kg / cm}^2$ " arasındadır. Birim içerisinden alınan örnekler üzerinde laboratuvarda yapılan mekanik özellik deneylerinin ortalaması olarak elde edilen kohezyon " $c = 0,93 \text{ kPa}$ " ve içsel sürtünme açısı " $\Phi = 42,03^\circ$ ", fiziksel özellik deneylerindeki dane boyu dağılım yüzdeleri $>4,75 \text{ mm}$ (+ No. 4) için "3,60" ve $<0,075 \text{ mm}$ (-

No. 200) için “68,45”, kıvam limitlerinden likit limit “LL = 34,79” ve plastik limit “PL = 20,76”, kıvam indislerinden plastisite indisi “PI = 14,03”, doğal birim hacim ağırlığı ise 2,11 t / m³’tür. Birimin "Zemin Grubu : B” ve “Yerel Zemin Sınıfı : Z2” olup zemin spektrum karakteristik peryotları, güvenli yönde kalacak şekilde, ”T_A = 0,15 sn : T_B = 0,40 sn” dir.

Ergene Formasyonu, killi – ince çakıllı kumdan ibaret yerel ara seviyeler içeren siltli killerden oluşmakta, içerisinde yer yer killi siltlere ve killere de rastlanmakta olup kahve – açık kahve renkli, kumlu, yerel seyrek köşeli çakıllı, taban seviyesinde az – bol ince kumlu, çok katı ve serttir. hidrolojik açıdan “yarı geçirimsiz ortam (gz)” karakterinde olan birimin SPT kıvamlılığı “katı” ve ampirik serbest basınç direnci “ q_u = 1,0 kg / cm² ile 2,0 kg / cm² “ olup birim içerisinden alınan örnekler üzerinde laboratuvar da yapılan mekanik özellik deneylerinin ortalaması olarak elde edilen kohezyon “c = 0,56 kPa” ve içsel sürtünme açısı “ Φ = 29,37⁰ “, fiziksel özellik deneylerindeki dane boyu dağılım yüzdeleri >4,75 mm (+ No. 4) için “2,79” ve <0,075 mm (- No. 200) için “71,48”, kıvam limitlerinden likit limit “LL = 28,43” ve plastik limit “PL = 12,57”, kıvam indislerinden plastisite indisi “PI = 15,86”, doğal birim hacim ağırlığı ise 2,03 t / m³’tür. Birimin “Zemin Grubu : C” ve “Yerel Zemin Sınıfı : Z2” olup zemin spektrum karakteristik peryotları, güvenli yönde kalacak şekilde, ”T_A = 0,15 sn : T_B = 0,40 sn”dir.

İnceleme alanında geniş bir alan kaplıyan ve genellikle kil ve killi silt – kum ara seviyeli siltli kil özelliğinde olan Alüvyon içindeki kil oranının kum ve silte göre çok daha fazla olduğu ancak deniz kıyısına yaklaştıkça silt ve kum oranı artmakta ve alüvyon malzemesi denizel kumlarla dereceli geçiş oluşturarak kıyı çökellerine dönüşmekte olduğu gözlenir. Birim genel olarak kahve – koyu kahve renkli, az ince kumlu, çakıllı, nemli ve çok – orta katı, nemli, yerel yumuşak – yüksek plastisiteli olup hidrolojik açıdan “geçirimsiz ortam (Gz)” karakterindedir. SPT kıvamlılığı “orta katı” ve ampirik serbest basınç direnci “ q_u = 0,5 kg / cm² ile 1,0 kg / cm² “ arasında olan birimden alınan örnekler üzerinde laboratuvar da yapılan mekanik özellik deneylerinin ortalaması olarak elde edilen kohezyon “c = 0,53 kPa” ve içsel sürtünme açısı “ Φ = 7⁰ “, fiziksel özellik deneylerindeki dane boyu dağılım yüzdeleri >4,75 mm (+ No. 4) için “1,36” ve <0,075 mm (- No. 200) için “65,79”, 52 adet deney sonucunda kıvam limitlerinden likit limit “LL = 39,68” ve plastik limit “PL = 19,28”, kıvam indislerinden plastisite indisi “PI = 19,89”, sıkışma İndisi “C_c = 0,36” ve doğal birim hacim ağırlığı ise 1,93 t / m³’tür. Birimin "Zemin Grubu : D” ve “Yerel Zemin Sınıfı : Z4” olup zemin spektrum karakteristik peryotları, güvenli yönde kalacak şekilde, ”T_A = 0,20 sn : T_B = 0,90 sn” dir.

Kumsal niteliği taşıyan kıyı çökelleri, özellikle dere ağızlarında ve şev önlerinde yer yer ince – orta veya kaba kum boyutunda taneler içeren bir çakıllı kum görünümünde olup kahve – açık kahve, gri – koyu gri renkli, bol ince çakıllı, bol fosil kavrık, yerel killi ve siltli, ıslak, çok sıkı, yerel gevşektir. hidrolojik (yeraltısuyu geçirebilme ve iletebilme özelliği) açıdan “geçirimli ortam (Gç)” karakterinde olan birimin SPT sıklığı “gevşek” ve bağıl

sıklığı " $D_r = 0,15$ ila $0,35$ " arasında olup laboratuvarında yapılan fiziksel özellik analizlerindeki dane boyu dağılım yüzdeleri $>4,75$ mm (+ No. 4) için " $13,30$ " ve $<0,075$ mm (- No. 200) için " $8,72$ ", doğal birim hacim ağırlığı ise $1,903$ t / m³'tür. "Zemin Grubu : D" ve "Yerel Zemin Sınıfı : Z3" olan alüvyonun zemin spektrum karakteristik periyotları, güvenli yönde kalacak şekilde, " $T_A = 0,15$ sn : $T_B = 0,60$ sn"dir.

