

**Eskişehir İl Merkezi Güney Bölümü
Temel Zemin Birimlerinin Jeo-Mühendislik
Özellikleri ve Coğrafi Bilgi Sisteminin Uygulanması**

Ahmet ORHAN

DOKTORA TEZİ

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Mayıs 2005

**The Geo-Engineering Properties of Foundation
Soils in Southern Part of Eskişehir City Center and
Applying of Geographic Information System**

Ahmet ORHAN

Ph. D. THESIS

Department of Geological Engineering

May 2005

Eskişehir İl Merkezi Güney Bölümü Temel Zemin Birimlerinin Jeo-Mühendislik
Özellikleri ve Coğrafi Bilgi Sisteminin Uygulanması

Ahmet ORHAN

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Lisansüstü Yönetmeliği Uyarınca
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı
Uygulamalı Jeoloji Bilim Dalında
DOKTORA TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır

Danışman: Prof. Dr. Hasan TOSUN

Mayıs 2005

Ahmet ORHAN' ın DOKTORA tezi olarak hazırladığı “Eskişehir İl Merkezi Güney Bölümü Temel Zemin Birimlerinin Jeo-Mühendislik Özellikleri ve Coğrafi Bilgi Sisteminin Uygulanması” başlıklı bu çalışma, jürimizce lisansüstü yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

Üye : Prof. Dr. Hasan TOSUN (Danışman)

Üye : Prof Dr. Nail ÜNSAL

Üye : Prof Dr. Kadir SARIİZ

Üye : Yrd. Doç. Dr. Volkan OKUR

Üye : Yrd. Doç. Dr. Galip YÜCE

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun tarih ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Abdurrahman KARAMANCIOĞLU

Enstitü Müdürü

ÖZET

Bu çalışma Eskişehir yerleşim alanı güney bölümünün jeo-mühendislik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Çalışma alanı, Porsuk Çayı'nın güneyinde yerleşimin yoğun olduğu 30 km² lik bir bölgeyi içermektedir. İnceleme alanı ve yakın çevresinde Alt Eosen yaşlı konglomera-kumtaşı, Üst Miyosen yaşlı konglomera-kumtaşı, kiltası-silttaşı ve kireçtaşı, Pleyistosen yaşlı kırıntılılar ve yerleşimin büyük çoğunluğunun yer aldığı bir alanda iyi pekişmemiş Kuvaterner yaşlı güncel alüvyon bulunmaktadır. Çalışmanın temel konusunu oluşturan alüvyon, tabandan tavana doğru kum-çakıl, kumlu düşük plastisiteli silt-kil, yüksek plastisiteli kil, kumlu, killi-silt ve bitkisel toprak şeklinde ayırtlanmıştır.

Bölgenin mühendislik jeolojisi özelliklerini belirleyebilmek amacıyla, toplam 170 sondaja ait 1394 adet örselenmiş ve 383 adet örselenmemiş örnek üzerinde temel zemin profilinin fiziksel ve mekanik özellikleri tespit edilmiştir. Bölge ile ilgili jeolojik, jeomorfolojik ve tektonik veriler toplanarak bilgisayar ortamına aktarılmıştır.

SPT verileriyle karşılaştırma amacıyla belirli bir alan için presiyometre deneyleri gerçekleştirilmiştir. Eskişehir yerleşim alanı içinde sismik risk analizi yapılmıştır. Belirli örnekler üzerinde X-ray difraksiyon analizleri yapılarak kil mineral tipleri belirlenmeye çalışılmıştır. Bu çalışma sonucunda etkin kil mineral tipinin illit ve montmorillonit olduğu ortaya çıkartılmıştır. Bilindiği üzere bu tip kil mineralleri yüksek şişme potansiyeline sahip olduğundan, ilgili alanlarda su deposu, tek katlı gibi hafif yapıların projelendirilmesinde dikkat edilmesi gerekmektedir.

Daha ileriki aşamalarda bölge ile ilgili yapılmış olan sondajlara ait verilerden Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) ortamında bir veri tabanı oluşturulmuştur. Özellikle inceleme alanı sınırı içinde bulunan sınırlandırılmış bir alan içinde temel birimlere ait jeo-mühendislik özelliklerin belirlenmesi amacıyla mühendislik jeolojisi haritaları oluşturulmuştur. Bu amaca ulaşmak için özellikle alüvyonu detaylı olarak tanımlayabilmek için 9 farklı hattan jeolojik kesitler alınmıştır. Böylece ilgili alanın jeolojik özellikleri üç boyutta değerlendirilebilmiştir. İnceleme alanının jeo-mühendislik özelliklerini belirleyebilmek amacıyla yine 9 farklı hatta SPT kesiti ve 10.5 m derinliğe kadar her 1.5 m'den geçecek şekilde SPT zon haritaları üretilmiştir.

Çalışmada, 6 m derinliğe kadar her 1 m'den geçecek şekilde Birleştirilmiş Zemin Sınıflama sistemine göre zemin sınıfı zon haritası oluşturulmuştur. İnceleme alanıyla ilgili üç boyutlu görünüm, kontur ve eğim haritası hazırlanmıştır. Farklı değişkenlerin birbiriyle karşılaştırılması suretiyle yorum ve denklemler üretilmiş ve istatistiksel değerlendirmeler yapılmıştır.

Yapılan bütün bu çalışmaların sonucunda inceleme alanının kuzey ve kuzeybatısında düşük plastisiteli kil, güney ve güneybatısında ise yüksek plastisiteli kil bulunduğu belirlenmiştir. Eskişehir kent merkezinin de bulunduğu alanda Porsuk Çayı'na yakın olan kesimlerde SPT darbe sayılarının düştüğü görülmektedir. SPT darbe sayıları plastik kıvamdaki örneklerde genel olarak 2-30 arasında değişirken, yarı katı-katı kıvamdaki örneklerde 14-45 arasında değişmektedir. Serbest basınç dayanımı değerleri ise geniş bir aralıkta değişmektedir (29-517 kN/m²). Likit limit değerleri 29-92, plastisite indisi değerleri ise 3-53 arasında değişmektedir. SPT darbe sayısı ile serbest basınç dayanımı değerleri arasında plastik ve yarı katı-katı kıvamdaki kil örnekler üzerinde doğrusal bir ilişki belirlenmiştir. Ayrıca SPT darbe sayısına bağlı elde edilen deformasyon modülü ve presiyometre ile elde edilen modül değeri arasında da doğrusal bir ilişki elde edilmiştir. Böylece çalışılan sahaya ilişkin, uygulamacılara projelendirme ve jeoteknik çalışmalarda kullanılacak nitelikte ön bilgi amaçlı haritalar, veriler ve ampirik ilişkiler oluşturulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Eskişehir, Mühendislik Jeolojisi, Coğrafi Bilgi Sistemi, Presiyometre, SPT, Zon Haritası.

SUMMARY

The purpose of this study is to determine the geo-engineering properties of the southern part of the Eskişehir urban area. The study area is of about 30 km² densely populated part of Eskişehir in the southern courses of the Porsuk River. The study area and its vicinity are composed of conglomerate-sandstone Lower Eocene age, conglomerate-sandstone, claystone-siltstone and limestone of Upper Miocene age, detritics of Pleistocene age and recent loose alluvial deposits of Quaternary age which cover most of the residential area. The units of the alluvial deposits, which is the main focus of the study, are delineated as sand-gravel, low plasticity sandy silt-clay, high plasticity clay, sandy clayey silt and vegetable soil from bottom to top.

Physical and mechanical characteristics of the soil profile are determined in 1394 disturbed and 383 undisturbed samples from a total of 170 boreholes to investigate the engineering geology properties of the region. Geological, geomorphological and tectonic data of the region are compiled as database in computer.

Pressiometer tests are conducted in a selected area for comparison with SPT values. A seismic risk analysis is carried out in the urbanized area. Clay minerals of some samples are determined by XRD analysis. The main clay minerals found are illite and montmorillonite. These type of clay minerals posses high swelling capacities and hence caution is to be taken in designing structures like water reservoirs, one storey buildings in such areas.

A database is created in Geographic Information System (GIS) from the data of boreholes in the progressive stage of the study. Engineering geological maps are prepared to determine the geo-engineering properties particularly of foundation soil in a selected area. For this purpose, nine different cross-sections are drawn to decipher specifically the alluvial deposits in detail. Hence geological characteristics of the area are evaluated in a three dimensional mode. Nine different SPT sections and SPT zone maps are produced at every 1.5 m to a depth of 10.5 m to define the geo-engineering properties of the investigation area. Soil class zone maps are prepared at every 1 m down to a depth of 6 m following the norms of Unified Soil Classification System. A three dimensional model, a contour and a slope map are formed for the investigation

area. All the variables are cross-checked for comparative analyses and tested statistically for the interpretations and comments.

The results of this study reveal that the north and northwestern part of the study area are composed of low plasticity clay and the south and southwestern part are of high plasticity clay. SPT blow counts decrease in places close to Porsuk River in down-town area of Eskişehir. SPT blow counts range generally in between 2-30 in plastic samples whereas the range is in between 14-45 in solid and semi-solid samples. The uniaxial shear strength have a wide range varying from 29 to 517 kN/m². The liquid limit and plasticity indices range in between 29-92 and 3-53, respectively. A linear relationship exists between SPT blow counts and uniaxial shear strength values of the plastic clay and solid and semi-solid consistency clays. A linear relationship also exists between deformation module of SPT blow counts and the pressuremeter test results. As a result of the study, the basic information maps, data and empirical relationships are created for practical use in design and geotechnical studies.

Keywords: Eskişehir, Engineering Geology, Geographic Information System, Pressiometer, SPT, Zone Map.

TEŞEKKÜR

Doktora tez çalışmamın her aşamasında değerli görüş ve katkılarını esirgemeyen danışman hocam Prof. Dr. Hasan TOSUN'a sonsuz şükran ve en derin saygılarımı sunarım.

Çalışma imkanı sağlayan Jeoloji Mühendisliği Bölüm Başkanı sayın Prof. Dr. Kadir SARIIZ ve göstermiş oldukları anlayıştan dolayı bölüm elemanlarına teşekkür ederim.

Yapmış oldukları yardımlardan dolayı Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölüm öğretim elemanlarından Araş. Gör. Murat TÜRKÖZ ve Evren SEYREK'e teşekkür ederim.

Coğrafi Bilgi Sistemi programı olan Mapinfo'nun kullanımı konusundaki yardımlarından dolayı Başar Bilgisayar Sistemleri Firması elemanlarından Ahmet DABANLI ve diğer elemanlarına teşekkür ederim.

Eskişehir'in tektoniği konusunda vermiş olduğu bilgilerden ve yardımlardan dolayı sayın Prof. Dr. Erhan ALTUNEL ve her türlü yardım ve desteğinden dolayı Araş. Gör. Volkan KARABACAK'a teşekkür ederim.

Doktora çalışmamın her aşamasında bana göstermiş oldukları anlayış ve sabırdan dolayı değerli eşim Ayşe ORHAN ve oğlum Ali Alper ORHAN'a ve vermiş oldukları maddi ve manevi destekten dolayı aileme teşekkür ederim.

Bu çalışmada kullandığım veriler, OGU Araştırma Fonu tarafından desteklenen 1999-15015 ve 2003-15048 nolu araştırma projelerinden elde edilmiştir. Bu verilerin kullanılmasındaki izinlerinden dolayı, proje yöneticilerine teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	i
SUMMARY	iii
TEŞEKKÜR	V
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xiii
1. GİRİŞ VE ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	1
1.1 Önceki Çalışmalar	4
2. İNCELEME ALANININ GENEL ÖZELLİKLERİ	8
2.1 Coğrafik Konumu ve Yüzey Şekilleri	8
2.2 İklim ve Bitki Örtüsü.....	14
3. BÖLGENİN JEOLJİK VE HİDROJEOLJİK ÖZELLİKLERİ.....	15
3.1 Stratigrafi.....	15
3.1.1 Eskişehir Metamorfikleri	15
3.1.2 Karkın Formasyonu.....	17
3.1.3 Ofiyolitler.....	18
3.1.4 Mamuca Formasyonu.....	20
3.1.5 Porsuk Formasyonu.....	20
3.1.6 Ilıca Formasyonu.....	24
3.1.7 Akçay Formasyonu	27

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
3.1.8 Alüvyon.....	28
3.2 Yapısal Jeoloji	30
3.3 Tarihsel Jeoloji	32
3.4 Hidrojeoloji.....	34
4. BÖLGENİN DEPREMSELLİĞİ VE SİSMİK RİSK ANALİZİ	38
4.1 Gutenberg-Richter Yöntemi	38
4.2 Gumbel Yöntemi	40
4.3 Bölgede Yapılan Sismik Risk Analizleri.....	41
4.3.1 Gutenberg-Richter yöntemi ile yapılan analizler	42
4.3.2 Gumbel yöntemi ile yapılan analizler	44
5. ÇALIŞMA ALANINDAKİ JEOLJİK BİRİMLERİN JEO-MÜHENDİSLİK ÖZELLİKLERİ	52
5.1 Kayaç Birimleri Özellikleri	52
5.1.1 Mamuca Formasyonu birimleri.....	52
5.1.2 Porsuk Formasyonu birimleri.....	53
5.2 Alüvyon Zemin Özellikleri.....	54
5.2.1 Deneysel çalışmalar	54
5.2.2 Zeminlerin fiziksel özellikleri	56
5.2.3 SPT N- darbe direnci değerleri	60
5.2.4 Serbest basınç dayanım değerleri.....	78
5.2.5 Presiyometrik modül ve limit basınç değerleri	79
5.2.6 Hacimsel değişim potansiyeli	84

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
5.2.7 Zeminlerin yayılımı.....	85
6. MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ ÇALIŞMALARI VE DEĞERLENDİRMELER... 103	
6.1 N-Darbe- Serbest Basınç Dayanımı İlişkisi	103
6.2 Deformabilite Davranışı	107
6.3 Zemin Gruplarının Tanımlanması	110
7. SONUÇ VE ÖNERİLER..... 119	
8. KAYNAKLAR 122	

EKLER

Ek.1 Dönüştürülmüş deprem kayıtları tablosu

Ek.2 İnceleme alanından alınan numunelere ait fiziksel deney sonuçları

ÖZGEÇMİŞ

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.1	Çalışma alanı yer bulduru haritası 9
2.2	İnceleme alanının Eskişehir il merkezindeki konumu 10
2.3	İnceleme alanı eşyükselti haritası 11
2.4	İnceleme alanı eğim haritası 12
2.5	İnceleme alanı ve çevresinin üç boyutlu sayısal arazi modeli 13
3.1	İnceleme alanının bölgesel jeolojisi (Gözler vd., 1996; Altunel ve Barka, 1998'den değiştirilerek yeniden çizilmiştir) 16
3.2	İnceleme alanı ve yakın çevresinin genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (Gözler vd.'den, 1996 sadeleştirilerek yeniden çizilmiştir) 17
3.3	İnceleme alanı ve yakın çevresinde gözlenen ofiyolitler: (a) Gabro çakılları, (b) Serpantinit ve (c) Kireçtaşı budinaj yapısı 19
3.4	Karacaşehir civarında gözlenen konglomeraların genel görünümü 21
3.5	Konglomeranın farklı lokasyonlardaki görüntüleri: (a) Konglomera-kumtaşı ardalanması, (b) ve (c) iyi pekişmiş konglomera 22
3.6	Konglomera-kumtaşı ardalanmasının genel görünümü 23
3.7	Konglomera-kumtaşı ardalanmasının yakın görünümü 23
3.8	Kireçtaşı seviyesinin genel görünümü 24
3.9	Kireçtaşı seviyesinin yakın görünümü 24
3.10	İnceleme alanının güneyinde gözlenen tüf-tüfit ardalanması 26
3.11	İnceleme alanının güneyinde gözlenen tabakalı tüfler 26
3.12	Bazaltların alttaki birimlerde meydana getirdiği pişme zonu 27
3.13	Bazaltların kontak bölgelerindeki pişme zonunun yakından görünümü 27
3.14	İnceleme alanı jeolojik yapısının üç boyutlu görünümü 29
3.15	Eskişehir ve çevresinin tektonik haritası (Altunel ve Barka, 1998) 31
4.1	Bölgede oluşan depremlerin dağılımı 42
4.2	Gutenberg-Richter yöntemine göre deprem sayısı-deprem büyüklüğü ilişkisi 43
4.3	Gutenberg-Richter yöntemine göre deprem büyüklüğü-dönüş periyodu ilişkisi... 45
4.4	Gutenberg-Richter yöntemine göre deprem büyüklüğü-aşılma olasılığı ilişkisi ... 46
4.5	Gumbel yöntemine göre deprem sayısı-deprem büyüklüğü ilişkisi 48

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.6	Gumbel yöntemine göre (a) deprem büyüklüğü-dönüş periyodu ilişkisi (b) deprem büyüklüğü-aşılma olasılığı ilişkisi..... 50
4.7	Yapı ömrüne göre deprem büyüklüğü-oluşma riski ilişkisi 51
5.1	Çalışma kapsamında değerlendirilen sondajların lokasyon haritası..... 55
5.2	İnce taneli zemin örneklerinin tane dağılım aralığı 57
5.3	Zemin örneklerinin plastisite kartındaki yeri..... 59
5.4	İri taneli zeminlerin tane dağılım aralığı 61
5.5	İnceleme alanında dikkate alınan SPT profil ve jeolojik kesit hatları..... 63
5.6	İnceleme alanından alınan SPT kesitleri. 64
5.7	Yüzeyden 1.5 m derinlik için SPT Zon haritası 68
5.8	Yüzeyden 2.5 m derinlik için SPT Zon haritası 69
5.9	Yüzeyden 3.5 m derinlik için SPT Zon haritası 70
5.10	Yüzeyden 4.5 m derinlik için SPT Zon haritası 71
5.11	Yüzeyden 5.5 m derinlik için SPT Zon haritası 72
5.12	Yüzeyden 6.5 m derinlik için SPT Zon haritası 73
5.13	Yüzeyden 7.5 m derinlik için SPT Zon haritası 74
5.14	Yüzeyden 8.5 m derinlik için SPT Zon haritası 75
5.15	Yüzeyden 9.5 m derinlik için SPT Zon haritası 76
5.16	Yüzeyden 10.5 m derinlik için SPT Zon haritası 77
5.17	Serbest basınç dayanımı ve likitlik indisi değerlerinin derinlikle değişimi..... 79
5.18	Serbest basınç dayanımı değerlerinin 2 m derinlikte yanal değişimi 80
5.19	Serbest basınç dayanımı değerlerinin 3 m derinlikte yanal değişimi 81
5.20	Serbest basınç dayanımı değerlerinin 4 m derinlikte yanal değişimi 82
5.21	Çalışmada dikkate alınan presiyometre verilerinin derinlikle değişimi 84
5.22	X-ray difraktometre deney sonuçları..... 88
5.23	Temel zemin profilini gösteren kesitler..... 96
5.24	Çalışma alanında yeraltı su seviyesinin değişimi için zon ve eş yeraltı su seviyesi ve akım yönü haritası..... 100
5.25	SPT N-darbe direnci blok ve panel diyagramı 101

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
5.26	Serbest basınç dayanımı blok ve panel diyagramı..... 102
6.1	Tüm örnekler için N-darbe direnci ile serbest basınç dayanım ilişkisi (NAVFAC DM-7.1, 1982) 104
6.2	Plastik kıvamdaki zemin örnekleri için N-darbe ile serbest basınç dayanım ilişkisi..... 105
6.3	Katı-yarı katı zemin örnekleri için N-darbe ile serbest basınç dayanım ilişkisi. 106
6.4	Presiyometre ve SPT değerleri olarak tanımlanan modül değerleri arasındaki ilişki (Tosun vd., 2002)..... 109
6.5	İnceleme alanından değişik derinliklerden alınmış zemin grubu zon haritası (Birleştirilmiş zemin sınıflama sistemine göre)..... 111
6.6	Zemin gruplarının dağılımı (Sadece ham SPT darbe sayıları dikkate alınarak yapılmış olup, temel derinliği 2.0 m olan yüzeysel temel sistemi için geliştirilmiştir) 117
6.7	Yerel zemin sınıflaması (Sadece ham SPT darbe sayıları dikkate alınarak yapılmış olup, temel derinliği 2.0 m olan yüzeysel temel sistemi için geliştirilmiştir) 118

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
4.1 Deprem büyüklüklerine karşı deprem sayıları.....	43
4.2 Deprem büyüklüğü ile dönüş periyodu ve oluşma riski ilişkisi	45
4.3 1902-2002 yılları arasında oluşan depremlerin yıllara göre en büyük magnitüdüleri (Deprem olmayan yıllarda alt sınır olarak $M_{min}=4.0$ alınmıştır)	46
4.4 1902-2002 yılları arasında meydana gelen depremlerin Gumbel yıllık maksimum dağılımı hesapları.....	47
4.5 Deprem büyüklüğü ile dönüş periyodu ve oluşma riski ilişkisi	49
4.6 Deprem büyüklüğü ile yapı ömrü ve risk arasındaki ilişki.....	51
5.1 Deneysel çalışma özeti	56
5.2 Tanımlama deneyleri istatistiksel sonuçları	58
5.3 Çalışmada dikkate alınan presiyometre verileri	83
5.4 İnceleme alanı ve yakın çevresinden alınan numunelerin x-ray difraktometre sonuçlarına göre yaklaşık mineral yüzdeleri	87
6.1 Karşılaştırmalı analiz için kullanılan örneklere ait farklı özelliklerin istatistiksel verileri.....	107

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
A-D	Zemin grupları
f	Olasılık derecesi
G(M)	Toplam olasılık derecesi
J	Aynı büyüklükteki toplam deprem sayısı
L_1	Likitlik indisi
L_L	Likit limit
M	Deprem büyüklüğü (magnitüd)
M_b	Depremin cisim dalgası büyüklüğü
M_d	En büyük deprem
M_1	Depremin yerel büyüklüğü
M_m	Ortalama deprem büyüklüğü
M_s	Depremin yüzey dalgası büyüklüğü
N	Deprem sayısı
N_2	En büyük deprem sayısı
P_1	Plastisite indisi
P_L	Plastik limit
R	En büyük depremin bir yıl içinde meydana gelme olasılığı
R^2	Regresyon katsayısı
R_D	Yapı ömrü ile risk arasındaki ilişki
T_1	Herhangi bir zaman diliminde oluşması olası deprem büyüklüğü
T_2	Bir bölgede oluşabilecek en büyük deprem büyüklüğünün zaman dilimi
T_d	Oluşabilecek en büyük depremin dönüş periyodu
T_r	Sismik tarihçe
Z1-Z4	Yerel zemin sınıfları

Kısaltmalar **Açıklama**

ASTM	American Society for Testing and Materials
CBS	Coğrafik Bilgi Sistemi
DSİ	Devlet Su İşleri

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam)

<u>Kısaltmalar</u>	<u>Açıklama</u>
GIS	Geographic Information System
MPT	Menard presiyometre testi
SPT	Standart penetrasyon testi
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
UD	Undisturbed (Örselenmemiş)
USBR	United States Bureau of Reclamation
UTM	Universal Transverse Mercator
XRD	X-ray difraktogram

1. GİRİŞ VE ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Kentlerin yerleşim alanlarına esas olan imar planlarının, ulusal ölçekte tasarlanan mekansal strateji planına, bölge strateji planına ve yerleşme ana strateji planına uygun olması gerekmektedir. Ayrıca imar planları fiziki planlara ve bölgenin genel jeolojisi ile ilgili makro planlara da uygun olmalıdır. Bölgenin genel jeolojik özelliklerinin değerlendirildiği makro ölçekli çalışmalar, kent için imar planının temel ögesini oluşturmaktadır. Bu amaçla yapılan çalışmalar, kentte uygulanacak imar planlarının önemli bir altlığını oluşturmakta ve planın en önemli belirleyici elemanı olarak ortaya çıkmaktadır.

Kentlerin yerleşim alanları için imar planlarının oluşturulmasında daha ayrıntılı seviyede yapılacak çalışmalar, ilgili alanın jeolojik özelliklerinin belirlenmesi ile başlamaktadır. Böylece ilgili alanda mikro bölgelendirme çalışmaları yapılır. Bu amaçla yapılacak çalışmaların ana unsurunu ise, temel birimlerine ait jeo-mühendislik özelliklerinin belirlendiği mühendislik jeolojisi çalışmaları oluşturur. Bu tip çalışmalarda, alanın temel zemin birimlerinin dayanım ve deformasyon özellikleri belirlenir ve bulunan değerler jeolojik oluşumlarla birlikte yorumlanır. Çalışmalar sonunda yerleşim alanının sakınım planı yapılır ve kentleşme eylem planları oluşturulur.

Gelişmiş ülkelerde imar planı için yukarıda belirtilen tüm aşamalar detaylı değerlendirilmekte, sonuçlar bilgi teknolojileri kullanılarak daha hızlı ve sağlıklı şekilde yorumlanmakta ve sakıncalı alanlar ortaya konulmalıdır. Diğer bir ifade ile, kentler için bütünüyle uygulanabilecek bir plan oluşturulmalıdır. Bu ülkelerde özellikle yeni oluşturulan kentlerde, eski kent merkezleri korunarak ticaret ve yaşam merkezleri ayrılmakta, her yönüyle daha sağlıklı ortam sağlanabilmektedir. Çalışmalar yapılırken, farklı meslek gruplarından oluşan alt grupların oluşturduğu taslak plan dikkate alınmakta, raporların tamamını dikkate alan çalışmalar yürütülerek planlar tamamıyla uygulamaya alınmaktadır.

Yapılan çalışmada Eskişehir il merkezi yerleşim alanının önemli bir bölümü, yukarıda değinilen makro ve mikro ölçekli çalışmalar esasında değerlendirilmektedir. Önceki çalışmalara ve yerinde yapılan incelemelere bağlı olarak bölgenin jeolojisi, stratigrafisi, tektonik yapılanması ve tarihsel jeolojisi incelenmiş, daha ayrıntılı

çalışmalar yapılarak yerleşim alanındaki temel zemininin jeo-mühendislik özellikleri ortaya konulmuş, mühendislik jeolojisi yönünden değerlendirilmiş ve daha sonra yürütülecek jeoteknik çalışmalar için referans oluşturulması çalışmaları yapılmıştır.

Yapılan çalışmanın amacı, Eskişehir il merkezi Odunpazarı ilçesinin önemli bir bölümünü oluşturan alanda jeolojik değerlendirmeler yapmak, arazi ve laboratuvar verilerine bağlı olarak yerleşim alanındaki temel zemininin jeo-mühendislik özelliklerini ortaya koymaktır. Elde edilen özelliklere bağlı olarak orta ölçekli bir metropol alan için Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) kullanarak imar planı modeli önermektir. Ayrıca belirtilen özelliklerin kendi aralarındaki ilişkilerini incelemek ve bunları bilimsel esasta değerlendirmekte, çalışmanın diğer bir amacını oluşturmaktadır.

Araştırmada 30 km²'lik bir alan için yukarıda belirtilen amaca uygun olarak arazi ve laboratuvar çalışmaları yapılmıştır. Çalışma alanı olarak doğal elemanlar ile sınırlandırılmış bir bölge seçilmiş ve bu bölge için imar plan mevzuatı esasında gereken çalışmalar sırayla gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda 170 adet sondaja ait 1394 adet örselenmiş ve 383 adet örselenmemiş numune kullanılarak temel zeminin fiziksel ve mekanik özellikleri belirlenmiştir.

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Araştırma Fonu tarafından desteklenen iki proje kapsamında temel zeminine ait tane dağılımı, kıvam indisleri, özgül gravite gibi fiziksel deneyler ile dayanım ve sıkışabilirlik özelliklerini ortaya koyan mühendislik deneyleri yapılmıştır. Arazide yüzeylenen birimler üzerinde bütün bölgeyi temsil edecek şekilde Standard Penetrasyon Deneyleri yapılmış ve karşılaştırma amacıyla bazı lokasyonlarda presiyometre deneyleri gerçekleştirilmiştir. Presiyometre deneyleri, özellikle plastik kil zemin içinde yapılmıştır.

İnceleme alanında yapılan çalışmalar dört aşamada gerçekleştirilmiştir: Birinci aşamada, arazide yerinde gözlemler yapılarak jeomorfolojik yapı incelenmiş, bölgedeki litolojik ve stratigrafik özellikler değerlendirilerek bölgenin jeolojik yapısına ilişkin yorumlar yapılmıştır. İkinci aşamada ise deneysel çalışmalar yapılmıştır. Bu aşamada yapılan çalışmalar iki ayrı şekilde gerçekleştirilmiş olup, örselenmiş ve örselenmemiş örnekler alınmıştır. Toplanan örnekler üzerinde, numunelerin fiziksel ve mekanik özelliklerini belirleyebilmek amacıyla deneysel çalışmalar gerçekleştirilmiştir.

Coğrafi Bilgi Sistemleri, dünya üzerinde var olan nesnelere ve meydana gelen olaylara ait bilgileri toplamaya, bunları bilgisayar ortamında depolamaya, sorgulama yapmaya, istenilen format ve ölçekte haritalamaya ve analizlerini yapmaya yarayan yüksek performanslı bir bilgisayar sistemidir. Bu sistem, coğrafi konumu olan nesne ve olaylara ait tüm verilerin toplanmasının ve depolanmasının yanı sıra güncelleştirilmesini, sorgulanmasını, sentezlenmesini ve yeni seçenekler üretilmesini çok kısa bir sürede yapabilecek nitelikte bir teknolojik sistemler bütünüdür. Bu gibi özellikler CBS'ni diğer sistemlerden ayırmakta ve eski haritalama yöntemlerinin yerini almasını sağlamaktadır. Ayrıca, her bir coğrafi nesne için veri girilebilmesi gibi özellikleri sayesinde, bu veri tabanından yararlanmak suretiyle değişik türde sorgulama ve konulu haritalar üretiminde de önemli kolaylıklar sağlamaktadır. Bu gibi özelliklerinden dolayı CBS'nin geniş bir kullanım alanı mevcuttur. Araştırmacılar ve uygulamacılar ortaya çıkan gereksinimler karşısında, yazılımlarda çeşitli değişiklikler yaparak, amaçları doğrultusunda kullanma imkanına sahip olabilmektedirler. CBS, kent bilgi sistemi, matematiksel modelleme ve araç takibinin yanı sıra birçok yer bilimlerini uygulamasında kullanılabilir. Bunlardan yer bilimlerine yönelik yapılan çalışmaların bazıları ise doğal tehlike analizleri, genel jeoloji amaçlı çalışmalar, jeoteknik çalışmalar vs. gibi sıralanabilir.

CBS programları, jeolojik verilerin depolanması, afet alanlarının belirlenmesi ve sondaj verilerinin değerlendirilmesi konularında etkili olarak kullanılmaktadır (Wikle, 1991; Rackwitz, 2000; Dai, et al., 2001). CBS programları, temel afet kontrolü ve yönetimi ile ilgili alanlarda, yerleşim için uygun alanların seçimi, bölgenin jeo-mühendislik özelliklerinin farklı şekilde ilişkilendirilmesi ve yorumlanması, yararlı olmayan verilerin ayırt edilmesi konularında çok faydalı sonuçlar sunduğu bilinmektedir.

CBS programları ile karmaşık jeolojik veriler kullanılarak arazi kullanım haritaları oluşturulabilmektedir. Bu programlar ile üç boyutlu analizler yapılmakta ve olası yorumlar çok daha gerçekçi olarak oluşturulabilmektedir. Ülkemizde de CBS programları son 10 yıl içinde yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Başlangıçta uzaktan algılama amaçlı olarak hava ve uydu görüntüsü değerlendirmek amacıyla imaj analiz şeklinde kullanılmış ve arazi kullanımı için harita üretilmeye başlanmıştır.

Ancak son yıllarda bu programların Kent Bilgi Sistemi (KBS) olarak kullanımı yönünde yaygın uygulamalar görülmektedir.

Çalışmanın üçüncü aşamasında, bir coğrafi bilgi sistemi programı olan Mapinfo 7.0 kullanılmıştır. Burada öncelikli olarak inceleme alanını kapsayan 13 adet 1/5.000 lik imar paftalarından sayısallaştırma yapılarak, bölgenin ayrıntılı sayısal haritası oluşturulmuştur. Daha sonraki aşamada ise, inceleme alanında yapılmış olan sondajlara ait veriler, CBS ortamına tablosal veri olarak aktarılmıştır. Mapinfo ortamında oluşturulan bu veri tabanından yararlanılarak üç boyutlu modeller ve değişik türde sorgulamalar yapılarak derinlikle değişen zon haritaları oluşturulmuştur. Yapılan zon haritalarından zemin özelliklerindeki değişimler incelenmiştir. Farklı parametrelere ait iki boyutlu kesitler oluşturularak, değişkenler arasındaki ilişkiler sorgulanmıştır. Ayrıca CBS ortamında oluşturulan veri tabanının aynısı Rockworks 2002 programında da oluşturularak üç boyutlu modeller ve kesitler üretilmiştir. Bölgenin Gutenberg-Richter ve Gumbel yöntemlerine göre sismik risk analizi yapılarak depremlerin tekrarlanma periyotları ve aşılma olasılıkları belirlenmiştir. Bunun yanında Macromedia Freehand MX, Corel Draw 11, Surfer 8.0, Grapher 4.0 gibi programlarda kullanılarak çalışma desteklenmiştir. Yukarıda adı geçen programların eğitim amaçlı olarak kullanıldığı belirtilmelidir.

Çalışmanın dördüncü ve son aşamasında ise, değerlendirme yapılmıştır. Daha önce yapılan benzeri çalışmalar dikkate alınarak, elde edilen sonuçlar yorumlanmış ve imar planı için makro ölçekte yapılan jeolojik çalışmalar ile mikro ölçekli yapılan mühendislik jeolojisi çalışmaları değerlendirilmiştir. Bu çalışmaların, orta ölçekli bir metropol için nasıl model oluşturabileceği tartışılmıştır.

1.1. Önceki Çalışmalar

Eskişehir'in zengin bir maden yatağı potansiyeline (kil, manyezit, krom vb.) ve sıcak su kaynaklarına sahip olmasından dolayı, bölge ile ilgili yapılan çalışmalar 1940'lı yıllara kadar dayanmaktadır. Yapılan bu çalışmaların bazıları aşağıda belirtilmektedir.

Esen vd. (1975), Eskişehir'e içme ve kullanma suyu temini amacıyla Eskişehir ve İnönü Ovalarında hidrojeolojik etüt çalışması yapıp, yeraltı suyunun nerelerde, ne

derinlikte ve ne kalitede olduğunu ortaya koymak amacıyla 1/100.000 ölçekli hidrojeoloji haritası hazırlamıştır.

Gözler vd. (1984-1985), Eskişehir ili ve çevresi ile kuzeyinde yer alan Sakarılıca kaplıcasını inceleyerek, bölgede en altta Jura öncesi oluşmuş ofiyolitik-metamorfik-metadetritik birliğin yer aldığını, bu birimler üzerine Paleosen, Eosen, Miyosen ve Pliyosen yaşlı çökel ve volkanik kayaçların geldiğini belirtmektedirler. Ayrıca Eskişehir'in bugünkü morfolojisini oluşturan kuzey ve güneyden geçen D-B doğrultulu fay sistemlerinin yer aldığını da ifade etmektedirler.

Lünel (1986), Eskişehir'in güney-güneydoğusunda bulunan ultramafik mağmatik kayaçları inceleyerek, Gümele Ultramafik Süiti ve Gümele Volkanik Süiti'nin birlikte Karaalan Ofiyolitik Süpersuitinin meydana getirdiğini ve Sübren Metamorfik Süitinin üzerine bindirdiğini belirtmektedir.

Asutay vd. (1989), Eskişehir'in kuzeyinden bulunan Dağküplü ofiyolitik karmaşığını inceleyerek, bu bölgenin güneye doğru devrik bir yapısal özellik gösterdiğini bulmuşlardır. Mesozoyik yaşlı bu birim alttan üste doğru ofiyolitik melanj, mafik ve ultramafik kümülatlar ve tektonitler şeklinde bir dizilim sunduğunu belirlemişlerdir.

Sarız ve Oruç (1989), Eskişehir yöresinin ısı anomalilerini belirleyen genç volkanitler ve birçok sıcak su kaynaklarının bulunduğunu belirterek, sıcak su kaynaklarının Eskişehir-Bozüyük kesiminde D-B ve KD-GB doğrultulu faylarla ilişkili olduğunu belirtmektedirler. Bölgeden alınan örnekler üzerinde yapmış oldukları jeokimyasal çalışmalar neticesinde hazne kayacın sıcaklığının genelde 110⁰C değerinin altında olduğunu belirtmektedirler.

Sarız (1990), Türkmentokat-Karatepe (Eskişehir) manyezit yataklarının oluşumunu inceleyerek, manyezit cevherinin tamamıyla serpantinlerin yapısal denetimi altında gelişen D-B doğrultulu tansiyon çatlak ve yarıklar içine dolgu biçiminde yerleştiği, damar ve merceksel yataklanmalara ilaveten düzensiz ve stockwork yataklanmalara geçişler gösterdiğini belirtmektedir.

Kaçaroğlu (1991), Eskişehir ovasındaki yeraltı suyu kirliliğinin düzeyini, alansal yayılımını, kimyasal özelliklerini ve mevsimsel değişimini, kirleticilerle yeraltı

suyu kirliliği ilişkilerini, ovanın hidrojeolojik özelliklerinin kirlilik dağılımına etkilerini ortaya koymaya çalışmıştır.

Gözler vd. (1996), Eskişehir il sınırlarının da bulunduğu "Orta Sakarya ve Güneyinin Jeolojisi" projesi kapsamında, o zamana kadar bölgenin jeolojik, maden yatakları ve tektonik özelliklerine yönelik çalışmaları derleyerek geniş kapsamlı bir çalışma yapmışlardır. Çalışmalarında, Siluriyen-Devoniyen yaşı verilen birimin Triyas yaşlı Karkın Formasyonu olduğunu tespit etmişler; Gelinkaya Formasyonu ile kuzey metamorfileri olarak adlandırılan birimler, Karkın Formasyonunun detritikleri olduğu, Jura yaşı verilen spilitik ve diyabazların yine Karkın Formasyonunun üyeleri olduğunu; bölgede yer alan ofiyolitlerin yerleşme yaşı Triyas sonrası Eosen öncesi yaş aralığında olduğunu ve yörede volkanizmanın D-B doğrultulu büyük bindirme zonları boyunca görüldüğünü ortaya koymuşlardır.

Sarız (1997), Akçayır-Yürükakçayır (Eskişehir) gölssel basenindeki tabakalı sepiyolit zuhurlarının oluşumlarını inceleyerek, bunların birbirleriyle ilişkilerine göre üç litolojik birime ayırmıştır. Yaptıkları çalışmada bu birimlerin Porsuk peridotiti, Yürükakçayır konglomeraları ve Kepeztepe formasyonu olduğunu belirtmektedir.

Altunel ve Barka (1998), Eskişehir Fay Zonu'nun, doğrultuları D-B ile KB-GD arasında değişen fay segmentlerinden oluştuğunu belirtmektedirler. Pleyistosen ve Holosen yaşlı birimlerde görülen depolanma sırasına ve sonrasına ait faylar, Eskişehir Fay Zonu'nun en az Pleyistosen'den bu yana aktif olduğunu belirtmektedirler. Pleyistosen yaşlı birimler içerisinde görülen çamur daykları ve fay yüzeyleri önünde Holosen birimlerin kesintiye uğraması, Eskişehir fay zonunu oluşturan segmentlerin bu bölgede aktif olduklarını ve son 10.000 yılda birkaç defa magnitudü 6'nın üzerinde deprem oluşturduklarını ifade etmektedirler.

Özçelik (1998), 1995 yılı sonrası tarım ve sanayi sektöründeki yer altı suyu kullanımının hızla artması, porsuk çayının yıllık debi değişimleri, Eskişehir kanalizasyon sisteminin yapımı gibi nedenlerden dolayı, Eskişehir ovasında inceleme yaparak, bölgenin yeraltı suyu potansiyelini, kirliliğini ve alınması gerekli olan tedbirleri belirtmektedir.

DSİ (2001 a), Eskişehir Odunpazarı Belediyesi için hazırlanmış olan jeofizik rezistivite etüt raporunda, 11 farklı hatta jeofizik rezistivite ölçümleri alınarak, alüvyon kalınlığının 10-25 m arasında değiştiği belirtilmektedir.

DSİ (2001 b), Eskişehir Tepebaşı Belediyesi için hazırlanmış olan jeofizik rezistivite etüt raporunda, 13 farklı hatta jeofizik rezistivite ölçümleri alınarak, alüvyon kalınlığının 10-25 m arasında değiştiği, Porsuk nehrine yakın kesimlerde ise maksimum kalınlığa ulaştığını belirtilmektedir.

Koyuncu (2001), Eskişehir il merkezini kapsayan alanda, coğrafi bilgi sistemi programı kullanarak, bölge ile ilgili mühendislik jeolojisi haritaları yapmıştır. Yapılan bu haritalarda inceleme alanının sismik tehlike analizi yapılmış ve sıvılaşma potansiyeli olan alanlar belirlenmiştir.

Türköz (2001), "Meşelik Kili" olarak adlandırılan zeminin yüksek plastisiteli olduğunu ve yüksek şişme potansiyeline sahip olduğunu belirlemiştir. Yüksek şişme potansiyeli gösteren zeminin, kuru ağırlığının yüzdesi olarak % 0-1-3 ve 5 oranlarında eklenen sönmüş kireç katkıları ile iyileştirilmesi önerilmiştir. Sonuç olarak optimum iyileştirmenin %3 kireç katkıları ile sağlandığı ifade edilmiştir. Kireç katkısı artışıyla orantılı olarak daha etkin bir iyileştirme sağlanamayacağı belirlenmiştir.

Tosun vd. (2001), "Meşelik Kili'nin Geoteknik Özellikleri", başlıklı Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından desteklenen proje kapsamında, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Yerleşkesi sınırları içinde bulunan "Meşelik Kili"nin jeoteknik özelliklerini ortaya koymuşlardır.

Tosun vd. (2002), "Meşelik kili" olarak adlandırılan ve yüksek şişme potansiyeline sahip bir zemin üzerinde araştırma yaparak, ilgili zeminin inşaat mühendisliği uygulamaları yönünden tanımlamalarını yapmışlardır. Ayrıca zeminin jeoteknik özellikleri belirlemişler ve bölge için referans teşkil edecek kriterler ortaya konularak eğitim amaçlı olarak bir prototip alan oluşturulmasını amaçlamışlardır.

2. İNCELEME ALANININ GENEL ÖZELLİKLERİ

İnceleme alanının genel özellikleri, coğrafik konumu ve yüzey şekilleri ve iklim ve bitki örtüsü alt başlıkları altında ele alınarak tanıtılacaktır.

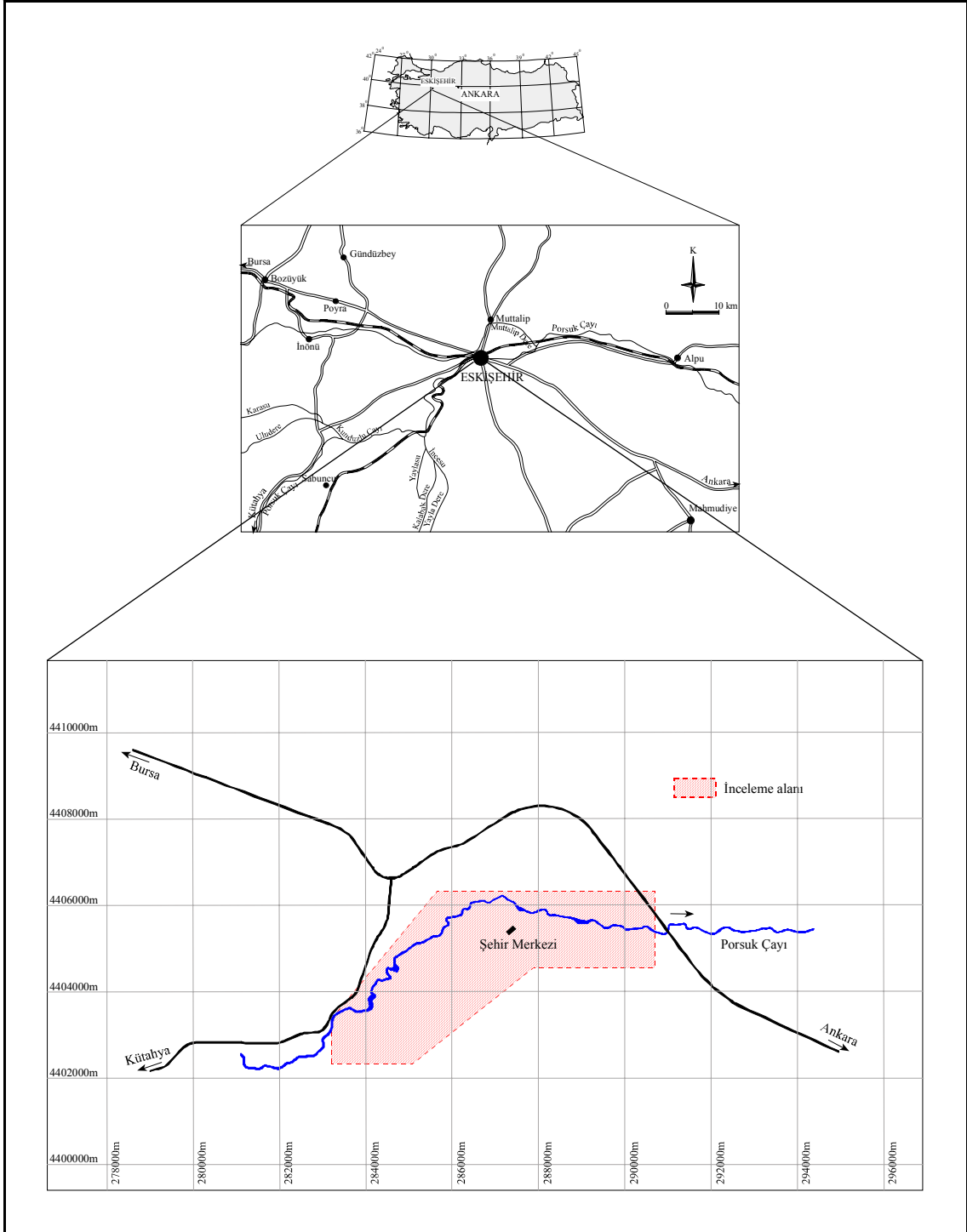
2.1. Coğrafik Konumu ve Yüzey Şekilleri

İnceleme alanı, i24 ve i25 1/100.000'lik ve i24b2-3-4, c1-2 ve i25a1-3-4, d1-2 1/25.000'lik paftalar içerisinde yer almakta olup, 283.200-290.700 doğu boylamları ile 4.402.300-4.406.300 kuzey enlemleri (UTM Zon 36) arasında bulunan yaklaşık 30 km² lik bir alanı kaplamaktadır (Şekil 2.1).

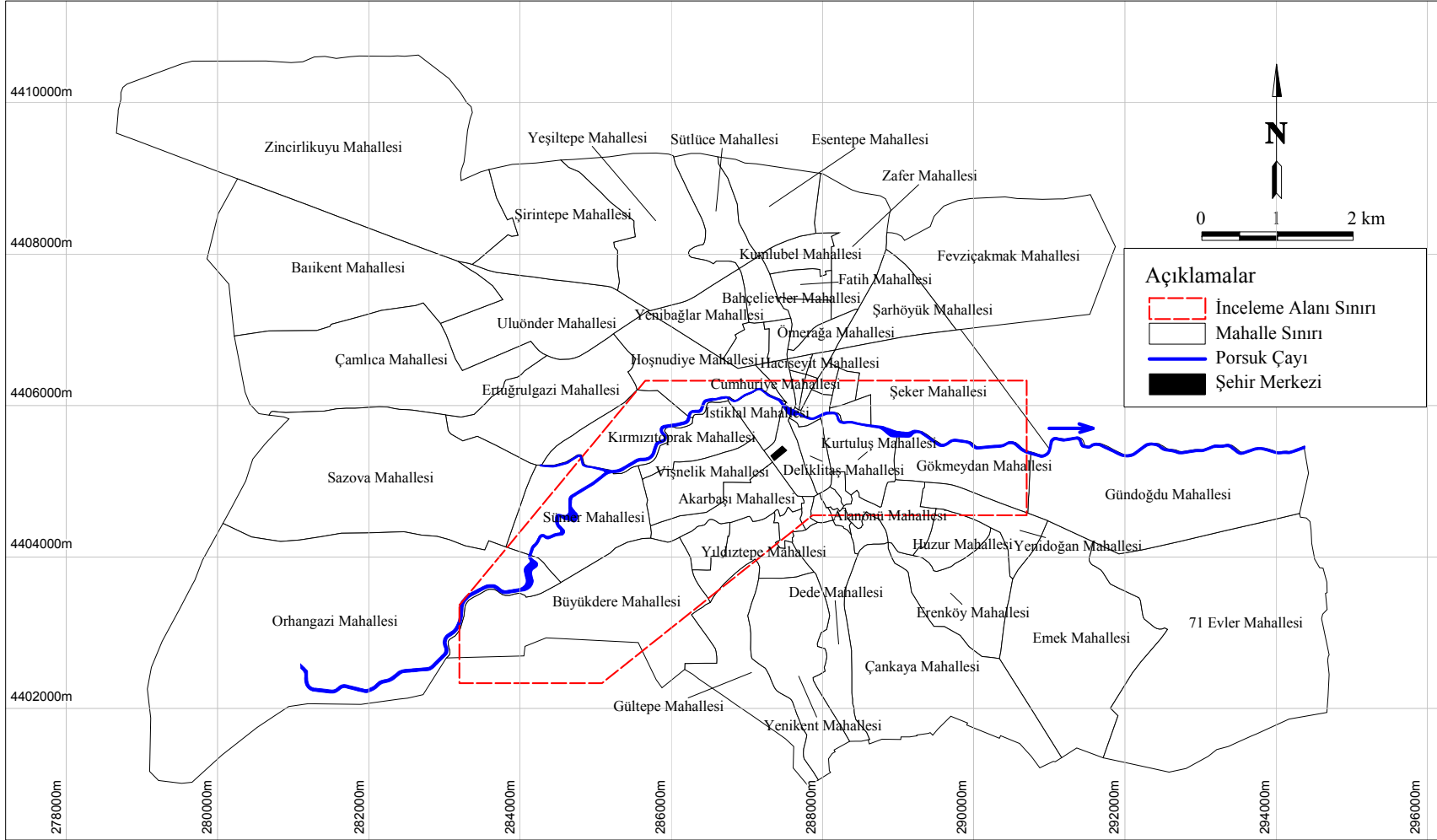
Eskişehir havzası, Orta Anadolu bölgesinin kuzeybatı kesiminde 39⁰31' - 39⁰56' kuzey enlemleri ile 30⁰17' - 30⁰45' doğu boylamları arasında yer almaktadır. Ulaşım yönünden karayolu ve demiryollarının kesişim noktasında bulunmakta olup, Ankara-Bursa, Ankara-Kütahya, Afyon-Kütahya, Afyon-Bursa karayolları ile Ankara-İzmir, Ankara-İstanbul ve İstanbul-Afyon demiryolları Eskişehir'den geçmektedir.

İnceleme alanındaki en önemli akarsu, Eskişehir merkezini batıdan doğuya boydan boya kat ederek geçen Porsuk çayıdır. Porsuk çayı yan kollarıyla birlikte Eskişehir'in güneybatısından gelir, Eskişehir'in içinden geçer ve doğuya doğru devam eder (Şekil 2.2).

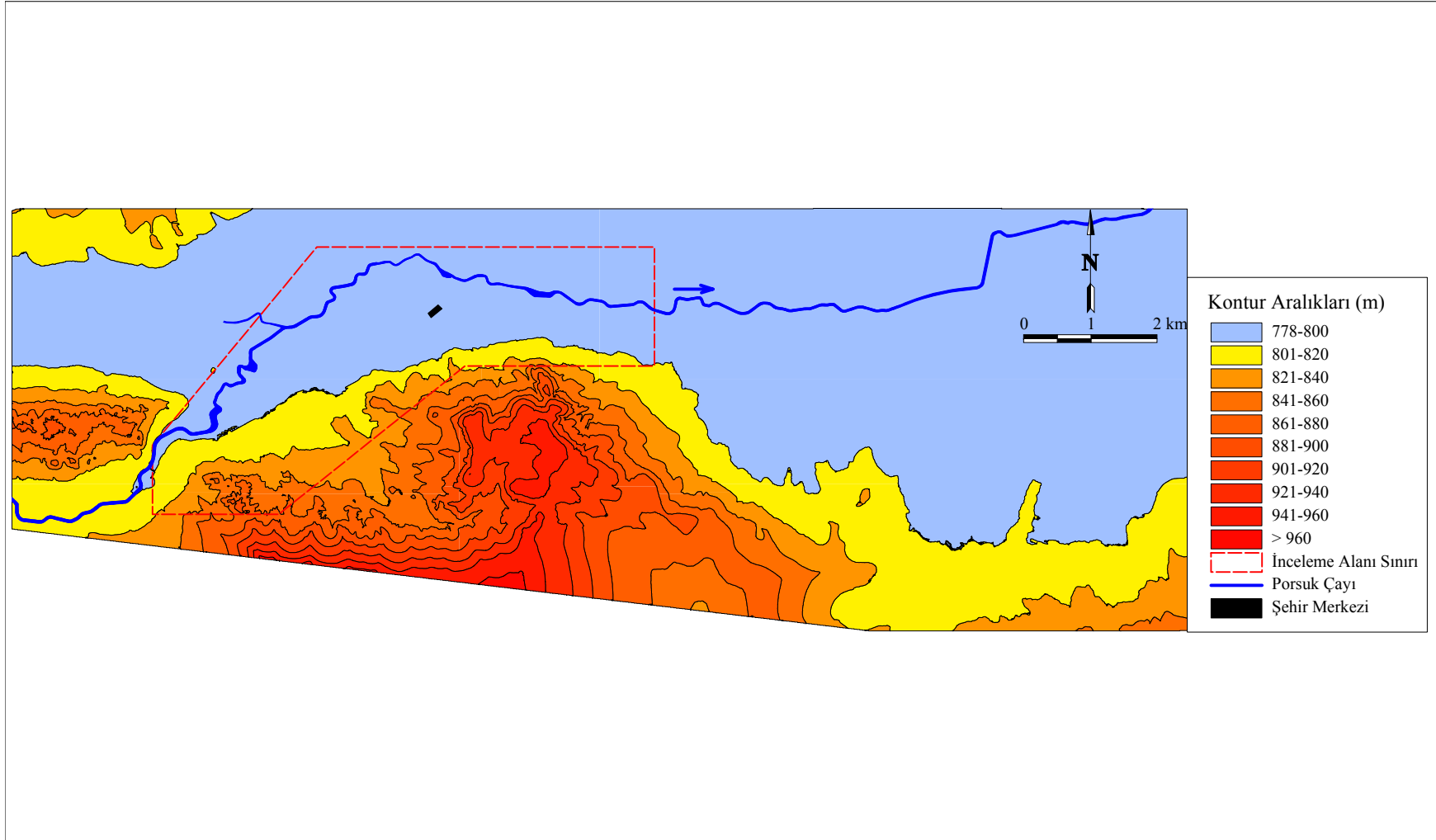
İnceleme alanı genel olarak düz bir topografya sunmaktadır (Şekil 2.3). Özellikle bölgenin kuzeyi önemli yükseltilere sahip olup, bunlardan bazıları şunlardır; Tilkilik Tepe (1371 m), İstihkamlar Tepe (1274 m), Yağmurbaba Tepe (1367 m). İnceleme alanı ve yakın çevresinin 1/5000 lik imar paftalarının sayısallaştırılması sonucu bölge ile ilgili ayrıntılı bir eğim haritası oluşturulmuştur. Şekil 2.4'de görüldüğü gibi inceleme alanı genel olarak %0-10'luk bir eğime sahip olup, yakın çevresinin eğimi de % 40'ı geçmemektedir. İnceleme alanı ve yakın çevresinin yüzey şekilleri ise, üç boyutlu olarak Şekil 2.5'de verilmektedir.



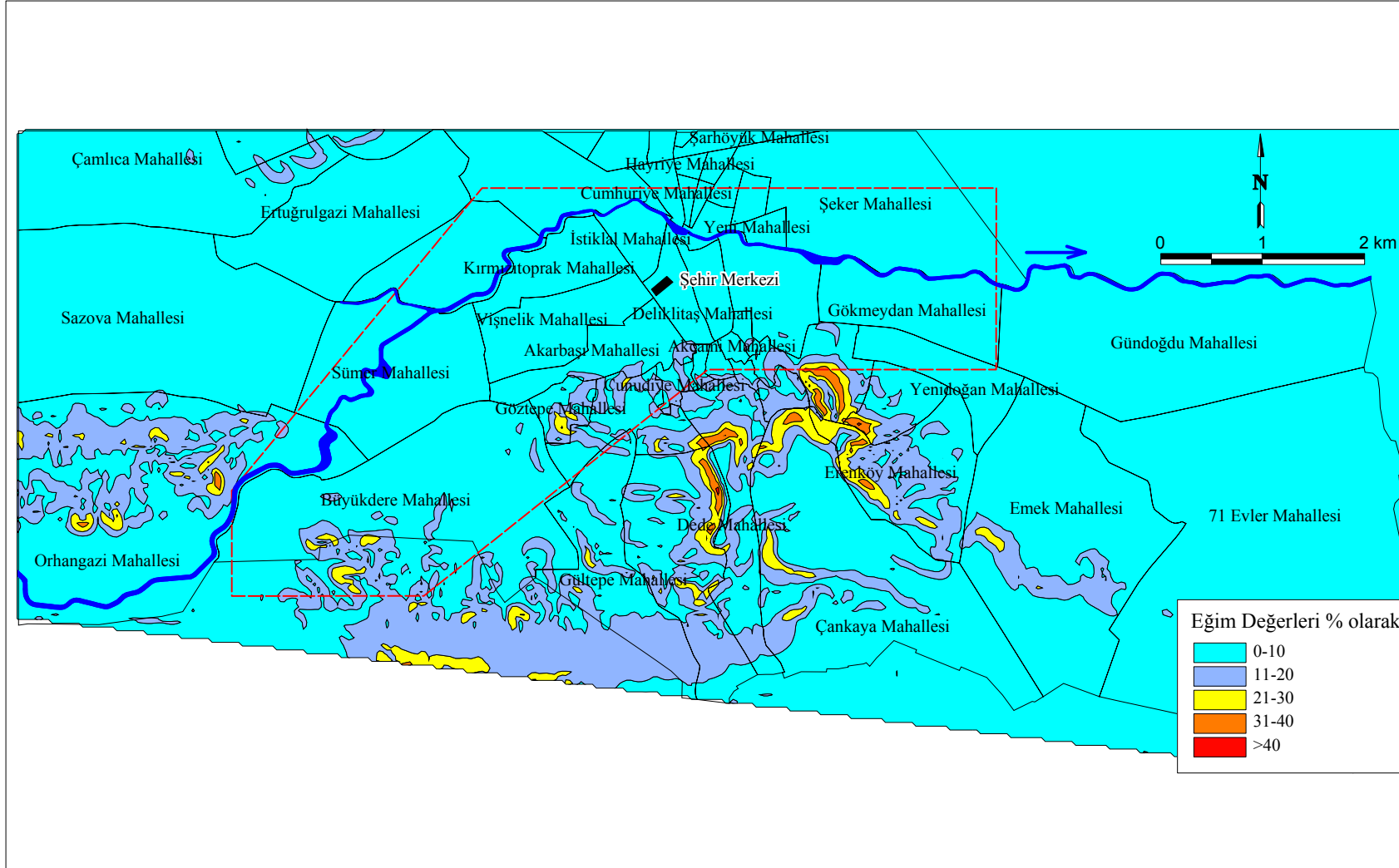
Şekil 2.1. Çalışma alanı yer bulduru haritası



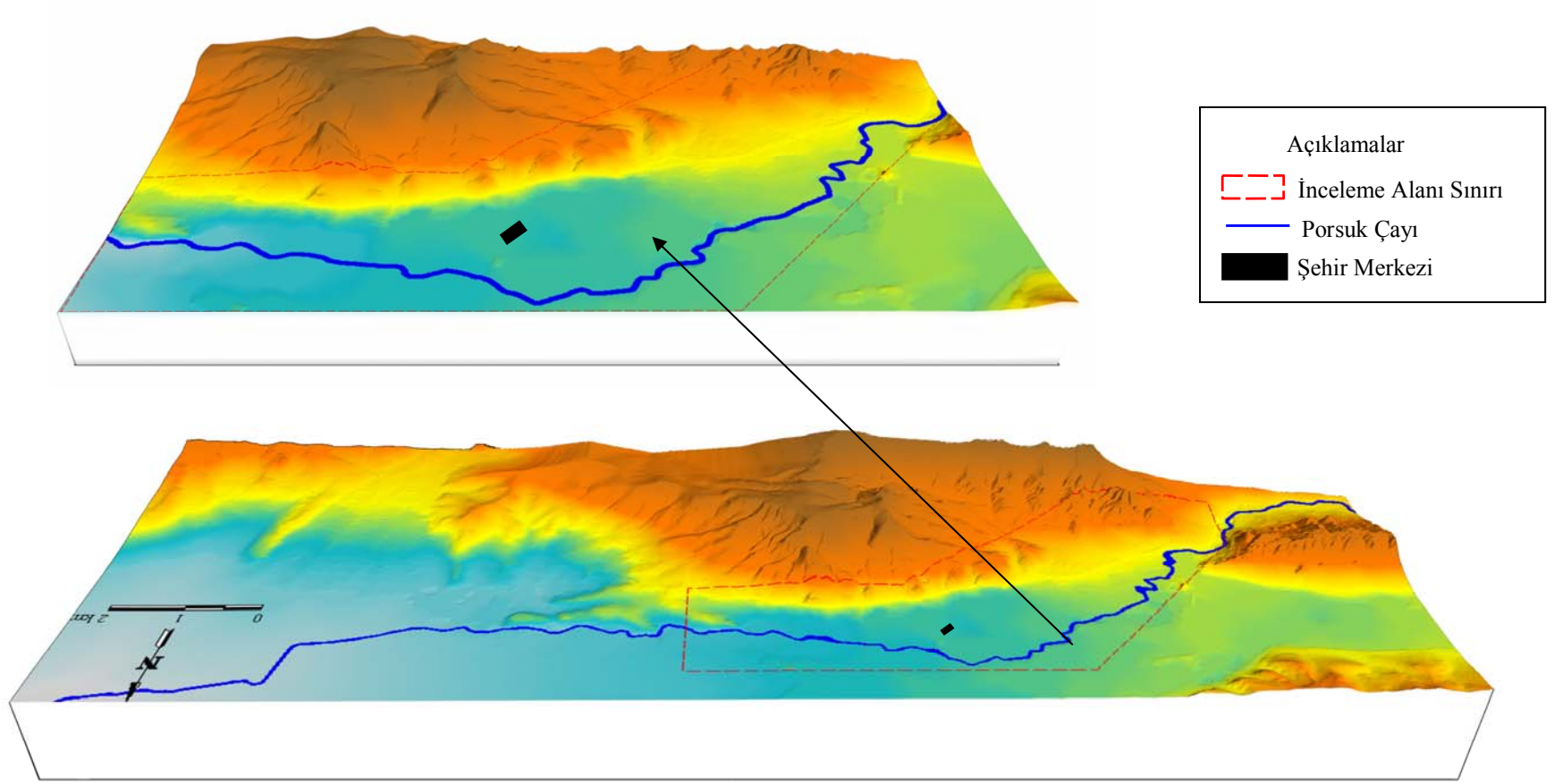
Şekil 2.2. İnceleme alanının Eskişehir il merkezindeki konumu



Şekil 2.3. İnceleme alanı eşyüksehti haritası



Şekil 2.4. İnceleme alanı eğim haritası



Şekil 2.5. İnceleme alanı ve çevresinin üç boyutlu sayısal arazi modeli

2.2. İklim ve Bitki Örtüsü

Eskişehir havzası ve çevresinde iç Anadolu karasal iklimi hüküm sürmekte olup, yazları sıcak ve kurak, kışları sert, uzun ve yağışlı geçmektedir. Eskişehir bölgesi meteoroloji istasyonundan alınan kayıtlara göre, 1929-1991 yılları arası ortalama nem değeri %68, ortalama sıcaklık değeri 10.8⁰C, toplam yıllık yağış miktarı 373.8 mm bulunmuştur. 1962-1991 yılları arasında ise toplam buharlaşma miktarı 1214.8 mm olarak belirlenmiştir.

