

**BORNOVA OTOYOL
GÜZERGAHININ
JEOTEKNİK HARİTALAMASI**

77317

Dokuz Eylül Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Yüksek Lisans Tezi

Jeoloji Mühendisliği Bölümü,

Uygulamalı Jeoloji Anabilim Dalı

77311


Sungur KEDEK




Şubat, 1998

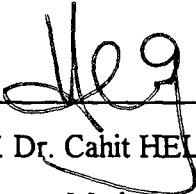
İZMİR

TEZ SINAV SONUÇ FORMU

Bu tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.


Prof. Dr. Necdet TÜRK


Prof. Dr. Sevdik Filiz

Dr. Da

Yem


Prof. Dr. Cahit HELVACI
Müdür
Fen Bilimleri Enstitüsü

22. YÜKSEK LİSANS SINAVI KURUMU
DOKÜMANİSYON ELEMANI

TEŞEKKÜR

Bu projenin hazırlanması sırasında ve öncesinde yaptığı yönlendirmeler ile yeni bilgi birikimlerine ulaşmamda büyük emeği bulunan danışmanım, Jeoloji Mühendisliği Öğretim üyelerinden *Sayın, Prof. Dr. Necdet TÜRK' e* teşekkürleri borç bilirim.

Beraber çalıştığım arkadaşlarım, firmalar; De-Leuw Cather-Kutlutaş J.V., Spektra Jeotek A.Ş., Temelsu Uluslararası A.Ş., Temelson Jeoteknik Hizmetler Ltd.Şirketlerine yardımlarından dolayı teşekkür ederim.

Bu tür çalışmayı İzmir civarında ilk olarak gerçekleştiren Mehmet ÖZÇELİK'e bilimsel katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Araş. Gör. Sungur KEDEK

ABSTRACT

Highway around Bornova section have big traffic problems to travel. For this reason generally in İzmir to solve traffic problems, İzmir Ring Road-Metro works have been started ten years ago and have been planned to finish until 2001.

In this project, geological-geotechnical investigations of the Bornova section 1-3, 1-4, Zaffer Payzın İaduct-Ege University İaduct, Great Sewage-disposal Project have been carried out, and geotechnical mapping of the section 1-3 and 1-4 have been done to solve some problems, to lead foundation problems, as a result Soil and Rock index-engineering properties of the Bornova section of the İzmir Ring Road have been investigated.

According to data obtained from In-situ and laboratory test, It is determined that Quaternary sediments have low strength. Using geological and geotechnical data, foundations conditions have been examined.

First of all, 1:5000 scale Documentation Map which data taken from the motorway, metro, ring road, Great sewage disposal have been done, then Engineering Geological Mapping objected to give three dimensional İew. Geological profiles drew along the 1-3 and 1-4 section of the alignment.

ÖZET

Mevcut olan Karayollarının Bornova kesiminde ulaşım olanaklarının çok düşük olması sebebiyle, güncel trafiği taşıyamadığı açıktır. Bu nedenle genelde İzmir civarında ve anılan kesimdeki güncel ve uzun vadeli trafik akışını çağdaş düzeyde sağlamak için İzmir Çevre yolu-Metro çalışmaları tasarlanmış ve 2001 yılına kadar bitirilmesi planlanmıştır.

Bu çalışmada Çevre yolunun 1-3, 1-4 kesimleri, ve Zafer Payzın İlyadüğü-Ege Üniversitesi Köprülü Kavşağı, Osman Kibar Kavşağı, Doğanlar Köprülü Kavşağı, Yeni planlanan Bornova Metro güzergahı, Büyük Kanal Projesinin jeolojik-jeoteknik araştırmaları yapılmış ve bu değerlendirmeler ışığında Mühendislik Jeolojisi Haritası hazırlanmış ve bu yolla Bornova civarında yapılacak jeoteknik çalışmalara öncülük edilmiş ve Otoyolun Bornova kesiminin jeolojisi, zemin ve kayaçların indeks ve mühendislik özellikleri incelenmiştir.

Yapılan çalışmaların değerlendirilmesinden, yerinde yapılan deneyler ve Laboratuvar çalışmalarının sonuçlarının yorumlanmasından Kuvaterner çökellerin düşük direnç özelliklerine sahip olduğu ortaya çıkmaktadır. Jeolojik ve jeoteknik özelliklerden faydalanarak güzergahın temel koşulları incelenmiştir.

İlk olarak 1:5000 ölçekli Dökümantasyon Haritası; Otoyol, Metro ve Büyük Kanal Projesine ait çalışmalarının birleştirilmesi ile hazırlanmış, daha sonra üç boyutlu bir görünüm kazandırmak amacıyla Mühendislik Jeolojisi Haritası hazırlanmıştır. Ayrıca, 1-3 kesimine ait 1:2000, 1-4 kesimlerine ait 1:5000 ölçekli jeolojik kesitler çıkartılmıştır.

İÇERİKLER

	Sayfa
İçerikler.....	VII
Şekiller Listesi.....	X
Tablolar Listesi.....	XI
Ekler Listesi.....	XII

BÖLÜM 1

GİRİŞ

1.1 PROJENİN AMACI.....	1
1.2 ÇALIŞMA ALANININ YERİ VE ÖZELLİKLERİ.....	1
1.3 ÇALIŞMA YÖNTEMLERİ.....	3

BÖLÜM 2

GENEL JEOLJİ

2.1 ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	5
2.2. STRATİGRAFİ.....	6
2.3. TEKTONİZMA.....	9
2.3.1. Deprem-Diri fay ilişkileri.....	13
2.4. HIDROJEOLJİ.....	15

BÖLÜM 3

MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ HARİTALARI

3.1. AMACI.....	17
-----------------	----

3.2 TÜRLERİ.....	17
3.2.1.Amaçlarına göre sınıflandırma.....	17
3.2.2. İçeriğe göre sınıflandırma.....	18
3.2.3 Ölçeğe göre sınıflandırma	19
3.3. MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ HARİTALARINA AİT VERİLERİN HAZIRLANMASI.....	19

BÖLÜM IV

MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ HARİTALAMA ÇALIŞMALARI

4.1. MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ VERİLERİNİN TOPLANMASI VE VERİ KAYNAKLARI.....	22
4.2. DÖKÜMANTASYON HARİTASI.....	23
4.3. STRIP YÖNTEMİ İLE MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ HARİTASININ HAZIRLANMASI.....	24
4.4 KESİTLERİN ÇIKARTILMASI.....	25
4.5. MÜHENDİSLİK YAPILARI İÇİN LABORATUVAR SONUÇLARI VE ARAZİ DENEYLERİNE GÖRE TABLOLARIN HAZIRLANMASI.....	25

BÖLÜM 5

SONUÇLAR

KAYNAKLAR.....	34
----------------	----

TABLO LİSTELERİ

	Sayfa
Tablo 2.1 Aylık sıcaklık ve yağış ortalamaları	16
Tablo 2.2 Yıllara göre Ortalama yağış ve Yükselim-Düşüm İlişkisi.....	16
Tablo 4.1 Dik Strip sınırlarının gösterimi.....	25
Tablo II-1 Zemin sınıflandırma sistemi ana hatları.....	46
Tablo II-3 Plastik indeks değerleri.....	54
Tablo II-4 İri taneli zeminlerin sıklık Limitleri.....	56
Tablo II-5 İnce taneli zeminlerin Kıvamlılık Limitleri.....	57
Tablo II-6 Kohezyonlu zeminlerin Kıvamlılık, Cep Penetrometresi, Torvane Karşılaştırması.....	58
Tablo II-7 Mağmatik, Metamorfik, ve Kristalin kayaçların tanecik boyutları.....	66
Tablo II-8 Klastik Tortul kayaçların tanecik boyutları.....	66
Tablo II-9 Kayaçların arazide dayanım kriterleri.....	67
Tablo II-10 Süreksizlik aralığına göre kayaçların tanımlanması.....	70
Tablo II-11 Süreksizlik açıklığına göre kayaçların tanımlanması.....	71
Tablo II-12 Kayaçların kaya kalitesine göre sınıflandırılması.....	74
Tablo II-13 Kayaçların Eklem sıklığına göre sınıflandırılması.....	74
Tablo II-14 Plastik İndeksi ile (Vane) düzeltme katsayısı arasındaki ilişki.....	85

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2.1. İzmir ve Çevresinin jeolojik haritası.....	7
Şekil 2.2. İzmir güneyinden alınmış kolon kesit.....	8
Şekil 2.3 İzmir ve çevresinin tanınabilen ve yorumlanabilen fayları	11
Şekil I-1 Türkiye'nin Sismik Haritası	39
Şekil II-2 Standart Penetrasyon Deney Takımı ve Tutucuları.....	76
Şekil II-3 Kum üzerine oturan temellerin izin verilebilir Taşıma gücü.....	78
Şekil II-4 SPT de N-Darbe sayısı değerlerini düzeltme faktörü- C_N	78
Şekil II-5 Temel derinliği-Genişliği-N değerleri-İzin verilebilir Taşıma gücü değerleri	80
Şekil II-6 N-Darbe sayısı ve Kayma direnç (İçsel Sürtünme) Açısı arasındaki ilişki	80
Şekil II-7 Kanatlı Kesici (Veyn) takımı.....	86
Şekil II-8 İnce cidarlı Tüp Örneği	89
Şekil III-1 Sıkıştırmada Su Muhtevası-Kuru Birim Hacim Ağırlık Değişimi.....	105

EKLER

Ekler I	Depremselik	38
Ekler II	Arazi Çalışmaları Ve Örnek Alımında Kullanılan Yöntemler.....	43
Ekler II a.	Zemin Tanımlaması.....	45
Ekler II a-1	Zemin Sınıflandırma Sistemi.....	48
EklerII a-1-1.	Zemin İsmi.....	50
EklerII a-1-2	Derecelenme.....	51
Ekler II a-1-3	Plastiklik.....	53
Ekler II a-1-4	Sıklık-Kıvamlılık.....	55
Ekler II a-1-5	Nem Miktarı.....	56
Ekler II a-1-6	Renk.....	59
Ekler II a-1-7	Yapı.....	59
EklerII a-1-8	Jeolojik ve Bölgesel İsimler.....	60
Ekler II a-1-9	Aside Karşı Reaksiyon.....	60
Ekler II a-1-10	Grup Sembolü.....	60
Ekler II a-1-11	Organik Zeminlerin Değerlendirilmesi.....	60
Ekler II b	Kaya Tanımlaması.....	62
Ekler II b-1	Sağlam Kaya Tanımlaması.....	62
Ekler II b-1.1	Renk.....	63
Ekler II b-1.2	Genel Kaya Çeşidi.....	63
Ekler II b-1.3	Ayrışma / Alterasyon.....	63
Ekler II b-1.4	Doku.....	66
Ekler II b-1.5	Mineralojik Kompozisyon.....	67
Ekler II b-1.6	Dayanım.....	67

Ekler II b-1.7	Sertlik.....	68
Ekler II b-2	Kaya Kütlesi ile İlgili Tanımlamalar/Süreksizlik.....	69
Ekler II b-2.1.	Süreksizlik Tipi.....	69
Ekler II b-2.2	Süreksizlik kümelerinin Sayısı.....	69
Ekler II b-2.3.	Süreksizlik Yönü ve Lokasyonu.....	70
Ekler II b-2.4.	Süreksizlik Aralığı.....	70
Ekler II b-2.5.	Süreksizlik Açıklığı.....	71
Ekler II b-2.6.	Dolgu Tipi.....	71
Ekler II b-2.7.	Dolgu Kalınlığı.....	72
Ekler II b-2.8	Diğerleri.....	72
Ekler II c	Sondajda Yapılan Arazi Deneyleri.....	75
Ekler II c.1.	Standart Penetrasyon Testi.....	75
Ekler II c.1.1	Standart Penetrasyon Testini Etkileyen Faktörler.....	83
Ekler II c.2	Kanatlı Kesici (Veyn) Deneyi.....	84
Ekler II c.3	İnce Cidarlı Tüpler.....	87
Ekler II c.4	Zeminde/Kayada Yerinde Permeabilite Deneyleri.....	90
Ekler II c.5	İnce Taneli Zeminleri Tanımlama İlgili Pratik Bilgiler.....	97
Ekler III	Laboratuvar Çalışmaları.....	99
Ekler III-a	Atterberg Limitleri.....	99
Ekler III-a-1	Likit Limit Deneyi	99
Ekler III-a-2	Plastik Limit Deneyi.....	100
Ekler III-b	Özgül Ağırlık.....	101
Ekler III-c	Elek Analizi.....	103
Ekler III-d	Sıkıştırma Deneyi.....	104
Ekler IV	1:5000 ölçekli Dökümantasyon Haritası	
Ekler V	1:5000 ölçekli Mühendislik Jeolojisi Haritası	
Ekler VI	Bölüm 1.3 e ait Jeolojik Kesit	
Ekler VII-a	Bölüm 1.4 e ait Jeolojik Kesit	
Ekler VII-b	Bölüm 1.4 e ait Jeolojik Kesit	

- Ekler VIII-a Bölüm 1.3 22+410 km Deney Sonuçları ve Korelasyon Parametreleri**
- Ekler VIII-b Bölüm 1.3 23+840 km Deney Sonuçları ve Korelasyon Parametreleri**
- Ekler VIII-c Bölüm 1.3 24+490 km Deney Sonuçları ve Korelasyon Parametreleri**
- Ekler VIII-d Bölüm 1.3 24+840 km Deney Sonuçları ve Korelasyon Parametreleri**
- Ekler VIII-e Bölüm 1.3 Rampa C Deney Sonuçları ve Korelasyon Parametreleri**
- Ekler VIII-f Bölüm 1.3 Rampa E Deney Sonuçları ve Korelasyon Parametreleri**
- Ekler VIII-g Bölüm 1.3. Genel Laboratuvar Sonuçları**



BÖLÜM I

GİRİŞ

1.1. Projenin Amacı.

Mevcut olan Karayollarının Bornova kesiminde ulaşım olanaklarının çok düşük olması sebebiyle güncel trafiği taşıyamadığı açıktır. Bu nedenle genelde İzmir civarında özelde ise anılan kesimdeki güncel ve uzun vadeli trafik akışını çağdaş düzeyde sağlamak için İzmir Çevre yolu-Metro çalışmaları tasarlanmış ve bitme aşamasına kadar ulaşılmıştır.

Bu çalışmada Çevre Yolu 1-3, 1-4 kesimleri, Zafer Payzın Viyadüğü-Ege Üniversitesi Köprülü Kavşağı, Metro, Büyük Kanal Projesinin jeolojik-jeoteknik araştırmaları, 1-3 ve 1-4 kesiminin mühendislik jeolojisi haritalama sı yapılmıştır. Bu değerlendirmelerin ışığında jeoteknik haritalamalar yoluyla Bornova civarında yapılacak çalışmalara öncülük edilmiş ve Bornova Otoyol geçkisinin jeolojisi, zemin-kayaçların indeks ve mühendislik özellikleri incelenmiştir.

Bu tez kapsamında 1:5000 ölçekli Dökümantasyon Haritası, 1-4 kesimine ait 1/500 düşey ölçekli-1/5000 yatay ölçekli ve 1-3 kesimine ait 1:700 düşey-1/3000 ölçekli yatay jeolojik kesitler çıkartılmıştır. Ayrıca 1/5000 ölçekli Mühendislik jeolojisi haritası hazırlanmıştır.

1.2. Çalışma alanının yeri ve özellikler

Çalışma alanı İzmir ili Bornova ilçesinin kuzey ve güneyinde İzmir L18 paftasında geniş bir alanı kapsar, Çalışma bir kaç kısımda tasarlanmış ve yorumlanmıştır Şekil 2.1. Birinci kısım Bayındır İnşaat A.Ş. tarafından yapılan Zafer Payzın Viyadüğü-Ege Üniversitesi kavşağı, İkinci kısım ise 1-3 ve 1-4 kesimi olarak adlandırılan Kutlutaş-

Dillingam JV tarafından yapımı sürdürülen Pınarbaşı yol ayrımı, Ege Üniversitesi arkasından Atatürk Mahallesi srtlarına kadar uzanan kısımdır. Diğerleri ise Yüksel Proje Uluslararası A.Ş. tarafından yapılmış olan Büyük Kanal Projesi derelerin Islah Projeleri ve Metronun Ege Üniversitesi kampus alanından Bornova Merkeze kadar uzanan kesimdir. (Şekil 2.1). Çalışma alanının büyük bir bölümünün yerleşim alanları içinde kalması ulaşım açısından büyük kolaylıklar sağlar. Bornova ovası düz topografyaya sahiptir. Tipik Akdeniz iklimi hüküm sürmektedir. Bornova ovası ise yoğun yapılaşmaya maruz kalmıştır. Yapımı devam eden geçki kavşak yolları, köprü gibi büyük boyutlu mühendislik yapılarının tümünü içeren projenin özellikleri bu çalışmada özetlenmiştir.

Araştırma başlangıcının birinci bölümünde; Zafer Payzın Viyadüğü-Ege Üniversitesi Osman Kibar Meydanı ve Pınarbaşı kavşağı-Ege Üniversitesi kavşağına ait çalışma yöntemleri açıklanmıştır. Kutlutaş tarafından yapılmakta olan Ege Üniversitesi Köprülü kavşağı sondaj çalışmaları bitirilmiş fakat istimlak çalışmaları nedeniyle inşaat faaliyetlerinin bir bölümü bekletilmekte olup bu kısma ait değerlendirmeler için ise Metro ve Temelsu Uluslararası A.Ş. tarafından bitirilmiş çalışmalardan derlenmiştir.

İkinci bölümde Bornova civarında önceki çalışmalar derlenmiş litolojik değişimler gösterilmiş, hangi tür kaya ve zeminin bulunduğu açıklanmıştır. Hidrojeolojik özellikler daha önceki çalışmalardan derlenmiş, Tektonik yapı hakkında bilgiler verilmiş; Deprem-Diri fay bağlantıları, eski çalışmalardan özetlenmiştir.

Üçüncü bölümde Mühendislik jeolojisi haritalama çalışmalarına ait sınıflamalar yapılmış, sınıflamada dikkat edilmesi gereken konular işlenmiş ve ne amaçla kullanıldığı açıklanmıştır. Bu haritaların hazırlanması sırasında Ekler II de açıklanan zemin-kaya tanımlamaları ile ilgili yöntemler derlenmiş, Arazide ve Labaratuvarında yapılan deneyler açıklanmıştır. Bu değerlendirmelerin ışığında Mühendislik Jeolojisi Haritasına ait veriler toplanmıştır.

Dördüncü bölümde Dökümantasyon haritası üzerine kuyu noktaları işlenmiştir. Bu kuyu yerlerinde 0-3, 3-7, 7-13 ve 13-20 derinlikleri kullanılarak Mühendislik Jeolojisi Haritası hazırlanmıştır. Faydalanılan deney sonuçları, kesitler, tablolar halinde sunulmuştur. Mühendislik jeolojisi haritaları değişik derinliklerdeki zemin veya kayalar hakkında bilgiler sunar. Bu sebeple ilk olarak dökümantasyon haritası hazırlanmış ve dizayn için gerekli olan parametrelere seçilen zemin veya kayanın uygunluğuna bakılmıştır. Bu çalışmalardan sonra 1:5000 ölçekli Mühendislik jeolojisi haritası hazırlanmıştır.

Son bölümde ise konu hakkında ulaşılan sonuçlar listelenmiştir. Eklerde ise Depremsellik hakkında derlemeler yapılmış, arazide zemin ve kaya tanımlama yöntemleri, kullanılan ekipmanların standartları, testlerin uygulama yöntemleri, arazi tanımlamasına ait pratik bilgilerin elde edilme koşulları, Laboratuvar çalışması hakkında kısa bilgi verilmiştir.

1.3 Çalışma Yöntemleri

Çalışma kapsamında bulunan kısmın jeolojisinin tüm ayrıntıları ile çözümlenmesi gerektiğinden proje alanının jeolojik modeli Levha tektoniği kuramı ilkeleri doğrultusunda küresel boyutta yapılan yorumların mekanik sondajlarla denetlenmesi ile oluşturulmuştur. Harita ve topoğrafik çalışmalar, geçki çalışmaları ve uygulama-inşaat projelerinin belirlenmesinden sonra sondaj çalışmaları ile jeoteknik haritalamaya geçilmiştir.

Sondajlı çalışmalar sırasında zeminlerde örselenmiş ve örselenmemiş örnek, kayalarda ise sürekli karot alınarak ilerleme yapılmıştır. Hem kayada hem de zeminlerde rotari yöntemi kullanılmıştır.

Mühendislik jeolojisi harita alımına başlamadan önce ön çalışma yapılmıştır. Buna karşın bütün jeolojik özellikleri harita üzerinde göstermek olanaksızdır. Bu sebeple ilk

olarak dökümantasyon haritası çizilmiş, güzergah boyunca jeolojik profiller çıkartılmış jeolojik profillerden ortaya çıkan formasyonların deneysel özellikleri tablolar haline getirilmiş ve en son olarak da mühendislik jeolojisi haritası üç boyutlu olarak hazırlanmıştır.



BÖLÜM II

GENEL JEOLJİ

2.1. Önceki Çalışmalar

Parejas (1942), Belkahve çevresinde içinde bulunan yaptığı çalışmalarda Filiş merceksel kireçtaşlarında bulunduğu *Globotruncana* sp. varlığına dayanarak birim yaşının Mastritiyen olduğunu öne sürer (Yağmurlu 1978' den)

Kaya (1979), İzmir'i de içine alan bölgesel ölçekli çalışmasında volkanik kayaları Yamanlar Andezit Karmaşığı olarak tanımlar, Bu karmaşığın, andezit, dasit ve latit bileşimli aglomera, tuf ve lav akmalarıyla dayk girmelerinden yapıldığını belirtir. Birimin olasılıkla Yamanlar köyü güneyinde yer alan volkanik girmelerin ürünü olduğunu ve yayılımın Yamanlar yükseltisi üzerinde KD oynak çizgilerle sınırlandığını vurgular (Kurtbay 1985'den).

Kaya (1983), Naldöken Köyü (Bornova) kuzeyinde yaptığı mühendislik ağırlıklı çalışmasında Üst Kretase kireçtaşlarının mühendislik ve yapısal özelliklerini saptamaya çalışmıştır. Neojen yaşlı gölsel birimlerin Üst Kretase yaşlı kireçtaşları üzerine açılabilir uyumsuzlukla oturduğunu vurgular. Üst Kretase kireçtaşlarının porozite ve su emmelerinin az, ayrıca basınca karşı dayanımlı olmaları kireçtaşlarının yapıtaşı ve mıcır olarak kullanılmalara olanak sağlar. Ayrıca, kireçtaşlarının çimento hammaddesi olarak kullanılabilirliğini ve bu amaçla Batı Anadolu Çimento Fabrikasının bölgede yeni bir taş ocağı açtığını vurgular.

Türk(1987) Ayırışma derecesine bağlı olarak andezitleri taze, az ve orta derecede ayırışmış olarak üç gruba ayırmıştır. Renge göre ise mavimsi pembe ve kahverengimsi pembe olarak ikiye ayırmıştır. Andezit içindeki renk farklılıkları montmorillonit tip kile

bağlı olarak değişmektedir. Ayrıca andezit içindeki montmorillonit tip kilin andezitin dayanımını azaltmadığı yapısındaki su emme özelliğinden dolayı artırdığını söylemiştir.

Erdoğan (1990), Batı Anadolu'da yaptığı çalışmada, İzmir çevresinde üç tektonik kuşağın yer aldığını belirtir. Bu kuşakların; Menderes Masifi, İzmir-Ankara zonu ve Karaburun Kuşağı olduğunu ileri sürer. Menderes Masifi'nin en üst düzeyinin Alt Eosen'e kadar uzanan metamorfik kayalardan oluştuğunu belirtir. İzmir-Ankara zonunun Manisa'dan Seferihisar'a kadar uzanan geniş bir bölgede Kampaniyen-Daniyen yaşında olan fliş fasiyesinde tortul kayalardan ve mafik volkanik arakatklardan yapıli matriks-matriks içerisinde yüzen boyları 20 kilometreyi aşan kireçtaşı blok ve mega bloklardan oluştuğunu ve bu kireçtaşlarının matrisin çökelimi sırasında tortullaşma ortamına taşınmış allokton kütle olduğunu belirtir. Araştırmacı, litolojik ve paleontolojik karşılaştırmacılara dayanarak bu blokların Karaburun istifine ait parçalar olduğunu ileri sürmektedir.