İnceleme alanındaki tüm kayaçlar ile toprağın ve diğer her tür doğal – yapay kökenli blok – çakıl boyundaki katı atık malzemenin karışımı şeklinde bulunan dolgu malzeme hidrolojik açıdan "geçirimli ortam (Gç)" karakterinde olup SPT sıklığı "gevşek" ve bağlı sıklığı " $D_r = 0,15$ ila $0,35$ " arasındadır. Birim içerisinden alınan örnekler üzerinde laboratuvarında yapılan fiziksel özellik deneylerindeki dane boyu dağılım yüzdeleri $>4,75$ mm (+ No. 4) için " $0,72$ " ve $<0,075$ mm (- No. 200) için " $82,01$ ", kıvam limitlerinden likit limit " $LL = 37,04$ " ve plastik limit " $PL = 13,20$ ", kıvam indislerinden plastisite indisi " $PI = 24,20$ ", doğal birim hacim ağırlığı ise $1,815$ t / m³'tür. Birimin "Zemin Grubu : C" ve "Yerel Zemin Sınıfı : Z3" olup zemin spektrum karakteristik periyotları, güvenli yönde kalacak şekilde, " $T_A = 0,15$ sn : $T_B = 0,60$ sn"dir.

Bölgede zemin hakim periyodu değerleri $0,30 - 0,95$ arasında değişmektedir. Bina hakim periyodunun zemin hakim periyoduyla uyduğu rezonans durumu için olası yapı yüksekliğini hesaplamaya yönelik bir tersine yaklaşım uygulanmalıdır.

Çalışma alanında baskın kayaç birimleri içinde yapılan standart penetrasyon testlerinin düzeltilmiş değerlerinden (SPT-N₆₀) hareketle hesaplanan ağırlıklı istatistiksel ortalamalar kumlu (dlg, Qpk, Qal, Te, Tdaku) ve killi birimlerde (Tdaki, Tdasi) sırasıyla " $7-12$ " ve " $16-17$ " değerlerini vermektedir. (Çizelge 4.2). Tüm bu yaklaşımlar ve kabuller çerçevesinde hesaplanan yaklaşık nihai oturma büyüklükleri ;

Kum baskın kayaç gruplarında	;	$\delta_m = 1,36 - 0,80$ cm
Kil baskın kayaç gruplarında	;	$\delta_l = 0,60$ cm olarak bulunmuştur.

Geoteknik, hidrojeoloji, mühendislik jeolojisi ve mühendislik jeofiziği çalışmalarıyla elde edilen yer mühendislik verilerine göre Afet Yönetmeliği kapsamında tanımlanan "Zemin Grubu ve Yerel Zemin Sınıfı" türleri; gerçek tanımları parsel bazındaki etüdlere dayanması gerekmele beraber çalışma alanı bütününde yapılan bir yaklaşım çerçevesinde; üst sismik ortam içinde kalan dolgu (dlg) ve alüvyon (Qa) "D Grubu, Z4 Sınıfı", mevcut formasyonlar (Tt, Te, Td) ise "C Grubu Z2 Sınıfı" olarak, litolojik birimlerin alt sismik ortam içinde yer alması durumunda da dolgu ve alüvyon "C Grubu Z2 Sınıfı", mevcut formasyonlar (Tt, Te, Td) ise "B Grubu Z2 Sınıfı" olarak tanımlanmıştır. Buna göre zemin spektrum karakteristik periyotları; Z3 zemin sınıfındaki ortam için " $T_A=0,15$ sn ; $T_B=0,60$ sn" ve Z2 zemin sınıfından oluşan ortamı için de " $T_A=0,15$ sn ; $T_B=0,40$ sn" olarak değerlendirilmelidir.

Bölge için hazırlanan öz direnç eş değer eğrilerinde A4-A5-B4-B5-B6-C6 ve E4-E5 kısımlarında gevşek geçirimli birimler tespit edilmiştir. Bu alanlarda yer altı su seviyesi de yüze yakındır.

Depremsellik açısından, inceleme alanı ve çevresini etkileyecek ana deprem kaynağı, Kuzey Anadolu Fayı'nın (KAF) Marmara Denizi içinde yer alan ve son depremlerle kırılmamış bulunan büyük uzantısı olup, İBB – JICA projesindeki söz konusu senaryo fayının 7,5M'lik büyüklüğü ve inceleme alanının bu faya olan yaklaşık 40 km'lik ortalama uzaklık göz önüne alınırsa, Çalışma alanının “yakın alan” içinde bulunduğu ifade edilebilir.

Uygulamada, mikrobölgeleme ilkeleri doğrultusunda, gerekli sistematik yaklaşım ve değerlendirme prensipleriyle, inceleme alanına ait jeolojik veriler, jeofizik ölçümler ve geoteknik uygulama ve bulgular ile alanın mikrobölgeleme açısından önemli ölçütleri haritalanmıştır. İnceleme alanı için ayrı ayrı haritalanan ölçütlerden yamaç stabilitesi haritasında, düşük ve yüksek tehlike (potansiyel heyelanlı bölge) seviyesine karşılık gelen alanlar belirlenmiştir. Sıvılaşma riski tesbit edilen alüvyon kesimde aynı zamanda büyütme ölçütü haritalarında da özellikle alanın güney ve kuzey kesimlerindeki alüvyonun daha kalın olduğu kısımlarda büyütme değeri 4'ün üzerindedir. Bu durum haritalanan Vs30 hızı ve zemin hakim periyodu değerleriyle de uyumaktadır. İnceleme alanında olası tsunami riski taşıyan kesimde haritalanmıştır.

İnceleme alanının mikrobölgeleme haritasında yamaç stabilite ölçütü, sıvılaşma ve büyütme ölçütlerinin riskli kesimleri yüksek tehlike düzeyinde, bu alanlar dışında kalan alüvyonal ortam orta tehlike, diğer kesimler ise düşük tehlike/tehlikesiz düzeyinde olduğu saptanmıştır.