Eskişehir ve yöresi kuzeyden Karadeniz, kuzeybatıdan Marmara, batı ve güneybatıdan ise Ege Bölgesi ile komşu bulunmaktadır. Coğrafyası, iklimi ve bitki örtüsü ile Karadeniz, Ege ve İç Anadolu bölgesi olmak üzere üç bölgenin özelliklerini göstermektedir. İlin kuzeyi Karadeniz ve Marmara bölgeleri iklimlerinin etkisi altındadır. Eskişehir şehir merkezinde ise, yarı kurak çok soğuk bir karasal iklim etkili olmaktadır.

Eskişehir ve yöresi florası incelendiğinde; 58 familya, 268 cins'e ait olmak üzere 531 bitki grubunun bölgede doğal yayılış gösterdiği görülmektedir. Bu bitki grubunun yaklaşık olarak % 10.31'i ise Eskişehir ve yöresi için özgü bitkilerdir.

3. BÖLGENİN JEOLJİK VE HİDROJEOLJİK ÖZELLİKLERİ

Bu bölümde bölgenin jeolojik ve hidrojeolojik özellikleri, stratigrafi, yapısal jeoloji, tarihsel jeoloji ve hidrojeoloji alt başlıkları altında ele alınarak değerlendirilecektir.

3.1. Stratigrafi

Eskişehir ovası ile ilgili Gözler vd. (1996) bölgenin jeolojik özelliklerini belirlemeye yönelik geniş kapsamlı bir çalışma yapmışlardır. Gerek belirtilen bu çalışma, gerekse arazide yapılan gözlemler birleştirilerek, bölgenin stratigrafisi özet halinde anlatılacaktır.

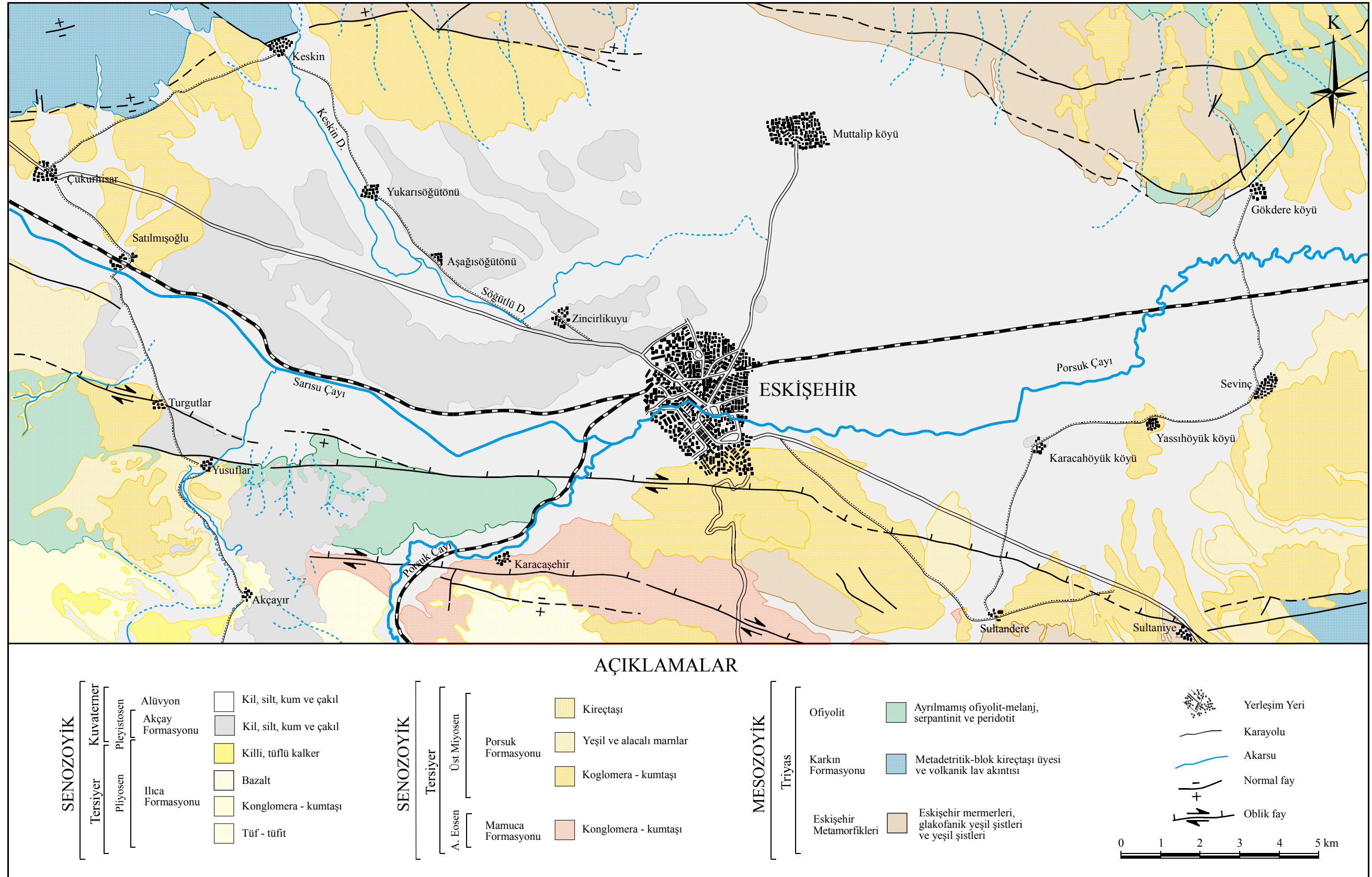
İnceleme alanı sınırları içerisinde yaşları Jura öncesi ile Holosen arasında değişen birimler yer almaktadır. En altta Jura öncesi oluşmuş metamorfik-ofiyolitik-metadetritik tektonik birliği yer almaktadır. Bunların üzerine Jura-Kretase-Eosen-Miyosen-Pliyosen yaşlı sedimanter ve volkanik kayalar yer almaktadır. Bölgedeki en genç birimleri ise Pleyistosen yaşlı, önceki araştırmacılar tarafından eski alüvyon olarak tanımlanan Akçay Formasyonu (gevşek tutturulmuş kil, silt, kum ve çakıl) ile güncel alüvyon (kil, silt, kum ve çakıl) oluşturmaktadır. İnceleme alanı ve çevresinin jeoloji haritası Şekil 3.1'de, stratigrafik kesiti ise Şekil 3.2'de verilmektedir.

Eskişehir il ve ilçelerinin bulunduğu (i24, i25, i26 ve i27 paftaları) bölge, Tetis kuşağı içinde yer almakta olup, Tetis'in kuzey kolunun kapanmasıyla birlikte gelişen bir dizi tektonik olaylara bağlı olarak gelişmiştir.

Çalışma alanı içerisinde yukarıda belirtilen birimlerin tamamının görülmemesine karşın, bölge hakkında genel bir fikir vermesi açısından değinilmiştir. İnceleme alanı ve yakın çevresinde gözlenen birimlere ilişkin bilgiler aşağıda verilmektedir.

3.1.1. Eskişehir Metamorfikleri

Koyu yeşil, yeşil, haki gri yeşil, koyu gri ve kahverengimsi beyaz renklerde tabanı görülmeyen, melanaj altında tektonik pencere konumunda yer alan birim, Eskişehir glakofanitik yeşilistleri ve Eskişehir mermerlerinden oluşmaktadır. Bunlar, glakofan ihtiva eden ve yeşilist fasiyesinin başlangıç koşullarında metamorfizmaya



Şekil 3.1. İnceleme alanının bölgesel jeolojisi (Gözler vd., 1996; Altunel ve Barka, 1998'den değiştirilerek yeniden çizilmiştir)

Üst Sistem	Sistem/Devir	Seri	Formasyon	Kalınlık	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR
SENOZOYİK	Kuvaterner	Pleyistosen Villafrans.	Akçay Formasyonu	10-120 m		Alüvyon
			Ilica Formasyonu	50-400 m		Kireçtaşı Marn - Kil Bazalt - Andezit Tüf - Tüfit Aglomera Konglomera - Kumtaşı
	TERSİYER	MIYOSEN	Porsuk Formasyonu	50-600 m		Kireçtaşı Jips - Marn -Kil Tüf - Tüfit, Bazalt Konglomera - Kumtaşı
		EOSEN	Mamuca Formasyonu	20-400 m		Kireçtaşı Kil - Marn Konglomera - Kumtaşı
	MESOZOYİK	TRİYAS	ORTA - ÜST TRİYAS	TEKTONİK BİRİMLER		

Şekil 3.2. İnceleme alanı ve yakın çevresinin genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (Gözler vd.'den, 1996 sadeleştirilerek yeniden çizilmiştir)

uğramış olan glakofanitik yeşilistler ve bunların alt seviyesini oluşturan ve geçiş gösteren yeşilistler ile bunların arasında bantlar halinde veya metamorfiklerin en üst seviyelerini oluşturan kristalize olmuş ve tamamen mermerleşmiş mermerler şeklinde bulunmaktadır (Gözler vd., 1996).

3.1.2. Karkın Formasyonu

Gri, açık gri, siyah, yeşil, haki yeşil metakonglomera, metakumtaşı ve fillitlerden oluşan Alt Karbonifer-Üst Permiyen yaşlı kireçtaşı blokları ve kristalize kireçtaşı blokları ihtiva eden metadetritikler, yeşil, açık yeşil, morumsu pembe renklerde, spilit-diyabaz-bazalt ve bunların hafif metamorfizmaya uğramış eşdeğerleri bulunmaktadır.

Bunların üzerinde ise Orta-Üst Triyas yaşı veren yarı kristalize ve kristalize kireçtaşı yer almaktadır.

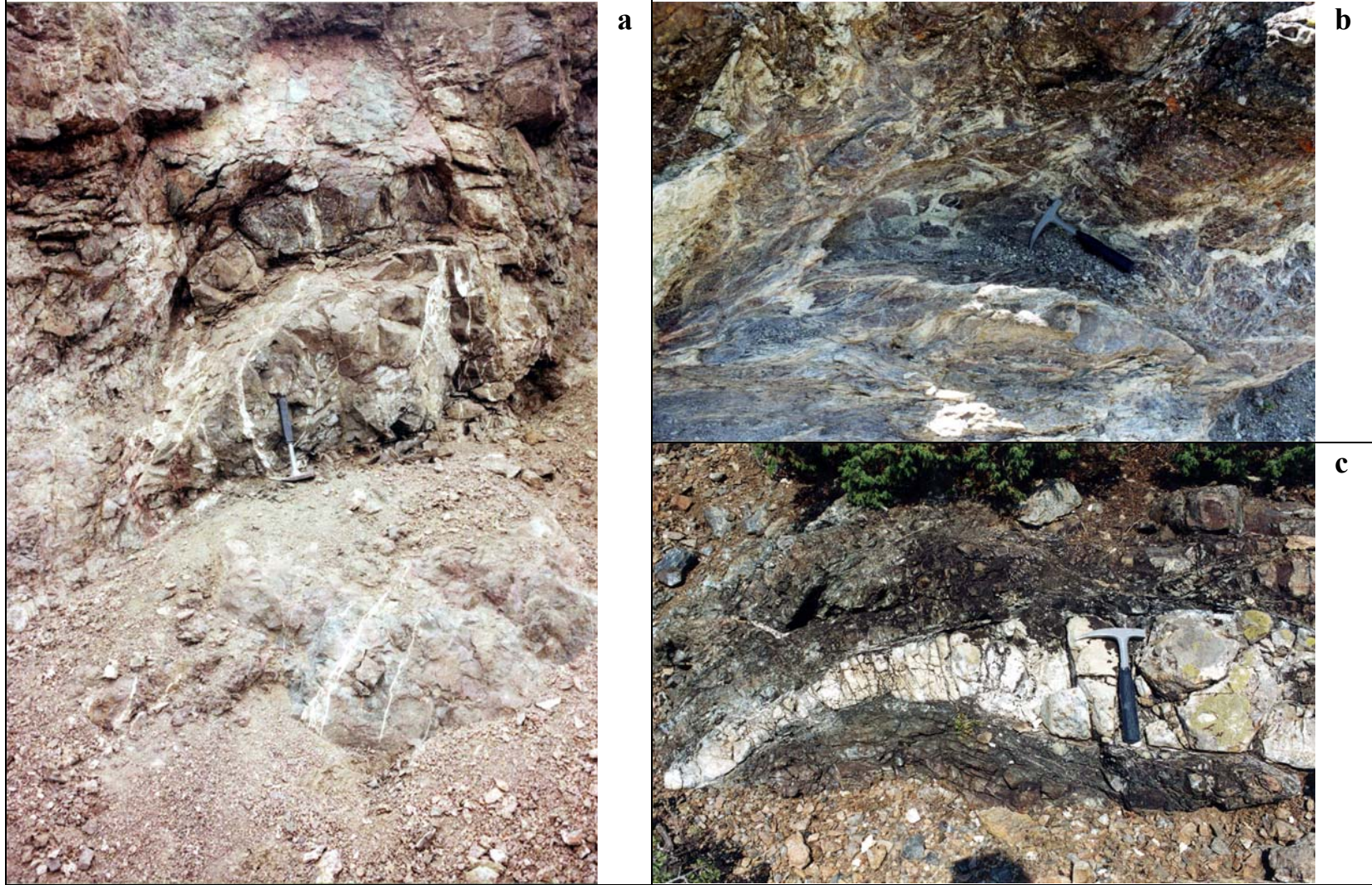
3.1.3. Ofiyolitler

İnceleme alanının hemen batısında gözlenen ofiyolitler, yaklaşık D-B istikametinde bir uzanım şeklinde görülmektedirler. Genel olarak ofiyolitlerin yaşlandırılmasında iki yaştan bahsedilir, bunlardan biri oluşum yaşı, diğeri ise yerleşim yaşıdır. Gözler vd.'ne (1996) göre, birbirleriyle ekaylı yapı sunan tektonik birliğin üzerine Jura'nın transgressif olarak geldiğini, ofiyolit napı altındaki metamorfik birimlerden elde edilen yaş bulgusunda Orta-Üst Triyas olduğunu ve bu verilere göre ofiyolitlerin yerleşim yaşının Triyas sonu Erken Jura öncesi olduğunu belirtmektedirler. Ayrıca oluşum yaşını ise yoruma dayalı olarak Karakaya denizinin açılmaya başladığı zamanla, yani Triyas olabileceğini ifade etmektedirler.

Ofiyolitler kendi arasında melanj ve ultramafikler olarak ayrılmaktadırlar. İnceleme alanının batısında bulunan yükseltilerde, içerisinde yer yer serpantinleşmiş seviyeler içeren gabro olarak gözlenirken (Şekil 3.3 a), inceleme alanının güneybatı kesimlerinde ise yoğun altere olmuş, yer yer serpantinleşmiş ve içerisinde kireçtaşı budinaj yapısı içeren bir şekilde de gözlenebilmektedirler (Şekil 3.3 b ve c).

Melanj, düzenli bir istif göstermeyen, değişik litolojik birimleri içeren bir özellikte gözlenebilmektedir. Herhangi bir matriksten yoksun, değişik kökenlerdeki kayaların bir araya gelmesinden oluşmuştur. Birim radyolaritler, kristalize kireçtaşı ve mermerler, diyabazlar, serpantinitler, metamorfikler, peridotitler ve gabro bloklarının karışımından oluşmaktadır. Birim çalışma alanının dışında gözlenmektedir.

Ultramafikler, yeşil, koyu yeşil renkli kromit bantları ve kromit taneleri ihtiva eden dünit, parlak piroksen mineralleri içeren harzburjit, piroksenit bantlı görünüşte gabrolar ile izotopik gabrolardan oluşmuş, yer yer serpantinleşmiş kısımların görüldüğü okyanus kabuğu malzemesini teşkil eden ultramafik toplulukların bir kaçını bir arada görmek mümkündür. Birim inceleme alanının doğusunda Alpu yolu ile Ankara yolu arasında kalan bir alanda gözlenebilmektedir. Yer yer tektonik hatlara karşılık gelen bölgelerde lisvenitleşmenin de gözlemlendiği olmaktadır.



Şekil 3.3. İnceleme alanı ve yakın çevresinde gözlenen ofiyolitler: (a) Gabro çakılları, (b) Serpantinit ve (c) Kireçtaşı budinaj yapısı

3.1.4. Mamuca Formasyonu

Mor, kırmızı, şarabi, gri boz renklerde konglomera ve kumtaşlarıyla başlayan birim üzerine yeşil renkli killer gelmektedir. Üst seviyelere doğru sarı, sarımsı boz renklerde zengin bir bentonik foraminifer topluluğuna sahip kil arakatıklı, killi kumlu kireçtaşlarıyla son bulmaktadır (Gözler vd., 1996). Formasyon üç üyeden oluşmaktadır. Bunlar; Konglomera-Kumtaşı Üyesi, Kil-Marn Üyesi ve Kireçtaşı Üyesidir. İnceleme alanı sınırları ve yakın çevresinde sadece konglomera-kumtaşı üyesine rastlandığı için sadece bundan bahsedilecektir.

Konglomera - Kumtaşı Üyesi, kalın tabakalı, kırmızı, mor, şarabi, sarımsı boz, gri ve açık gri renklerde, çoğunlukla kırmızı mor renklerin hakim olduğu, kendisinden daha yaşlı birimlerin çakıl boyutundan blok boyutuna kadar değişen tanelerini içeren konglomera ile başlamaktadır. Konglomeranın çakılları çoğunlukla şist, mermer, radyolarit, çört, gabro, diyabaz, serpantinitle granodiyorit ve kireçtaşlarından meydana gelmektedir. Birim kumtaşları ile aralanmalı olarak görülür ve her iki birimin de çimentosu çoğunlukla kırmızı renkli kilden oluşmaktadır. Konglomeraların tane boyları çok değişik büyüklüklerde olup, boylanma çoğunlukla kötüdür. Buna karşın kumtaşlarında boylanma iyidir. İnceleme alanının güneyinde Karacaşehir yakınlarında gözlenen birim güneye doğru eğimlidir (Şekil 3.4 ve 3.5 a). Kumtaşları ile aralanmalı olarak görülen birim içerisinde, yer yer daha ince taneli kil, silt gibi seviyelerde gözlenmektedir (Şekil 3.5 a). Çimentolanma zaman zaman oldukça iyi olmasına karşın, az çimentolanmış durumlar da gözlenmektedir. Çimentolanmanın iyi olması durumunda yüksek dayanıma sahip olan birim (Şekil 3.5 b ve c), kötü olması durumunda düşük dayanım özelliği sergilemektedir.

3.1.5. Porsuk Formasyonu

Porsuk formasyonu, konglomera, kumtaşı, bazalt akıntıları, tuf, tüfit, marn, kil, jipsli marn ve kil, jips ve kireçtaşlarından oluşan yaklaşık doğu-batı doğrultulu uzanan, Porsuk Çayı boyunca yayılım gösteren bir birimdir. İnceleme alanı sınırları ve yakın çevresi içinde konglomera-kumtaşı, marn ve killer ile kireçtaşlarına rastlandığından sadece bu kaya birimlerinden bahsedilecektir.



Şekil 3.4. Karacaşehir civarında gözlenen konglomeraların genel görünümü

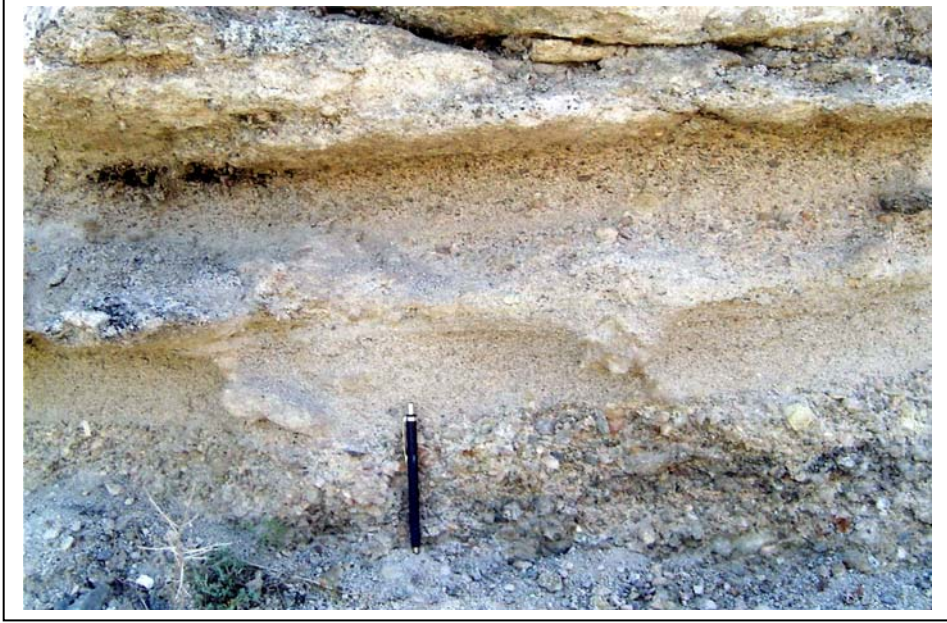
Konglomera – kumtaşı, kırmızımsı kahverenginde, boz sarımsı, boz, gri, yeşilimsi gri renklerde görülmektedir. Çoğunlukla üzerine geldikleri kayaçların cinsi ve rengi ile ilgili olarak değişen renkler almaktadırlar. Eosen konglomeralarına yakın yerlerde çökelen birimler genellikle kırmızımsı kahverenginde, granit ve karbonatları kayaçları yakın yerlerde çökelen birimlerde renk genellikle boz ve sarımsı boz renkte kumtaşlarıyla ardalanmalı olarak (Şekil 3.6 ve 3.7) ve ultramafik ve mavi şistlere yakın yerlerde de gri ve yeşilimsi gri renkte görülmektedirler.

Marn ve killer, genellikle yeşil, sarı, boz, yer yer alacalı renklerde, hiç jips ihtiva etmeyen bu birimler havzanın en derin kısmında yer almaktadırlar. Marn ve killer arasında yer yer çok ince bantlar halinde kireçtaşları görülmektedir. Porsuk Formasyonunun en kalın birimi olup, kalınlığı 150 m ye kadar ulaşmaktadır. İnceleme alanının doğu, güneydoğu, batı ve güneybatısında gözlenmektedir (Bkz. Şekil 3.1).

Kireçtaşı, beyaz, gri, sarımsı bej renklerde batıda silisifiye olmuş ve yer yer silis arabantlı, doğuda poroziteli killi ve tüflü kireçtaşları şeklinde görülmektedirler. Bol çatlaklı, yer yer erime boşluklarına sahip birim, inceleme alanının batısı ve güneyinde bulunan yükseltilerde gözlenmektedir (Şekil 3.8 ve 3.9).



Şekil 3.5. Konglomeranın farklı lokasyonlardaki görüntüleri: (a) Konglomera-kumtaşı ardalanması, (b) ve (c) iyi pekişmiş konglomera



Şekil 3.6. Konglomera-kumtaşı ardalanmasının genel görünümü



Şekil 3.7. Konglomera-kumtaşı ardalanmasının yakın görünümü



Şekil 3.8. Kireçtaşı seviyesinin genel görünümü



Şekil 3.9. Kireçtaşı seviyesinin yakın görünümü

3.1.6. Ilıca Formasyonu

Yeşil, gri, alacalı, kırmızımsı kiremit renginde karasal ve gösel konglomera ve kumtaşı ile başlayan birimi; siyah, koyu gri, yeşilimsi renklere iri ve orta boyda

volkanik kayaç parçası ve piroklastiklerden oluşan aglomera takip etmektedir. Bunun üzerinde beyaz sarımsı, boz, pembe renklerde, çoğunlukla silisifiye olmuş tüf ve tüfitler; yeşil, kirli beyaz, açık beyaz, kiremit kırmızı renklerde marn ve killer bulunmaktadır. En üst seviyelerinde ise beyaz, sarımsı, boz renkli, yüksek poroziteli, killi kumlu tüflü kireçtaşları bulunmaktadır. Bütün bu karasal ve gösel birimler andezitik ve bazaltik volkanizma ile kesilir durumda görülmektedir (Gözler vd., 1996).

Konglomera – kumtaşı, çoğunlukla kırmızımsı kiremit renginde ofiyolit, metamorfik ve mermer çakıllarının çoğunluğunu oluşturduğu çamurtaşı, kilaşları ve FeO çimentoyla tutturulmuş karasal konglomeralar ile gösel çökellerin tabanında yer alan yeşil alacalı, gri renklerde çimentosu kalker ve dolomit olan gösel konglomeralar görülmektedir. Gösel çökellerin tabanın oluşturan konglomeraların çimentosu iki farklı bileşimde karşımıza çıkmaktadır.

Tüf –tüfit, beyaz, sarımsı boz, pembe renklerde, çoğunlukla silisifiye olmuş, aralarında jel halinde silis akıntıları, silisleşmiş ağaç parçaları içeren birim kil ve marnlar ile yanal geçişli, killi ve tüflü kireçtaşlarıyla düşey geçişli olarak görülmektedir. Yer yer 3-5 cm kalınlıklara varan tüfit seviyeleri de gözlenebilmektedir. Bol çatlaklı bir yapı sunarken, ince tabakalı ve masif bir yapı da sunmaktadır. İnceleme alanının güney ve güneybatı bölümlerinde masif olarak gözlenen birimde taş ocağı işletmeciliği vasıtasıyla doğal yapı taşı imalatı yapılmaktadır. İnceleme alanının hemen güneyinde bulunan yamaçlarda tüf-tüfit ardalanmalı olarak (Şekil 3.10), daha güneyde bulunan bölgelerde ise tabakalı (Şekil 3.11) ve masif olarak da gözlenebilmektedir.

Kireçtaşı, beyaz, sarımsı boz renkli, yüksek poroziteli, killi-kumlu kireçtaşları gösel fasiyesin en üst seviyelerini oluşturmaktadır ve bazik - andezitik volkanizma ürünleri tarafından kesilmektedir.

Bazalt, koyu yeşil, siyah, kahverenginde intergranüler-porfirik dokulu, yer yer amigdoidal doku gösteren, genelde akma dokusu görülen ve dik şevler oluşturan bazaltlar ile tamamen amigdoidal doku gösteren gösel çökeller arasında akıntılar halinde iki tür bazalt görülmektedir. Bunlardan birisi gösel çökellerle eş yaşlı, diğeri ise Pliyosen yaşlı çökelleri kesen ve onların üstüne akmış bazaltik lav şeklinde görülmektedir. Her ikisinin de mineralojik bileşiminin yaklaşık aynı olduğu Gözler vd.

(1996) tarafından belirtilmektedir. Bazen masif yapı sunarken bazen de bol gaz boşluklu bir yapı sunmaktadır. Birim tf-tüfit seviyelerinin hemen üzerinde yer almaktadır. Bazaltların alttaki birimlerle temas yüzeyi boyunca 1-1.5 m lik bir pime zonu gözlenmektedir (ekil 3.12 ve 13) ve birim genel olarak inceleme alanının güneyinde ve batısında bulunan yükseltilerde gözlenebilmektedir.



Şekil 3.10. İnceleme alanının güneyinde gözlenen tf-tüfit ardalanması



Şekil 3.11. İnceleme alanının güneyinde gözlenen tabakalı tüfler



Şekil 3.12. Bazaltların alttaki birimlerde meydana getirdiği pişme zonu



Şekil 3.13. Bazaltların kontak bölgelerindeki pişme zonunun yakından görünümü

3.1.7. Akçay Formasyonu












Birim daha yaşlı formasyonlara ait kil, silt, kum ve çakıllarının gevşek tutturulmasıyla oluşmaktadır. Gözler vd. (1984-1985) inceleme alanı sınırları içinde

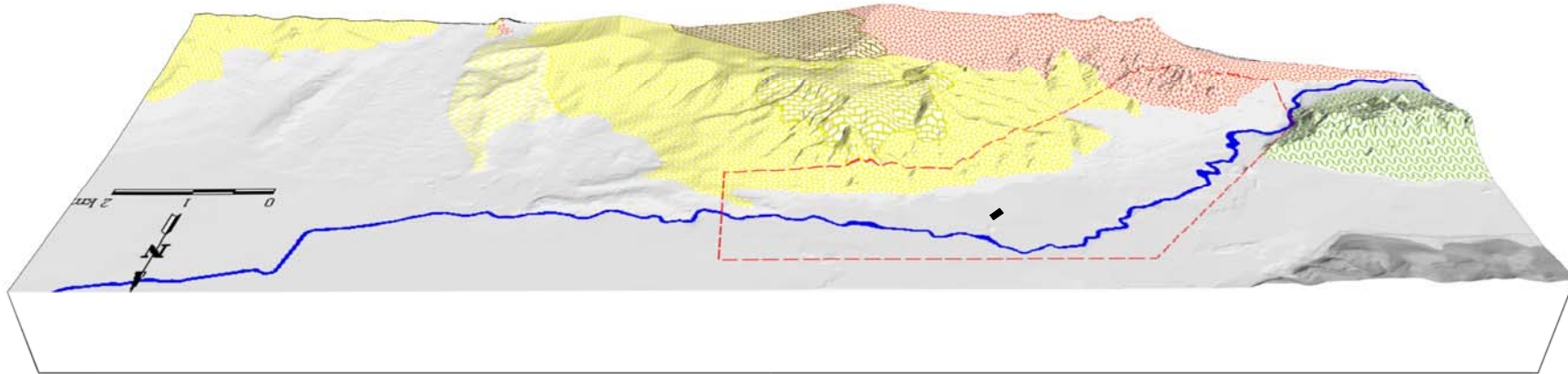
bulunan Kuvaterner'e ait birimleri eski alüvyon ve yeni alüvyon olarak ikiye ayırmışlardır, buna karşın Gözler vd. (1996) birimin kumlu ve killi seviyelerinde rastladıkları omurgalı fosiline göre Gözler vd.'nin (1984-1985) eski alüvyon diye tanımladıkları birimin Villafranşiyen yaşında olduğunu ifade etmişlerdir. Daha sonra, bulmuş oldukları bu yaşa dayanarak, birime Akçay Formasyonu adını vermişlerdir (Gözler vd., 1996).

Karasal fasiyeste oluşan birimin kum ve çakılları içinde yer yer çapraz tabakalanma ve laminalara rastlanmaktadır ve havzanın batı kısmında, havza çevresindeki yükseltilerde teraslar şeklinde görülmektedir. Birim içerisinde kil silt gibi daha ince taneli seviyelere de rastlanmaktadır. Ayrıca yer yer organik maddece zengin seviyeler de gözlenmektedir. Formasyon; alttaki birimler üzerine uyumsuz olarak gelmekte olup, kalınlığı 40-100 m arasında değişmektedir. Birim inceleme alanının kuzeybatı ve güneybatısında gözlenmekte olup, kum ocağı olarak işletilmektedir.

3.1.8. Alüvyon

Bölgede alüvyon, İnönü ovasından gelen Sarısu deresi ile Porsuk çayı ve yan kollarının getirip ovada biriktirdiği malzemedan oluşmaktadır. Birim, Eskişehir havzasında geniş bir alan kaplamaktadır ve kil, silt, kum ve çakıl seviyelerinden oluşmaktadır. Meşelik mevkiindeki killer yüksek plastisite özelliğinde olup, çoğunlukla kırmızı renkte gözlenmektedirler. Bu yüksek plastisiteli kil seviyesi Tosun vd. (2001) tarafından Meşelik Kili olarak adlandırılmıştır. Ovanın diğer kesimlerinde bulunan killer daha çok sarı ve bej renkte gözlenmektedirler. DSI'den (2001 a ve b) alınan bilgilere göre, birimin kalınlığının 10-25 m arasında değiştiği belirtilmektedir. İnceleme alanında yer alan jeolojik birimlerin CBS kullanılarak elde edilen üç boyutlu gösterimi Şekil 3.14'de sunulmuştur. Bölgenin sayısal arazi modeli oluşturulması sonucunda, yüzeylenen jeolojik birimlerin diğer mühendislik özellikleriyle birlikte kullanımı ve bazı yeni tanımlamaların yapılması mümkün olacaktır.

Açıklamalar	
	Alüvyon
	Akçay Formasyonu
	Bazalt
	Kireçtaşı
	Yeşil Marn
	Konglomera-Kumtaşı
	Konglomera-Kumtaşı
	Ofiyolit
	Eskisehir Metamorfikleri
	İnceleme Alanı Sınırı
	Şehir Merkezi



Şekil 3.14. İnceleme alanı jeolojik yapısının üç boyutlu görünümü

3.2. Yapısal Jeoloji

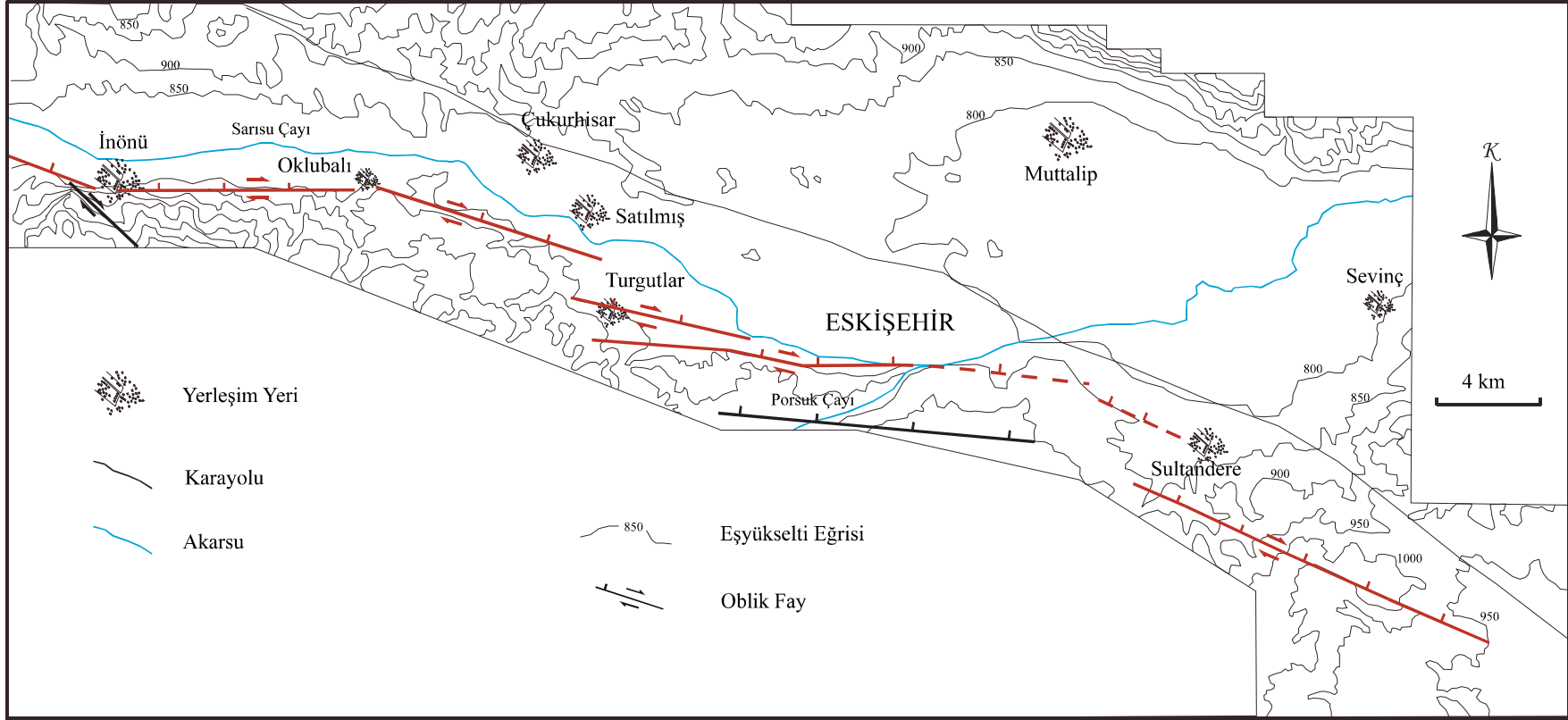
Bölgenin yapısal jeolojik evrimi Şengör vd. (1985), Barka vd. (1995), Gözler vd. (1996), Altunel ve Barka (1998) çalışmaları temel alınarak, çalışma alanı içerisinde arazi gözlemleri ile de desteklenerek özetlenmiştir.

İnceleme alanında Triyas sonunda kapanan bir okyanusta (kuzeye dalan) gelişen olayların neticeleri Sivrihisar'ın kuzeybatısında bulunan bölgelerde ekaylı yapılar ve bindirmeler oluşmuştur. Ancak Triyas sonunda oluşumunu tamamlamış bu ekaylı sistem, daha sonraki yapısal hareketlerden de etkilenmiştir. Bu dönemde hakim olan K-G istikametindeki sıkışmalar neticesinde D-B yönlü fay sistemleri gelişmiştir. Üst Kretase ve sonrasında inceleme alanının dışında gelişen yine K-G yönlü sıkışmalar bölgeyi etkilemiş ve de özellikle Jura-Üst Kretase birimlerinde doğrultu atımlı fayların oluşmasına sebep olmuştur.

Diğer taraftan Neojen'de gelişen tektonik olaylar (K-G yönlü gerilmeler) neticesinde de İnönü-Eskişehir-Sivrihisar doğrultusunda normal faylar oluşmuştur. Eskişehir'den geçen bu fay sistemi Eskişehir fay zonu olarak adlandırılmıştır. Altunel ve Barka (1998) bu fay zonunu inceleyerek, fayın normal bileşeni yanında sağ yönlü doğrultu bileşenine de sahip olduğunu belirtmektedirler. Araştırmacıların Pleyistosen ve Holosen birimlerinde gözledikleri depolanma sırasına ve sonrasına ait faylar, Holosen birimlerinin kesintiye uğraması, Eskişehir fay zonunu oluşturan segmentlerin bu bölgede aktif olduğunu belirtmektedirler. Yine 1956 depreminin de bu kırıklar üzerinde meydana gelmesi, bunların aktif olduğunu gösterdiğini ifade etmektedirler. Eskişehir ve çevresinin tektonik haritası Şekil 3.15'de verilmektedir.

Gözler vd.'nin (1996) yapmış oldukları incelemeler neticesinde bölgede 3 türlü fay sisteminin bulunduğu işaret etmektedirler. Bunlar, aşağıda kısaca değinilecektir.

Bindirme fayları, Triyas sonunda kıtasal kabuk üzerine ilerleyen jeosenklinal malzeme ile okyanusal kabuk malzemesinin birkaç kez tekrarlanması sonucu oluşan bu faylar D-B, KD-GB ve KB-GD istikametinde olup, eğimleri K-KB ve KD olduğu belirtilmektedir. Özellikle Paleosen'de görülen ve güneye devrik kıvrımlı yapılar gösteren eski tektonik hatlar, Paleosen sonrası sıkışmalardan ve Miyosen sonrası oluşan düşey faylardan etkilenmişlerdir.



Şekil 3.15. Eskişehir ve çevresinin tektonik haritası (Altunel ve Barka, 1998)

Normal faylar, inceleme alanı sınırları içinde halen aktivitesini koruyan Eosen ve Pleyistosen sonrası oluşmuş faylardır. Bu faylar genellikle D-B doğrultulu olup, eğimleri de kuzey ve güneye doğrudur. D-B yönde gelişen sıkışmalara bağlı olarak kuzey ve güney yönlü gerilmelere yol açması sonucu oluşmuştur. İnceleme alanı sınırları içinde Eskişehir'in güneyinden geçen ve havzayı oluşturan birbirine paralel sayılabilecek normal faylar mevcuttur. Bu fayların güney blokları yükselmiş, kuzey blokları düşmüştür. Ayrıca Eskişehir'in güneyinde mermerlerin ve ofiyolitik kayaçların yüzeyletiği bölgelerde güneyden kuzeye inen basamak şeklinde normal fayların bulunduğu görülmektedir. Ayrıca, Eskişehir'in kuzeyinden geçen ve yine güneyindeki faylar gibi aynı özelliklere sahip, metamorfik ve ofiyolitik kayaçlar üzerinde normal fay sistemi de bulunmaktadır.

Doğrultu atımlı faylar, inceleme alanı ve çevresinde metamorfik, ofiyolitik ve Jura'ya ait kayaçlarda doğrultu atımlı fayların çok etkili olduğu görülmektedir. Gözler vd. (1996), Kaymaz'ın hemen kuzeyinden, özellikle granit-mermer kontakından geçen sağ yönlü doğrultu atımlı fayın Eskişehir-Kaymaz-Tuz Gölü uzantısının devam ettiğini ve yaşının Miyosen sonrası olduğunu belirtmektedirler.

Tüm bu çalışmalar göz önünde bulundurulduğunda, çalışma alanı ve çevresinde gözlenen faylar içinde sadece Eskişehir'in güneyinden geçen, Eskişehir fay zonunun aktif olduğu görüşü araştırmacılar tarafından kabul edilmektedir.

3.3. Tarihsel Jeoloji

Orta Sakarya Havzasının güneyinde bulunan inceleme alanının; Tetis kuşağı içinde, Tetis'in kuzey kolunun kapanmasıyla birlikte gelişen bir dizi tektonik olaylara sahne olmuş ve bütünüyle çarpışma kuşağı özelliği sergileyen formasyonlarla bütünleşmiş bir alandır (Şengör ve Yılmaz, 1983).

Anadolu'da değişik yaşlarda mağmatik, metamorfik ve tortul kayaçlar bulunmakta olup, bunların oluşumu birçok araştırmacı tarafından değişik modellerle tartışılmıştır. Bunlardan Ketin (1966), Anadolu 4 ana tektonik gruba ayırmıştır (Pontit, Anatolit, Torit ve Kenar Kıvrım Kuşakları). Daha sonraki yapılan çalışmalar ve tartışmalar sonucunda Anadolu levhasının tek bir bütün olmayıp, küçük kıtacıkların çarpışmasıyla oluşmuş bir kara parçası olduğu ortaya atılmıştır. Şengör ve Yılmaz

(1983) araştırmalarında bazı paleo-kıta kenarlarını gözleyerek bu kıtacıkları ayırtlamaya çalışmışlardır. Çalışma alanı Sakarya kıtası olarak adlandırılan Paleokıtacık üzerinde bulunmaktadır. Bölgede bulunan çarpışan kıta kenarlarında gözlenen bazı kayaç topluluklarının (melanj-filiş-mağmatik-metamorfik toplulukları) çalışma alanı ve çevresinde bulunmaları, sadece Şengör ve Yılmaz'ın (1983) belirttikleri şekilde açıklanabilir.

İnceleme alanı jeolojik evrimini Jura öncesi ile Holosen arasında tamamlamıştır. Eskişehir civarının bugünkü jeolojik yapısı Triyas sonundan günümüze kadar geçirmiş olduğu bir dizi tektonik olaylara bağlı olarak şeklini almıştır. Eskişehir havzasının geçirmiş olduğu tektonik olaylar bölüm 3.2'de detaylı olarak ele alınmıştır. İnceleme alanı ve yakın çevresinde bulunan bazı kayaç topluluklarının jeolojik evrimi ve ortamsal yorumları aşağıda kısaca değinilmiştir.

Karkın Formasyonu'na ait kireçtaşı blokları Triyas başlangıcında parçalanarak karasal sedimantasyon havzasına gelmişlerdir. Metakonglomera ve metakumtaşı arasında görülen fillitlerin havzanın zaman zaman derinleşip sığlaştığına işaret etmektedir. Bazik lav akıntıları kıta kenarı volkanizması olarak değerlendirilebileceği gibi, peridotitler ile yakın ilişkisinden dolayı bölgede Triyas'da oluşmuş bir Triyas denizinden bahsetmek mümkündür. Derin deniz çökelleri özelliği gösteren killerin varlığı, pelajik çökeller olarak değerlendirilen radyolaryalı çamurtaşları, kireçtaşı ve radyolaritlerin de varlığı ve spilitik volkanizmanın bölgede etkin oluşu yukarıdaki belirtilen yorumların doğruluğunu desteklemektedirler (Gözler vd., 1996).

Alt Kretase yaşlı birimlerde gözlenen konglomeralar, bir transgresyonun varlığına işaret etmekte olup, detritik malzemeler denizin karaya yakın olan sığ ortam koşullarına işaret etmektedir. Kumtaşlarında kil miktarlarının az oluşu, kıyıda yüksek enerjili bir ortamın varlığına işaret etmektedir. Buna karşın kil ve silt miktarının arttığı kesimlerde ise enerjinin düştüğu ve havzanın derinleştiği kanaatine varılabilmektedir (Gözler vd., 1996).

Konglomeradan kumtaşlarına, kumtaşlarından kireçtaşlarına geçiş transgresyonun kıtaya doğru ilerlerken havzanın derinleştiğini ve duraylı şelf ortamına geçtiğini göstermektedir.

Alt Eosen yaşlı Mamuca Formasyonu'na ait konglomeraların transgresif olarak yerleşmesinden önce bölgede uzun bir erozyon döneminin yaşanmış olduğu söylenebilir. Taban konglomeralarının çimentosunda hakim olan şarabi renkli killerin varlığı, ayrıca Kuiziyen döneminde de etkin kurak bir iklimin hüküm sürdüğüne işaret etmektedir. Karbonat çimentosunun az oluşu, karbonat konsantrasyonunun eriyik olarak yeterli miktarda bulunmadığını göstermektedir. Konglomeralardaki çakılların çok değişik boyutta olması, çok hızlı bir depolanma ve yığılmaya işaret etmektedir (Gözler vd., 1996).

Üst Miyosen yaşlı Porsuk formasyonuna ait konglomeranın çakıllarından, bölgede gölsel Neojen havzasının yavaş yavaş oluştuğunu anlamak mümkündür. Havzanın çökmesini çok yavaş ve sedimantasyon ile uyumlu olduğu belirtilebilir. Yalnız havzanın derinleşip killerin çökelişi devam ederken, bölgede Pliyosen döneminde yaygın bir bazaltik volkanizmanın varlığı görülmektedir. Bir yandan havzadaki çökelen tortul kayaçlar, bir yandan da bölgede devam eden yükselme yaklaşık D-B doğrultusunda havza kenarlarında kırılmalara sebebiyet vermiş ve sonucunda killerin arasına bazaltik volkanizma ürünlerin akmasına sebep olmuştur. Bundan sonra Neojen havzasında sedimantasyon tektonik aktiviteyle kesilmeden devam etmiştir. Havza kenarından derinlere doğru klastik seriler, daha sonra da kimyasal seriler çökelmiştir. Yani havza kenarında konglomera ve kumtaşı, havza ortasında marn ve killer çökelmişlerdir (Gözler vd., 1996).

3.4. Hidrojeoloji

İnceleme alanı sınırları içinde bulunan en önemli akarsu Porsuk Çayı'dır. Porsuk Çayı Eskişehir'in güneybatısından gelerek, il merkezini batı-doğu istikametinde katettikten sonra doğuya doğru akarak Eskişehir il sınırlarını terk etmektedir. Sarısu Çayı ise İnönü'yü batı-doğu doğrultusunda katettikten sonra Eskişehir il merkezinin kuzeybatısında Porsuk Çayı ile birleşmektedir. Sulama amaçlı olarak Eskişehir Ovası'nda kullanılan Porsuk Çayı'nın inceleme alanı sınırları içinde kotu yaklaşık 790-800 m civarında olup, şehrin değişik bölgelerine kanallar vasıtasıyla su iletilmektedir. Ayrıca DSİ tarafından inceleme alanı sınırlarına girerken Porsuk Çayı üzerinde bir regülatör yapılmıştır.

İnceleme alanı sınırları içerisinde doğuda Hava Hastanesi ve batıda Deliklitaş Mahallesi ile sınırlanan alanda sıcak su kaynakları bulunmaktadır (Bkz. Şekil 2.2). Ayrıca Eskişehir'in 35 km batısında İnönü kaplıcaları, yaklaşık 10 km güneybatısında Kızılınler kaplıcası, 32 km kuzeyinde Gümele kaplıcası, 30 km güneyinde Hasırca Kaplıcası Eskişehir ilinin yakın çevresinde bulunan kaplıcalardan bazılarıdır. Eskişehir il merkezinde bulunan kaplıcaların bazıları kaynak şeklinde doğrudan yüzeye çıkmakla birlikte, resmi kurumlar ve özel şahıslar tarafından da termal sulardan yararlanmak amacıyla sığ (7-15 m) ve derin sondajlar açılmıştır. Esen vd. (1975), sıcak su kaynaklarının debilerinin 0.3-5 lt/s arasında değiştiğini belirtmektedirler. Yine aynı bölge ile ilgili olarak yapılmış olan izotermal haritada, 220-225 m çapındaki elipsoid şeklindeki bir alanda yeraltı suyunun karışması sonucu, merkezde sıcaklığı 45⁰C'ye kadar çıkmasına karşın, merkezden uzaklaştıkça sıcaklığın düştüğü belirtilmektedir. Bölgede bulunan sıcak sulardan elektrik üretimi için yeterli şartlara sahip olup olmadıklarını belirlemek amacıyla, Sarıöz ve Oruç (1989) yapmış oldukları araştırmada, hazne kayaç sıcaklığının 110⁰C'nin altında olduğunu, derin sondajlar (1000-1200 m) açılrsa dahi bu sulardan elektrik üretiminde yararlanmanın mümkün olmadığını, sadece konut ısıtılması, seracılık ve kaplıca olarak kullanılmasının mümkün olduğunu belirtmektedirler.

İnceleme alanı sınırları içinde soğuk su kaynağına rastlanmamıştır. Ancak, Kaçaroğlu (1991) Eskişehir'in kuzey ve güney kesimlerinde yüzeyleyen Triyas yaşlı şist, mermer ve Eosen yaşlı konglomeralar ile Miyosen yaşlı kireçtaşlarında 50 adet kaynak belirlemiş olup, bu kaynaklardan ölçümler alıp haritalamıştır. Ayrıca inceleme alanının hemen dışında Karacaşehir yakınlarında Eosen yaşlı konglomeralar içinde bir kaynağa rastlanmıştır.

İnceleme alanı sınırları içinde gözlenen Kuvaterner öncesi Alt Eosen yaşlı Mamuca formasyonuna ait konglomera-kumtaşı üyesi, tabanda iri çakıllarla başlamasına rağmen, bağlayıcı malzemesi kil-silt gibi ince malzeme olmasından dolayı önemli miktarlarda yeraltı suyu içermemektedir. Birim inceleme alanı sınırları içinde ve güneybatısında gözlenmektedir. Bu birimi uyumsuzlukla örten Üst Miyosen yaşlı Porsuk formasyonu, konglomera-kumtaşı, bazalt, tuf-tüfit, jips-marn-kil ve kireçtaşından oluşmaktadır. Formasyon içerisinde bulunan kireçtaşı üyesinden başka

diğer üyeler önemli miktarda yeraltı suyu içermezler ve geçirimsiz seviyeler olarak tanımlanırlar. Kireçtaşı üyesi ise bol çatlaklı ve bazı kesimlerde erime boşluklarına sahip olup, yerel bir akifer özelliği taşımaktadır. Kireçtaşı üyesinin altında bulunan birimlerin geçirimsiz bir zon oluşturmasından dolayı, kaynakların kireçtaşının diğer birimler ile dokanağından çıktığı görülmektedir (Esen vd., 1975). Bu birimin üzerine uyumsuzlukla gelen Pliyosen yaşlı Ilica formasyonu inceleme alanı ve yakın çevresinde sadece tüf-tüfit ve bazalt seviyelerinden oluşmaktadır. Birim üzerinde yapılan incelemelerde yeraltı suyuna rastlanmamıştır.

Eskişehir Ovası'nda özellikle akifer sistemini oluşturan birimler Kuvaterner yaşlı olup, önceki araştırmacılar tarafından eski alüvyon olarak tanımlanan, Akçay Formasyonu ve güncel alüvyondur. Ova içerisinde gerek resmi, gerekse özel kuruluşlar tarafından açılan çok sayıdaki sondajlar aracılığıyla bu birimlerden su alınmaktadır ve birimler genel olarak verimli akifer olarak tanımlanmaktadır (Esen vd., 1975 ve Kaçaroğlu, 1991).

İnceleme alanı sınırları içerisinde bulunan güncel alüvyon, Sarısu Deresi ve Porsuk Çayı'nın taşıdığı malzemelerin çökmesiyle oluşmaktadır. Çalışma alanının güneybatısında Sarısu Çayı ile Porsuk Çayı'nın birleştiği kesimlerde alüvyon kalınlığı yaklaşık 20 m iken, şehir merkezinde Porsuk Çayı'na yakın kesimlerde 25 m'ye kadar çıkmaktadır (DSİ, 2001 a ve b). İnceleme alanının batı ve kuzeybatısında yükseltiler şeklinde yüzeylenen Akçay formasyonunun kalınlığı 40-100 m arasında değişmekte olup, güncel alüvyona oranla nispeten daha iyi pekişmiş, kil, silt, kum ve çakıl seviyelerinden oluşmaktadır. Bu birimin de yeraltı suyu bakımından zengin olduğu ve akifer özelliği taşıdığı Esen vd. (1975) ve Kaçaroğlu (1991) tarafından belirtilmektedir.

İçme, sulama, araştırma ve jeoteknik amaçlı olarak Eskişehir ili ve çevresinde çok sayıda sondaj kuyusu açılmıştır. Derinlikleri 3-250 m arasında değişen su sondajı kuyularının özgül verimleri 0.62-7.0 lt/s/m ve kuyu verimleri ise 10-50 lt/s olduğu belirtilmektedir (Esen vd., 1975). Yüce vd. (2001) inceleme alanı ve yakın çevresinde açılan su ve temel sondajlarında, düzenli aralıklarla ölçüm yaparak ovanın statik su seviyesini belirlemişlerdir. Kaçaroğlu (1991), yeraltı suyu seviyesinin konumunu belirlemek amacıyla toplam 22 adet sondaj ve keson kuyuda ölçülmüş olan statik su seviye değerlerinden yararlanmıştır. Aynı zamanda Esen vd. (1975), Eskişehir ve İnönü

ovaları için hazırlamış oldukları hidrojeolojik raporda bölgenin hidrojeoloji haritasını yapmışlardır.

Eskişehir Ovası'nda yeraltı suyu seviyesi bölgenin en yağışlı dönemi olan Nisan-Mayıs aylarına genel olarak 0.5-7.5 m arasında değişmekte olup, bazı lokasyonlarda 20-30 m derinliklerde de bulunabilmektedir. Yağışın en az olduğu Temmuz-Ağustos aylarında ise, yeraltı suyu seviyesi 2-13 m arasında değişmektedir. İnceleme alanının kuzeybatısında yüzeyleyen Pleyistosen yaşlı Akçay formasyonu içinde yeraltı suyu seviyesi daha derinde iken, güncel alüvyon içerisinde 5-6 m arasında değişmektedir. Ova genelinde Nisan-Mayıs ve Temmuz-Ağustos aylarında yeraltı suyu seviye değişimi 0.1-1.5 m arasında olmasına karşın, Eskişehir il merkezinin bulunduğu kesimlerde yeraltı suyu seviyesindeki değişim 0.1-0.5 m arasında bulunmaktadır (Esen vd., 1975 ve Kaçaroğlu, 1991).

4. BÖLGENİN DEPREMSELLİĞİ VE SİSMİK RİSK ANALİZİ

Bu bölümde bölgenin depremselliği ayrıntılı olarak incelenerek sismik risk analizi yapılmıştır. Çalışma sonunda yapı tasarımı için ihtiyaç duyulan deprem büyüklüğü değerlendirilmiştir. Bu sınıflamalar mevcut zemin koşullarına göre uygun yapı periyotlarının belirlenmesi için gerekli olup, doğrudan şartnamelerden alınabileceği gibi, dolaylı olarak yapılan sismik risk analizlerinden de belirlenebilmektedirler. Bunun için yapı temeli altında yer alan zemine ait tabaka kalınlıkları ve o bölgede oluşan en büyük deprem büyüklüğünün bilinmesi gerekmektedir. Bir bölgenin sismik tarihçesinin doğru değerlendirilebilmesi için, ilgili alanda meydana gelen en büyük tasarım depreminin tekrarlanma periyoduna ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle, bölgenin depremselliği detaylı olarak incelenmiştir. Buradan elde edilecek bilgi, yerel zemin sınıflamasıyla (Bkz. Şekil 6.6 ve 6.7) birlikte kullanıldığı zaman anlamlı olacaktır.

Bir alan için yapılacak sismik risk analizleri iki ayrı esasta gerçekleştirilir. Bunlardan birincisi deterministik esastır ki; belli bir kaynak zonu için tanımlanmış depremler dikkate alınarak bölgede yerinde oluşacak en büyük yer ivmesi tanımlanır (Tosun, 2002). İkinci esasta ise istatistiksel değerlendirmeler yapılır. Bu esasta, deprem sayısı-deprem büyüklüğü ilişkileri tanımlanarak en büyük deprem büyüklüğü, herhangi bir büyüklükteki depremin dönüş periyodu ve aşılma olasılığı hesaplanır. Bu amaçla geliştirilmiş Gutenberg-Richter (1942) ve Gumbel (1958) gibi yöntemler mevcuttur. Ayrıca daha sonraki yıllarda Poisson ve Weibull yöntemleri de kullanılmıştır (Lomnitz, 1966 ve Hagiwara, 1974). Bu çalışmada bölge için iki ayrı yöntem ile değerlendirme yapıldığından, yalnızca bu yöntemler ile yapılan çalışmalar özetlenecektir.

4.1. Gutenberg-Richter Yöntemi

Bu yöntemde, belli bir zaman dilimi için, yüzey dalgası esasında tanımlanmış deprem büyüklüklerinin sayısı, deprem büyüklüğü ile ilişkilendirilir ve iki değişken arasında doğrusal bir ilişki tanımlanır. Bu yöntemle, 4 ya da 4'den büyük depremler dikkate alınır. Bu tanımlanan ilişkiden iki ayrı katsayı (a ve b) belirlenir (eşitlik 4.1)

$$\log N = a - b M_s \quad \dots\dots\dots(4.1)$$

N = deprem sayısı

M_s = Yüzey dalgası esasında deprem büyüklüğü

Bu hesaplanan katsayılar (a ve b) bağılı olarak bölgede oluşacak en büyük deprem büyüklüğü ile dikkate alınan zaman dilimi (T_2) içinde oluşacak deprem sayısı hesaplanır (eşitlik 4.2 ve 4.3). Yine herhangi bir zaman dilimi (T_1 periyodu) içinde oluşması olası deprem büyüklüğü de belirlenebilir (eşitlik 4.4).

$$M_{maks} = a / b \quad \dots\dots\dots(4.2)$$

$$N_2 = 10^a \quad \dots\dots\dots(4.3)$$

$$M_{maks} = [a + \log (T_1/T_2)] / b \quad \dots\dots\dots(4.4)$$

Bu yöntemde diğer bazı tanımlamalar da yapılmıştır. Her yıl ($T_1 = 1$ yıl) meydana gelen ortalama deprem büyüklüğü (M_m) değeri belirlenebilir (eşitlik 4.5). Bölgede oluşan en büyük deprem (M_d) için dönüş periyodu (T_d) hesaplanır (eşitlik 4.6). Ayrıca en büyük depremin bir yıl içinde meydana gelme olasılığı (R) bulunur (eşitlik 4.7)

$$M_m = (a - \log T_2) / b \quad \dots\dots\dots(4.5)$$

$$T_d = 10^{[\log T_2 - (a - bM_d)]} \quad \dots\dots\dots(4.6)$$

$$R (\%) = \frac{1}{T_d} \times 100 \quad \dots\dots\dots(4.7)$$

$M_m = T_1$ zamanı içinde oluşacak ortalama deprem büyüklüğü

$T_d = M_d$ depremi için dönüş periyodu (yıl)

$R = M_d$ depreminin aşılma olasılığı (%)

Yöntemde dikkate alınan en küçük deprem büyüklüğü ile oluşan en büyük deprem büyüklüğü arasındaki ara değerler için dönüş periyodlarının ve bu periyodtaki oluşma olasılığının hesaplanması ve bir tablo haline getirilmesi ve bunların grafiksel olarak tanımlanması, benimsenen genel bir uygulamadır.