Koca(1995) İzmir şehir merkezi ve çevresine ait çalışmalar yapmıştır. Andezitlerin materyal ve kütleli özelliklerini, ayrışma derecelerini araştırmıştır.

2.2. STRATİGRAFI

Çalışma alanının bulunduğu Bornova'nın büyük kesiminde Mesozoyik ve Senozoyik yaşli tortul ve volkanik yaşli birimler mevcuttur (Şekil 2.1). Anılan kayaçların Ege Bölgesindeki genel dağılımları ve görece yaşli kayaçlarla olan dokanak ilişkileri bölgenin genel jeolojik evrimini açıklamada anlamlı örnekler oluşturmaktadır. (Şekil 2.2) Bu bağlamda genelde Ege bölgesinde özelde proje alanında yer alan birimlerin oluşumunu belirleyen ana etmen küresel boyutta etkin olan tektonizma olmuştur.

Yaş	Litoloji	Açıklama
SENOZOYİK TERTİYER Neolen Orta-Ust Miyosen	Kadifekale Volkanik Karıması I.F.X 30-11.5 m	Andezit, Aglomera (Otobreş) seviyelerinin çakılları andezit parçaları içermekte ve bloklar ise volkanik camı matrislerden oluşma
	10-5.5 m	Aglomera; andezit çakılları ve tuf matris içeren bloklardan oluşmakta Otobreş; andezit çakılları ve lav matrisi içerisinde andezit blokları içerir Laharlar; tabakalı yapı içerir. Litik tüflerin kalınlığı 7-20m.
	Neolen Birimler 100-290 m	Konglomera, Kumtaşı, Silttaşı, Kiltası, Çamurtaşı, Marn, Killi kireçtaşı, ardalanmalı Genellikle ince tabakalı, yer yer orta kalınlıkta, düşük eğim miktarlı, orta-çok ayrışmış, karakteristik eklem tabakalı bir yapı sunmakta.
	Paleosen Paleosen Bornova Melanjı > 1000 m	Bornova melanjı filiş matrisinden oluşmakta. Kumtaşı-şeyl ardalanmalı matris içerisinde kireçtaşı blokları yüzer durumda, Bu birim çok ince laminasyonlu ve kuvars parçacıkları içermekte.

Şekil 2.2. İzmir körfezinin güneyinden alınmış stratigrafik kolon kesit (Koca, 1995)

Batı Anadolu'da İzmir çevresinde üç tektonik kuşağın var olduğu bilinmektedir. Bu kuşaklar Doğudan batıya doğru, Menderes Masifi, İzmir-Ankara zonu ve Karaburun kuşağıdır. Menderes Masifi, en üst düzeyleri Alt Eosene kadar çıkan Metamorfik kayalardan oluşmuştur. İzmir-Ankara zonu ve Karaburun Kuşağının Menderes Masifi üzerine bindirdiği bilinmektedir. İzmir-Ankara zonu içerisinde yer alan Bornova Karmaşığı içerisinde yüzen boyları 20 km'yi aşan kireçtaşı blokları tespit edilmiştir. Batı Anadolu'daki Paleotektonik kuşakların birbirleriyle olan dokanak özelliklerinin ortaya konulması bölgenin tektonik evrimini açıklamada önemli veri oluşturacaktır. İzmir-Ankara zonu Menderes Masifi üzerinde düşük açılı bindirme fayları boyunca itilmiş olduğu bir çok araştırmacı tarafından belirtilmiştir.

Neojen serisi kayalar Ege Üniversitesi önünde ve Bornova merkezde yapılan sondajlarda kesilmiştir. Yapılan çalışmalar da ortaya çıkan Neojen birimler Marn, Kilitaşı, Silttaşı, Kumtaşı, Konglomera dır.

Vulkanik kayalar ise tuf, Andezit birimleri, Aglomera, kolüvyon türü malzemelerdir.

En üstte ise 1-3 kesiminin 22+000 - 23+500 hattı boyunca iri taneli malzemelerden kumlu ÇAKIL veya siltli KUM yoğunlaşmasına karşın, 23+500 den 25+000 kilometreleri arasında ince taneli düşük Plastik Silt veya KİL mevcuttur. 1-4 de ise 25+000 - 26+800 kesimi ince taneli düşük Plastik SİLT veya KİL içermesine rağmen GW-GP Çakıllı, İri taşlı- Koca taşlı (Bloklu) malzemelerin yoğunluğu artmaktadır.

2.3. TEKTONİZMA

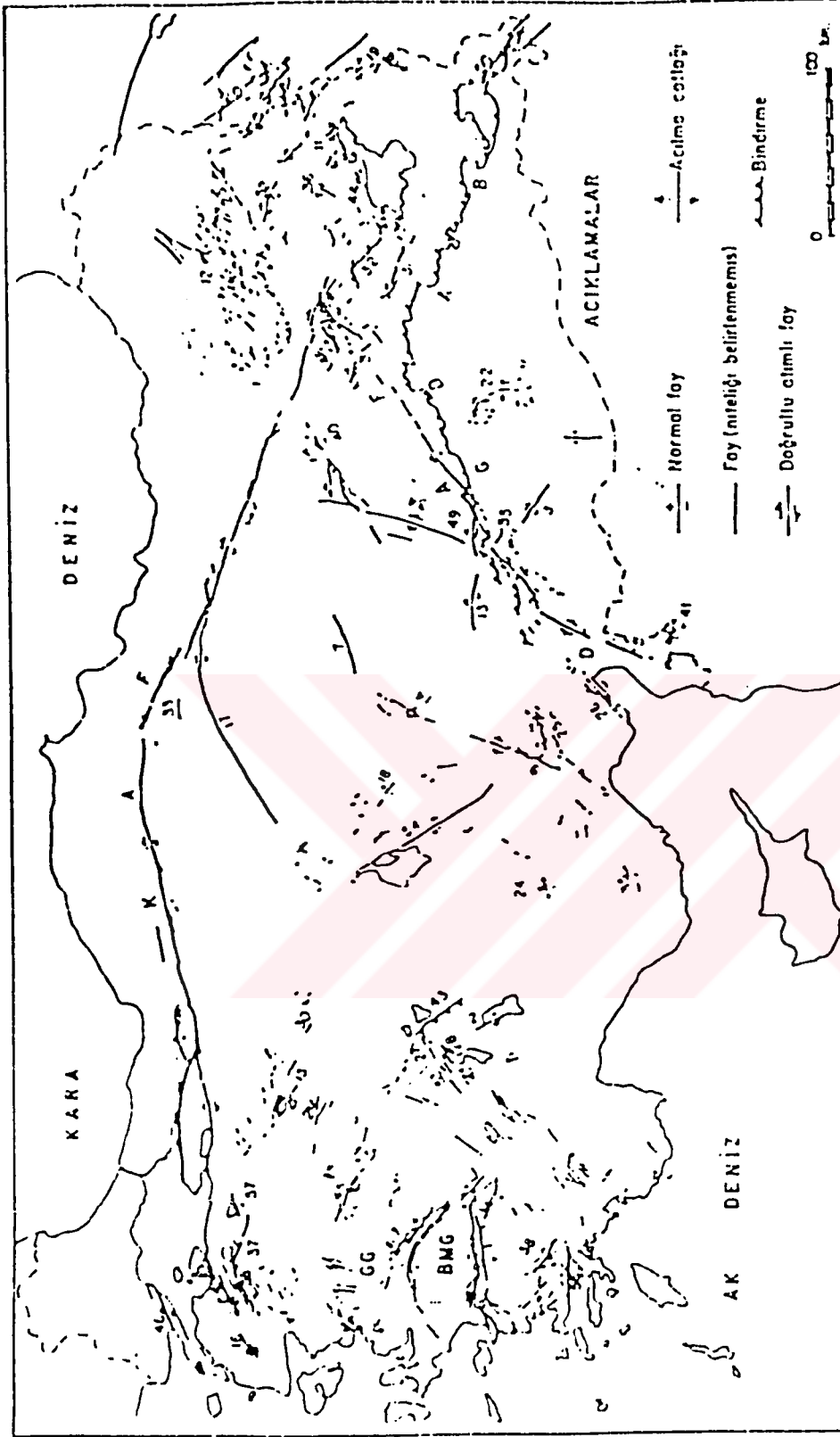
Doğu Akdeniz Bölgesinin aktif tektoniği genelde Arap-Afrika levhaları ile Avrasya levhası arasındaki çarpışma sonucu gelişmektedir. Bölgede var olan bugünkü tektonik deformasyon, güney kolu kuzeye doğru olan yitimle kapanmış ve kıtasal çarpışma Bitlis-Zagros boyunca orta Miyosen sonlarında başlamıştır. (Mc Kenzie 1972, Dewey ve diğ.

1973, Şengör ve Yılmaz 1981, Şengör ve diğ. 1985, Dewey ve Dig. 1986). Bu çarpışma sebebi ile Avrasya levhasının güneyi Kuzey Anadolu Fayı ve Doğu Anadolu Faylarıyla parçalanmıştır. (Şekil.2.3)

Bu büyük fay sistemleri, çarpışma zonundan batıya ve doğuya kaçan blokların Anadolu ve Kuzeydoğu Anadolu sınırlarını oluşturmaktadır. (Mc Kenzie 1972). Devam etmekte olan bu çarpışma geniş ölçekli deformasyon dolayısıyla Batı Anadolu'da açılma rejiminin oluşmasına neden olmaktadır. Sıkışma rejimi sonucu batıya kaçışın senede yaklaşık 20 mm. (50+20 mm/yr) olduğu yapılan çalışmalar sonucu hesaplanmıştır. (Oral ve diğ. 1993).

Çeşitli jeolojik ve jeofizik çalışmalar Batı Anadolu'da açılma rejiminin hakim olduğunu göstermiştir. (Mc Kenzie 1972, 1978, Alptekin 1973, Dewey ve Şengör 1979). Bu rejim sonucu Batı Anadolu'da ve Ege Denizinde görülen genelde doğu-batı doğrultulu normal faylarla sınırlandırılmış grabenlerin mevcudiyeti bilinmektedir. Mc Kenzie (1978), Batı Türkiye'deki graben sistemlerinin Ege denizi altında çöküntüler şeklinde devam ettiğini ileri sürmektedir. Ayrıca Ege denizinde, kuzeyden güneye genellikle normal faylar ve doğrultu atımlı fay tektoniği sonucu Anadolu'nun batısında kuzeydoğu-güneybatı yönlü KAF zonuna benzer karakterde bir dizi doğrultu atımlı fay ve bunlara bağlı pull-apart türde havzalar gelişmiştir. (Kuleli 1992).

Batı Anadolu'da üç paleotektonik kuşak yer almaktadır. Bunlar bugünkü konumlarını orta ve geç Eosen'de gelişmiş olan bindirme tektoniği ile kazanmışlardır. (Erdoğan, 1990). Bindirme tektoniği ardından gelişmiş olan ve orta Miyosen'den günümüze değin devam etmekte bulunan Neotektonik evrede bu yaşlı kuşakların uzanımlarını verev kesen tansiyonel havzalar gelişmiş ve içleri gölsel ve karasal tortullarla dolmuştur. (Erdoğan ve diğ.,1990). Bu tektonik kuşaklar incelendiğinde Kuzeybatıda Sakarya kıtası yer alır. Bu kuşağın güney ve güneydoğusunda İzmir-Ankara zonu adı altında tanımlanan karmaşık kayalardan oluşan bir kuşak oluşur. İzmir-Ankara zonu düşük açılı



Şekil 2.3. Türkiye Diri Fay Haritası (Şaroğlu ve diğ., 1987, Şaroğlu ve diğ., 1987a, Şaroğlu ve diğ., 1992'den alınmıştır.

Acıklamalar: 1. Ağrı açılma çatlığı, 2. Beyşehir Gölü fayı, 3. Borena fayı, 4. Balk Gölü fayı, 5. Bingöl - Karakoyunlu fay zonu, 6. Çaldıran fayı, 7. Dikilitaş fayı, 8. Doğubeyazıt fayı, 9. Erciş fayı, 10. Edinçek - Çiftçesemeler fay zonu, 11. Erzurum fay zonu, 12. Erzurum fay zonu, 13. Elbistan fayı, 14. Erzurum fayı, 15. Fatsa fayı, 16. Fırtına fayı, 17. Erzurum fayı, 18. Gümüşkent fayı, 19. Hasanlıçay fayı, 20. İçel fayı, 21. İnönü - Dardırca fay zonu, 22. Karacalıçay açılma çatlığı, 23. Kağızman fayı, 24. Kılıbasan - Hötançay fay zonu, 25. Karasulu - Karasulu fay zonu, 26. Karadağ - Osmanlı fay zonu, 27. Kaçbeyli fayı, 28. Kumdanlı fayı, 29. Kutahya fayı, 30. Kaymaz fayı, 31. Kavaklıbeyli fayı, 32. Muğla - Yatağan fay zonu, 33. Mihalıççık fayı, 34. Malazgirt fayı, 35. Mut fay zonu, 36. Malazgirt fayı, 37. Manyas fayı, 38. Muğla - Yatağan fay zonu, 39. Nemrut açılma çatlığı, 40. Ovacık fayı, 41. Reyhanlı fayı, 42. Sarıkay fayı, 43. Sultandığı fayı, 44. Sütlüce fayı, 45. Simav fay zonu, 46. Saros Körfezi - Çarşamba fayı, 47. Semikent fayı, 48. Samsak - Uluçınar fay zonu, 49. Sürgeç fayı, 50. Şemdinli - Yüksekova fay zonu, 51. Tendükköy açılma çatlığı, 52. Tutak fayı, 53. Tutak fayı, 54. Tuz Gölü fayı, 55. Tut fayı, 56. Ulla - Ören fay zonu, 57. Uluabat fayı, 58. Yemice - Çimen fayı

KAF: Kuzey Anadolu Fayı, DAF: Doğu Anadolu Fayı, GDAE: Güneydoğu Anadolu İndirimi, GG: Gediz Grabeni, BMG: Bıyık Mendere Grabeni

Not: Harita elyegenden dolayı diki ve elastik diki fay sistemi uygulanmıştır.

bindirme fayları boyunca Menderes Masifi üzerine itilmiştir. (Şengör ve Yılmaz 1981, Erdoğan ve Güngör 1992). Karaburun Kuşağı, İzmir-Ankara zonuna ait birimler tarafından çevrelenen ve kalın bir platform istifinin yüzeylendiği bir bölgedir. İzmir-Ankara zonunun doğusunda ise metamorfik kayalardan meydana gelmiş olan Menderes Masifi yer alır. Menderes Masifi, Batı Anadolu'da geniş bir alanda yayılan metamorfik kayalardan oluşmaktadır. Allohton birimler metamorfik temel üzerinde yataya yakın açılı klipler şeklinde bulunmaktadır. Bu allohton birimler Eosen Oligosen'de kuzeyden güneye doğru masifin üzerinden geçen Likya naplarının kalıntılarıdır. (Şengör ve diğ.,1984). Orta Miyosen yaşlı volkanik ve volkano-sedimanter kayalar gerek allohton birimleri gerekse metamorfik temeli açılmal uyumsuz dokanaklarla örtmektedir.

6 Kasım İzmir depremi, bölgede daha önce bilinen fakat olası diri fay olarak (Şaroglu, 1987) tanımlanan fayın aktif olarak çalıştığını kanıtlamaktadır. İzmir depremi, bu çalışmada tanımlanan Doğanbey fayının çalıştığını ve aktif olduğunu doğrulamıştır. Bölgede fay boyunca termal su kaynaklarının mevcudiyeti bilinmektedir. Doğanbey fayı sağ yönlü doğrultu atımlı faylanma özelliği taşımakla birlikte ters bileşeni olduğu yapılan odak mekanizması çözümü ile verilmeye çalışılmıştır. Bölgede genel tektonik rejime ve fay hareketlerine bakılarak, doğrultu atımlı fayların mevcudiyeti az da olsa bilinmektedir. Bu da bölgenin genel olarak hakim gerilmelerinin yanında zaman zaman değişik gerilme kuvvetlerine maruz kaldığını göstermektedir. Nitekim 16 Temmuz 1955 Söke - Balat depreminin sağ yönlü doğrultu atımlı faylanma ile ilişkili olabileceğini ortaya koyulmuştur (McKenzie,1972). Doğu batı yönlü bölgesel kısalmadan ve kuzey-güney yönlü bölgesel açılma sonucu çek ayır faylanma mekanizmalarının oluşabileceği ve bunun ise tamamen yapı ile ilişkili olduğu bilinmektedir. (Şengör ve diğ.,1985). Bunun yanında Sığ doğrultu atımlı fay sistemlerinin bölgede oluşabileceği bilinmektedir. İzmir bölgesinde yapılan paleomagnetik ölçümlerde, neojen yaşlı volkanik kayalarda bazı blokların hareketlerinin saat yönünün tersine olduğunu tespit edilmiştir. (Kissel ve diğ.,1989). Paleomagnetik bulgular, açılma rejimi etkisindeki Türk kıyılarında saat yönünde ve saat yönünün tersi doğrultusunda blokların hareketinin olduğunu, ters yönde hareketin doğrultu atımlı

faylanmaların hareketi ile ilgili olabileceği göstermektedir.(Mercier ve diğ.1991,Taymaz ve diğ.1991). Bölgede genel olarak Kuzey güney ve kuzeydoğu-güneybatı doğrultulu fay hatları ve çizgisellikler görülmektedir. Doğanbey burnundan giren ve kuzeydoğuya doğru devam eden diri fay, Doğanbey fayı olarak tanımlanmıştır. İzmir depremi ve artçı şokları bu fayın aktif olduğunu kanıtlamıştır. Artçı şokların özellikle Doğanbey yarımadasında ve Kuşadası körfezinde yoğunlaştığı, bunun yanında Urla, Seferihisar, Bayındır ve İzmir tarafında da etkinliğin devam ettiği görülmektedir. Basınç ve Tansiyon eksenlerinin konumlarının bölgedeki genel rejimi destekler nitelikte olmakta, bölgede doğu-batı doğrultulu basınç, kuzey-güney doğrultulu tansiyon kuvvetlerinin hakim olduğu görülmektedir.

Sonuç olarak aktif graben sistemlerinde bu tür faylanmalar görülebilmektedir. Özellikle aktif iki graben sistemi arasında bulunan horst bölgelerinde, aktivitenin devamı ile makaslama kuvvetleri meydana gelmekte, bunun sonucu ana graben sistemine, oblik konumlu yırtılmaların oluşması, ters bileşeni olan doğrultu atımlı faylanmaları oluşturabilmektedir. Genel olarak bölgede genişleme ve doğrultu atımlı hareketlerin neden olduğu aktif bir deformasyon görülmektedir. İzmir depremi ve kaydedilen artçı şoklar bölgede levha içi deformasyonların devam ettiğine işaret etmektedir. Bu tür çalışmaların daha uzun süreler ile etkinlik bölgelerinde ve olası deprem bölgelerinde yapılması gereklidir. Öncü ve artçı depremlerin takibi ülkemizdeki değişik bölgelerdeki yapıların deprem oluş düzenleri hakkında da bize değerli bilgiler vereceği bir gerçektir.

2.3.1 Deprem-diri fay ilişkisi

Alp-Himalaya orojenik kuşağı üzerinde yer alan ülkemizin tektonik tarihçesi Tetis Okyanusunun evrimi ile yakından ilişkilidir. Okyanusların değişik zamanlarda açılıp kapanmasına bağlı olarak Anadolu'nun tektonik rejiminde değişiklikler olmaktadır.

Ülkemizin neotektonik dönemine has bir özellik olan, Kuvaterner'den günümüze kadar olan zaman aralığında meydana gelen tektonik olayların tekdüze olduğu kabulüne dayanır. Başka bir ifade ile bu tanım, ülkemizde beklenen depremlerin Kuvaterner'de aktif olan faylar üzerinde ve geçmişte meydana gelen magnitüde olması gerektiği ilkesine dayanmaktadır.

Türkiye Sismotektonik Haritasına baz olmak üzere hazırlanan Türkiye Diri Fay Haritası, MTA Genel Müdürlüğü tarafından yürütülmüş olan bir proje sonucunda üretilmiştir. 1/1.000.000 ölçekli olan bu haritada yer alan diri faylar jeolojik, jeomorfolojik ve sismik verilerden yararlanılarak belirlenmişlerdir. Bu faylar uzunlukları, oluşturdukları zonun genişliği, morfolojiye etkileri, depremsellikleri ve neotektonik dönemdeki defomasyonlar açısından taşıdıkları önem dikkate alınarak seçilmiştir (Şekil 2.3). Harita üzerinde ayrıntılı sınıflamalar yapılmıştır. Bununla beraber haritada fayların niteliklerine ilişkin bilgi verilmiştir. Ortaya çıkan haritada ülkenin tüm diri faylarından ziyade, yukarıda verilen ölçütlere uygun ve deprem oluşturabilme kapasitesi olan faylar gösterilmiştir.

Elde edilen bilgiler, deprem diri fay ilişkisi açısından, gelecekte olabilecek depremler için yorumlandığında aşağıdaki genellemelere ulaşılabilir:

a) Haritalanan diri faylar yüzey kırığı oluşturan depremler sonucunda meydana geldiklerine göre, söz konusu bu fayların hareketleri ile büyüklüğü 6'dan fazla olan depremler beklenebilir.

b) Söz konusu fayların yakın çevresinde 5 ve 4 büyüklüğünde depremler beklenebilir.

c) 4 ve daha küçük büyüklükte depremler ise Türkiye'nin her yerinde ve her zaman meydana gelebilir.

Diğer bir genelleme, deprem tekrarlanma periyodu için yapılabilir: Ülkemizde aynı fay üzerinde depremler 10 yılda bir, yine aynı fay üzerindeki 7'den büyük depremler 300 -400 yılda bir oluşmaktadır.

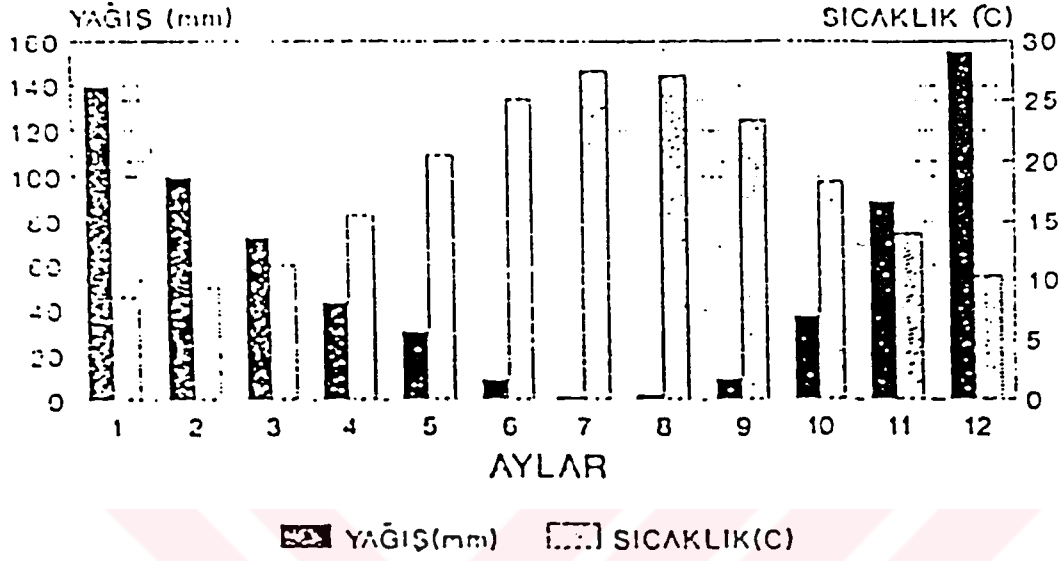
2.3 HİDROJEOLOJİ

Hidrojeoloji kapsamında Bornova Ovası, İzmir Körfezi ve özellikle Otoyol geçkinin hidrojeolojik çalışmaları kapsamında yeraltısuyunun kirlilik durumları, kayaların hidrojeolojik özellikleri, denize boşalan derelerin durumları ve Bornova havzasının doğal beslenmesini sağlayan yağış ve sıcaklık ortalamaları hakkında derlemeler yapılmıştır.

Su potansiyeli yüksek olan jeolojik oluşuklar, alüvyonlar, Neojen kireçtaşları, Volkanitler ve Mesozoyik kireçtaşlarıdır. Neojen içerisindeki birimlerden Marn ile Mesozoyik filişler çok az su içermektedirler ve genellikle geçirimsiz tabanı bu birimler oluşturmaktadır.