6. KAYNAKLAR

- Afet Risk Yönetimi Dünya Enstitüsü, 2004a, Belediyeler İçin Sismik Mikrobölgeleme: El Kitabı , Afet İşleri Genel Müdürlüğü.
- Afet Risk Yönetimi Dünya Enstitüsü, 2004b, Belediyeler İçin Sismik Mikrobölgeleme: Bilimsel Son Durum, Afet İşleri Genel Müdürlüğü.
- Abeki, A., Matsuda, I., Enomoto, T., Shigyo, V., Watanabe, K., Tanzawa, Y., Nakajima, Y., 1995, A study of seismic microzonation based on the dynamic characteristics of Subsurface ground conditions, , Proc. 5th International Conference on Seismic Zonation, (3), 2187-2194.
- ABS Consulting, ALTER Uluslar arası, ÜÇER Müşavirlik, 2005, Tekirdağ Pilot Belediyesi Afete Duyarlı Planlama İçin Kentsel Risk Analizi ve Mikrobölgeleme Çalışması Jeoteknik Etüd Raporu, C. I, 32 s., Ankara
- Aktimur, H. T., Kozan, A. T., Şentürk, K., Bozbay, E., Osmañealebiođlu, R., Özcan, İ., Sönmez, M., Eyübođlu, M., Karabıyıkodđlu, N., Özmutaf, M., İçli, H., 1994, Tekirdağ İlinin Arazi Kullanım Potansiyeli, MTA Derleme No;9718.
- Alsan, E., Tezuçan, L., Bath, M., 1975, An Earthquake Catalogue for Turkey for the Interval 1913-1970, Report Alsan ,No 7-75, Kandilli Observatory Seismological Department Çengelköy-İstanbul, Turkey, 166.
- Altınok, Y., 2005, Türkiye ve Çevresinde Tarihsel Tsunamiler, TMH - Türkiye Mühendislik Haberleri Sayı 438 - 2005/4.
- Altınok, Y., Ersoy, Ş. 2000. Tsunamis observed on and near Turkish coasts. Natural Hazards, 21, 185-205.
- Altınok, Y., Yalçınmer, A.C., Alpar, B., Ersoy, Ş., 2000. Tarihsel veriler ışığında Marmara Denizinde depreşim dalgaları (tsunamiler). III. Ulusal Kıyı Mühendisliği Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Çanakkale, Cilt 1, 33-44.
- Altınok, Y., Alpar, B., Yaltrak, C., 2003. Şarköy-Mürefte 1912 earthquake's tsunami, extension of the associated faulting in the Marmara Sea. Turkey, Journal of Seismology, 7(3), 329-346.
- Altınok, Y., Alpar, B., Özer, N., Gaziođlu, C., 2005. 1881 and 1949 Earthquakes at the Chios–Cesme Strait (Aegean Sea) and their relation to tsunamis. Natural Hazards and Earth System Sciences, 5, 717–725..

- Ambraseys, N. N., Finkel, C., 1991, Long Term Seismicity of Istanbul and Marmara Sea Region, Terra Nova, No. 3, pp. 527-539
- Ansal, A., 1997, Design Earthquake characteristics for İstanbul, Proceedings of Prof. Dr. R. Yarar Symposium, 233-244.
- Ansal, A., S.Springman, J.Studer, E.Demirbaş, A.Önalp, M.Erdik, D.Giardini, K.Şeşetyan, M.Demircioğlu, H.Akman, D.Fäh6, A.Christen, J.Laue, J.Buchheister, Ö.Çetin, B.Siyahi, Y.Fahjan, P.Gülkan, S.Bakır, P.Lestuzzi, M.Elmas, D.Köksal, O.Gökçe , 2003, Adapazarı Ve Gölcük İçin Mikrobölgelme Çalışmaları, Beşinci Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, 26-30 Mayıs 2003, İstanbul.
- Ansal, A., 2004, Bağcıların (İstanbul) Mikrobölgelemesi, “Belediyeler için Mikrobölgeleme El Kitabı” içinde, T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Ansal, A., 2004, (Ed.); Recent Advances in Earthquake Geotechnical Engineering and Microzonation, Kluwer Academic Publishers, netherlands.
- Ansal, A., Biro, Y., 2004, Seismic microzonation, “Recent Advances in Earthquake Geotechnical Engineering and Microzonation” ANSAL, A., 2004, (Ed.); içinde, Kluwer Academic Publishers, 253-266.
- Ansal, A., İyisan, R., Güllü, H., 2002, Microtremor measurements for the microzonation of Dinar, Pure and Applied Geophysics, vol.158, no: 12, 2525-2541.
- Astroza, M., Monge, J., 1991, Regional Seismic zonation in central Chili, Proc. 4th International Conference on Seismic Zonation, (3), 487-494.
- Aşçı, M., Özçep, F., Alpaslan, N., Karabulut, S., Yas, T., 2003, Evaluation of Liquefaction Potential by different approaches in some points of Northern part of Golcuk, Turkey, The 3rd International Conference on Earth Sciences and Electronics, Proceedings, ed. By O.N.Uçan and A. M. Albora, pp. 335-343, 23-24 October, Istanbul, Turkey.
- Aşçı, M., Özçep, F., Erhan, A., Yas, T., Alpaslan, N., 2004, İzmit-Saraybahçe Zeminlerin Sıvılaşma Potansiyeli; 16. Uluslararası Jeofizik Kongresi; Sayfa: 278-281, Ankara.
- Aydemir, S.E., 1999, Türkiye’de İmar Kurumu, “Kentsel Alanların Planlanması Ve Tasarımı” Kitabında, (Ş.Aydemir, S.E. Aydemir, N.Ökten, A.M. Öksüz, C.Sancar, M.Özyaba), Karadeniz Teknik Üniversitesi Mühendislik Ve Mimarlık Fakültesi Ders Notları, No: 54, Trabzon.