4.2. Gumbel Yöntemi

Bu yöntem, katalog bilgilerinin eksikliğini gidermek ve bir yıl içinde meydana gelen depremlerin en büyüğünden geri kalanların sonuçlara etkisini ortadan kaldırmak amacıyla sadece yıllık en büyük depremi esas alacak şekilde geliştirilmiştir. Bölge için oluşturulan katalogda bir yıl için deprem mevcut değilse o yıl için bir deprem büyüklüğü tanımlanır ($M_s=4.0$). Bölüm 4.1’de tanımlanan Gutenberg-Richter yönteminde olduğu gibi deprem sayısı-deprem büyüklüğü arasındaki doğrusal ilişki belirlenir ve eşitlik 4.8 de ifade edildiği bu ilişkiye bağlı olarak iki katsayı tanımlanır (a ve b) ve bu katsayıları kullanarak yeni değerler elde edilir (α ve β) (eşitlik 4.9 ve 4.10).

$$\log N = a - b M_s \quad \dots\dots\dots(4.8)$$

$$\alpha = 10^{-a} \quad \dots\dots\dots(4.9)$$

$$\beta = b / \log e \quad \dots\dots\dots(4.10)$$

Belirlenen bu değerlere bağlı olarak her yıl meydana gelen ortalama deprem büyüklüğü (M_m) hesaplanır (eşitlik 4.11) ve en sık oluşan yıllık deprem büyüklüğü belirlenir (eşitlik 4.12).

$$M_m = M_{\min} + 1 / \beta \quad \dots\dots\dots(4.11)$$

$$M_{m.maks} = L n \alpha / \beta \quad \dots\dots\dots(4.12)$$

İncelemede dikkate alınan sismik tarihçe (T_r) içinde meydana gelebilecek en büyük deprem büyüklüğü (M_{maks}) hesaplanır (eşitlik 4.13). M büyüklüğündeki bir depremin aşılma olasılığı belirlenir (eşitlik 4.14).

$$M_{maks} = (a + \log T_r) / b \quad \dots\dots\dots(4.13)$$

$$R = 1-G = 1-\exp(-\alpha e^{-\beta M}) \quad \dots\dots\dots(4.14)$$

M büyüklüğündeki bir depremin dönüş periyodu (T_r) hesaplanır (eşitlik 4.15). Belli bir zaman dilimi (T_d) içinde oluşabilecek en büyük deprem büyüklüğü belirlenir

(eşitlik 4.16). Yapı ömürleri dikkate alınarak, bu süreler içinde oluşacak depremlerin olasılıkları belirlenir (eşitlik 4.17)

$$T_r = 1 / R \quad \dots\dots\dots(4.15)$$

$$M_{maks} = Ln (\alpha T_d) / \beta \quad \dots\dots\dots(4.16)$$

$$R_D = 1 - \exp(-\alpha T_d e^{-\beta M}) \quad \dots\dots\dots(4.17)$$

Bu yöntemde bölge için dikkate alınan en küçük ve en büyük depremlerin ara değerleri için aşılma olasılığı ve dönüş periyodlarının hesaplamaları ve bu değerlerin tablo ve grafik ile gösterilmesi uygun değerlendirilmektedir. Ayrıca her deprem büyüklüğü için belli yapı ömürleri için risk değerlerinin hesaplanması ve bu değerlerin grafiksel olarak tanımlanması yapılmaktadır.

Orijinal deprem kataloglarında verilen kayıtlar farklı esaslarda sunulmaktadır. Halbuki her yöntemin deprem büyüklüğü tipi ile ilgili sınırlamaları mevcuttur. Analizlerde daha önce konuyla ilgili olarak çıkarılmış ilişkiler kullanılmıştır. Kalafat (2002), Türkiye koşulları için süreye bağlı büyüklüklerin (M_d), yüzey dalgası (M_s) ve cisim dalgası (M_b) büyüklüğüne dönüştürülmesi üzerinde çalışmış ve eşitlik 4.18 ve 4.19 da verilen amprik ilişkiyi ortaya koymuştur. Yu-Xian vd. (1996) ise Çin için yerel büyüklüğe (M_L) bağlı olarak yüzey dalgası büyüklüğünün (M_s) tanımlanabileceği bir ilişki sunmuşlardır (eşitlik 4.20).

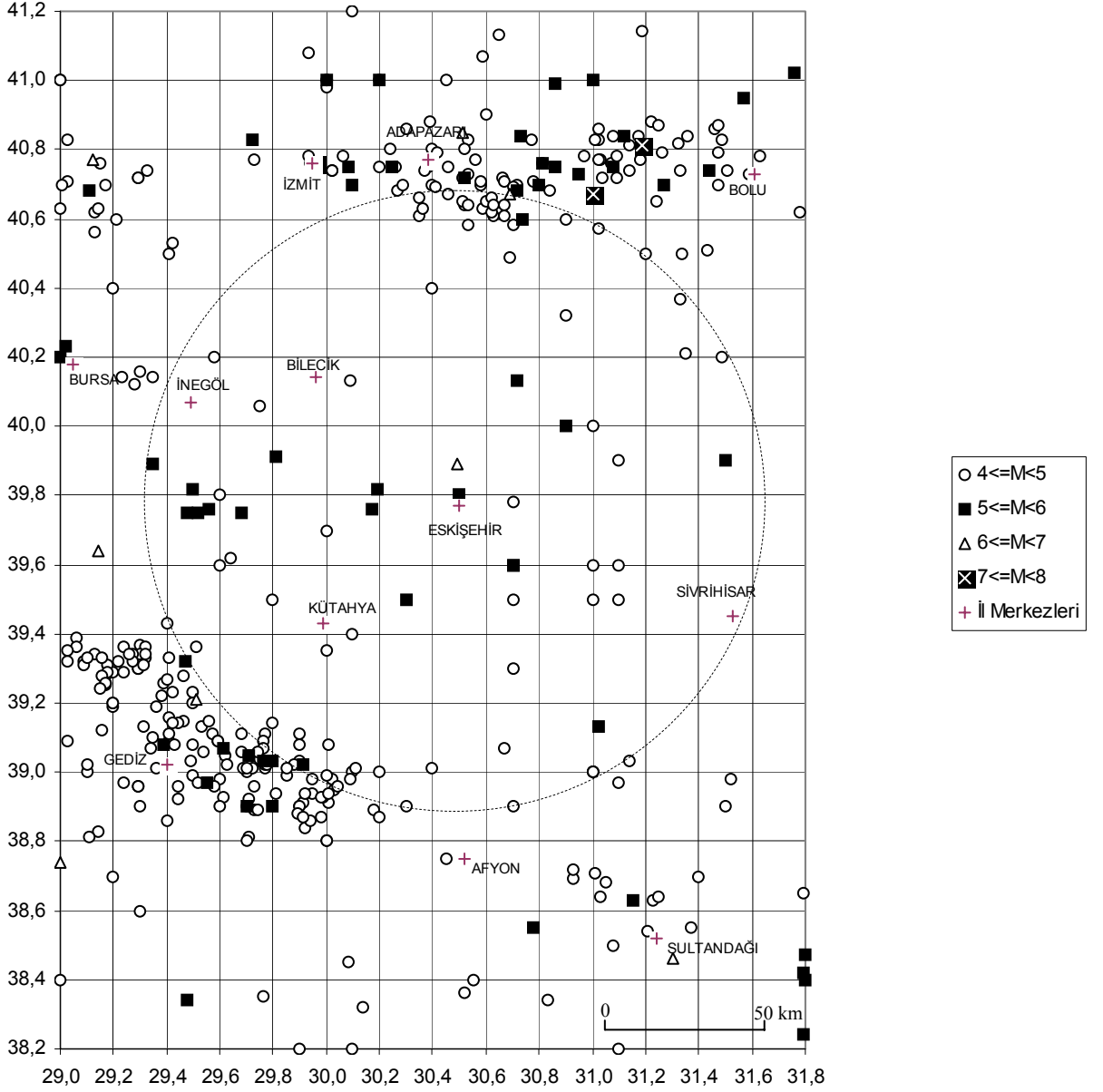
$$M_s = (M_d - 1.59) / 0.67 \quad \dots\dots\dots(4.18)$$

$$M_b = (M_d - 0.76) / 0.81 \quad \dots\dots\dots(4.19)$$

$$M_s = 1.13 M_L - 1.08 \quad \dots\dots\dots(4.20)$$

4.3. Bölgede Yapılan Sismik Risk Analizleri

Çalışma kapsamında değerlendirilen Eskişehir il merkezi için Gutenberg-Richter ve Gumbel yöntemleri ile sismik risk analizleri yapılmıştır. Çalışma 100 yıllık bir periyod için 100 km yarıçaplı bir daire içinde yer alan depremler dikkate alınarak yapılmıştır. Analizler için kullanılan dönüştürülmüş deprem kayıtları Ek.1'de sunulurken oluşan depremlerin dağılımları Şekil 4.1'de verilmektedir.



Şekil 4.1. Bölgede oluşan depremlerin dağılımı

4.3.1. Gutenberg-Richter yöntemi ile yapılan analizler

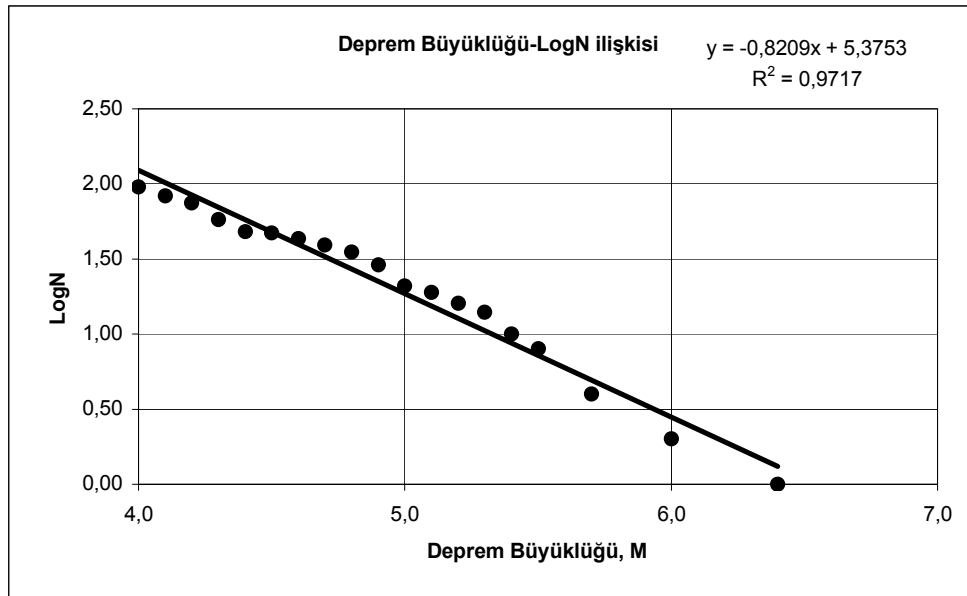
Katalogda verilen verilere bağlı olarak bu yöntemle bir değerlendirme yapılmıştır. Değerlendirilen depremlere ait veriler Çizelge 4.1'de, deprem sayısı ile deprem büyüklüğü arasındaki ilişki Şekil 4.2'de sunulmaktadır. Bu çalışmada elde edilen doğrusal ilişkiye ait katsayılar hesaplanmıştır ($T_2 = 100$ yıl için).

$$a = 5.3753$$

$$b = 0.8209$$

Çizelge 4.1. Deprem büyüklüklerine karşı deprem sayıları

i	M	J	N	logN
1	4.0	13	96	1.98227
2	4.1	8	83	1.91908
3	4.2	17	75	1.87506
4	4.3	10	58	1.76343
5	4.4	1	48	1.68124
6	4.5	4	47	1.67210
7	4.6	4	43	1.63347
8	4.7	4	39	1.59106
9	4.8	6	35	1.54407
10	4.9	8	29	1.46240
11	5.0	2	21	1.32222
12	5.1	3	19	1.27875
13	5.2	2	16	1.20412
14	5.3	4	14	1.14613
15	5.4	2	10	1.00000
16	5.5	4	8	0.90309
17	5.7	2	4	0.60206
18	6.0	1	2	0.30103
19	6.4	1	1	0.00000
		k = 96		



Şekil 4.2. Gutenberg-Richter yöntemine göre deprem sayısı-deprem büyüklüğü ilişkisi

İncelemede dikkate alınan sismik tarihçe ($T_2 = 100$ yıl için) meydana gelebilecek en büyük deprem ile bu periyod için oluşabilecek deprem sayıları eşitlik 4.2 ve 4.3 kullanılarak sırası ile

$$M_{\text{maks}} = 6.5$$

$$N_2 = 237301$$

olarak hesaplanmıştır. 50 yıllık bir periyod için oluşabilecek en büyük deprem büyüklüğü eşitlik 4.4 kullanılarak 6.2 olarak belirlenmiştir. Her yıl meydana gelecek ortalama deprem büyüklüğü değeri (M_m) 4.1 olarak belirlenmiştir. Sismik tarihçe içinde oluşan en büyük deprem için dönüş periyodu ile bu büyüklükteki bir depremin bir yıl içinde oluşma olasılığı;

$$T_d = 76 \text{ yıl}$$

$$R (\%) = 1.323$$

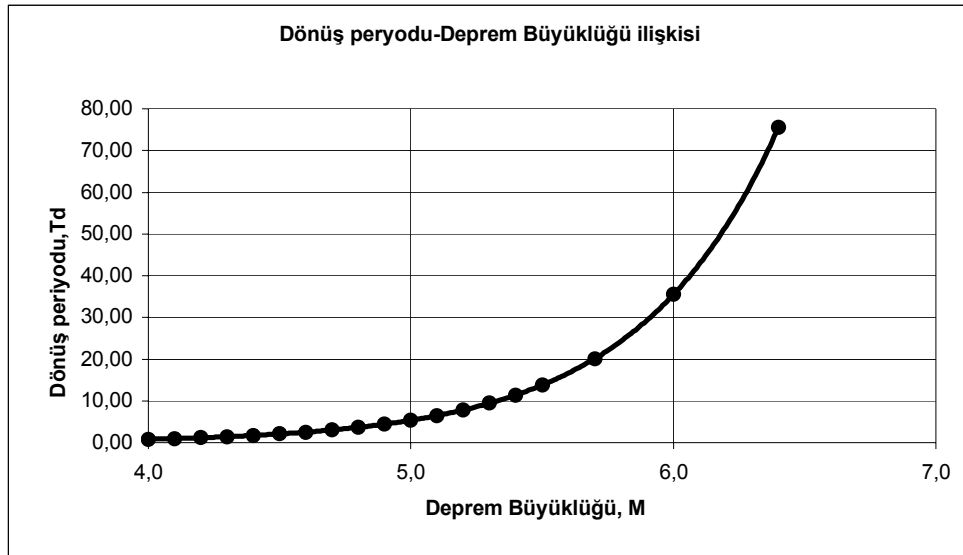
olarak belirlenmiştir. Farklı deprem büyüklükleri için dönüş periyodu ve bu büyüklükteki bir depremin bir yıl içinde oluşma olasılıkları hesaplanmıştır. Bu hesaplamalar Çizelge 4.2'de, bu verilerin deprem büyüklüğüne göre dağılımı ise Şekil 4.3 ve Şekil 4.4'de verilmektedir.

4.3.2. Gumbel yöntemi ile yapılan analizler

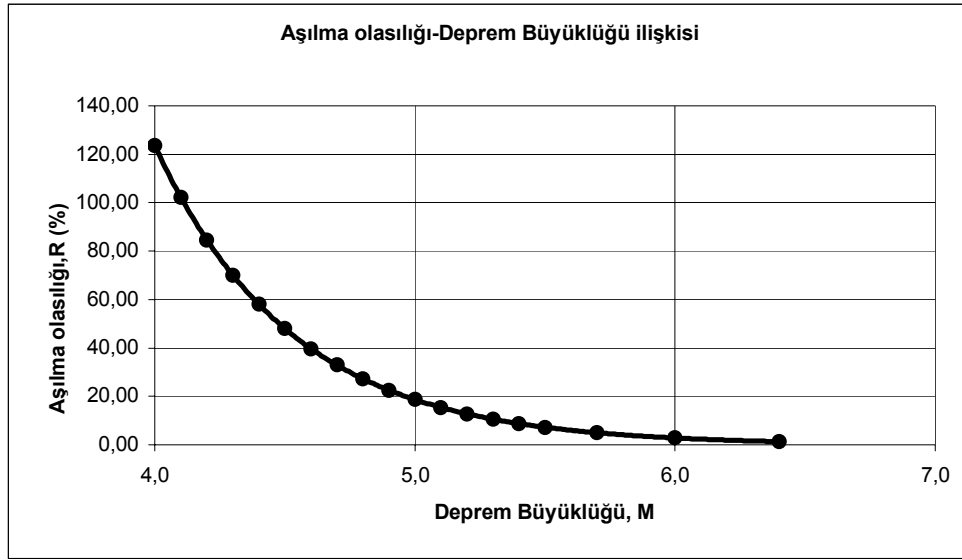
Bu bölge için Ek.1'de verilen veriler kullanılarak bu yöntemle değerlendirme yapılmıştır. Ancak yöntemin esasına bağlı olarak deprem olmayan yıllar için en düşük deprem tanımlaması yapılmış (Çizelge 4.3) ve 100 yıllık periyod için depremlerin dağılım hesaplamaları gerçekleştirilmiştir (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.2. Deprem büyüklüğü ile dönüş periyodu ve oluşma riski ilişkisi

M	T_d (Yıl)	R (%)=1/T_d
4.0	0.81	123.509
4.1	0.98	102.237
4.2	1.18	84.629
4.3	1.43	70.054
4.4	1.72	57.988
4.5	2.08	48.001
4.6	2.52	39.734
4.7	3.04	32.890
4.8	3.67	27.226
4.9	4.44	22.537
5.0	5.36	18.655
5.1	6.48	15.442
5.2	7.82	12.783
5.3	9.45	10.581
5.4	11.42	8.759
5.5	13.79	7.250
5.7	20.13	4.968
6.0	35.49	2.818
6.4	75.59	1.323



Şekil 4.3. Gutenberg-Richter yöntemine göre deprem büyüklüğü-dönüş periyodu ilişkisi



Şekil 4.4. Gutenberg-Richter yöntemine göre deprem büyüklüğü-aşılma olasılığı ilişkisi

Çizelge 4.3. 1902-2002 yılları arasında oluşan depremlerin yıllara göre en büyük magnitüdüleri (Deprem olmayan yıllarda alt sınır olarak $M_{min}=4.0$ alınmıştır)

YILLAR	M_{max}	YILLAR	M_{max}	YILLAR	M_{max}	YILLAR	M_{max}
1903	4.0	1928	5.0	1953	4.0	1978	4.0
1904	4.0	1929	4.0	1954	4.0	1979	4.0
1905	5.4	1930	4.0	1955	4.0	1980	4.0
1906	4.0	1931	4.0	1956	6.4	1981	4.0
1907	4.0	1932	4.0	1957	5.4	1982	4.0
1908	4.0	1933	4.0	1958	4.4	1983	4.0
1909	4.0	1934	4.0	1959	4.0	1984	4.0
1910	4.0	1935	4.0	1960	4.0	1985	4.3
1911	4.0	1936	4.0	1961	5.0	1986	4.0
1912	4.0	1937	4.0	1962	4.0	1987	4.0
1913	4.0	1938	4.0	1963	4.0	1988	4.0
1914	4.0	1939	5.7	1964	4.0	1989	4.0
1915	4.0	1940	4.5	1965	4.0	1990	4.2
1916	4.0	1941	4.0	1966	4.0	1991	4.0
1917	4.0	1942	4.0	1967	6.0	1992	4.0
1918	4.0	1943	4.9	1968	4.0	1993	4.0
1919	5.3	1944	4.0	1969	4.1	1994	4.0
1920	4.0	1945	4.9	1970	5.6	1995	4.0
1921	4.0	1946	4.0	1971	4.0	1996	4.0
1922	4.0	1947	4.0	1972	4.6	1997	4.0
1923	4.0	1948	4.0	1973	4.0	1998	4.0
1924	4.0	1949	5.1	1974	4.0	1999	4.8
1925	4.9	1950	4.0	1975	4.2	2000	5.5
1926	5.7	1951	4.0	1976	4.0	2001	4.0
1927	4.2	1952	4.0	1977	4.0	2002	4.0

Çizelge 4.4. 1902-2002 yılları arasında meydana gelen depremlerin Gumbel yıllık maksimum dağılımı hesapları

M	J	f=j/(n+1)	G(M)	N=-LnG	LOGN
4.0	76	0.7524752	0.7524752	0.284387	-0.546090
4.1	1	0.009901	0.7623762	0.271315	-0.566526
4.2	3	0.029703	0.7920792	0.233094	-0.632469
4.3	1	0.009901	0.8019802	0.220671	-0.656254
4.4	1	0.009901	0.8118812	0.208401	-0.681100
4.5	1	0.009901	0.8217822	0.196280	-0.707124
4.6	1	0.009901	0.8316832	0.184304	-0.734466
4.8	1	0.009901	0.8415842	0.172469	-0.763288
4.9	3	0.029703	0.8712871	0.137784	-0.860802
5.0	2	0.019802	0.8910891	0.115311	-0.938130
5.1	1	0.009901	0.9009901	0.104261	-0.981878
5.3	1	0.009901	0.9108911	0.093332	-1.029970
5.4	2	0.019802	0.9306931	0.071826	-1.143720
5.5	1	0.009901	0.9405941	0.061244	-1.212939
5.6	1	0.009901	0.950495	0.050772	-1.294373
5.7	2	0.019802	0.970297	0.030153	-1.520669
6.0	1	0.009901	0.980198	0.020001	-1.698956
6.4	1	0.009901	0.990099	0.009950	-2.002162

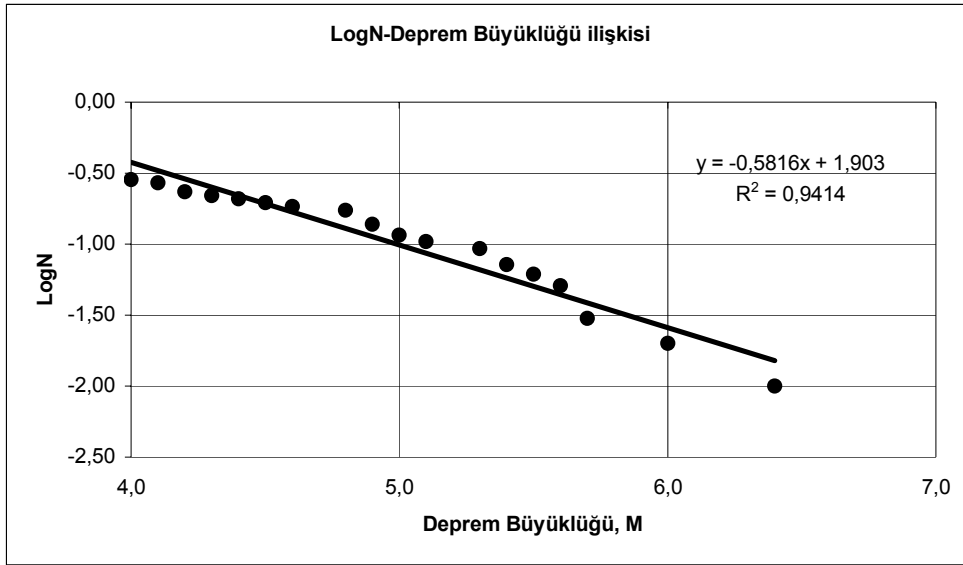
İlgili verilerin değişimi Şekil 4.5’de sunulmaktadır. Bu ilişki sonucunda aşağıda verilen doğrudan ve dolaylı katsayılar elde edilir.

$$a = 1.903$$

$$b = 0.5816$$

$$\alpha = 79.983$$

$$\beta = 1.339$$



Şekil 4.5. Gumbel yöntemine göre deprem sayısı-deprem büyüklüğü ilişkisi

Bu verilere göre her yıl meydana gelen ortalama deprem büyüklüğü 4.7 ve en sık oluşan yıllık deprem büyüklüğü 3.3'dür.

İncelemede dikkate alınacak sismik tarihçe ($T_d = 100$ yıl) içinde meydana gelebilecek en büyük deprem büyüklüğü ile herhangi bir periyotta ($T_d = 50$ yıl) meydana gelebilecek olası en büyük deprem büyüklüğü, yukarıda verilen parametrelere bağlı olarak, eşitlik 4.13 ve eşitlik 4.16 kullanılarak sırasıyla

$$M_{\text{maks}} = 6.7$$

$$M_{\text{maks}} = 6.2$$

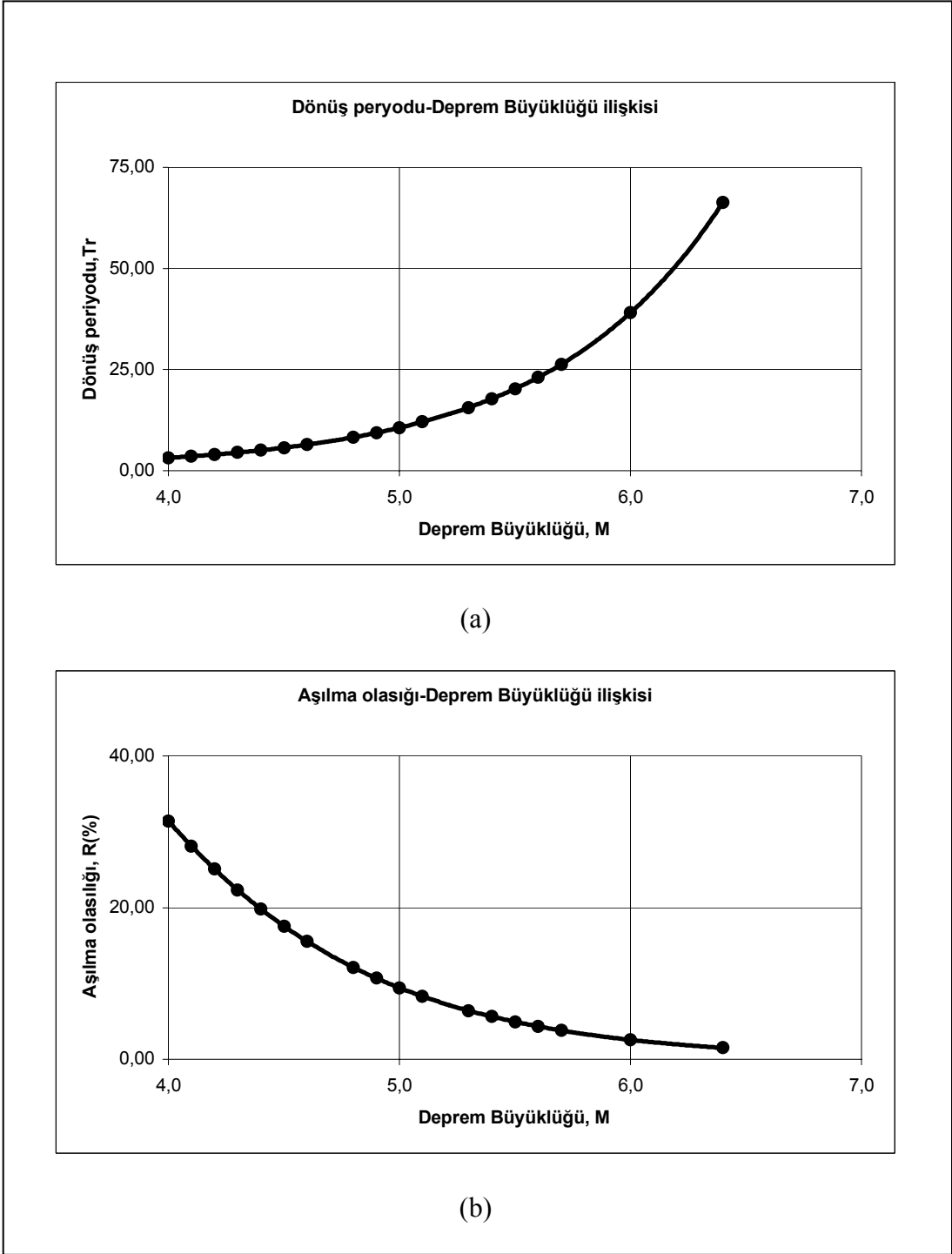
olarak hesaplanmıştır. Bir başka ifade ile yapı ömrü 50 ve 100 yıl olması halinde beklenen en büyük deprem büyüklüğü sırasıyla 6.2 ve 6.7 olarak belirlenmiştir. Herhangi bir büyüklükteki depremin aşılma olasılığı ($R\%$) ve dönüş periyodları (T_r) eşitlik 4.14 ve 4.15 kullanılarak hesaplanmıştır. Bölgede oluşan 6.4 büyüklüğündeki bir depremin aşılma olasılığı ve dönüş periyodu sırasıyla, % 1.507 ve 67 yıldır. 50 ve 100 yıllık yapı ömürleri için beklenen en büyük depremin gerçekleşme olasılığı sırasıyla % 53.186 ve %78.085 dir.

Bu yöntemle farklı deprem büyüklükleri için dönüş periyodları ve aşılma olasılığı Çizelge 4.5’de verilmektedir. İlgili parametrelerin deprem büyüklüğü ile değişimi Şekil 4.6’da verilmektedir. Eşitlik 4.17 kullanılarak hesaplanan yapı ömrü-risk ilişkisine ait değerler Çizelge 4.6 ve ilgili değerlerin grafiksel gösterimi Şekil 4.7’de sunulmuştur.

Çizelge 4.5. Deprem büyüklüğü ile dönüş periyodu ve oluşma riski ilişkisi

M	R(%)	T_r (Yıl)
4.0	31.443	3.18
4.1	28.121	3.56
4.2	25.085	3.99
4.3	22.323	4.48
4.4	19.825	5.04
4.5	17.574	5.69
4.6	15.553	6.43
4.8	12.132	8.24
4.9	10.696	9.35
5.0	9.421	10.61
5.1	8.291	12.06
5.3	6.407	15.61
5.4	5.627	17.77
5.5	4.939	20.24
5.6	4.334	23.07
5.7	3.801	26.31
6.0	2.560	39.06
6.4	1.507	66.38

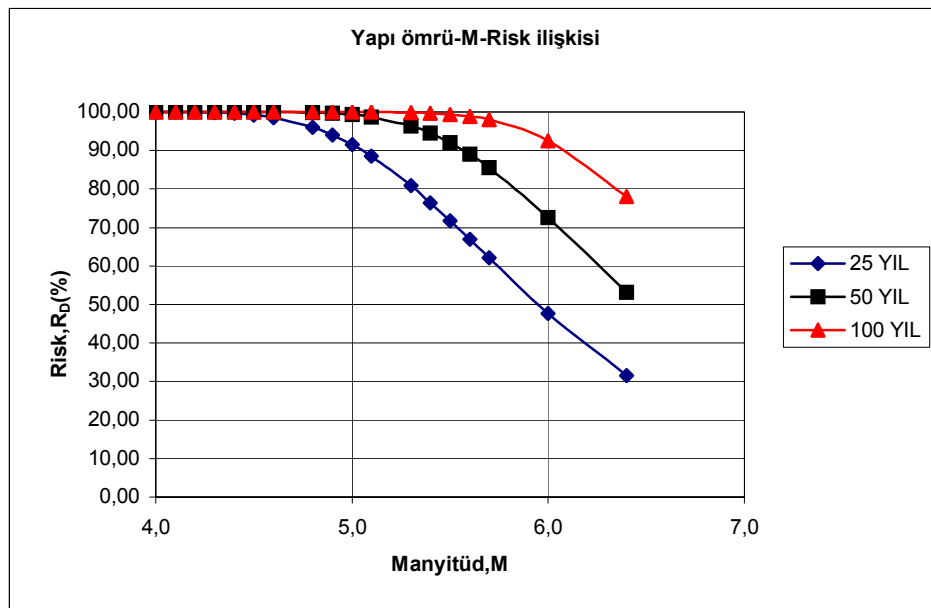
Bölgenin sismik risk analizi, daha sonra yapılacak diğer analizlere veri temin etmek amacıyla yapılmıştır. Yapılan bu sismik analiz, bölgenin coğrafi bilgi sistemi ile modellenen jeoteknik verileri ile birlikte değerlendirildiğinde, anlamlı bir sonuç sunmakta olup; tasarım için gerekli olan karakteristik periyot tayini, şevlerin stabilitesi gibi ileride yapılacak çalışmalar için de, bir veri tabanı oluşturmaktadır.



Şekil 4.6. Gumbel yöntemine göre (a) deprem büyüklüğü-dönüş periyodu ilişkisi (b) deprem büyüklüğü-aşılma olasılığı ilişkisi

Çizelge 4.6. Deprem büyüklüğü ile yapı ömrü ve risk arasındaki ilişki

M	R _D (%)		
	25 yıl	50 yıl	100 yıl
4.0	99.99203	100.00000	100.00000
4.1	99.97400	99.99999	100.00000
4.2	99.92684	99.99995	100.00000
4.3	99.81917	99.99967	100.00000
4.4	99.60099	99.99841	100.00000
4.5	99.20267	99.99364	100.00000
4.6	98.53914	99.97866	100.00000
4.8	96.05711	99.84454	99.99976
4.9	94.08724	99.65039	99.99878
5.0	91.57223	99.28973	99.99496
5.1	88.50934	98.67965	99.98257
5.3	80.89677	96.35067	99.86682
5.4	76.49283	94.47413	99.69465
5.5	71.81597	92.05661	99.36903
5.6	66.96837	89.08911	98.80953
5.7	62.04938	85.59750	97.92568
6.0	47.70971	72.65725	92.52374
6.4	31.57941	53.18623	78.08471



Şekil 4.7. Yapı ömrüne göre deprem büyüklüğü-oluşma riski ilişkisi

5. ÇALIŞMA ALANINDAKİ JEOLJİK BİRİMLERİN JEO-MÜHENDİSLİK ÖZELLİKLERİ

Bu araştırmada belirtilen alan içerisinde yer alan birimler, jeo-mühendislik özellikleri yönünden detaylı değerlendirilmiştir. Bu amaçla yapılan çalışmalara birimlerin arazide tanımlanmasıyla başlanmış, çalışma alanının jeolojik haritası çıkartılmış, yeni bulgular ışığında jeolojik yapı değerlendirilmiştir. İnceleme alanının güney ve güneybatı bölümünde Eosen, güney bölümünde Miyosen yaşlı kayaç birimleri, kuzey bölümünde ise Kuvaterner, özellikle Porsuk Çayı'na yakın olan kesimlerde Holosen yaşlı alüvyon zemin kaplamaktadır. Bu bölümde, inceleme alanı içinde yer alan birimler jeo-mühendislik özellikleri yönünden detaylı değerlendirilmiştir.

5.1. Kayaç Birimleri Özellikleri

İnceleme alanında kayaç birimi olarak Alt Eosen'de oluşmuş Mamuca Formasyonu ile Üst Miyosen'de oluşmuş Porsuk Formasyonu birimleri bulunmaktadır. Bu birimler üzerinde yapılan presiyometre deneyi ve sondajlar sonucu elde edilen bulgular aşağıda belirtilmektedir.

5.1.1. Mamuca Formasyonu birimleri

İnceleme alanının güneybatısında yer alan bu birimin konglomera ve kumtaşı olarak ayırt edilmiş üyeleri bulunmaktadır. Zayıf çimentolu olan konglomera biriminin aşınması ve ayrışmasına bağlı olarak ve bu birimler arasında yer alan kil-silt seviyeler ile birlikte, bölgede hakim olan ince taneli zemin oluşmuştur. Bu birimler içinde yapılan deneysel çalışmalardan, ilgili birimlerin düşük yoğunluklu, su emme oranı yüksek düşük dayanımlı kayaç özellikleri taşıdığı anlaşılmaktadır.

Konglomera birimi üzerinde yapılan presiyometre deneylerinden zeminin deformasyon modülü değerlerinin 4.7-93.0 MPa ve limit basınç değerlerinin 470-4060 kPa aralığında değiştiği görülmektedir. İlgili parametrelerin ortalama değerleri, sırasıyla 27.2 MPa ve 1803 kPa olduğu, ancak bu değerlerin standart sapmalarının yüksek olduğu görülmektedir. Ayrışma zonlarındaki değerler dikkate alınmadığında,

ilgili verilerin daha yüksek bir ortalama değere sahip olduğu ve standart sapma değerinin de düştüğü hesaplanmıştır.

Bu birim içinde yer alan konglomera ve silt-kil ara tabakalarından alınan örnekler üzerinde yapılan deneysel çalışmalardan çok sayıda serbest basınç dayanımı ile sınırlı sayıda kayma dayanım verileri elde edilmiştir. Serbest basınç dayanımı değerleri, 233-459 kPa aralığında değişmektedir. İlgili birimlerin kohezyon direnci 405 kN/m^2 ve kayma dayanımı açısı 11 derece olarak belirlenmiştir (Tosun vd., 2001).

İlgili birimlerin Afet Yönetmenliğine göre zemin grubu “C” ve yerel zemin sınıfı çalışma alanının bazı bölümlerinde “Z2” ve bazı bölümlerinde de “Z3” olarak tanımlanmaktadır. Fiziksel özelliklere göre ilgili birimin kayma dalga hızı genellikle 400 ile 700 m/s arasında değişebileceği belirtilmelidir. Tüm bu veriler ışığında ilgili birimler “düşük dayanımlı kayaç” olarak sınıflandırılabilir.

5.1.2. Porsuk Formasyonu birimleri

İnceleme alanının güneyini kaplayan bu birimlerin, Üst Miyosen’de oluşmuş genç çökeller olduğu belirtilmelidir. Daha önce yapılan çalışmalarda, konglomera-kumtaşı, marn ve kireçtaşı birimlerinden oluştuğu belirtilen birimlerin, yerleşim alanın önemli bir bölümünü kapladığı görülmektedir. Bu birimler üzerinde yapılan arazi ve laboratuvar deneysel çalışmaları, ilgili birimlerin büyük bir bölümünün “aşırı konsolide-çok aşırı konsolide kil-silt” özelliği taşıdığını göstermektedir. İlgili alanda en yüksek seviyelerde yatay tabakalı olarak görülen birimin, orta dayanımlı, ancak erime boşluklu kireçtaşından oluştuğu görülmektedir.

İlgili birimlerde yapılan SPT deneylerinden N-darbe dirençleri değerlerinin 22 ile 50 arasında değiştiği görülmektedir. Sığ seviyedeki ve ayrışma zonlarındaki veriler göz ardı edilirse aynı değerlerin oldukça yüksek olduğu söylenebilir ($N > 50$). Birim üzerinde yapılan çok sayıdaki serbest basınç dayanımı değerlerinin ortalaması, küçük bir standart sapma ile, 259 kPa olarak bulunmuştur. Aşırı konsolide kil özelliği taşıyan bu kil-silt zeminin örselenmiş örnekleri üzerinde yapılan deneysel çalışmaların, zeminin “litifikasyona (taşlaşmaya) uğramamış, ancak jeolojik tarihçe içinde yüksek gerilmelere maruz kalmış zemin” özelliği taşıdığı görülebilir.

Sert ve fisürlü bir yapıya sahip bu birim içinde, Afet Yönetmenliğine göre, zemin grubu “B” ve yerel zemin sınıfı ise “Z2” olarak tanımlanır. İlgili zeminin yüzeysel şerit temel sistemi için taşıma basıncı değerleri oldukça yüksek olup, 140-175 kPa arasında değişmektedir. Oturma hesapları için gereken düşey yatak katsayısı değerleri ise, 18-35 MN/m³ aralığında yer almaktadır.

5.2. Alüvyon Zemin Özellikleri

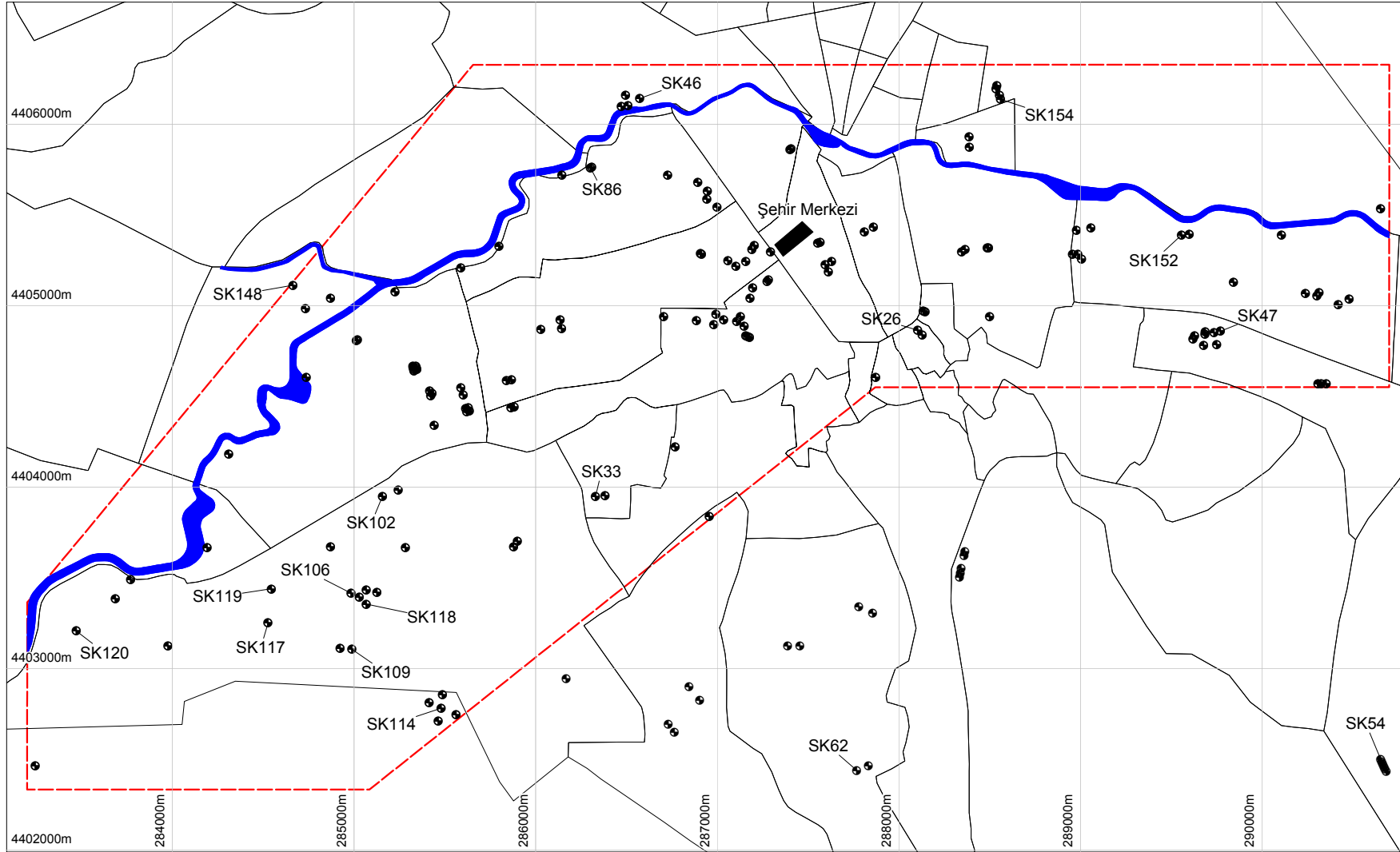
İnceleme alanında yer alan zemin birimlerinin tanımlanması amacıyla deneysel çalışmalar yapılmış ve bu deneysel çalışmalara bağlı olarak zemin sınıflaması yapılmış ve tabakalanma durumu ortaya konulmuştur.

5.2.1. Deneysel çalışmalar

Alüvyon üzerinde yürütölen deneysel çalışmalar iki aşamada yapılmıştır. Birinci aşamada arazide sondajlar açılmış ve sondajlarda Standart Penetrasyon ve Menard Presiyometre deneyleri (MPT) gerçekleştirilmiş ve belli seviyelerden örselenmemiş örnekler alınmıştır. Bu amaçla toplam 1897.5 m derinliğinde 170 ayrı lokasyonda sondaj çalışması yapılmıştır.

SPT deneylerinin yapılmasında makaralı şahmerdan (donut tipi) kullanılmıştır. SPT deneyi için kullanılan düzenekte tijin % 45 oranında enerji aktardığı kabul edilmiştir (Seed and Dealba, 1986). MPT deneylerinin yapılması için ASTM D 4719-87'e uyulmuş ve deneylerde Menard (CPV tipi) ekipmanı ile iki ayrı çapta prop (AX ve NX) kullanılmıştır (Clarke, 1995). 10 MPa yükleme kapasitesine sahip cihazda, zemin tipi malzemelerde deneylere 700 cm³ hacimsel deformasyon oluşuncaya kadar devam edilmiştir. Aşırı konsolide zemin ve ayrışmış kayaçlarda, deneyler en büyük 20 MPa basınç uygulanarak bitirilmiştir. Kaya tipi malzemelerde ise, çok daha büyük basınç değerine ulaşılmıştır. Çalışma kapsamında arazide yapılan sondaj ve deneysel çalışmaların özeti, Çizelge 5.1'de sunulmaktadır. Çalışma kapsamında değerlendirilen sondajların lokasyon haritası ise Şekil 5.1'de gösterilmektedir.

Çalışma alanında açılan sondajlarda örselenmiş ve örselenmemiş numuneler alınmış ve bu numuneler üzerinde laboratuvar deneyleri gerçekleştirilmiştir. Numunelerin tanımlanması ve sınıflaması amacıyla tane dağılımı, kıvam limitleri, özgül



Şekil 5.1. Çalışma kapsamında değerlendirilen sondajların lokasyon haritası

Çizelge 5.1. Deneysel çalışma özeti

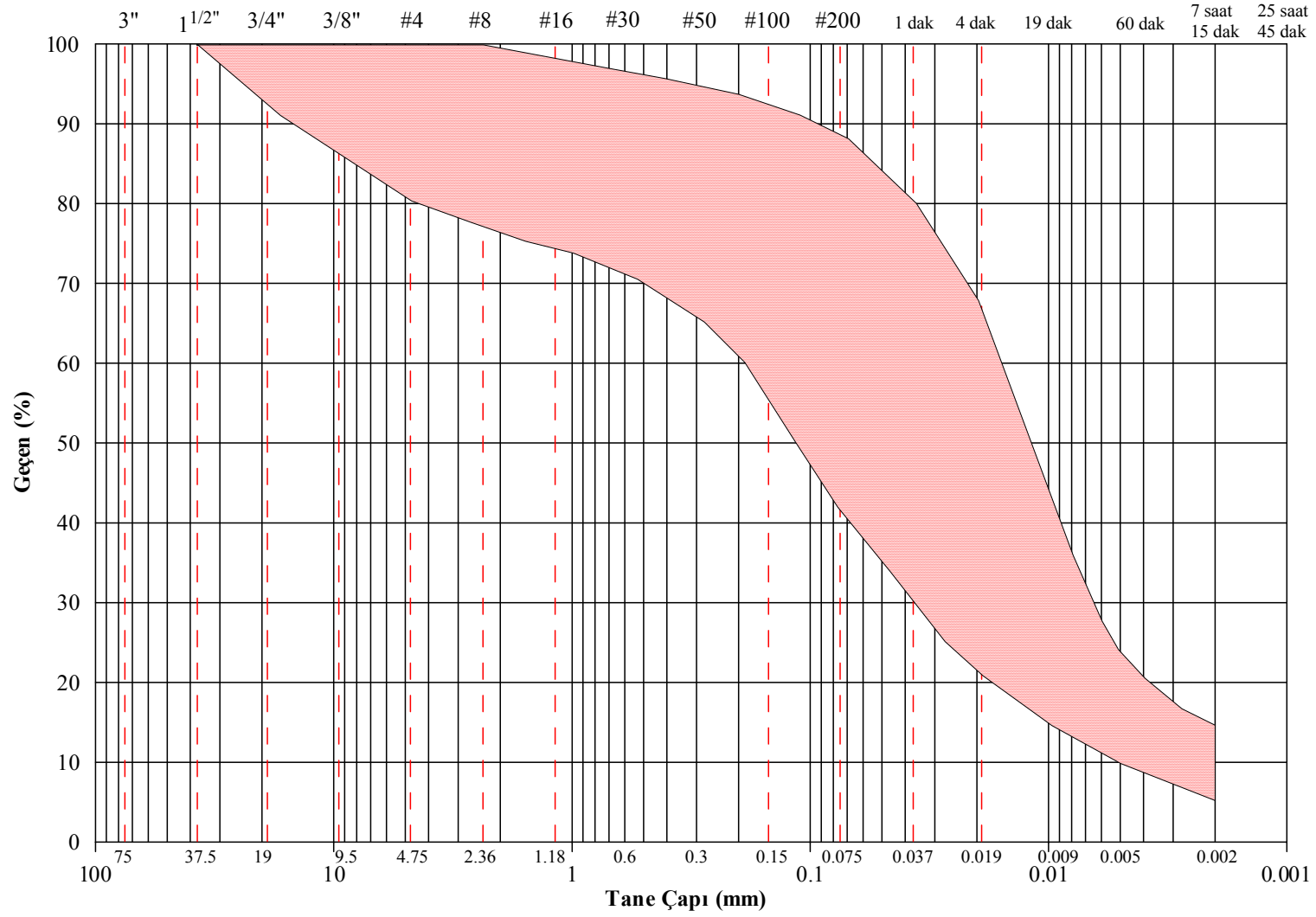
Çalışma	Birim	
-Sondaj deliği	adet	170
-Sondaj derinliği	m	1897.5
-Örselenmiş numune	adet	1011
-Örselenmemiş numune	adet	383
-SPT deneyi	adet	1011
-Tanımlama deneyleri	adet	383
-Serbest basınç deneyi	adet	346
-MPT deneyi	adet	35

gravite deneyleri ile numunelerin mühendislik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla serbest basınç deneyleri gerçekleştirilmiştir. Numunelerin alınması, tanımlanması ve sınıflanmasında Türk Standartlar Enstitüsü yöntemlerine (TS 1500, TS 1900 ve TS 1901), serbest basınç deneylerinin yapılmasında ise, ABD Su İşleri Teşkilatı standart yöntemine uyulmuştur (USBR, 1991). X-ray difraktometre deneyleri, Çimento Müstahsiller Birliği Laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir (Tosun vd., 2002).

5.2.2. Zeminlerin fiziksel özellikleri

İnceleme alanının büyük bir bölümünü üstte ince taneli ve altta iri taneli malzemedan oluşan ve daha önceki çalışmalarda “alüvyon” olarak nitelendirilen zemin kaplamaktadır. Üst bölümde yer alan ince taneli zemin içerisinde ortalama % 4.1 çakıl, % 29.7 kum ve % 66.2 ince (silt-kil) malzeme bulunmaktadır. Çalışma alanında dikkate alınan 383 adet numuneye ait fiziksel deney sonuçları Ek.2’de, bu sonuçların tane dağılımı yönünden istatistiksel değerlendirilmesi ise Çizelge 5.2’de verilmektedir. İnce taneli zemin örneklerinin tane dağılım aralığı Şekil 5.2’de sunulmaktadır.

Çalışma alanı kuzey ve kuzeydoğusunda yer alan ince taneli zemin genellikle düşük plastisiteli olup, kum muhtevası yüksektir. Bu zeminler, Birleştirilmiş Zemin Sınıflama Sistemine göre, “kumlu killi silt, siltli kum ve düşük plastisiteli kil-silt” olarak sınıflanmaktadır. Çalışma alanının güneyinde ve güneybatısında yer alan ince



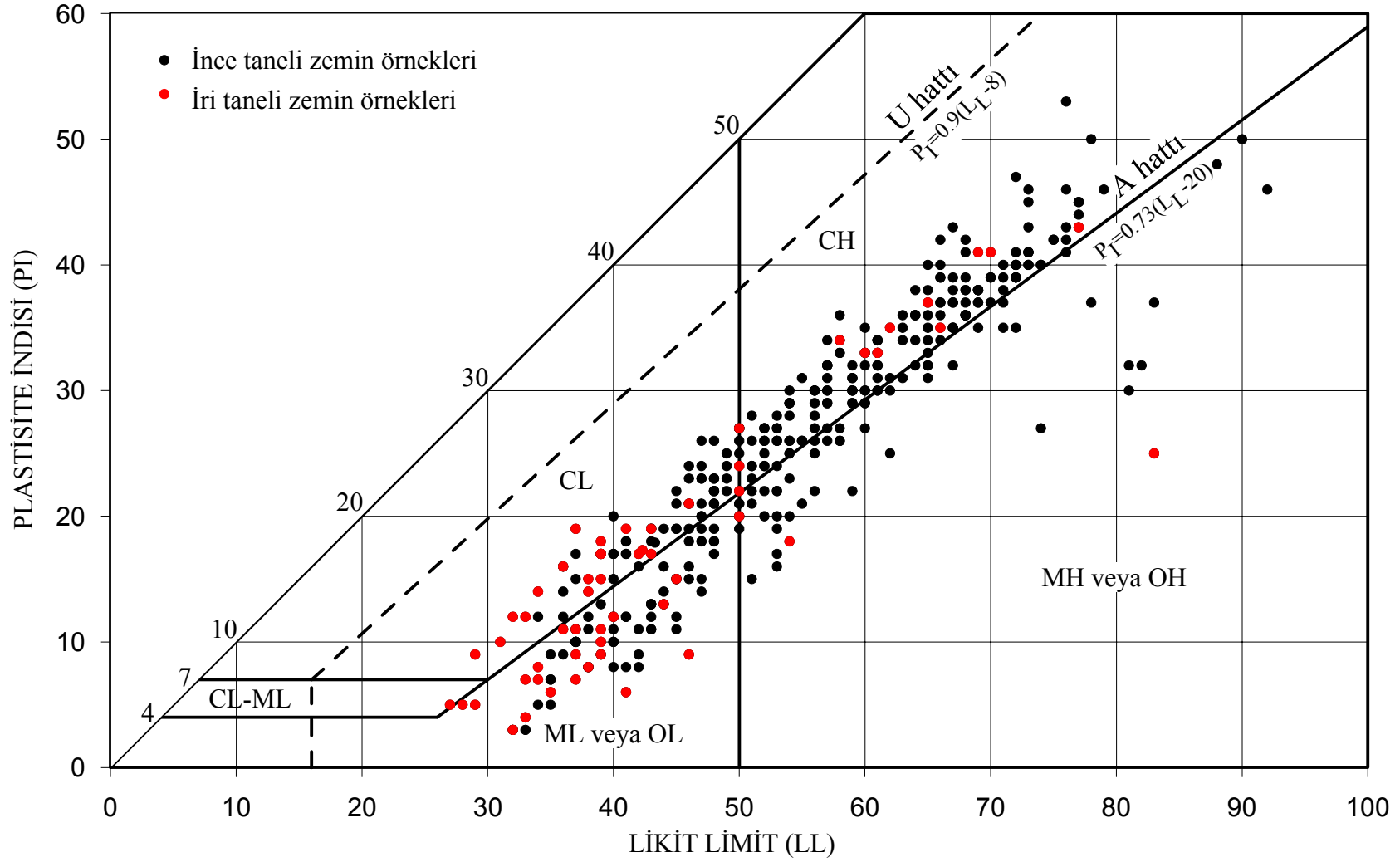
Şekil 5.2. İnce taneli zemin örneklerinin tane dağılım aralığı

Çizelge 5.2. Tanımlama deneyleri istatistiksel sonuçları

Zemin Özellikleri	Numune Sayısı	DEĞER			Standart sapma
		En küçük	En büyük	Ortalama	
<u>Tane Dağılımı</u>					
-0.075 mm den geçen (%)	383	11.0	98.0	66.3	16.1
-4.75 mm den geçen (%)	383	35.0	100.0	96.0	9.3
<u>Kıvam Limitleri</u>					
-Likit Limit (%)	377	27.0	92.0	54.2	13.1
-Plastik Limit (%)	375	18.0	58.0	28.8	4.8
-Plastisite İndisi (%)	375	3.0	53.0	25.5	11.0
<u>Su Muhtevası (%)</u>	376	3.1	52.8	30.5	10.4
<u>Doğal Yoğunluk (Mg/m³)</u>	294	0.78	2.20	1.82	0.13

taneli zeminler yüksek plastisiteli olup, “yüksek plastisiteli kil-silt olarak gruplandırılmaktadır.

Çalışma alanı içinde yer alan ince taneli zeminlerin kıvam indisleri oldukça değişkendir. Likit limit değerleri 27 ile 92 arasında değişmekte olup ortalama değeri % 54.2’dir. İlgili zemin örneklerinin plastisite indisi değerleri de geniş bir aralıkta yer almaktadır (PI=3-53). Ancak ortalama değer düşük bir standart sapma değeri ile % 25.5 olarak gerçekleşmiştir. Bu veriler ışığında, ortalama değerlerin plastisite kartındaki yeri A-hattının üzerinde ve LL=50 sınır çizgisinin sağında kalmaktadır. Buna göre çalışma alanındaki zemin genellikle yüksek plastisiteli kil-silt özelliği taşımaktadır. Zemin özelliklerinin hiçbirisi organik değildir. Tüm zemin örneklerin plastisite kartındaki yeri, Şekil 5.3’de sunulmaktadır.



Şekil 5.3. Zemin örneklerinin plastisite kartındaki yeri

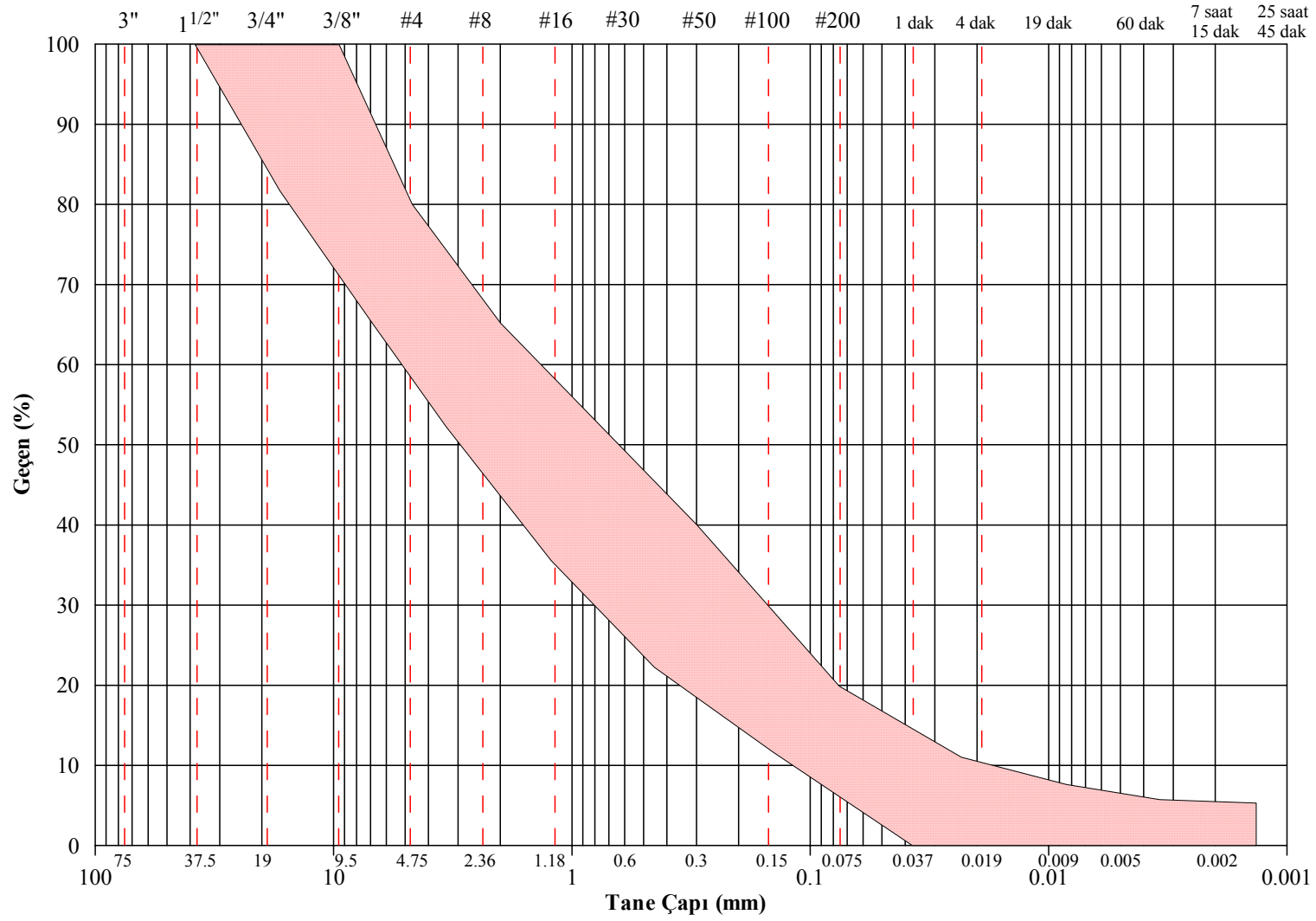
Çalışma kapsamında yer alan zeminlerin likitlik indisi değerleri oldukça değişken olup, -6.03 ile 2.94 arasında değişmektedir. Bu verilere göre zemin katı kıvamdan akışkan kıvama kadar geniş bir aralıkta yer almaktadır. Ortalama değere göre zeminin genellikle yarı katı-plastik kıvam sınırında olduğu görülmektedir. Likitlik indisi değerleri genellikle statik su seviyesinin konumuna göre değişiklik arz etmektedir. Su seviyesine yakın veya su seviyesinin altından alınan numunelerde büyük iken, su seviyesi üzerindeki numunelerde ise ilgili değer oldukça küçüktür. Bu verilerin zeminin mühendislik özellikleri ile birlikte tanımlanması uygun olacaktır.

Altta iri taneli zemin ise kum ve çakıl boyutundaki malzemedir. En altta iri çakıldan oluşmakta olan bu zemin üst seviyelerde kumlu çakıla, daha üst seviyelerde ise çakıllı kuma dönüşmektedir. Bu zemin oldukça sıktır ve her yerde iyi derecelenme göstermemektedir. Daha üst seviyelerde ise kum ve siltli kum zemin yer almaktadır. Oldukça düşük darbe direnci değerlerine sahip bu zeminin, daha önce tanımlanan ince taneli zemin altında yer aldığı belirtilmelidir. İlgili zeminlerin tane dağılımı aralığı Şekil 5.4'de sunulmaktadır.