Bornova havzasında yeraltısı seviyesinin aşırı çekim dolayısıyla düştüğü tespit edilmiştir. İzmir Güzelyalı Meteoroloji istasyonundan alınmış 1938-1990 yıllarını kapsayan aylık sıcaklık ve yağış ortalamaları Tablo-2.1”de sunulmuştur. Ayrıca Ege iklim şartları Mayıs-Eylül ayları arasında uzun kuru dönemi içermektedir. Ekim-Nisan döneminde yağmurlar yağar ve kış aylarında yağın yağmur miktarı kuru sezondakinin üç katından fazladır. En yüksek yağış Aralık, Ocak ve Şubat aylarında oluşur. İzmir Devlet Su İşlerinin(DSİ) yardımıyla Bornova ilçesi hakkında yağış verileri elde edilmiştir. (Tablo 2.2)

Tablo 2.1. 1938-1990 YILLARI
Aylık Sıcaklık ve Yağış Ortalamaları



İZMİR GÜZELYALI METEOROLOJİ
İSTASYONU VERİLERİNE GÖRE

Tablo 2.2. Yıllara Göre Ortalama Yağış ve Yükselim-Düşüm İlişkisi

Yıllar	Yağış(mm)	Yıllık Y.S.A Yükselim (m)	Yıllık Y.A.S Düşüm (m)	Fark
1985-1986	912.2	+5.20	-5.95	-0.75
1986-1987	491.4	+2.20	-4.85	-2.65
1987-1988	503.3	+4.80	-5.70	-0.90
1988-1989	455.7	+3.08	-5.68	+2.60
1989-1990	464.4	+3.20	-4.10	-0.90
1990-1991	657.2	+3.70	-3.70	0.0

BÖLÜM 3

MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ HARİTALARI

3.1. Amacı

Mühendislik Jeolojisi haritaları yol, yerleşim alanı, gibi mühendislik konularıyla ilgili projelerin temel şartlarını belirlemek amacı ile yapılmaktadır.(ANON, 1976) Bu sebeple haritalanan alandaki kayaç ve zeminlerin mühendislik ve indeks özellikleri açıklanmaktadır.(DEARMAN, 1991)

3.2. Türleri

Mühendislik jeolojisi haritaları amaçlarına, içeriklerine ve ölçeklerine sınıflandırılmaktadır.(UNESCO, 1976)

3.2.1. Amaçlarına göre sınıflandırma

Jeolojik, Jeoteknik, Hidrojeolojik, Jeomorfolojik ve Topoğrafik özelliklerine göre sınıflamalar yapılmaktadır. Jeolojik Özellikli haritalar; Formasyonun stratigrafik, yapısal konumları hakkında genel bilgiler sunmak amacıyla yapılmaktadır.

Jeoteknik özellikli haritalar; Zemin ve kayanın sınıflandırılması, Laboratuvar deney sonuçlarına göre değerlendirilmesi, Taşıma gücü değerlerine sınıflandırılması amacıyla yapılmaktadır.

Hidrojeolojik Özellikli haritalar; Su içeren zemin ve kayaçların belirlenmesi, yeraltı su seviyesinin derinliği ile ilgili alçalm-yükselim değişiminin tespiti amacıyla yapılmaktadır.

Jeomorfolojik ve topoğrafik özellikli haritalar; Drenaj sistemlerini, kuru dereleri, sellenme alanlarını tepeleri ve sırtları tespit etmek ve özelliklerini belirlemek amacıyla yapılmaktadır.

Bu amaçla yapılan değerlendirmeler tek yönlü veya çok yönlü veri sağlamak amacıyla yapılmaktadır.

3.2.2. İçeriğe göre sınıflandırma

Çalışma alanında bulunan mühendislik ve indeks özelliklerinin değerlendirmelerini ayrıntılı olarak veren haritalar olarak tanımlanmaktadır. Bu tür haritalarda harita üzerine sınıflandırma haritası, ayrışma haritası, nem haritası, eklem haritası gibi tanımlamalar yapılmaktadır. İçeriğe göre sınıflandırmalar belirli başlıklar altında incelenmektedir. Genel içerikli haritalar, Yardımcı haritalar, tamamlayıcı haritalar olarak inceleme yapılabilmektedir.

Genel içerikli haritalar iki başlık altında incelenebilir. Birinci türdeki haritalar mühendislik jeolojisiyle ilgili konuların mühendislik jeolojisi koşullarını açıkça resimleyerek yapılan haritalardır. İkinci tür haritalar ise mühendislik jeolojisine ait zonlamalar, değerlendirmeler ve sınıflamaların bulunduğu ve bölgedeki birimlerin mühendislik jeolojisi koşullarına uyumluluğu esas alınarak yapılan haritalardır. Bu iki tip harita büyük veya küçük ölçekte karışık şekilde de yapılabilir.

Yardımcı haritalar; dökümantasyon haritaları, yapısal kontur haritaları gibi var olan bilgilere dayanarak yapılan haritalar olarak tanımlanmaktadır.

Tamamlayıcı haritalar ise jeolojik, tektonik, hidrojeolojik, jeoteknik bilgileri içeren haritalardır.

Bu tür haritalar mühendislik jeolojisi haritaları bir takım oluşturmaktadır.

3.2.3. Ölçeğe göre sınıflandırma

Ölçekleri 1/10.000 den büyük haritaları büyük ölçekli haritalar, 1/10.000 ile 1/100.000 ölçekli haritaları orta ölçekli haritalar, 1/100.000 ve daha küçük haritaları küçük ölçekli haritalar olarak tanımlanmaktadır.

3.3.3. Mühendislik Jeolojisi Haritalarına ait verilerin hazırlanması

Mühendislik jeolojisi harita alımına başlamadan önce aşağıda belirtilen özellikler ve harita alımı için ön çalışma yapılmış olmasına karşın bütün jeolojik özellikleri harita üzerinde göstermek olanaksızdır. Bu sebeple ilk olarak dökümantasyon haritası çizilmiş, güzergah boyunca jeolojik profiller çıkartılmış ve en son olarak da mühendislik jeolojisi haritası üç boyutlu olarak aşağıdaki çalışmaların tamamlanması ile hazırlanmıştır.

Bu çalışmaların hazırlanmasında yayınlanmış, yayınlanmamış çalışmalardan, üniversite tezlerinden faydalanılmıştır.

Zemin veya kayanın ismi, rengi, ayrışma derecesi, dayanımı, SPT değeri, grup sembolü, plastikliği, Derecelemesi, Tane boyutu gibi özellikler belirlenerek jeolojik haritalamanın temeli oluşturulur.

1/5000 ölçekli geçki haritasının çizimi Proje haritasının çizimi Temelsu Uluslararası A.Ş. ve Kutlutaş-Dillingam J.V. harita grupları tarafından, Laboratuvar çalışmaları ise İzmir Çevre Yolu yapımı esnasında Spektra Jeotek A.Ş. de Şantiye Şefi olarak çalıştığım yıllarda kendi denetimimde yapılmıştır. Alınan kesitler boyunca grup sembolleri, Birim Hacim ağırlık, Kohezyon, İçsel Sürtünme Açıları, detaylı bir şekilde işlenmiştir. (Ekler-VIII-a,b,c,d,e) Kayada yapılan sondajlarda iyi verim alabilmek amacıyla NWM, T6S-86

ve T-76 tipli karotiyerler kullanılmıştır. Karot yüzdesinin yüksek olabilmesi için malzemeler özenle seçilmiştir. Sağlam kayaya girene kadar boru sürülmüştür.

Kil, silt, kum, çakıl gibi kaya olmayan zeminlerde de rotari yöntemin kullanılmasında bir sakınca görülmemiştir. Zemin ne olursa olsun sondaj sırasında rastlanan bütün olaylar kuyu kütükleri üzerine işlenmiştir.

Bu projedeki sondajların ana amaçlarından biri laboratuvar deneyleri için elverişli örnekler almaktır. Bu nedenle örnek alma işlemleri özenle yapılmış ve aşağıdaki hususlara dikkat edilmiştir;

Kayada sondaj yapılırken litoloji değişimine bakılmaksızın her metrede örnek alınmaya çalışılmıştır. Karot çaplarının 5 cm den az olmamasına dikkat edilmiştir. Karot verimini yüksek tutmak amacıyla fir döndülü, çift tüplü karotiyerler ve su çıkışları uçta olan elmaslı matkaplar kullanılmıştır. Karot veriminin %50 den az olduğu durumlarda Standart Penetrasyon deneyi yapılmıştır.

Zeminlerde sondaj yapılırken örselenmiş ve örselenmemiş örnekler alınmaya çalışılmıştır. Penetrometre ve diğer kalın cidarlı örnek alıcılarla örselenmiş örnekler homojen zeminlerde her 1.5 metrede bir, tabakalı zeminlerde ise mesafeye bakılmaksızın her zemin değişikliğinde alınmaya çalışılmıştır. Kalınlığı 3 metre yada daha az olan her tabaka için bir standart penetrasyon deneyi yapılmıştır. Bu tip örselenmiş örnekler çıkarıldıktan sonra su içeriklerini kaybetme süreci içinde hızla incelenmiş ve cam kavanozlara konulmuştur.

Örnekli sondajların ilk 1.5 metrelik kısımlarında, göçme olasılığı olan sondajların bütün derinlikleri boyunca muhafaza boruları kullanılmıştır. Örnek alımından önce kuyu tamamen temizlenmiş ve gecikmeden örnek alınmıştır. Örnek alıcı zemine statik bir kuvvetle 10-30 cm/sn lik kesintisiz bir hızla sokularak ve döndürülmeden tekrar

çekilmiştir. Örnek alıcının zemine girişi yakından gözlenmiş ve örneğin örselenmesine olanak tanınmamaya çalışılmıştır. Zemine sokulduktan sonra numune alıcı en az 10 dakikalık bir süre yerinde hareketsiz bırakılmış, sonra yavaşça ve özenle yukarı çekmeden önce, örneği zeminden koparmak için 2-3 tur döndürülmüştür.

Yapılan araştırmada kayanın Kaya Kalite Değerleri, Ayrışması, Sertliği, Çatlak Açıkları, Dolgu Malzemeleri, Karot Yüzdeleri, Pürüzlülüğü ve Çatlak Aralıkları değerlendirilerek özellikleri hakkında bilgiler kuyu kütüklerine üzerine işlenmiştir. Bu değerlendirmelerin yapılabilmesi için sondajlardan elde edilen karot ve zemin örnekleri kullanılmıştır.

Standart Penetrasyon deneyleri, dış çapı 2 inç, iç çapı 1-3/8 inç olan ve boyuna olarak ikiye ayrılabilen standart split tüplerle yapılmıştır. Standart Penetrasyon Deneyleri yoğunlukla her 1.5 m. de yapılmaktadır. Tüpler zemine 76.2 cm' den serbest düşen 63.5 kg.'lık şahmerdan darbeleriyle itilip ve ilk üç 15'er cm'lik girişler için gerekli darbeler sayılmıştır.

Her deneyden önce tüpün ağzının düzgün olduğu kontrol edilmiştir. Genel olarak homojen zeminlerde her üç metrede bir, tabakalı zeminlerde her zemin değişiminde bir örselenmemiş örnek alınmaya çalışılmıştır. Örselenmemiş örnek alırken paslanmaz çelikten yapılmış tüpler kullanılmıştır. Örnek tüplerinde kaynak dikişlerinin bulunmamasına ve tüp duvarlarının kalınlığının 1.65mm'yi geçmemesine dikkat edilmiştir.

BÖLÜM 4

MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ HARİTALAMA ÇALIŞMALARI

4.1 Mühendislik Jeolojisi Verilerinin Toplanması ve Veri Kaynakları

Mühendislik Jeolojisinin temelini bir yapı için uygun olan ekonomik koşullar ve dizayn parametrelerinin seçilmesi prensibi oluşturur. Mühendislik Jeolojisi konusunda sağlıklı yorum yapabilmek için Bölgesel Jeoloji çalışması yapmak uygundur.

Bütün mühendislik jeolojisi verilerini bir harita üzerinde göstermek zordur. Bu sebeple ilk olarak çalışmanın boyutuna uygun ölçekli topoğrafik harita üzerine sondaj kuyuları(zemin-su), yeraltı kazıları(tünel, galeri), yolları, dereleri(akarsu, atıksu), temel kazısı çukurlarını, kanal kazılarını işleyip dökümantasyon haritası hazırlanmaktadır.

Ön araştırma verilerini, genel jeoloji-hidrojeoloji-depremsellik-mühendislik jeolojisi çalışmalarını içeren detaylı arazi araştırması, bu verilerin yorumlanması, arazi ve laboratuvar çalışmalarının değerlendirilmesi sonucunda ilk olarak dökümantasyon haritasının hazırlanması, daha sonra mühendislik jeolojisi haritasının hazırlanması ve son olarak da kesit haritalarının bu tür çalışmanın temelini oluşturur.

Bu çalışmada geçmişe ait yayınlanmış ve yayınlanmamış çalışmalar derlenmiştir.

Çalışma alanını kapsayan, 1/25.000 ölçekli jeolojik harita Yardımcı Doçent Doktor Yalçın KOCA'dan alınmıştır.

Bu çalışmalardan İzmir-Aydın Otoyol ve Çevre Yolu projesinde Sondaj ve Laboratuvar dan sorumlu şantiye şefi olarak çalıştığım süre içerisinde Çevre Yolunun 1-3 ve 1-4 bölümüne ait dökümanlar elde edilmiştir.

Temelsu Uluslararası A.Ş. den çevre yoluna ait Zafer Payzın viyadüğü-Ege Üniversitesi kavşağı sondaj ve laboratuvar çalışmaları elde edilmiştir.

Yüksel Proje-Louis Berger Ortak girişimden Metroya ait çalışmalar elde edilmiştir.

Yüksel Proje-Üçok Ortaklığından Bornova'daki derelere ait sondaj ve laboratuvar çalışmaları derlenmiştir.

4.2 Dökümantasyon Haritası

Dökümantasyon haritası Mühendislik Jeolojisi Haritalarının temelini oluşturur. Kapsadığı bölgeye ait tüm mühendislik verilerini göstermektedirler.

Dökümantasyon haritası üzerinde gösterilmesi gereken bilgiler; sembollerle gösterilen derinlikler, sondaj kuyuları, yarmalar olabilir. Kuyularda yapılmış olan yerinde deneyler, Laboratuvar deneyleri için alınmış örneklerin derinlikleri ve özellikleri harita üzerinde gösterilebilir.

Geçmişte yapılan çalışmalar, arazi çalışmalarının detayları da Dökümantasyon haritası üzerine işlenebilir. Dökümantasyon haritası mühendislik jeolojisi haritasının kullanımında ve yorumlanmasında önemli bilgiler verir. Mühendislik Jeolojisi Haritasının içindeki bilgilerin gösteriminde renkler, paralel çizgiler, harfler, şekiller ve buna benzer semboller kullanılmaktadır.

Dökümantasyon haritası 1:5000 ölçekli olarak hazırlanmıştır. (Ekler IV)

4.3 Strip Yöntemi ile Mühendislik Jeolojisi Haritasının hazırlanması

Strip Yöntemi Mühendislik jeolojisi çalışmalarında yeraltını sınıflandırma yollarından birisi de budur. Kuyu loglarına işlenen Kaya ve zemindeki değişimler, uzantıları jeoteknik parametreler bu yöntemin temelini oluşturmaktadır. Bu elde edilen değerlerin laboratuvar sonuçları ile karşılaştırılması açıklamalara netlik kazandırmaktadır.

Ön araştırmalara ait hesaplanmış bilgi kaynakları ve arazi çalışmaları son yapılan değerlendirmelerle karşılaştırılabilir. Ayrıca, haritalar ve kesitler incelenmelidir.

Jeoteknik haritalamalar belirli bir güzergah belirlemede ve yön çizmede yoğunlukla kullanılmaktadır. Araştırmalardan elde edilen bilgiler, harita üzerine işlenmektedir. Jeolojik haritalama, mühendislik jeolojisi haritasının yapımında temel oluşturmaktadır.

Sınırlar, bazı anahtar kelimeler, kaya ve zemine özgü mühendislik özellikleri harita üzerine işlenebilirler. Eğim, yeraltı seviyeleri, mostralara, Eklemler, haritalara işlenebilir veya gösterilebilir. Daha önceki çalışmalarda yapılmış sondaj çalışmalar sırasında çalışmaya dahil edilerek haritalara işlenebilir.

Zemin/Kaya örneklerini üç boyutlu gösterebilmek için değişik ülkelerde farklı yaklaşımlar sunulmuştur. Bu çalışmalara bakıldığında mühendislik jeolojisi haritalarının yoğunlukla 0-20 metreler arasında yoğunlaştığı görülmektedir. Çoğu yapının etkileneceği derinlikler, bu civarda olmasına rağmen zemin veya kaya tipine, üzerine gelecek yapıya bağlı olarak da derinlikler artmakta veya azalmaktadır. Strip yöntemi ile 4 farklı kategoride inceleme için en uygun olanıdır. Bu çalışmada 0-3m, 3-7m, 7-13m, 13-20m derinlikler düzenlenmiştir.

0-1 metre arasındaki derinlikler ihmal edilerek değerlendirme yapılabilir.

Dik strip yönteminde; renkler, semboller veya farklı yöntemler kullanılmaktadır. Bu çalışmada arazi ve laboratuvar çalışmalarının değerlendirilmesi sonucunda aşağıdaki tabloda kullanılan aralıklar kullanılarak 1:5000 ölçekli harita esas alınarak çalışma alanının mühendislik jeolojisi haritası hazırlanmıştır. (Ekler V)

Tablo 4.1 Dik strip sınırlarının gösterimi

1-3	metre	kalınlık	Çok geniş strip	2.5 cm
3-7	metre	kalınlık	Geniş Strip	2.0 cm
7-13	metre	kalınlık	Dar strip	1.5 cm.
13-20	metre	kalınlık	Çok dar strip	1.0 cm.

4.4 Kesitlerin Çıkarılması

Çalışma alanı içerisinde güzergah boyunca jeolojik kesitler çıkartılmıştır. Bölüm 1.3'e ait yatay ölçeği 1:3000, düşey ölçeği 1:700 (Ekler VI), Bölüm 1.4'e ait ise yatay ölçeği 1:5000, düşey ölçeği 1:500 olan jeolojik kesit(Ekler VII-a,b), olan jeolojik kesit hazırlanmıştır.

4.5. Mühendislik yapıları için Laboratuvar sonuçları ve arazi deneylerine göre tabloların hazırlanması

Öncelikle mühendislik jeolojisi haritası çıkarılacak güzergah boyunca Birim ağırlık, Üç eksenli deneyi, direk kesme deneyi ve konsolidasyon deneyleri derinliklerle beraber tablolar halinde sunulmuştur. Üç eksenli deneyi sonucunda elde edilen birim hacim ağırlık, su içeriği, kohezyon ve içsel sürtünme açısı değerleri verilmiştir. Direk kesme deneyi sonucunda elde edilen kohezyon, içsel sürtünme açısı ve su içerik değerleri verilmiştir. Konsolidasyon deneyleri sonucunda verilen ilksel boşluk oranı, sıkışma indeksi, hacimsel değişme katsayıları ve konsolidasyon katsayısı değerleri verilmiştir.

Deney sonuçları ve parametrelerin korelasyonları kolon kesitler hazırlanarak gösterilmiştir. Bölüm 1.3 e ait Standart Penetrasyon Deneyi (SPT), Elek analizi (200,4 Nolu elek), Atarberg Limitleri (PL,LL), Su içeriği(W_n), İlksel boşlu oranı(e_o) , Sıkışma indeksi(C_c), Hacimsel Değişim Katsayıları(M_v), Konsolidasyon Katsayıları(C_v), Özgül Ağırlık(G_s), İçsel sürtünme açısı(Q) ve kohezyon değerlerinin korelasyonu yapılmıştır. Güzergah boyunca 1.3. 22+410, 23+840, 24+490, 24+840, Rampa C, Rampa E noktaları seçilerek korelasyonlar yapılmıştır. (Ekler VIII-a,b,c,d,e,f) Ayrıca 1.3 e ait olarak bütün sonuçlar tek bir tablo halinde (Ekler VII-g) gösterilmiştir. Burada dizayn parametrelerinde kullanılan sonuçlar, SPT değerlerinden elde edilen sonuçlar tablo üzerine işaretlenmiştir. Bölüm 1.4 e ait olarak sonuçlar tablolar halinde sunulmuştur.

Ayrıca Bayındır İnşaat A.Ş. tarafından yapılmakta olan kısmın derinlik, Örnek tipleri, Elek analiz sonuçları, Likit limit, Plastik Limit, Zemin cinsi, Standart Penetrasyon Deneyi (SPT) değerleri, Doğal su içeriği, Konsolidasyon değerleri tablolar halinde sunulmuştur.

Bölüm 1-4
Laboratuvar Deney Sonuçları

Kuyu No	Örnek No	Derinlik	Birim Ağırlık		Üç eksenli deneyi		Direk	Kesme Deneyi
			gr/cm ³	W%	gr/cm ³	W%		
1.4.8A	ST-2	6,00-6,50	2,101	17,72	1,99	19,39	0,33	14
	ST-3	9,00-9,50			1,98	25,46	0,55	25,5
	ST-4	12,0-12,5	2,05	22,05	2,04	20,36	0,09	4,5
	ST-5	16,5-17,0			2,05	19,07		
	ST-5	16,5-17,0			2,02	20,51	0,02	4
	ST-6	19,5-20,0			2,09	17,17	0,25	21,5
1.4.8B	ST-6	19,5-20,0			2,03	16,74	0,17	5
	DM-1	22,5-22,95					1,5	40,5----12,06
	ST-1	3,00-3,50	2,031	19,03	2	21,49	1,39	10,5
	ST-2	6,00-6,50	2,024	23,39	1,94	26,41	0,61	7,5
	DM-1	9,00-9,45						0,1
	ST-3	12,0-12,50			2,06	22,15	0,3	6
	DM-2	15,0-15,45						
	D-1	18,5-18,50			2,1	18,6	0,38	6
1.4.8C	D-2	21,0-21,50			2	23,73	0,06	4,5
	ST-4	24,0-24,50			2,01	22,91	1,36	4
	D-3	28,8-29,30			2,03	22,02	2,18	2
	ST-1	1,50-2,00	2,008	17,4	2,08	15,65	2,22	5
1.4.8D	ST-2	4,50-5,00	1,943	17,94	2,05	11,62	0,28	13
	ST-3	7,50-8,00			2,13	8,39	0,97	19
	ST-4	12,0-12,50			2,03	7,23	0,94	22
	ST-5	15,0-15,20	2,026	15,47				
1.4.8D	ST-6	18,0-18,50			2,07	15,93	0,65	8
	ST-2	4,50-5,00	2,031	21,48	2,04	22,68	0,99	4
	ST-3	7,50-8,00	2,018	21,93	2,02	21,96	0,07	3,5
	ST-5	13,50-14,0	2,032	21,49	2,07	21,51	0,79	4
	ST-6	16,50-17,0	2,001	23,77	2,02	24,92	0,02	3
	ST-7	21,0-21,50	2,103	16,16	2,12	16,11	1,42	8
	ST-8	24,0-24,50	1,959	24,11	1,98	23,23	0,11	4

Bölüm 1-4
Laboratuvar Deney Sonuçları

Kuyu No	Örnek No	Derinlik	Birim Ağırlık		Uç eksenli deneyi		C kg/cm ²	Direk	Kesme Deneyi
			γ gr/cm ³	W%	γ gr/cm ³	W%			
I-4-13A	ST-1	3.00-3.50			2.15	18.17	0.75	11	
	DM-1	6.00-6.45							1
	ST-2	9.00-9.50	2.041	22.76	2.02	20.89	0.84	2.5	
	ST-3	15.0-15.50	2.126	18.57	2.12	18.72	0.36	8.5	
	ST-4	19.5-19.80			2.14	15.95	0.72	5.5	
	D-1	23.0-23.5			2.07	21.45	0.4	4.5	
	D-2	23.07-27.5			1.99	25.12	1.22	1.5	
I-4-13B	DM-1	6.00-6.45							0.5
	ST-2	9.00-9.50			2.08	17.07	0.15	18	
	DM-2	12.0-12.45							1.3
	DM-3	15.0-15.45							0.8
	ST-3	18.0-18.40			2.3	17.03	1.04	4.5	
	ST-4	24.0-24.50			2.1	18.24	1	5.5	
	ST-6	33.0-33.50	2.154	16.93	2.09	16.9	1.8	4.5	
	DM-1	3.00-3.45	2.25						0.8
I-4-15	ST-1	6.00-6.50	2.078	17.4	1.96	8.43	0.03	4	
	ST-2	9.00-9.50	2.085	15.98	2.05	11.25	0.09	5	
	ST-3	12.0-12.5	2.077	17.07	2.03	14.19	0.09	3.5	
	ST-5	18.0-18.5			2.09	18.52	0.7	3	
	ST-8	27.0-28.0	2.068	18.56					
	DM-7	24.0-24.45							1.5
	DM-2	7.50-7.95							0.9
	D-1	24.0-24.70			2.12	17.58	0.69	7.0	
I-4-16A	DM-1	3.00-3.45							1.5
	DM-4	13.50-13.95							0.55
	DM-6	19.50-19.95							0.40
	DM-1	3.00-3.45							0.5
	DM-4	13.50-13.95							0.70
	DM-5	16.50-16.95							0.9