- Aytun, A., 2001, Olası deprem hasarını en aza indirmek amacıyla yapıların “doğal” salınım periyodlarının ye rin “baskın” periyodundan uzak kılınması, Uşak İli ve Dolayı (Frigya) Depremleri Jeofizik Toplantısı, TMMOB Jeofizik Mühendisleri Odası, Ankara.
- Balamir, M., 2007, Afet Poltikasında Uluslararası yönelişler ve ve Türkiye, Türkiye Afet Yönetimi Dokuzuncu Yuvarlak Masa Toplantısı, 12 Ocak 2007, ODTÜ Kültür ve Kongre Merkezi, Ankara.
- Barosh, P.J, 1969. Use Of Seismic Intensity Data To Predict The Effects Of Earthquakes And Underground Nuclear Explosions In Various Geologic Settings, Geological Survey Bulletin 1279, 93 pp.
- Bath, M., 1973. Introduction to Seismology . New York: J. Wiley.
- Beck, U., 1992, Risk Society: Towards a New Modernity. New Delhi: Sage. (Translated from the German Risikogesellschaft [1] published in 1986.
- Celep Z. ve Kumbasar N., 2000 , Deprem Mühendisliğine Giriş ve Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı,İstanbul.
- Ceyhan, U., 2004, Büyükçekmece İlçesinde Kayma dalgası hızı kullanılarak Mikrobölgeleme çalışmaları, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ceyhan, U. Karabulut, S, Özçep, F., Gündoğdu, O., 2004 Kayma Dalgası Hızı Kullanılarak Mikrobölgeleme Çalışmaları: Büyükçekmece (İstanbul) Bölgesi; 16. Uluslararası Jeofizik Kongresi; Sayfa: 245-248, Ankara.
- ÇAĞIL Mühendislik, 2007, Tekirdağ Belediyesi Mücavir Sahasının Jeolojik-Jeoteknik Etüdü. İstanbul
- Çekbim Ltd. Şti., SANAL Mühendislik, 2000, Tekirdağ Belediyesi Mücavir Alanının Jeolojik ve Jeoteknik Etüd Raporu, Metin Cildi, 82 s., İstanbul.
- Çakın, İ., 1988, Mikrobölgeleme, (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeofizik Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Demirağ, O., 1998, Mühendislik Jeofiziği, “Zemin Kurs Notları” içinde, TMMOB Jeofizik Mühendisleri Odası, Ankara.
- Demirci, A., Kaya, M. A. ve Bekler, T., 2006, Çanakkale Şehir Merkezi Mikrobölgeleme Çalışması Ön Sonuçları, Türkiye 17. Uluslararası Jeofizik Kongresi, Ankara

- DEMO, 2003, Tekirdağ İli, Merkez İlçe, Yavuz Mahallesi Mengen Mevkii 1474 Ada, 55 No'lu Parselin Jeoteknik Etüd Raporu, 22 s., Ankara.
- Dikmen, Ü., Mirzaoğlu, M., 2005, The seismic microzonation map of Yenisehir-Bursa, NW of Turkey by means of ambient noise measurements, Journal Of Balkan Geophysical Society, Vol. 8, No.2, p. 53-62
- Douglas, M. B. and Ryall , A., 1975, Return periods for rock acceleration in western Nevada , BSSA, 65: 1599-1611
- Durgunoğlu, H. T., Karadayılar, T., Bray, D. J., Sancio, R. B., Hacialioğlu, E., 2000, Sismik Statik Penetrasyon Deneyi (SCPT) ile Geoteknik-Geodinamik Zemin Profili”, Zemin Mekaniği ve Temel Mühendisliği Sekizinci Ulusal Kongresi, 26-27 Ekim 2000, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Düzün, Ş., 2006, Afet Riskinin Kent Ölçeğinde Bütünleşik Bir Yaklaşımla Modellenmesi, Afet Yönetimi 8. Yuvarlak Masa Toplantısı, ODTÜ, Ankara.
- Erdik, M., Ansal, A., Aydınöğlu, N., Barka, A., Işıkkara, A.M., Yüzügüllü, Ö., Avcı, J., Özel, O., Alpay, Y., Birgören, G., 2000, İzmir Deprem Senaryosu ve Deprem Master Planı, İzmir Büyükşehir Belediyesi, (<http://www.izmir-bld.gov.tr/eski/izmirdeprem/izmirrapor.htm>), İzmir.
- Erdik, M., Durukal, E., 2004, Strong Ground Motion, in Recent Advances in Earthquake Geotechnical Engineering and Microzonation, A. Ansal (ed.) , Kluwer Academic Publishers, Netherlands.
- Ergin, K.-Güçlü, U.-Uz, Z., 1967. Türkiye ve Civarının Deprem Kataloğu (M.S. 11 yılından 1964 sonuna kadar). İstanbul Teknik Üniversitesi Maden Fakültesi Arz Fiziği Enstitüsü Yayını No: 24, İstanbul.
- Ergin, K., -Güçlü, U.-Aksay, G., 1971. Türkiye ve Dolaylarının deprem Kataloğu (1965-1970). İstanbul Teknik Üniversitesi. Maden Fakültesi Arz Fiziği Enstitüsü Yayını No:28, İstanbul.
- Ergin, M., S. Özalaybey, A. Tarancıoğlu, C. Tapırdamaz, S. Çetin ve A. Yoruk, 2006, Yalova yerleşim merkezi için sismik bölgeleme çalışmaları, Atag10 - Aktif Tektonik Araştırma Grubu 10. Toplantısı, İzmir.
- Erguvanlı, K., 1982, Mühendislik Jeolojisi, İTÜ Kütüphanesi Sayı: 1227, İTÜ Matbaası, 590 s., İstanbul.