5.2.3. SPT N- darbe direnci değerleri

Standart Penetrasyon Deneyi (SPT), ilk defa ABD'de kullanılmaya başlamış olup çapı 60-100 mm arasında değişen sondaj deliklerinde uygulanabilen basit ve ucuz bir deneydir. Bu deney, dikkatli yapıldığı zaman zeminin fiziksel ve mekanik özellikleri hakkında faydalı bilgiler sağlamaktadır. Esas olarak kumlu zeminlerde kullanılan bu deney, yumuşak killerden zayıf kayalara kadar değişiklik malzemelerde farklı amaçlar için uygulanabilmektedir.

Basit mekanik bir mekanizması olan bu deneyde, özel sonda deney yapılacak seviyeye indirilir. 63.5 kg'lık bir ağırlık 76 cm yükseklikten düşürülerek, sondanın zemin içinde 30 cm ilerlemesi için gerekli enerji veya darbe sayısı tespit edilir. Deneyi yapan sondörün deneyiminden kullanılan malzemenin yıpranma derecesine kadar birçok faktörün etki ettiği bu deney, elde edilen ham darbe sayısı değerlerinin deney yapılan seviye ve yeraltı suyu durumuna göre düzeltilmesi gerekmektedir. Bu verilere bağlı olarak temel zemininin taşıma gücüne yaklaşımda bulunulur (Tosun, 1989 ve 1993). Bu deney sonuçlarına bağlı olarak, temel zemininin sıvılaşma potansiyeli



Şekil 5.4. İri taneli zeminlerin tane dağılım aralığı

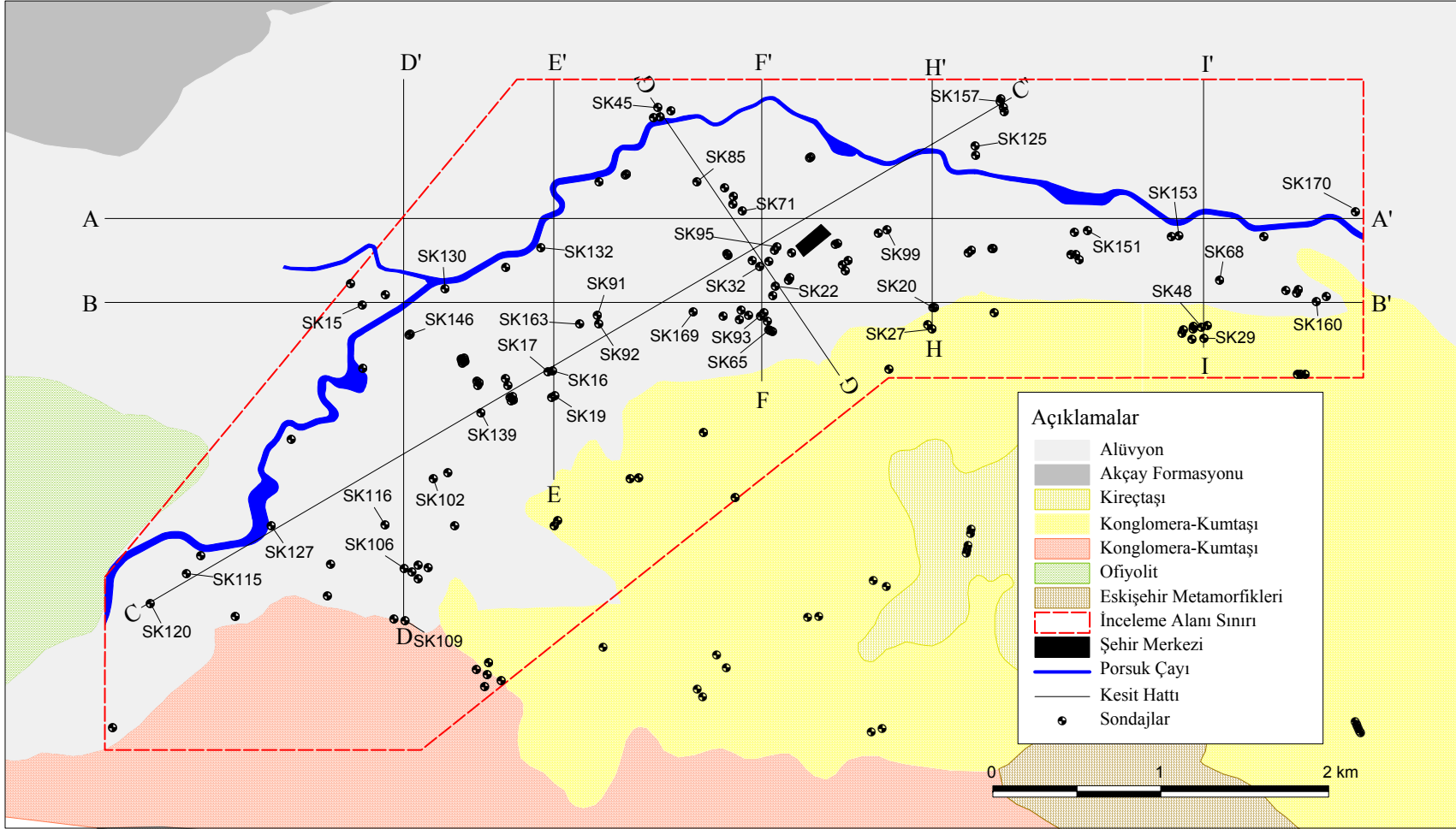
belirlenebilir (Seed, et al., 1985; Seed and DeAlba, 1986; Tosun, 2002).

İnceleme alanında değişik zemin profilleri ile karşılaşmış ve bu zemin profillerinin tanımlanmasında, uygulama alanının genişliğinden dolayı, SPT deneyleri yapılmış ve bu verilerin düşey yönde profilleri oluşturulmuş ve bu profiller yatay yönde ilişkilendirilmiştir. Bu amaçla, çalışmada dikkate alınan tüm kesitler için oluşturulan profiller Şekil 5.5’de sunulmaktadır. Bu kesitlerden de görülebileceği en düşük darbe sayıları, DDY hastanesi, Hava Hastanesi ve Okullar hattı (FF ve GG) civarında görülmüştür (Şekil 5.6). Genelleme yapılırsa, en düşük değerlerin Porsuk çayının kuzeye doğru geniş bir yay çizdiği alan içerisinde, bir başka ifade ile şehir merkezinde özellikle ticaretin yoğun yapıldığı alanlarda görülmektedir. Bu tanımlanan alanlarda, yüzeyden ortalama 5 m derinliğe kadar N-darbe direnci değerlerinin çok düşük olduğu, bazı yerlerde bu değerlerin 5’in altına dahi düştüğü görülmektedir. Derin seviyelerde ilgili değerler yükselmektedir. Bu seviyelerde zemin “sıkı-çok sıkı iri taneli” tanımlamasına uygun konuma ulaşmaktadır.

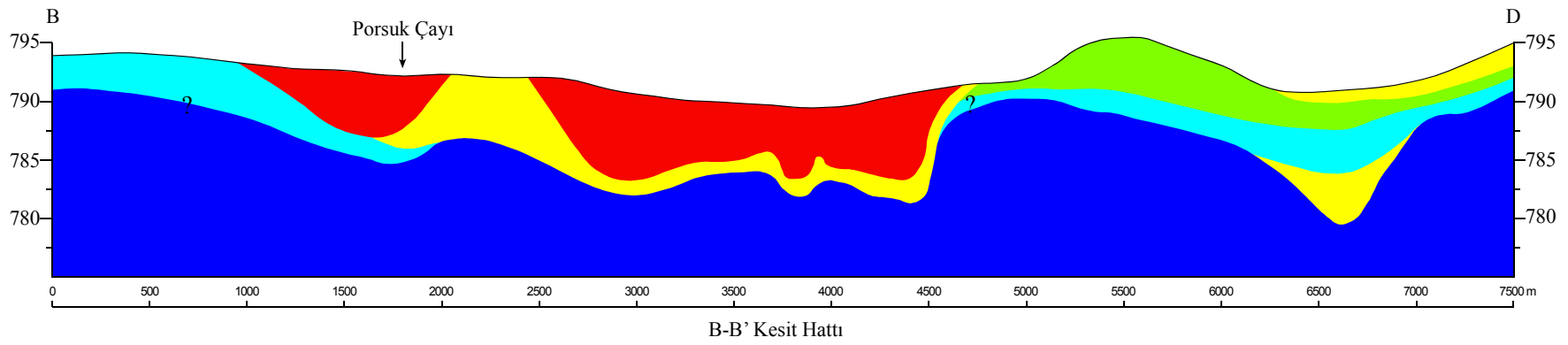
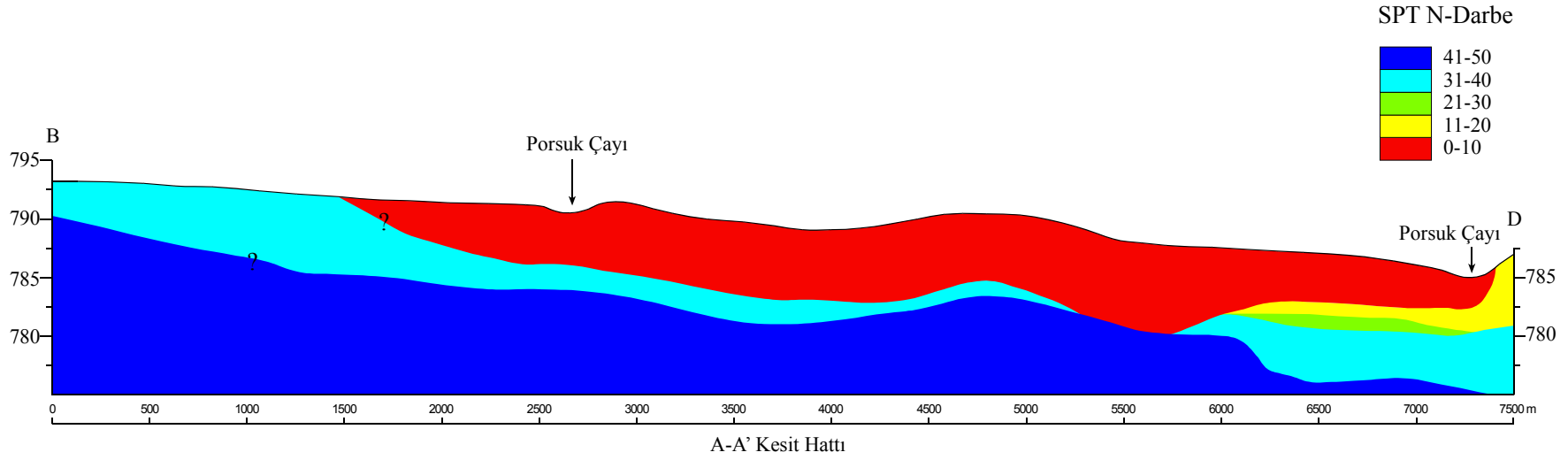
Bu verilerin yatay yöndeki dağılımı incelendiğinde çok daha anlamlı sonuçların olduğu görülmektedir. Yüzeyden 1.5, 2.5, 3.5, 4.5, 5.5, 6.5, 7.5, 8.5, 9.5 ve 10.5 m derinlikler için bu çalışmalar yürütülmüş ve ilgili haritalar Şekil 5.7 ile 5.16 arasında sunulmaktadır. Deney yapılmayan alanlar değerlendirme dışı bırakılmıştır.

Çalışma alanında yüzeye yakın bölgelerde, özellikle şehir merkezinde ve Porsuk çayı güzergahında düşük N-darbe sayıları elde edilmiştir. Daha derin seviyelere doğru, yalnızca Porsuk çayı civarında düşük N-darbe direnci değerlerinin olduğu görülmektedir (Şekil 5.7, 5.8 ve 5.9).

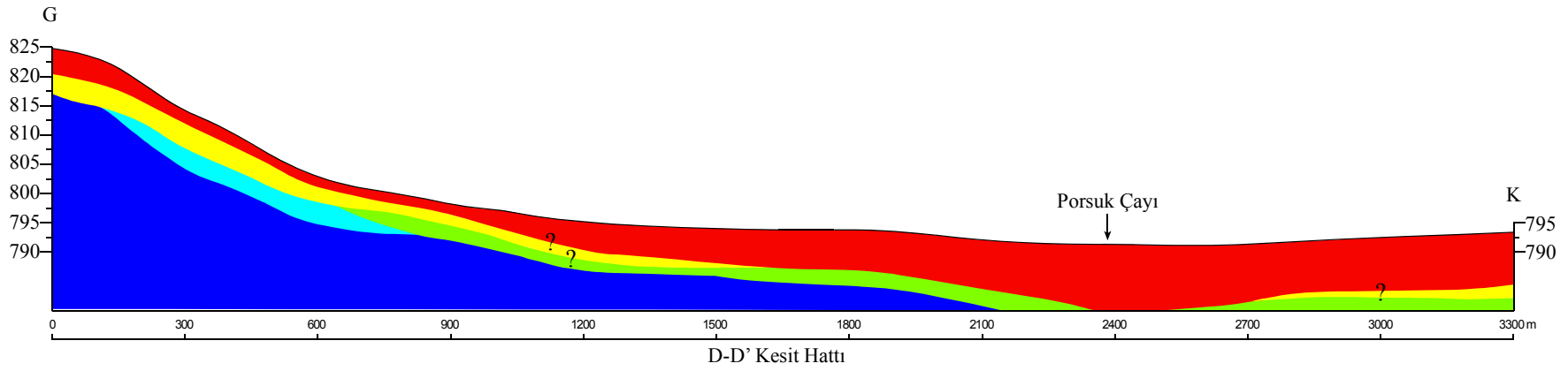
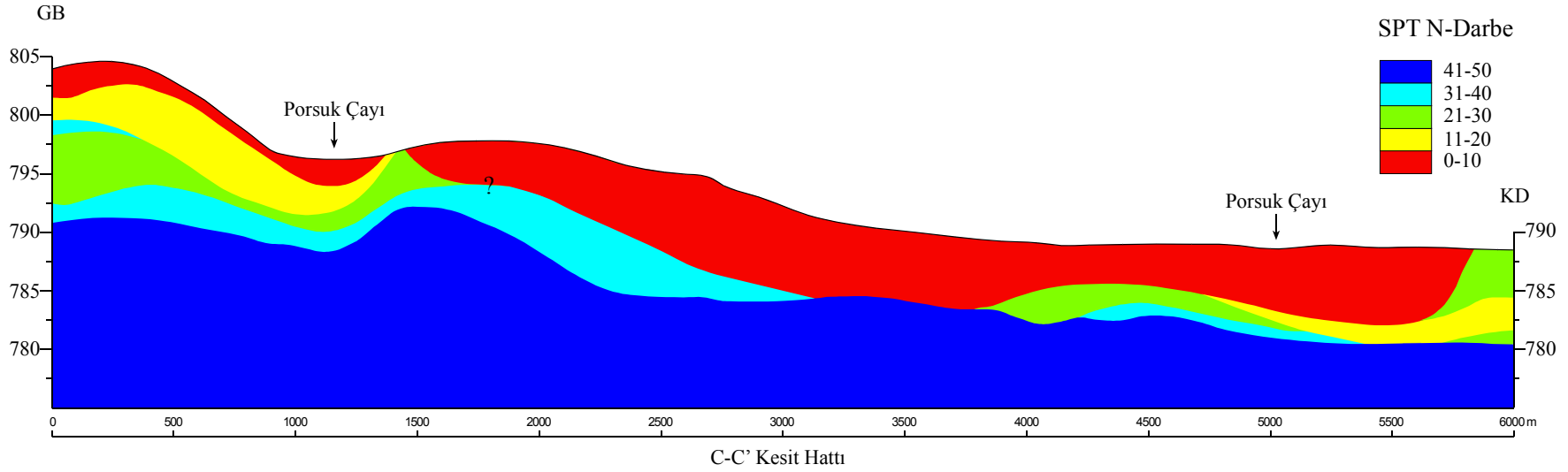
Yüzeyden yaklaşık 5.0-5.5 m derinlikte N-darbe direnci değerlerinin arttığı görülmektedir. Bunun nedeni, bu seviyelerde sıkı kum ve kumlu çakıl zemine girilmesinden dolayıdır. Daha derin seviyelerde ise, N-darbe direnci değerlerinin 40-50 değerlerine ulaştığı görülmektedir (Şekil 5.11, 5.12 ve 5.13). Ancak inceleme alanı doğusunda şeker fabrikası civarında derin seviyelerde de düşük N-darbe direnci değerlerinin olduğu görülmektedir (Şekil 5.13). Yüzeyden 10 m derinlikten sonra uniform bir dağılımın olduğu söylenebilir (Şekil 5.16). Bu durum, ilgili seviyelerde sıkı iri taneli bir zeminin olduğunu göstermektedir.



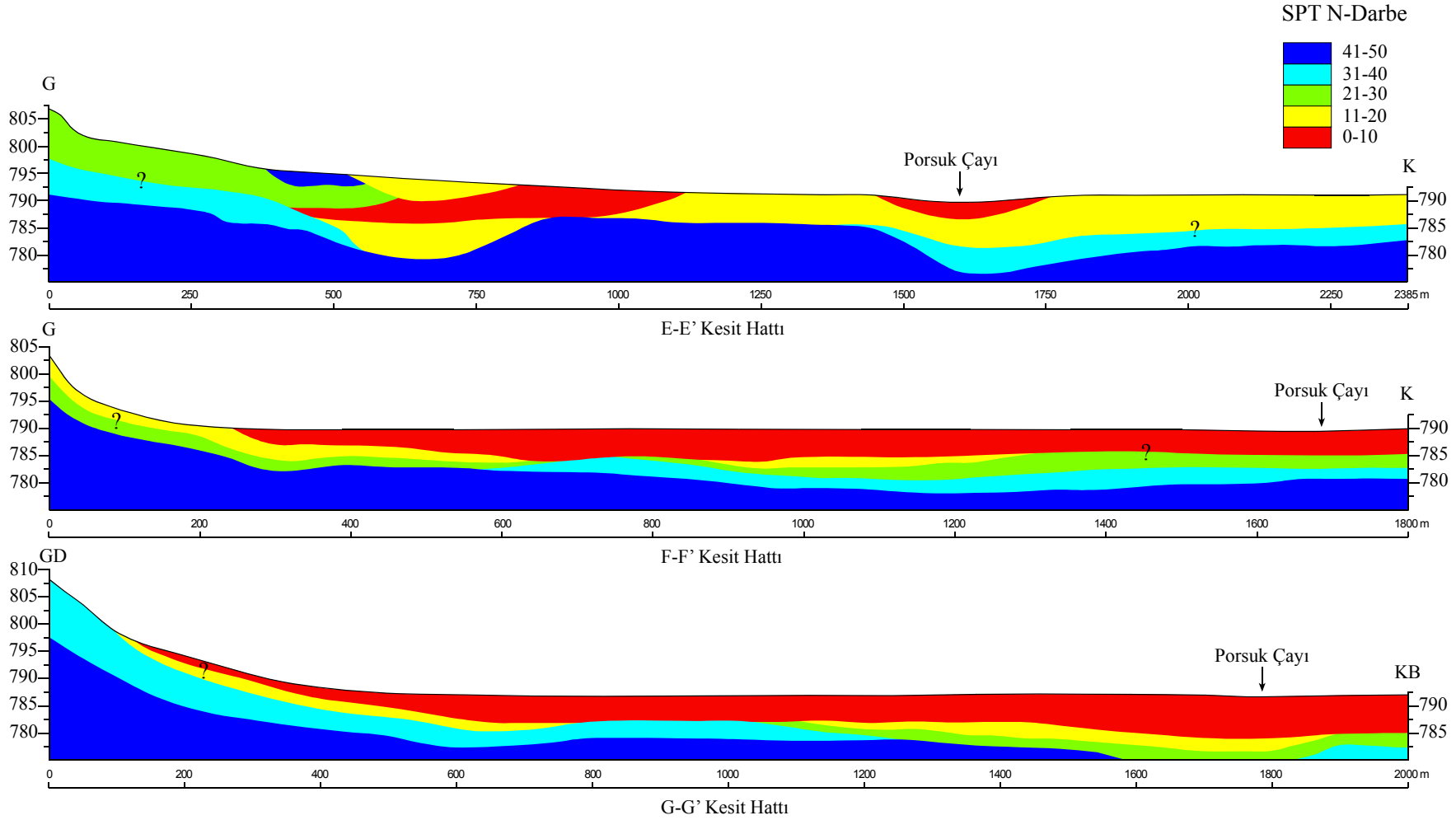
Şekil 5.5. İnceleme alanında dikkate alınan SPT profil ve jeolojik kesit hatları



Şekil 5.6. İnceleme alanından alınan SPT kesitleri.

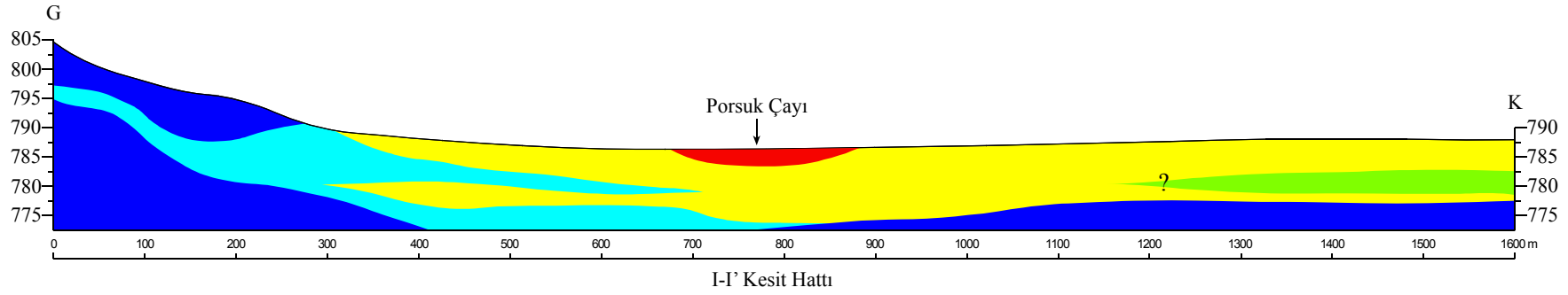
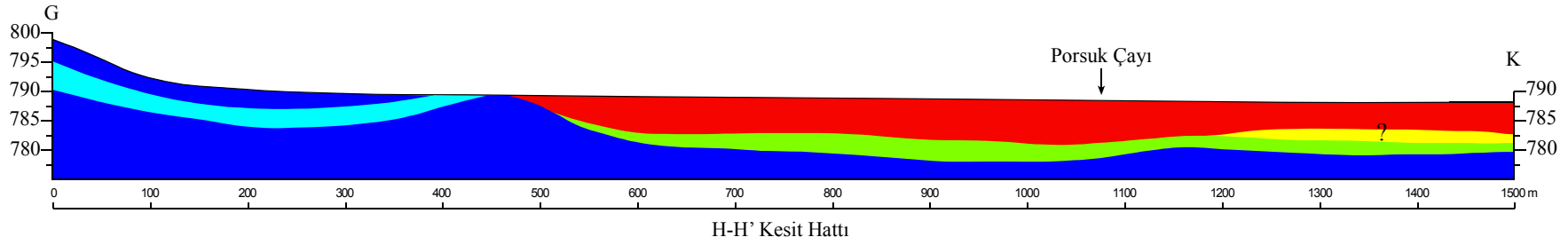
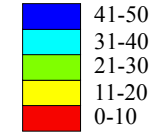


Şekil 5.6. devam

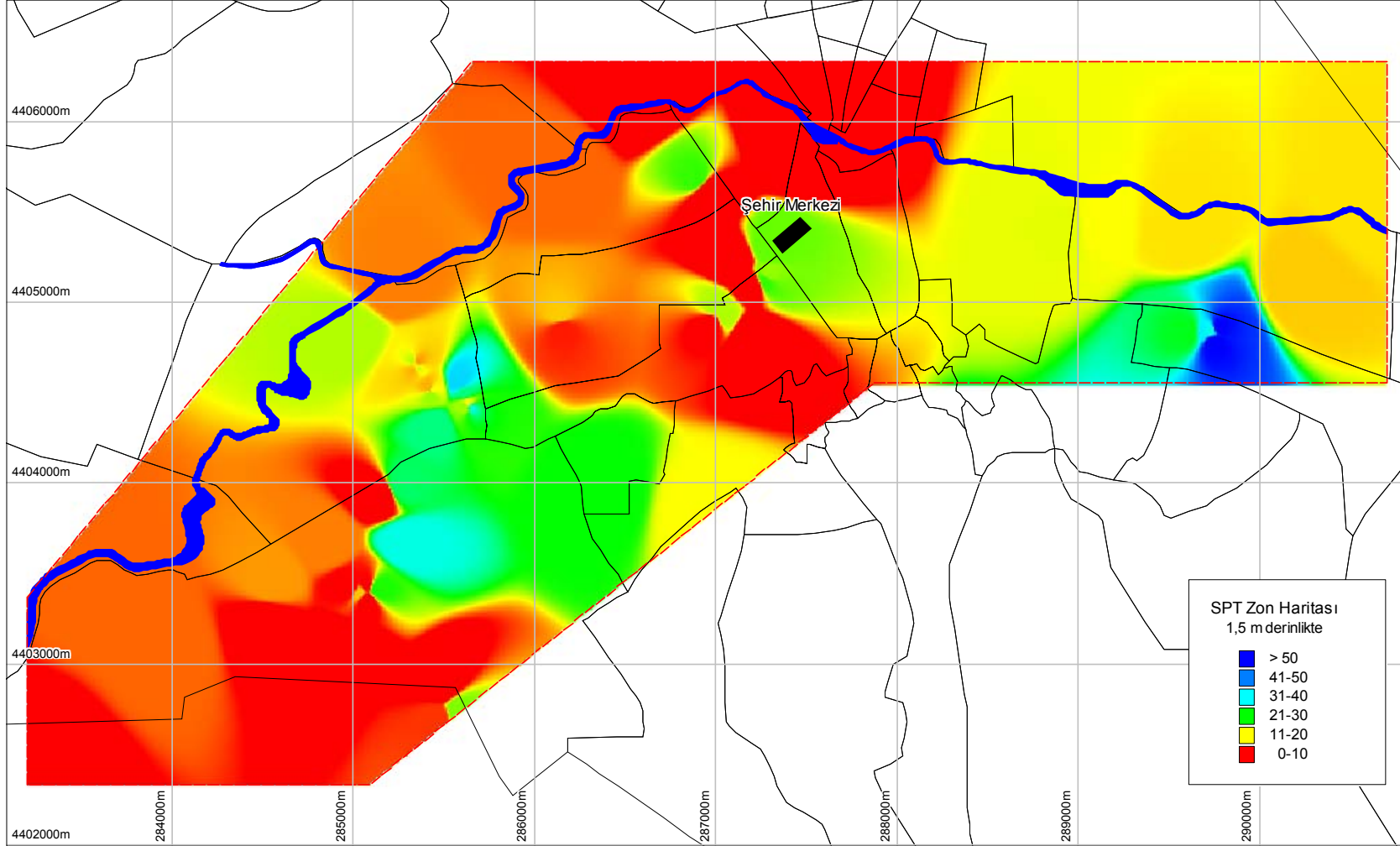


Şekil 5.6. devam

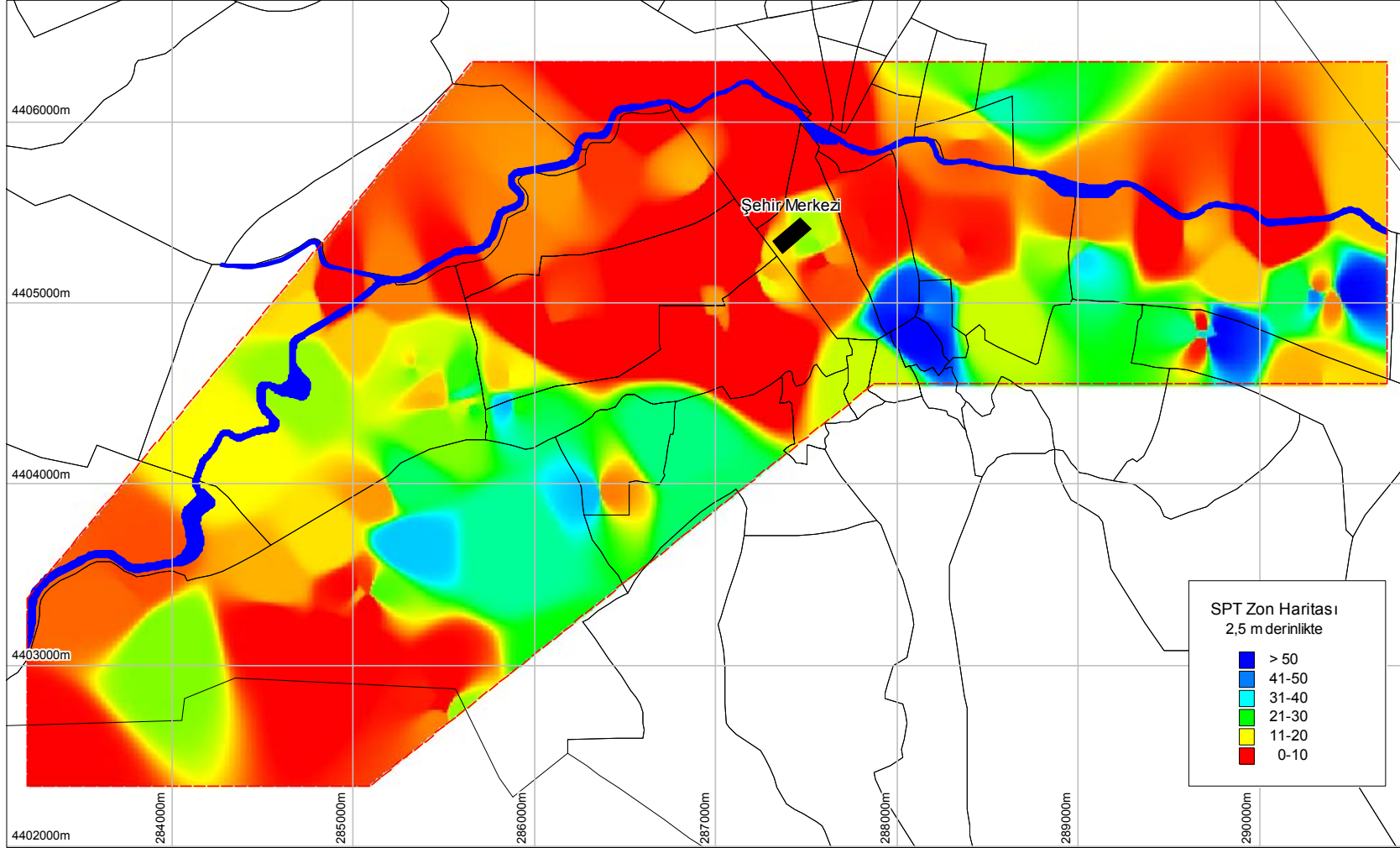
SPT N-Darbe



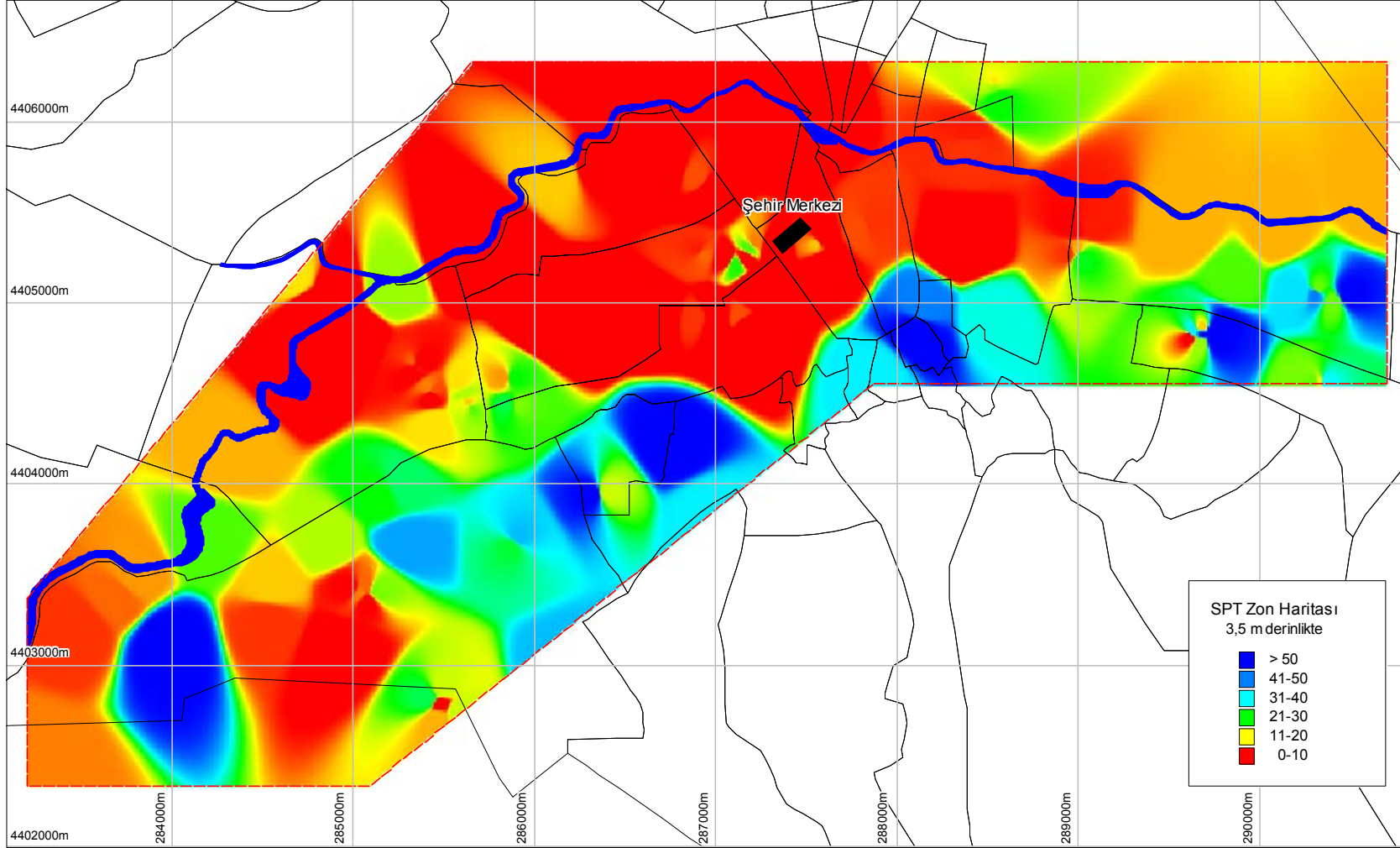
Şekil 5.6. devam



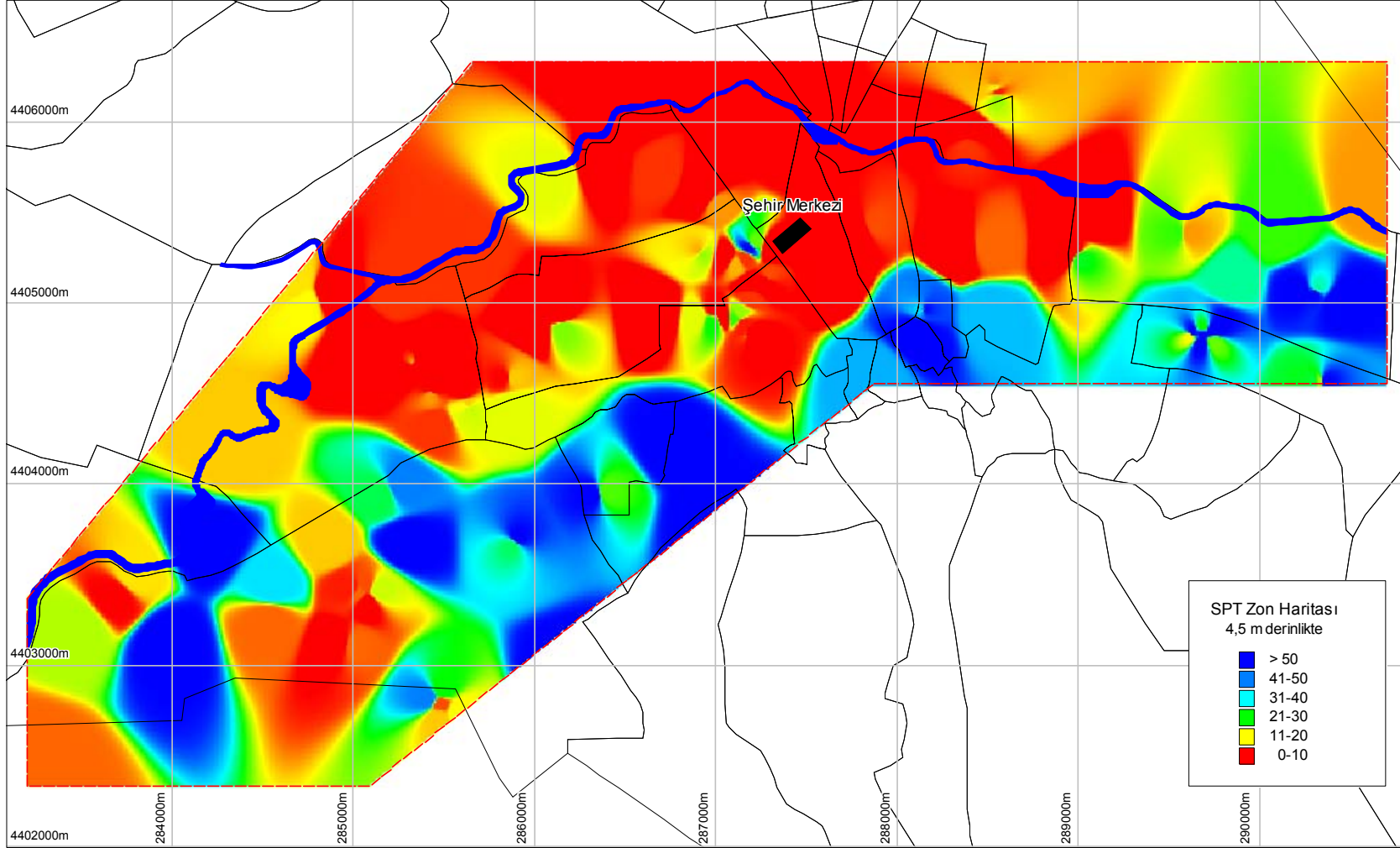
Şekil 5.7. Yüzeiden 1.5 m derinlik için SPT Zon haritası



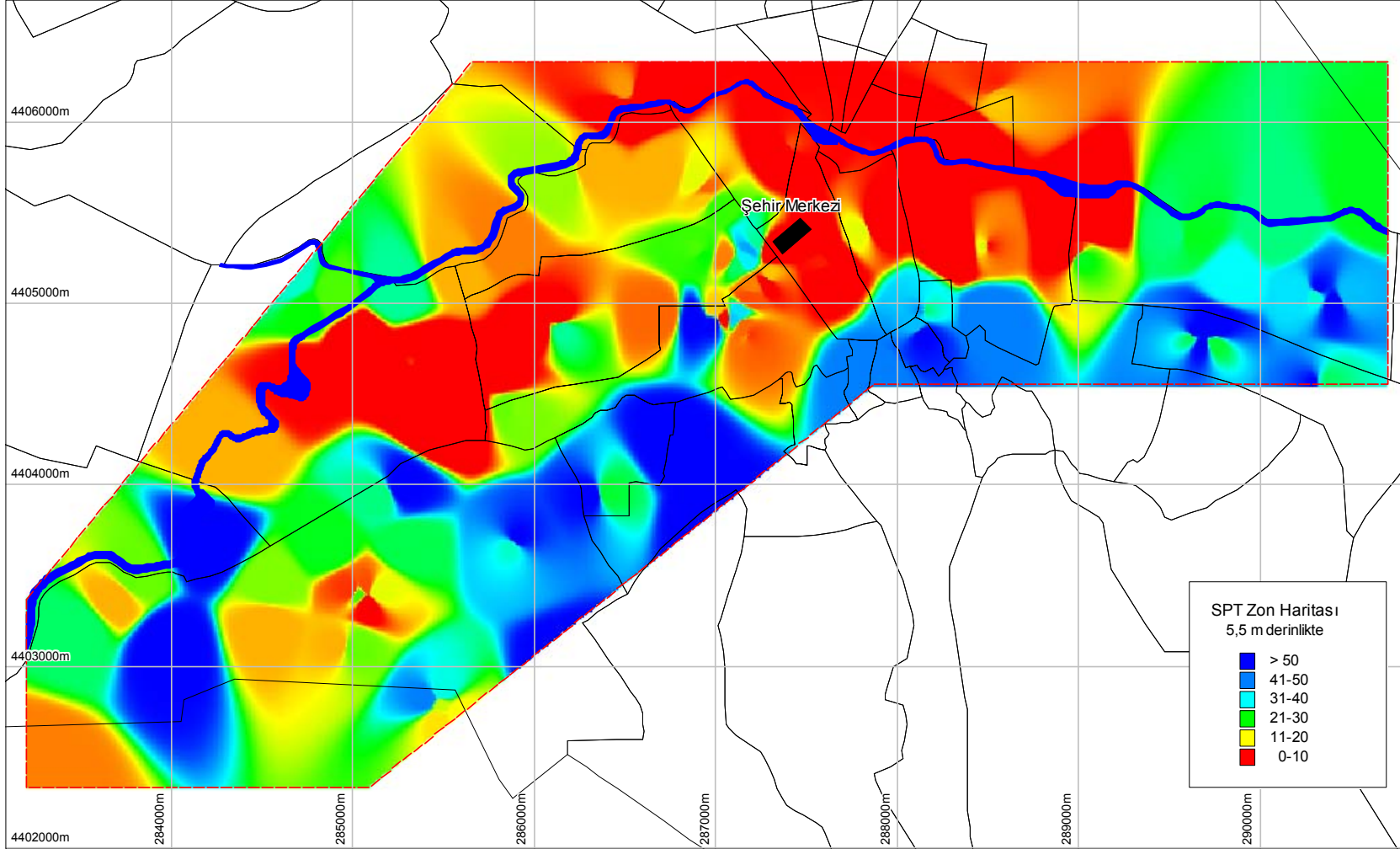
Şekil 5.8. Yüzeyden 2.5 m derinlik için SPT Zon haritası



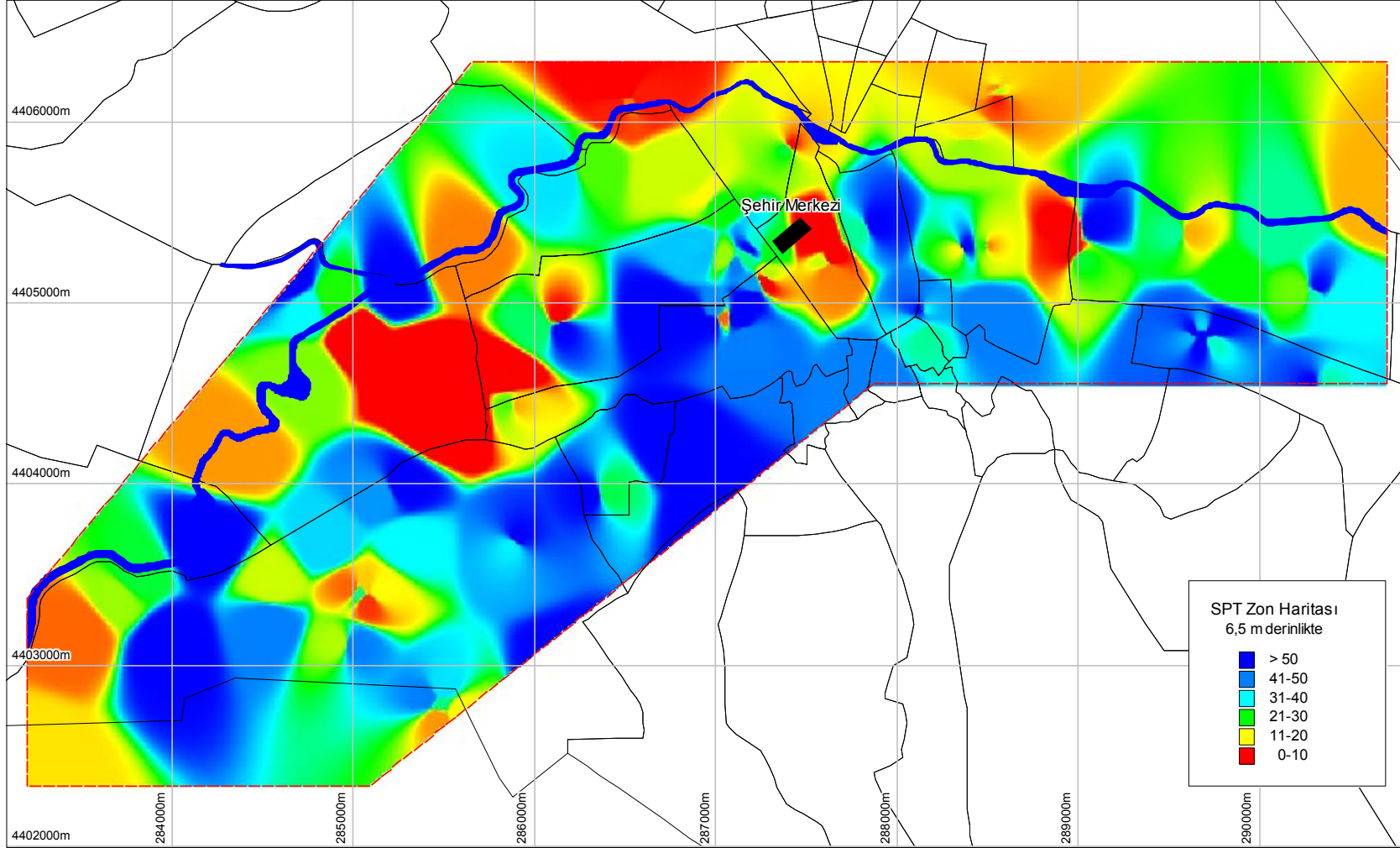
Şekil 5.9. Yüzeyden 3.5 m derinlik için SPT Zon haritası



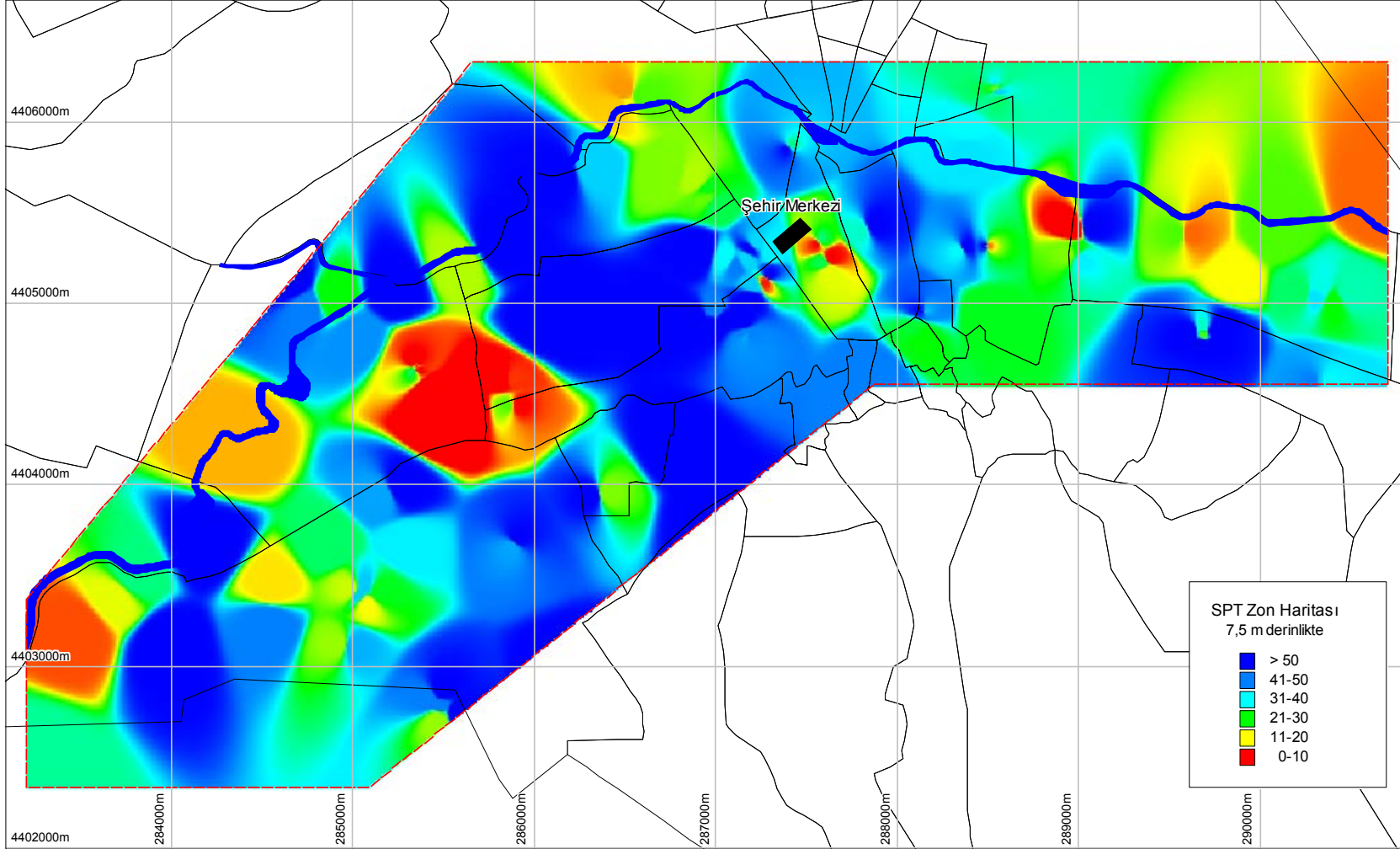
Şekil 5.10. Yüzyden 4.5 m derinlik için SPT Zon haritası



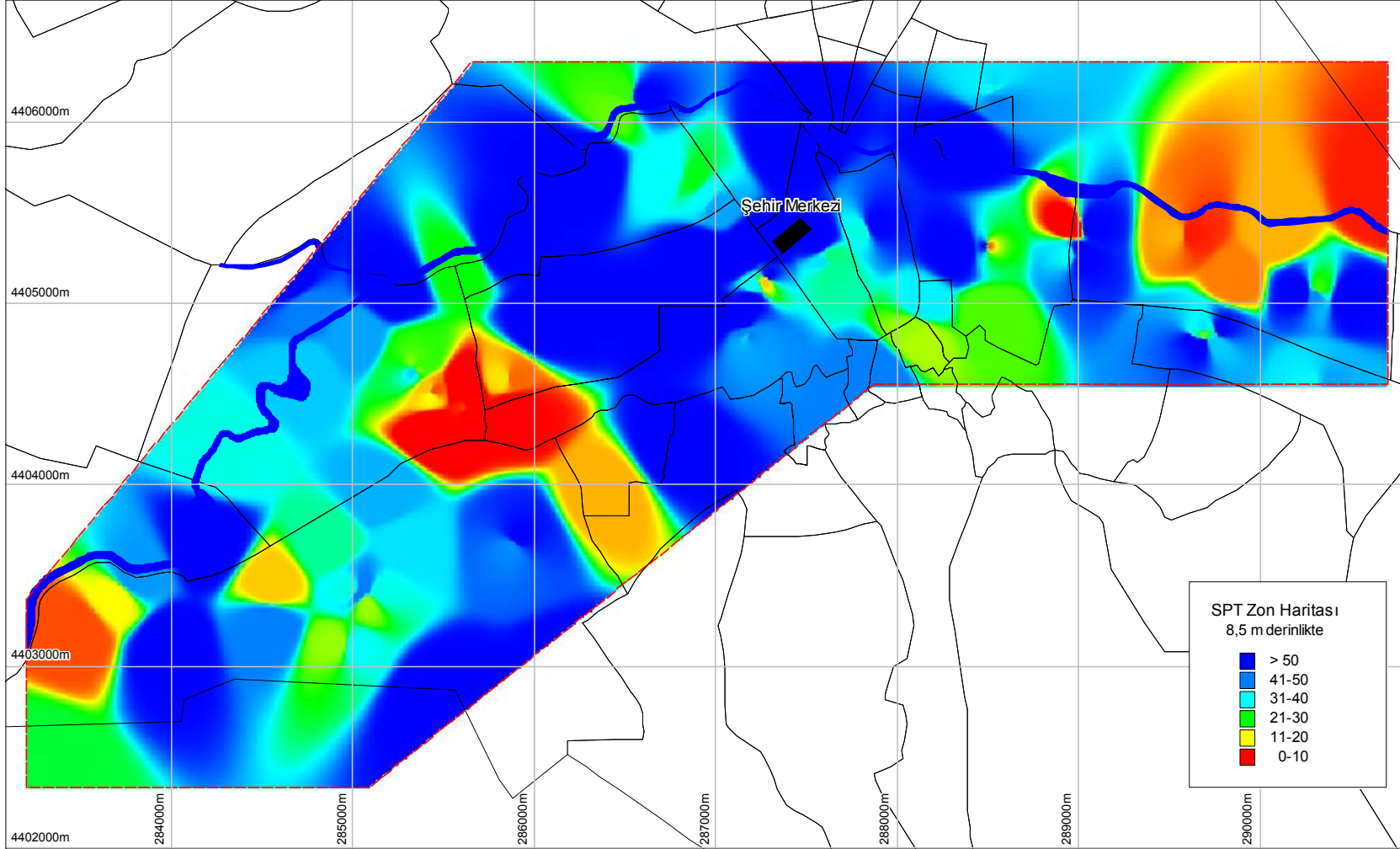
Şekil 5.11. Yüzeyden 5.5 m derinlik için SPT Zon haritası



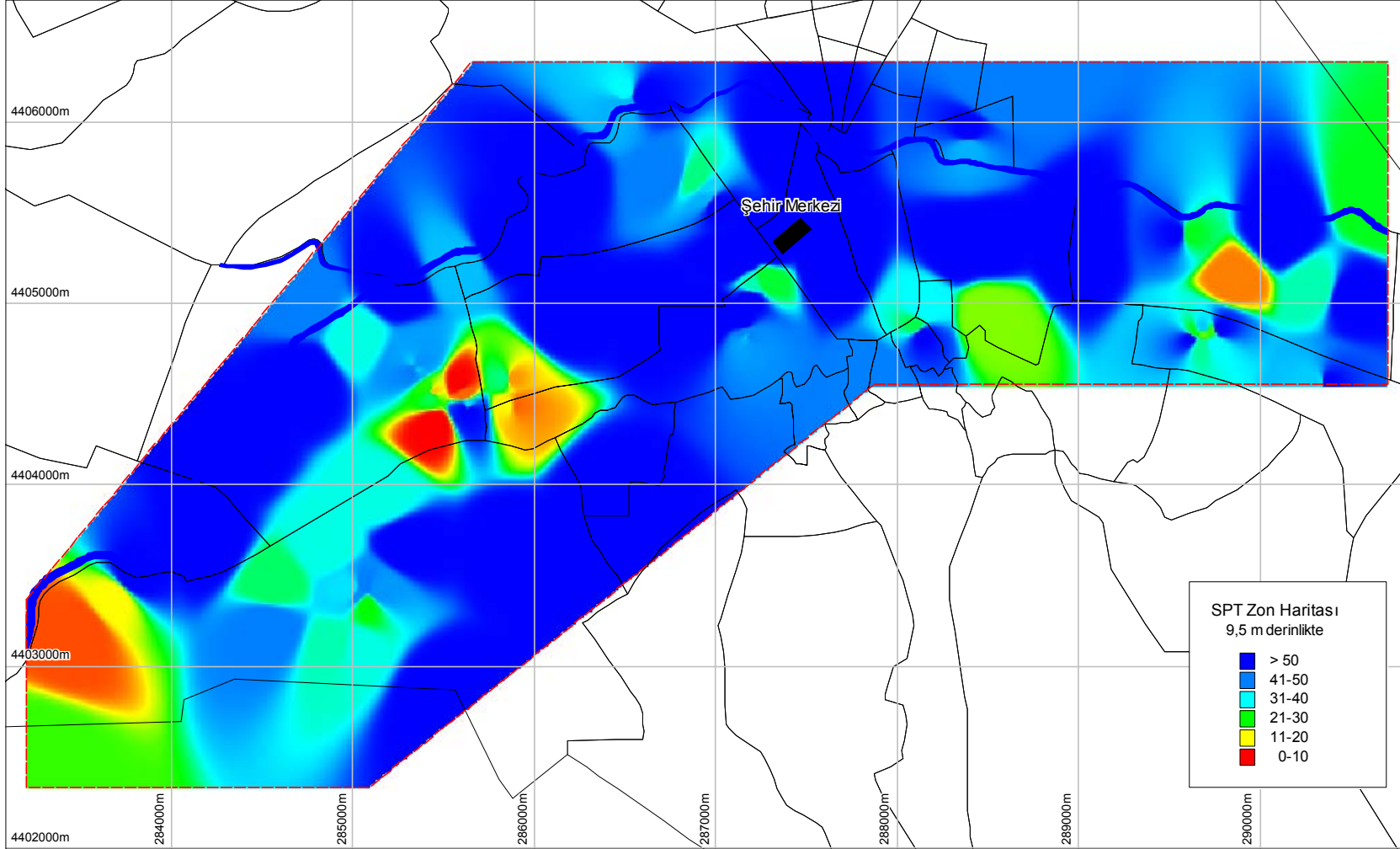
Şekil 5.12. Yüzeyden 6.5 m derinlik için SPT Zon haritası



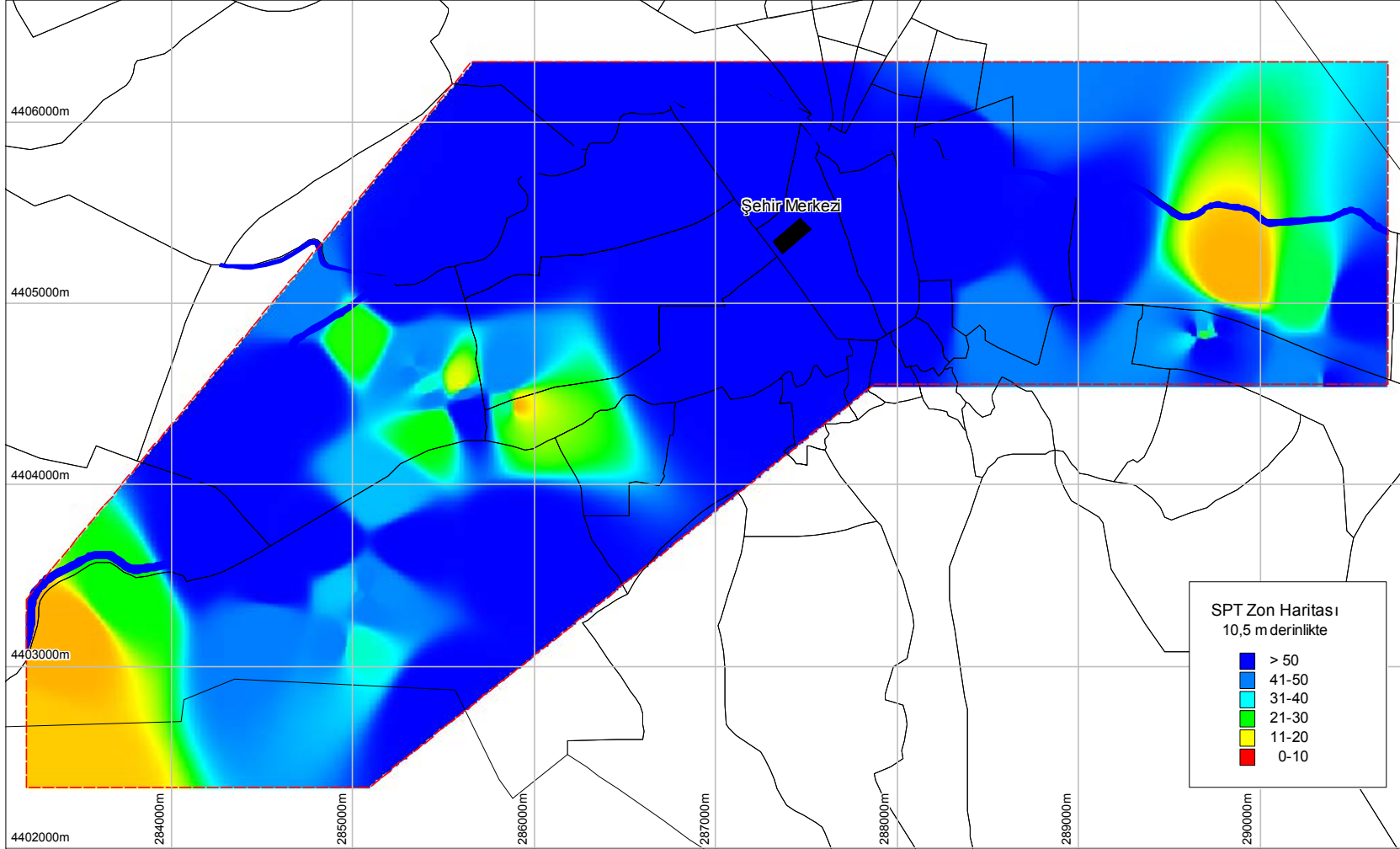
Şekil 5.13. Yüzeyden 7.5 m derinlik için SPT Zon haritası



Şekil 5.14. Yüzeyden 8.5 m derinlik için SPT Zon haritası



Şekil 5.15. Yüzeyden 9.5 m derinlik için SPT Zon haritası



Şekil 5.16. Yüzeiden 10.5 m derinlik için SPT Zon haritası

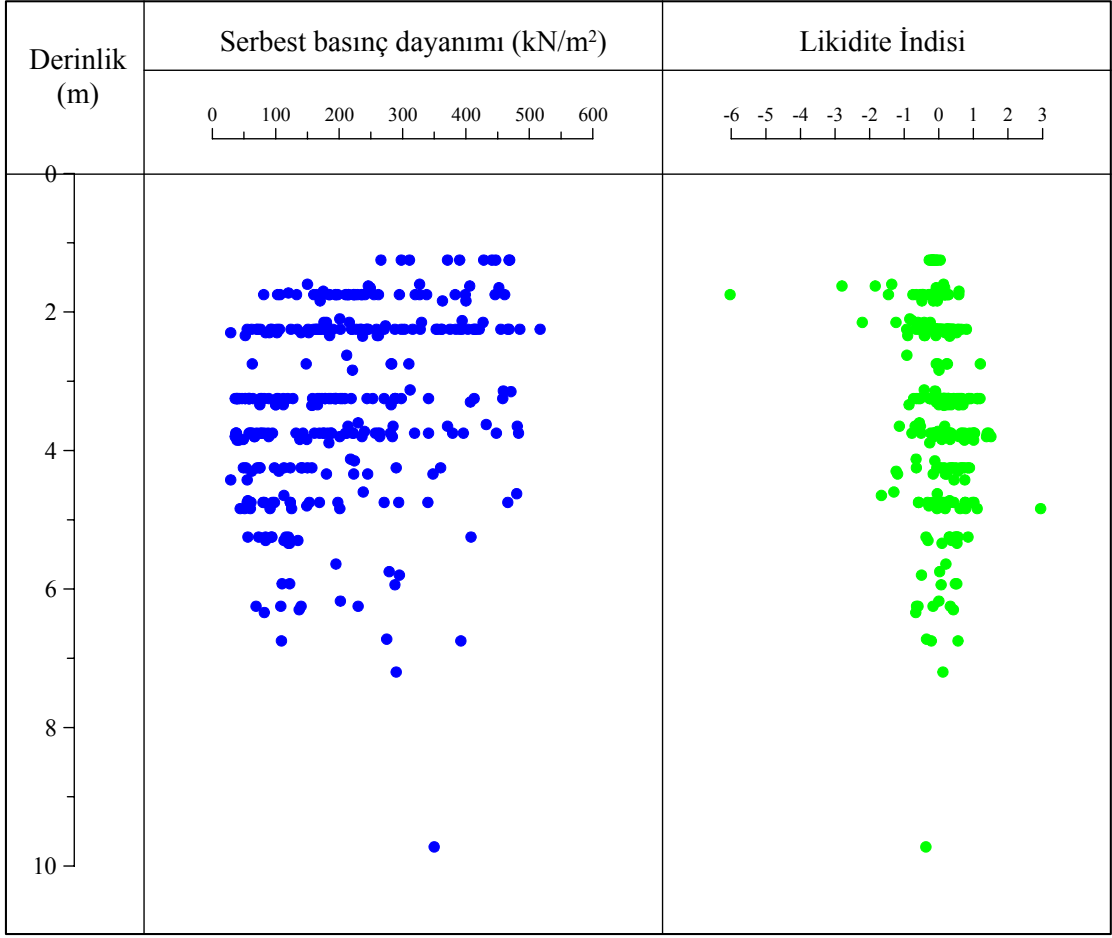
5.2.4. Serbest basınç dayanım değerleri

Serbest basınç deneyi, ince taneli ve doymuş zeminlerin dayanım karakteristiklerine yaklaşımda bulunmak için kullanılan basit bir eksenel yükleme deneyidir. Bu deney sonuçlarının zemini doğru temsil edebilmesi için zemin örneklerin ince çatlak, silt laminası gibi süreksizlikleri ihtiva etmemesi gereklidir ve deneyler yüksek hızda gerçekleştirilmektedir. Belirtilen sınırlamalara göre yapılan deneylerden elde edilen tek eksenli basınç dayanımı üzerinde göçme kriteri olabilecek tanımlamalar yapılmıştır.