Bölüm 1-4
Laboratuvar Dney Sonuçları

Kıy No	Örnek No	Derinlik	Birim Ağırlık		Üç eksenli deneyi			Direk	Kesme	Deneyi
			gr/cm ³	W%	gr/cm ³	W%	C kg/cm ²			
1-4-5A	ST-1	3.00-3.50			2.12	13.38	1.17	23		
	ST-2	6.00-6.50			2.18	14.46	1.89	21		
	ST-3	9.00-9.40			2.12	18.42	1.5	4		6.83
	DM-1	12.0-12.45	2						0.9	38
	DM-2	15.00-15.4	2.22						0.75	31
	DM-3	18.0-18.45	2.21						0.75	36.50
	ST-4	24.0-24.5			2.06	19.58	0.17	6		
	DM-4	27.00-27.4	2.16						1.15	17.5
1-4-5B	ST-1	3.00-3.45			2.12	15.24	0.39	7		
	ST-2	6.00-6.50			2.06	20.04	1.35	3		
	ST-3	9.00-9.50			2.04	19.23	0.85	9		
	DM-1	15.0-15.45	2.18						1.3	30
1-4-18	DM-3	10.5-10.95							1.9	38.5
	DM-4	15.0-15.25							1.1	37
1-4-18A	DM-4	18.0-18.24							1	37
	DM-5	21.0-21.24							0.9	37.5
1-4-21	ST-1	3.00-3.45	2.11	18.76	2.11	18.49	3.22	10.0		
	ST-2	6.00-6.50	2.038	23.83	1.97	24.08	0.77	6		
	ST-4	12.0-12.5			2.07	17.81	0.63	5		
	DM-1	15.00-15.45							1.5	16.0
	ST-5	18.0-18.5			2.11	15.67	2.35	4.5		
	ST-6	21.0-21.5			2.14	13.9	1.45	5.0		
1-4-21A	ST-1	3.00-3.45	2.113	15.38	2.1	14.51	2.43	23.5		
	ST-2	6.00-6.50	2.036	19.57	2.0	19.88	0.73	7		
	ST-4	12.0-12.5			2.04	14.04	0.72	18.0		
	ST-5	15.0-15.5			2.05	19.26	0.113	6.5		
	ST-7	21.0-21.5			2.04	18.06	0.13	10.0		
	ST-9	27.0-27.5	1.982	24.29	1.96	23.47	0.93	5		

Bölüm 1-4
Laboratuvar Deney Sonuçları

Kuyu No	Örnek No	Derinlik	Birim Ağırlık		Üç eksenli deneyi			Direk	Kesme	Deneyi
			g/cm ³	W%	g/cm ³	W%	C kg/cm ²			
1-4-21B	ST-1	1,50-2,00	1,992	18,51	2,09	14,7	0,78	14		
	ST-2	3,00-3,50	2,1	18,91	2,13	20,87	1,89	13		
	ST-4	9,00-9,50	2,042	18,43	2,05	19,93	1,23	3,5		
	ST-6	15,00-15,5	2,091	13,64	2,14	15,24	0,67	5,5		
	ST-7	18,0-18,50	2,182	15,14	2,14	16,8	1,2	5		
	ST-8	21,0-21,5	2,112	16,8	2,09	12,95	1,15	3,0		
	ST-10	30,0-30,5	1,936	24,03	1,89	21,77	0,17	4		
	ST-11	33,0-33,5	2,077	17,49	2,04	15,11	0,19	5		
	DM-1	3,00-3,29	1,93					0,65	35,0	5,72
	DM-2	6,00-6,28	2,25					0,28	39,5	10,45
	ST-1	9,00-9,30			2,4	21,44	0,6			
1-4-25B	DM-4	15,0-15,27	2,11					1,5	16,5	14,39
	DM-5	18,00-18,4	2,16					1,30	24	11,22
	DM-6	24,0-24,45	2,24					0,95	32,5	10,31
	DM-1	3,00-3,45	2,09					0,6	43,0	5,03
	DM-3	9,00-9,45	2,15					0,75	26	14,55
	DM-4	12,0-12,45	2,30					2,3	23	8,31
	DM-5	15,0-15,22	2,21					1,1	22,5	9,36
DM-7	21,0-21,25	2,24					1,15	24	6,12	
1-4-25C	DM-1	3,00-3,45	2,19					0,9	35,5	7,4
	DM-2	6,0-6,45	2,21					0,65	37,0	7,84
	DM-3	9,0-9,45	2,26					0,9	34,0	10,49

BÖLÜM 5

SONUÇLAR

1. Bornova Ovasına ait çalışmalar Üniversitelerden, Özel firmalardan, Resmi kurumlardan elde edilmiştir. Güzergah boyunca uzanan jeolojik birimler belirlenmiştir. Yapılan çalışmalarda Kuvaterner ve Neojen birimler tespit edilmiştir. Neojen birimlere ait Tortul Kayaçların Marn-Kiltaşı-Silttaşı-Kumtaşı-Konglomeradan oluştuğu görülmüş ve Ege Üniversitesi kavşağında ve Bornova merkezinde bu birimler kesilmiştir. Volkanik kayaçların ise Atatürk Mahallesi sırtlarında kesildiği ve bu birimlerin Andezit, Aglomera, ve Otobreşlerden oluştuğu, bunların üzerine de yamaç molozu ve koluvyonların geldiği tespit edilmiştir.

2. Zemin birimlerinin 1.3 bölümünün 22+000-23+500 kilometreleri boyunca iri taneli zeminlerden kumlu ÇAKIL veya Siltli KUM dan oluştuğu, 23+500-25+000 kilometreleri arasında ince taneli düşük plastik SİLT veya KİL lerin varlığı tespit edilmiştir. Kısım 1.4 de ise 25+000-26+800 kilometrelerinde ince taneli düşük plastik SİLT veya KİL içermesine rağmen, sonraki kilometrelerde GW-GP çakıllı, İri taşlı-Koca taşlı malzemelerin varlığı tespit edilmiştir.

3. Tektonizma etkisi hakkında eski çalışmalara değinilmiş, Türkiye'nin tektonik evrimi kısaca anlatılmış ve Bölgenin tarihsel geçmişi derlenmiştir. Sonuçta 4 ve daha küçük şiddetindeki depremlerin Türkiye'nin her yerinde olabileceği, bölgede geçmişte en yüksek deprem şiddetinin 8 olduğu, yoğun olan deprem şiddetlerinin ise 4-6 arasında değiştiği sonucuna varılmıştır.

4. Bornova havzasında yeraltı su seviyesinin aşırı çekim dolayısıyla düştüğü tespit edilmiş ve 1990 yılına ait aylık sıcaklık ve yağış ortalamaları Meteoroloji istasyonundan alınmıştır.

5. Sondaj çalışmalarının zeminde burgu (Auger) olumlu sonuç verdiği tespit edilmiştir. Zeminde örnek alınımında çok gevşek-gevşek-çok yumuşak-yumuşak zeminlerde(Kil-Silt-İnce Kum) Piston numune alınımının; orta katı-katı-çok katı(KİL, Killi SİLT-Siltli KİL) zeminlerde Şelbi(SH) alınımının; Gevşek-Orta sıkı-Sıkı (Siltli KUM, KUM, Killi KUM) zeminlerde Dames and Moore(D&M) alınımının, sert(KİL; SİLT, Killi SİLT, Siltli KİL) zeminlerde Denison(D) alınımının olumlu sonuçlar verdiği tespit edilmiştir.

6. Kayada su kanalları elmas matkap üzerinde olan T-6S-86 veya 76 tipli karotiyerler ile sondaj yapılmasının karot yüzdesi-RQD açısından olumlu sonuçlar verdiği görülmüştür.

7. Arazi ve Laboratuvar deney sonuçları listelenmiş, bu çalışmalar tablolar haline getirilerek belirli noktalarda kohezyon, içsel sürtünme açısı, SPT, Su içeriği, Atarberg Limitleri, Elek Analiz sonuçları, İksel Boşluk Oranı, Sıkışma İndeksi, Hacimsel değişim Katsayıları, Konsolidasyon Katsayıları, Özgül Ağırlık değerleri bütün kuyular boyunca listelenmiştir.

8. 1.3 ve 1.4 Bölümleri boyunca jeolojik profiller çıkarılmıştır.

9. 1:5000 ölçekli Dökümantasyon haritası hazırlanmış; harita üzerine çevre yolları, kuyu yerleri, metre güzergahı işlenmiştir.

10. Osman Kibar Meydanı olarak adlandırılan Manisa-Ankara yol ayrımının bulunduğu kısımda Neojen serisi olarak tanımlanan Kiltası-Marn-Silttaş-Kumtaş-Konglomera birimlerinden 20-25 metre civarlarında kesildiği tespit edilmiştir.

11. 1:5000 ölçekli Mühendislik Jeolojisi Haritası hazırlanmış üç boyutlu olarak birimlerin dağılımı gösterilmiştir.

REFERANSLAR

Alptekin, Ö., 1973. Focal mechanisms of earthquakes in Western Turkey and their tectonic implication, Ph.D Thesis, New Mexico Inst. Mining and Tech.,189p.

Ambraseys, N.N., 1988. Engineering Seismology, Journ. Earthq. Eng. 8 Struct.Dyn., 17/1-105.

American Society for Testing and Materials, Standard Method for Classification of Soils for Engineering Purposes, ASTM Designation: D 2487-69, 1974 Book of ASTM Standards, Part 19, pp . 305-309, Philadelphia.

Anon, (1979), Classification of Rocks and Soils for Engineering Geological Mapping. Part 1 : Rock and Soil Materials. Bulletin of the International Association of Engineering Geolo ., No.19, pp. 364-371.

Ayhan, E., E. Alsan, N. Sancaklı, S.B. Üter, 1988. Türkiye ve Dolayları Deprem Katalogu (1881-1980), B.Ü. Yayını

Bieniawski, Z.T., (1975), The Point Load Test in Geotechnical Practice. Engineering Geology, vol : 9,1-11.

British Standards Institution, Methods of Test for Soils for Civil Engineering Purposes, BS, 1377, London WIA2BS

Burmister, D.M.. (1951) Identification and Classification of Soils-An Appraisal and Statement of Principles, ASTM Spec.. Pub.. 113, Amec. So. For Test.. and Mat., Philadelphia, Pa., pp. 3-24, 85-91.

Dearman, W.R., (1979), The Engineering Geological Mapping, Commission of the International Association of Engineering Geolo No.19, 346-348.

Deere, D.U. & Miller, R.P., (1966), Engineering Classification and index Properties for Intact Rock., Report AFWL-TR-65-116., Air Force Weapons Laboratory (WLDC) Kirtland Air Force Base, New Mexico, 87117. 300 pp.

Dewey, J.F., W.C. Pitman W.B.F.Ryan and J.Bonnin, 1973. Plate tectonics and the evolution of the Alpine system, Bull.Geol.Soc.Am., 84,3137-3180.

Erdoğan, B., (1990), İzmir-Ankara Zonunun İzmir ile Seferihisar Arasındaki Bölgenin Stratigrafik Özellikleri ve Tektonik Evrimi, TPJD Bult. C.2/1, I-20.

Eriñç, S., A. Kurter, O. Eroskay, B. Matter. Batı Anadolu ve Trakya Uygulamalı Jeomorfoloji Haritası, Tubitak Projesi, TBAG-593, (Yürütücü S.Eriñç).

Erkman, H. K., 1950, 23/7/1949 Karaburun -İzmir Zelzelesi, İstanbul Kandilli Rasathanesi, Jeofizik, No. 1, İstanbul.

Eyidoğan, H., U. Güçlü, Z. Utku, E. Değirmenci, 1991. Türkiye Büyük Depremleri Makro-Sismik Rehberi (1900- 1988), İTÜ Maden Fak. Jeofizik Müh. Böl., İstanbul.

IAEG, 1981 b, Recommended Symbols for Engineerin Geological Mapping: Report by the IAEG Commission on the Engineering Geological Mapping. Bull. of the International Assoc. of Eng. Geologist. 24. 227-234.

Kaya, O., (1979), Ortadoğu Ege Çöküntüsünün (Neojen) Stratigrafisi ve Tektoniği, Bull.of the Geological Soc. of Turke Vol.22, 35-58.

Kissel, C., C. Laj, A. Poisson and K. Simeakis, 1989. A pattern of blok rotations in Central Aegea. In. Paleomagnetic rotations and continental deformation. Kluwer Academic Publishers, 115-129.

Koca, M.Y., (1995), Slope Stability Assessment of the Abandoned Andesite Quarries in and Around the Izmir City Centre, PhD Thesis under Preparation DEU Graduate School of Natural and Applied Sciences (unpublished).

Kuleli H.S. 1992, Ege bölgesinin sismik tomografi ile üç boyutlu modellemesi, Doktora Tezi, İTÜ Maden Fak., 107s.

McKenzie, D.P., 1978. Active tectonics of the Alpine Himalayan Belt: Aegean Sea and surrounding regions, Geophys. J.R.Astr.Soc., 55, 217-254.

Nakono, H., 1923. Notes on the Nature of the Forces which give Rise to the Earthquake Motion, Central Pùeteor.Obs.Japan.Seism.Bull., 1, 92-130.

Oktay, E., N.Bayülke., S.Gençoğlu, 1974. 1 Şubat 1974 İzmir Depremi Raporu, DAE Raporu, Ankara.

Oral, B.M., R.E. Reilinger and M.N. Toksöz, 1993. Preliminary Results of 1988 and 1990 GPS Measurements in Western Turkey and their tectonic implications, A.G.U., 407-416.

Öcal N. 1958a. 16 Temmuz 1955 Söke-Balat Zelzelesi Maarif Vekaleti, İstanbul Kandilli Rasathanesi Sismoloji Yayınları No.2.

Pınar, N., E.Lahn, 1952. Türkiye Depremleri İzahlı Katalogu, Bayındırlık Bakanlığı Yapı ve İmar İşleri Reisliği Yayınları Seri 6, Sayı 36.

Şaroğlu F., Ö. Emre ve A. Boray, 1987. Türkiye Diri Fay Haritası, MTA Enstitüsü, Ankara, Turkey.

Şengör, A.M.C., N. Görür and F. Şaroğlu, 1985. Strike-slip faulting and related basin formation in zones of tectonic escape: Turkey as case study. In: Strike-Slip Deformation, Basin Formation and Sedimentation, Soc. of Econ.Paleont. Min. Spec.Publ., 37, 227-264.

Travis , R.B., Classification of Rocks, Quaterly of the Colorado School of Mines, Vol. 50 , No. 1 (January 1955) , pp. 1-98

Taymaz T., J.A. Jackson and D. McKenzie, 1991. Active Tectonics of the North and Central Aegean Sea, Geophys. J.Int., 106, 433-490.

Travis, R.B., Classification of the Rocks, Quaternary of the Colorado School of Mines, Vol. 50, No. 1 (January 1955), PP. 1-98

Türk, N. (1987), İzmir Andezitlerinin Mühendislik Önemi ve Mekanik Özellikleri ,Mühendislik Jeolojisi Bülteni Sayı 9, 32-37, Istanbul.

Türkelli N., B. Akkartal, H. Alçık, E. Ayhan, E. Başarır, A. Güngör, Ş. İnce ve A.M. Işıkara, 1993. November 6, 1992 İzmir Earthquake: Aftershocks Studies, A Preliminary Reconnaissance Report, Printed at Boğaziçi Univ., 12-24.

UNESCO, (1976), Engineering Geological Maps, A Guide to Their Preparation, UNESCO Press, Paris.

Ekler 1 DEPREMSELLİK

Proje alanı 38 -39 enlem ve 26 - 27 boylamlar arasında yer almaktadır. Deprem Araştırma Enstitüsü Başkanlığı'nın hazırladığı deprem katalogu (1970)'na göre projenin yer aldığı yukarıda verilen enlem ve boylamların sınırladığı alanda aygıtsal ölçümlerle saptanan en yüksek deprem şiddetleri, 8 MM olmuştur.

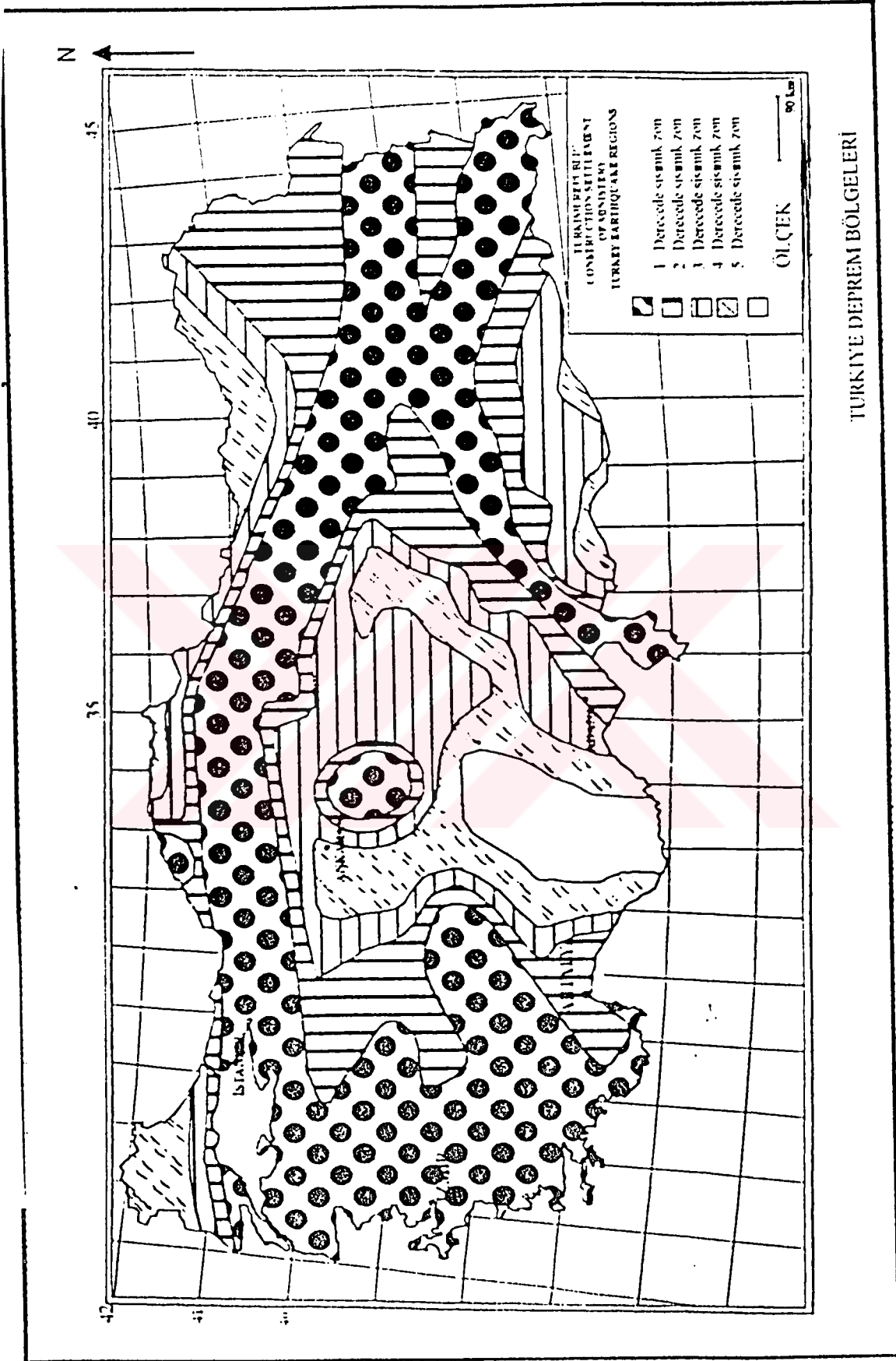
Ülkemizde deprem etkinliği, günümüz tektonik rejimini de belirleyen birtakım irili ufaklı levhaların hareketleri sonucu ortaya çıkmaktadır. Bu levhaların göreceli hareketleri sonucunda Ege Denizinde, Akdeniz'de ve Kafkaslar'da olduğu gibi Anadolu Yarımadasında da birtakım büyük fay sistemleri oluşmuştur. Depremlerin zaman ve uzay boyutundaki dağılım fonksiyonlarını içeren depremsellik çalışmalarının bir amacı da büyük bir depremden sonra belli bir zaman periyodu içerisinde o bölgede meydana gelebilecek artçı sarsıntuların incelenmesi ve bölgede aktif durumda veya olası aktif durumda olan fay sistemlerinin araştırılmasıdır.

1992 İzmir depreminin odak mekanizması çözümü yapılarak bölgedeki aktif fay sistemleri ile ilişkisi araştırılmış ve Türkiye'nin sismik haritası verilmiştir.(Şekil I-1)

Ekler I-a Bölgenin tarihsel geçmişi

Bölge, tarih boyunca tahripkar depremlere maruz kalmış, birçok yerleşim yeri ortadan kalkmış, binlerce kişi ölmüş, binlerce ev yıkılmış ve hasar görmüştür. Tarih boyunca bölgeyi etkilemiş önemli depremler aşağıda verilmiştir.

MS. 17 İzmir, Efes, Aydın, Manisa, Alaşehir ve Sart şehirlerinde, Gediz ve B. Menderes nehirlerinin vadilerinde tahribat yapmıştır. Ege bölgesindeki büyük felaketlerden biri olduğu söylenir.(Pınar ve Lahn, 1952). Batı Anadolu'da Efes'le birlikte 13 il tamamen yıkılmış.



Şekil I-1 Türkiye'nin Sismik Haritası

MS. 688 İzmir'de şiddetli ve tahripkar bir deprem, 20000 ölüden bahsedilir. (Pınar ve Lahn, 1952).

1668 İzmir'de tahribat yapmış, yangınlar çıkmıştır. Toprakta çatlaklar açılmıştır. 2000 kişinin öldüğünden bahsedilir.(Pınar ve Lahn, 1952).

10/12 Temmuz 1688 İzmir'de büyük tahribat olmuştur. Kıyıda kaymalar olmuştur. Bunun neticesinde, 100 ayak genişliğinde bir kanal açılmıştır. 15-20000 kişinin öldüğünden bahsedilir. Deprem büyük bir alanda hissedilmiştir ve Tsunami oluşmuştur.(Pınar ve Lahn, 1952).

13 Ekim 1850 Batı Anadolu, İzmir, Manisa, Turgutlu, Bayındır, Ödemiş, Tire'de çok şiddetli bir şekilde hissedilmiştir. Kemalpaşa'da yarıklar açılmıştır, bölgede çeşitli hasarlar olmuştur.(Pınar ve Lahn, 1952).

Mart 1880 Sakız adasında hasar yapmış, 4000 kişi ölmüştür. Çeşme'de çok şiddetli hissedilmiştir. Deprem bütün Batı Anadolu'da hissedilmiştir.(Pınar ve Lahn, 1952).

29 Temmuz 1880 İzmir ve Gediz çukurluklarında, Menemen, Bornova, Karşıyaka'da fazla miktarda hasar yapmıştır. İzmir-Turgutlu demiryolu yarıklarla kesilmiştir. Depremin merkezi, Menemen civarındadır. (Pınar ve Lahn, 1952). Sakız adasında 9000'den fazla, Çeşme'de 3000'den fazla can kaybına sebep olan deprem İzmir ve Foça'da kuvvetlice hissedilmiştir.

1895 Menemen'de hasar yapmış ve toprakta yarıklar açılmıştır. (Pınar ve Lahn, 1952).

Foça depremi Depremin merkezi Güzelhisar, Menemen ve Foça arasındadır. 700 ev yıkılmıştır, 1000 ev hasar görmüş, 8 kişi ölmüştür. (Ambraseys ve Finkel, 1987b).