- Erguvanlı, K., Yüzer, E., Öztaş, T., Erdoğan, M., 1977, Tekirdağ-Köseilyas Köyü Tarlabası Heyelanının Mühendislik Jeolojisi, Rap. No. 77/3, 500 s., İstanbul.
- Ergünay, O., 1971, Türkiye’de Mikrozon çalışmaları ve Gediz kasabası uygulaması. İMO Teknik Bülteni, (8):115-128.
- Ergünay, O., 1973, Mikrobölgeleme. Deprem Araştırma Enstitüsü Bülteni, (2):10-31.
- Ergünay, O., 2002, Türkiye’nin Afet Yönetimi Sistemine Genel Bir Bakış : Sorunlar ve Çözümler, “Kentsel Yerleşmeler ve Doğal Afetler: Derleyen: Emine M. Komut” içinde, Sayfa 1-9, Mimarlar Odası UIA II. Bölge Çalışma Programı, Ankara.
- Ergünay, O., 2006, Mikrobölgeleme Çalışmaları ve Afet Senaryoları, JICA-İçişleri Bakanlığı Belediye Elemanları için Düzenlenen Zarar Azaltma Eğitimi Kursu (18-22 Eylül 2006)
- Esteva, L., 1970, Seismic Risk and Sismic design decisions, in Seismic design for Nuclear Power Plants, MIT Pres,
- Esteva, L., Rosenblueth, E. 1964, Spectra of Earthquakes at moderate and large distances, Soc. Mex. De Ing. Seismica, Mexico 11.
- Eyidoğan, H., U. Güçlü, Z. Utku ve E. Değirmenci, 1991, Türkiye büyük depremleri makro-sismik rehberi (1900-1988), İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 199 sayfa.
- Ezen, Ü, 1981, Kuzey Anadolu fay zonunda deprem kaynak parametrelerinin magnitüdle ilişkisi, Deprem Araştırma Enstitüsü Dergisi, Sayı: 31, sayfa: 32, Ankara
- Faccioli, E., Battistella, C., Alemani, P., Lo Presti, D., Tıbalı, A., 1991, Seismic microzoning and soil dynamics studies in San Salvador, 12th ICSMFE, Rio de Jenerio, Brazil.
- Gençoğlu, S. ve Ayhan, E., 1974. İzmit İli Mikrobölgeleme Etüdünde Yapılan Mikrotremor Çalışması, Deprem Araştırma Enst. Bul., Yıl.2, Sayı.5., s.28-51.
- Gök, L., 1994, Tekirdağ – Malkara (Tekirdağ İli) ve Keşan – İpsala (Edirne İli) Arasının Jeolojisi, MTA Gn. Md. Trakya Bölge Müdürlüğü, 35 s., Çorlu.
- Gül, A., 1975; Mikrobölgeleme çalışmaları ve İzmit uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Jeofizik Müh. Bölümü, İstanbul.
- Güllü, H., 2001, Dinar’ın zemin Büyütmelerine göre coğrafik bilgi sistemleri ile mikrobölgelemesi, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- Gündüz, A., 2006, İstanbul Büyükçekmece-Küçükçekmece Göller arası bölgede yerleşime uygunluk, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Gürbüz, M., 2002, Avcılar Mikrobölgeleme Çalışmaları, Süleyman Demirel Üniversitesi Jeofizik Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Isparta.
- Gürbüz, M., Türker, E., Kuran, U., 2003, Avcılar Mikrobölgeleme Çalışmaları, Deprem Sempozyumu, Kocaeli 003, Kocaeli.
- Gürkan, P., Ergünay, O., 2002, Deprem zararlarının Azaltılmasında Alan Kullanımı, "Kentsel Yerleşmeler ve Doğal Afetler: Derleyen: Emine M. Komut" içinde, Sayfa 1-9, Mimarlar Odası UIA II. Bölge Çalışma Programı, Ankara.
- Hasgür, Z., 1996, " Deprem Risk Analizinde Kullanılan Azalım İlişkileri" Şubat 1996 İstanbul TDV/TR 96-002.
- İmre, N., Karabulut, S., Alp, H., Özcep, F., 2006, Yeni Kentsel Alanlar İçin Mikro-Ölçekte Sismik Bölgelemelerin Önemi: Silivri (İstanbul) Örneği, 17. Uluslararası Jeofizik Kongresi Ve Sergisi, Ankara.
- İşcan, A., Gül, A., Şişman, M., Yurdatan, O., Markaloğlu, N., 1970, Türkiye Elektrik Kurumu (T.E.K) Adapazarı yeni trafo alanı mikrozon etüdü, İmar ve iskan Bakanlığı, Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Jeofizik Etüd Mürülüğü, Ankara.
- İyisan, R., 1996, "Zeminlerde Kayma Dalgası Hızı ile Penetrasyon Deney sonuçlarının Karşılaştırılması", İMO Teknik Dergi, (7)2:1187-1199.
- ISSMFE, 1993, Manual For Zonation On Seismic Geotechnical Hazards, Published By Japanese Society Of Soil Mechanics And Foundation Engineering.
- ISSMGE/TC4 (1999) Manual for Zonation on Seismic Geotechnical Hazards, Technical Committee for Earthquake Geotechnical Engineering, The Japanese Geotechnical Society
- İpek, M., 1982, Deprem Mühendisliğine Giriş, Ders Notları, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Jica – İBB, 2002, Türkiye Cumhuriyeti İstanbul İli Sismik Mikro-Bölgeleme Dahil Afet Önleme / Azaltma Temel Planı Çalışması, Son Rapor, Cilt V, 655 s., İstanbul.
- Joyner ve Fumal(1984), Use of Measured Shear-Wave Velocity for Predicting Geologic Site Effects on Strong Ground Motion, Proc. 8th World Conf. on Earthq. Eng., 777-783

- Kalafat, D., 2001, Between 1900 – 2000 Years Earthquake Information around Istanbul, KOERI, Boğaziçi University. (personal communication), İstanbul.
- Kanai, K., 1983, Engineering Seismology, University of Tokyo Press, Tokyo.
- Kanai, K. And Tanaka, T, 1961. On Microtremors. Viii, Bull. Earthq. Res. Inst., University Of Tokyo , Vol.39, Pp.97-114.
- Kanlı, B., Ünal, Y., 2004, Üst düzey planlama sistemi ve Afet yönetimi ilişkileri, İTÜ Dergisi/a, Mimarlık, Planlama, Tasarım, Cilt:3, Sayı:1, 103-112.
- Katoda, K. Wakamatsu, K. And Oya. M, 1988. Mapping Liquefaction Potential Based On Geomorphological Land Classification, Proc., 9th World Conf. Earthquake Engineering, Tokyo, Vol, Vol.3, Pp.195-200.
- Karabulut, S., 2005, Büyükçekmece İlçesinde Mikrotremor Verileri ile Mikrobölgeleme çalışmaları, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Karabulut, S., Ceyhan, U., Osmansahin, I., Ozcep, F., Alp, H. Gundogdu, O., 2006a, Microzonation studies based on geophysical data in Buyukcekmece (İstanbul) region, First European Conference on Earthquake Engineering and Seismology, Abstract Book, pp. 330.
- Karabulut, S., Ceyhan, U., Osmaşahin, İ., Gündoğdu, O., Özçep, F., 2006b, Zemin Tepkisinin Belirlenmesinde Jeofizik (Mikrotremor ve Sismik) Verilerin Karşılaştırılması: Büyükçekmece (İstanbul) Mikrobölgeleme Örneği, 17. Uluslararası Jeofizik Kongresi Ve Sergisi, Ankara.
- Karnik, V., 1972, Seismicity of European Area, D. Reidel Publ., Dordret-Holand., Part II.
- Kaya, H., Özçep, F., 2006, Zemin Büyütmesi ve Dinamik Yamaç Stabilitesinin Mikrobölgeleme Amaçlı Birlikte Kullanımı : Esenyurt (İstanbul) Örneği, 17. Uluslararası Jeofizik Kongresi Ve Sergisi, Ankara.
- Keçeli, A., 1996, Mühendislik Jeofiziğinde Zemin Hakim periyodu ve Zemin Emniyet Gerilemesi, Konferans Notları, (Yayınlanmamış.) .
- Kepekçi, D., 2006, Bütünleşik Afet Yönetimi içinde Yetersiz Afet Mevzuatı çerçevesinde İl Afet Planı Örneği, Türkiye 17. Uluslararası Jeofizik Kongre Ve Sergisi, 14-17, 2006, Ankara.
- Kılıç, H., Özener, P.T., Adatepe, Ş., Yıldırım, M., Özaydın, K., 2005, Evaluation of Küçükçekmece Region with Respect to Soil Amplification , The 16th Internatioanal

Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, September 12-16, Osaka, Japan.