Bu çalışmada da serbest basınç dayanımı ince taneli zeminlerle sınırlandırılmış ve sonuçların anlamlı olabilmesi için likitlik indisi değerleri dikkate alınarak benzer profiller oluşturulmuştur. Çalışmada dikkate alınan her karot için serbest basınç dayanımı ve likitlik indisi değerlerinin dağılımı Şekil 5.17'de gösterilmektedir.

Serbest basınç dayanımı değerleri oldukça geniş bir aralıkta değişmektedir (29-517 kN/m²). Değerlerin bu kadar geniş bir aralıkta değişmiş olması, su muhtevsındaki değişimden kaynaklanmaktadır. Statik su seviyesine yakın bölgede ilgili değerler düşmekte, yüzeye yakın bölgede ise, kuruma etkisinden dolayı su muhtevasının düşmesinden, değerler yükselmektedir. İlgili kriterler dikkatli değerlendirildiğinde, istenilen ölçüde anlamlı sonuçlara ulaşamadığı görülmektedir. Ayrıca bu deney sonuçlarına önemli ölçüde örselenmenin de etkili olabileceği belirtilmelidir.

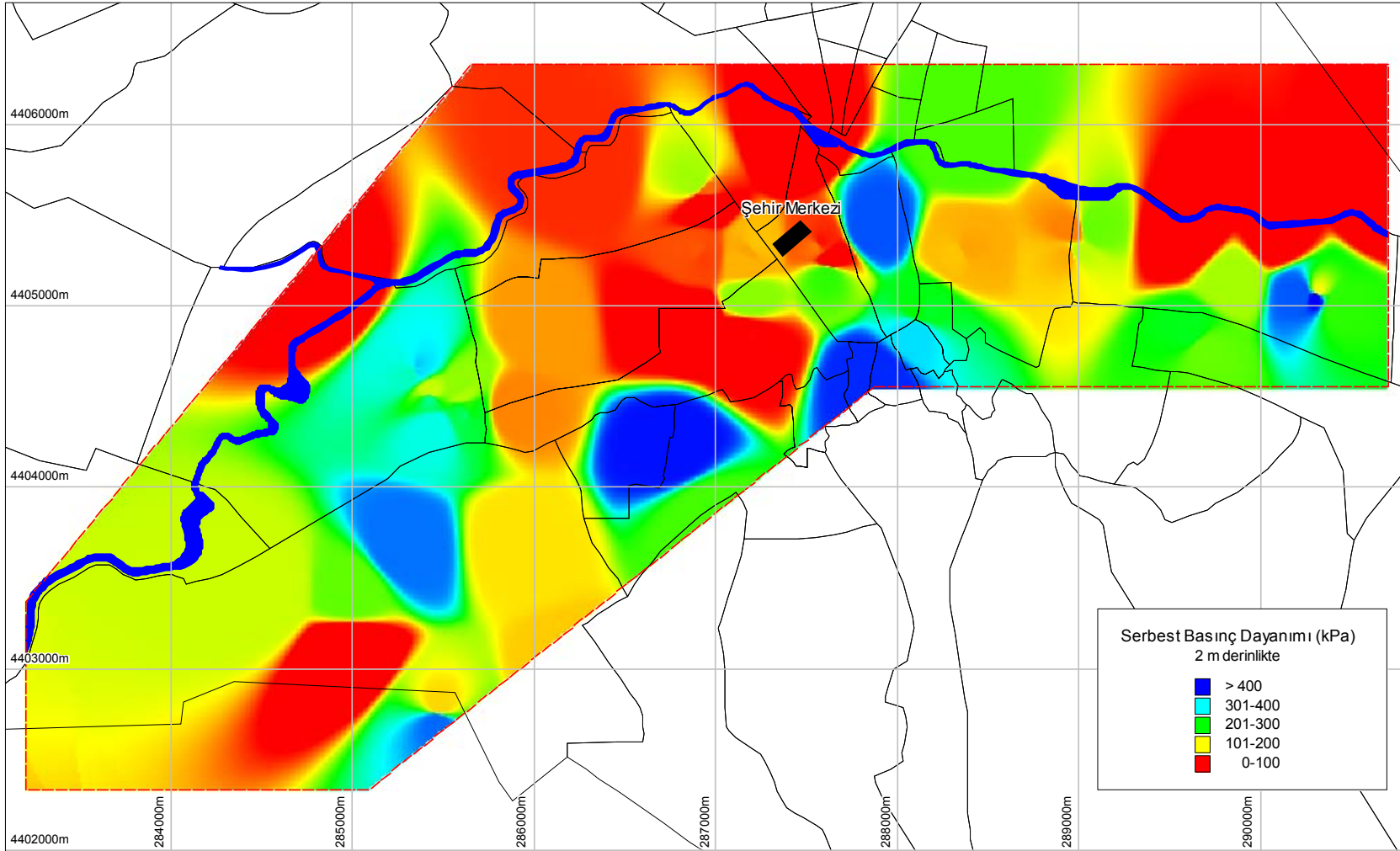
Serbest basınç dayanım değerlerinin çalışma alanında belirli seviyelerdeki değişimi incelenmiştir. Serbest basınç dayanımı değerlerine bağlı olarak oluşturulan zon haritaları 2, 3 ve 4 m derinlikler için sırayla Şekil 5.18, 5.19 ve 5.20'de verilmektedir. Üst seviyelerde hızlı değişiklik oluşurken nispi olarak daha derin seviyelerde değişiklik daha geniş aralıkta oluşmaktadır. Bunun nedeni de zemin örneklerinin suya doymuşluğudur. Doymuş zeminlerde drenajsız kayma dayanımını dolaylı olarak değerlendiren serbest basınç dayanımı değerleri oldukça düşüktür. Bunun nedeni ise doymuş zeminlerde örnek alımı esnasında düşük dirençten dolayı örselenme etkisinin daha fazla olmasıdır.



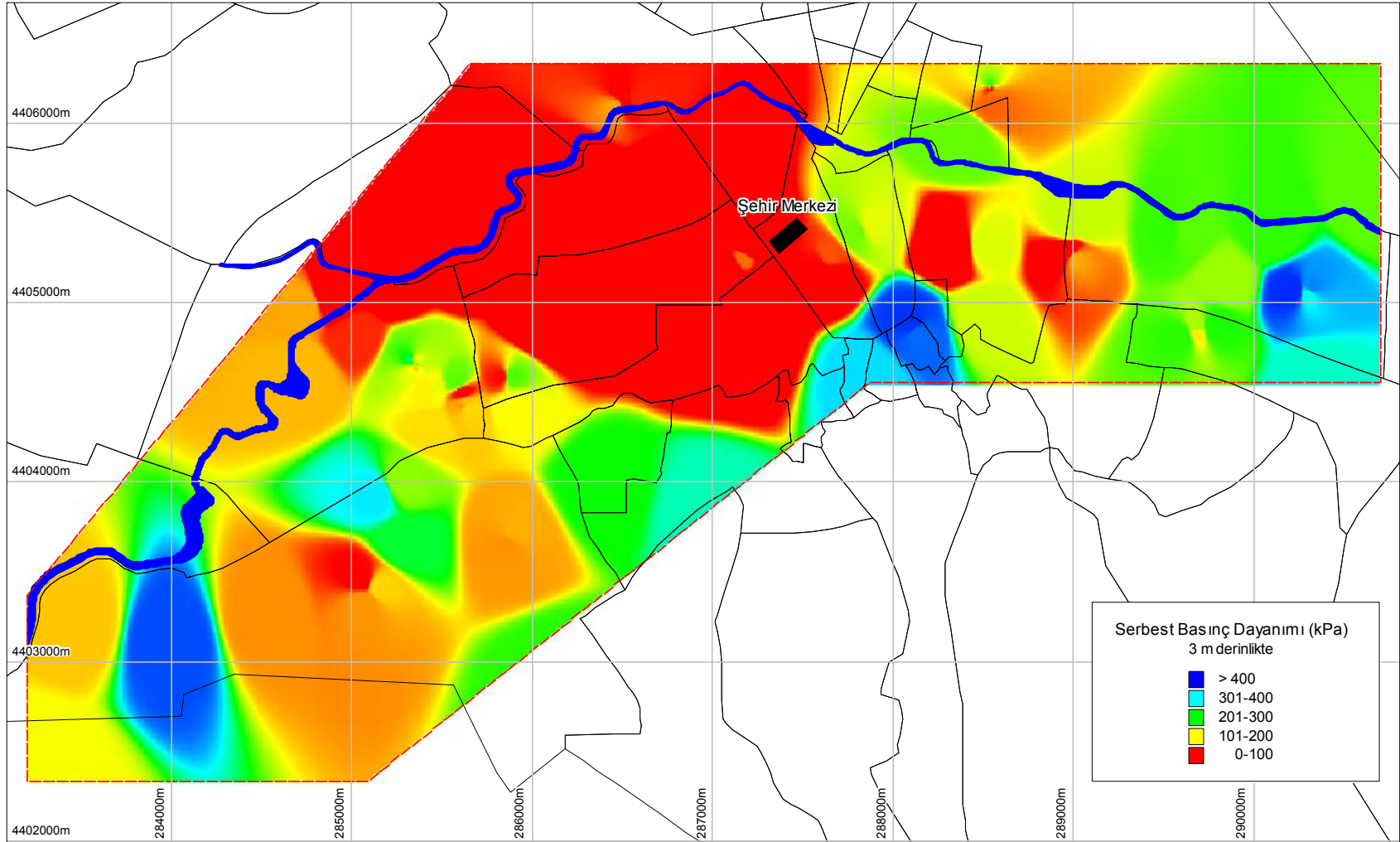
Şekil 5.17. Serbest basınç dayanımı ve likitlik indisi değerlerinin derinlikle değişimi

5.2.5. Presiyometrik modül ve limit basınç değerleri

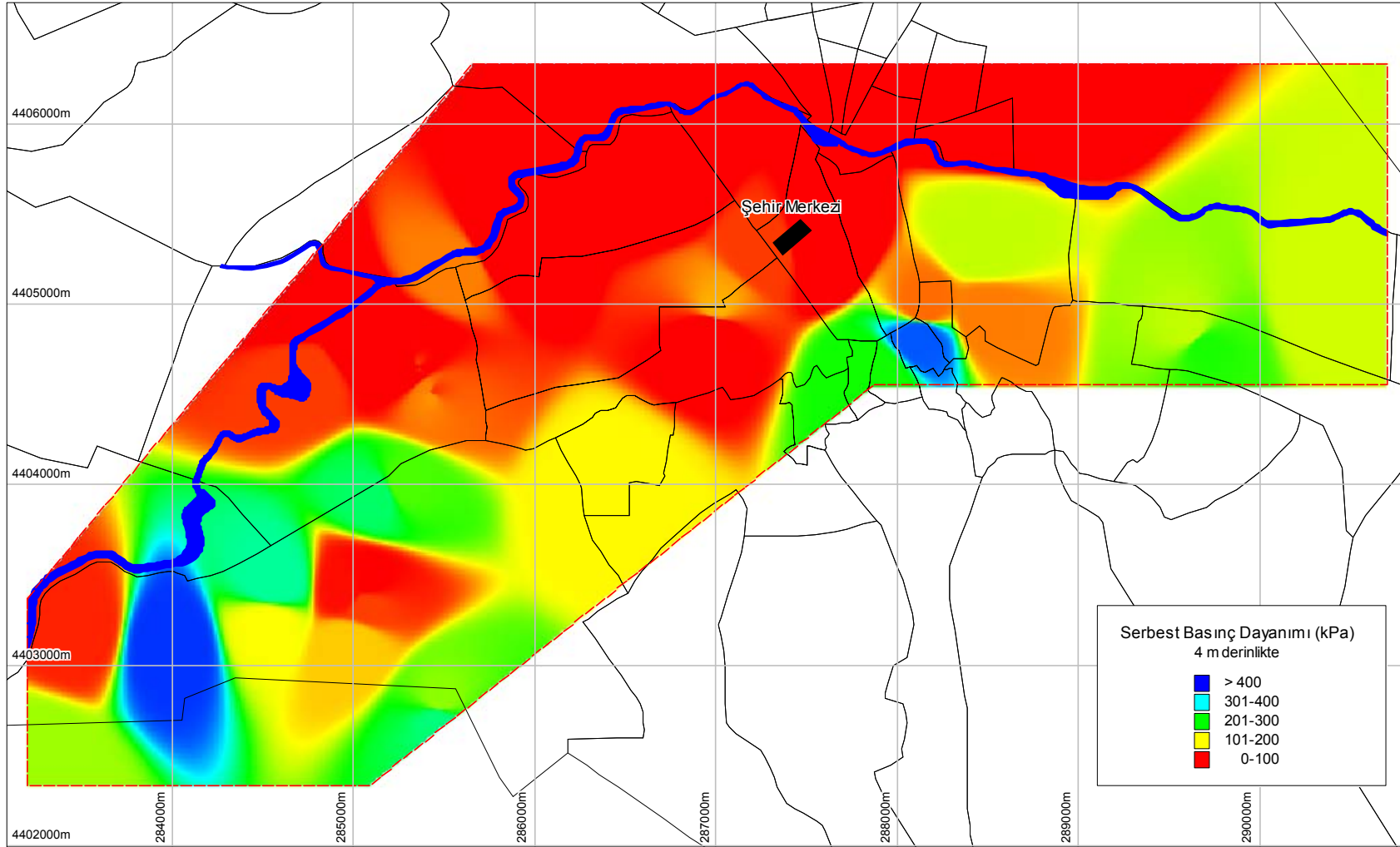
Presiyometre deneyi, temel tasarımında zemin açısından oldukça yararlı bilgiler sağlayabilen kolay uygulanabilir bir kuyu yükleme deneyidir. Çok geniş bir zemin türü aralığında ve zayıf kayalarda kullanılabilen bu deneyde basınç, su ve hava kullanılarak sağlanmaktadır. Deney cihazı iki ana bölümden oluşmaktadır. Birinci bölüm, cihazın zemin içindeki kısmı olup üç bölmeli bir sonda ve bağlantı kablolarını içermektedir. İkinci bölüm ise, cihazın yüzeydeki kısmı olup, sondaya gönderilen suyun hacmi ve basıncı ile hava basıncı bu birimlerden kontrol edilmektedir.



Şekil 5.18. Serbest basınç dayanımı değerlerinin 2 m derinlikte yanal değişimi



Şekil 5.19. Serbest basınç dayanımı değerlerinin 3 m derinlikte yanal değişimi



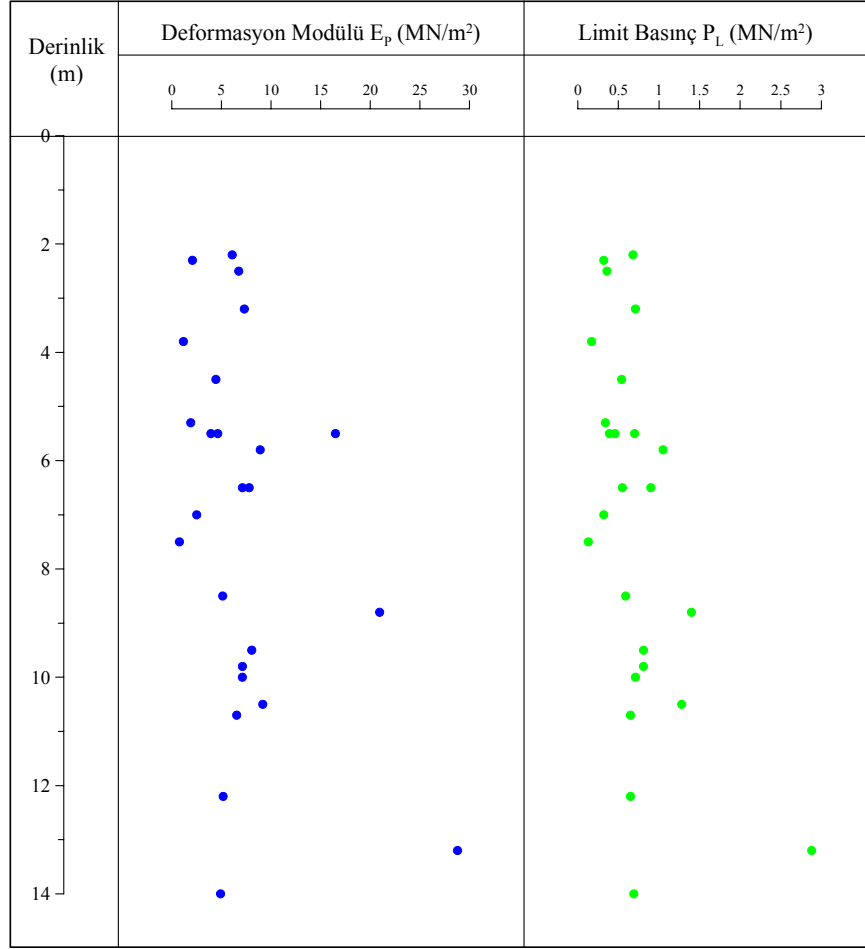
Şekil 5.20. Serbest basınç dayanımı değerlerinin 4 m derinlikte yanal değişimi

Deney, uygulanan basınca karşı zeminde oluşan hacimsel deformasyon değerlerinin tespit edilmesi prensibine dayanmaktadır. Bu ilişkiden zeminin deformasyon modülü ve limit basınç değerleri elde edilir. Presiyometre deneyinin yapılması, sonuçlarının değerlendirilmesi ile ilgili olarak dikkate alınması gerekli önemli hususlar vardır. Bu deney, katı ve hassas olmayan killer ile bütün kohezyonlu zeminlerde kullanılmaktadır. Özellikle veri toplama zorluğu olan kum, çakıl ve dolgu depozitler için oldukça uygun bir deneydir. Deneyden elde edilen verilere bağlı olarak temel zemininin taşıma gücü belirlenir ve oturma analizi yapılır (Tosun, 1989 ve 1993).

İnceleme alanının batısında yer alan bölümde, özellikle yüksek plastisiteli kil-silt zemin içinde presiyometre deneyleri yapılmıştır. Deneylerin yapılmasındaki sınırlamalar, bölüm 5.2.1’de sunulmaktadır. İlgili veriler, Çizelge 5.3’de ve bunların değişimi Şekil 5.21’de verilmektedir. İlgili alanda yapılan presiyometre deneylerinde bulunan modül değerleri 1.9 ile 16.5 MN/m² arasında değişmektedir. Özellikle plastik kıvamdaki zeminlerde düşük modül değerleri elde edilmiştir. Limit basınç değerleri de geniş bir aralıkta değişmektedir, ancak modül değerlerindeki değişimle uyumludur.

Çizelge 5.3. Çalışmada dikkate alınan presiyometre verileri

Sondaj No	Derinlik (m)	E _p (MN/m ²)	P _L (MN/m ²)
SK104	10.00	7.11	0.71
SK106	2.30	2.08	0.32
	5.30	1.91	0.34
	7.50	0.77	0.13
	9.50	8.06	0.81
	10.70	6.54	0.65
	13.20	28.80	2.88
SK114	3.20	7.31	0.71
	5.50	16.50	0.70
	8.80	20.95	1.40
SK117	2.50	6.75	0.36
	4.50	4.44	0.54
	5.50	4.63	0.46
	6.50	7.12	0.90
SK118	2.20	6.09	0.68
	3.80	1.17	0.17
	5.80	8.91	1.05
	6.50	7.80	0.55
SK119	5.50	3.94	0.39
	7.00	2.51	0.32
	8.50	5.13	0.59
	9.80	7.12	0.81
	10.50	9.17	1.28
	12.20	5.18	0.65
	14.00	4.91	0.69



Şekil 5.21. Çalışmada dikkate alınan presiyometre verilerinin derinlikle değişimi

5.2.6. Hacimsel değişim potansiyeli

Daha önce yapılmış çalışmalarda, inceleme alanında temel zemininin hacimsel değişim potansiyelini belirlemek için deneysel çalışmalar yapılmıştır. Tosun vd. (2001) tarafından yapılan bir çalışmada, yüksek plastisiteli killerin ve düşük plastisiteli silt-kil zeminlerin “normal konsolide” olduğu ifade edilerek, sıkışma indisi ve şişme indisi değerlerinin sırasıyla 0.196-0.355 ve 0.056-0.149 aralıklarında değiştiği ifade edilmiştir. Belirli bir basınç aralığı (100-200 kN/m²) için hacimsel sıkışma katsayısı değerleri ise geniş bir aralık içinde yer almaktadır (0.127-0.528 m²/MN). Bu değerler, inceleme alanındaki temel zemininin yüksek bir oturma potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir.

Türköz (2000) ilgili zeminler üzerinde serbest şişme deneyleri gerçekleştirmiştir. Bu deneyler sonucunda serbest şişme miktarının % 2.8 ile 10.5 arasında değiştiği ve

buradaki incelenen killerin, yüksek şişme potansiyeline sahip olduğu belirtilmektedir. Zeminlerin şişme potansiyeline dolaylı şekilde yaklaşımda bulunmak amacıyla örnekler üzerinde x-ray difraktogram deneyleri yapılmıştır. Bu çalışma kapsamında yürütülen deney sonuçlarının yaklaşık mineral yüzdeleri Çizelge 5.4’de verilmektedir. Örnekler üzerinde yapılan deneysel çalışmalara ait grafikler Şekil 5.22’de sunulmaktadır. Deney sonuçlarına göre, yüksek plastisiteli killer içindeki etkin kil mineral tiplerinin illit ve montmorillonit olduğu görülmektedir (Tosun vd., 2002).

5.2.7. Zeminlerin yayılımı

Çalışma alanında daha önceden “alüvyon” olarak adlandırılan zeminler, bölüm 5.2.2, 5.2.3 ve 5.2.4’de tanımlanan özellikler esasında yeniden tanımlanmış ve zemin profilleri oluşturulmuştur. Bu oluşturulan profiller, Şekil 5.5’de gösterilen dokuz ayrı kesit hattı için Şekil 5.23’de sunulmaktadır.

Kesitlerde en üst seviyede kalınlığı 0.5-1.0 m arasında değişen bitkisel toprak yer almaktadır. Bitkisel toprak altında ise kumlu killi silt bulunmaktadır. Bazı bölgelerde 1.2 m’ye kadar ulaşan bu zemin, oldukça düşük kıvam limitlerine sahiptir, veya plastik değildir. Kumlu killi silt zemin altında yüksek plastisiteli kil görülmektedir. Yüksek şişme potansiyeline sahip bu killerin, genellikle Kırmızıtoprak, Vişnelik ve Meşelik bölgelerinde görüldüğü belirtilmelidir. Bazı yerlerde kalınlığı 5.0 m’ye kadar ulaşmaktadır. Kırmızı şarabi bir renge sahip olduğu ve su muhtevası değerine göre mühendislik özelliklerinde önemli değişikliklerin oluştuğu belirtilmelidir. Yer altı su seviyesine uzak bölgelerde katı-çok katı kıvama sahip olan bu zeminin serbest basınç dayanımı 500 kN/m^2 ’ye kadar ulaşmaktadır. Aynı zemin su seviyesinin üzerinde veya kapiler zon içerisinde ise, akışkan kıvamına bile ulaşabilmektedir ve serbest basınç dayanımı değerleri 50 kN/m^2 ’ye kadar düşmektedir.

Yüksek plastisiteli kil zeminin hemen altında kumlu düşük plastisiteli siltli kil yer almaktadır. İlgili zeminin plastisite indisi değerleri düşük ($PI < 14$) ve genellikle silt boyutunda malzemedir oluşmaktadır. Bazı alanlarda kalınlığı 2.0 m’ye kadar ulaştığı ayırt edilmiştir. Ancak yer yer 0.2-0.4 m kalınlıkta geçiş zonu olarak ta görülmektedir.

Alüvyonun en alt zonunu ise kum-çakıl zemin oluşturmaktadır. Oldukça sıkı bir konuma sahip bu zeminin derecelenmesi değişkendir. Bazı alanlarda kötü

derecelenmeye sahiptir. Bu zemin, çalışma alanının güneydoğusunda Miyosen'de oluşmuş kiltası-silttaşı birimleri üzerinde yer alırken, batısında Eosen'de oluşmuş konglomera üzerinde yer almaktadır.

Çalışma alanında, özellikle alüvyon zemin içerisinde yer altı su seviyesi zemin yüzeyine çok yakındır. Şekil 5.24'de zemin yüzeyinden statik su seviyesine olan değişim sunulmaktadır. Şekilden de görülebileceği gibi inceleme alanında zemin yüzeyinden su seviyesi derinliği genellikle 2 ile 4 m aralığında değişmektedir. İnceleme alanının güneyinde yer alan kayaç birimlerinde yeraltı suyu görülmemektedir.

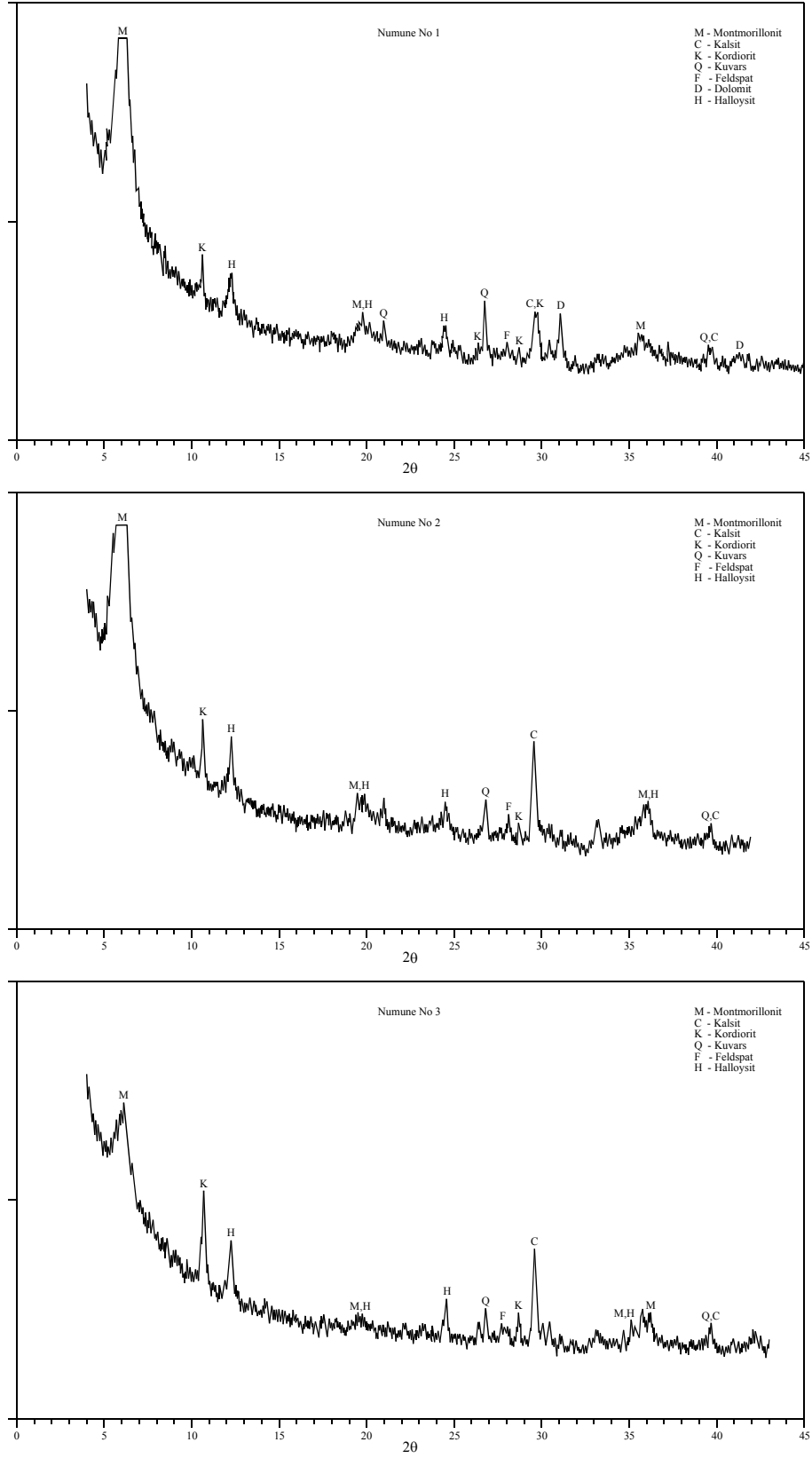
Coğrafi bilgi sisteminin temel avantajlarından biri, değişken parametrelerinin 3 boyutlu sunulabilmesidir. Bu çalışma kapsamında incelenen iki ayrı parametre çalışma alanı dikkate alınarak blok ve panel diyagramlar şeklinde analiz edilmiştir. Şekil 5.25'de SPT N-darbe direnci değerleriyle, Şekil 5.26'da da serbest basınç dayanımı ile ilgili blok ve panel diyagramlar sunulmaktadır. SPT N-darbe direnci değerleri, diğer değişkenlerle uyumlu bir dağılım gösterirken, serbest basınç dayanımı değerlerinde aynı uyumun görülmediği söylenebilir.

Serbest basınç dayanımı değerleri sınırlı boyutlara sahip örnekler üzerinde laboratuvarında yapılmaktadır. Bu örneklerin alımından deneylerin yapılmasına kadar geçen evrede, örneğin örselenmesinde çok değişik faktörler bulunmaktadır. Dolayısıyla serbest basınç dayanımı değerlerine ait profil, arazide yapılan deneysel çalışma sonucu elde edilen profil ile aynı olmayabilir. Bu da açık olarak bu çalışma kapsamında yer alan örneklerde görülmüştür.

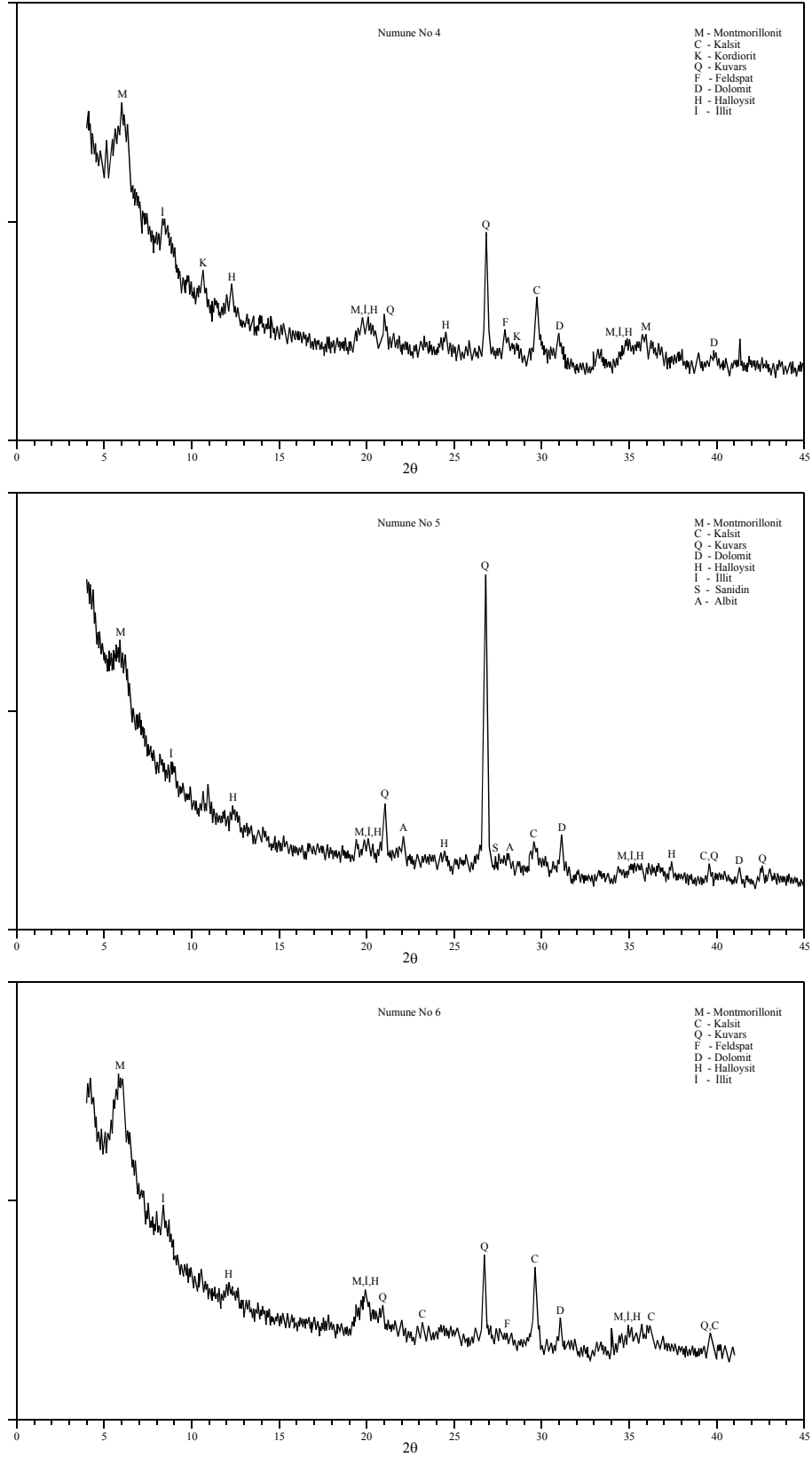
Çizelge 5.4. İnceleme alanı ve yakın çevresinden alınan numunelerin x-ray difraktometre sonuçlarına göre yaklaşık mineral yüzdeleri

Numune No	Sondaj No	Derinlik (m)	Mineral Tipi (%) *									
			Q	C	M	İ	H	K	A	S	F	D
1	SK120	9.00-9.45	5-8	5-10	40-43	-	8-10	10-15	-	-	3-5	10-15
2	SK121	10.50-10.95	3-6	10-15	40-43	-	10-12	12-16	-	-	5-10	-
3	SK121	15.50-15.95	3-5	13-15	25-30	-	10-15	20-25	-	-	10-14	-
4	SK122	3.30-3.75	5-8	10-15	28-32	12-15	6-8	6-8	-	-	7-10	8-10
5	Bilginer SK1	1.50-1.95	20-25	5-8	20-25	12-15	8-10	-	3-5	1-3	-	12-15
6	Bilginer SK2	5.50-5.95	8-15	8-12	28-35	13-15	8-10	-	-	-	5-8	10-13
7	SK91	2.00-2.45	10-12	6-10	28-32	10-13	-	-	-	-	12-15	15-20
8	SK91	3.50-3.95	20-25	10-15	25-30	-	8-10	-	5-8	3-5	-	12-15
9	SK169	2.50-2.95	17-20	18-23	18-22	-	13-15	-	4-7	1-3	-	10-12
10	SK170	2.50-2.95	10-15	10-12	25-28	8-10	10-15	-	5-8	3-5	-	12-15
11	SK10	11.50-11.95	28-32	8-12		-	15-18	6-8	10-15	5-8	-	8-13
12	SK11	2.50-2.95	3-6	15-19	23-28	10-13	6-8	6-8	-	-	5-7	13-17
13	SK32	2.00-2.45	15-18	16-22	28-32	-	13-15	-	-	-	8-10	8-10
14	Yapı Mak. SK1	4.00-4.45	22-25	11-15	25-30	8-12	-	-	-	-	5-8	14-19
15	SK101	2.00-2.45	12-15	13-18	22-26	10-13	-	-	6-9	5-7	-	12-15
16	Enver Karaca SK1	5.50-5.95	28-32	8-10	25-30	-	-	8-12	4-7	5-8	-	3-5
17	SK16	3.50-3.95	5-8	10-15	28-32	10-13	6-8	-	5-8	3-5	-	15-18
18	SK22	2.50-2.95	14-18	15-18	22-28	-	9-12	-	5-8	4-7	-	12-15
19	SK95	2.50-2.95	17-20	13-18	28-32	-	10-12	-	5-8	3-5	-	8-12
20	SK146	6.00-6.45	8-10	8-12	25-30	-	18-22	-	5-8	8-10	-	8-10
21	Dağ San. SK7	3.00-3.45	20-25	20-25	18-22	12-18	10-13	-	-	-	2-5	-
22	Arifiyet Sahası	-	8-10	10-15	45-50	8-10	8-10	8-10	3-5	3-5	-	-
23	Spor Salonu	-	8-10	35-40	25-30	10-15	8-10	-	-	-	-	-
24	ABS İnşaat	-	5-12	5-12	30-38	10-15	-	-	-	-	3-7	10-18

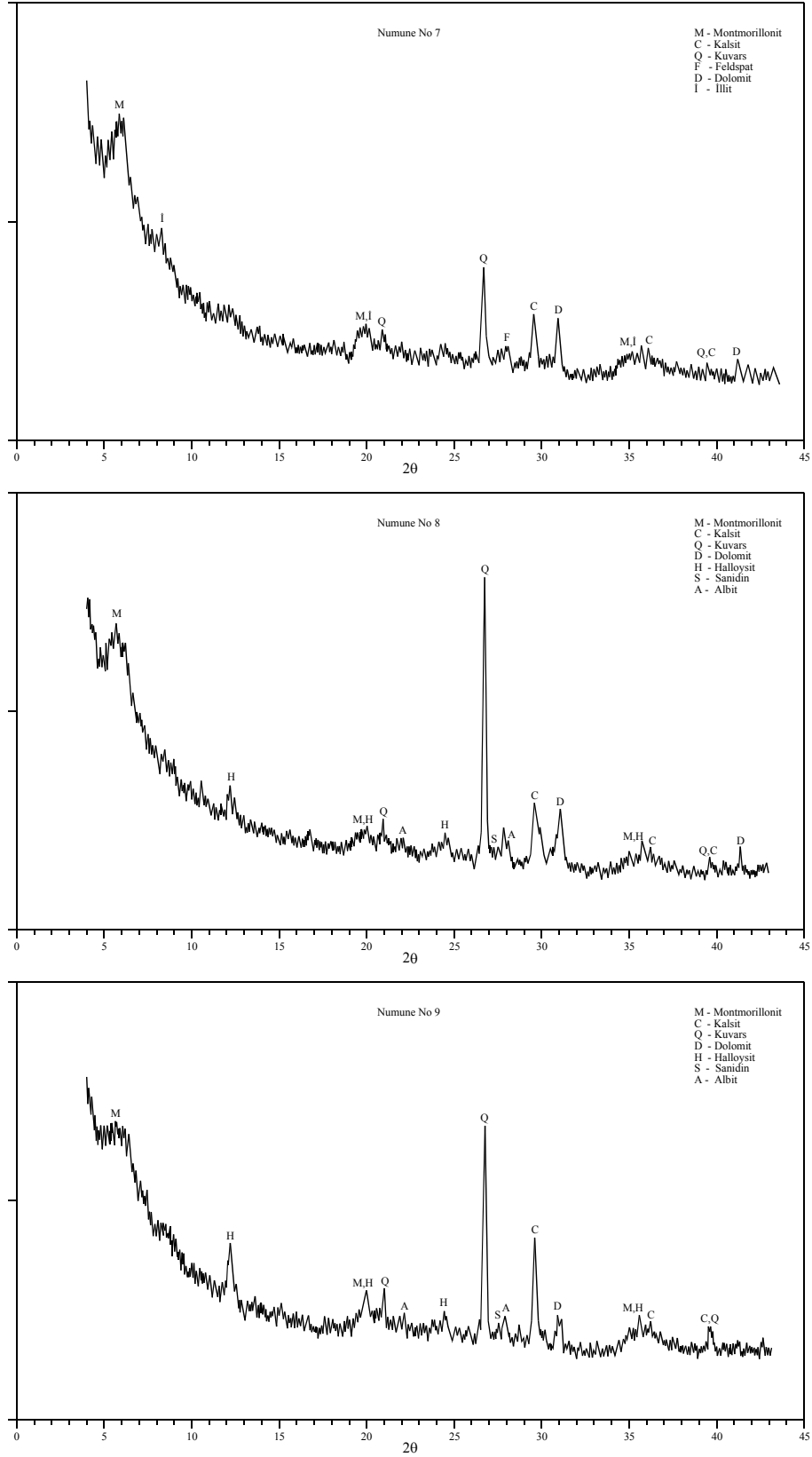
(*) Q: Kuvars C: Kalsit M: Montmorillonit İ: İllit H: Halloysit K: Kordiorit A: Albit S: Sanidin F: Feldspat D: Dolomit



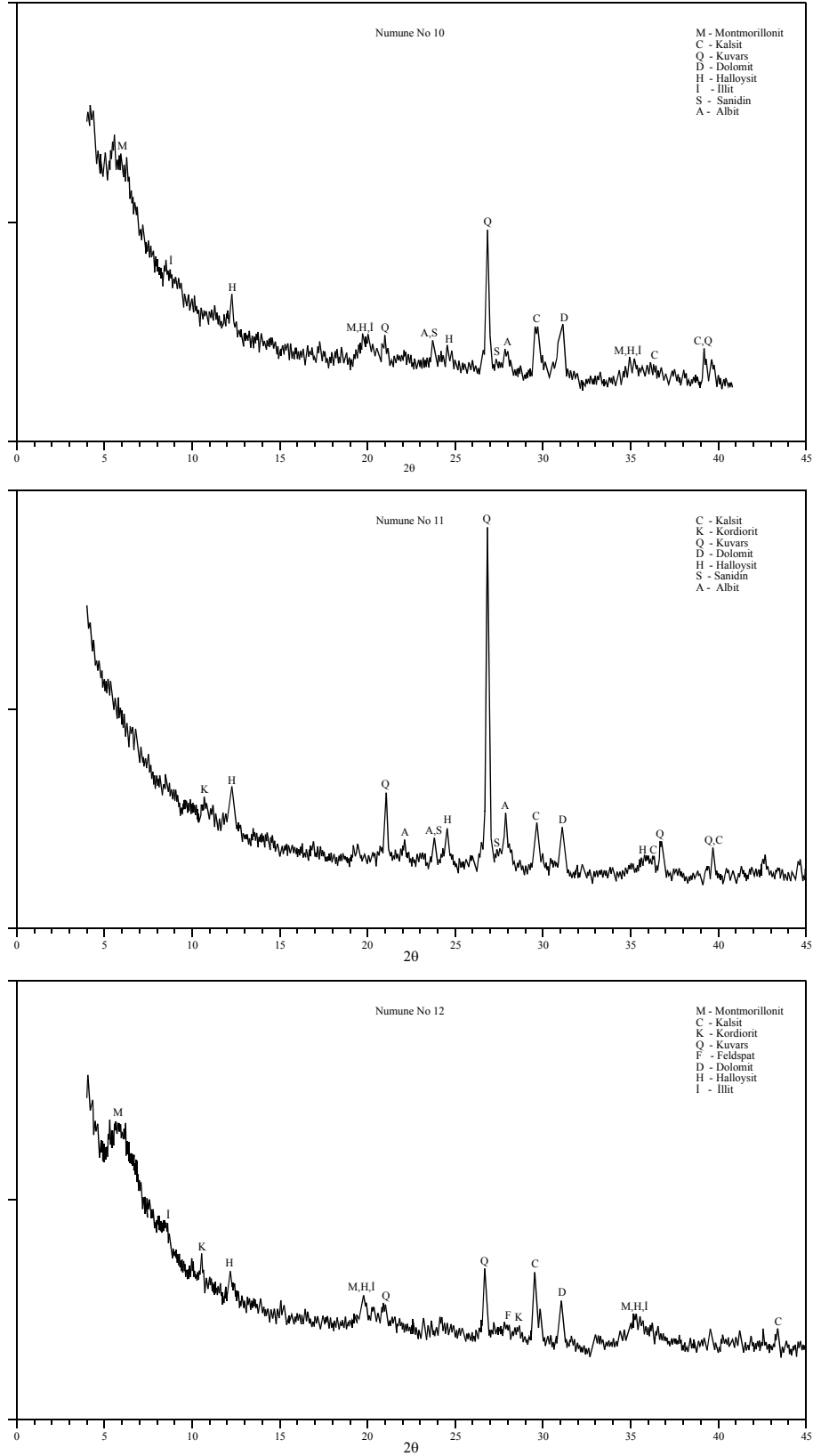
Şekil 5.22. X-ray difraktometre deney sonuçları (Numune No:1-3)



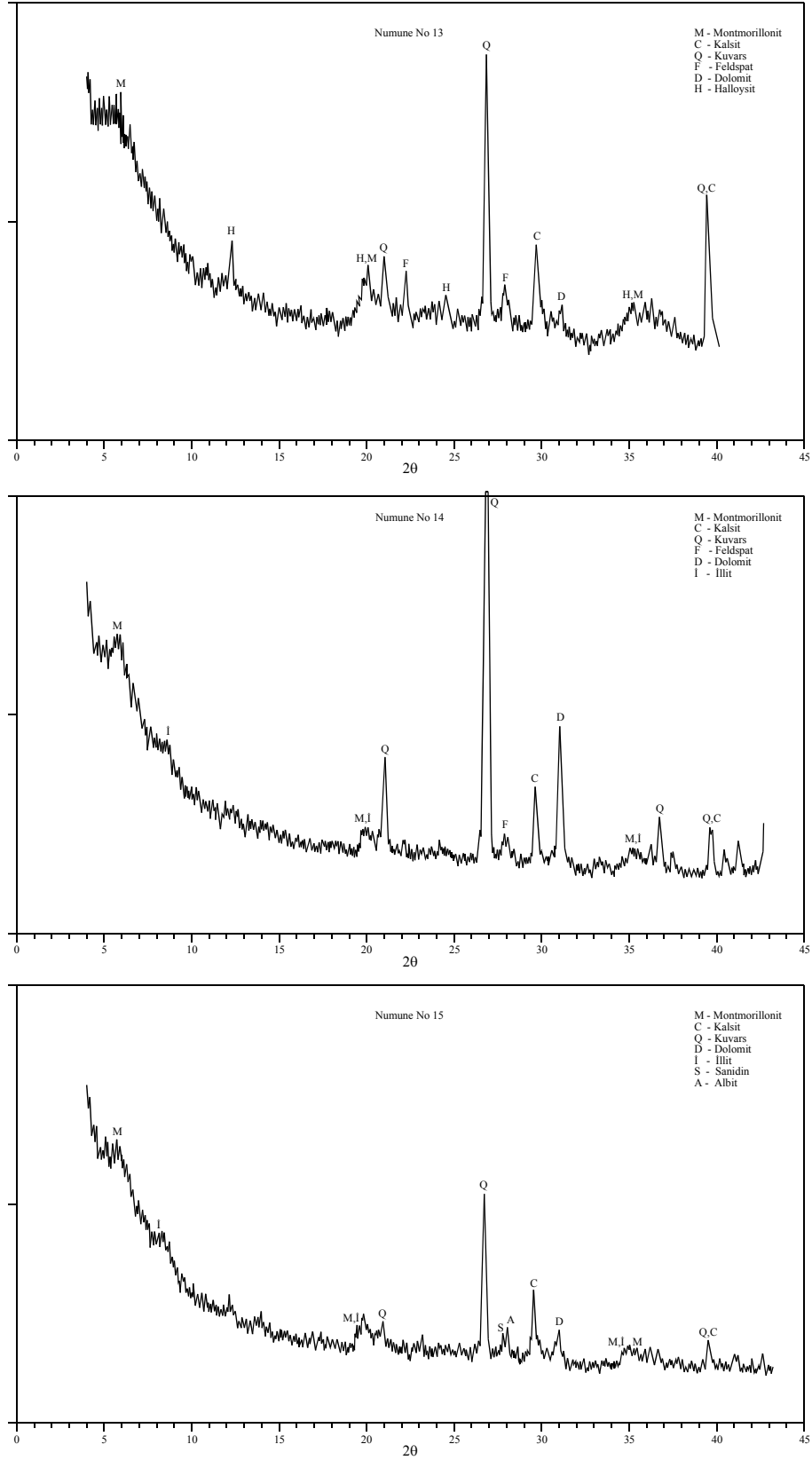
Şekil 5.22. devam (Numune No:4-6)



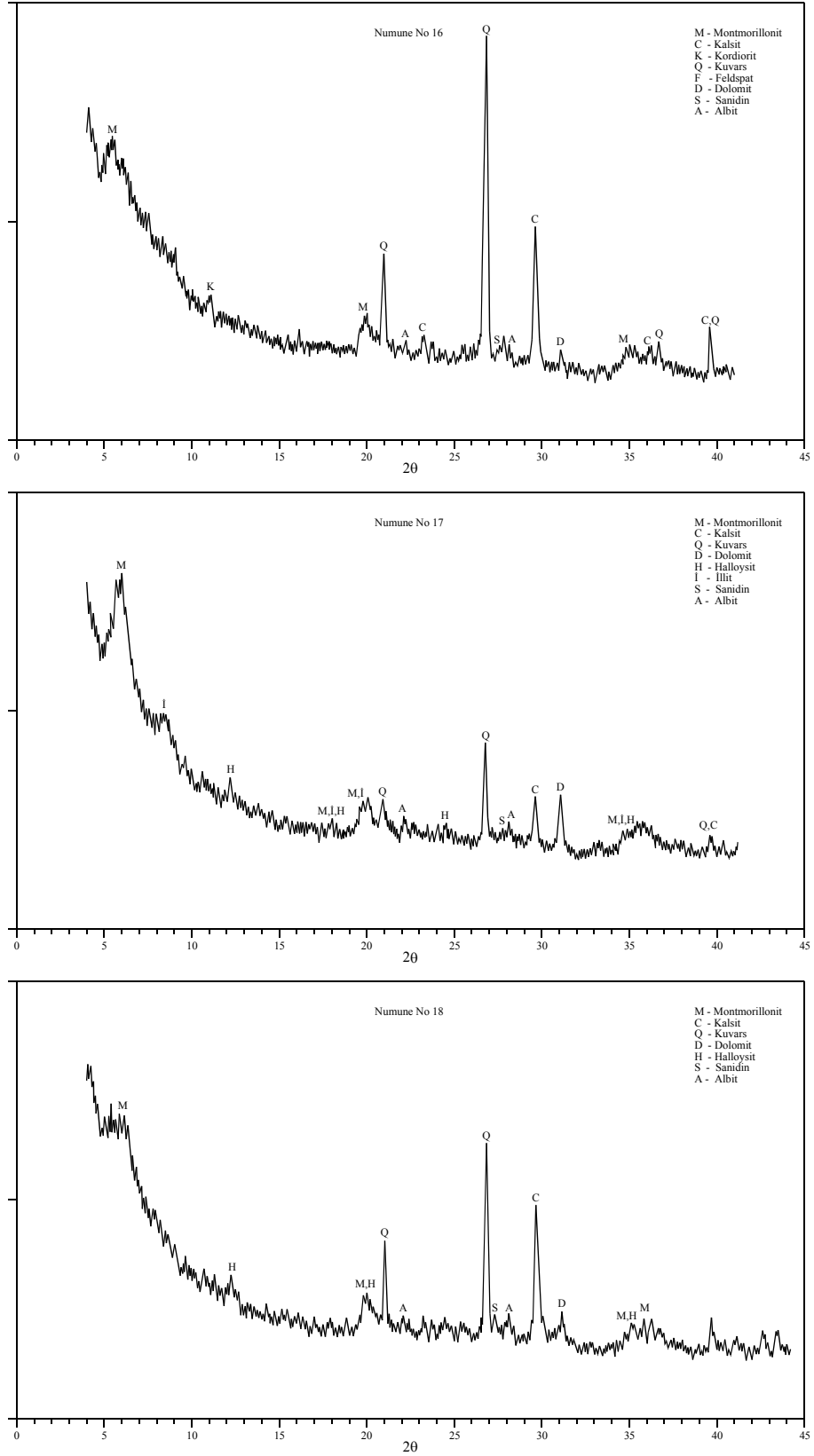
Şekil 5.22. devam (Numune No: 7-9)



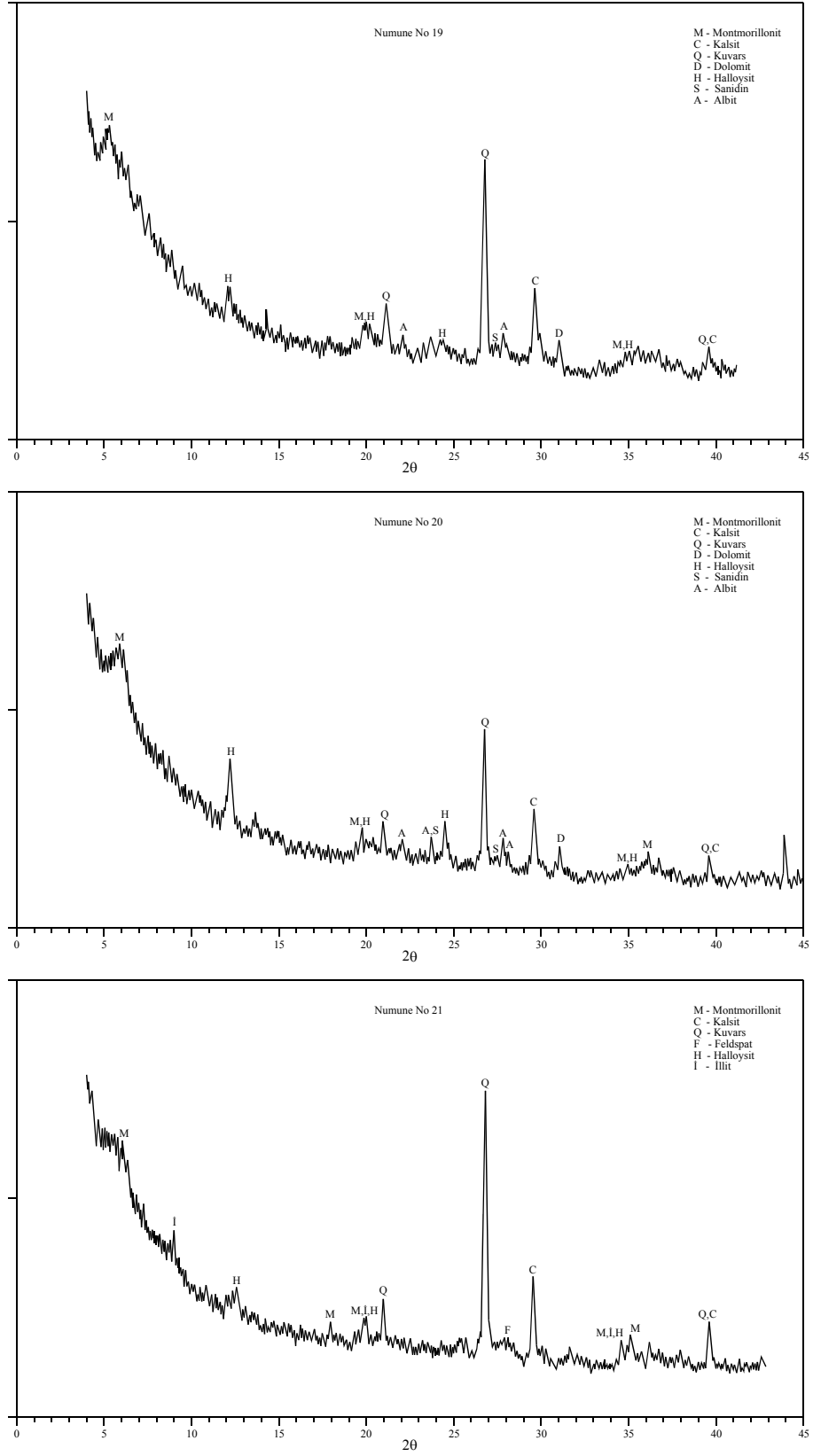
Şekil 5.22. devam (Numune No: 10-12)



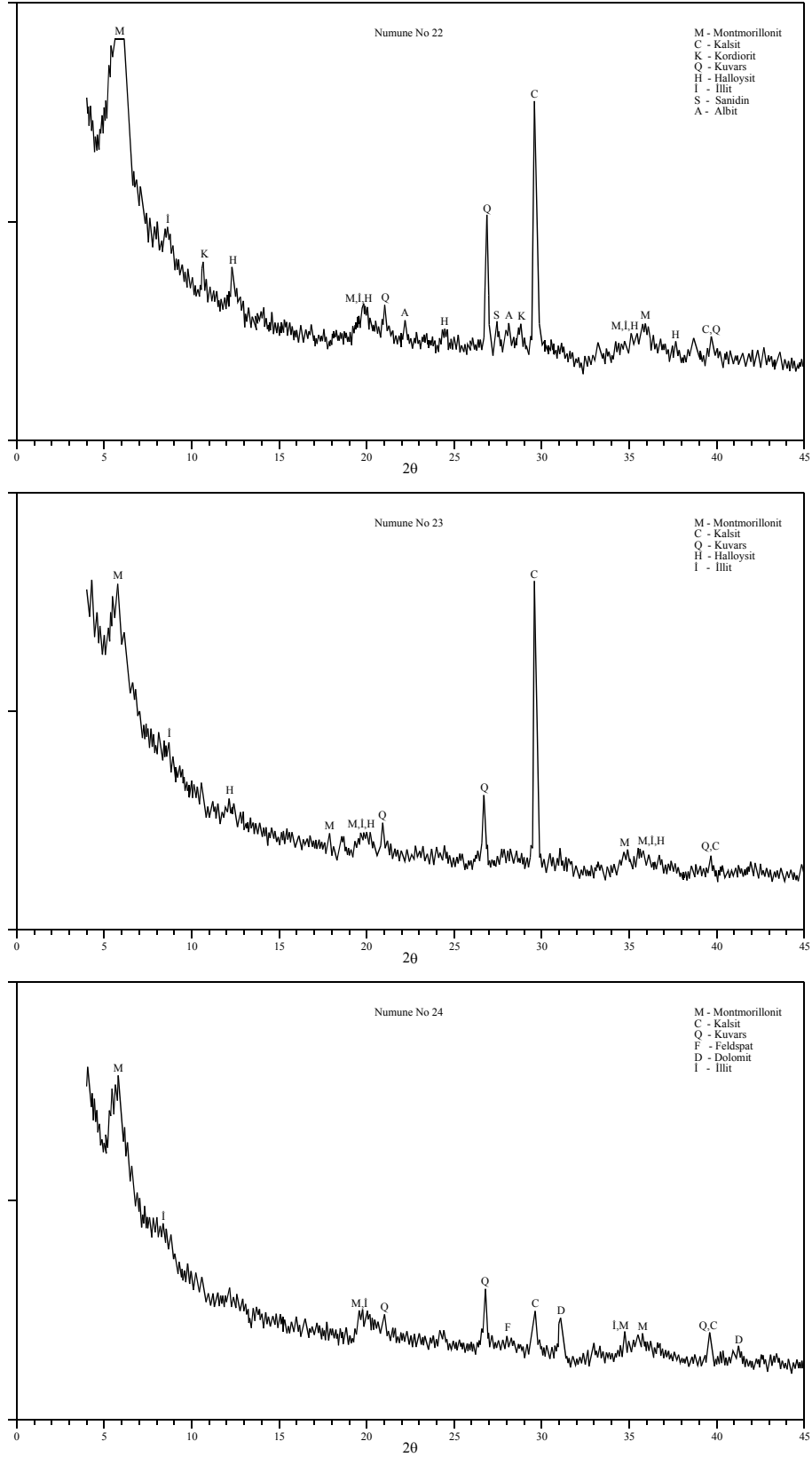
Şekil 5.22. devam (Numune No: 13-15)