31 Mart 1928 Torbalı depremi Depremin merkezi Torbalı'da K. Menderes ve İzmir kuzey güney çukurluklarının birleştiği yerdedir.(Pınar ve Lahn, 1952). Depremde 2000 ev yıkılmıştır. Torbalı-Tepeköy yöresinde fazla hasara, İzmir,Manisa, Alaşehir, Uşak, Bayındır, Tire ve Ödemiş'te hafif hasara neden olmuştur. Deprem bütün Anadolu'da hissedilmiştir.(Pınar ve Lahn, 1952).

22 Eylül 1939 Dikili depremi Depremin merkezi Dikili'ye çok yakın olup, Dikili ile Midilli arasındadır. 1000 ev yıkılmış, 41 kişi ölmüş, 68 kişi yaralanmıştır. Depremden sonra termal kaynaklar oluşmuştur. Dikili ile Bergama arasında yarıklar oluşmuştur. Deprem bütün Batı Anadolu'da hissedilmiştir.(Salomon ve Calvi, 1940; Ergin ve diğ., 1967). (Pınar ve Lahn, 1952).

23 Temmuz 1949 Karaburun depremi Deprem sonucunda Karaburun-Çeşme yarımadasının doğusu, Mordoğan ile yarımadaının kuzey burnu arasında, Denize giren çevresinde, Çeşme yarımadasında, ve çevresindeki köylerde oldukça ağır hasar meydana gelmiştir. Çeşme ilçasının suları çoğalmış, bazı akarsular da kesilmiştir. Sakız adasında da hasar olmuştur ve denizde çok şiddetli hareketler gözlenmiştir. 7 kişi ölmüş, 2200 ev yıkılmış veya hasara uğramıştır.(Pınar ve Lahn, 1952; Ergin ve diğ., 1967).

2 Mayıs 1953 Karaburun depremi Depremin merkezi, Karaburun yarımadasının kuzeyi olup, Dikili, Urla, Menemen, Çeşme, Bergama ve Foça'da şiddetlice hissedilmiştir. Kötü zeminlerde hasara neden olmuştur. yaklaşık 300 ev hasar görmüştür.(Ambraseys, 1988).

16 Temmuz 1955 Söke-Balat depremi Depremin merkezi Ege denizindedir. Deprem Ege dağlarında, İzmir ve ilçelerinde, Kuşadası ve yakın yerleşim birimlerinde hissedilmiştir. İzmir'de birçok yapının duvarları çatlamış, bazı camilerin minareler hasar görmüştür. Deprem sırasında büyük bir gürültü duyulmuş, Gediz ve B. Menderes nehirlerinde taşmalar meydana gelmiştir. Deprem sırasında 300 ev yıkılmış, 2 kişi ölmüştür.(Öcal, 1958a; Ergin ve diğ., 1967).

19 Haziran 1966 Menemen depremi İzmir ve Çevresinde şiddetlice hissedilen bu depremde Menemen'de 100 kadar evin duvarları çatlamıştır. (Eyidoğan ve diğ., 1991).

16 Aralık 1977 İzmir depremi İzmir'de bu deprem ile bazı evler yıkılmış, 20 kişide yaralanmıştır. Özellikle, Buca, Alsancak, Hatay, Karşıyaka, Bornova, Gültepe ve Tepecik semtlerinde bazı evler hasar görmüş, duvarlar çökmüş ve çatlaklar oluşmuştur.(Eyidoğan ve diğ., 1991).

14 Haziran 1979 Karaburun depremi Depremin merkezi Ege denizindedir. İzmir ve çevresinde kuvvetlice hissedilen bu depremde, Alsancak semtinde bazı evlerde, duvarlar derin biçimde çatlamıştır. Karaburun'da 2 ev çökmüş, bir kişi yaralanmıştır. Deprem Ege adalarında da hissedilmiştir. (Eyidoğan ve diğ., 1991).

Deprem zararlarını azaltılması çabası içinde olan ülkemizde hangi yörelerde, hangi zaman aralıklarında ve hangi şiddette depremlerin gelişebileceğinin bilinebilmesi ve bunlara karşı tedbirlerin alınması gerektiğinin belirlenmesi en temel sorundur. Alınacak tedbirlerin başında bütün mühendislik yapıların güvenli şekilde tasarlanması gelmektedir. Bu tedbirin hayata geçirilmesinin ilk şartı proje ve tasarım aşamasında deprem etkisinin doğru bir şekilde hesaba katılması ve bunun resmi belgelerde yer almasıdır. Bu konuda atılacak ilk adım mühendislik yapılarının proje ve tasarım aşamasında deprensellik açısından ilk başvuru belge olan Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası'nın yeni bilgiler ışığında yenilenmesidir.

Yukarıda açıklanan özgün sonuçlar Türkiye geneli için geçerlidir ve genel yöntemler kullanılarak elde edilmişlerdir. Yöresel değerlendirmelerde daha ayrıntılı çalışmalar yapılmalıdır. Türkiye geneli için elde ettiğimiz bilgiler İzmir ve çevresine indirildiğinde bazı yorumlar yapılabilmektedir. Haritada İzmir ve yakın çevresiyle önemli bir diri fayın olmadığı, olası birkaç fayın bölgede yer aldığı görülmektedir. Buna karşılık il sınırları

dışında, İzmir'de yıkıcı etkileri olabilecek faylar tespit edilmiştir. Dolayısıyla İzmir-ve yakın çevresinde 5 -6 büyüklüğünde, daha geniş çevrede ise 7 ve daha büyük magnitüdde depremler beklenebilir.

Ekler II Arazi Çalışmaları ve örnek alınmada kullanılan yöntemler

Arazi ve Laboratuvar çalışmalarına ait değerlendirmeler (British Standards-BS) İngiliz Standartları çerçevesinde yapılmıştır.

Zeminde; Örselenmemiş ve örselenmemiş örnek olarak sirkülasyon sıvılı rotari sondajı ile Örselenmiş ve Örselenmemiş örnek olarak içi boş sirkülasyon sıvısı kullanılmadan auger sondajı yapılmıştır.

Kayada ise; Rotari karotlu sondaj, Rokbit veya çekiç kullanarak karotsuz rotari sondaj yöntemleri kullanılmıştır.

Sondaj Yöntemleri zemin şartları ve mevcut ekipmanlara bağlı olarak belirlenmiştir. Seçilen yöntem, yerindeki zeminin durumunu yansıtacak iyi kalite örnekler amacına yöneliktir.

Rotari ile karot alma; Sondaj makinası değişken hız ve hidrolik kontrollü rotari sondaj, SPT deneyleri yapma ve Örselenmemiş örnek alma şeklindedir.

Ekipman ve delici uç tipleri; Karot verimi ve kaliteyi artırmak amacıyla, karot alma işlemleri çift tüplü karotiyer kullanmak suretiyle yerine getirilmiştir. Çalışma alanı içerisinde minimum karot çapı 54 mm olmuştur. Zayıf, ayrışmış yada sık kırıklı kayada istenilen karot yüzdesine ve niteliklere ulaşamadığı takdirde karotiyer üç tüplü karotiyerlerin kullanılması veya daha büyük çaplı karotiyerlerin kullanılması sağlanmıştır. Üç tüplü karotiyerlerin maliyeti fazla olduğundan dolayı metrik seri karotiyerlerden T-86

veya NWM tipli karotiyerler kullanılmıştır. Hem elmas hem de vidye uçlar sondaj çalışmaları sırasında bulundurulmuştur değişik zemin şartlarında en yüksek karot yüzdesini ve en yüksek nitelikli karotu sağlayacak uçlar seçilmiş. Bütün sondaj uçlarının dahili kanallı değil yüzeysel su kanallı olmasına dikkat edilmiştir. Eğilmiş tijler, aşınmış uçlar, hasarlı karotiyerler ya da karot tutucular kullanılmamıştır. Sondaj sırasında zeminde ve göçme olasılığı olan yerlerde ya da sondaj suyunun önemli miktarda kaçtığı yerlerde, muhafaza borusu kullanılmıştır. Kaya sondajı için tek tüplü karotiyerler kullanılmamıştır. Bunlar sadece zeminden örselenmiş örnek almak için kullanılmıştır.

Kaya karot yüzdesi; Tamamen kaya koşullarında sürekli karot alınmıştır. Kesici uç tipi ve durumu, sondaj besleme sistemi ve ilerleme herhangi bir sondaj manevrasında % 100 karot verimi elde edilecek şekil ayarlanmıştır.

Sondaj manevraları; Sondaj manevraları 3 metre uzunluğu geçmemiştir. Mümkün olan en iyi toplam karot verimi ve karot kalitesini elde edilmeye çalışılmıştır. 1.5 metreden daha uzun manevradan %80 den daha düşük karot verimi alındığında bir sonraki manevranın boyu 1 metreye düşürülmüştür.

Sondaj sıvısı; Sondaj sıvısı olarak öncelikle su seçilmiştir. Sondaj sırasında bentonit kullanımı inşaa edilecek yapıya göre değişmektedir. Piezometre borusunun indirileceği veya geçirimsizliğin önemli olduğu kesimlerde temiz su ile ilerleme yapılmıştır. Ayrıca sondaj sırasındaki su kayıpları not edilmiştir. Sondaj kuyusunda su seviyesini ölçmek için her sondaj makinası başında elektrikli seviye ölçer bulundurulmuştur.

Karotlar çıkarılırken karotiyer yatay konumda tutulmuştur, bu durum karotlara zarar vermeyecek biçimde, titreşim yapmadan sabit bir hidrolik basınçla sağlanabilmiştir. Karot çekiç darbeleriyle veya havalı karot tıkaç kullanarak, ya da karotiyer başlarından su basıncı tatbik edilerek çıkarılmamaya özen gösterilmiştir.

Karot sandıkları; Karot sandıkları, sağlam biçimde ahşaptan kuvvetli taşıma tutamaklı, çengelli, ve menteşe kapaklıdır. Sandıklardaki bölümlenmeler sabit, sandık kapandığında karot hareketine imkan vermeyen genişlikte ayarlanmıştır. Karot sandıkları 1.6 m den daha uzun olmayacak şekilde ayarlanmıştır. Karot sandığının üstüne, kapağa, içine ve her iki tarafına aşağıdaki bilgiler yazılacaktır. Proje ismi, kuyu numarası, sandık numarası, o sandıkta bulunan karotun üst ve alt derinliklerini gösteren bir ahşap takoz işaretlenmiştir. Sondör karot kayıp zonlarını fark ettiği yere, üzerine yazılı bir ahşap takozu bırakmıştır. Değişik sondaj kuyularından alınan karotlar, hiç bir zaman aynı karot sandıklarına yerleştirilmemiştir. Daha sonra karot sandıklarının fotoğrafları çekilmiştir. Her kuyu bitiminde karot sandıklar dikkatli şekilde şantiye depolarına nakledilmiştir.

Karot fotoğrafları; Şantiye ofisine getirilen karotlar, log yapılmadan önce, fotoğrafı çekilmiştir.

Ekler II.a Zemin Tanımlanması

Zemin sınıflandırma sistemine(Tablo II-1) bağlı olarak zeminle ilgili bilgiler standartlar ölçüsünde açıklanmıştır. Zeminin sınıflandırılması ile ilgili son değerlendirmeler ise Laboratuvar sonuçlarına bağlı olarak yapılmıştır. Bu Laboratuvar değerlerin hesaplanması arazide yapılan sağlıklı çalışmaya bağımlı olarak paralellik göstermektedir. Zemin içerisinde bulunan (Blok) iri taş-koca taş, tabakalardaki değişimler, kayaç içerisindeki zemin çeşitlerinin gerçek oranları arazi sorumlusunun net zemin tanımlaması yapmasına katkı sağlar. Bu örneklerin ortaya çıkması zemin ile ilgili genel değerlendirme yapılması sırasında vurgulanması gereken önemli parametrelerden biridir. Zemin üzerinde yapılan Laboratuvar deneyleri ve test örneklerinin sonuçlanması ile arazide yapılan sondaj logu tekrar değerlendirilerek son haline getirilmiştir.

Tablo II-1 BİRLEŞTİRİLMİŞ ZEMİN SINIFLANDIRMASI, ANA HATLARI (B51)

ANA GRUPLAR (7,5 cm. den iri malzeme hariç tutulmuştur).		Grup Sembölü	Tipik isimler
İRI DANDEL ZEMİNLER (Malzemenin % 50 sından fazlası 200 No.lu elek çapından büyüktür).	ÇAKIL İri malzemenin % 50 sından fazlası No. 4 elekten büyüktür.	GW	İyi derecelenmiş çakıl, çakıl-kum karışımları (ince daneleri az veya hiç olmayan)
		GP	Fena derecelenmiş çakıl, çakıl-kum karışımları (ince daneleri az veya hiç olmayan)
		GM	Siltli çakıllar, fena derecelenmiş çakıl-kum-silt karışımları.
		GC	Killi çakıllar, fena derecelenmiş çakıl-kum-silt karışımları.
KUM İri malzemenin % 50 sından fazlası No. 4 elekten küçüktür.	Temiz Kum (ince az veya yok)	SW	İyi derecelenmiş kumlar ve çakıllı kumlar (ince taneleri az veya hiç olmayan)
		SP	Fena derecelenmiş kumlar ve çakıllı kumlar (ince taneleri az veya hiç olmayan)
		SM	Siltli kumlar, fena derecelenmiş kum-silt karışımları.
		SC	Killi kumlar, fena derecelenmiş kum-kil karışımları.
İNCE DANELLİ ZEMİNLER (Malzemenin % 50 sından fazlası 200 No.lu elek çapından küçüktür).	Siltler ve Killler Siltler ve Killere Likit Limit > 50	ML	İnorganik silt ve çok ince kumlar, kaya tozu çok az plâstik siltli veya killi ince kumlar
		CL	İnorganik killer (düşük ilâ orta plâstisite-de) çakıllı killer, kumlu killer, siltli killer, yağsız killer
		OL	Organik siltler ve düşük plâstisiteli organik silt-kil karışımları
		MH	İnorganik siltler, diatomeli veya mikali ince kumlu veya siltli zeminler, elâstik siltler
		CH	Yüksek plâstisiteli inorganik killer, yağlı killer.
		OH	Ortadao yükege plâstisiteli organik killer
Fazla organik zeminler		Pt	Turba ve diğer fazla organik zeminler.

Laboratuvar sınıflandırma kriterleri

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 4; \quad C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \cdot D_{60}} = 1 \sim 3$$

GW nin granülometri şartlarını karşılamasıdır.

Atterberg limitleri A hattının üstünde ve altında veya $I_p < 4$ Atterberg limitleri A hattının üstünde ve $I_p > 7$

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 6; \quad C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \cdot D_{60}} = 1 \sim 3$$

SW nin bütün granülometri şartlarını karşılamasıdır.

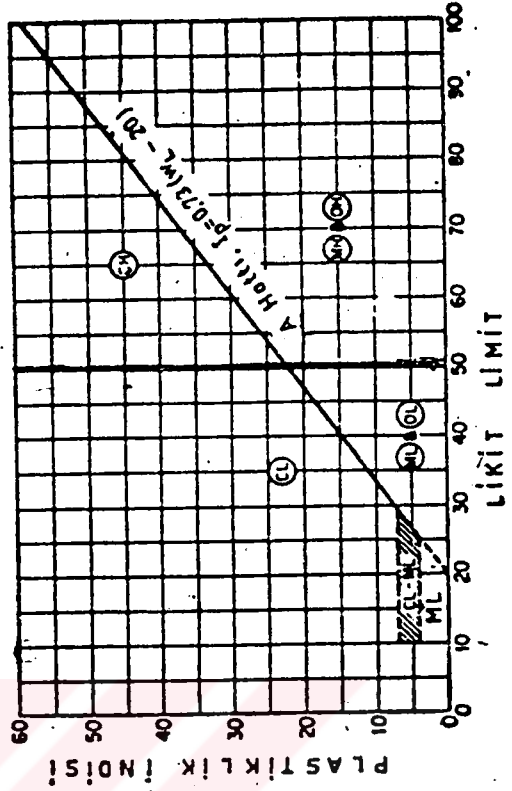
Atterberg limitleri A hattının üstünde ve altında veya $I_p < 4$ Atterberg limitleri A hattının üstünde ve $I_p > 7$

Granülometri eğrisinden çakıl ve kum yüzdesleri bulunur. 200 No.luk elekten geçen ince malzeme nispetine göre iri taneli zeminler şöylece sınıflandırılır:

% 5 den az GW, GP, SW, SP

% 12 den fazla GM, GC, SM, SC

% 5-12 arası halidir. İki sembol birden kullanılmaktadır.



Zemin sınıflandırma sistemi (BS) kullanılarak arazi ve laboratuvar tanımlaması yapılmıştır. Zeminin plastiklik ve derecelenme özelliklerini kullanarak sınıflandırma ile ilgili değerlendirmelere katkı sağlanmıştır. İri taneli zeminin derecelenmesi ile ilgili açıklamalar sırasında zeminin şekli, açısallığı ve taneciklerin sağlamlılığı da kuyu kütüklerine yazılmıştır. Alınan zemin örneği ile ilgili yerinde yapılan önemli açıklamalara ek olarak aşağıdakileri de sıralayabiliriz: sıklık-kıvamlılık, dayanım, doğal nem içeriği, renk, ve yapı.

Örnek tanımlamaları arazi koşullarında olanaklı olduğu ölçüde kısa, öz ve tam anlaşılır şekilde yapılmıştır. Dikkatlice üzerinde durulması gereken özelliklerden biriside zemin tanımlamasının belirli parçaya göre değil de örneğin bütününe göre yapılması gerektiğidir. Ayrıca önemsiz tanımlamalar üzerinde fazla vurgulamalar yapılarak da zeminin genel tanımlaması üzerinde yanıltıcı bilgiler verilmemiştir. Örneğin uniform (eş boyutlu) haldeki ince kumu tanımlamak için %1-2 miktarındaki orta iri kum parçacıklarını yoğun olarak anlatmak yanıltıcı olabilir ve bu bilgiler genel tanımlamayı bozmadığı ölçüde çok kısa açıklamalarla geçiştirilmiştir.

Sondaj logu üzerinde her 1.5 m. deki örselenmiş örneği veya her 3m. deki örselenmemiş örneği tanımlamak ve aynı şeyleri yazmak yerine zemin değişiminde açıklamalar yapılmıştır. Ortadan ayrılabilir (Split-Barrel) örnek alıcılarla elde edilen örneklerin dayanımı derinlikle ve zeminle birlikte değişmiştir. Bu elde edilen değerler yaklaşık dayanımı yansıtmaktadır. Zeminde; makinenin ilerleme ve dönüşü sırasında olabilecek ani değişikliklerin olması zeminin yapısında da değişiklik olabileceğini göstermiştir. Örnek: Siltli KUM, eş boyutlu, ince taneli, % 15-20 Plastikliksiz, sıkı, doygun ve açık kahverengi SM.

Ekler II.a-1 Zemin sınıflandırma sistemi

Doğadaki zeminlere tanecik boyutlarına göre baktığımızda tek bir grup halinde bulmamız yani saf kum veya saf kil gibi bulmamız zordur. Çok değişik boyutlarda ve değişik mineral gruplarından oluşmuş kumlu, killi, çakıllı malzemeler doğada yoğun olarak görünmekte veya oluşmaktadır. Yukarıda anlatmaya çalıştığımız zemin karakteristiklerine derecelenme, plastikliği de ekleyerek ve Tablo II-1 de zemin sınıflandırma sistemi kullanılarak zeminler 15 gruba ayrılmış şekilde incelenmiştir.

Bu sınıflamada ilk basamak da zeminin iri taneli (çakıl-kum)-ince taneli olduğunun tespiti yapılmıştır. Zeminin ince veya iri taneli olup olmadığının tespiti için öncelikle arazide zemin ağırlığının tespiti yoluna gidilmiş daha sonrada Laboratuvar da elek analizi yapılmıştır. İnce taneli zeminlerde , zeminin %50 den fazlası 200 numaralı elekten geçer. İri taneli zeminlerde ise zeminin %50 den fazlası 200 numaralı elek üzerinde kalır. Bu tür değerlendirme için derecelenmeye tabi tutulan zemin örnekleri arasında 3 inç den büyük olanlar değerlendirmeye tabi tutulmamıştır.

Elimizdeki malzemenin iri taneli olduğunu tespit etmiş olalım. Aynı yöntemle kum veya çakıl oranının %50 den fazlalığına bakarak ve elek analizi yöntemini de kullanarak kumlu ÇAKIL veya Çakıllı KUM şeklinde değerlendirme yapılmıştır. Burada en önemli olay parçacıkların 4 numaralı elek (3/16 inç açıklık) üzerinde veya altında kalması şeklinde değerlendirilmiştir. 4 numaralı elek üzerinde; kalan iri taneli parçacıklar %50 den fazla ise ÇAKIL, yoğunluklu veya geçen parçacıklar %50 den fazla ise KUM yoğunluklu şeklinde açıklanmıştır. Eğer tanımlanan iri taneli zemin %5 den az ince taneli zemin içeriyorsa derecelenme eğrisindeki şekle bakarak iyi veya kötü derecelenmiş denmiştir. Eğer tanımlanan iri taneli zemin %12 den fazla ince taneli zemin içeriyorsa sınıflandırmanın karakteri Plastikliğe göre yapılmıştır, yani Attarberg limitlerinin yapılmasıyla (40 numaralı elekten geçen malzeme) Plastiklik boyutları GM-GC şeklinde tespit edilir.

İnce taneli zeminler üzerinde 40 numaralı elekten geçen parçacıkların Plastiklik karakterinin belirlenmiştir. Zeminin bütün olarak değerlendirilmesi için silt veya kilin Plastiklik indeks (PI) değerinin de tespit edilmesi gerekmektedir. Eğer $PI < 4$ ise (yani Atterberg limitleri A-çizgisinin altında) bu tür zemin genellikle siltli özellik gösterir. Eğer $PI > 7$ ise (yani Atterberg limitleri A-çizgisinin üstünde) bu tür zeminler genellikle killi karakter gösterirler. Silt ve kildeki likit limit değerlerinin %50 den az ve çok olmasına göre de az-orta ve yüksek-çok yüksek plastik şeklinde tanımlamalar yapılmıştır.

Organik Kil ve Organik Siltler ise zemin içerisinde bulunan organik parçacıklara, ortamlara bağlı olarak Organik Kil veya Organik Silt şeklinde tanımlanmıştır. Çok yüksek derecede organik malzemeler örneğin Turbalar tamamıyla ayrı bir değerlendirmeye tabi tutulmuştur.

Organik zeminleri hariç tutarak, herhangi bir malzemeyi basit Laboratuvar testlerine ve arazi gözlemlerine tabi tutarak zemin sınıflandırma sistemi içerisinde belirli bir sınıfa dahil edilmiştir. Zeminlerde plastiklik ve derecelenmenin gözlemlerle ayıramadığı durumlarda arazi deneyimlerinin ya çok güçlü olması gerekir yada Laboratuvar deneylerinin sonuçlarına bakarak zemin sınıflandırması yapmak gerekir.

Zemin özelliği gösteren ayrılmış kaya parçacıklarını sınıflandırmak çok zordur. Bu zorluğun sebepleri ise, ana kayacın yapısını koruyor olması ve tamamıyla ayrılmamış olmasıdır.

Zemin sınıflandırma sistemi yoğunlukla derecelenme ve plastiklik karakterine bağlı olarak açıklandığından zeminin kohezivliği veya koheziv olmayışı hakkında yeterli bilgi vermez. İri taneli zeminler koheziv karakterde olabilir (Eğer 40 numaralı elekten geçen parçacıkların plastik karaktere sahip olması ve toplam derecelenmeye göre %20 ye yakın ince taneli malzeme olması halinde). GC-SC her zaman koheziv karaktere sahip olabilir.

GM-SM türü malzemeler ise büyük olasılıkla koheziv olmayan karaktere sahiptirler (Eğer siltli malzemeler plastik özelliğe sahip değilse) .

Ekler II.a-1-1 Zemin ismi

Zemin sınıflandırma sistemine bağımlı olarak zeminler genellikle ÇAKIL, KUM, SİLT, KİL gibi genel isimlerle tanımlanırlar. İkincil durumdaki parçacıklar içinde çakıllı, kumlu, siltli, killi veya organik gibi terimler temel olan parçacıklardan önce yazılmıştır. Örneğin sınıflamada SP olarak verilen parçacıklar ise ince KUM olarak tanımlanabilir veya orta-iri taneli kumlarla birlikte çakıl boyutlu parçacıklar içeriyor olabilir. Sınıflandırma sisteminde Çakıllı KUM gibi bir isimlendirme yapabiliriz. Zemin sınıflandırma sistemindeki kuralları bozmadan ikincil - üçüncül derecedeki %10-15 civarındaki malzemeleri de ekleyerek yeni isimlerde yazılmıştır.