- Koç, M., 2006, Jeofizik Yöntemlerle Avcılar Esenyurt (İstanbul) arasındaki alanın yerleşime uygunluğunun değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kozacı, H., Kiper, S., Gınoğlu, S., Şişman, M., Yurdatapan, O., İşcan, A., Babaç, S., 1969, Kuyucak Sismik mikrozon etüd raporu, İmar ve iskan Bakanlığı, Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Deprem Araştırma Enstitüsü, Ankara.
- Kozacı, H., 1970, Gediz deprem etüdü ve yeni Gediz yerleşme alanı mikrozon etüdleri, İmar ve iskan Bakanlığı, Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Deprem Araştırma Enstitüsü, Ankara.
- Kuran, U. , 2001, Avcılar İlçesi Mikrobölgeleme Etüt Raporu.D.A.D .,Raporu.Ankara
- Kuribayashi, E. and Tatsuoka, F, 1975. Brief Review Of Soil Liquefaction During Earthquakes In Japan, Soils And Foundations, Vol.,15, No.4, Pp.81-92.
- Kramer, S.L., 1996, Geotechnical Earthquake Engineering, Prentice Hall, USA.
- Kulhawy, F. H. ve Mayne, P. W., 1990, Manual on Estimating Soil Properties for Foundation Design, Electric Power Institute, Palo Alto, CA.
- Lasterico, R., Monge, J., 1972, Chilean Experience in seismic microzonation, Proc. International Conference on Microzonation, (1), 231-248.
- Lav, A., 1994, İstanbul ve Erzincan şehirlerinde Zemin büyütme etkilerine göre mikrobölgeleme, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Lee, S.H.H., 1990, “Regression models of shear wave velocities” Journal of the Chinese Institute of Engineers, (13)5:519-532.
- Legget, R.F., 1987, The value of geology in planning, in: Culshaw, M.G., Bell; F.G., Crips, J.C., O’Hara, M., (eds.), Planning and Engineering geology, Geological Society Engineering geology Special pub. No:4, pp.53-58.
- Leman, B., (1976). Human Settlements: Framework for Disaster Assessment Proceeding International Conference, on Disaster Area Housing, TBTAk, Ankara.
- Meyerhof (1974), Geotechnical and Geological Engineering
- Midorikawa, S., M. Matsuoka and K. Sakugawa (1994) Site Effects on Strong-Motion Records Observed during the 1987-Chiba-ken-toho-oki, Japan Earthquake, Proc. Ninth Japan Earthq. Engnrg. Sympo., E085-E090.

- Midorikawa, S, 1987. Prediction of Isoseismal Map in the Kanto Plain due to Hypothetical Earthquake, Journal of Structural Engineering, Vol.33B, pp. 43-38 (in Japanese with English abstract).
- Midorikawa, S. And Fukuoka, T, 1988. Correlation Of Japan Meteorological Agency Intensity Scale With Physical Parameters Of Earthquake Ground Motion, J. Seism. Soc. Japan, Vol.41, Pp.223-233 (In Japanese With English Abstract).
- Midorikawa, S, 1987. Prediction Of Isoseismal Map In The Kanto Plain Due To Hypothetical Earthquake, Journal Of Structural Engineering, Vol.33b, Pp. 43-38 (In Japanese With English Abstract).
- Midorikawa, S. and H. Kobayashi (1979) On estimation of strong earthquake motions with regard to fault rupture, Trans. of A.I.J., 282, 71-81 (in Japanese with English abstract).
- Murphy, V. J., Sexton, T. F., and Levine, E. N., 1979, Geophysics as related to siting of nuclear power plants, in Hatheway, A. W., and McClure, C. R., Jr., eds., Geology in the siting of nuclear power plants: Geological Society of America Reviews in Engineering Geology, v. IV, p. 197-199.
- Özyayın, K., 1981, Zemin Dinamiği, Deprem Mühendiliği Türk Milli Komitesi Yayınları No:1 İstanbul.
- Özyayın, K., 2005, Tarihi Yarımada'nın Jeolojik , Geoteknik Yapısı ve Sismik Mikrobölgelemesi, 3. İstanbul ve Deprem Sempozyumu 9-10 Haziran 2005., İstanbul.
- Özer, M.F., Çoruk, Ö., Kenar, Ö., Aşçı, M., Ulutaş, E., Güven, T., Karakaş, A., Çetinol, T., Tunç, B., Mert, E., Irmak, S., Sertçelik, F., Çaka, D., 2003, İzmit Yerleşim Alanı Coğrafi Bilgi Sistemleri Tabanlı Sismik Mikro Bölgelemesi, Deprem Sempozyumu, Kocaeli 2003, Kocaeli.
- Özçep, F., Karabulut, S., Alpaslan, N., Ceyhan, U., Gündoğdu, O., 2003, Deprem Zararlarının Azaltılması İçin Kent / Bölge Planlama Sürecinde Mikrobölgeleme Çalışmaları, Kocaeli 2003 Deprem Sempozyumu, Sunular, Sayfa: 477-486, Kocaeli Üniversitesi, Kasım 2003, Kocaeli.
- Özçep, F. ve Akkargan, Ş., 2000, Rezonans Olayı ve Depremlerle İlişkisi, Jeofizik Bülteni, Sayı: 37, Eylül, Sayfa: 95-96.
- Özçep, F., Aşçı, M., Karabulut, S., Alpaslan, N., Yas, T., 2003, Zeminlerin Sıvılaşma Potansiyelinin Farklı Yöntemlerle Değerlendirilmesi, Uygulamalı Yerbilimleri, Cilt:3, Sayı:2, Sayfa: 11-22.