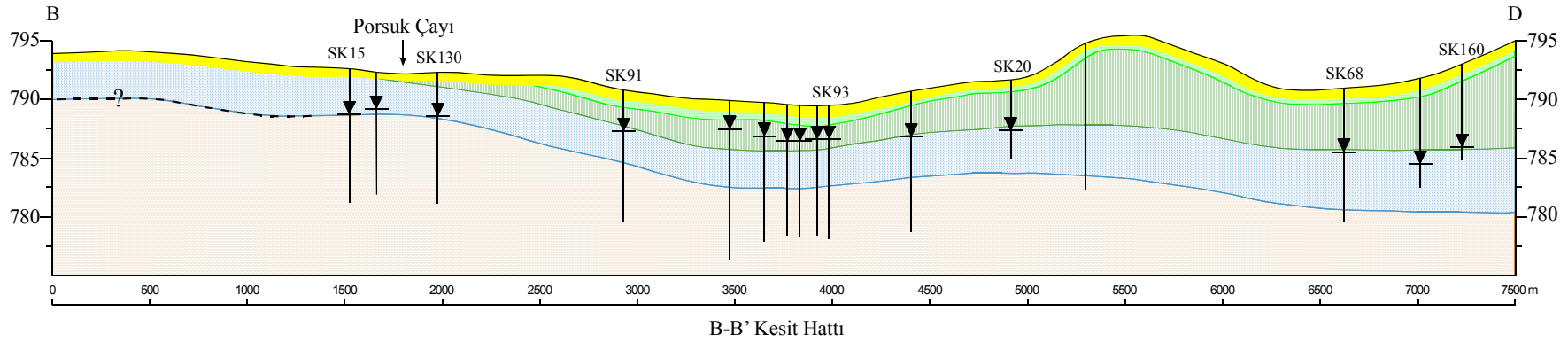
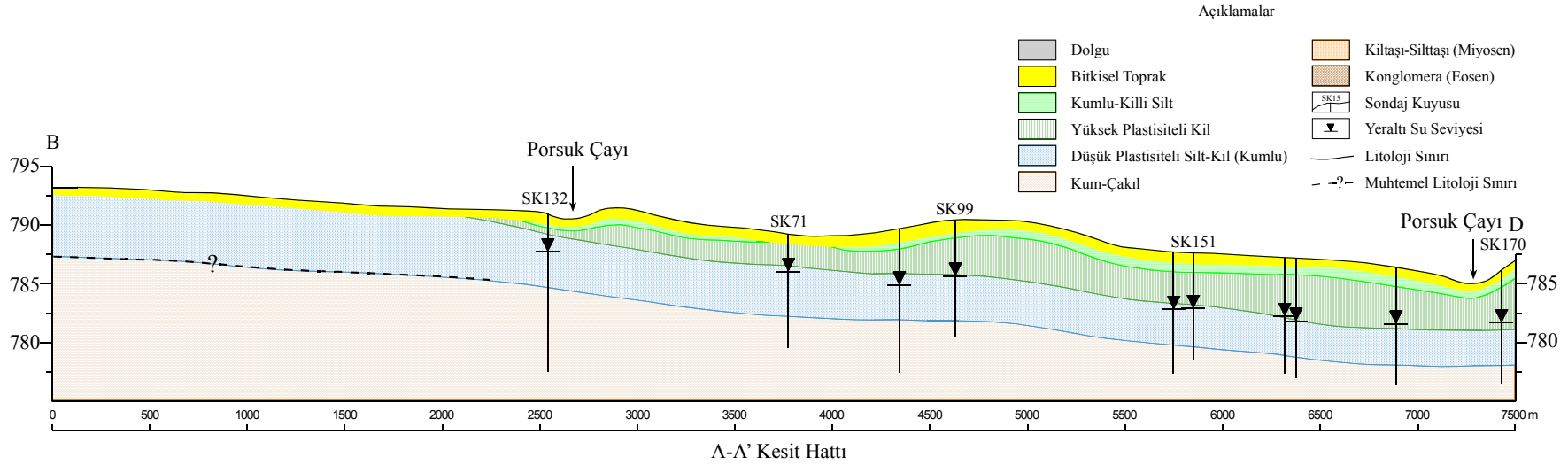
Şekil 5.22. devam (Numune No: 16-18)



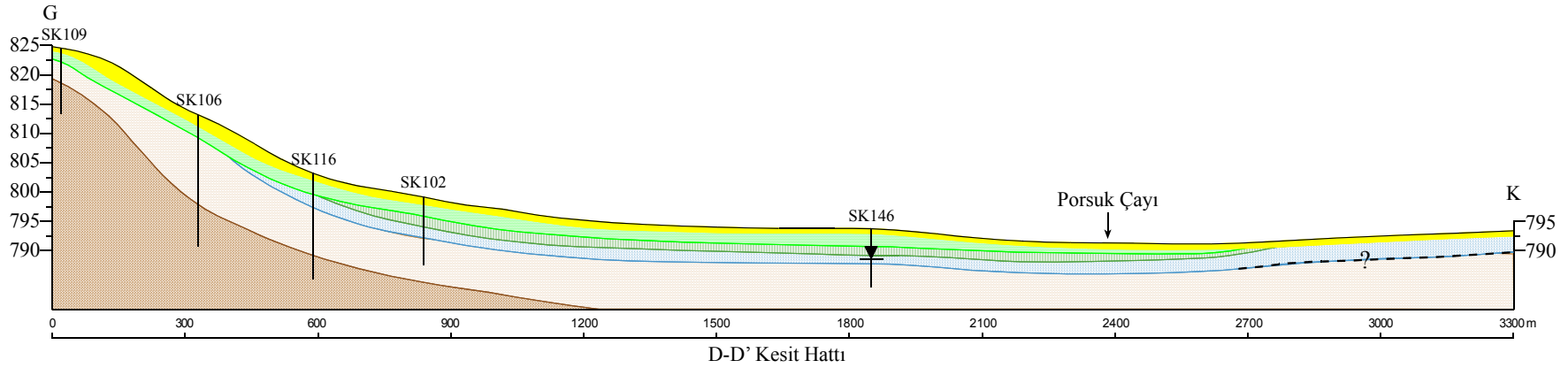
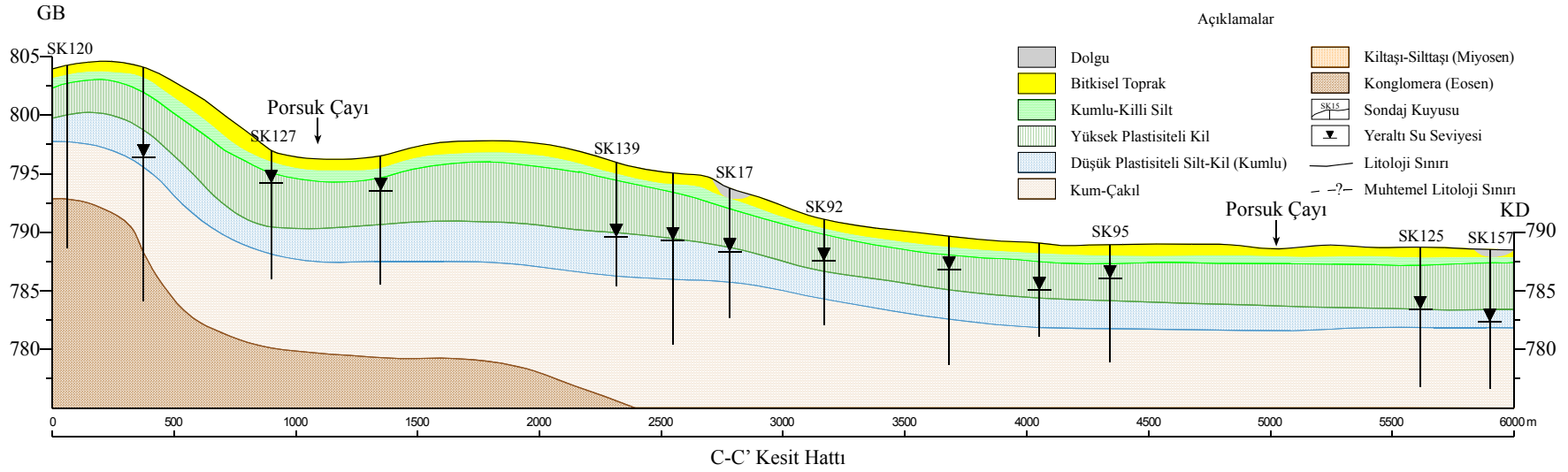
Şekil 5.22. devam (Numune No: 19-21)



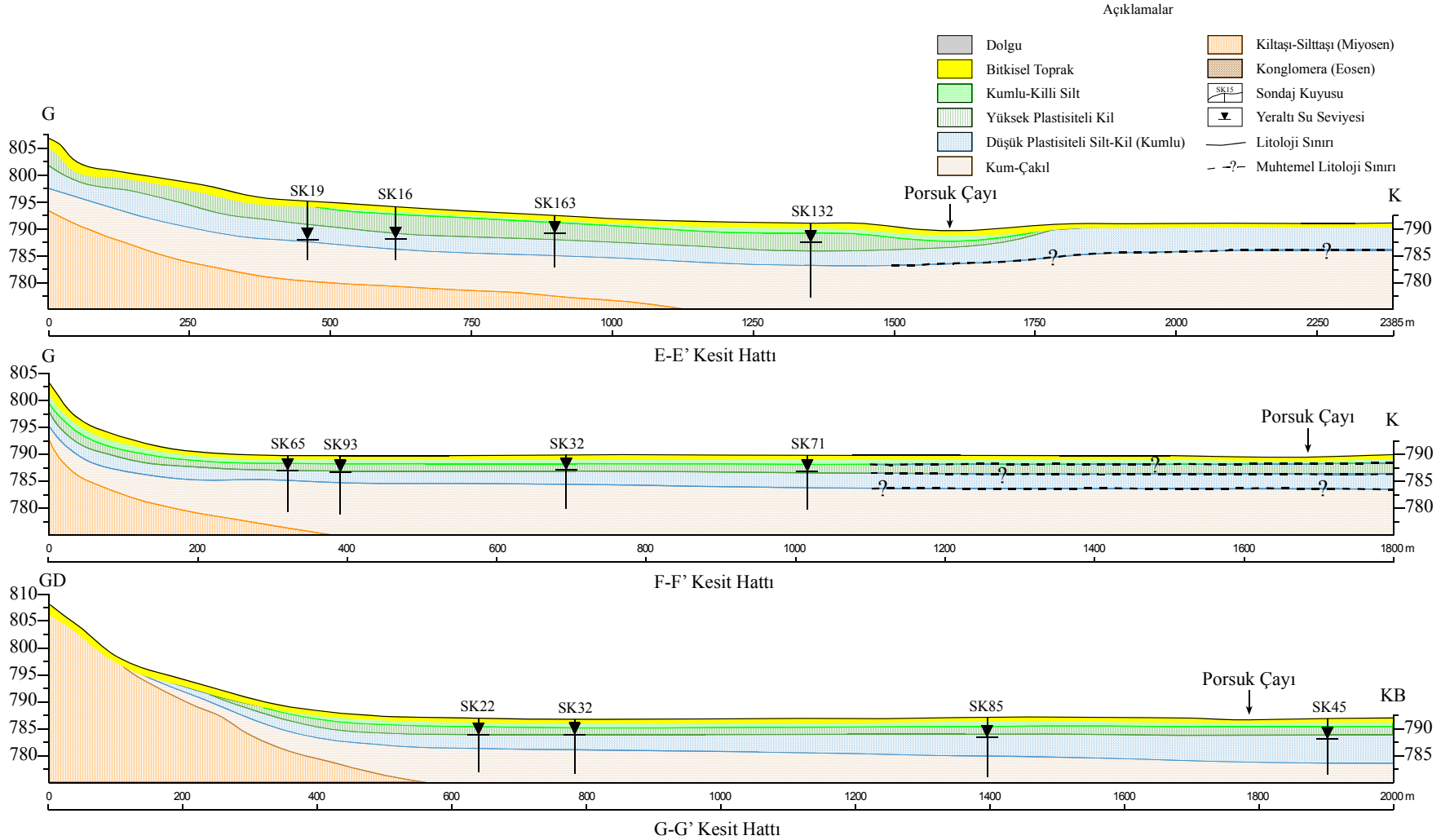
Şekil 5.22. devam (Numune No: 22-24)



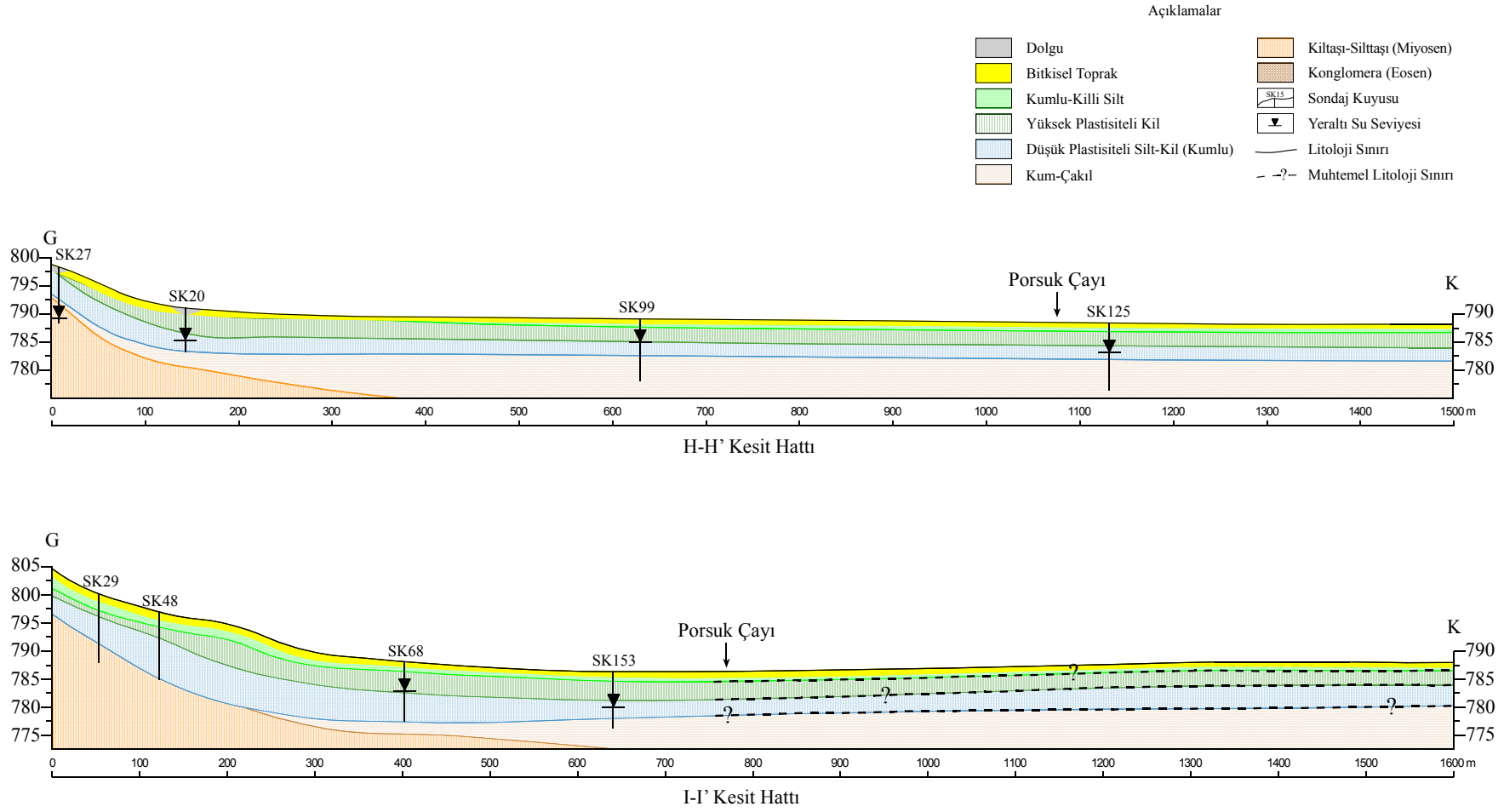
Şekil 5.23. Temel zemin profilini gösteren kesitler.



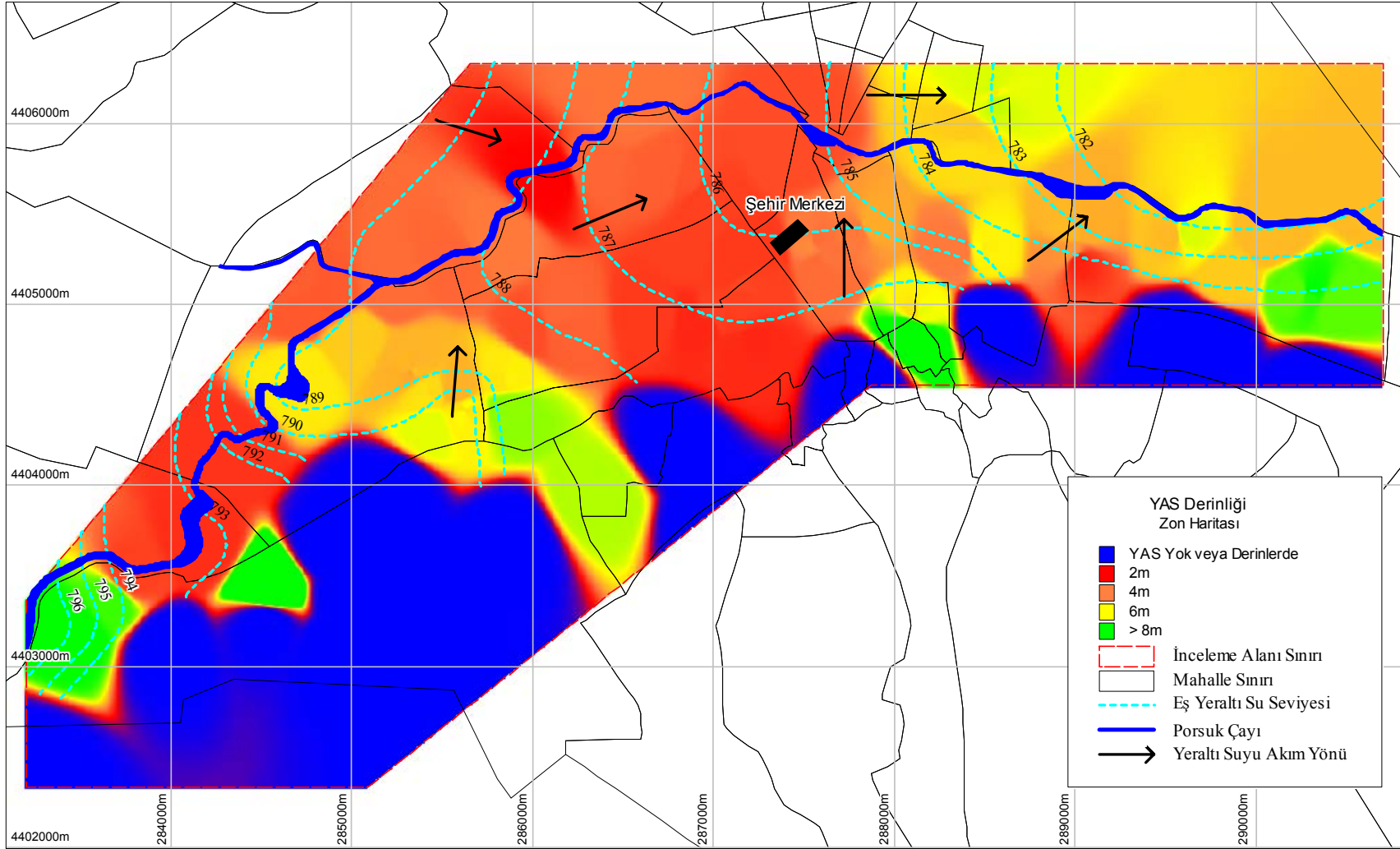
Şekil 5.23: devam



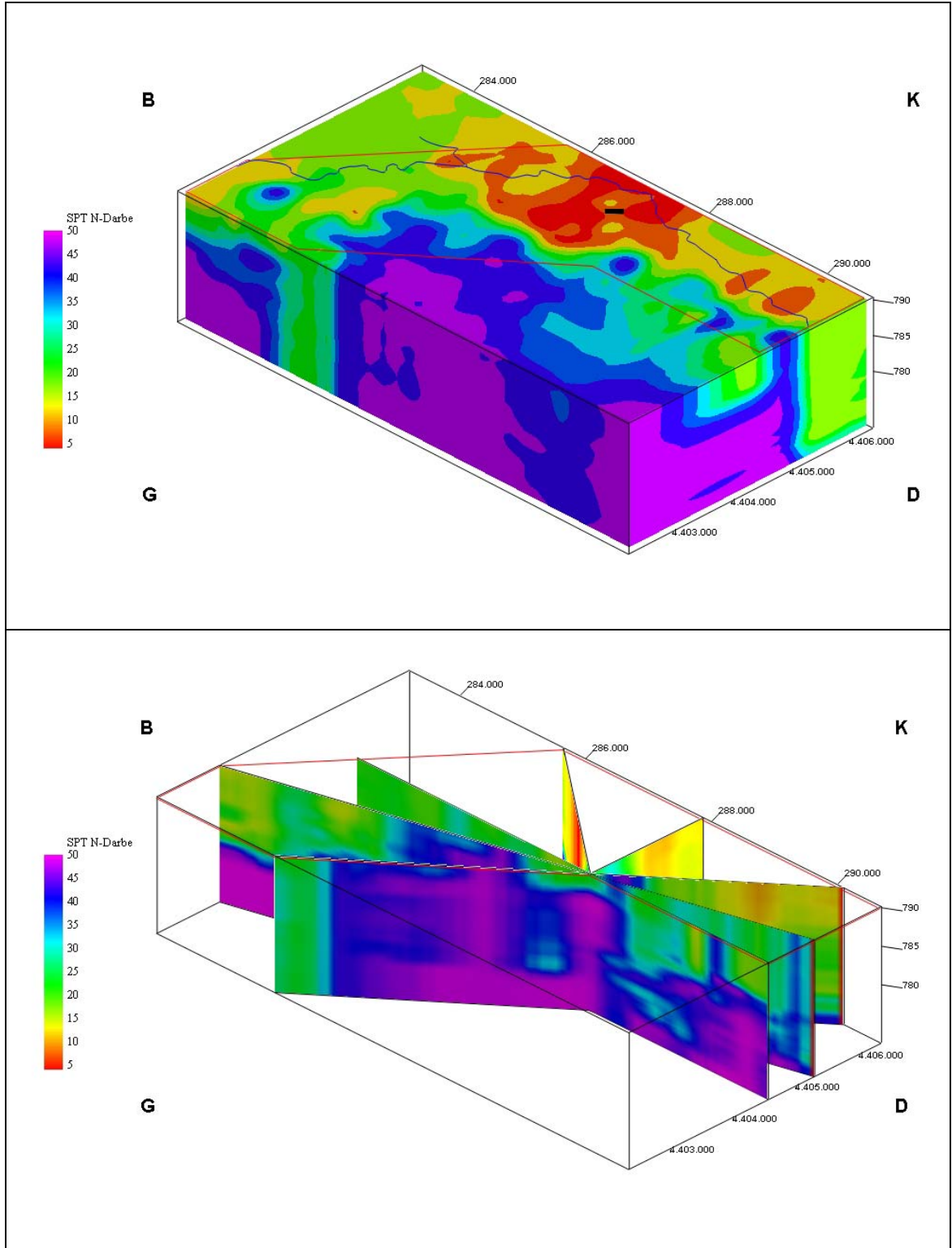
Şekil 5.23: devam



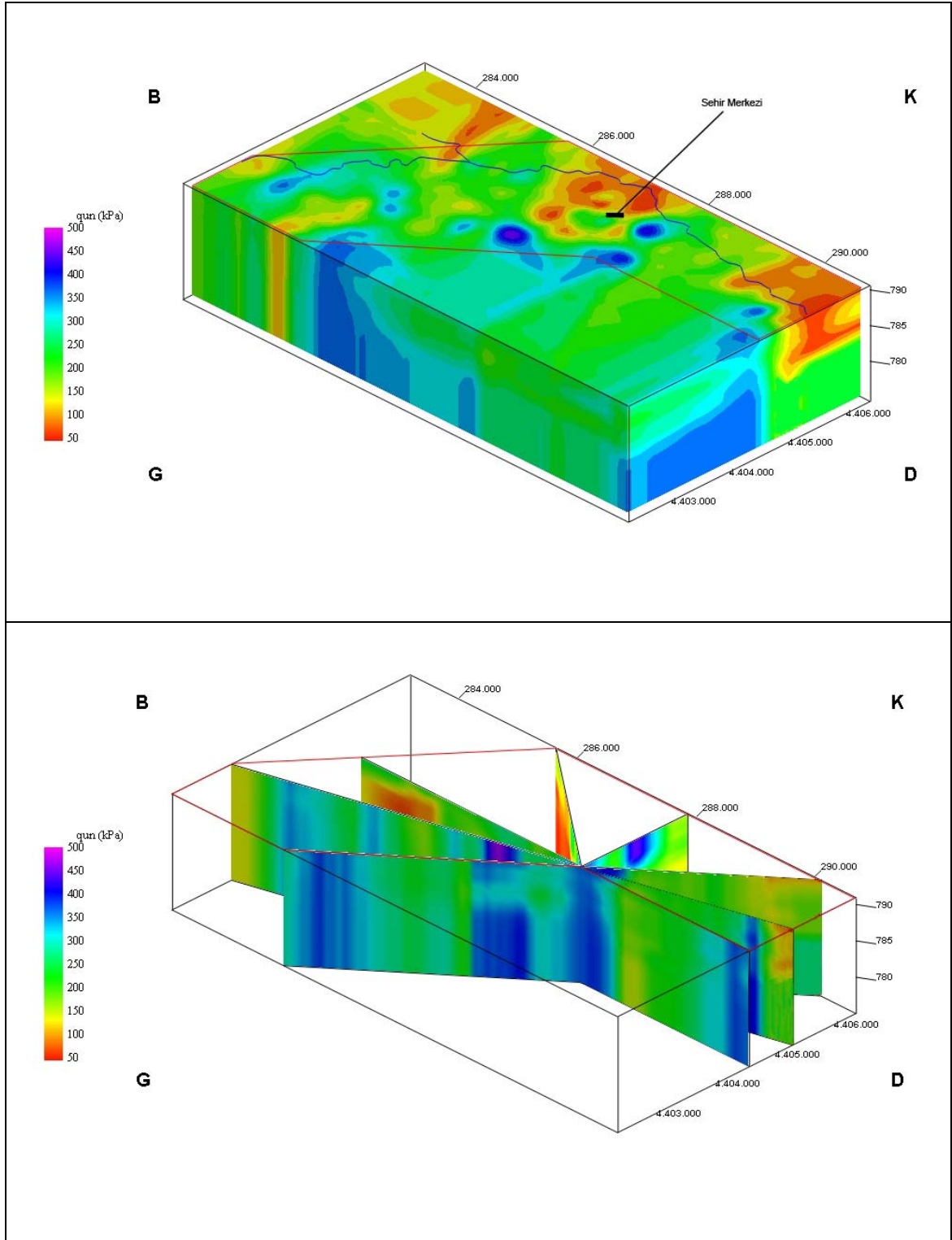
Şekil 5.23: devam



Şekil 5.24. Çalışma alanında yeraltı su seviyesinin değişimi için zon ve eş yeraltı su seviyesi ve akım yönü haritası.



Şekil 5.25. SPT N-darbe direnci blok ve panel diyagramı



Şekil 5.26. Serbest basınç dayanımı blok ve panel diyagramı

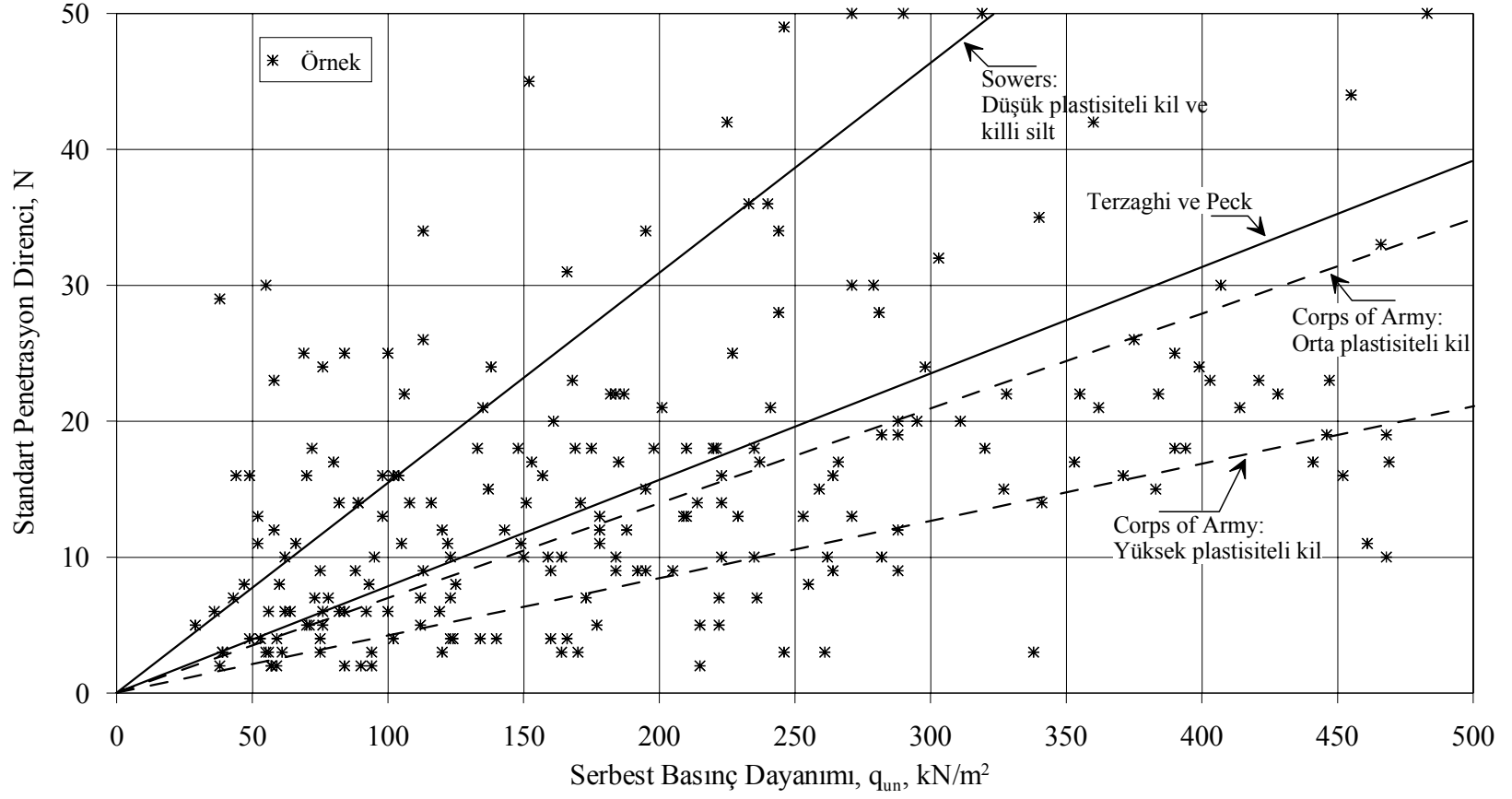
6. MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ ÇALIŞMALARI VE DEĞERLENDİRMELER

Bu bölümde, araştırma kapsamında yapılan çalışmalar değerlendirilmiş ve tartışılmıştır. Yapılan deneysel çalışmalar sonunda elde edilen verilerin birbiriyle ilişkisi incelenmiş ve bir CBS programı kullanılarak temel zeminleri seviye seviye ayrılmıştır.

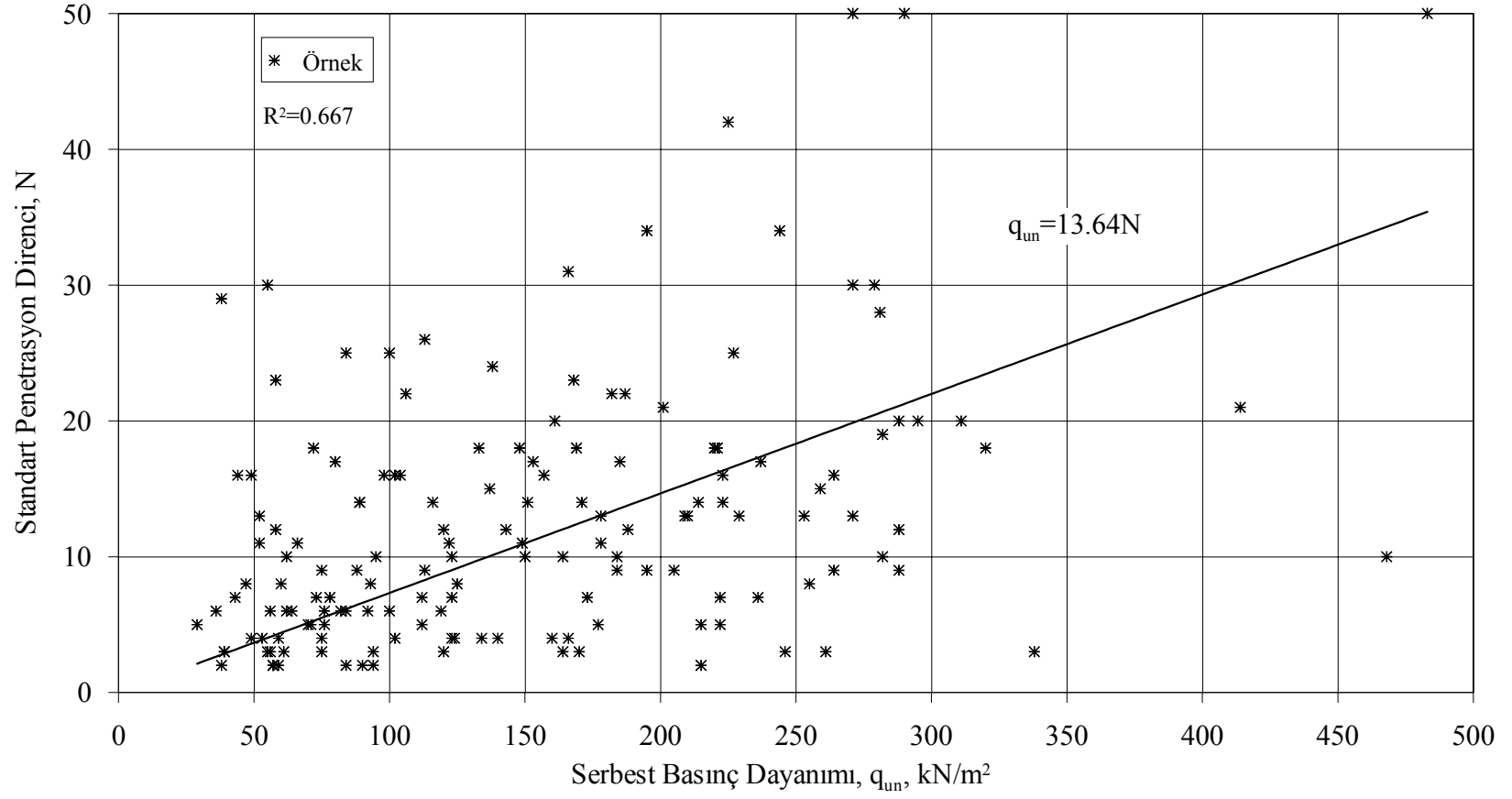
6.1. N-Darbe- Serbest Basınç Dayanımı İlişkisi

İnceleme alanında temel zemin birimlerinin mühendislik özelliklerini ortaya koymak için çeşitli deneyler yapılmıştır. Bu deneylerden biri laboratuvarında pratik olarak yapılabilen serbest basınç deneyi ile arazide yapılan ve dikkatli gerçekleştirildiğinde oldukça yararlı veriler sağlayabilen standart penetrasyon deneyidir. İnceleme alanında yer alan normal konsolide kil ve silt zemin için bu veriler karşılaştırılmış ve bu veriler arasında basit bir tanımlama yapılmaya çalışılmıştır. Daha önce yapılan çalışmalarda değişik kıvamdaki killer için bu ilişki incelenmiş ve SPT ham N-darbe direnci değeri ile serbest basınç dayanımı değerleri arasında doğrusal ilişkiler tanımlanmıştır (NAVFAC DM-7.1, 1982). Bu ilişkiler ile, çalışmada elde edilen veriler Şekil 6.1’de verilmektedir.

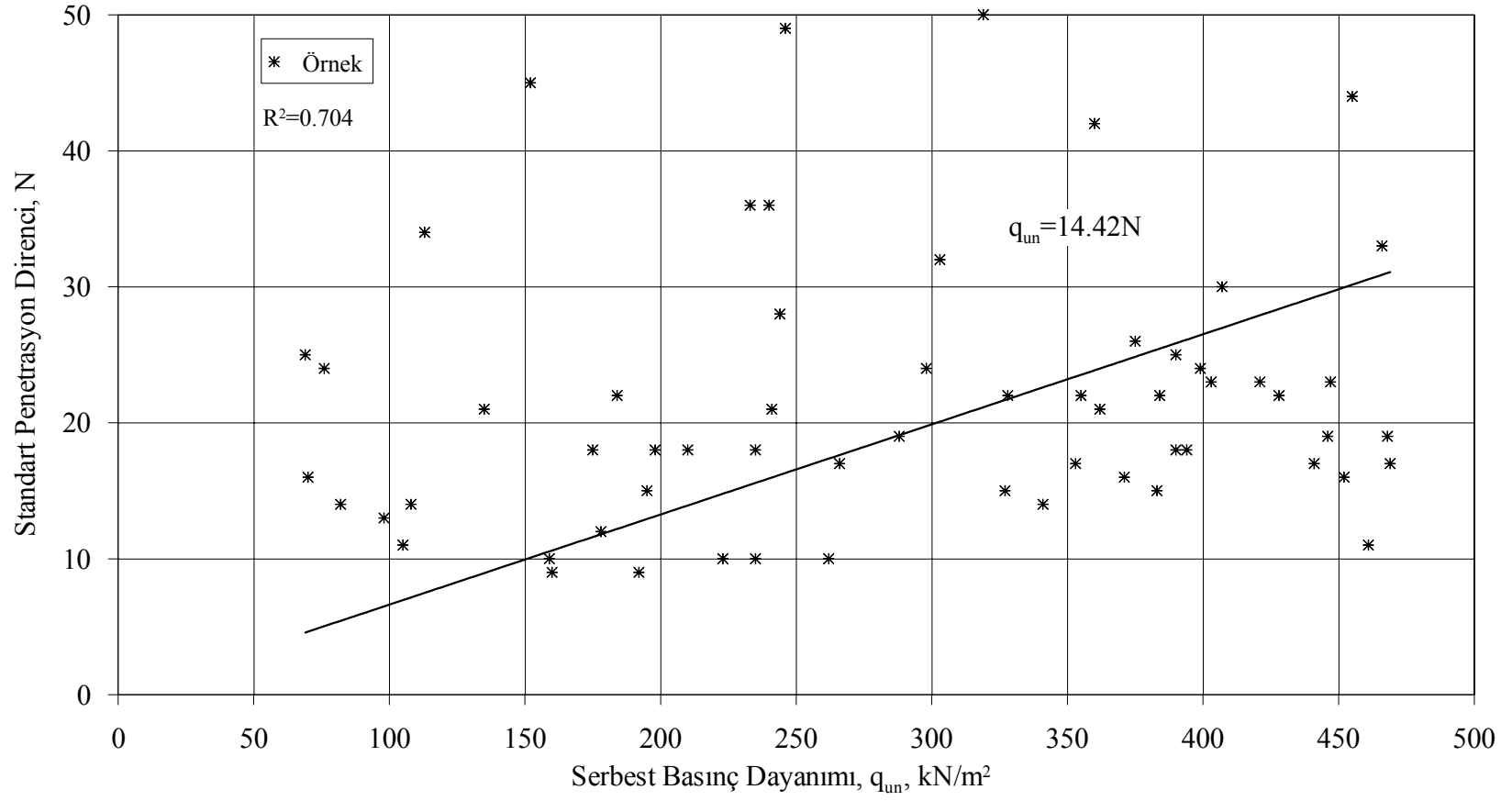
Verilerin oldukça dağınık bir konuma sahip olduğu görülmektedir. İlgili veriler arasındaki ilişkilerde bir başka boyut dikkate alınarak yeniden bir yorum yapılmaya çalışılmıştır. Zemin örneklerinin kıvamı göz önünde tutularak veriler yeniden incelenmiştir. Plastik zemin örnekleri ($0 < LI < 1$) için veriler Şekil 6.2’de, katı ve yarı katı zemin örnekleri ($LI < 0$) için Şekil 6.3’de değerlendirilmektedir. Her iki durum için de doğrusal bir ilişki elde edilmeye çalışılmıştır. Bu ilişkiler, plastik zeminler için eşitlik 6.1 ve katı ve yarı katı zeminler için eşitlik 6.2’de sunulmaktadır. Eşitliklerde kullanılan N darbe değerinin ham veriler olduğu ve serbest basınç dayanımı değerlerinin de “kN/m²” büyüklüğüne sahip olduğu belirtilmelidir.



Şekil 6.1. Tüm örnekler için N-darbe direnci ile serbest basınç dayanım ilişkisi (NAVFAC DM-7.1, 1982)



Şekil 6.2. Plastik kıvamdaki zemin örnekleri için N-darbe ile serbest basınç dayanımı ilişkisi



Şekil 6.3. Katı-yarı katı zemin örnekleri için N-darbe ile serbest basınç dayanımı ilişkisi

$$q_{un} = 13.64 \times N \quad \dots\dots\dots(6.1)$$

$$q_{un} = 14.42 \times N \quad \dots\dots\dots(6.2)$$

Bu karşılaştırılmalı analiz için kullanılan verilerin özetleri Çizelge 6.1’de verilmektedir. Bu verilere göre likitlik indisi değerleri -6.03 ile 0.99 arasında değişmektedir. Plastik kıvamdaki numunelerin yarı katı-plastik kıvam sınırına çok yakın değerlere sahip olması nedeniyle, elde edilen doğrusal ilişkilerin benzer regresyon katsayıları ile birbirlerine çok yakın olduğu belirtilmelidir. Zeminin fiziksel özelliklerinin bilinmesi ve arazide N-darbe direncinin belirlenmesi halinde pratik olarak bir ön tasarım verisi olarak değerlendirilebilecek serbest basınç dayanımı değerine ulaşmak mümkün olacaktır. Elde edilen ilişkilerin literatürde edilen ilişkiler ile bütünlük taşıdığı görülmektedir (NAVFAC DM-7.1,1982).

Çizelge 6.1. Karşılaştırılmalı analiz için kullanılan örneklere ait farklı özelliklerin istatistiksel verileri

Özellik	Numune Sayısı	En küçük değer	En büyük değer	Ortalama	Standart sapma
N-darbe (Adet/30cm)	216	2	50	15.25	10.56
Serbest basınç dayanımı (kN/m ²)	216	29	483	191.46	117.09
Su içeriği (%)	216	10.0	52.8	33.69	8.63
Likit limit (%)	216	28	88	57.82	11.73
Plastik limit (%)	216	21	40	29.21	3.21
Plastisite indisi (%)	216	3	53	28.62	10.70
Likitlik indisi (%)	216	-6.03	0.99	0.12	0.61

6.2. Deformabilite Davranışı

Zeminlerin deformabilite davranışı, genellikle arazide bulunan deformasyon modülleri ile tanımlanır. Bu veriler, presiyometre deneyinde olduğu gibi doğrudan belirlenebileceği gibi SPT deneyinden de dolaylı olarak tanımlanabilir. Presiyometre deneyi, genelde zemin katılığının ölçülme prensibine bağlı olarak, zeminin elastisite modülünün belirlenmesi temeli üzerine kurulmuştur (Biraund, 1986; Prevost, 1979). Bu deney için düşey yükleme esnasında mobilize olan katılığın düşey ve yatay modüllerin bir fonksiyonu olduğu ve düşey yüklü temellerde oluşan oturmalar için anizotropinin küçük bir etkisinin bulunduğu noktasında değerlendirmeler yapılmıştır (Amar, et al.,

1975; Baguelin, et al., 1978; Lee and Row, 1989). Presiyometre deneyine bağlı olarak bulunan modül değeri eşitlik 6.3'den bulunmaktadır.

$$E_p = k \cdot \Delta P / \Delta V \quad \dots\dots\dots(6.3)$$

E_p = Presiyometrik deformasyon modülü

K = katsayı

ΔP = Deneyde uygulanan basınç

ΔV = Uygulanan basınç altında oluşan hacimsel deformasyon

Standart Penetrasyon Deneyine bağlı olarak modül tanımı ampirik esasta yapılmıştır. Ham verilerin % 55 enerji esasında dönüştürülmesinden sonra elde edilen verilere bağlı olarak zemin cinsine göre eşitlikler tanımlanmıştır (Bowles, 1995). Kumlu kil ve silt-kil zeminler için sırasıyla eşitlik 6.4 ve 6.5'de sunulmuştur. Bu eşitliklere bağlı olarak belirlenen modül değerlerinin (E_s) "kN/m²" biriminde olduğu belirtilmelidir (Tosun vd., 2002).

$$E_s = 320 (N+15) \quad \dots\dots\dots(6.4)$$

$$E_s = 300 (N+6) \quad \dots\dots\dots(6.5)$$

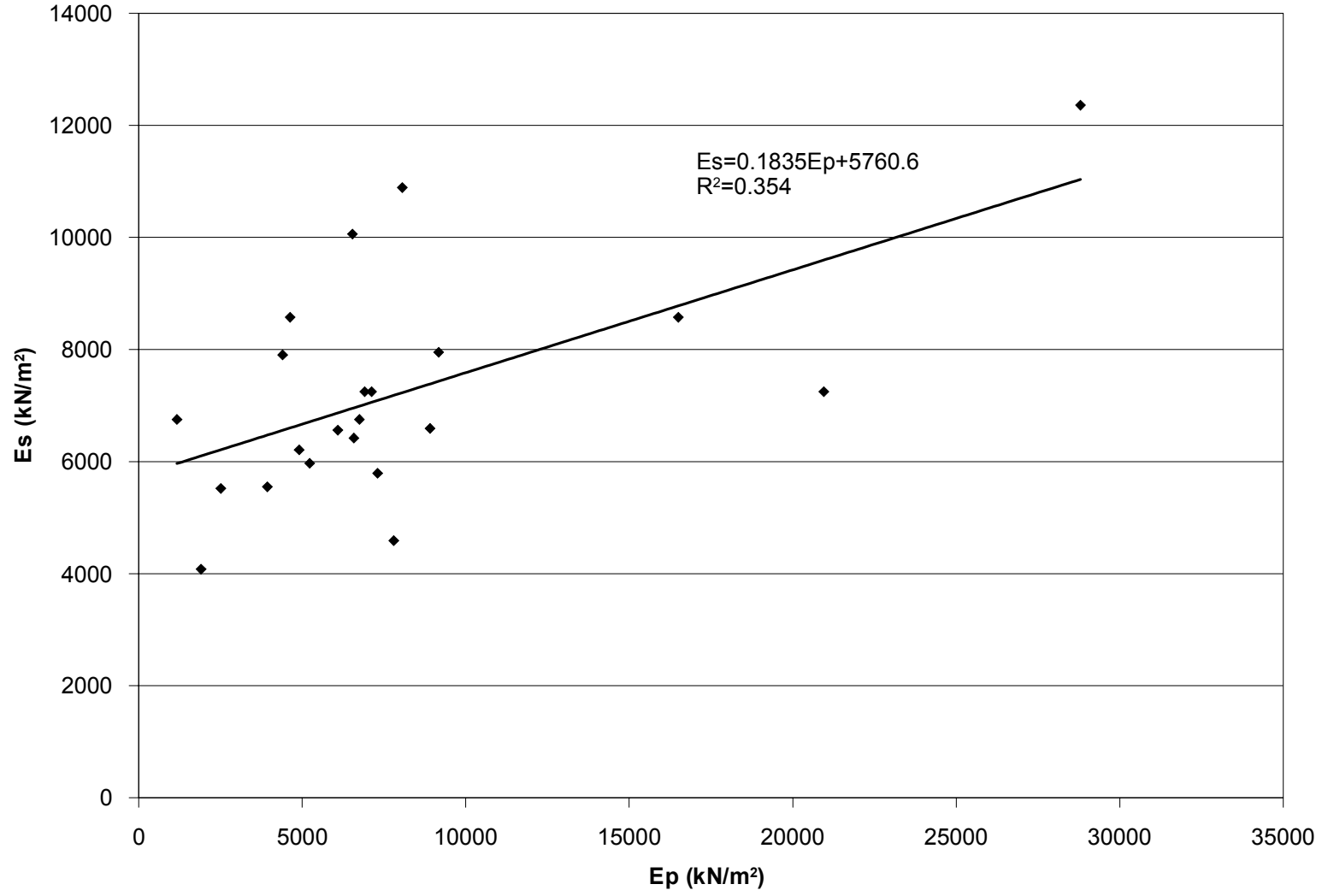
Çalışma kapsamında zemin litolojisine bağlı olarak her iki yöntemle bulunan modül değerleri arasındaki ilişki incelenmiştir. Bu verilerin analitik esastaki değerlendirilmesi Şekil 6.4'de verilmektedir. Silt-kil zemin örnekleri için regresyon katsayısı, nispi olarak daha yüksektir. Bu doğrusal ilişki, eşitlik 6.6'da sunulmaktadır.

$$E_s = 0.1835E_p + 5750.6 \quad \dots\dots\dots(6.6)$$

E_s = SPT N-darbe direnci değerlerine bağlı modül değeri (kPa)

E_p = Presiyometre verilerine bağlı olarak belirlenen modül değeri (kPa)

Yukarıda elde edilen ilişkinin yalnızca doğun olmayan normal konsolide kil-silt zeminler ile kumlu kil zeminler için geçerli olduğu belirtilmelidir. SPT ile bulunan verilerin presiyometrik verilere dönüştürülerek, dolaylı olarak taşıma gücü ve oturma



Şekil 6.4. Presiyometre ve SPT değerleri olarak tanımlanan modül değerleri arasındaki ilişki (Tosun vd., 2002)

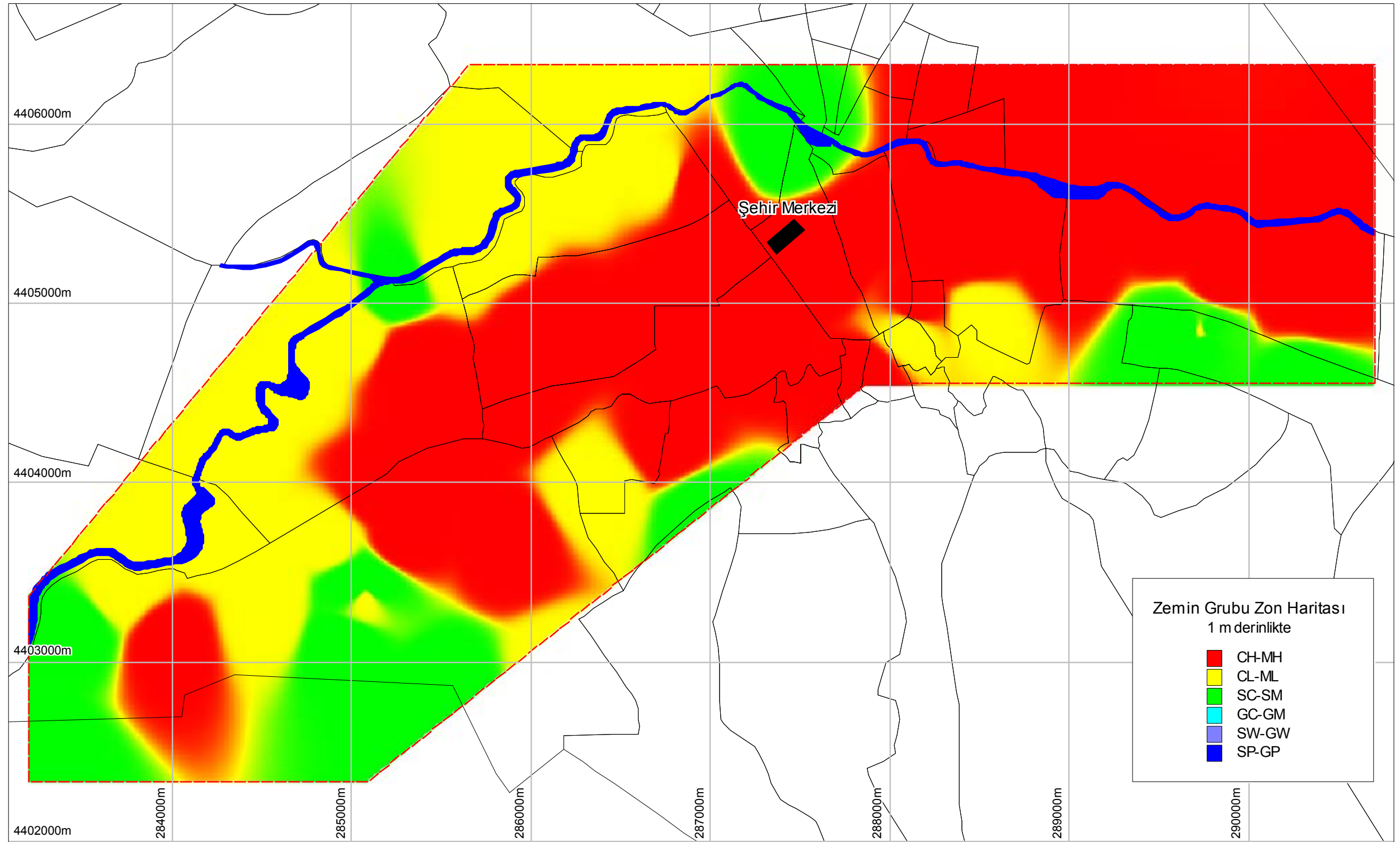
hesapları için kullanılması ile hesapların kontrolünün yapılması gerçekleştirilebilir. Burada elde edilen doğrusal ilişkideki verilerin ağırlıklı olarak Eskişehir Osmangazi Üniversitesi yerleşkesine ait olması ve regresyon katsayısının da düşüklüğü dikkate alınarak yukarıda belirtilen alan için kullanılması önerilmektedir.

6.3. Zemin Gruplarının Tanımlanması

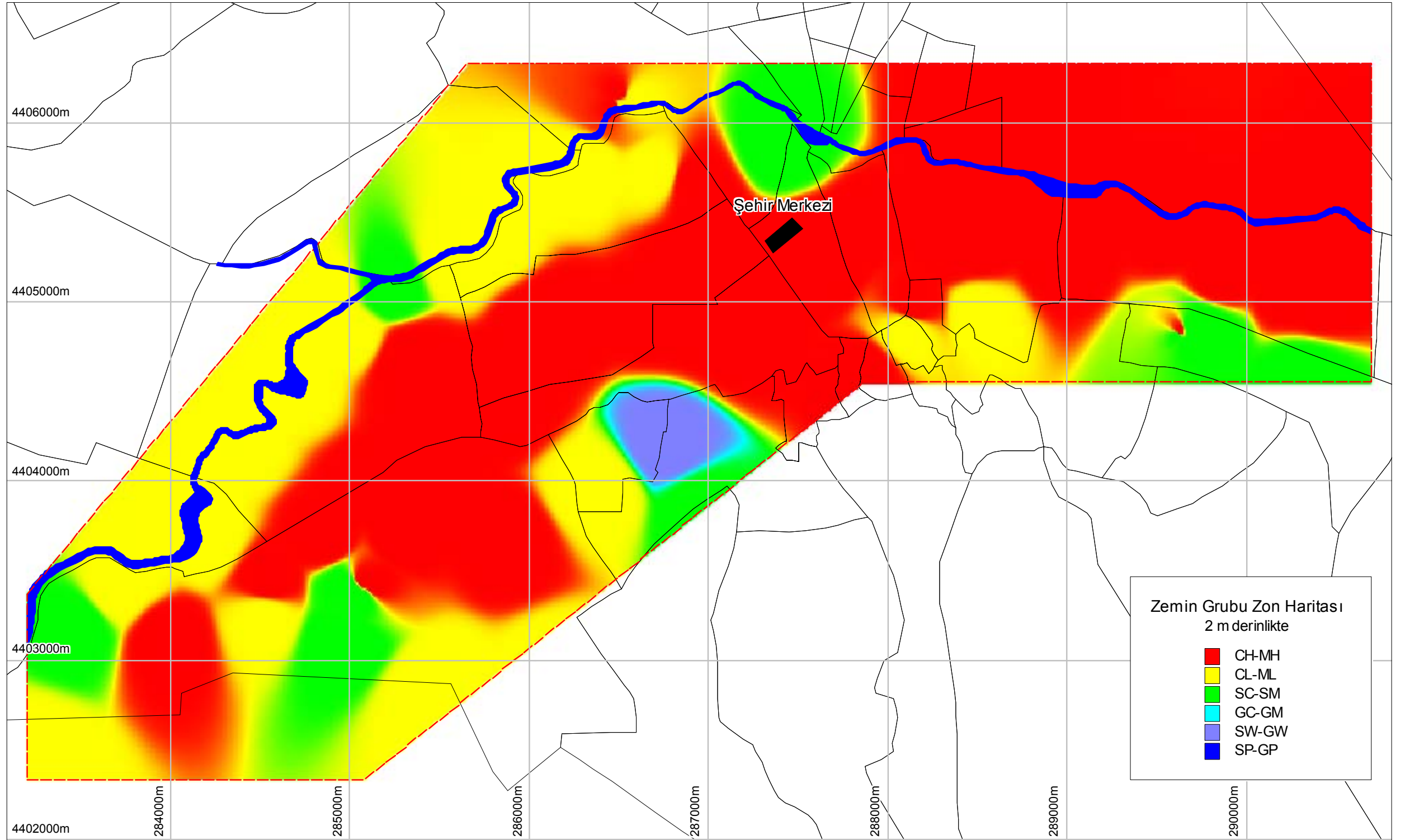
İnceleme alanında yapılan laboratuvar deneylerine bağlı olarak temel zemin birimleri ayırt edilmiş ve Birleştirilmiş Zemin Sınıflama sistemine göre sınıflandırılmıştır. Bu amaçla yapılan çalışmaların özeti, Ek.2’de sunulmaktadır. Yüzeyden 6 m derinliğe kadar her 1.0 m derinlikte zemin grubu zon haritaları oluşturulmuştur (Şekil 6.5).

Yüzeğe yakın seviyelerde benzer dağılım görülmektedir. Bu seviyelerde inceleme alanının bir bölümü yüksek plastisiteli kil-silt zeminden oluşmaktadır. Porsuk nehri civarı özellikle kuzey-batı bölümü düşük plastisiteli siltli kil zemin görülmektedir. Yüzeyden 3.0 m derinlikte, yüksek plastisiteli kil-silt zeminin kapladığı alan azalmakla birlikte, belirli alanlarda yoğunluğu devam etmektedir. Bu seviyede düşük plastisiteli silt-kil alanlar artmaktadır. Yüzeyden 4-5 m derinlikte inceleme alanının büyük bir bölümü, düşük plastisiteli silt-kil zemin olup, yüksek plastisiteli zemin azalmaktadır. Belirli noktalarda kum-çakıl seviyeleri ortaya çıkmaktadır. Yüzeyden 6.0 m derinlikte ise, siltli kum zemin görülmektedir. Daha derin seviyelerde ise alüvyon içinde yer yer farklılık arz etmekle birlikte iyi derecelenmiş kum-çakıl zemin yer almaktadır.

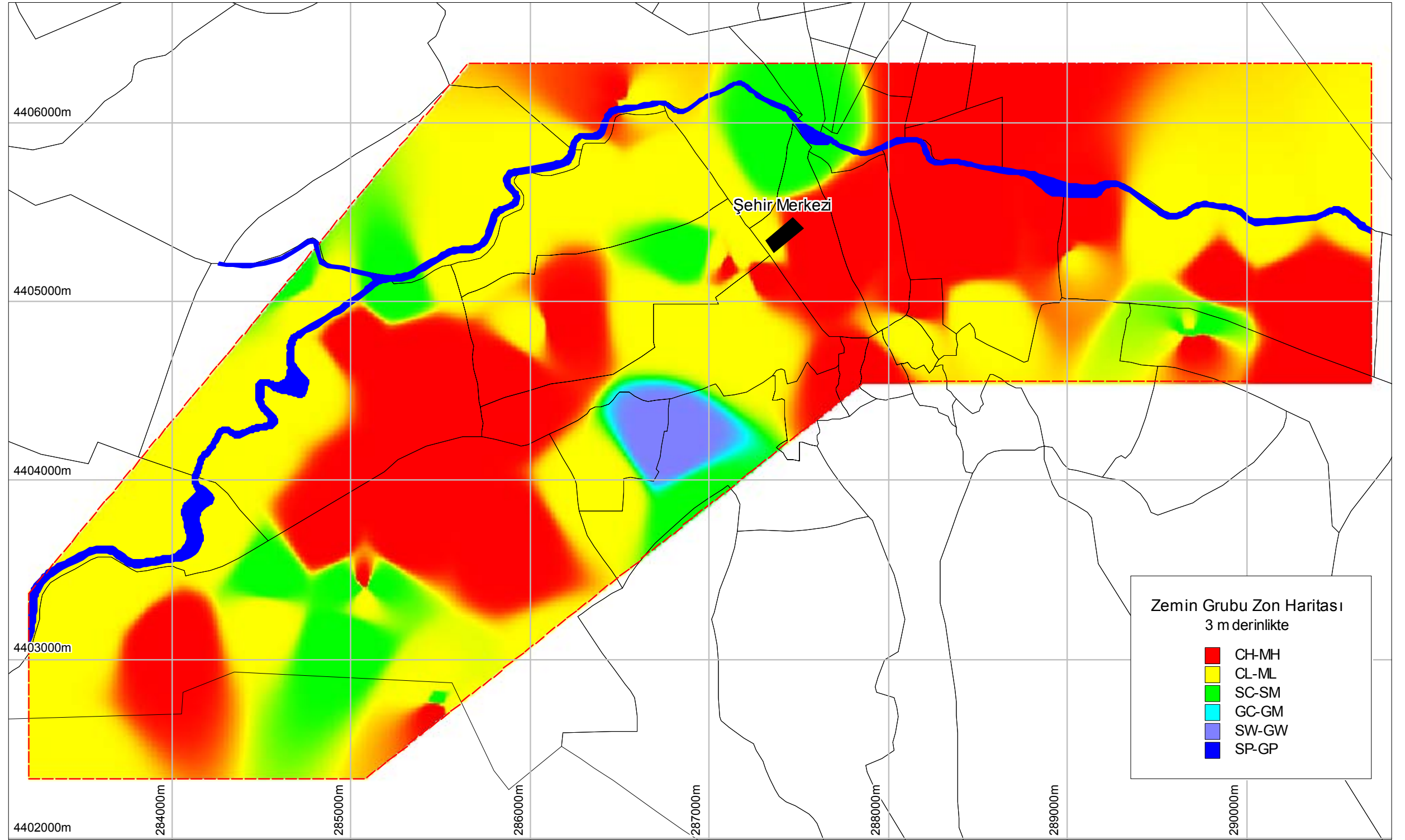
Afet Bölgelerinde inşa edilecek yapıların esas yönetmenlikte, temel zemin birimleri 4 ana gruba (A, B, C ve D) ayrılmaktadır. Aynı yönetmenlikte yerel zemin sınıflaması da yapılmaktadır (Z1, Z2, Z3 ve Z4). Çalışma alanındaki zemin grupları Şekil 6.6’da ve yerel zemin sınıfları da Şekil 6.7’de verilmektedir. Burada oluşturulan zemin grubu ve yerel zemin sınıfı zon haritaları sadece ham SPT darbe sayılarına göre oluşturulduğu dikkate alınmalıdır, ayrıca yerel zemin sınıflamasının ve zemin grubunun 2.0 m temel derinliğine sahip yüzeysel temel sistemi için yapıldığı belirtilmelidir.