Bazı dolgulu veya tabakalanmalı killerde ilk isimler temel isimlerden önce gelir. Yani yüzey toprağını ele alalım. Killi siltli kumlu bir malzemedan oluşmuş olsa da isimlendirme de YÜZEY TOPRAĞI veya YAPAY DOLGU diyebiliriz. Olabilecek bu tür isimlendirmeler; Tabakalı kum ve kil, ayrılmış kireçtaşı da olabilir. Zemin karakteri yansıtılmaksızın sınıflandırma sistemindeki isimlerin kullanılması yanıltıcı sonuçlar vermektedir. Yüzey Toprağı isimlendirilmesi yapıldıktan sonra elde edilen parçacıklar iki farklı sınıflandırılmaya girerse bunları da açıklamamız gerekir. Yani YÜZEY TOPRAĞI başlığında siltli KUM ve killi SİLT iki açıklama yapılmıştır.

İri taş, Koca taş gibi zemin sınıflandırma sisteminde bulunmayan bloklu malzemelerin tespiti durumunda giriş isimlerini kullanmamız gerekir Yani İritaşlı KUM ismi Siltli KUM ismine yeğlenmelidir.

Ekler II.a-1-2 Derecelenme

İri taneli zeminler (3 inç'den küçük boyutlu parçacıklar) toplam derecelenmeye göre isimlendirilmiştir. Kum ve çakıl içerisinde %5 den az ince taneli zemin varsa bu tür zeminler iyi-kötü derecelenmiş şeklinde tanımlanmıştır. Zeminin iyi derecelenmeye tabi olmadığı durumlarda ve zemin taneciklerinin arasında boşluk olması durumunda kötü derecelenmiş terimi yerine eş boyutlu veya boşluk derecelenmeli şeklinde isimlendirmeler yapılmıştır. Eğer çakıl-kum tanecikleri önemli oranda ince taneli zemin içeriyorsa derecelenme terimini kullanılmamasına özen gösterilmiştir. Bu tür değerlendirme yerine zeminin tümünün özelliklerini yansıtacak eş boyutlu-geniş derecelenmeli-boşluk derecelenmeli veya ince taneli zemin çok fazla ise plastik gibi değerlendirmeler yapılmıştır.

Yoğunlukla iri taneli zeminlerin bulunması durumunda zemin parçacıkları en yüksek oranından en düşük oranına kadar açıklanmıştır. Bu noktalarda Koca Taş (Boulder>12 inç) veya İri taşların (Cobbles 3-12 inç) maksimum boyutları ve oranları gösterilmiştir. Kazı yöntemiyle elde edilen parçacıklar çok farklı boyutlarda olurken sondajda örselenmiş-örselenmemiş yöntemlerle elde edilen parçacıklar yoğunlukla üç inçten küçük olmaktadır. Derecelenme eğrisini çizilememiz için değişik boyut ve orandaki parçacıklar belirlenmiştir. Bu parçacıkların oranları belirtilirken aynı zamanda açıklığı, dayanımı ile ilgili özelliklerde belirtilmiştir.

İkincil derecedeki parçacıkların gözlemlenme-inceleme sonucunda değerlendirilmesi yapılmış, toplama göre her birisinin oranları verilmiştir. Her alınan örnek üzerinde deney yapma olanağı olmayabilir. Bu durumda arazi sorumlusu veya teknik elemanın değerlendirmeleri çok önem kazanmaktadır. Temiz KUM örneğini ele alalım . Teknik eleman; maksimum 0.8 inç boyutunda çakıldan %5-10 civarında, ince taneli zeminden %2-4 civarında hesaplamış olsun, daha sonra Laboratuvar çalışmalarında çok farklı

sonuçlar verirse yani %40-60 civarında ince taneli zemin hesaplamamız çok büyük bir yanlılıklara sebebiyet verebilir.

Elde edilen parçacıkların oranları bütün özellikleriyle aıklanılmıştır. Fakat bu tür loglama sistemi çalışılan alana veya yapıya göre değişiklik gösterdiğinden çalışan teknik eleman, iyi bir değerlendirme içinde gereksiz kısımlardan kaçınıp net sonuca gitmenin yollarını araştırır. Örneğin KUM'u değerlendirmeye alalım, iri taneli-yarı açısal-yarı yuvarlak-sert kuvars parçacıklı tanımını koyalım bu yetersiz bir tanımlama olabilir buna taze kırılmış-lapa lapa veya kar tanesi tanecikli zayıf damtaşı (slate)'dan oluşmuştur ibaresini de eklersek tanımlamayı bütünleştirmiş oluruz. Yani kum veya herhangi bir zemin de her zamanki karakterin dışında farklı bir karakter veya yapı hakimse belirtilmiştir.

Derecelenme analizi yapmak zordur. Pratik yolları kullanarak arazide derecelenme analizi yapılmıştır. Elimize veya düz bir yüzey üzerine bu parçacıkları parmaklarımızla parçalayalım. akıl boyutlu parçacıklar elde rahatlıkla hissedildiğinden ve gözle görülebilecek boyutta olduğundan bu parçacıkların toplama göre değerlendirilmesi yapılıp yüzdesi bulunur. Aynı hesaplama iri-orta taneli kumlar içinde yapılabilir(ince kum hariç). Arazi koşullarında tespit için kum içerisine çok az miktarda su ilave edilmesiyle kum çok çabuk şekilde temizlenecek ve ince taneli malzemelerden de ayrılıp temiz kum özelliğine sahip olacaktır.

Bir taneciğin şekli tanecik boyutlarıyla bağlantılıdır. Tanecikler eş boyutlu, düz, buk(değnek), veya sıra kalıbı gibi olabilir.

Taneciklerin aısalılığı tanecik köşelerinin yuvarlaklık derecesine bağlı olarak değişir. Açısal, yarı açısal, yarı yuvarlak, yuvarlak, çok yuvarlak gibi değerlendirmeler yapılmıştır.

Taneciklerin sürtünme nemlenme ve kırılmaya karşı gösterdiği direnç **dayanımı** etkileyen önemli parametrelerden birisidir. Dayanımın artması her zaman olmasa bile kırılmaya karşı bir direnç göstergesi olabilir. Hatta mineralojik değişim bile dayanımı etkilemektedir. Taneciklerin dayanımı için zayıf, kırılğan, çubuksu şeklinde değerlendirmeler yapılmıştır. Kum, çakıl iyi pekleşme koşullarında sağlam bir özellik göstermektedir.

Ekler II.a-1-3 Plastiklik

İnce taneli zeminleri isimlendirmede ilk olarak 40 numaralı elekten geçen kısmın plastikliği hesaplanmış ve daha sonrada 200 numaralı elek üzerinde kalan taneciklerin boyutları ve oranları hesaplanmıştır. Plastiklik tablosu üzerinde gösterilen iki önemli parametreden birisi kil ve siltin verilen tabloda A-çizgisinin üstünde veya altında olması durumudur (KİL A-çizgisinin üstünde SİLT ise altındadır). Diğer parametrede bu malzemelerin plastiklik dereceleridir. Bu durumda Plastik değil-Az plastik-Orta derecede plastik-yüksek plastik-çok yüksek plastik veya bu iki sınır arasında bir yerde de olabilir. Alınan örnek avuç içerisinde 3 mm kalınlığa gelme özelliğine göre arazide açıklanmıştır.

Tablo II-2 Kohezyonlu Zeminlerin Değişik Evrelerde Kıvamı

Büzülme	Plastik	Likit
Limiti	Limit	Limit

-----Wc %-sağa doğru artmaktadır.

W=0	W _{SL}	W _{PL}	W _{LL}
Katı	Yarı katı	Plastik	Sıvı

Zemin sınıflandırma sisteminde ince taneli zemin tanımlaması için verilen gözlemeleme-inceleme yöntemlerini kullanarak plastiklik hesaplanmış ayrıca Laboratuvar deneyleri ile de karşılaştırılmıştır.

$$PI = W_{LL} - W_{PL}$$

Yoğunlukla ince taneli zeminler için geçerli olan plastiklik ile ilgili tanımlamalara bakıldığında Plastik indeks değerleri aşağıya sıralanmıştır.

Tablo II-3 Plastik İndeks Değerleri (Burmister, 1951)

PI	0-5	Çok az
PI	6-10	Az
PI	11-20	Orta
PI	20-40	Yüksek
PI>	40	Çok Yüksek
PL≥	LL	Plastik değil

Gözlem-inceleme yöntemlerini ve Tablo II-3 de gösterilen plastiklik tablosunu kullanarak zemin çeşitleri tanımlanmıştır.

Su seviyesinin düşük veya fazla olması zeminin yuvarlanma ve parlaklık derecesini etkiler. Verilen örneğin parlak olması likit limit değerinin 50 üzeri olabileceğinin göstergesi olabilir.

Yukarıda basitleştirilmiş iki parametre ince taneli zeminlerle ilgili yeterli açıklama sağlamayabilir. (Özellikle A-doğrusuna yakın uzanan ve PI' 7 den küçük olan için) bu tür durumlar için kuru yoğunluk ve sallama testleri açıklamalara yardımcı olabilir. Fakat bu kavram çok çabuk bir tanımlama yöntemi vermez. (2mm den büyük çaplı) Su içeriği yönünden plastik özellik gösteren bir parça zemin alalım. Avuç içerisindeki bu zemin parçasını avuç içerisinde sıkıştırmaya başlayalım. Bu sıkıştırma işlemi sırasında orta derecede kum parçacıklarının varlığını hissedilir. Daha sonra avuç içerisinde sıkıştırma işlemine devam edelim, bu sıkıştırma işlemiyle avuç içerisinde belirli malzemeler top

şeklinde olurken bazı parçalarında avuç içerisinde dışarı çıktığını görürüz. Bu çıkış işlemi sırasında elde oluşan yağlı malzemelerden ince taneli kum parçacıklarını hissedebiliriz. Eldeki zemin parçacığının elde kurummasına izin verelim, Eğer bu parçacıklar kopmaya karşı bir direnç gösterirlerse bu tür zeminler A-çizgisinin üzerinde, derimizden zorlanmadan kalkarlarsa A-çizgisinin altında şeklinde tahminde bulunabiliriz. Ayrıca çok küçük bir parça zemin ısırıldığı zaman iri silt parçacıklarını ağzımızda hissederiz.

Parmaklar arasına alınan düşük plastik zemin parçacığının kurduğunu düşünelim, örneğin el üzerinde kurumayla suyunun da kaybolduğunu biliyoruz. Buradan kuru yoğunluğu tespit edebiliriz.

Yüksek plastik silt, kil gibi görünebilir. Fakat tanecikler arası çekim gücünün siltte az olması veya hiç olmaması bize açıklamalarda yardımcı olacaktır.

Bir başka problemde iri taneli zemin içerisinde ince taneli zemin parçacıklarının plastik karakterinin hesaplanmasıdır. Yukarıda açıkladığımız yöntemleri kullanarak plastik karakterleri değerlendiririz.

Ekler II.a-1-4 Sıklık -Kıvamlılık

Sıklık, kohezyonsuz veya çok az kohezyonlu zeminlerin dayanım ve sıkıştırılabilme özelliklerini, kıvamlılık ise kohezyonlu zeminlerin özelliklerini tanımlamak için kullanılmaktadır. Her ikisinde ölçümü çok zordur. Bunlarla ilgili değerler veya emniyetli gerçek hesaplar; örselenmemiş örnekler ve Standart Penetrasyon deneyleri aracılığıyla elde edilmiştir.

Arazi sorumlusunun en önemli görevlerinden biriside elde edilen örneklerin korunmasını sağlamaktır. Zemin tanımlamasına bakılarak yapılan Standart Penetrasyon direnci, kohezyonsuz zeminin sıklığı ve (Tablo II-4 ve Tablo II-5 de gösterilen)

kohezyonlu zeminin kıvamlılığı açıklanmıştır. Çok belirgin bir şekilde değerlendirmeler arazi koşullarında yapılamama koşullarında arazi logu üzerine işlenmiştir. Bu değerler son haline getirilen log üzerine işlenmiştir. Özellikle iyi çimentolaşmamış kum-çakıllarda SPT değerleri düşüktür, iyi çimentolu zeminler ise yüksek SPT değerleri vermektedir.

Örselenmemiş örnekler üzerinde yapılan değerlendirmelerde iri taneli zeminler için zayıf çimentolu -orta çimentolu -kuvvetli çimentolu terimlerini kullanabiliriz.

Tablo II-4 İri Taneli Zeminlerin Sıklık Kriterleri (Gibbs and Holtz, 1957)

0-4	çok gevşek	Parmakla veya elle kazılabilir
4-10	gevşek	Kürekle kazılır, 5cm derinliğe kadar çivi ile sokabiliriz
10-30	orta sıkı	Kazma ile kazılabilir
30-50	sıkı	Alınan küçük bir parça elle kırılabilir
>50	çok sıkı	Alınan küçük parça elle kırılmaz

Bu değerlerin toplamını elde ederken şahmerdanla yapılan darbelerin son ikisinin toplamı alınmıştır. Kıvamlılık hesaplanılmasının yöntemleri darbe sayılarının toplanılması ile yapılan değerlendirilmeler dışında Tablo II-6 da gösterilen cep penetrometresi (PP) ile ilgili değerler ve kanatlı kesici aleti (vane shear instrument-torvane) (TV) ile ilgili değerler kullanarak arazi değerlerinden net sonuçlar elde edilmeye çalışılmıştır. Çoğu kohezyonlu zeminler, SPT alımı sırasında çok az oranda kıvamlılıklarını kaybetmiştir, özellikle yüksek kıvamlılığı olan zeminler için geçerliliği daha fazladır. İnce taneli zeminlerde son iki darbe toplamı alınarak kıvamlılık hakkında arazi değerlendirmesi yapılmıştır.

Tablo II-5 İnce Taneli Zeminlerin Kıvamlılık Limitleri (Terzaghi ve Peck, 1967)

0-2	çok yumuşak	parmakla kolayca ezilmiştir, yoğrulabilir
2-4	yumuşak	parmakla kolayca yoğrulmaz, kolay ezilmez,hafif ezilme izleri gösterir, çok hafif yumruk ile 3-5 cm oyuk açılabilir.
4-8	orta katı	Parmakla yoğrulması çok zor, orta derecede yumruk darbesi ile 35 cm oyuk açılabilir
8-15	katı	Kürekle kazılması çok zordur, yumruk ile benek şeklinde iz bırakılabilir
15-30	çok katı	(Parmakla yoğrulmaz kürekle kazılması zordur, başparmak darbesi ile benek şeklinde iz bırakılabilir.)
>30	sert	Kazı için komproserli delici gerekir, baş parmak darbesi ile benek şeklinde iz bırakır.

Ekler I1.a-1-5 Nem miktarı

Burada en önemli konu elde edilen örneğin su seviyesinin üstünde mi yoksa altında mı olduğudur. Bu sebeple yeraltı su seviyesinin sondajlar sırasında ölçümüne çok değer verilmiştir.

Yeraltı su seviyesinin hemen üzerinde olan yarı suya doymuş zeminler kuru nemli veya ıslak gibi derecelere tabi tutulmuştur. KUM örneğini ele alalım, kum tamamıyla su seviyesinin altında olsun ve aktif olarak suların aktığı bir akifer gibi düşünelim, tamamen suya doymuş bir alan içinde olduğundan sondaj logu hazırlanırken nem oranı ile ilgili açıklamalar iptal edilmiştir.

Sonuç olarak nem kriterleri kuru, yarı nemli, nemli ve ıslak gibi arazi değerlendirmelere tabi tutularak açıklanmıştır.

Tablo II-6 KOHEZYONLU ZEMİNLERİN KIVAMLILIK LİMİTLERİNİN HESAPLANMASI

Kıvamlılık	Her 30cm deki N değeri	Cep penetrometresi	Torvane	Tanımlama
Çok yumuşak oyuk	<2	<0,25	<0.12	Çok hafif yumruk ile 3-5cm Parmakla kolayca ezilebilir
Yumuşak	2-4	0.25-0.5	0.12-0.25	Yumruk darbesi ile 3-5cm Parmakla yoğurulması zor
Orta katı	4-8	0.5-1.0	0.25-0.5	Orta derecede yumruk ile 3-5cm Parmakla yoğurulması çok zor
Katı	8-15	1.0-2.0	0.5-1.0	Yumrukla benek şeklinde iz Kürekle kazılması zor
Çok katı	15-30	2-4	1,0-2,0	Kürekle kazılması çok zor Başparmakla benekli iz şeklinde iz bırakılabilir
Sert	>30	>4	>2	Başparmak darbesiyle, benek şeklinde iz bırakılabilecektir. Kazı için kompresör delici gerek.

Ekler I1.a-1-6 Renk

Özellikle ince taneli zeminin aldığı renkler değişik tabakaları ayırt etmede, bölgenin jeolojik tarihini yorumlamada ve bazı hallerde de üst üste gelmiş kohezyonlu zeminleri tanımlamada kullanılmıştır. Bu kısmın tanımlaması mümkün olduğunca kısa ve öz olmuştur, fakat siyah-kahverengi gibi tek tip renklerle de sınırlanmamıştır. Ayrıca gereksiz detaylarda vurgulayarak zeminin tümünü etkileyecek anlamsız açıklamalardan kaçınılmıştır.

Sönük ve koyu gri gibi ölü renkler organik malzemelerden etkilendiğinden tamamıyla inorganik malzemelerden ayırt edilmiştir. Zemin içerisinde çok farklı renklerin bulunması kuruma-soğuma gibi açıklamalara öncülük yapabilir. Boyama ile ilgili açıklamalar yoğunlukla süreksizlikle bağlantılı olduğundan bu konuyla ilgili açıklamalar süreksizlikle ilgili kısımda açıklanmıştır.

Ekler I1.a-1-7 Yapı

Sonradan eklenen-oluşan parçacıklar, dolgu malzemeleri alınan örnek net olarak değerlendirilmelidir. Örnekler üzerinde olabilecek süreksizlik özellikleri; eklemler, ince tabakalar (lamina), kayma yüzeyleri, boşluklar, merccekler, parçalanmalar, kökler, odunlar, kabuklar, izole olmuş kabuk parçacıkları, çimentolama ve kokudur. Bu tür süreksizlikler standart penetrasyon direncini artırır veya azaltır.

Genel anlamda süreksizlik yoğunlukla kayalarda tanımlanmasına rağmen, buna benzer özelliklere zemininde sahip olmasından dolayı ve aynı tür boşluk, yön, yüzey tekstürü(doku), parlaklık, renk bozulmaları ve dolgu malzemeleri zeminde de olabileceğinden açıklanmıştır. Dolgu malzemeleri sayı, boyut, çeşit, ve içerikleriyle tanımlanabilmektedir. Sondaj Loglarında önemli yapısal özellikleri tanımlamak için anahtar kelimelerin altı çizilmiştir.

Ekler II.a-1-8 Jeolojik ve bölgesel isimler

Tanımlamada zemin ismi veya jeolojik köken verilebilir. Alüvyon, Gölsel Dolgulu gibi. Bölge ile ilgili çalışmalar araştırılmış açıklamalara tamamlayıcı olması amacıyla Menderes Nehri, Kaya Kaymalı gibi tanımlamalar yer yer eklenmiştir.

Ekler II.a-1-9 Aside karşı reaksiyon

%5-15 (HCL) Seyreltik asitle, örnek üzerinde değerlendirmeler yapılmıştır. Reaksiyonsuz-zayıf reaksiyonlu-kuvvetli reaksiyonlu gibi tanımlamalar kullanılmıştır.

Ekler II.a-1-10 Grup sembolü

Her zaman tanımlama bir sembolle sonuçlanmıştır ve zemin sınıflandırma sisteminde belirli bir kategoriye dahil edilmiştir. İkili semboller sınıflandırma çizgisini çekebilmek için gereklidir ve hatta zeminin plastikliği-derecelenmesi ile ilgili tanımlamaları yapabilmek içinde gereklidir. Örneğin A-çizgisi üzerinde olan yüksek plastik kil veya silt için sembol CH-MH şeklindedir. Buna karşılık aynı kil veya silt %40 civarında kum içerirse CH-SC gibi veya MH-SM gibi de değerlendirilmiştir.

Ekler II.a-1-11Organik zeminlerin değerlendirilmesi

Sınıflandırma sistemine göre organik zeminlerin tanımlanması ile inorganik zeminlerin tanımlanması arasında çok fazla bir fark yoktur. Fakat mühendislik hesaplamaları açısından çok büyük farklar ortaya çıkmaktadır. Ele aldığımız bir zemine organik diyebilmemiz için şu temel prensibi göz önüne almalıyız: zemin etüvde kurutulduktan sonraki likit limit değeri kurutulmadan önceki likit limit değerinden 3/4 oranında azsa organik zemin diyebiliriz. Bu önemli değerlendirme arazi teknikeri veya mühendisi

tarafından arazide yorumlanmayabilir, hatta renk ve kokuda yanıltıcı sonuçlar vermektedir.

İnce taneli zeminlerin büyük bir bölümü çok azda olsa organik malzeme içerirler, denizel ortam killeri de organik malzemeye sahip olabilirler. Burada önemli olan organik malzemenin inşa edilecek yapıyı etkileyebilecek yapıda olup olmadığıdır, çünkü inşa edilecek zeminde organik malzemenin çok olması arzu edilmeyecek durumdur. Bu tür zeminlerde uzun süreli oturmalar-sıkışmalar olmaktadır. Nem oranında önemli kayıplar, boşluk oranında değişim olmaktadır. Buraya inşa edilecek yapının ekonomikliğini değerlendirilmiş ve organik malzeme ya tamamen kaldırılmış yada kazık çakma yoluna gidilmiştir.

OL-OH şeklinde, bir tabakayı sınıflandırdığımız zaman, teknik eleman zeminin organik olup olmadığını bilmeden bu sembolleri koymaz veya soru işaretli koyabilir. Organik zemin olduğuna laboratuvar da karar verdikten sonra son haline getirilip sondaj loguna yazılır.

Arazi koşullarında organiklik tespiti için basit sıkıştırma deneyleri yapılmıştır. 5-10 mm' lik küp şeklinde parçayı ele alalım(örselememiş örnekten), daha sonra parmaklar arasında sıkıştırmaya başlayalım, zemin organik kökenli ise sıkıştırma işleminde parmak aralarından çok azda olsa su sızdığı veya nemlendiği görülmüştür.

Açıklamaya çalıştığımız zeminin TURBA olduğunu düşünelim, bunu söyleyebilmek için organik miktarın %50'den fazla olması gerekir. Örnek etüvde 30 dakika ısıtıldığında, %25 oranında ağırlıkça azalma, çok yoğun bir koku, çok koyu veya siyah bir renge sahip ve mineral içeriği tanınmıyorsa Turba diyebiliriz. İki tür turba vardır;

- 1)Fibros Turba : Bitkisel yapısı görülebilir, tamamıyla ayrılmış
- 2)Amorfoz Turba : Bitkisel yapısı görünmüyor,tamamıyla ayrılmış.

Ekler II.b Kaya Tanımlaması

Kayaçların tanımlanması 3 temel başlık altında yapılmaktadır.(Tortul kayaçlar, Mağmatik kayaçlar, metamorfik kayaçlar). Kayaçların mineralojisi ve yapısı sınıflandırmada kullanılan en önemli iki parametredir. Zeminler için kullanılan bazı terminolojik terimler kayaçlar için kullanılamaz.

Bir kaya kütlesinin net olarak tanımlanabilmesi için kütlenin içerdiği (kaya, zemin, su ve hava dolu boşlukların) boşlukların oranı, parçacıkların dağılımı ve doğallığı hakkında tanımlayıcı bilgilerin verilmesi gerekir. Ayrıca önemle vurgulanması gereken parametrelerden biriside süreksizliklerdir. Kaya kütlesinin (Süreksizlik) karakteristik özellikleri; yönü, çatlak aralıkları, tipi ile ilgili tanımlamaların yapılması gerekmektedir. Bir kaya kütlesinin net olarak tanımlanabilmesi için gerekli olan ölçümlerin neler olduğuna karar vermek gerekmektedir. Ayrıca çalışılan projeye, çalışma yapılan alana göre hangi özelliklerin vurgulanması gerektiğini de bilmeliyiz.

Ekler II.b-1 Sağlam Kaya Tanımlaması

Sağlam kayanın (Intact Rock) bütünüyle tanımlanabilmesi için arazi ve Laboratuvar da yapılmış belirli parametrelerin açıklanması gerekmektedir.