- Ozcep, F., Zarif, H., 2006, Microzonation Studies based on Soil Liquefaction: Yalova City (Turkey), First European Conference on Earthquake Engineering and Seismology, Abstract Book, pp. 348..
- Özçep, F., Karabulut, S., Alpaslan, N., Ceyhan, U., Gündoğdu, O., 2003, Deprem Zararlarının Azaltılması için Kent / Bölge Planlama Sürecinde Mikrobölgeleme Çalışmaları, Kocaeli 2003 Deprem Sempozyumu, Sunular, Sayfa: 477-486, Kocaeli Üniversitesi, Kasım 2003, Kocaeli.
- Ozcep, F., Zarif, H., 2006, Microzonation Studies based on Soil Liquefaction: Yalova City (Turkey), First European Conference on Earthquake Engineering and Seismology, Abstract Book, pp. 348..
- Özçep, F., 2006, Zeminlerin Statik ve Dinamik Analizi, TMMOB Jeofizik Mühendisleri Odası Eğitim Yayınları, No:6, Ankara.
- Özkan, Y., 1976, Deprem hareketi ve zemin şartları ilişkileri- Zemin yapısının deprem hareketine tepkisinin analizi, Deprem Mühendisliğine Giriş, Cilt II'de, DSİ Genel Müdürlüğü yayını, Ankara.
- Öztaş, T., 1996, İnsan Yerleşimlerini Planlama Aşamalarında Afet Araştırmalarının Yeri, Doğal Afetler ve İnsan Yerleşimleri Politikaları Sempozyumu, Habitat II Sivil Toplum Kuruluşları Formu, (Düz. TMMOB,İMO-TDV), s.72-75, İstanbul.
- Öztaş, T., 1998, Yerleşim Alanlarının Belirlenmesinde, Yaşatılmasında ve Yeniden Yapılanmasında Çevre Jeolojisi ve Yerleşim (Kent) Jeolojisinin Yeri, Jeoloji Müh. Derg. S. 53, s. 29-39, Ankara.
- Öztaş, T., 1999, Zemin Etütleri ve İmar Planlaması Çerçevesinde Kısa Değerlendirmesi, Deprem Semineri Bildirileri, TMMOB İKK Zemin Sorunları I. Oturumu, s. 9-20, İstanbul.
- Öztaş, T., 2002, Jeolojik Kökenli Çalışmaların Yerleşme ve Yapılaşma Politikalarındaki Yeri ve Ana Planlama Kademeleri ile İlişkisi, Konut Kurultayı Bildiriler Kitabı, s. 485 – 497, İstanbul
- Öztürk, K., 1993, Prospeksiyon Jeofiziği (Sismik), İ.Ü. Yayınları, no: 3702, İstanbul
- Patwardhan, A.S., Kulkarni, R.B., and Tocher, D., 1980, A Semi-Markow Model For Characterizing Recurrence Of Great Earthquakes, BSSA, Vol. 70, No: 1, Pp.323-347.
- Şaroğlu, F., EMRE, Ö., BORAY, A., 1987, Türkiye'nin Diri Fayları ve Depremsellikleri, MTA Derleme No. 8714, Ankara.

- Şekercioğlu, E., 2002, Yapıların Projelendirilmesinde Mühendislik Jeolojisi, TMMOB Jeoloji Müh. Odası Yayını, No. 28, 280 s., Ankara
- Sherif, M.A., 1982, Introductory Statement Of 3 Th International Earthquake Microzonation Proceedindgs, June 28-July1, Seattle, Usa.
- Sibol, M. S., Bollinger, G. A., and Birch, J. B., 1987, Estimation Of Magnitude İn Central and. Eastern North-America Using Intensity And Felt Area, Bull. Seism. Soc. Am., 77, Pp. 1635-1654).
- Sivrikaya, O, Toğrol, E., 2003, İnce daneli zeminlerde SPT sonuçlarının düzeltilmesi üzerine bir Çalışma, itüdergisi/d Mühendislik Cilt:2, Sayı:6, 59-67.
- Şengezer, B. ve Kansu, H., (2001). Kapsamlı Afet Yönetimi, sh. 132, YTÜ Basım Yayın Merkezi, İstanbul.
- Şengör, A. M. C., 1980, Türkiye Neotektoniğinin Esasları, TJK Kurultayı, Ankara
- Sey, Y., (1979). Afet Sonrası Barınma Sorunu ve Türkiye, İTÜ yayını, İstanbul.
- Siyahi ve Ansal (1993), Slope Stability, in Manual For Zonation On
- Stokoe, K.H., Roeset, J.M., Bierschwalle, J.G., Aouad, M., 1988, Liquefaction Potantial Of Sands From Shear Wave Velocity, Proceedings, 9nd World Conference On Earthquake, Vol.13 Pp213-218.
- Soysal, H. (1985). Tsunami (deniz taşması) ve Türkiye kıyılarını etkileyen tsunamiler. İ.Ü., Deniz. Bilimleri Coğrafya Enstitüsü Bülteni, 2, 59-67.
- Soysal, H., Sipahioğlu, S., Koçak, D., Altınok, Y., 1981. Türkiye ve çevresinin Tarihsel deprem kataloğu (MÖ 2100-MS 1900). TÜBİTAK, Proje No. TBAG 314, 87.
- Tamura, T, 1978. An Analysis Of The Relation Ship Between The Areal Distribution Of Earthquake-Induced Landslides And The Earthquake Magnitude, Geographical Review Of Japan, 51-8. Pp. 662-672.
- Tezcan, S., Teri, L., 1996, Shear wave propagation and liquefaction in layered soils, Türkiye Deprem Vakfı Yayınları, No: TDV/TR 96-0005.
- Terzaghi, K. ve Peck, R. B., 1948,. Soil Mechanics in Engineering Practice, John Wiley.
- Taban, A., Gençoğlu, S., 1975, Deprem ve Parametreleri, Deprem Araştırma Enstitüsü Yayını.
- Tabban, A., 1972, Gediz merkezinin gözlemlere dayanılarak mikrozon etüdi: Türkiye Ulusal Geodezi ve Geoözik Birli&i, Mos. 15-30 .