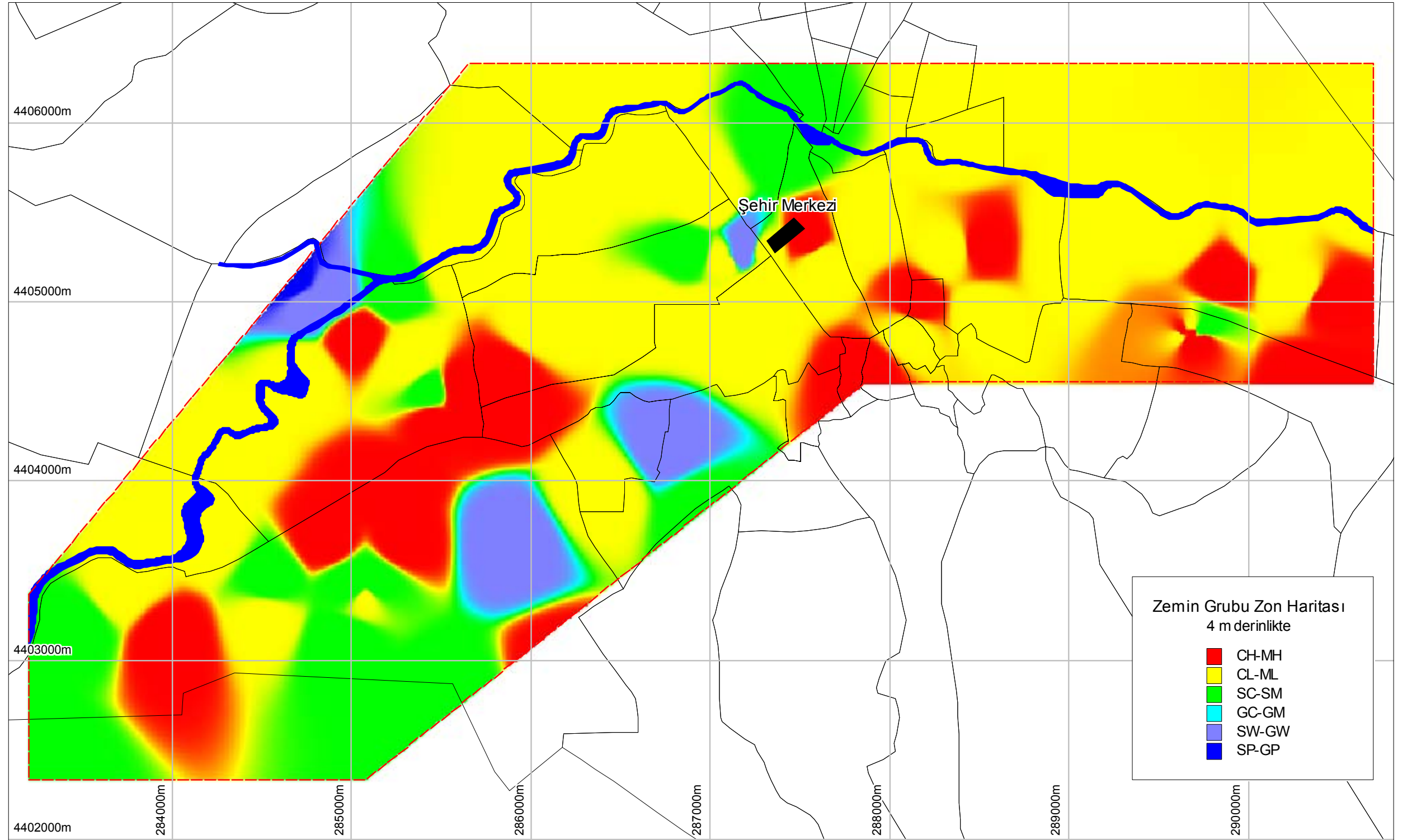
Şekil 6.5. İnceleme alanından değişik derinliklerden alınmış zemin grubu zon haritası (Birleştirilmiş zemin sınıflama sistemine göre)



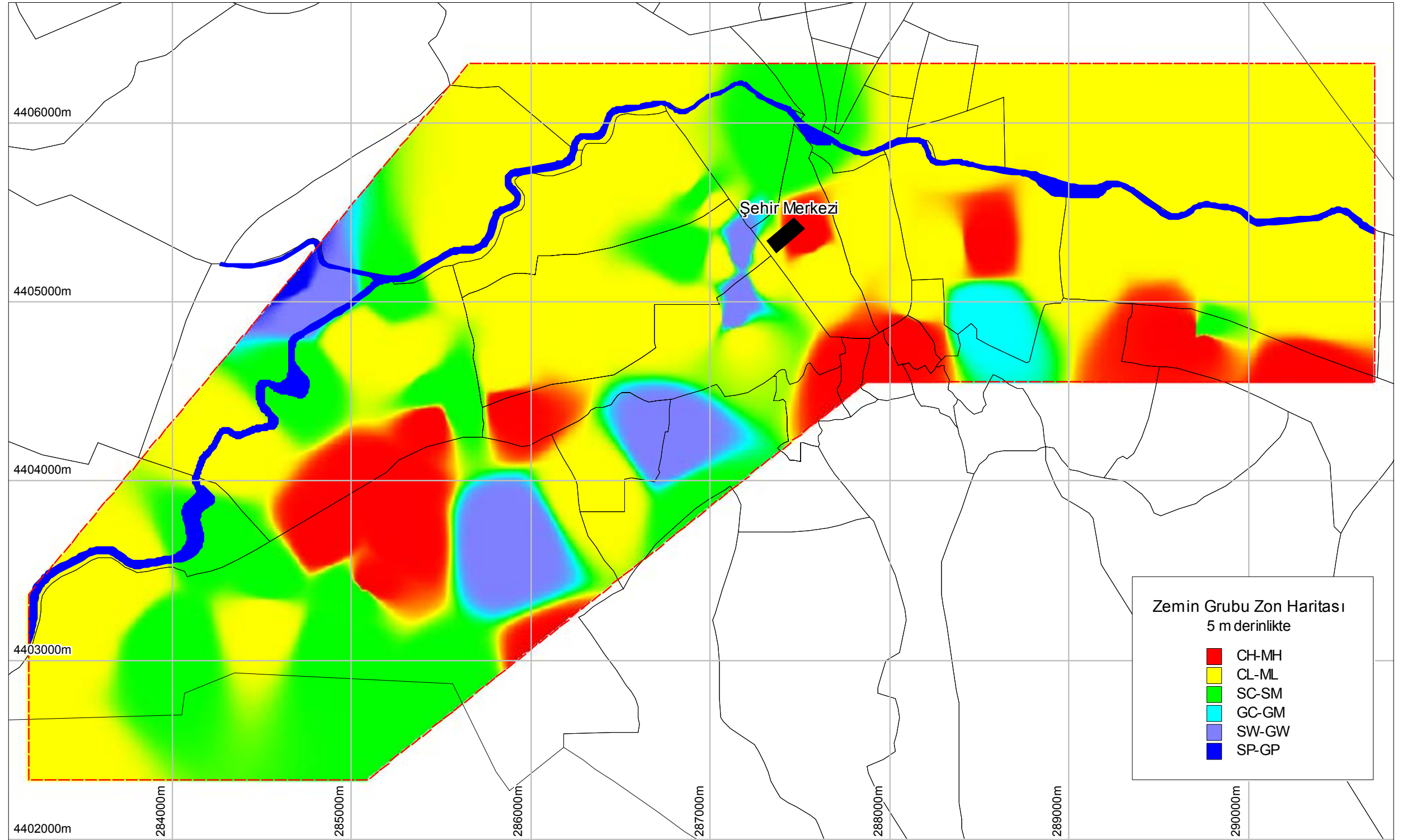
Şekil 6.5. devam



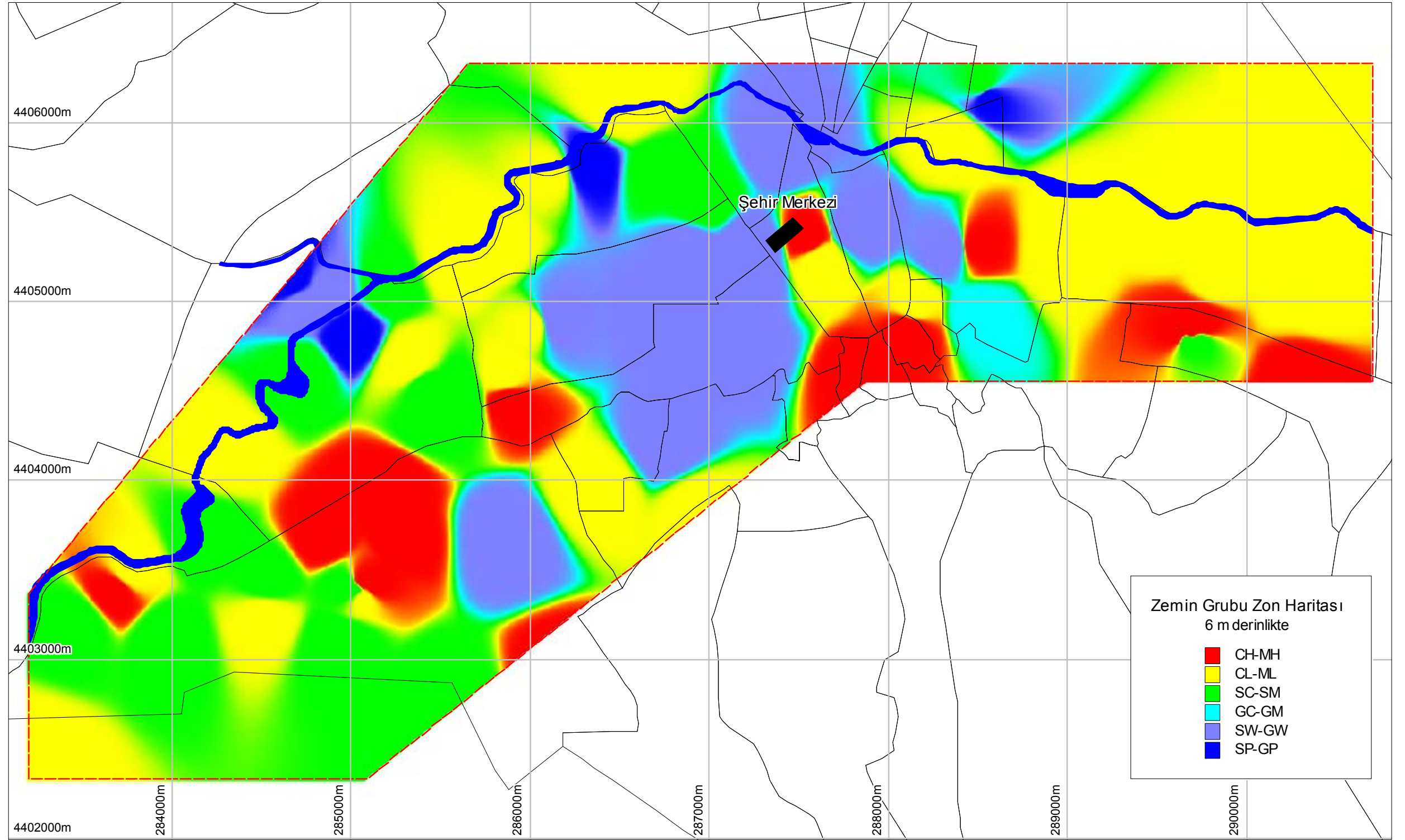
Şekil 6.5. devam



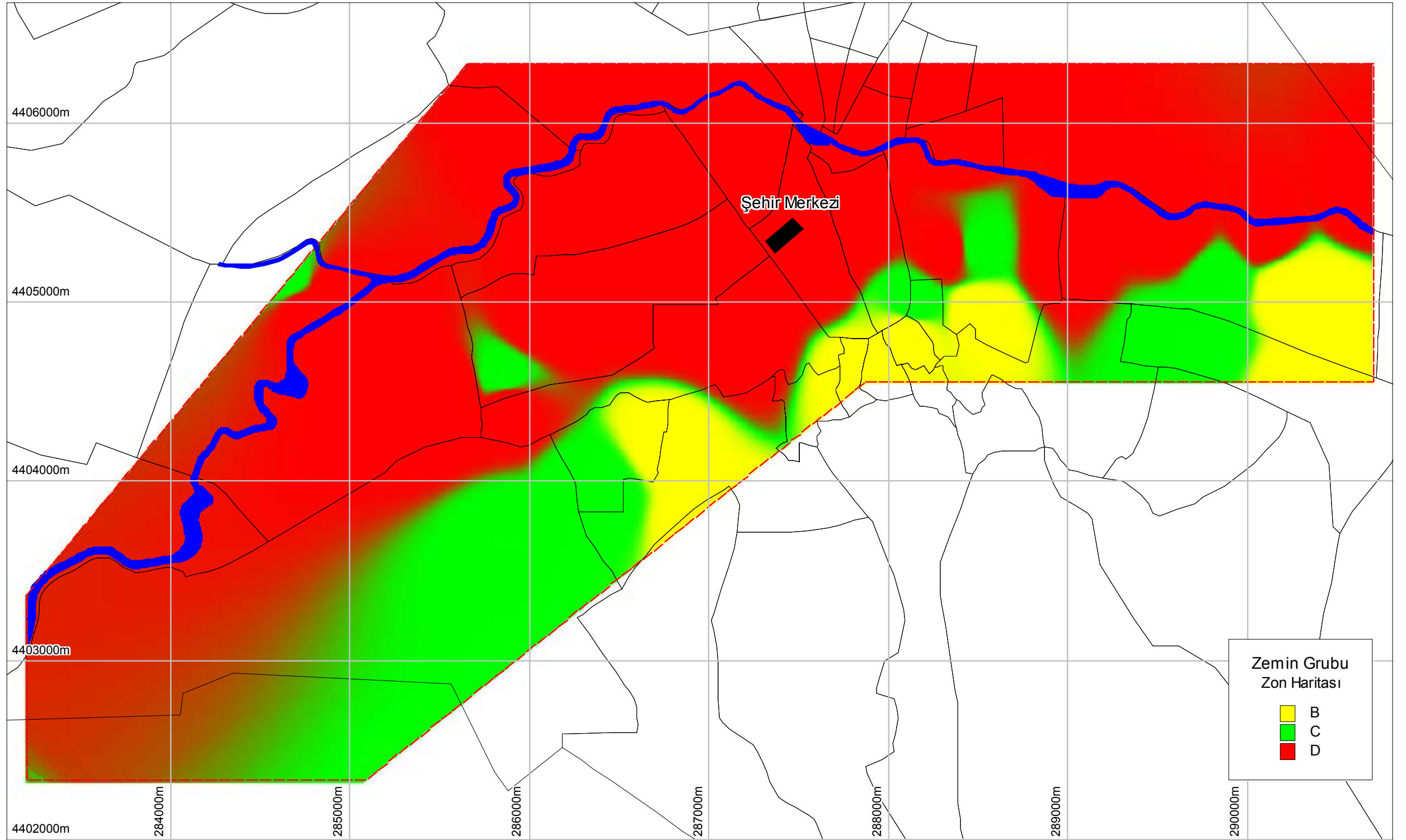
Şekil 6.5. devam



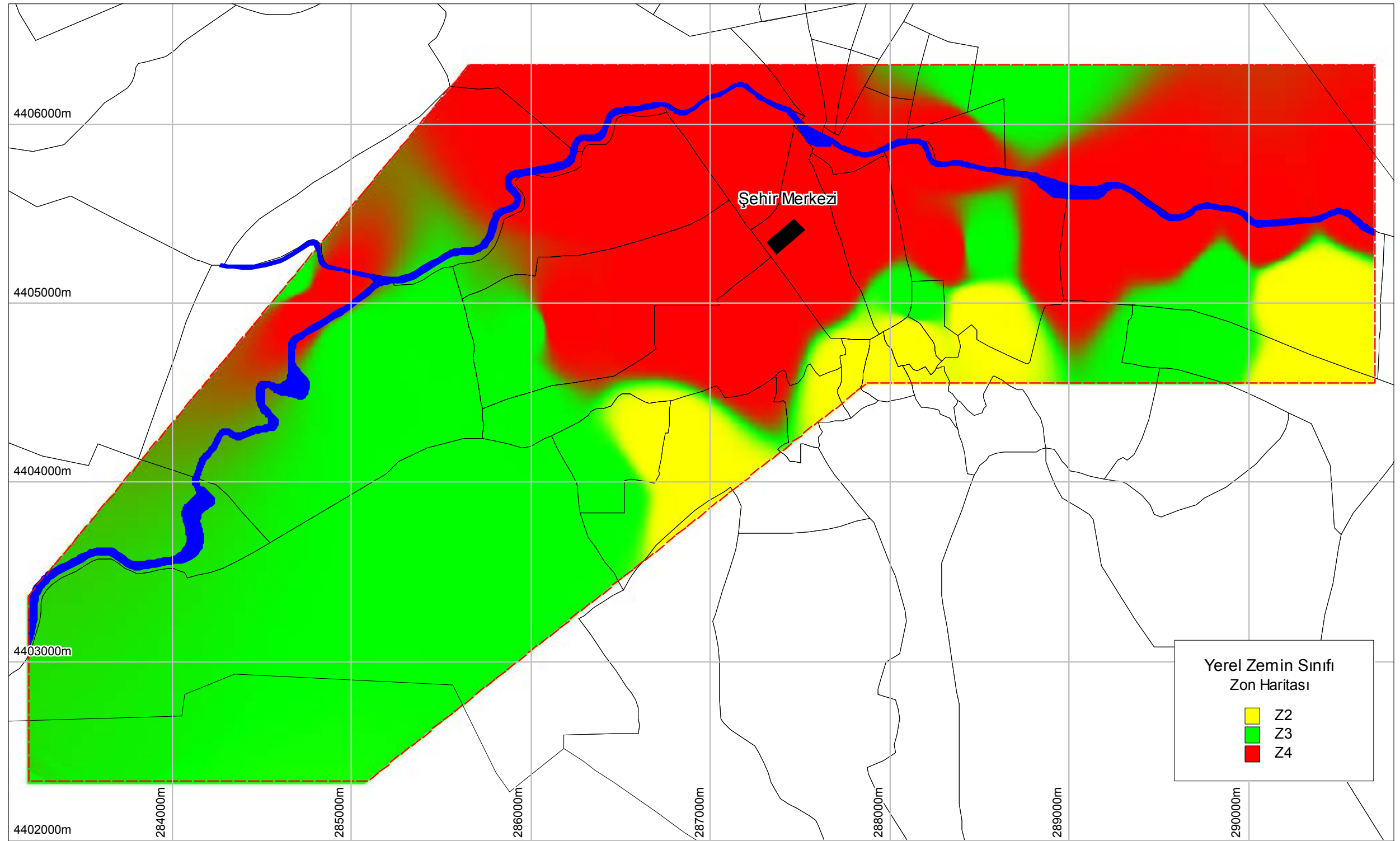
Şekil 6.5. devam



Şekil 6.5. devam



Şekil 6.6. Zemin gruplarının dağılımı (Sadece ham SPT darbe sayıları dikkate alınarak yapılmış olup, temel derinliği 2.0 m olan yüzeysel temel sistemi için geliştirilmiştir)



Şekil 6.7. Yerel zemin sınıflaması (Sadece ham SPT darbe sayıları dikkate alınarak yapılmış olup, temel derinliği 2.0 m olan yüzeysel temel sistemi için geliştirilmiştir)

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırmada, Eskişehir il merkezi güney bölgesi temel zemini jeo-mühendislik özellikleri, arazi ve laboratuvar deneyleri kullanılarak elde edilen sonuçlar, Coğrafi Bilgi Sistemi'ne aktarılmış ve kent merkezleri için jeo-mühendislik yönünden uygulanabilirliği değerlendirilmiştir. Bu çalışma kapsamında elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmektedir:

- i) Çalışma alanında, büyük oranda il merkezindeki yapıların temel birimini oluşturan zeminin genel olarak çok değişken olmayan bir profile sahip olduğu görülmektedir. Yüzeyde yer alan bitkisel toprağın hemen altında ince taneli zemin bulunmaktadır. Yanal yönde yer yer değişken özellikler arz eden bu zemin altında sıkı iri taneli zemin yer almaktadır. İnceleme alanının güney bölümünde, ince taneli zeminin doğrudan sedimanter kayalar üzerine yerleştiği görülmektedir.
- ii) İnceleme alanının kuzeyinde yer alan alüvyon zemin, nehir depoziti ve güney doğuya doğru taşkın depoziti şeklinde oluşmuştur. Güneyde yer alan ve yüzeylenen ince taneli zeminin ise, taraça depoziti şeklinde oluştuğu görülmektedir. Bu zemin şehir merkezine doğru yüksek plastisiteli zeminden, düşük plastisiteli zemine dönüşmekte, silt miktarı artmakta ve alttaki sıkı kumçakıl zemine göreceli bir geçiş yapmaktadır.
- iii) İnceleme alanından alınan 24 zemin örneği üzerinde yapılan XRD deney sonuçlarına göre, zemin içinde yer alan etkin kil minerali tipinin montmorillonit ve illit olduğu çalışma kapsamında belirlenmiştir.
- iv) Bu çalışma kapsamında arazi deneyleri ile laboratuvar deneyleri arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Bunlardan birinde, ham N-darbe direnci değerleri ile serbest basınç dayanımı değerleri arasındaki ilişki ortaya konulmaya çalışılmıştır. Plastik ve yarı katı kil zeminler için geçerli olan, N-darbe direnci ile serbest basınç dayanımı değerleri arasında doğrusal bir ilişkinin olduğu görülmüştür. Literatürdeki çalışmalar ile bütünlük taşıyan bu ilişki, pratik uygulamalar için ön tasarım amaçlı olarak kullanılabilir.

- v) Zeminin serbest basınç dayanımına dayalı yapılan zon haritaları, doğru değerlendirme sunmamaktadır. Özellikle aynı alanda başka değişkenlerle yapılan zonlamalar ile uyum sağlamadığı görülmüştür. Bunun nedeni zeminin doygunluk derecesindeki değişimdir. Bu sorunda, zemin örneğindeki örselenme derecesi de etkili olmaktadır.
- vi) Bu araştırma kapsamında yürütülen arazi deneylerine bağlı olarak kil-silt zeminin elastisite modülleri belirlenmiştir. Belirli lokasyonlarda ikiz sondaj açılarak aynı seviyelerde Standart Penetrasyon ve Presiyometre deneyleri yapılmış ve her deney esasına bağlı kalınarak E_p ve E_s değerleri hesaplanmıştır. Hesaplanan bu değerler karşılaştırılarak E_p - E_s ilişkisi araştırılmıştır. İki değer arasında düşük regresyon katsayısına sahip doğrusal bir ilişkinin olduğu görülmektedir. Yarı katı-plastik kıvam aralığındaki kil zeminler için geçerli olan bu ilişkinin, öncelikle elastik oturma hesapları için gereken verilerin temininde, regresyon katsayısı göz önünde bulundurularak, kullanılabilir. Burada elde edilen ilişkiye ait verilerin büyük bölümünün Eskişehir Osmangazi Üniversitesi yerleşkesinde bulunmasından dolayı, ilgili alan için kullanılması önerilmektedir.
- vii) Çalışma kapsamında her bir lokasyona ait veriler kullanılarak temel zemin sınıfları esasında mikro bölgelendirme yapılmış ve değişik zemin özelliklerinin değişim aralıkları incelenmiştir. Bu çalışma sonucunda görülmüştür ki, CBS'nin mühendislik jeolojisi uygulamalarında etkin olarak kullanabilmesi için uygulamacı kişinin konusunu çok iyi bilmesi gerekmektedir. Aksi halde CBS çok ilgisiz ilişkileri oluşturabilmektedir. Örneğin bu çalışmada oluşturulan serbest basınç dayanımı zon haritaları, SPT verileriyle karşılaştırıldığı zaman doğru yaklaşımlar ve modeller ortaya çıkmamaktadır. Böylece CBS ile elde edilecek her haritalamanın gerçeği yansıtmayacağı düşünülmeli ve buna dayalı oluşturulacak modellerin de kullanımında dikkatli olunmalıdır.
- viii) İnceleme alanının güneybatısında yer alan ve Eosen'de oluşmuş konglomera-kumtaşı birimleri düşük dayanımlı kayaç özelliğine sahiptir. Bu birimler, düşük dayanımlı kayaç özelliğine sahip olması ile, "suya dayanıklılığı düşük kayaç" olarak ta tanımlanabilir.

- ix) İnceleme alanının güneyinde yer alan ve genellikle düşük bir eğime sahip olan ve il merkezinin güneyinde önemli bir alanı kaplayan birimler, aşırı-çok aşırı konsolide olmuş kil-silt zemin özelliği taşımaktadır. Bu birim içinde, çatlak suyu hariç, yeraltı suyu bulunmamaktadır. Bu birim göreceli olarak yüksek taşıma gücü değerlerine sahiptir.
- x) Bölgenin sismik risk analizi, daha sonra yapılacak diğer analizlere veri temin etmek amacıyla yapılmıştır. Yapılan bu sismik analiz, bölgenin coğrafi bilgi sistemi ile modellenen jeoteknik verileri ile birlikte değerlendirildiğinde, anlamlı bir sonuç sunmakta olup; tasarım için gerekli olan karakteristik periyot tayini, şevlerin stabilitesi gibi ileride yapılacak çalışmalar için de, bir veri tabanı oluşturmaktadır.

8. KAYNAKLAR

- Altunel, E. ve Barka, A., 1998, Eskişehir Fay Zonu' nun İnönü-Sultandere arasındaki neotektonik aktivitesi, TJB, c: 41, no: 2, s. 41-52.
- Amar, S., Baguelin, F., Jezequel, J.F. and Le Meahute, A., 1975, In Situ shear resistance of Clays, Proc. ASCE Spec. Conf. in-situ measurement of soil properties, Raleigh, vol. 1, pp. 22-45.
- ASTM D 4719-87, 1987, Standart test method for pressuremeter testing in soils, American Society for Testing and Materials, vol. 04/08.
- Asutay, H.J., Küçükayman, A. ve Gözler, M.Z., 1989, Dağküllü (Eskişehir kuzeyi) Ofiyolit Karmaşığının stratigrafisi, yapısal konumu ve kümülatların petrografisi, MTA Dergisi 109, s. 1-8, Ankara.
- Baguelin, F., Jezequel, J.F. and Shield, D.H., 1978, The Pressuremeter and Foundation Engineering, Transtech. Publication.
- Barka, A., Reilinger, R., Şaroğlu, F. ve Şengör, A.M.C., 1995, The Isparta Angle: its importance in the neotectonics of the eastern Mediterranean region. IESCA-1995 proceedings.
- Biraund, J.L., 1986, Pressuremeter and Foundation design, Proc. in-situ'86: Use of In-Tests in Geotechnical Engineering, Blacksburg, VA, pp. 74-115.
- Bowles, J.E., 1995, Foundation analysis and design, Fifth Edition, The McGraw-Hill, New York, 1175 p.
- Clarke, B.G., 1995, Pressuremeters in geotechnical design, Blackie Academic and Professional, 364 p.
- Dai, F.C., Lee, C.F. and Zhang, X.H., 2001, GIS-based geo-environmental evaluation for urban land-use planning: A case study, Engineering Geology, vol. 61, pp. 257-271.
- Esen, E., Yakal, M. ve Gökçen, M., 1975, Eskişehir ve İnönü Ovaları hidrojeolojik etüt raporu, DSI Jeoteknik Hizmetleri ve YAS Dairesi, 49 s. Eskişehir (yayınlanmamış).
- DSİ, 2001 a, Eskişehir Odunpazarı Belediyesi jeofizik rezistivite etüt raporu, DSİ III, Bölge Müdürlüğü (yayınlanmamış).
- DSİ, 2001 b, Eskişehir Tepebaşı Belediyesi jeofizik rezistivite etüt raporu, DSİ III, Bölge Müdürlüğü (yayınlanmamış).
- Gözler, M.Z., Cevher, F. ve Küçükayman, A., 1984-1985, Eskişehir civarının jeolojisi ve su kaynakları, MTA Dergisi, 103/104, s. 40-54, Ankara.

KAYNAKLAR (devam)

- Gözler, M.Z., Cevher, F., Ergül, E. ve Asutay, H.J., 1996, Orta Sakarya ve güneyinin jeolojisi, MTA Rapor No: 9973, 87 s., Ankara.
- Gumbel, E.J., 1958, Statistics of extremes, Columbia University Pres, NY, USA.
- Gutenberg, B. and Richter, C.F., 1942, Earthquake magnitude, intensity, energy and acceleration, Bulletin of Seismological Society of America, vol. 32, no.3.
- Hagiwara, Y., 1974, Probability of earthquake occurrence as obtained from a Weibull Distribution Analysis of crustal strain, Tectonophysics, vol. 23, pp. 313-318.
- Hu, Y., Liu, S. and Dong, W., 1996, Earthquake engineering, E&FN Spon, London.
- Kaçaroğlu, F., 1991, Eskişehir Ovası yeraltısuyu kirliliği incelenmesi, Hacettepe Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 340 s., Ankara.
- Kalafat, D., 2002, Sismik ağlarda deprem büyüklüklerinin ampirik olarak ilişkilendirilmesi, ATAG-6 Aktif Tektonik Araştırma Grubu Altıncı Toplantısı, MTA, 21-22 Kasım 2002, Bildiri Özetleri Kitabı, Ankara.
- Ketin, İ., 1966, Anadolu'nun tektonik birlikleri, MTA Dergisi, 66, s: 20-34, Ankara.
- Koyuncu, N.P., 2001, Eskişehir il merkezindeki birimlerin jeo-mühendislik özelliklerinin değerlendirilmesi ve mühendislik jeolojisi haritalarının hazırlanması, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enst., Yük Lis. Tezi, 129 s., Ankara.
- Kulaksız, S., 1981, Sivrihisar Kuzeybatı Yöresinin Jeolojisi, H. Ü. Bilim Dergisi, 8, s: 103-123, Ankara.
- Lee, K.M. and Rowe, P.K., 1989, Deformation caused by surface loading and tunneling, the role of elastic anisotropy, Geotechnique, 39 (1), pp. 125-140.
- Lomnitz, C. and Epstein, B., 1966, A model for occurrences of large earthquakes, Nature 211.
- Lünel, A.T., 1986, Petrology of Gümele Ultramafic Suite of Eskişehir Complex, Metu Journal of Pure and Applied Sciences, v. 19, no. 2, pp. 167-195, Ankara.
- NAVFAC DM-7.1, 1982, Soil mechanics design manual, Department of the Navy, Naval Facilities Engineering Command, Alexandria, VA, USA, 348p.
- Özçelik, Ş., 1998, Eskişehir Ovası yeraltısuyu potansiyeli ve kirliliği (1995 Sonrası), Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 80 s., Eskişehir.

KAYNAKLAR (devam)

- Prevost, J.H., 1979, Undrained Shear Tests on Clays, J. Geotechnical Engineering Div., ASCE, 105 (NGT1), pp. 49-64.
- Rackwitz, R., 2000, Reviewing probabilistic soils modelling, Computers and Geotechnics, 26, pp. 199-223.
- Sarız, K. ve Oruç, N., 1989, Eskişehir yöresinin jeolojisi ve jeotermal özellikleri, Anadolu Üni., Müh. Mim. Fak. Dergisi, 5, 2, s. 59-81, Eskişehir.
- Sarız, K., 1990, Türkmentokat-Karatepe (Eskişehir) manyezit yataklarının oluşumu, MTA Dergisi, 110, s. 77-96, Ankara.
- Sarız, K., 1997, Akçayır-Yürükakçayır (Eskişehir) gösel basenindeki Kaymansı sepiyolit zuhurlarının oluşumu, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Müh. Mim. Fak., 10, 1, s. 1-19, Eskişehir.
- Seed, H.B., Tokimatsu, L.F., Harder, M. and Chung, R.M., 1985, Influence of SPT procedures in Soil Liquefaction Resistance Evaluations, Journal of Geotechnical Engineering, 111, 12, pp. 1425-1445.
- Seed, H.B and DeAlba, P., 1986, Use of SPT and CPT tests for evaluating the liquefaction resistance of sands, use of In-situ tests in geotechnical engineering, ASCE-Geotech. Spec. Publ., 6, pp. 281-302.
- Şengör, A.M.C. ve Yılmaz, Y., 1983, Türkiye' de Tetis' in evrimi: Levha tektoniği açısından bir yaklaşım, TJK Yerbilimleri Özel Dizisi No: 1, 75 s., Ankara.
- Şengör, A.M.C., Görür, N. ve Şaroğlu, F., 1985, Strike-slip faulting and related basin formation in zone of tectonic escape, Turkey as a case study, In strike-slip deformation, basin formation and sedimentation, Soc. of Eco. Paleo and Min. Spec. Publ., 37, pp. 227-264.
- Tosun, H., 1989, Temel zemini taşıma gücü, DSİ Genel Müdürlüğü, 141 s., Ankara.
- Tosun, H., 1993, Temel zemini oturma analizi, DSİ Genel Müdürlüğü, 2. Baskı, 136 s., Ankara.
- Tosun, H., Türköz, M., Orhan, A.ve Çamdalı, B., 2001, Meşelik Killerinin geoteknik özellikleri, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Fonu Raporu No: 1999-15015, Eskişehir.
- Tosun, H., Türköz, M., Orhan, A. ve Çamdalı, B., 2002, Eskişehir-Meşelik Killerinin geoteknik özellikleri ve yerleşime uygunluğu, Zemin Mekaniği ve Temel Mühendisliği Dokuzuncu Ulusal Kongresi 21-22 Ekim 2002, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.

KAYNAKLAR (devam)

- Tosun, H., 2002, Dolgu baraj deprenselliği ve tasarım esasları, DSİ Genel Müdürlüğü, 207 s., Ankara.
- TS 1500, 1987, İnşaat mühendisliğinde zeminlerin sınıflandırılması, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS 1900, 1987, İnşaat mühendisliğinde zemin deneyleri, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS 1901, 1975, İnşaat mühendisliğinde sondaj yolları ile örselenmiş ve örselenmemiş numune alma yöntemleri, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Türköz, M., 2001, Şişen killerin sönmüş kireç katkısıyla stabilizasyonu ve Meşelik Killerine uygulanması, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 62 s., Eskişehir.
- USBR, 1991, Earth manual, US Department of Interior Bureau of Reclamation. Denver, 1272 p.
- Wikle, T.A., 1991, Computers, maps and geographic information systems, National Forum, Summer91, 71, 3, pp. 37-39.
- Yüce, G., Pınarbaşı, A. ve Özçelik, Ş., 2001, Eskişehir Ovası yeraltı suyu kirliliğinin incelenmesi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Fonu Raporu No: 2001-28, Eskişehir.

EKLER

EK 1

DÖNÜŞTÜRÜLMÜŞ DEPREM KAYITLARI

Ek.1. Dönüştürülmüş deprem kayıtları

TARİH	ZAMAN (GMT)	ENLEM (N)	BOYLAM (E)	DERİNLİK (Km)	M _b	M _d	M _l	M _s
15.04.1905	05:36	40.2000	29.0000	6				5.6
30.04.1905	16:13	39.8000	30.5000	22				5.4
01.05.1905	19:00	39.9000	31.1000	0				4.9
22.10.1905	03:42	41.0000	31.0000	27				5.2
22.01.1907	02:41	41.0000	29.0000	12				4.5
21.08.1907		40.7000	30.1000	15				5.5
16.01.1918	07:13	38.3400	29.4800	10				5.7
27.05.1919	10:35	39.1300	31.0200	10				5.3
13.04.1921	04:54	38.4000	31.8000	0				5.2
26.09.1921	09:26	38.4200	31.7900	10				5.4
29.05.1923	11:34	41.0000	30.0000	25				5.5
20.11.1924	20:27	38.5500	30.7800	10				5.9
10.06.1925	04:45	41.0000	29.0000	8				4.4
24.06.1925	00:00	40.8800	30.3900	10				4.6
14.09.1925	09:06	39.0000	31.0000	0				4.9
20.09.1925	18:06	39.0000	31.0000	0				4.9
16.12.1926	17:54	40.1300	30.7200	10				5.7
20.12.1926	10:31	39.0000	31.0000	0				4.9
04.01.1927	04:49	39.5000	29.8000	15				4.2
24.01.1928	07:36	40.9900	30.8600	10				5.3
02.05.1928	21:54	39.6400	29.1400	10				6.1
06.05.1928	18:00	39.8000	30.5000	12				5.0
27.04.1929	22:18	40.5100	31.4300	70				4.8
12.01.1931	15:06	38.4700	31.8000	20				5.0
15.10.1932	22:19	40.9000	30.6000	15				4.5
25.07.1939	03:40	39.7500	29.5200	50				5.2
31.07.1939	13:32	39.8000	29.6000	10				4.8
02.08.1939	13:06	39.7500	29.4800	50				5.3
03.08.1939	12:32	39.7500	29.6800	50				5.5
09.08.1939	23:43	39.9100	29.8100	60				5.1
15.09.1939	23:16	39.7600	29.5600	20				5.7
19.10.1939	21:32	39.8200	29.5000	10				5.3
19.08.1940	20:43	40.1300	30.0900	40				4.5
05.02.1942	01:15	38.9000	29.8000	17				5.4
14.04.1943	08:15	39.6200	29.6400	40				4.9
20.06.1943	16:47	40.8400	30.7300	10				5.5
20.06.1943	15:32	40.8500	30.5100	10				6.5
06.09.1943	16:32	40.2100	31.3500	10				4.9
08.09.1943	13:35	40.7000	30.4000	5				4.0
01.02.1944	06:08	40.7000	31.2700	10				5.0
02.02.1944	03:33	40.7400	31.4400	40				5.1
05.04.1944	04:40	40.8400	31.1200	10				5.5
25.06.1944	06:57	38.9700	29.5500	57				5.5
25.06.1944	04:16	38.7400	29.0000	69				6.2
09.02.1945	02:28	40.5000	31.2000	0				4.9
21.02.1946	15:43	38.2400	31.7900	60				5.5
16.07.1946	19:45	38.6300	31.1500	40				5.2
13.11.1948	04:44	40.2300	29.0200	60				5.6
13.12.1948	02:00	41.0000	30.0000	15				4.2
05.02.1949	00:28	39.8900	29.3500	40				5.1

Ek.1 devam

TARİH	ZAMAN (GMT)	ENLEM (N)	BOYLAM (E)	DERİNLİK (Km)	M _b	M _d	M _l	M _s
08.05.1949	09:36	38.4000	29.0000	8				4.1
28.11.1949	18:47	40.6000	30.9000	0				4.7
22.01.1952	23:15	40.8000	30.4000	15				4.3
06.01.1956	14:52	41.0000	30.2000	10				5.0
20.02.1956	20:31	39.8900	30.4900	40				6.4
23.02.1956	06:04	39.7600	30.1700	60				5.2
14.07.1956	19:01	40.3200	30.9000	40				4.6
28.08.1956	01:29	41.0800	29.9300	80				4.6
30.08.1956	00:15	41.0000	30.2000	5				4.0
26.05.1957	08:54	40.6000	30.7400	40				5.4
26.05.1957	09:36	40.7600	30.8100	10				5.9
26.05.1957	06:33	40.6700	31.0000	10				7.1
27.05.1957	06:20	41.1400	31.1900	80				4.2
27.05.1957	08:24	41.1300	30.6500	70				4.6
27.05.1957	07:05	40.8400	31.1700	80				4.7
27.05.1957	11:01	40.7300	30.9500	50				5.8
28.05.1957	05:33	40.5700	31.0200	40				4.7
28.05.1957	00:09	40.5800	30.5300	50				4.8
29.05.1957	08:47	40.7200	31.0400	20				4.7
29.05.1957	10:17	40.8300	30.7700	20				4.9
30.05.1957	14:29	40.6500	31.2400	10				4.2
30.05.1957	13:07	40.6200	31.7800	10				4.2
01.06.1957	21:08	40.6800	30.8400	40				4.8
01.06.1957	05:26	40.7500	30.8600	50				5.0
02.06.1957	01:12	40.7100	30.7800	10				4.8
11.08.1957	15:34	39.2000	29.2000	0				4.2
24.10.1957	02:33	40.0600	29.7500	10				4.7
26.12.1957	15:01	40.8300	29.7200	10				5.2
23.11.1958	13:07	40.4900	30.6900	10				4.4
02.04.1959	04:34	40.5000	29.4100	20				4.6
06.08.1959	12:08	40.4000	29.2000	0				4.1
01.12.1960	04:02	38.3600	30.5200	50				4.8
28.03.1961	00:44	39.8200	30.1900	10				5.0
18.09.1963	16:58	40.7700	29.1200	40				6.3
25.03.1966	23:17:21 .0	38.9600	29.2900	43	4.4			4.1
25.03.1966	23:17:21 .0	38.9600	29.2900	43	4.4			4.1
05.06.1966	09:14:06 .0	39.0700	29.3400	36	4.4			4.1
03.11.1966	13:17:53 .0	38.9700	31.1000	9	4.7			4.4
07.04.1967	17:40:07 .0	40.0000	31.0000	0		4.4		4.2
13.06.1967	12:54:07 .0	39.0300	31.1400	2	4.5			4.2
22.07.1967	22:08:35 .0	40.8000	30.5200	40	4.5			4.2
22.07.1967	21:21:41 .0	41.0000	30.4500	49	4.6			4.3
22.07.1967	19:47:30 .0	41.0700	30.5900	59	4.6			4.3
22.07.1967	20:35:40 .0	40.7900	30.4200	4	4.7			4.4
22.07.1967	18:08:36 .0	40.7000	30.8000	0	4.7			4.4
22.07.1967	18:13:36 .0	40.7000	30.8000	0	4.7			4.4
22.07.1967	23:41:59 .0	40.6400	30.5300	30	4.8			4.6
22.07.1967	17:30:07 .0	40.7300	30.5300	0	4.8			4.6
22.07.1967	18:07:21 .0	41.0000	30.0000	0		4.7		4.6
22.07.1967	17:48:06 .0	40.6600	30.6200	26	4.9			4.7

Ek.1 devam

TARİH	ZAMAN (GMT)	ENLEM (N)	BOYLAM (E)	DERİNLİK (Km)	M _b	M _d	M _l	M _s
22.07.1967	18:09:55 .0	40.7200	30.5100	35	5.1			4.9
22.07.1967	17:14:10 .0	40.7000	30.8000	6	5.2			5.0
22.07.1967	16:56:58 .0	40.6700	30.6900	0	6.0			6.0
23.07.1967	09:39:28 .0	40.9800	30.0000	33	4.3			4.0
23.07.1967	23:19:14 .0	40.6100	30.6300	15	4.3			4.0
23.07.1967	15:57:09 .0	40.6300	30.5900	23	4.4			4.1
23.07.1967	04:03:39 .0	40.6100	30.3500	21	4.5			4.2
23.07.1967	04:48:55 .0	40.6300	30.3600	33	4.6			4.3
24.07.1967	03:40:21 .0	40.6400	30.5200	4	4.3			4.0
24.07.1967	08:07:33 .0	40.5800	30.7000	0	4.3			4.0
24.07.1967	11:22:36 .0	40.7000	30.8000	0	4.3			4.0
26.07.1967	09:16:06 .0	40.6100	30.6700	21	4.5			4.2
30.07.1967	10:25:10 .0	40.7700	30.5600	22	4.4			4.1
30.07.1967	01:57:18 .0	40.7000	30.5800	7	4.4			4.1
30.07.1967	19:05:48 .0	40.7000	30.8000	0	4.4			4.1
30.07.1967	18:58:46 .0	40.7500	30.4600	27	4.5			4.2
30.07.1967	01:19:31 .0	40.7100	30.5800	23	4.6			4.3
30.07.1967	01:31:01 .0	40.7200	30.5200	18	5.4			5.3
01.08.1967	01:05:10 .0	40.4000	30.4000	46	4.4			4.1
01.08.1967	00:13:34 .0	40.7200	30.5200	26	4.6			4.3
02.08.1967	15:33:23 .0	40.6700	30.4600	30	4.4			4.1
14.08.1967	11:34:19 .0	40.6800	30.2700	33	4.4			4.1
14.08.1967	01:45:56 .0	40.7500	30.3800	23	4.4			4.1
14.08.1967	20:09:25 .0	40.7400	30.3700	25	4.7			4.4
18.08.1967	19:49:23 .0	41.2000	30.1000	0	4.7			4.4
18.09.1967	23:39:34 .0	40.8600	30.3000	33	4.4			4.1
09.03.1968	02:59:00 .0	38.2000	31.1000	33	4.5			4.2
18.03.1968	05:40:00 .0	40.8300	30.5300	39	4.4			4.1
28.03.1968	17:12:20 .0	40.5000	31.3400	6	4.5			4.2
03.11.1968	18:40:01 .0	38.8100	29.1100	23	4.8			4.6
14.01.1969	03:22:13 .0	39.4000	30.1000	0	4.4			4.1
12.02.1969	08:43:05 .0	40.7000	30.2900	30	4.5			4.2
28.03.1970	23:30:52 .0	38.9000	29.9000	0	4.3			4.0
28.03.1970	21:32:10 .0	38.8000	30.0000	0	4.3			4.0
28.03.1970	21:30:36 .0	38.9000	30.7000	0		4.3		4.0
28.03.1970	23:28:27 .0	39.2300	29.5000	50	4.4			4.1
28.03.1970	22:05:28 .0	38.8100	29.7100	7	4.4			4.1
28.03.1970	21:18:12 .0	38.2000	30.1000	0		4.4		4.2
28.03.1970	21:19:20 .0	39.5000	30.7000	0		4.4		4.2
28.03.1970	21:52:15 .0	39.5000	31.1000	0		4.4		4.2
28.03.1970	21:45:01 .0	38.9000	31.5000	0		4.4		4.2
28.03.1970	21:41:20 .0	39.1300	29.5300	42	4.5			4.2
28.03.1970	21:13:24 .0	39.3000	30.7000	0		4.6		4.5
28.03.1970	21:59:10 .0	39.2800	29.4600	17	4.8			4.6
28.03.1970	23:11:43 .0	39.1500	29.5600	31	4.8			4.6
28.03.1970	21:37:47 .0	38.7000	31.4000	0		4.8		4.8
28.03.1970	23:44:00 .0	39.0700	29.7600	32	5.0			4.8
28.03.1970	21:10:25 .0	38.9000	29.7000	0		5.1		5.2
28.03.1970	21:12:10 .0	39.5000	30.3000	0		5.3		5.5
28.03.1970	21:02:23 .0	39.2100	29.5100	18	6.0			6.0

Ek.1 devam

TARİH	ZAMAN (GMT)	ENLEM (N)	BOYLAM (E)	DERİNLİK (Km)	M _b	M _d	M _l	M _s
29.03.1970	09:52:17 .0	39.1600	29.4100	47	4.3			4.0
29.03.1970	09:00:35 .0	39.0800	29.5000	42	4.3			4.0
29.03.1970	02:45:51 .0	39.3500	30.0000	40	4.3			4.0
29.03.1970	07:58:30 .0	39.2900	29.2000	2	4.3			4.0
29.03.1970	07:40:42 .0	39.6000	31.0000	0		4.3		4.0
29.03.1970	03:55:40 .0	39.3600	29.5100	38	4.4			4.1
29.03.1970	03:10:46 .0	39.0600	29.6800	37	4.4			4.1
29.03.1970	22:12:43 .0	39.2000	29.2000	0	4.4			4.1
29.03.1970	02:05:27 .0	39.2900	29.1800	38	4.5			4.2
29.03.1970	02:37:11 .0	39.0100	30.4000	33	4.6			4.3
29.03.1970	19:11:43 .0	39.1400	29.4200	22	4.7			4.4
29.03.1970	06:56:24 .0	39.0600	29.7400	29	5.1			4.9
30.03.1970	09:26:10 .0	39.0100	29.4000	18	4.3			4.0
30.03.1970	05:06:18 .0	39.2000	29.5000	0	4.3			4.0
30.03.1970	02:22:34 .0	39.1400	29.8000	58	4.3			4.0
30.03.1970	21:42:31 .0	39.0300	29.9000	35	4.3			4.0
30.03.1970	13:48:05 .0	39.3400	29.1300	21	4.3			4.0
30.03.1970	20:38:05 .0	39.0500	29.6200	28	4.5			4.2
30.03.1970	00:15:44 .0	38.9600	29.7300	55	4.5			4.2
30.03.1970	06:46:24 .0	39.0900	29.0300	23	4.5			4.2
30.03.1970	20:59:30 .0	39.3000	29.2900	33	4.6			4.3
30.03.1970	06:49:05 .0	39.4300	29.4000	33	4.6			4.3
30.03.1970	20:59:30 .0	39.3000	29.2900	33	4.6			4.3
30.03.1970	16:32:36 .0	39.0900	29.5900	30	4.7			4.4
30.03.1970	08:35:18 .0	39.2900	29.2400	36	4.7			4.4
30.03.1970	07:59:52 .0	39.3400	29.2600	16	5.1			4.9
31.03.1970	05:21:14 .0	39.6000	31.1000	0		4.3		4.0
31.03.1970	16:08:22 .0	39.0300	29.4900	37	4.4			4.1
31.03.1970	04:45:55 .0	39.1100	29.9000	0	4.4			4.1
31.03.1970	04:47:17 .0	39.0000	30.1000	15		4.4		4.2
31.03.1970	00:51:36 .0	39.3300	29.4100	18	4.6			4.3
31.03.1970	11:57:59 .0	38.8900	29.7300	41	4.6			4.3
31.03.1970	05:40:44 .0	39.1100	29.7700	9	4.6			4.3
31.03.1970	03:46:51 .0	39.0300	29.7900	35	4.7			4.4
31.03.1970	07:30:30 .0	39.1200	29.1600	43	5.0			4.8
01.04.1970	17:55:14 .0	39.0100	29.6900	41	4.4			4.1
01.04.1970	15:56:04 .0	39.3200	29.2700	35	4.8			4.6
02.04.1970	02:45:47 .0	38.9600	29.4400	10	4.3			4.0
02.04.1970	00:28:32 .0	39.1100	29.5700	28	4.4			4.1
02.04.1970	20:35:09 .0	39.0500	29.7200	35	4.4			4.1
02.04.1970	05:08:51 .0	38.9000	29.6000	41	5.1			4.9
04.04.1970	03:52:26 .0	39.7000	30.0000	0		4.3		4.0
04.04.1970	16:48:10 .0	38.9000	29.9000	33	4.6			4.3
04.04.1970	12:06:47 .0	38.9000	30.3000	0		4.5		4.3
05.04.1970	12:29:47 .0	39.3100	29.1800	0	4.3			4.0
05.04.1970	05:47:27 .0	38.8800	29.8900	32	4.6			4.3
07.04.1970	04:12:33 .0	39.3200	29.0900	33	4.4			4.1
07.04.1970	22:58:55 .0	39.0100	30.1100	21	4.5			4.2
07.04.1970	17:05:11 .0	39.3400	29.3200	33	5.1			4.9
07.04.1970	04:05:15 .0	39.0700	29.6100	33	5.4			5.3

Ek.1 devam

TARİH	ZAMAN (GMT)	ENLEM (N)	BOYLAM (E)	DERİNLİK (Km)	M _b	M _d	M _l	M _s
09.04.1970	10:12:30 .0	39.1100	29.4100	34	4.7			4.4
10.04.1970	23:13:49 .0	39.1300	29.3100	0	4.3			4.0
11.04.1970	17:24:25 .0	39.0900	29.7600	22	4.6			4.3
13.04.1970	05:16:00 .0	39.3200	29.0300	15	4.4			4.1
15.04.1970	00:36:02 .0	39.0100	29.7700	40	4.3			4.0
15.04.1970	16:29:58 .0	39.3400	29.3000	28	4.6			4.3
16.04.1970	12:59:18 .0	38.9900	29.5000	67	4.3			4.0
16.04.1970	11:43:22 .0	38.9800	29.9500	43	4.8			4.6
16.04.1970	10:42:22 .0	39.0200	29.9100	31	5.4			5.3
17.04.1970	20:27:22 .0	38.9200	29.7100	51	4.4			4.1
18.04.1970	05:37:24 .0	39.2200	29.3800	16	4.3			4.0
18.04.1970	05:52:53 .0	39.3700	29.3000	0	4.4			4.1
18.04.1970	12:31:09 .0	38.8000	29.7000	45	4.6			4.3
19.04.1970	14:22:13 .0	38.2000	29.9000	0		4.4		4.2
19.04.1970	22:09:24 .0	38.9000	29.3000	45	4.5			4.2
19.04.1970	22:05:52 .0	38.8700	30.2000	10	4.5			4.2
19.04.1970	14:14:20 .0	39.5000	31.0000	0		4.5		4.3
19.04.1970	13:50:27 .0	39.6000	30.7000	0		4.9		4.9
19.04.1970	13:33:41 .0	40.0000	30.9000	0		5.0		5.1
19.04.1970	13:47:35 .0	39.0300	29.8000	24	5.4			5.3
19.04.1970	13:29:36 .0	39.0300	29.7600	18	5.5			5.4
19.04.1970	13:50:56 .0	39.6000	30.7000	0		5.3		5.5
20.04.1970	18:00:33 .0	38.8400	29.9200	23	4.3			4.0
20.04.1970	07:19:07 .0	38.9800	29.6000	59	4.4			4.1
20.04.1970	03:47:45 .0	38.8600	29.4000	67	4.5			4.2
20.04.1970	02:23:26 .0	38.9800	30.0900	35	4.5			4.2
20.04.1970	18:36:10 .0	38.7000	29.2000	88	4.6			4.3
20.04.1970	02:25:07 .0	39.9000	31.5000	256	5.3			5.2
21.04.1970	18:04:11 .0	38.9100	29.9100	49	4.3			4.0
21.04.1970	01:33:01 .0	38.8900	30.1800	28	4.4			4.1
21.04.1970	17:12:33 .0	38.9000	29.7000	23	4.5			4.2
21.04.1970	07:36:58 .0	39.0800	29.9000	25	4.5			4.2
21.04.1970	01:53:12 .0	38.9900	29.8500	20	4.6			4.3
21.04.1970	08:29:46 .0	39.0000	30.2000	0	4.6			4.3
22.04.1970	04:51:00 .0	38.8700	29.9800	36	4.5			4.2
22.04.1970	18:38:50 .0	39.0800	29.4300	48	4.6			4.3
22.04.1970	05:24:06 .0	39.0200	29.7700	37	5.0			4.8
23.04.1970	07:18:31 .0	38.9400	30.0100	32	4.9			4.7
24.04.1970	05:08:53 .0	39.6000	29.6000	33	4.4			4.1
24.04.1970	05:52:00 .0	39.0100	29.7200	45	4.4			4.1
24.04.1970	00:40:01 .0	39.0100	29.8500	32	4.8			4.6
24.04.1970	03:33:39 .0	39.0100	29.7000	44	5.1			4.9
26.04.1970	23:15:02 .0	38.8600	29.9400	18	4.5			4.2
27.04.1970	01:54:12 .0	38.9400	29.8100	37	4.3			4.0
27.04.1970	09:34:34 .0	38.9800	30.0200	32	4.3			4.0
27.04.1970	22:24:43 .0	39.0600	29.5400	11	4.7			4.4
27.04.1970	09:35:13 .0	38.9600	29.5800	33	4.8			4.6
30.04.1970	00:22:26 .0	38.8000	30.0000	0	4.4			4.1
30.04.1970	23:59:09 .0	39.0900	29.5900	29	4.5			4.2
30.04.1970	14:58:22 .0	39.3100	29.3100	25	4.6			4.3

Ek.1 devam

TARİH	ZAMAN (GMT)	ENLEM (N)	BOYLAM (E)	DERİNLİK (Km)	M _b	M _d	M _l	M _s
30.04.1970	16:44:47 .0	39.3200	29.2200	24	4.7			4.4
08.05.1970	06:58:59 .0	38.9100	30.0100	29	4.3			4.0
08.05.1970	02:58:04 .0	38.7500	30.4500	33	4.3			4.0
08.05.1970	10:10:28 .0	38.9300	29.9900	37	4.5			4.2
08.05.1970	02:49:14 .0	38.9300	29.9800	20	4.6			4.3
10.05.1970	16:07:59 .0	39.0000	29.1000	33	4.7			4.4
11.05.1970	09:58:47 .0	39.3600	29.3200	0	4.5			4.2
11.05.1970	07:41:02 .0	39.0800	29.3900	0	5.3			5.2
12.05.1970	07:41:06 .0	38.6000	29.3000	33	5.0			4.8
14.05.1970	07:56:06 .0	39.0200	29.1000	38	5.1			4.9
20.05.1970	12:37:33 .0	38.9900	30.0000	49	4.6			4.3
26.05.1970	05:51:51 .0	38.9200	29.4400	59	4.4			4.1
28.05.1970	02:52:17 .0	38.9500	30.0300	34	4.6			4.3
29.05.1970	23:38:51 .0	39.1100	29.6800	21	4.5			4.2
30.05.1970	06:43:33 .0	39.2300	29.4200	18	4.3			4.0
01.06.1970	06:43:13 .0	39.0000	29.7000	54	4.3			4.0
10.06.1970	05:17:15 .0	39.1500	29.4600	43	4.4			4.1
14.06.1970	00:58:26 .0	39.2500	29.1700	23	4.4			4.1
07.08.1970	04:53:24 .0	39.0800	30.0100	41	4.5			4.2
29.08.1970	18:03:24 .0	39.0100	29.3600	34	4.3			4.0
01.09.1970	02:19:36 .0	38.9700	29.2400	53	4.7			4.4
09.09.1970	05:25:58 .0	38.9700	29.5200	0	4.8			4.6
17.12.1970	02:17:05 .0	39.2700	29.4000	26	4.7			4.4
20.12.1970	11:01:46 .0	39.3600	29.2400	26	5.0			4.8
21.12.1970	00:22:25 .0	39.0900	29.4100	27	4.5			4.2
15.02.1971	08:19:57 .0	39.1900	29.3600	32	4.9			4.7
10.04.1971	13:21:53 .0	38.8300	29.1400	20	4.6			4.3
13.04.1971	12:52:38 .0	39.0300	29.8000	41	5.1			4.9
06.05.1971	04:24:35 .0	39.0400	29.7500	34	4.7			4.4
25.05.1971	06:18:45 .0	38.8900	29.7400	33	4.6			4.3
25.05.1971	05:43:26 .0	39.0500	29.7100	16	5.7			5.7
10.06.1971	09:31:53 .0	39.0200	29.6300	33	5.0			4.8
07.08.1971	17:07:24 .0	38.8700	29.9100	20	4.6			4.3
03.10.1971	07:44:27 .0	38.9400	29.9200	26	4.7			4.4
05.10.1971	18:53:09 .0	38.9300	29.6100	30	4.5			4.2
06.10.1971	01:46:38 .0	38.3200	30.1400	19	4.4			4.1
06.11.1971	19:43:47 .0	39.0200	29.7800	16	5.0			4.8
14.03.1972	14:05:46 .0	39.3200	29.4700	38	5.3			5.2
28.05.1972	03:14:36 .0	38.9600	30.0400	29	4.8			4.6
04.10.1972	06:14:25 .0	39.1400	29.4400	34	4.6			4.3
21.01.1975	17:50:25 .0	39.0700	30.6700	23	4.5			4.2
28.10.1975	23:41:40 .0	38.7100	31.0100	23	4.3			4.0
08.05.1976	23:25:08 .0	39.3300	29.1000	33	4.8			4.6
10.05.1976	23:54:11 .0	39.2600	29.1700	33	4.4			4.1
10.05.1976	12:01:32 .0	39.2800	29.1700	27	4.4			4.1
11.05.1976	03:31:58 .0	39.1900	29.2000	10	4.3			4.0
12.05.1976	05:11:42 .0	39.3300	29.1600	21	4.3			4.0
21.05.1976	09:37:01 .0	39.2800	29.1600	24	4.5			4.2
25.05.1976	18:43:27 .0	39.3100	29.0900	14	4.6			4.3
28.05.1976	23:02:20 .0	39.2600	29.1700	8	4.5			4.2