Arazide sağlam kaya için yapılabilecek açıklamalar: Renk, Genel kaya çeşidi, Ayrışma/Alterasyon, Doku, Mineralojik özellikler, Dayanım dır.

Aşağıdaki özellikler basit sınıflandırma testleriyle-Laboratuvar deneyleriyle elde edilirler; Sertlik, Durabilite, Porozite, Yoğunluk, Dayanım, Sonik hızdır. Dizayn hesaplamaları için kullanılabilen parametreler ise Young Elastisite Modülü, Poisson Oranı ve Geçirimlilik (birincil) dir.

Bu karakteristik özelliklerin arazi kullanımı ile ilgili detayları aşağıya çıkarılmıştır.

Ekler I1.b-1-1 Renk

Renk, sınıflandırma sisteminde tanımlanan ilk açıklamadır. İlk olarak açıklanan açık-koyu, sonra ikinci derecedeki renk ve en son olarak ta yoğun olan renk açıklanacaktır.

açık	sarımsı	kahverengi
koyu	yeşilimsi	mavi
	morumsu	yeşil
	mavimsi	siyah
	kahverengimsi	kırmızı

Ekler I1.b-1-2 Genel Kaya çeşidi

İlk olarak Tortul, mağmatik, metamorfik kökenli olduğunun tespiti yapılmıştır. Bu tespit yapıldıktan sonra, kaya çeşidine göre değişik tanımlamalar sunulmuştur. Çalışma alanı içerisinde Volkanik kökenli kayalar bulunmaktadır.

Ekler I1.b-1-3 Ayrışma/Alterasyon

Kaya kütlelerinin ayrışması, çözünme ve alterasyon etkileri bu başlık altında incelenmeye çalışılmıştır. Bu tür karakteristik özellikler yoğunlukla karotlardan elde edilmiştir. Ayrışma, eldeki malzemenin etkilerle yeniden yapılanmasıdır. Ayrışmayı iki ana başlık altında inceleyebiliriz. Fiziksel ve Kimyasal Ayrışma.

Fiziksel Ayrışma sonucunda; süreksizlikte açılma, kaya çatlakları etkisiyle yeni süreksizliklerin oluşması, taneciklerin sınırlarındaki açılmalarıdır.

Kimyasal Ayrışma denince akla ana minerallerdeki kimyasal değişiklik akla gelir ve yoğunlukla kil minerallerinin oluşmasına sebep olur. Bazı mineraller ise bu tür değişiklikten etkilenmez. Kimyasal ayrışmanın ilk aşaması sağlam kayada görünen renk değişimidir.

Alterasyon ise hidrotermal sıvı hareketleriyle oluşmuş değişiklik olarak tanımlanır. Tipik alterasyon etkileri ise kaolinleşme ve mineralleşme olarak tanımlanabilir. Bazı kayalarda alterasyon etkileri ile ayrışma etkilerini ayırmak çok zordur. Alterasyon ve ayrışma etkilerine bakarak sağlam kayanın kalitesi hakkında yorumlar yapabiliriz. Bu etkilerin ölçülmesi için bazı parametrelerin sistematik olarak değerlendirilmesinin yapılması gerekmektedir. Kaliteli bir değerlendirme yapılabilmesi için sağlam kaya üzerinde deneylerin yapılması gerekmektedir. Ayrışma ve alterasyon yoğunlukla kaya kütlesi üzerinde olmasına rağmen sağlam kaya üzerinde de olabilir.

Aşağıdaki terimler ayrışmanın derecesini tanımlamak için kullanılmıştır.

Taze: Kaya taze; kristal veya tanecikler parlak; bir kaç eklemler ve eklemler çok az boyamalı, çekiçle vurulduğu zaman tınısı fazladır.

Az ayrılmış: Kaya genellikle taze; eklemler boyamalı, ve Eğer açık süreksizlik varsa kil dolgulu olabilir; boyamalar kayac dokusuna kadar uzanabilir; Eğer içinde feldspar varsa renklerinde bozulma ve donuklaşma olabilir, çekiçle vurulduğu zaman tın sesini vermektedir.

Orta derecede ayrılmış: Kuvarslar hariç, kaya kütlesinin büyük bir bölümü ayrışma ve renk bozumu göstermektedir; çoğu feldsparlar donuk renkli ve bozmuş, ayrıca kaolinleşmede gözükmektedir. Kayaca çekiçle vurulduğu zaman tın sesini duyamayız ayrıca kayac dayanımında da azalma fark edilir ölçüdedir.

Çok ayrılmış: Kuvarlar hariç bütün mineraller bozunmuş, boyanmış durumdadır; kayaç dokusu hala fark edilebilir; tanecikler-kristaller arası bağlantılar tamamıyla kopmuş durumda, içyapısı zemin özelliği göstermeye başlamıştır. Dayanımlı kaya parçacıkları (saproilit) görülebilir.

Tamamıyla ayrılmış: Kayacın rengi değişmiş; artık zemin özelliği göstermeye başlamış ve çok az oranda ana kayanın özelliklerini yansıtmakta; doku tanınmayacak veya çok az tanınacak durumdadır.

Ayrışma; yoğunlukla karbonatlı kayaçlarda oluşan çözünmeler ile hidrotermal etkilerden oluşmuş alterasyondan etkilenebilir. Bu tür gelişmeler sonucu oluşan boşlukları tanımlamak için aşağıdaki terimleri kullanabiliriz.

Katı: Hiç bir boşluk içermemekte

Pitted: Boşluklar; eklem yüzeyi, tabakalanma gibi yüzeylerle sınırlıdır. Bu yüzeylerden sıvıların akışını gözlemleyebiliriz.

Vuggy: Genellikle hidrotermal alterasyona uğramış kayaçlarla karbonatlı kayaçlarla sınırlıdır; boşluklar 4 inç'den büyük ortalama çapa kadar uzanabilir.

Vesicular: Boşluklar genellikle mağmatik ve yer yerde metamorfik kayaçlarla sınırlıdır. Boşluk kökeni gazlardan kaynaklanan ve 4 inç kadar uzanan türdedir.

Cavernous: Herhangi bir kayaca uygulanabilir. Boşluklar ortalama çap olarak 4 inçten büyüktür. Bu büyüklükteki kayaçlar yapısal problemlere sebep olabilir.

Ekler II.b-1-4 Doku

Doku, bulunan taneciklerin açısallığı ve boyutlarıyla yani geometriksel kavramlar ve tanecikler arası ilişkiye göre tanımlanmıştır. Açısallıkla ilgili tanımlamalar açısal, yarı açısal, yarı yuvarlak, yuvarlak olabilir. Tanecik oranlarıyla ilgili tanımlamalar için aşağıdaki açıklamaları kullanmamız gerekmektedir.

Tablo II-6 Mağmatik, Metamorfik, ve Kristalin Tortul Kayaçların Tanecik Boyutları (Travis, 1955)

ince	<1mm
orta	1mm-5mm
iri	>5mm

Tablo II-7 Klastik Tortul Kayaçlar Tanecik Boyutları(Travis, 1955)

kil boyutlu	< 0.005mm
silt boyutlu	0.005-0.065mm
çok ince	1/16-1/8mm
ince	1/8-1/4mm
orta	1/4-1/2mm
iri	1/2mm-1mm
çok iri	1-2mm
granüler	2-4mm
orta iri taş	4-64mm
iri taş	64-256mm
koca taş	> 256mm

Ekler II.b-1-5 Mineralojik Kompozisyon

Mineralojik tanımlamalar, jeolojideki mineral isimleriyle yapılmıştır. Kayacın mineral oranlarını ve karakterize eden mineraller açıklanmıştır.

Ekler II.b-1-6 Dayanım

Sağlam kayanın dayanımını değerlendirmek için incelenen kayada çatlakların olmaması gerekir. Yani masif bir kaya üzerinde dayanımı hesap etmemiz gerekir. Süreksizliğin yoğun olduğu kaya kütlesi içinde yer alan sağlam kayanın dayanımını hesaplamak için bazı laboratuvar ve arazi deneyleri yapılmıştır. (Tek eksenli basma dayanımı, Nokta yükleme deneyi, Schmidt çekici deneyleri). Tek eksenli basma dayanımı sonucunda elde edilen değer örneğin nem oranına, anisotropik özelliklerine, yapılan uygulamalara bağlı olarak değişir. Arazide bu tür değerlendirmelerin yapılamaması durumunda aşağıdaki tabloda açıklanan yöntemleri kullanarak dayanım açıklamaları yapabiliriz.

Tablo II-8 Kayaçların Arazide Dayanım Kriterleri(Deere ve Miller, 1966)

Açıklama	Tek eksenli basma dayanımı (kg/cm ²)	Özellikler
Çok yüksek dayanımlı	>2000	Örnek tek bir çekiç darbesi ile kırılabilir, 1mm lik oyuklar açılabilir
Dayanımlı	2000-1000	5mm lik oyuklar çekiçle açılabilir
Orta dayanımlı	500-1000	Örnek elle kesilemeyecek kadar sert, oyuklar 5mm den büyük olarak açılabilir
Zayıf	250-500	Bıçakla kesilmesi zor, Jeolog çekici sivri ucu bıçak darbesiyle derince saplanır.
Çok zayıf	<250	Sert bir çekiç darbesiyle parçalanabilir, bıçakla kesilebilir

Ekler I1.b-1-7 Sertlik

Burada açıklanmak istenen sertlik sınıflandırılması mineraller için verilen mohr sertlik sınıflandırılması ile karıştırılmamalıdır. Her kayaç kendi içinde sertlik sınıflandırması yapılmıştır.

Çok sert: Bıçakla çizilmez veya çekiçle oyulamaz, elde edilen örneğin kırılması için bir kaç çekiç darbesi gerekmektedir.

Sert: Bıçakla çizilebilir veya çekiçle çok zor kazanabilir, çok sert bir çekiç darbesi ile bir parça kırılabilir.

orta derecede sert: Bıçakla veya çekiçle çizilebilir, çizilme sırasında oluşan boşluklar 1/4 inç'e kadar uzanabilir. Orta derecede bir çekiç darbesi ile kırılabilir.

orta derecede yumuşak: Orta derecede bir bıçak veya çekiç darbesi ile 1/16 inç derinlikte oyuk açılabilir.

Yumuşak: Bıçak veya çekiçle kolayca oyulabilir, belirli bir noktaya orta derecede bir yumruk darbesi ile bir kaç inçlik parçaya ayrabiliriz, hatta parmak baskısı ile ince parçacıklara ayrabiliriz.

çok yumuşak: Bıçakla büyük bir oyuk açılabilir, çekiç baskısı ile rahatlıkla oyulabilir; parçacıklar parmak baskısı ile rahatlıkla parçacıklara ayrılmakta; tırnakla bile çizilebilmektedir. Bu gruba giren formasyonlar zemin özelliği gösterebilirler.

Ekler I1.b-2 Kaya kütlesi ile ilgili tanımlamalar

Sağlam kayanın tanımlanmasından sonra, kaya kütlesinin de tanımlanması gerekir. Aşağıda verilen özelliklerin arazide ve laboratuvar testleriyle tanımlanması yapılmıştır. Sağlam kayadakine benzer şekilde kaya kütlesi de tanımlanmıştır. Ayrıca bir kayacın zayıflık yüzeyi olarak da söylenebilir.

Süreksizlik :Tip, Sayı, Yön, Sıklık oranı, Aralık, Devamlılık ve uzantı, Dolgu Yüzeylerin doğallığı, Dolgu kalınlığı şeklinde açıklayabiliriz.

Ekler I1.b-2-1 Süreksizlik tipi:

Süreksizlik çok farklı kökenlere ve şekillere sahiptir. Bunları iki ana başlık altında inceleyebiliriz. Birincisi belirli sistem ve kümeler halinde olan eklemler, tabakalanmalar, klivajlardır. Diğeri ise eşsiz boyutlardaki faylardır.

Sonuçta olabilecek süreksizlik tiplerini şu başlıklar altında inceleyebiliriz. Faylar, Eklemler, Fisurlar, Klivajlar, Şistosite, Kayma yüzeyleri, Gerilme kırıkları, Foliasyon, tabakalanma, laminalanma ve çözünmelerdir.

Ekler I1.b-2-2 Süreksizlik kümelerinin sayısı:

Kaya içerisinde süreksizliklerin bulunması kayacın özelliklerini değiştirir. Yani dayanımda azalma, deformasyon ve geçirimsilikte ise artma gözlenir. Dayanım, deformasyon, geçirimsiliği etkileyen faktörler sadece süreksizliliğin yönüyle bağlantılı değil, süreksizlik set sayılarının fazlalığı ve aralıklarının da önemi vardır. Birbirine paralel veya kesişen süreksizlikler, hatta tek bir süreksizlik bile kayacın hareket etme kabiliyetini önemli oranda etkiler. Sağlam kayasında (çatlak içermeyen) deforme olmasını yol açabilir.

Arazide gözleme yoluyla süreksizlik setlerinin sayısı ve yönleri tanımlanmıştır.

Ekler I1.b-2-3 Süreksizlik yönü ve lokasyon:

Tespit edilen yerlerdeki süreksizliği gösterebilmek için yeterli bilgilerin olması gerekir. Bu bilgiler lokasyonun koordinatları, yüksekliği ve belirli bir nokta üzerinde gerçek pozisyonunu içerir. Ayrıca bu bilgiler harita veya bir plan üzerine işlenmelidir. Süreksizlik yüzeyinin yönü denince akla öncelikle eğim yönü ve eğim miktarı gelmektedir. Eğim yönünün kullanımı doğrudan daha açıklayıcı bilgiler vermektedir. Eğim miktarı ve eğim yönü klinometre veya kompas ile ölçülür ve en yakın derecelerde tanımlanır.

Ekler I1.b-2-4 Süreksizlik aralığı:

Süreksizlik sayılarının bilinmesi süreksizlik aralıkları hakkında genel bir bilgi verebilir. Bu tanımlamayı mm veya metredeki ortalama çatlak aralığı olarak da tanımlarız. Bu aralık sayıları her sette ayrıca ölçülür. Çalışma alanında 30 cm deki çatlak aralıkları işlenmiş ve değerlendirmeler bu yönde yapılmıştır.

Aşağıdaki tabloda süreksizlik aralığı için verilen terimler sıralanmıştır. Tabakalanma aralıkları için ayrı bir terimler topluluğu kullanılmasına rağmen, diğer süreksizlik aralıkları ortak bir terimler topluluğu aracılığıyla kullanılmıştır.

**Tablo II-9 Süreksizlik Aralığına Göre Kayaçların Tanımlanması
(Deere ve Miller, 1966)**

<i>Açıklama</i>	<i>Aralık</i>
Çok Yüksek genişlik	>2m
Çok geniş	600mm-2m
Geniş	200-600mm

Orta derecede geniş	200-600mm
Orta derecede dar	20-60mm
Dar	6-20mm
Çok dar	< 6mm

Ekler II.b-2-5 Süreksizlik Açıklığı (Aperture)

Süreksizlik yüzeylerinin dolgulu, dolgusuz olmasına göre açıklık boyutları ile ilgili açıklamalarda bulunabiliriz.

**Tablo II-10 Süreksizlik Açıklığına Göre Kayaçların Tanımlanması
(Deere ve Miller, 1966)**

Açıklama	Açıklık
Geniş	> 200mm
Orta derecede geniş	60-200mm
Orta derecede dar	20-60mm
Dar	6-20mm
Çok dar	2-6mm
Çok yüksek dar	< 0-2mm
Kapalı	0

Ekler II.b-2-6 Dolgu tipi:

Süreksizlikler arasındaki dolgu yüzeyleri gouge, breş (yoğunlukla fay olma durumlarında), kil, kalsit, diğer zemin veya minerallerde olabilir. Süreksizlikler arasında kaymaya karşı gösterilen direnç; ayrılma derecesi, dolgu kalınlığı, süreksizlik yüzeylerinin yapısına göre değişir.

Ekler I1.b-2-7 Dolgu kalınlığı:

Çok karışık kaya yüzeylerini ayıran parçacıkların genişliği gibi tanımlanabilir. Dolgu kalınlığı ile ilgili ölçümler süreksizlik açıklığında yapılan değerlendirmeler kullanılarak yapılabilir. Dolgu kalınlığının 100 mm den büyük olması durumunda; dolgu önemle üzerinde durulması gereken konuma gelmektedir.

Dolgu malzemesinin özellikleri tanımlanmalı, daha önce açıklanan sisteme göre kaya veya zemin özelliklerine göre değerlendirilip tam olarak mühendislik özellikleri yönünden açıklanmalıdır. Gözlem ve pratik yöntemleri kullanarak dolgu malzemesinin sıkışma dayanımı cep penetrometresi ve vane aleti kullanılarak, kaya ise schmidt çekici kullanılarak ölçümler yapılmıştır.

Ekler I1.b-2-8 Diğerleri

Burada kayacın yapısına göre değişik tanımlamalar getirilmiştir. Ayrıca tipik tanımlama yöntemleri de aşağıda sunulmuştur

Tortul kayalar: Tipik tortul kayaç tanımlaması aşağıda sunulmuştur.

Mavimsi gri, çörtlü KİREÇTAŞI, kapalı, açık eklemlenme 1/2 inç 'e kadar, kil dolgulu, ince tabakalanmalı, orta ayrılmış, şiddetli ayrılmış eklemlerli, yumuşak, ince taneli kristaller, yer yer dolomitik

Diğer Tanımlama örnekleri: Şeyl: Sıkışma ve pekleşme derecelerinin hesaplanması, slaking'e karşı gösterdiği direncin, kaymaya karşı gösterdiği direncin, kil mineralleri veya bentonit bulunma oranlarının tespiti gerekir.

Kumtaşı: Pekleşme derecesi ve tipi, zayıf zonlar, tanecikler arası gözeneklilik

Mağmatik kayalar: Püskürük kayalar: Geniş ve açık eklemlenmeli, iri vesikular boşluklu, ash ve tuf aralanmalı, kil (montmorillonit) zonedir. İntusiv kayalar: Ayrışma etkilerini kontrol eden faktörler, yapısal ve mineralojik özelliklerdedir.

Orta gri, GRANİT, orta derecede kapalı eklemlenmeli, az ayrılmış, çok sert, orta taneli, yüksek kuvars içerikli, yer yer hornblend kristalli

Metamorfik kayalar: Ayrışma etkileri yapısal ve dokusal özelliklerin kontrolü altındadır. Tipik Metamorfik kayaç tanımlaması aşağıda sunulmuştur.

Koyu yeşil, ŞİST, Kapalı eklemlenmeli, Çok ince kıvrımlanmalı, Orta derecede ayrılmış, orta sert, ince taneli, Bazı yerlerde kloritik alterasyonlu, kaya genellikle zayıf

Kaya kalitesinin tanımlanması: Kaya kalite tanımlaması RQD şeklinde gösterilmektedir. %RQD=100x10cm ve büyük karot parçalarının uzunluğu /Manevra uzunluğu veya toplam sondaj derinliğidir.

Arazi çalışması yapan teknik elemanın, doğal yollarla oluşan kırıklarla sondaj sırasında oluşmuş kırıkları kesinlikle ayırması gerekir. Sondaj sırasında oluşmuş olan kırıklar hesaplamalara dahil edilmemiştir. Doğal kırıkları yapay kırıklardan ayırmanın en iyi yolu; ayrışma ürünlerinin olup olmadığı, ikincil derecedeki dolguların tespiti, çözünme etkisi ile oluşmuş donuklukların ve yuvarlaklaşmaların tespiti ve kayma yüzeylerinin incelenmesiyle ortaya çıkmaktadır.

Kayaçların RQD hesaplamaları ile ilgili yapılan değerlendirmeler aşağıya çıkarılmıştır.

Tablo II-11 Kayaçların kaya kalitesine göre sınıflandırılması(Deere, 1968)

<i>RQD</i>	<i>Tanımlama</i>
>90%	çok iyi
90-75%	iyi
75-50%	orta
50-25%	zayıf
<25%	çok zayıf

Eklemlenme, tabakalanma, kıvrımlanma, faylanma gibi terimler bir formasyonun yapısal özelliklerini tanımlamak için kullanılır.

Tablo II-12 Kayaçların eklem sıklığına göre sınıflandırılması(Deere, 1966)

<i>Eklem sıklığı</i>	<i>Tabakalanma, dilinim</i>	<i>Arahık</i>
Çok kapalı	çok ince	<2inç
kapalı	ince	2inç-1ft
Orta derecede kapalı	orta	1ft-3ft
geniş	kalın	3-10ft
çok geniş	çok kalın	>10ft

Olanaklı olduğu ölçüde aşağıdaki tanımlamaları da eklemek gerekir.

Eğim-doğrultu: Sondaj karotları üzerinde çatlakların, eklemlerin, tabakaların, eğim yönünü ölçmek için eklem yönü ile karot eksenine dik doğru arasındaki dar açığı kullanırız. Bu açının aşağıdan ne kadar yükseklikte olduğunun da tespit edilmesi gerekmektedir.

Eklem genişliği, Boyama derecesi, ayrışma ve Kayma yüzeyleri

Ekler II. c- Sondajda yapılan arazi deneyleri ve örnek alma yöntemleri

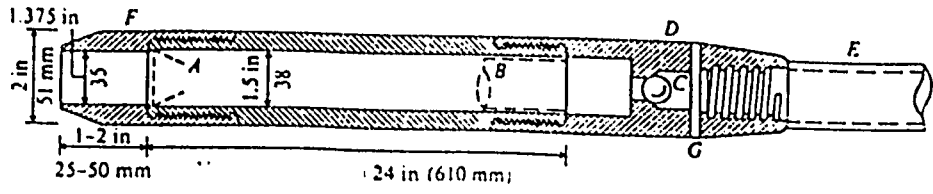
Örnek tipleri; Sondaj kuyularından ve deneme çukurlarından en azından 1 kg küçük bozulmuş örnekler alınmıştır. Bunlar hava almaz cam ya da plastik kaplara hemen yerleştirilmiş, ve örnekler zeminin doğal nem muhtevasını muhafaza etmesi için titiz şekilde kavanoz veya kaplara doldurulmuştur. Kohezvonlu ve kohezyonsuz zeminlerden ve kayadan büyük miktarda, en azından 25 kg örselenmiş örnekler naylon torbalara alınmış ve ağızları sıkıca bağlanmıştır.

Sondaj kuyularından örselenmemiş örnekler; Şelbi tüpü içine itilerek alınan örnekler, Piston tüpü içine itilerek alınan örnekler, Sondajla alınan Denison örnekler, SPT şeklinde çakılarak alınan Dames and Moore (D&M) tipli örneklerdir. Bütün örnek tüplerinin alüminyum, pirinç, paslanmaz çelik ya da galvanizli çelikten yapılmış olmasına dikkat edilmiş; içi ve dışı temiz, passız olanlar kullanılmıştır. Kaplamasız yumuşak çelik tüplerin kullanılmasına müsaade edilmemiştir.

Örnek alınmadan önce kuyu tabanı kırıntılardan temizlenmiştir. Örnek alıcı çıkarılmadan önce bir kaç dakika yerinde bekletilmiştir. Örnekler kuru şartlarda saklanılmış ve direkt güneşten uzak tutulmuştur. Örselenmiş örnekler her 1.5 metrede, ayrıca zemin tipinin her değişiminde alınmıştır. Örselenmemiş örnekler ise her 3 metrede bir alınmıştır.