- Tezcan, S., 1970, Dinamik Analiz esasına dayanan yeni bir deprem katsayısı formülü, İnşaat Mühendisleri Odası V. Teknik Kongresi, Ankara.
- Tezcan, S., Acar, Y., Çivi, 1979, İstanbul için Deprem Risk Analizi, Deprem Araştırma Enstitüsü Bülteni, Yıl.7, Sayı: 26, Sayfa: 5-34.
- Tezcan, S., 1988, Marmara Bölgesi maksimum yer ivmesi tahminleri, Deprem Araştırma Enstitüsü Bülteni, Yıl. 15, Sayı: 62, Sayfa: 46-60.
- Tokimatsu, K. And Yoshimi, Y, 1983. Empirical Correlation Of Soil Liquefaction Based On Spt N –Value Fines Content, Soils And Foundation, Vol.30, No.3, Pp.153-158.
- Topal, T., Doyuran, N., Karahanoğlu, N., Toprak, V., Süzen, M.L., Yeşilnacar, E., 2003, Microzonation for earthquake hazards: Yenişehir settlement, Bursa, Turkey, Engineering Geology, 70, 93-108.
- Toksöz, N., Nabalek, J., Arpat, E., 1978, Source Properties Of The 1976 Earthquake İn East Turkey, Tectonophysics, 49, 3-4, 199-205.
- Tokay, M., Doyuran, V., 1979, Eski Gediz Kentinde Mikro - Bölgeleme Çalışmaları; Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, Turkey, V. 22, 211 – 214.
- Tokimatsu, K. And Midorikawa, S, 1981. Nonlinear Soil Properties Estimated From Strong Motion Accelerograms, Proc. Intern'l Conf. On Recent Advances In Geotech. Earthq. Eng. And Soil Dynamics, Pp.117-122.
- Ulusay, R., 2001, Uygulamalı Jeoteknik Bilgileri, TMMOB Jeoloji Müh. Odası Yayını, No. 38, 385 s., Ankara.
- Uyanık, O., 2002, Kayma Dalgası Hızına bağlı Potansiyel Sıvılaşma Analizi, Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeofizik Müh. Anabilim Dalı, İzmir.
- World Institute for Disaster Risk Management, Inc., 2004a: Seismic Microzonation for Municipalities. Manual.
- World Institute for Disaster Risk Management, Inc., 2004b: : Seismic Microzonation for Municipalities. State of Art.
- Yağcı, B., 2005, Microzonation Methodologies and an Application for Balıkesir, Ph.D. Thesis, Boğaziçi University.
- Yalçın, A.C., Ersoy, Ş., 2005, Depreşim Dalgası (Tsunami) Tanım Ve Korunma Yöntemleri, TMH - Türkiye Mühendislik Haberleri, İnşaat Mühendisleri Odası, Sayı 438 - 2005/4.

- Yalçınar, A.C., Alpar, B., Özbay, İ., Altınok, Y., Imamura, F. 2001. Tsunami generation and coastal amplification in the Sea of Marmara. NATO Advanced Research Workshop, Book of Abstracts, Istanbul, pp. 138-146.
- Yalçınar, A.C., Alpar, B., Altınok, Y., Özbay, İ., Imamura, F. 2002. Tsunamis in the Sea of Marmara: Historical documents for the past, models for the future. Marine Geology, 190, 445-463.
- Yalçınar, A.C., Pelinovski, E., Talipova, T., Kurkin, A., Kozelkov, A., Zaitsev, A. (2004). Tsunamis in the Black Sea: comparison of the historical, instrumental, and numerical data. Journal of Geophysical Research-Oceans, 109 (C12): Art. No. C12023.
- Youd, T.L. And Perkins, D.M., 1978. Mapping Of Liquefaction Induced Ground Failure Potential, J. Ged, Asce, Vol. 104, No.4, Pp.433-446.
- Yılmaz, Ö., Eser, M., Berilgen, M., 2003, Sismik Mikrozonlamaya Mahsus Entegre Sismik ve Geoteknik İnceleme, Kocaeli 2003 Deprem Sempozyumu, Kocaeli Üniversitesi, Kasım 2003, Kocaeli.
- Yutrsever, A., 1996, 1/200.000 Ölçekli Açınsama Nitelikli Trakya Jeoloji Haritası Tanıtım Raporu, MTA Takyı Bölge Müdürlüğü, 51 s., İstanbul.
- Yüzer, E., Öztaş, T., Bozkurtoğlu, E., Koçak, C., 1995, T.C. Tekirdağ İli Malkara İlçesi Malkara Organize Sanayi Bölge Alanının Mühendislik Jeolojisi Açısından Yerleşime Uygunluk Değerlendirmesi, 500 s., İstanbul.
- Yüzer, E., Öztaş, T., Bozkurtoğlu, E., Koçak C., 1995, T.C. Tekirdağ İli Tekirdağ Organize Sanayi Bölgesi Alanının Mühendislik Jeolojisi Açısından Yerleşime Uygunluk Değerlendirmesi, 500 s., İstanbul.
- Zarif, İ.H., Özçep, F., Özyalın, Ş., 2005, Zemin Sıvılaşması Bazlı Mikrobölgeleme: Yalova Örneği, Deprem Sempozyumu, Kocaeli 2005, Kocaeli Üniversitesi, İzmit.
- Zarif, İ.H., Özçep, F., Seyyar, T., 2004, Yalova'daki Alüvyon Zeminlerin Sıvılaşma Tehlike Analizi, Türkiye, 16. Uluslararası Jeofizik Kongresi; Ankara.
- Zarif, H., Özçep, F., Asçı, M., 2006, Microzonation Studies based on Soil Liquefaction: Yalova and İzmit (Turkey) Cities, EGU General Assembly 2006, Wien, Austria

ÖZGEÇMİŞ

25/01/1976 yılında Tekirdağ da doğdu. İlkokul, Ortaokul ve Lise eğitimini Tekirdağ da tamamladıktan sonra 1994-1998 yılları arasında İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeofizik Mühendisliği bölümünü okudu. 1999 yılından beri Tekirdağ Belediyesi İmar ve Şehircilik Müdürlüğünde Jeofizik Mühendisi olarak görev yapmaktadır.