Ek.1 devam

TARİH	ZAMAN (GMT)	ENLEM (N)	BOYLAM (E)	DERİNLİK (Km)	M _b	M _d	M _l	M _s
09.06.1976	10:02:33 .0	39.2400	29.1500	0	4.7			4.4
14.06.1976	06:52:37 .0	39.3400	29.2700	23	4.7			4.4
22.08.1976	13:28:50 .0	39.3500	29.0300	23	4.8			4.6
25.09.1977	19:56:56 .0	38.6400	31.0300	18	4.4			4.1
11.05.1978	16:35:41 .0	40.2000	29.5800	10	4.3			4.0
14.02.1980	20:14:28 .0	39.1000	29.3500	10	4.4			4.1
02.03.1980	05:32:12 .0	39.2600	29.3900	6	4.6			4.3
28.12.1981	14:53:35 .0	39.3900	29.0600	10	4.5			4.2
21.10.1983	20:34:49 .0	40.1400	29.3500	12	5.0			4.9
27.10.1983	08:40:09 .0	40.1600	29.3000	18	4.3			4.0
06.11.1983	05:17:04 .0	39.3300	29.3200	14	4.6			4.0
15.11.1983	10:59:11 .0	40.1200	29.2800	7	4.4			4.1
16.06.1984	03:48:24 .0	38.4000	30.5500	21	4.3			4.0
07.02.1985	13:18:44 .0	39.0200	29.8800	36	4.6			4.3
11.04.1985	13:11:45 .0	40.7000	29.0100	6	4.2			4.1
29.04.1985	11:38:39 .0	38.3500	29.7600	3	4.6			4.0
17.01.1986	02:11:52 .0	38.5500	31.3700	39	4.6			4.3
26.02.1986	05:45:01 .0	38.9800	31.5200	10	4.4			4.1
14.11.1986	03:38:58 .0	39.3600	29.0600	10	4.5			4.2
01.01.1988	12:21:51 .0	40.1400	29.2300	6	4.5			4.2
13.01.1988	07:58:44 .0	38.3400	30.8300	9	4.7			4.4
18.11.1988	20:04:46 .0	38.4500	30.0800	37	4.5			4.2
04.01.1989	14:55:01 .0	39.7800	30.7000	5	4.3			4.0
15.02.1989	04:01:16 .0	39.0500	29.7100	23	4.4			4.1
17.12.1990	06:47:30 .0	40.3700	31.3300	10	4.5			4.2
09.02.1991	18:58:12 .0	38.6500	31.7900	53	4.8			4.6
03.03.1991	08:39:25 .0	40.6300	29.0000	10	4.6			4.3
01.11.1993	18:17:21.50	38.9400	29.9500	7	4.8			4.2
17.08.1999	02:23:12.30	40.5300	29.4200	19.6	4.3			4.0
17.08.1999	05:45:21.96	40.7400	30.0200	7	4.3			4.0
17.08.1999	04:39:59.59	40.7500	30.2600	14.4	4.3			4.0
17.08.1999	06:35:19.47	40.7200	30.6600	10	4.3			4.0
17.08.1999	01:31:56.27	40.7100	29.0300	1.2	4.3			4.0
17.08.1999	04:14:23.34	40.7600	29.1500	10	4.3			4.0
17.08.1999	09:02:09.91	40.8100	31.1400	5.8	4.6			4.0
17.08.1999	20:30:40.93	40.7200	29.2900	19		4.3		4.0
17.08.1999	20:30:40.93	40.7200	29.2900	19		4.3		4.0
17.08.1999	02:34:52.76	40.6200	30.6200	3.7	4.4			4.1
17.08.1999	11:58:08.79	40.6500	30.5100	6.8	4.4			4.2
17.08.1999	00:21:05.91	40.6600	30.3500	10	4.5			4.2
17.08.1999	00:15:24.03	40.7100	30.6700	56	4.5			4.2
17.08.1999	00:13:14.75	40.2000	31.4900	0	4.5			4.2
17.08.1999	05:10:08.44	40.7500	30.2000	11	4.7			4.3
17.08.1999	01:07:54.28	40.7600	29.9500	22	4.6			4.3
17.08.1999	04:20:18.18	40.6900	30.4100	12.6	4.6			4.5
17.08.1999	02:50:46.34	40.7800	30.0600	11.3	4.9			4.6
17.08.1999	06:28:00.05	40.7200	31.0900	10	4.8			4.6
17.08.1999	02:42:54.62	40.6400	30.6300	1.2	4.9			4.8
17.08.1999	03:14:02.07	40.6400	30.6700	20.8	4.9			4.8
17.08.1999	00:16:26.63	40.7800	29.9300	10	5.0			4.8

Ek.1 devam

TARİH	ZAMAN (GMT)	ENLEM (N)	BOYLAM (E)	DERİNLİK (Km)	M _b	M _d	M _l	M _s
17.08.1999	01:33:07.40	40.6800	29.1100	7.4	4.7			5.1
17.08.1999	00:01:38.59	40.7600	29.9600	17	6.1			7.7
19.08.1999	01:52:19.76	40.7700	31.0300	28	4.4			4.1
19.08.1999	15:17:45.42	40.6300	29.1400	12	4.9			4.7
20.08.1999	09:28:55.91	40.6200	29.1300	9.8	4.5			4.0
20.08.1999	10:00:19.84	40.6500	30.6000	25.8	4.3			4.5
22.08.1999	14:31:00.13	40.6900	30.7000	13.9	4.6			4.8
26.08.1999	17:49:38.08	40.7400	30.0200	10	4.8			4.6
31.08.1999	22:34:58.57	40.5600	29.1300	10.4		4.4		4.2
31.08.1999	08:10:49.00	40.7600	29.9400	4	5.3			4.8
06.09.1999	06:33:27.16	40.7700	29.7300	18.8		4.3		4.0
06.09.1999	07:00:02.77	40.7600	31.0700	6.1		4.3		4.0
09.09.1999	01:32:09.03	40.7000	29.1700	3.6		4.3		4.0
13.09.1999	11:55:27.80	40.7500	30.0800	10.4	5.6			5.7
18.09.1999	00:48:25.08	40.6000	29.2100	9.5	4.6			4.3
29.09.1999	00:13:06.05	40.7400	29.3300	12.2	4.9			4.7
20.10.1999	23:08:20.06	40.8300	29.0300	6.6	4.7			4.6
07.11.1999	16:54:41.61	40.7000	30.7200	7.4	4.8			4.3
11.11.1999	14:41:23.35	40.7500	30.2500	7.5	5.4			5.5
12.11.1999	17:13:42.76	40.8600	31.0200	10	4.3			4.0
12.11.1999	19:06:30.16	40.7700	31.1800	10	4.3			4.0
12.11.1999	19:15:33.85	40.7900	31.4700	5.2	4.3			4.0
12.11.1999	17:09:18.26	40.7800	31.6300	10	4.3			4.0
12.11.1999	21:38:33.43	40.8400	31.0800	11.5	4.4			4.1
12.11.1999	17:06:17.86	40.7900	31.2600	65.6	4.4			4.1
12.11.1999	17:26:15.07	40.7400	31.5100	9.7	4.4			4.1
12.11.1999	17:46:57.49	40.7800	30.9700	12.7	4.5			4.2
12.11.1999	20:04:45.21	40.7400	31.1400	10	4.5			4.2
12.11.1999	17:22:55.83	40.7800	31.0900	18.8	4.6			4.3
12.11.1999	18:14:31.49	40.7400	31.3300	10	4.6			4.3
12.11.1999	22:20:55.83	40.8400	31.3600	24.9	4.3			4.4
12.11.1999	17:16:50.50	40.8300	31.0100	9.3	4.7			4.4
12.11.1999	17:56:28.14	40.8700	31.2500	9.6		4.8		4.8
12.11.1999	17:57:05.12	40.8700	31.4700	16.2		4.8		4.8
12.11.1999	17:29:31.48	40.7000	31.4700	11	5.0			4.8
12.11.1999	17:17:59.28	40.7500	31.0800	27.8	5.2			5.0
12.11.1999	16:57:19.82	40.8100	31.1900	10.4	6.2			7.4
13.11.1999	00:54:54.73	40.7700	31.0200	5.2	4.9			4.5
16.11.1999	17:51:17.58	40.7300	31.5900	5	5.0			4.6
17.11.1999	00:15:48.58	40.8800	31.2200	2	3.9			4.5
17.11.1999	08:15:25.81	40.8300	31.4900	7	4.7			4.5
19.11.1999	19:59:06.78	40.8300	31.0200	5.3	4.8			4.4
20.11.1999	08:44:12.94	40.8600	31.4600	6.9	4.0			4.5
20.01.2000	10:35:59.12	40.8200	31.3200	12.7	4.6			4.3
14.02.2000	06:56:34.35	41.0200	31.7600	10		5.0		5.1
02.04.2000	18:57:38.30	40.8000	30.2400	7	4.6			4.3
23.08.2000	13:41:28.14	40.6800	30.7200	15			5.8	5.5
13.11.2000	03:12:37.16	40.7600	30.8100	10		4.3		4.0
15.12.2000	16:44:43.44	38.5400	31.2100	10	5.0			4.8
22.03.2001	06:21:20.97	38.7200	30.9300	33		4.8		4.8

Ek.1 devam

TARİH	ZAMAN (GMT)	ENLEM (N)	BOYLAM (E)	DERİNLİK (Km)	M _b	M _d	M _l	M _s
30.03.2001	15:30:49.89	38.6900	30.9300	10	4.4			4.1
26.08.2001	00:41:13.17	40.9500	31.5700	7		5.4		5.7
03.02.2002	7:11:29.23	38.4600	31.3000	9.6		6.1		6.7
01.03.2002	11:48:11.57	38.6800	31.0500	1		4.3		4.0
13.05.2002	11:42:50.9	38.6300	31.2300	11.2		4.3		4.0
28.06.2002	10:47:55.61	38.6400	31.2500	10		4.4		4.2
05.08.2002	4:57:11.51	38.5000	31.0800	4.2		4.3		4.0

EK 2

İNCELEME ALANINDAN ALINAN NUMUNELERE AİT FİZİKSEL DENEY SONUÇLARI

Ek.2. İnceleme alanından alınan numunelere ait fiziksel deney sonuçları

Sondaj No	Mahalle Adı	Sondaj Derinliği (m)	UD Örnek Der. (m)		LL (%)	PL (%)	w (%)	PI (%)	LI (%)	q _{un} (kPa)	Elek Analizi Sonuçları		Zemin Sınıfı	Doğal Yoğunluk (Mg/m ³)	YAS (m)	Düşey Yatak Katsayısı (MN/m ²)	Zemin Grubu
			Der-1	Der-2							<0.076 mm (%)	4 Nolu Elek Altı (%)					
SK1	Büyükdere Mahallesi	10	2.00	2.30	38	30	20.10	8	-1.24	180	57	90	ML	1.77		25	C
			3.50	3.80	40	30	18.60	10	-1.14	285	62	98	ML	2.03		25	C
SK2	Gültepe Mahallesi	11	2.00	2.20	62	37	16.00	25	-0.84	201	55	88	MH	1.66		26	B
			3.50	4.00	90	40	44.10	50	0.08	212	66	94	MH	1.75		26	B
SK3	Gültepe Mahallesi	8.5	3.00	3.25	54	36	28.40	18	-0.42	312	40	74	SM	1.95		26	B
			4.50	4.60						218	21	65	SM	1.97		26	B
SK4	Sümer Mahallesi	12.5	1.00	1.50	64	28	26.10	36	-0.05	447	77	100	CH	1.79	4.90	10	D
			2.00	2.50	73	33	29.40	40	-0.09	394	77	100	CH	1.85	4.90	10	D
			3.00	3.50	56	31	17.60	25	-0.54	341	75	100	MH	1.65	4.90	10	D
			4.00	4.50	53	31	47.30	22	0.74	98	77	100	MH	1.84	4.90	10	D
SK5	Sümer Mahallesi	10.5	1.00	1.50	67	30	23.60	37	-0.17	468	78	100	CH	1.91	4.80	10	D
			2.00	2.50	70	33	30.70	37	-0.06	384	78	100	CH	1.87	4.80	10	D
			3.00	3.50	58	32	34.00	26	0.08	288	59	83	MH	1.73	4.80	10	D
			4.00	4.50	54	31	46.60	23	0.68	75	70	98	MH	1.65	4.80	10	D
SK6	Sümer Mahallesi	10.5	1.00	1.50	63	32	23.40	31	-0.28	390	75	100	CH-MH	1.80	4.80	10	D
			2.00	2.50	73	33	29.60	40	-0.09	362	76	100	CH	1.80	4.80	10	D
			3.00	3.50	72	33	28.50	39	-0.12	192	78	100	CH	1.73	4.80	10	D
			4.00	4.50	61	31	49.90	30	0.63	75	79	100	CH-MH	1.67	4.80	10	D
SK7	Sümer Mahallesi	13	1.00	1.50	67	32	24.10	35	-0.23	469	77	99	CH-MH	1.77	4.50	10	D
			2.00	2.50	68	32	29.20	36	-0.08	375	80	100	CH	1.82	4.50	10	D
			3.00	3.50	68	32	39.00	36	0.19	205	82	100	CH	1.77	4.50	10	D
			4.00	4.60	59	30	45.90	29	0.55	62	77	99	CH-MH	1.71	4.50	10	D
SK8	Sümer Mahallesi	12	1.00	1.50	65	31	24.60	34	-0.19	428	78	100	CH	1.81	5.10	10	D
			2.00	2.50	74	34	35.90	40	0.05	414	80	100	CH-MH	1.78	5.10	10	D
			3.00	3.50	77	33	36.50	44	0.08	178	78	99	CH	1.74	5.10	10	D
			4.00	4.50	57	30	40.20	27	0.38	113	78	100	CH-MH	1.67	5.10	10	D
SK9	Sümer Mahallesi	10.5	1.00	1.50	65	30	23.70	35	-0.18	441	81	100	CH	1.79	4.90	10	D
			2.00	2.50	72	31	30.30	41	-0.02	403	80	100	CH	1.81	4.90	10	D
			3.00	3.50	73	32	35.40	41	0.08	288	80	100	CH	1.72	4.90	10	D
			4.00	4.50	58	31	44.30	27	0.49	71	82	100	CH-MH	1.65	4.90	10	D
SK10	Sümer Mahallesi	12.5	1.00	1.50	66	30	25.40	36	-0.13	371	75	99	CH	1.77	4.70	10	D
			2.00	2.50	72	32	27.90	40	-0.10	421	75	100	CH	2.12	4.70	10	D
			3.00	3.50	77	32	34.30	45	0.05	184	80	100	CH	1.85	4.70	10	D
			4.00	4.50	61	29	41.60	32	0.39	123	76	100	CH	1.73	4.70	10	D
SK11	Sümer Mahallesi	11.5	1.00	1.50	68	31	28.60	37	-0.06	266	76	99	CH	1.92	5.50	12	D
			2.00	2.50	72	32	32.20	40	0.01	220	79	100	CH	1.91	5.50	12	D
			3.00	3.50	76	33	31.20	43	-0.04	195	81	100	CH	1.83	5.50	12	D
			4.00	4.50	70	31	37.10	39	0.16	150	76	100	CH	1.74	5.50	12	D
SK12	Sümer Mahallesi	10	1.00	1.50	66	32	33.40	34	0.04	311	77	99	CH-MH	1.76	5.40	12	D
			2.00	2.50	72	33	35.10	39	0.05	220	81	100	CH	1.70	5.40	12	D
			3.00	3.50	79	33	39.70	46	0.15	209	81	100	CH	1.71	5.40	12	D
			4.00	4.50						121	78	100	CH	1.69	5.40	12	D
SK13	Sümer Mahallesi	11.5	1.00	1.50	60	30	25.00	30	-0.17	298	77	97	CH-MH	1.73	5.60	12	D
			2.00	2.50	72	32	27.60	40	-0.11	353	80	100	CH	1.79	5.60	12	D

Ek.2. devam

Sondaj No	Mahalle Adı	Sondaj Derinliği (m)	UD Örnek Der. (m)		LL (%)	PL (%)	w (%)	PI (%)	LI (%)	q _{un} (kPa)	Elek Analizi Sonuçları		Zemin Sınıfı	Doğal Yoğunluk (Mg/m ³)	YAS (m)	Düşey Yatak Katsayısı (MN/m ²)	Zemin Grubu
			Der-1	Der-2							<0.076 mm (%)	4 Nolu Elek Altı (%)					
SK13	Sümer Mahallesi	11.5	3.00	3.50	75	33	39.00	42	0.14	195	80	100	CH	1.77	5.60	12	D
			4.00	4.50	52	32	38.30	20	0.32	157	75	100	MH	1.76	5.60	12	D
			5.00	5.50	53	33	43.30	20	0.52	56	64	98	MH	1.68	5.60	12	D
SK14	Arıfiye Mahallesi	12	2.50	3.00	72	37	44.80	35	0.22	282	73	99	MH	1.72	3.70	10	D
			4.00	4.50	52	28	48.10	24	0.84	49	69	100	CH-MH	1.75	3.70	10	D
SK15	Sümer Mahallesi	13	3.00	3.50						166	79	99	CL	1.70	3.40	10	D
			4.50	5.00	39	22	24.10	17	0.12	55	27	66	SC	1.73	3.40	10	D
SK16	Vişnelik Mahallesi	10	1.50	2.00	76	30	32.10	46	0.05	295	81	100	CH	1.87	5.80	12	C
			3.00	3.50	61	30	38.50	31	0.27	271	78	100	CH-MH	1.84	5.80	12	C
SK17	Vişnelik Mahallesi	11	1.50	2.00	76	35	42.00	41	0.17	320	79	100	CH-MH	1.78	5.60	12	C
			3.00	3.50	55	29	32.40	26	0.13	104	69	95	CH-MH	1.94	5.60	12	C
SK18	Akarbaşı Mahallesi	11	2.00	2.60	54	25	22.20	29	-0.10	152	84	100	CH	1.67	6.90	10	D
			3.50	4.10	57	25	30.40	32	0.17		85	100	CH		6.90	10	D
			5.00	5.60	61	27	39.60	34	0.37	113	85	100	CH	1.62	6.90	10	D
SK19	Akarbaşı Mahallesi	11	2.00	2.60	52	25	22.10	27	-0.11		88	100	CH		6.90	10	D
			3.50	4.10	58	25	34.40	33	0.28	201	85	100	CH	1.97	6.90	10	D
			5.00	5.60	66	26	44.60	40	0.47	84	86	100	CH	1.58	6.90	10	D
SK20	Akçağlan Mahallesi	7.5	2.00	2.50	52	27	23.30	25	-0.15	298	55	92	CH-MH	1.92	5.50	25	C
SK21	Akçağlan Mahallesi	11	2.00	2.50	48	26	21.30	22	-0.21	316	62	99	CL-ML	2.02	6.20	25	C
			4.00	4.50	56	30	31.70	26	0.07	142	77	100	CH-MH	1.77	6.20	25	C
SK22	Vişnelik Mahallesi	10	2.00	2.50	73	32	24.60	41	-0.18		68	97	CH-MH		3.10	10	D
			3.50	4.00	43	24	43.60	19	1.03	63	67	100	CL-ML	1.81	3.10	10	D
SK23	Vişnelik Mahallesi	10	2.00	2.50	77	32	41.70	45	0.22	246	73	100	CH	1.68	3.00	10	D
			3.50	4.00	41	24	40.80	17	0.99	58	66	99	CL-ML	1.78	3.00	10	D
SK24	Arıfiye Mahallesi	12	2.50	3.00	88	40	51.90	48	0.25	148	72	98	CH-MH	1.69	4.20	30	D
			4.00	4.50	53	27	50.00	26	0.88	53	69	98	CH	1.72	4.20	30	D
SK25	Arıfiye Mahallesi	9	2.00	2.50	77	34	48.80	43	0.34	106	49	72	GC-CH	1.68	3.70	30	D
SK26	Akcamı Mahallesi	10	2.00	2.50	47	27	25.80	20	-0.06	412	69	96	CL-ML	1.96	8.70	25	B
			3.50	3.80	46	30	19.01	16	-0.69	481	65	98	ML	1.91	8.70	25	B
SK27	Akcamı Mahallesi	10	3.00	3.50	49	27	27.00	22	0.00	458	66	95	CL-ML	1.86	9.10	25	B
			4.50	5.00	43	31	28.80	12	-0.18	466	67	99	ML	1.84	9.10	25	B
SK28	Yenidoğan Mahallesi	12	2.00	2.68	62	27	24.00	35	-0.09	260	39	91	SC			18	C
			4.00	4.50	51	23	23.00	28	0.00	290	58	98	CH			18	C
			6.00	6.35	60	27	27.00	33	0.00	202	38	90	SC			18	C
SK29	Yenidoğan Mahallesi	12	1.50	1.80	70	29	36.00	41	0.17	249	42	98	SC			18	C
SK30	Vişnelik Mahallesi	10	1.50	2.00	71	33	23.10	38	-0.26	446	67	94	CH-MH	1.81	2.90	9	D
			3.00	3.50	47	23	49.40	24	1.10	41	68	100	CL	1.82	2.90	9	D
			4.50	5.00	45	26	40.50	19	0.76	123	74	100	CL-ML	1.83	2.90	9	D
SK31	Vişnelik Mahallesi	10	1.50	2.00	75	33	44.60	42	0.28	338	74	99	CH-MH	1.71	2.90	9	D
			3.00	3.50	48	25	45.10	23	0.87	47	71	100	CL	1.75	2.90	9	D
SK32	Vişnelik Mahallesi	10	1.50	2.00	63	29	23.80	34	-0.15	223	79	100	CH	1.72	2.90	9	D
			3.00	3.50	54	29	29.10	25	0.00	38	78	100	CH-MH	1.85	2.90	9	D
SK33	Göztepe Mahallesi	8	1.50	1.75	42	34	19.30	8	-1.84	406	67	100	ML	2.01	6.60	18	C

Ek.2. devam

Sondaj No	Mahalle Adı	Sondaj Derinliği (m)	UD Örnek Der. (m)		LL (%)	PL (%)	w (%)	PI (%)	LI (%)	q _{un} (kPa)	Elek Analizi Sonuçları		Zemin Sınıfı	Doğal Yoğunluk (Mg/m ³)	YAS (m)	Düşey Yatak Katsayısı (MN/m ²)	Zemin Grubu
			Der-1	Der-2							<0.076 mm (%)	4 Nolu Elek Altı (%)					
SK34	Göztepe Mahallesi	10	1.50	2.00	45	23	21.40	22	-0.07	107	67	97	CL	1.94	6.60	18	C
			3.00	3.50	43	25	11.90	18	-0.73	298	65	89	CL	2.05	6.60	18	C
			4.50	5.00	48	22	21.30	26	-0.03	198	55	79	CL	1.99	6.60	18	C
SK35	Vişnelik Mahallesi	11	1.50	2.00	68	32	52.80	36	0.58	223	80	100	CH-MH	1.66	3.00	9	D
			3.00	3.50	44	30	45.80	14	1.13	39	72	100	ML	1.75	3.00	9	D
			4.50	5.00	42	33	36.90	9	0.43	169	73	100	ML	1.79	3.00	9	D
SK36	Vişnelik Mahallesi	11	3.00	3.50	48	29	41.80	19	0.67	58	76	100	ML	1.79	3.00	9	D
SK37	Vişnelik Mahallesi	11	1.50	2.00	60	30	31.30	30	0.04	236	76	98	CH-MH	1.67	2.60	9	D
			3.00	3.50	43	30	31.90	13	0.15	43	72	100	ML	1.75	2.60	9	D
			4.50	5.00							69	21	100	SM	1.75	2.60	9
SK38	Çankaya Mahallesi	9	1.50	2.00	34	20	13.50	14	-0.46	81	22	46	GC	1.97			B
			3.00	3.50	36	20	15.90	16	-0.26	127	32	64	GC	1.96			B
			4.00	4.50	33	21	13.20	12	-0.65	140	19	46	GC	2.10			B
SK39	Çankaya Mahallesi	9	1.50	2.00	31	21	15.60	10	-0.54	103	15	47	GC	1.96			B
			4.50	5.00	32	20	16.10	12	-0.33	95	21	52	GC	1.94			B
SK40	Çankaya Mahallesi	6															B
SK41	Çankaya Mahallesi	6.5															B
SK42	Çankaya Mahallesi	7	1.50	2.00	29	20	15.20	9	-0.53		14	43	GC				B
			3.00	3.50	38	23	25.70	15	0.18	82	20	52	GC	1.84			B
SK43	Hoşnudiye Mahallesi	10.5	3.00	3.68	51	25	40.2	26	0.58	75	87	100	CL-CH		3.80	8	D
			4.50	5.18	48	27	50.3	21	1.11	51	78	99	CL-ML		3.80	8	D
			6.00	6.60	34	29	31.1	5	0.42	137	74	100	ML		3.80	8	D
SK44	Hoşnudiye Mahallesi	10.5	3.00	3.68	56	26	36.7	30	0.36	166	82	100	CH-MH		3.80	8	D
			4.50	5.18	51	27	41.8	24	0.62	60	80	100	CL-CH		3.80	8	D
			6.00	6.68	32	29	28.7	3	-0.10		75	100	ML		3.80	8	D
SK45	Hoşnudiye Mahallesi	10.5	3.00	3.68	54	26	41.9	28	0.57	100	84	100	CH		3.80	8	D
			4.50	5.18	46	28	42	18	0.78	44	83	100	ML		3.80	8	D
SK46	Hoşnudiye Mahallesi	10.5	3.00	3.68	47	21	39.1	26	0.70	112	86	100	CL		3.80	8	D
			4.50	5.18	35	28	48.6	7	2.94	91	82	100	ML		3.80	8	D
SK47	Yenidoğan Mahallesi	12	1.50	1.70	50	28	31.00	22	0.14	327	42	94	SC-SM			18	C
			3.00	3.50	66	31	37.00	35	0.17	289	38	90	SC			18	C
			4.50	5.00	65	28	32.00	37	0.11		44	95	SC			18	C
SK48	Yenidoğan Mahallesi	12	1.50	1.90	41	29	36.00	12	0.58	175	59	100	ML			18	C
SK49	Yenidoğan Mahallesi	12	1.50	2.00	69	28	34.00	41	0.15	262	44	92	SC			18	C
			3.00	3.50	66	27	38.00	39	0.28	194	49	95	CH			18	C
SK50	Yenidoğan Mahallesi	12	2.50	3.00	64	26	25.00	38	-0.03	310	55	96	CH			18	C
			4.00	4.30	54	28	25.00	26	-0.12	224	53	96	CH			18	C
SK51	Yenidoğan Mahallesi	10	3.50	4.10	40	23	36.00	17	0.76	236	63	92	CL			18	C
SK52	Yenidoğan Mahallesi	12	3.50	4.10	40	20	17.00	20	-0.15	284	55	90	CL			20	C
			5.50	6.10	41	23	14.00	18	-0.50	295	64	95	CL			20	C
SK53	Emek Mahallesi	7	2.00	2.30	37	22	13.00	15	-0.60	330	55	87	CL	2.10		35	B
SK54	Emek Mahallesi	8.5	2.00	2.30	37	28	8.10	9	-2.21	427	22	84	SM	1.99		35	B
			3.50	4.00	38	24	13.10	14	-0.78	257	50	88	SM-ML	1.95		35	B
SK55	Emek Mahallesi	7	2.00	2.50	37	20	8.80	17	-0.66	243	54	100	CL	2.04		35	B

Ek.2. devam

Sondaj No	Mahalle Adı	Sondaj Derinliği (m)	UD Örnek Der. (m)		LL (%)	PL (%)	w (%)	PI (%)	LI (%)	q _{un} (kPa)	Elek Analizi Sonuçları		Zemin Sınıfı	Doğal Yoğunluk (Mg/m ³)	YAS (m)	Düşey Yatak Katsayısı (MN/m ²)	Zemin Grubu
			Der-1	Der-2							<0.076 mm (%)	4 Nolu Elek Altı (%)					
SK56	Emek Mahallesi	7	2.50	2.75	41	24	8.30	17	-0.92	212	59	97	CL	1.92		35	B
SK57	Emek Mahallesi	8.5	2.00	2.50	41	23	14.70	18	-0.46	361	56	94	CL	1.96		35	B
			3.50	4.00	44	25	15.30	19	-0.51	341	65	96	CL	2.03		35	B
SK58	Emek Mahallesi	7	2.00	2.50	36	22	9.00	14	-0.93	416	58	87	CL	2.02		35	B
SK59	Gökmeşdan Mah.	9	2.00	2.50	71	31	42.00	40	0.28	168	77	100	CH	1.79	4.30	10	D
			3.50	4.00	61	28	39.70	33	0.35	59	73	100	CH	1.73	4.30	10	D
SK60	Gökmeşdan Mah.	11	2.00	2.50	68	30	31.30	38	0.03	227	74	99	CH-MH	1.88	4.40	10	D
			3.50	4.00	60	28	35.80	32	0.24	88	76	100	CH	1.76	4.40	10	D
SK61	Gökmeşdan Mah.	9	1.50	2.00	57	27	35.30	30	0.28	225	69	100	CH-MH	1.79	2.50	10	D
			3.00	3.50	40	32	35.50	8	0.44	166	63	100	ML	1.75	2.50	10	D
SK62	Yenikent Mahallesi	10	1.50	2.00	51	36	28.90	15	-0.47	212	69	100	MH	1.89		30	B
			3.00	3.50	54	34	33.90	20	-0.01	169	69	100	MH	1.78		30	B
SK63	Yenikent Mahallesi	8.5	2.00	2.30	46	37	33.20	9	-0.42	176	60	100	SM-ML	1.73		30	B
			3.50	3.65						165	55	93	SM	1.72		30	B
SK64	Akarbaşı Mahallesi	10.5	2.00	2.60	59	27	39.80	32	0.40	84	69	100	CH	1.76	2.60	7	D
			3.50	4.10	37	27	36.20	10	0.92	89	72	100	ML	1.68	2.60	7	D
SK65	Akarbaşı Mahallesi	10.5	2.00	2.60	57	27	42.40	30	0.51	90	70	100	CH	1.66	2.70	7	D
			3.50	4.10	40	25	33.80	15	0.59	66	72	100	CL-ML	1.87	2.70	7	D
SK66	Akarbaşı Mahallesi	10.5	2.00	2.60	63	27	38.00	36	0.31	102	72	95	CH	1.72	2.60	7	D
			3.50	4.10	35	26	38.40	9	1.38	67	73	99	ML	1.75	2.60	7	D
SK67	Akarbaşı Mahallesi	11	1.50	2.00	65	33	35.40	32	0.08	215	70	94	CH-MH	1.87	2.90	10	D
			3.00	3.50	37	27	29.80	10	0.28	52	71	100	ML	1.78	2.90	10	D
SK68	Gökmeşdan Mah.	11	2.00	2.50	54	25	20.00	29	-0.17	235	51	97	CH-MH	1.98	5.20	15	C
			3.50	3.95	57	28	27.10	29	-0.03	240	52	0	CH-MH	1.90	5.20	15	C
			8.50	8.95	48	25	47.20	23	0.97		60	0	CL-ML		5.20	15	C
SK69	Gültepe Mahallesi	8.5	2.00	2.40	42	25	14.40	17	-0.62	273	53	95	SC-CL	2.17		30	B
			3.50	3.80	39	21	11.40	18	-0.53	371	51	84	SC-CL	2.20		30	B
SK70	Yıldıztepe Mahallesi	8.5	2.00	2.20						494	39	98	SM	1.88		50	B
SK71	Kırmızıtoprak Mah.	10	2.00	2.60	54	24	32.70	30	0.29		83	100	CH		3.00	8	D
			3.50	4.18	43	32	40.00	11	0.73	49	77	100	ML	1.76	3.00	8	D
SK72	Kırmızıtoprak Mah.	10	2.00	2.60	55	24	29.80	31	0.19	29	82	100	CH	1.79	3.00	8	D
			3.50	4.20	45	33	41.90	12	0.74	39	76	100	ML	1.80	3.00	8	D
SK73	Kırmızıtoprak Mah.	10	2.00	2.70	58	24	34.70	34	0.31	237	83	100	CH	1.88	3.30	8	D
			3.50	4.20	46	31	46.10	15	1.01	42	74	100	ML	1.67	3.30	8	D
			5.00	5.60	41	33	30.50	8	-0.31	135	70	100	ML	1.88	3.30	8	D
SK74	Kırmızıtoprak Mah.	10	2.00	2.60	54	25	35.40	29	0.36	140	82	100	CH	1.76	3.00	8	D
			3.50	4.10	45	30	52.60	15	1.51	36	76	100	ML	1.81	3.00	8	D
SK75	Yenikent Mahallesi	10	1.50	2.00	57	25	26.90	32	0.06	164	70	98	CH	1.92		18	C
			3.00	3.50	57	25	26.70	32	0.05	187	98	97	CH	1.95		18	C
SK76	Yenikent Mahallesi	8.5	2.00	2.50	53	25	19.10	28	-0.21	102	66	96	CH	1.87		18	C
			3.50	4.00	53	34	39.10	19	0.27	78	72	100	MH	1.82		18	C
SK77	Kurtuluş Mahallesi	11	2.00	2.50	69	32	43.80	37	0.32	178	76	100	CH-MH	1.77	3.90	10	D
			3.50	4.00	47	27	40.70	20	0.69	38	74	100	CL-ML	1.78	3.90	10	D
SK78	Kurtuluş Mahallesi	11	2.00	2.50	71	32	41.60	39	0.25	164	74	97	CH-MH	1.80	3.90	10	D

Ek.2. devam

Sondaj No	Mahalle Adı	Sondaj Derinliği (m)	UD Örnek Der. (m)		LL (%)	PL (%)	w (%)	PI (%)	LI (%)	q _{un} (kPa)	Elek Analizi Sonuçları		Zemin Sınıfı	Doğal Yoğunluk (Mg/m ³)	YAS (m)	Düşey Yatak Katsayısı (MN/m ²)	Zemin Grubu
			Der-1	Der-2							<0.076 mm (%)	4 Nolu Elek Altı (%)					
SK78	Kurtuluş Mahallesi	11	3.50	4.00	56	28	48.90	28	0.75	70	77	100	CH-MH	1.73	3.90	10	D
SK79	İstiklal Mahallesi	12									11	70	SM		3.20	10	D
SK80	İstiklal Mahallesi	11	2.50	3.00	37	18	40.80	19	1.20	63	59	100	SC-CL	1.79	3.20	10	D
SK81	Büyükdere Mahallesi	9	2.00	2.50	74	47	40.40	27	-0.24	190	61	90	MH	1.72		20	C
			3.50	4.00	83	46	41.10	37	-0.13	169	71	95	MH	1.73		20	C
SK82	Büyükdere Mahallesi	11	1.50	2.00	92	46	43.60	46	-0.05	174	72	96	MH	1.71		20	C
			3.00	3.50	81	49	40.40	32	-0.27	158	72	97	MH	1.70		20	C
SK83	Yenikent Mahallesi	9	2.00	2.30	45	30	26.30	15	-0.25	216	72	100	ML	1.81		25	C
			3.50	3.70	47	29	18.90	18	-0.56	230	69	100	CL-ML	1.79		25	C
SK84	Yenikent Mahallesi	8	2.00	2.50	49	26	22.90	23	-0.13	181	60	85	CL-ML	2.01		25	C
			3.50	4.00	46	27	26.70	19	-0.02	176	62	94	CL-ML	1.87		25	C
SK85	Kırmızıtoprak Mahallesi	11	3.00	3.50	35	28	32.00	7	0.57	59	50	100	ML		3.50	10	D
			4.50	5.00	47	26	42.00	21	0.76	80	57	99	CL-ML		3.50	10	D
			6.00	6.50						56	20	74	SM		3.50	10	D
SK86	Kırmızıtoprak Mahallesi	8.5	2.00	2.50	40	28	37.60	12	0.80	62	91	100	ML	1.95	3.60	9	D
			3.50	4.00	59	37	43.40	22	0.29	76	89	100	MH	1.70	3.60	9	D
SK87	Kırmızıtoprak Mah.	8.5	2.00	2.50	40	29	32.20	11	0.29	171	85	100	ML	1.84	3.60	9	D
SK88	Kurtuluş Mahallesi	10	3.50	3.80	72	25	33.00	47	0.17	214	81	100	CH	1.67	5.70	14	C
SK89	Kurtuluş Mahallesi	10	4.00	4.68	76	23	33.00	53	0.19	223	77	98	CH	1.71	6.00	14	C
			5.50	6.00	66	24	25.00	42	0.02	279	81	100	CH	1.99	6.00	14	C
			7.00	7.40	57	23	27.00	34	0.12	290	77	100	CH	1.98	6.00	14	C
SK90	Kurtuluş Mahallesi	12.5	3.00	3.50	43	25	21.00	18	-0.25	219	55	96	CL			25	B
			4.50	5.10	42	25	20.00	17	-0.29	149	48	98	SM			25	B
SK91	Vişnelik Mahallesi	11	1.50	2.00	69	31	37.70	38	0.18	229	80	100	CH-MH	1.87	3.60	10	D
			3.00	3.50	55	29	44.60	26	0.60	57	74	100	CH-MH	1.80	3.60	10	D
SK92	Vişnelik Mahallesi	9	1.50	2.00	70	31	32.70	39	0.04	255	78	100	CH-MH	1.87	3.50	10	D
			3.00	3.50	50	29	48.50	21	0.93	57	75	100	CH-MH		3.50	10	D
SK93	Akarbaşı Mahallesi	11	1.50	2.00	68	32	38.30	36	0.18	184	76	100	CH-MH	1.85	3.00	10	D
			3.00	3.50	38	27	40.10	11	1.19	59	73	100	ML	1.81	3.00	10	D
SK94	Akarbaşı Mahallesi	11	1.50	2.00	65	33	35.40	32	0.08	215	70	94	CH-MH	1.87	2.90	10	D
			3.00	3.50	37	27	29.80	10	0.28	52	71	100	ML	1.78	2.90	10	D
SK95	Vişnelik Mahallesi	10	2.00	2.50	66	29	37.40	37	0.23	177	75	100	CH	1.73	2.90	10	D
			3.50	4.00	39	30	23.10	9	-0.77	59	98	98	ML		2.90	10	D
SK96	Vişnelik Mahallesi	10	2.00	2.50	59	28	44.90	31	0.55	164	75	100	CH	1.72	2.90	10	D
			3.50	4.00	38	30	38.20	8	1.03	37	68	100	ML	1.80	2.90	10	D
SK97	Vişnelik Mahallesi	10	2.00	2.50	61	27	41.40	34	0.42	170	75	100	CH	1.71	2.90	10	D
			3.50	4.00	43	30	38.40	13	0.65	143	66	100	ML	1.79	2.90	10	D
SK98	Deliktaş Mahallesi	10	1.50	2.00	69	34	31.50	35	-0.07	461	66	92	CH-MH	1.81	3.90	15	D
			3.00	3.50	73	32	41.20	41	0.22	253	81	100	CH	1.75	3.90	15	D
SK99	Deliktaş Mahallesi	10	2.00	2.50	76	34	37.40	42	0.08	468	80	100	CH-MH	1.88	4.70	15	D
			3.50	4.00	68	32	39.10	36	0.20	210	79	100	CH	1.73	4.70	15	D
SK100	Vişnelik Mahallesi	10	1.50	2.00	53	26	23.20	27	-0.10	241	78	100	CH	1.79	3.00	10	D
			3.00	3.50	59	28	28.60	31	0.02	36	76	100	CH-MH	1.65	3.00	10	D
SK101	Vişnelik Mahallesi	10	1.50	2.00	56	26	27.60	30	0.05	185	79	100	CH	1.78	3.00	10	D

Ek.2. devam

Sondaj No	Mahalle Adı	Sondaj Derinliği (m)	UD Örnek Der. (m)		LL (%)	PL (%)	w (%)	PI (%)	LI (%)	q _{un} (kPa)	Elek Analizi Sonuçları		Zemin Sınıfı	Doğal Yoğunluk (Mg/m ³)	YAS (m)	Düşey Yatak Katsayısı (MN/m ²)	Zemin Grubu
			Der-1	Der-2							<0.076 mm (%)	4 Nolu Elek Altı (%)					
SK101	Vişnelik Mahallesi	10	3.00	3.50	59	29	36.80	30	0.26	39	77	100	CH-MH	1.76	3.00	10	D
SK102	Büyükdere Mahallesi	12	1.50	1.80	67	28	25.00	39	-0.08	452	79	99	CH				
			3.00	3.60	66	27	24.00	39	-0.08	407	76	100	CH				
			4.50	5.00	64	28	24.00	36	-0.11	340	78	98	CH				
			7.50	7.95	57	28	23.00	29	-0.17		79	100	CH				
SK103	Büyükdere Mahallesi	10	1.50	2.00	68	26	35.00	42	0.21	195	83	100	CH				
			3.00	3.50	65	27	32.00	38	0.13	244	79	99	CH				
			4.50	5.00	61	27	30.00	34	0.09	271	72	97	CH				
			6.50	6.95	65	25	23.00	40	-0.05		82	100	CH				
SK104	Büyükdere Mahallesi	22	3.00	3.50	58	32	35.40	26	0.13	89	65.4	100	MH	1.71			
			4.50	5.00	43	26	16.00	17	-0.59	98	45.1	87.6	SM	1.97			
			5.00	5.50	71	34	31.20	37	-0.08		65	99.2	MH				
SK105	Büyükdere Mahallesi	14	3.60	4.18	46	25	19.50	21	-0.26	184	40.2	91	SM				
			5.60	6.28	57	26	28.10	31	0.07	288	62.8	98	CH-MH	1.84			
			8.00	8.68	37	30	8.90	7	-3.01		18.3	75.6	SM				
SK106	Büyükdere Mahallesi	22	2.00	2.68	44	31	25.55	13	-0.42	262	42.2	87.3	SM	1.96			
			4.00	4.60	45	30	11.50	15	-1.23	105	19	64.8	SM	1.92			
			6.00	6.68	50	30	16.66	20	-0.67	82	46.1	94.9	SM	1.78			
			9.00	9.68	69	32	37.68	37	0.15		74.6	100	CH-MH				
SK107	Büyükdere Mahallesi	20															
SK108	Büyükdere Mahallesi	13	5.30	5.98	50	23	28.50	27	0.20	195	45.5	88.4	SM				
SK109	Büyükdere Mahallesi	12	2.00	2.68	39	29	20.00	10	-0.90	52	40.1	86	SM				
			4.00	4.68	61	28	22.60	33	-0.16	180	45.5	87	SM				
SK110	Büyükdere Mahallesi	20	2.80	3.48	42	26	24.20	16	-0.11	459	70.9	96.2	ML	1.92			
			3.50	4.00	58	22	14.50	36	-0.21		61.4	100	CH	1.79			
			4.00	4.68	36	25	11.90	11	-1.19	348	35.4	98	SM-SC	1.93			
SK111	Büyükdere Mahallesi	10	1.50	2.18	41	22	12.70	19	-0.49	363	29.3	74.4	SC	1.91			
SK112	Büyükdere Mahallesi	10	1.50	2.18	39	22	19.30	17	-0.16	400	35.6	100	SC	1.81			
SK113	Büyükdere Mahallesi	15															
SK114	Büyükdere Mahallesi	16	2.00	2.68	36	20	13.60	16	-0.40	185	63	88	CL	1.78			
			4.00	4.68	58	24	32.00	34	0.24	245	42	91	SC	1.71			
			6.00	6.68						233	12.94	35	SC	1.94			
SK115	Büyükdere Mahallesi	20	3.00	3.45	34	22	6.20	12	-1.32		61	100	CL-ML		7.55		
			4.50	4.95	36	24	7.20	12	-1.40		55	100	CL-ML		7.55		
			6.00	6.45	57	31	4.80	26	-1.01		56	100	MH		7.55		
			7.50	7.95	64	32	9.40	32	-0.71		58	100	CH-MH		7.55		
			9.00	9.45	40	28	5.20	12	-1.90		40	90	SM-ML		7.55		
			10.50	10.95	39	30	3.10	9	-2.99		40	96	SM-ML		7.55		
SK116	Büyükdere Mahallesi	18															
SK117	Büyükdere Mahallesi	12	1.50	2.18	48	26	25.00	22	-0.05	170	67	97	CL				
			3.00	3.70	52	25	29.00	27	0.15	157	74	100	CL-CH				
			4.50	5.18	43	24	23.00	19	-0.05	201	75	100	CL				
			6.00	6.50	38	26	30.00	12	0.33	140	74	100	CL-ML				
SK118	Büyükdere Mahallesi	13	1.50	2.00	48	31	19.90	17	-0.65	160	56	96	ML	1.86			

Ek.2. devam

Sondaj No	Mahalle Adı	Sondaj Derinliği (m)	UD Örnek Der. (m)		LL (%)	PL (%)	w (%)	PI (%)	LI (%)	q _{un} (kPa)	Elek Analizi Sonuçları		Zemin Sınıfı	Doğal Yoğunluk (Mg/m ³)	YAS (m)	Düşey Yatak Katsayısı (MN/m ²)	Zemin Grubu
			Der-1	Der-2							<0.076 mm (%)	4 Nolu Elek Altı (%)					
SK118	Büyükdere Mahallesi	13	3.00	3.68	48	30	14.50	18	-0.86	159	57	97	ML	2.10			
			4.50	5.18	50	31	34.50	19	0.18	125	79	100	ML-MH	1.84			
SK119	Büyükdere Mahallesi	22	1.00	1.68	44	28	20.60	16	-0.46		66	93	ML	13.30			
			2.50	3.18	60	27	27.20	33	0.01	221	71	99	CH	2.02	13.30		
SK120	Büyükdere Mahallesi	16	4.00	4.50	73	28	25.40	45	-0.06	360	72	99	CH	2.04	13.30		
			1.50	1.75	29	24	10.00	5	-2.80	246	45	92	SC	2.05	8.00		
			3.00	3.50	40	23	13.00	17	-0.59	178	68	98	CL	1.97	8.00		
			4.50	4.80	28	23	14.70	5	-1.66	113	43	90	SM-ML	2.10	8.00		
SK121	Büyükdere Mahallesi	17	6.00	6.50	39	24	14.30	15	-0.65	108	55	83	SC-CL	2.07	8.00		
			1.20	2.00	34	26	15.10	8	-1.36	150	43	80	SM	0.78			
			3.00	3.50	39	22	20.50	17	-0.09	202	55	95	CL	2.03			
			4.50	4.70	37	26	11.70	11	-1.30	238	48	100	SM-ML	2.01			
SK122	Büyükdere Mahallesi	10	6.00	6.50	45	26	22.80	19	-0.17	230	63	100	CL	2.00			
			1.50	1.95	60	33	29.50	27	-0.13	120	65	100	MH	1.71			
			3.00	3.30	69	31	27.50	38	-0.09	471	64	100	CH	1.87			
			4.50	4.75	74	34	32.20	40	-0.04	480	62	100	CH-MH	1.79			
SK123	Büyükdere Mahallesi	12	6.00	6.20	43	24	14.30	19	-0.51		30	71	SC				
			2.00	2.50	51	28	18.40	23	-0.42	455	65	100	CH	2.03			
SK124	Yeni Mahallesi	12	3.50	4.00	54	28	21.80	26	-0.24	319	72	100	CH	2.01			
			2.00	2.50	53	31	36.30	22	0.24	271	78	100	CH-MH	1.78	5.50	10	D
SK125	Yeni Mahallesi	12	3.50	4.00	69	31	42.80	38	0.31		80	100	CH-MH	1.79	5.50	10	D
			2.00	2.50	50	29	30.40	21	0.07		78	100	CH-MH	1.80	5.20	10	D
SK126	Büyükdere Mahallesi	11															
SK127	Orhangazi Mahallesi	11															
SK128	Sümer Mahallesi	13															
SK129	Sümer Mahallesi	13	1.50	2.00	33	30	11.9	3	-6.03	399	70	100	ML	1.73	5.70		
			3.00	3.50	50	23	34.3	27	0.42	173	71	100	CL-CH	1.77	5.70		
			4.50	5.00	45	24	44.5	21	0.98	123	70	100	CL	1.75	5.70		
			6.00	6.50	41	35	31.4	6	-0.6	69	24	77	SM	1.73	5.70		
SK130	Sümer Mahallesi	11	1.50	2.00	33	26	15.8	7	-1.46	383	38	94	SM	1.86	3.70		
			3.00	3.50	33	29	28.8	4	-0.05	76	32	95	SM	1.87	3.70		
SK131	Kırmızıtoprak Mah.	15	1.50	2.00	43	32	28.7	11	-0.30	235	71	100	ML	1.80	3.60		
			3.00	3.50	50	30	42.8	20	0.64	64	69	100	ML-MH	1.70	3.60		
			4.50	5.00	52	30	37.1	22	0.32	153	70	100	MH	1.82	3.60		
SK132	Kırmızıtoprak Mah.	17	1.50	2.00	51	27	15.1	24	-0.50	327	56	93	CH	1.97	3.90		
			3.00	3.50	39	22	30.9	17	0.52	78	63	96	CL	1.79	3.90		
			4.50	5.00	47	24	47.4	23	1.02	61	66	100	CL	1.77	3.90		
SK133	Kırmızıtoprak Mah.	15												2.00			
SK134	Gültepe Mahallesi	11	2.00	2.25	47	33	22.20	14	-0.77	394	66	100	ML	2.01	6.50	20	B
			3.50	3.75	45	34	27.50	11	-0.59	432	64	100	ML	2.00	6.50	20	B
SK135	Gültepe Mahallesi	9	1.50	2.00	53	37	29.80	16	-0.45	194	66	100	MH	1.81	5.90	20	B
			3.00	3.25						163	43	94	SM	1.87	5.90	20	B
SK136	Gökmeşdan Mah.	9	2.00	2.50	61	29	23.20	32	-0.18	466	77	100	CH-MH	1.92	7.30	25	B

Ek.2. devam

Sondaj No	Mahalle Adı	Sondaj Derinliği (m)	UD Örnek Der. (m)		LL (%)	PL (%)	w (%)	PI (%)	LI (%)	q _{un} (kPa)	Elek Analizi Sonuçları		Zemin Sınıfı	Doğal Yoğunluk (Mg/m ³)	YAS (m)	Düşey Yatak Katsayısı (MN/m ²)	Zemin Grubu
			Der-1	Der-2							<0.076 mm (%)	4 Nolu Elek Altı (%)					
SK136	Gökmeşdan Mah.	9	3.50	4.00	56	26	30.70	30	0.16	483	72	98	CH	1.98	7.30	25	B
SK137	Arifiye Mahallesi	11	1.50	2.00	54	29	30.70	25	0.07	133	66	93	CH-MH	1.74	3.70	10	D
			3.00	3.50	47	29	44.50	18	0.86	102	70	99	ML	1.72	3.70	10	D
SK138	Arifiye Mahallesi	12	2.00	2.50	61	29	26.60	32	-0.08	70	74	100	CH	1.81	3.80	10	D
			3.50	4.00	41	29	46.30	12	1.44	132	74	100	ML	1.77	3.80	10	D
SK139	Sümer Mahallesi	10.5	2.00	2.50	68	29	21.40	39	-0.19	390	74	99	CH	1.94	6.20	10	D
			3.50	4.00	59	29	38.00	30	0.30	188	80	100	CH	1.78	6.20	10	D
			5.00	5.50	67	29	46.60	38	0.46	120	79	100	CH	1.76	6.20	10	D
SK140	Sümer Mahallesi	12	2.00	2.50	63	28	27.60	35	-0.01	233	82	100	CH		4.80	12	D
			3.50	4.00	78	28	39.10	50	0.22	95	81	100	CH		4.80	12	D
SK141	Sümer Mahallesi	12	2.00	2.50	66	29	26.00	37	-0.08	303	83	100	CH	1.85	5.60	12	D
			3.50	4.00	68	32	34.00	36	0.06	187	79	99	CH-MH	1.78	5.60	12	D
			5.00	5.50	67	35	45.00	32	0.31	93	83	100	MH	1.68	5.60	12	D
SK142	Sümer Mahallesi	12	2.00	2.50	69	31	27.00	38	-0.11	355	81	100	CH	1.85	6.00	12	D
			3.50	4.00	62	31	34.60	31	0.12	182	80	100	CH-MH	1.80	6.00	12	D
			5.00	5.50	61	31	46.50	30	0.52	84	73	97	MH	1.71	6.00	12	D
SK143	Sümer Mahallesi	13	2.00	2.50	67	30	26.40	37	-0.10	328	81	100	CH	1.89	5.50	12	D
			3.50	4.00	67	32	38.80	35	0.19	161	79	100	CH-MH	1.81	5.50	12	D
			5.00	5.50	68	30	41.50	38	0.30	94	78	100	CH	1.72	5.50	12	D
			8.00	8.45	50	26	37.00	24	0.46		50	100	SM-ML		5.50	12	D
SK144	Sümer Mahallesi	12	2.00	2.50	65	29	26.10	36	-0.08	288	76	99	CH	1.85	6.00	12	D
			3.50	4.00	67	32	31.80	35	-0.01	175	78	100	CH-MH	1.78	6.00	12	D
			5.00	5.50	72	33	40.80	39	0.20		80	100	CH		6.00	12	D
			8.00	8.45	39	26	25.30	13	-0.05		46	91	ML		6.00	12	D
SK145	Sümer Mahallesi	11	2.00	2.50	68	27	22.40	41	-0.11	244	80	100	CH		4.80	12	D
			3.50	4.10	73	27	39.10	46	0.26	264	82	100	CH		4.80	12	D
SK146	Sümer Mahallesi	12	1.50	2.00	37	27	19.50	10	-0.75	210	66	99	ML	1.77	5.20	8	D
			3.00	3.50	60	31	37.10	29	0.21	112	76	100	CH-MH	1.78	5.20	8	D
			4.50	5.00	51	30	34.20	21	0.20	82	72	100	MH	1.76	5.20	8	D
SK147	Sümer Mahallesi	10	1.50	2.00	36	27	22.90	9	-0.46	198	68	97	ML	1.77	5.20	8	D
			3.00	3.50	60	31	35.40	29	0.15	119	78	100	CH-MH	1.72	5.20	8	D
			4.50	4.95	48	30	35.60	18	0.31	56	69	100	ML	1.68	5.20	8	D
SK148	Sümer Mahallesi	10	2.00	2.50	37	26	14.70	11	-1.03		64	100	ML	1.90	3.50	25	C
SK149	Sümer Mahallesi	8	2.00	2.50	48	27	32.00	21	0.24	76	73.4	99.2	CL-ML	1.78	3.40	8	D
			3.50	4.00	40	30	40.00	10	1.00	38	58.7	98.4	ML	1.79	3.40	8	D
SK150	Gökmeşdan Mah.	10	2.00	2.50	64	30	38.40	34	0.25	151	79	100	CH-MH	1.76	4.90	9	D
			3.50	4.00	59	29	39.10	30	0.34	222	78	100	CH-MH	1.78	4.90	9	D
SK151	Gökmeşdan Mah.	9	2.00	2.50	62	32	39.70	30	0.26	259	79	100	CH-MH	1.77	4.70	9	D
			3.50	4.00	64	28	38.00	36	0.28	222	79	100	CH	1.78	4.70	9	D
SK152	Gökmeşdan Mah.	10	2.00	2.50	53	29	36.50	24	0.31	92	75	100	CH-MH	1.53	4.90	15	D
			3.50	4.00	57	25	31.40	32	0.20	281	75	100	CH	1.96	4.90	15	D
SK153	Gökmeşdan Mah.	10	2.00	2.50	51	29	36.80	22	0.35	72	76	100	CH-MH	1.54	6.30	15	D
			3.50	4.00	58	25	30.30	33	0.16	264	76	99	CH	1.81	6.30	15	D
SK154	Şeker Mahallesi	11.5	3.50	4.18	60	25	28.00	35	0.09	138	81	99	CH		6.50	12	D

Ek.2. devam

Sondaj No	Mahalle Adı	Sondaj Derinliği (m)	UD Örnek Der. (m)		LL (%)	PL (%)	w (%)	PI (%)	LI (%)	q _{un} (kPa)	Elek Analizi Sonuçları		Zemin Sınıfı	Doğal Yoğunluk (Mg/m ³)	YAS (m)	Düşey Yatak Katsayısı (MN/m ²)	Zemin Grubu	
			Der-1	Der-2							<0.076 mm (%)	4 Nolu Elek Altı (%)						
SK154	Şeker Mahallesi	11.5	4.20	4.65	49	24	35.00	25	0.44	55	79	99	CL		6.50	12	D	
			5.50	6.18	46	23	32.00	23	0.39			53	95	CL		6.50	12	D
SK155	Şeker Mahallesi	11.5	3.50	4.18	67	24	38.00	43	0.33	149	83	100	CH		5.70	12	D	
			4.20	4.65	46	22	40.00	24	0.75	29		77	99	CL		5.70	12	D
			5.50	6.18	34	27	33.00	7	0.86			49	93	SM-ML		5.70	12	D
SK156	Şeker Mahallesi	12	3.00	3.68	53	36	36.00	17	0.00	282	82	100	CH		6.30	12	D	
			5.00	5.68	46	25	36.00	21	0.52	122	73	99	CL		6.30	12	D	
			5.70	6.15	50	23	37.00	27	0.52	110	80	100	CL-CH		6.30	12	D	
			7.00	7.68	35	29	34.00	6	0.83			43	82	SM		6.30	12	D
SK157	Şeker Mahallesi	12	3.00	3.68	52	25	32.00	27	0.26	100	80	100	CH		6.30	12	D	
			5.00	5.68	48	26	28.00	22	0.09	120	76	100	CL-CH		6.30	12	D	
			5.70	6.15	47	24	35.00	23	0.48	122	83	100	CL-CH		6.30	12	D	
			7.00	7.68	32	29	34.00	3	1.67			41	84	SM		6.30	12	D
SK158	Paşa Mahallesi	10	2.00	2.50	78	41	19.90	37	-0.57	485	72	98	MH	1.99		35	B	
			3.00	3.50	81	51	31.50	30	-0.65	413	73	100	MH	1.90		35	B	
			4.50	5.00	82	50	31.40	32	-0.58	294	72	100	MH	1.89		35	B	
SK159	Gökmeşdan Mah.	12	6.50	7.00	49	25	38.30	24	0.55	109	69	100	CL-CH	1.81	7.30	20	B	
SK160	Gökmeşdan Mah.	8	2.50	3.00	50	25	23.10	25	-0.08	283	58	98	MH	1.76	7.30	20	B	
			4.00	4.25	55	34	20.20	21	-0.66	218	58	96	MH	1.75	7.30	20	B	
			7.00	7.50	47	32	42.10	15	0.67		69	100	ML-MH	1.78	7.30	20	B	
SK161	Gökmeşdan Mah.	13	2.00	2.50	53	27	30.80	26	0.15	202	72	99	CH	1.86	8.00	24	B	
			3.50	4.00	52	26	21.90	26	-0.16	448	70	98	CH	2.06	8.00	24	B	
SK162	Gökmeşdan Mah.	9	2.00	2.50	56	27	21.00	29	-0.21	517	70	100	CH	2.04	7.70	24	B	
			3.50	4.00	50	23	22.70	27	-0.01	396	76	100	CH	2.03	7.70	24	B	
SK163	Vişnelik Mahallesi	9.5	2.00	2.50	65	34	37.50	31	0.11	160	70	100	MH	1.66	3.20	7	D	
			3.50	4.00	44	31	42.60	13	0.89	61	61	99	ML	1.79	3.20	7	D	
			5.00	5.50	42	31	37.10	11	0.55	73	68	100	ML	1.80	3.20	7	D	
SK164	Vişnelik Mahallesi	9	2.00	2.50	50	24	34.90	26	0.42	134	67	100	CL-CH	1.78	3.00	10	D	
			3.50	4.00						50	32	100	SM	1.98	3.00	10	D	
SK165	Vişnelik Mahallesi	8	2.00	2.50	47	28	35.50	19	0.39	124	65	100	ML-MH	1.78	3.00	10	D	
SK166	Yenidoğan Mahallesi	15.5	2.00	2.50	27	22	11.30	5	-2.14		35	94	SC-SM			28	B	
			6.50	6.95	53	26	16.40	27	-0.36	275	75	99	CH-MH	1.84		28	B	
SK167	Yenidoğan Mahallesi	15.5	9.50	9.95	71	36	22.90	35	-0.37	350	60	93	MH	1.95		28	B	
SK168	Yenidoğan Mahallesi	16.5	3.50	4.00	52	28	24.80	24	-0.13	379	64	93	CH-MH	1.91		28	B	
			5.00	5.50	56	29	19.00	27	-0.37	408	66	95	CH-MH	2.00		28	B	
			6.50	7.00	59	30	23.70	29	-0.22	392	74	97	CH-MH	1.99		28	B	
			10.00	10.45	38	30	10.30	8	-2.46		32	70	SM			28	B	
SK169	Vişnelik Mahallesi	12	2.00	2.50	56	34	46.70	22	0.58	55	74	98	MH	1.73	2.60	9	D	
SK170	Vişnelik Mahallesi	11	2.00	2.50	52	26	43.00	26	0.65	94	74	100	CH	1.67	2.90	9	D	
			3.50	4.00	35	30	37.00	5	1.40	82	57	100	ML	1.82	2.90	9	D	
			5.00	5.50	43	30	41.00	13	0.85	116	66	100	ML	1.70	2.90	9	D	

ÖZGEÇMİŞ

1969 yılında Erlangen’de (Almanya) doğdu. İlk ve orta öğrenimini Almanya’da tamamladıktan sonra 1984 yılında Türkiye’ye yerleşti. Lise öğrenimini Konya’da tamamladıktan sonra 1989 yılında Fırat Üniversitesi Müh. Fak. Jeoloji Müh. Bölümüne girdi. 1993 yılında aynı bölümden Jeoloji Mühendisi ünvanıyla mezun oldu. 1993-1994 yılları arasında Ürgüp’te vekil öğretmenlik yaptı. 1994-1995 yılları arasında askerlik hizmetini tamamladı. 1995-1996 yılları arasında Jeoteknik ile ilgili araştırma yapan firmalarda çalıştı. 1996 yılında girdiği Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünden 1998 yılında Jeoloji Yüksek Mühendisi ünvanıyla mezun oldu. 1998 Aralık ayında Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Müh. Mim. Fak. Jeoloji Müh. Bölümü’ne Araştırma Görevlisi olarak girdi. Aynı Üniversite’de 1999 yılında doktora eğitimine başladı. Halen aynı bölümde görevine devam etmektedir. İyi düzeyde Almanca, orta düzeyde İngilizce bilir. Evli ve bir çocuk babasıdır.