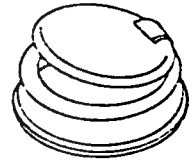
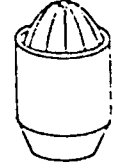
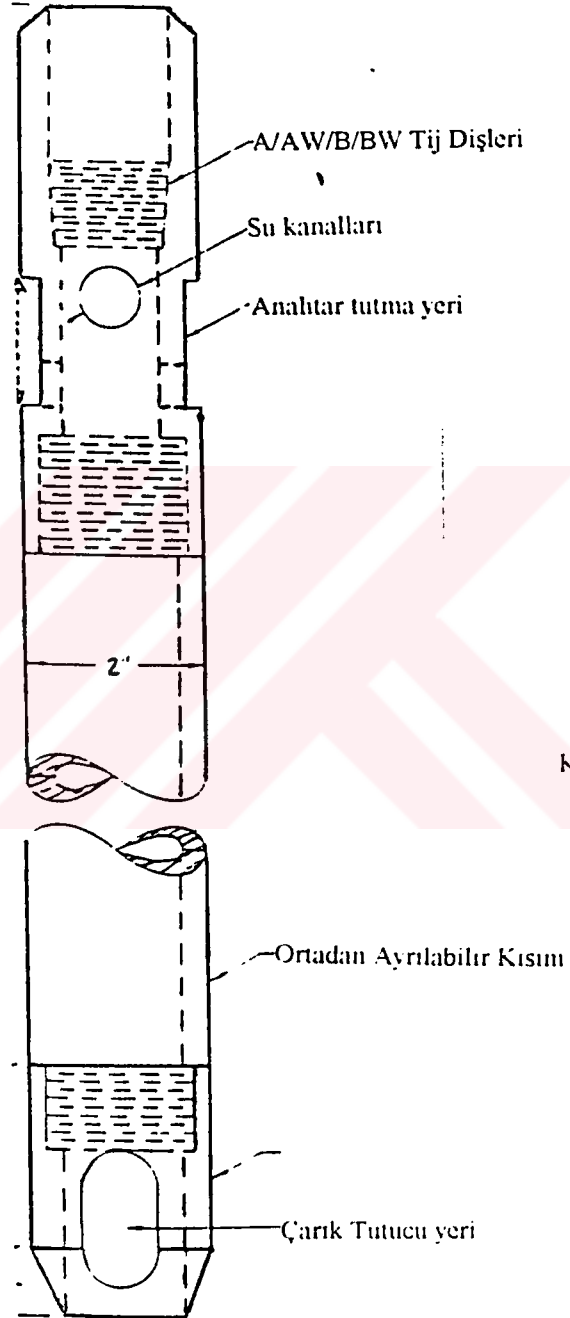
Ekler II.c-1 Standart penetrasyon testi

Standart penetrasyon deneyi (SPT), uygulamada çok yaygın olarak kullanılan bir dinamik penetrasyon deneyidir. (Şekil II-2) Temel zemini araştırmalarında sondaj deliği içerisinde yapılan standart penetrasyon deneylerinden elde edilen veriler zeminin indeks ve mühendislik özellikleri hakkında bilgi verirken örnek alıcıdan çıkan ve örselenmiş



Drill rods:

A: $1\frac{1}{2} \times 1\frac{1}{2}$ (41.3 x 28.6 mm) 3.7 lb ft
 AW: $1\frac{1}{2} \times 1\frac{1}{2}$ (44.4 x 31.8 mm) 4.2 lb ft



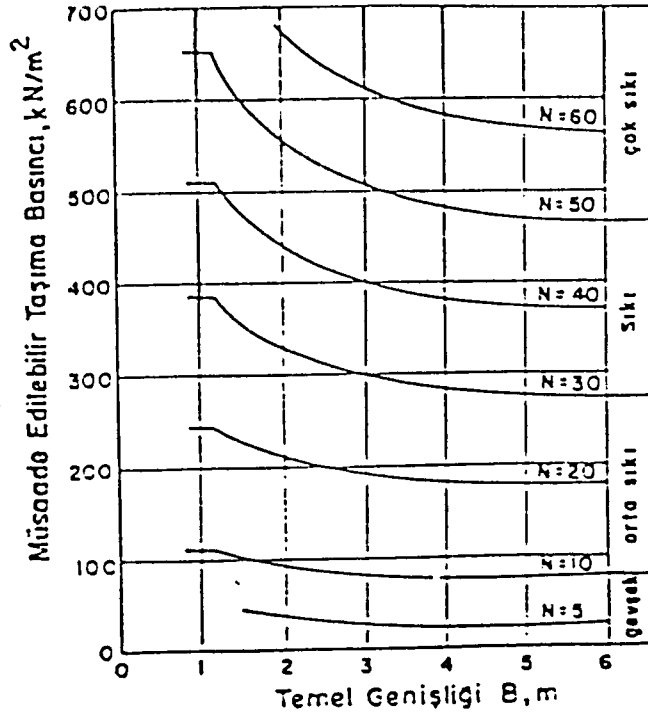
Keçir veya tutucular

Şekil II.2 Standart Penetrasyon Deneş Takımı ve Tutucuları

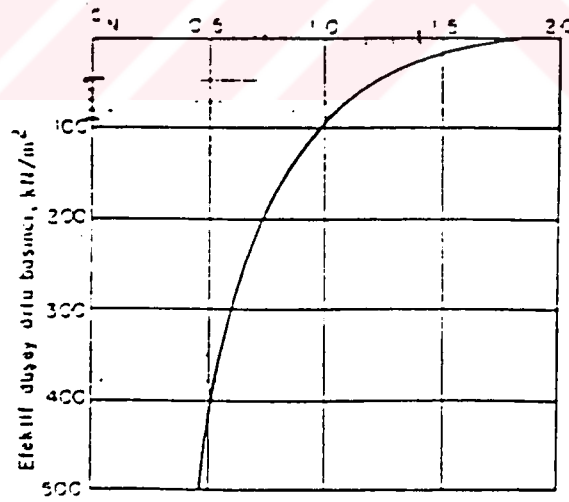
zemin örneği kabul edilen örnek üzerinde Laboratuvar da tanımlama deneyleri yapılmıştır. Ayrıca, SPT deneylerinden elde edilen bilgilerle örselenmemiş örnek sayıları ve cinsleri hakkında fikir edinilmiştir. Konsolide olmamış zeminler üzerine inşa edilecek köprü veya istinat duvarı gibi önemli ve büyük dikkat isteyen tesisler hazırlanırken, bu tesislerin oturacağı zeminlerin fiziki özelliklerini bilmek çok önemlidir. Bu amaçla, zemin şartlarını ve fiziki durumları gerçeğe mümkün olduğu kadar yakın öğrenmek ve korkulu ihtimalleri ortadan kaldırmak için gerekli saha ve Laboratuvar deneyleri yapılmıştır. Sahada yapılan deneylerden biride standart penetrasyon testleridir. Standart bir örneğin gösterdiği penetrasyon direncinden faydalanarak, yeraltı hakkında bilgi sahibi olunur ve zemini temsil edecek örselenmiş veya örselenmemiş örnekler alınır. Bu arazi deneyi kumlarda, kumlu Çakıl, Çakıllı Kumda yapılırsa sıklık, siltli kil, killi Siltler de yapılırsa kıvamlilik hakkında fikir verir.

Test Yöntemi: Kuyu tabanında örselenmiş örnek bulunabileceğinden, deneyi yapmadan önce kuyu iyice temizlenmelidir. Tij üzerine 15.24 santimetrelük üç bölüm yani 45.72 cm işaretlenir. 63.5kg (140paund) ağırlığındaki şahmerdana bağlı sızal halat, kedi başı etrafında üç döngü ile sarılır. Şahmerdan, topaç başlığından 76.2cm (30 inç) yukarıdan serbest düşmeye bırakılarak SPT tüpü çakılmaya başlanır. Her 15.24cm'lik parçaya ait darbe sayıları ayrı ayrı kaydedilir. Ancak her bölümdeki darbe sayıları 50 vurusun üstüne çıkarsa bu Refu kabul edilir yani çakma işlemi durdurulur. Ayrıca elde edilen örnekler hava almayan litrelik kavanozlarda ağız kısımları parafinlenerek korunur.

Test Ekipmanları: Boru çakılarak zeminden örnek alınması ilk olarak 1902 yılında 1" (2.54 cm.) çapındaki boruların sondaj sırasında zemine çakılmasıyla başlamıştır. SPT, 1930'ların başlarında 1 3/8" (35 mm.) iç çapında, 2" (5 cm.) dış çapında ve 32" (81cm) uzunluktaki iki parçalı örnek alıcının, 140 lb (63.5kg.) ağırlığındaki şahmerdanın 30" (76.2cm.) yükseklikten düşürülerek çakılması ve örnek alıcının 18" (45 cm.) lik



Şekil II.3 Kum üzerine oturan temellerin izin verilebilir Taşıma gücü



Şekil II.4 SPT de N-Darbe sayısı değerlerini düzeltme faktörü-C_N

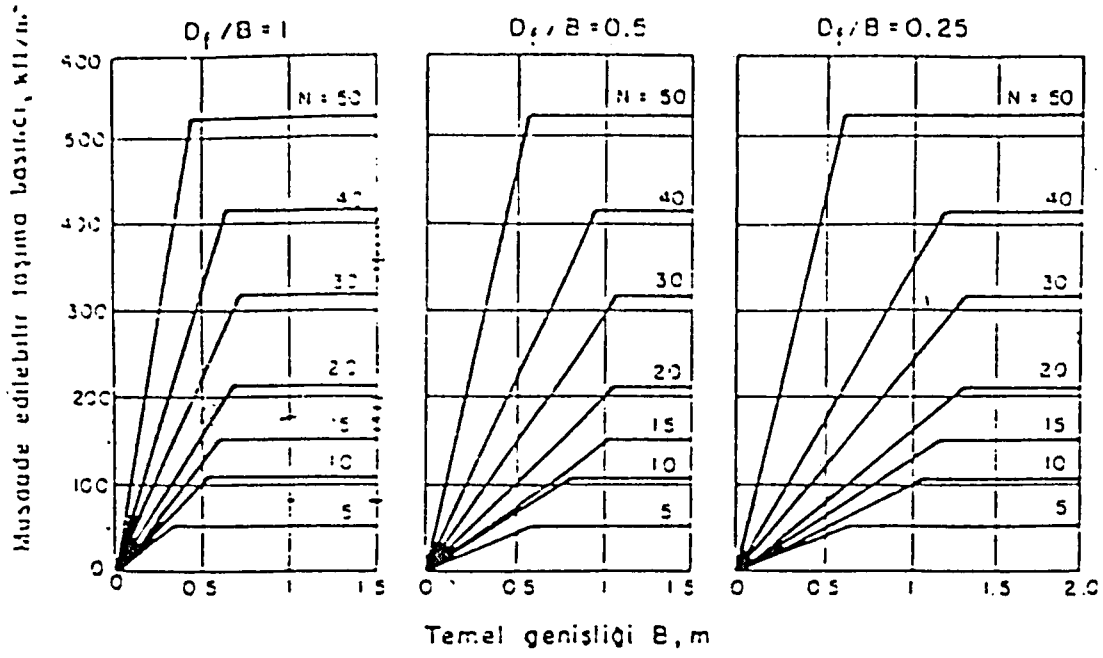
penetrasyonu sırasında son 12" (30 cm.) lik giriş için gerekli şahmerdan düşme sayısının saptanması şeklinde standartlaştırılmıştır.

Ortadan ayrılabilen örnek alıcının dış çapı 2 inçtir. Örnek alıcı üç ana kısımdan oluşmuştur; 1) En az üç inç uzunlukta ve iç çapı 1 3/8 inç kesici başlık olan sertleştirilmiş çelikten oluşmuş çarık kısım, çarık kısmın ucu aşağıya doğru sivriltilmiş ve sivriltilmiş kısmın kalınlığı 1/16 inç'den fazla olmamıştır, uzunluğu ise 3/4 inç kadar olmuştur. Ayrıca özürülü, bükülmüş çarıkların kullanılmamalıdır. Ortadan ayrılabilir ikinci kısım ise en az 16inç'lik bir uzunluğa sahip ve 1 3/8 inçlik veya 1 1/2 inçlik bir iç çapa sahip olmuştur. 3) Başlık kısmı ise en az 6 inçlik bir uzunluğa sahip olmuştur. Bu kısma en az 4 tane 1/2 inçlik delik veya çek valf sistemi konulmuştur. Söz konusu sayı penetrasyon direnci olarak tanımlanır ve N ile gösterilir.

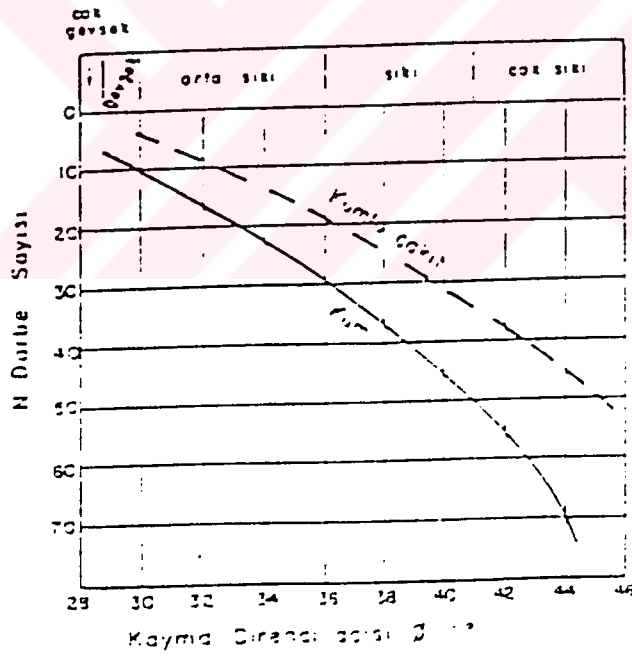
Standart penetrasyon deneyinde izlenecek yöntem ve deneyde kullanılan örnek alıcıya ilişkin ayrıntılı bilgiler detaylı olarak anlatılmıştır. Diğer taraftan Terzaghi, Peck (1948, 1968) tarafından hazırlanan kohezyonsuz zeminler için görelî sıklık- penetrasyon direnci ve kohezyonlu zeminler için ise serbest basınç, penetrasyon direnci bağıntıları aşağıda sunulmuştur.

Bu sayede; zeminin fiziksel ve mekanik özellikleri hakkında faydalı ve ucuz ampirik bilgiler sağlanmaktadır. İnceleme alanındaki dizayn hesapları laboratuvar deney sonuçları kullanılarak yapılmıştır.

N değeri ile zeminin izin verilebilir taşıma gücü arasındaki ilk ilişki, Terzaghi ve Peck tarafından 1948 yılında sunulmuştur. Temel genişliğine bağılı olarak N değerlerinin incelendiği bu yaklaşımda, direk olarak izin verilebilir taşıma gücü bulunabilmektedir. Şekil II-3. de verilen bu ilişki, oturmaların 25 mm yi aşmadığı ve yeraltısuyu seviyesinin temel tabanından en az temel genişliğinin iki katı kadar derinlikte olduğu durumlar için geçerlidir.



Şekil II.5 Temel derinliği-Genişliği-N değerleri-İzin verilebilir Taşıma gücü değerleri



Şekil II.6 N-Darbe sayısı ve Kayma direnci (İçsel Sürtünme) Açısı arasındaki ilişki

Terzaghi ve Peck'in bu yaklaşımı yayınlandığı 1948 yılından beri, tutucu sonuçlar sunduğu gerekçesiyle değişime uğramış veya konuyla ilgili olarak yeni yorumlar sunulmuştur.

Bunlardan biri, Peck ve arkadaşları tarafından 1974 yılında teklif edilendir. Bu yaklaşımda, 1948 yılından sonra yapılmış araştırma sonuçları ve bilgi birikimi dikkate alınmaktadır. Bu yöntemde, temel altındaki zeminde temel genişliğinin iki katı (2B) kadar olan derinlikte elde edilen N değerlerinin ortalaması alınır ve bazı düzeltmeler yapılır. Eğer zemin siltli, ince taneli kum ve yeraltısuyu içeriyorsa ve N 15 civarında ise, N değerleri Eşitlik 1 de verildiği gibi düzeltilmiştir. Ayrıca düzeltme faktörü Şekil II-4 de sunulmuştur.

Sondaj tijinde oluşacak titreşim, yüzeyde uygulanacak enerjinin doğrudan sondaj tabanına aktarılmasını önlemektedir. Ayrıca derin seviyelerde tijin zati ağırlığı batmayı kolaylaştırmaktadır. Bu nedenle ölçülen N değerinin bir derinlik düzeltmesine tabi tutulması gerekmektedir. (Eşitlik 2).

$$N = 15 + 0.5 (N - 15)$$

Eşitlik 1

$$N'' = C_N * N$$

Eşitlik 2

$$C_N = 0.77 \text{ Log}_{10} (2000/P'')$$

Eşitlik 3

P'': Etkili basınç

Düzeltilmiş bu ortalama N değerleri, Şekil II-5 da verilen yeni grafiklerde kullanılarak, daha hassas olarak çözüme gidilmiştir. Şekil II-5 da verilen bu bağıntıda, 25 milimetrelik oturmayı ihmal edebilecek zeminin izin verilebilir taşıma gücü, N değeri ve D/B oranına bağlı olarak incelenmektedir. Burada D temel derinliği, B ise temel genişliğidir.

Şekil II-6 dan elde edilen izin verilebilir taşıma gücü Q değerinin, ortamda yeraltısuyu olması durumunda yeniden düzeltilmesi gerekmektedir (Eşitlik 4). Burada C düzeltme

faktörüdür ve Eşitlik 5 den bulunur. Bu faktörün bulunmasında kullanılan D, temel etrafındaki sürsaj yüzeyinden yeraltısuyu seviyesine olan derinliktir.

$$Q'_a = C_w * Q_a \quad \text{Eşitlik 4}$$

$$C_w = 0.5 + (0.5 * D_w / D_f + B) \quad \text{Eşitlik 5}$$

D_w : Sürsaj yüzeyinden yeraltısı seviyesine kadar olan derinlik

N değerine bağlı olarak geliştirilen bir başka yaklaşımda Meyerhof tarafından yapılmıştır. Mayerhofun ilk makalesinde, Terzaghi ve Peck tarafından geliştirilen ve Şekil 4.2 de sunulan bu ilişki formüle edilmiştir. (Eşitlik 6). 25 mm'lik oturmaların ihmal edildiği varsayımıyla geliştirilen bu ilişkilerde, temel genişliğinin 1.25 m den büyük ($B > 1.25$ m) Eşitlik 7 nin kullanılması aksi durumlarda ise Eşitlik 8 in kullanılması tavsiye edilmektedir.

$$Q_a = (N * S / 2.84) (B + 0.3 / B)^2 \quad \text{Eşitlik 6}$$

$$\text{Temel Genişliği} > 1.25 \text{ metre} \quad Q_a = N * S / 1.9 \quad \text{Eşitlik 7}$$

$$\text{Temel Genişliği} < 1.25 \text{ metre} \quad Q_a = N * S / 2.84 \quad \text{Eşitlik 8}$$

Eşitliklerde kullanılan büyükler SI birimindedir. İzin verilebilir taşıma gücü (q) KN/m^2 veya Kg/cm^2 , oturma (S) mm ve temel genişliği (B) m. boyutundadır. N temel tabanında temel genişliği kadar derinlikteki değerlerin ortalamasıdır.

N değeri dolaylı yönden zeminin taşıma gücünün bulunmasın da kullanılabilir. Şekil II-6, kum ve kumlu çakıl için N-darbe sayısı ile kayma direnci (İçsel Sürtünme) açısı ϕ arasındaki ilişkiyi sunmaktadır.

$$\phi = 28 + N / 4 \quad \text{Eşitlik 9}$$

Kabaca Eşitlik 9 deki gibi formüle edilebilen bu ilişki ile zeminin kayma direnci açısı tespit edilmektedir. Bu elde edilen değerler, teorik taşıma gücü analizinde taşıma gücü faktörlerinin bulunmasında kullanılmaktadır.

Ekler II.c-1-1 Standart penetrasyon deneyini etkileyen faktörler

Basit olmasına ve çok yaygın kullanılmasına karşılık standart penetrasyon deneyi sondaj ve örnek alma yöntemlerinden etkilenir. Gerek sondaj ve gerekse örnek alma sırasında hatalı işlemler nedeniyle deneyler standart olmaktan çıkar ve elde edilen veriler yanlış sonuçlanır. Aşağıdaki tabloda sondaj ve örnek alma sırasında penetrasyon direncini etkileyen faktörler verilmiştir.

Sondaj kuyusunun yeterince temizlenmemesi: Örnek alıcıya yıkıntı sedimanlar girer ve örnek alıcısının zemine girmesi sırasında sıkışır ve penetrasyon direncinin artmasına sebep olur. **Örnek alıcısının örselenmemiş zemine oturmaması:** Elde edilen N sayıları temsil olmaktan uzaktır. **Örnek alıcının muhafaza borusunun alt ucundan daha yukarıdaki bir seviyeden zemine çakılması:** Kum zeminlerde N sayıları artar, killi zeminlerde N sayıları azalır. **Sondaj deliği içerisine yeterince hidrostatik basıncın sağlanamaması:** Sondaj deliği içerisindeki yeraltı seviyesi yüksekliği en az kum zemin üzerindeki piyezometrik basınca eşit olmuştur. Aksi takdirde akıcı kum durumu ortaya çıkar ve düşük N sayıları elde edilir. **Şahmerdan düşme yüksekliğinin 76.2 cm.lik standart değerde tutulamaması:** Aşağı veya yukarı çekilmesi zeminin N değerini etkiler. **Şahmerdanın serbest düşmesinin engellenmesi :** Halatın tambur çevresine 3 defadan fazla sarılması veya çelik halat kullanılması şahmerdan serbest düşmesini engeller. Düşük N sayıları elde edilir. **63.5 kg. ağırlığındaki standart şahmerdan kullanılmaması :** N sayıları temsili olmaktan uzaktır. **Örnek alıcısının ağzının düzgün olmaması :** Örnek alıcı ağzı örselenmiş ve ağız açıklığı azalmışsa N değerleri artabilir. **1"-2" çapındaki standart sondaj tijlerinden daha ağır tijler kullanılması :** Ağır tijler daha fazla enerji absorbe eder ve neticede daha büyük N sayıları elde edilir. **Sondaj derinliğinin**

dolayısıyla sondaj tijlerinin boyunun çok uzun olması:Tecrübeler 20 m. den daha derin delgilerde enerjinin delgi tijlerince absorbe edilmesi sonucu çok yüksek N sayıları elde edildiğini göstermiştir. **Şahmerdan düşme sayısının ve örnek alıcının zemine girme miktarının titizlikle gözlenmemesi:**N sayıları temsili olmaktan uzaktır. **Kullanılan sondaj yönteminin zemini aşırı derecede örselemesi:**Zemini aşırı derecede örseleyen sondaj yöntemleri N sayılarında azalmaya neden olur. **Yetersiz denetim:** Örnek alıcının ağzına iri çakıl veya taş rastlayabilir. N sayısı ani olarak artar. Tecrübesiz bir gözlemcinin bunun farkına varması olanaksızdır. **Sondaj kayıtlarının düzenli tutulmaması :**Örnekler gereği kadar ve doğru tanımlanmamış olur.

Ekler II.c-2 Yerinde Kanatlı Kesici (Veyn) Deneyi

Çok yumuşak ve ince taneli zeminlerde örselenmemiş örnek almak çok zordur örnek alınmış olsa bile, bu işlem sırasında zeminin doğal dayanım değerleri değişmiştir. Bu nedenle yumuşak ve ince taneli duyarlı zeminlerin özellikle killerin drenajsız kayma dayanımının yerinde yapılan deneylerle tespit edilmesi yolu tercih edilmiştir. Bu amaçla Veyn deneyi, dar bir zemin aralığında bile olsa etkili şekilde kullanılabilir (Şekil II-7). Kanatlı kesici olarak bilinen bu deney, yumuşak kil ve yumuşak silt gibi çok duyarlı kohezyonlu zeminlerin kayma direncini yerinde ölçmek suretiyle yaygın olarak kullanılmaktadır. Deney, zemin içine sokularak döndürülen kanatlı kesicinin kanatlarına zeminin yaptığı direncin ölçülmesi prensibine dayanır. Kanatlı kesicinin bağlı olduğu çelik çubuğa yüzeyden burkulma kuvveti uygulanarak kanatlı kesicinin dönmesi sağlanır. Kesicinin burkularak döndürülmesine karşı zeminin gösterdiği direnç uygulanan burulma momentinden in direk olarak bulunur. Burulma ağzında değişik standartlar edinilmiştir En büyük burulma hızı Amerika'da (ASTM) 6 /dakika, İngiltere'de (B.S) 6-12 / dakika, Norveç'te (NGI) 12 /dakika olarak alınır.

$$C_u = \frac{2T}{\pi D_v^2 H_v (1 + (1/3 \times D_v / H_v))} \quad \text{Eşitlik 10}$$

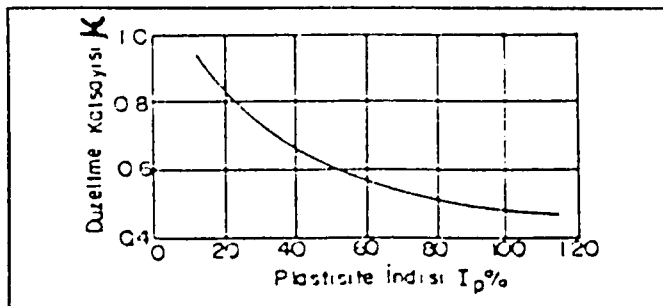
$$C_u = \frac{T}{3.67 D_v^3} \quad \text{Eşitlik 11}$$

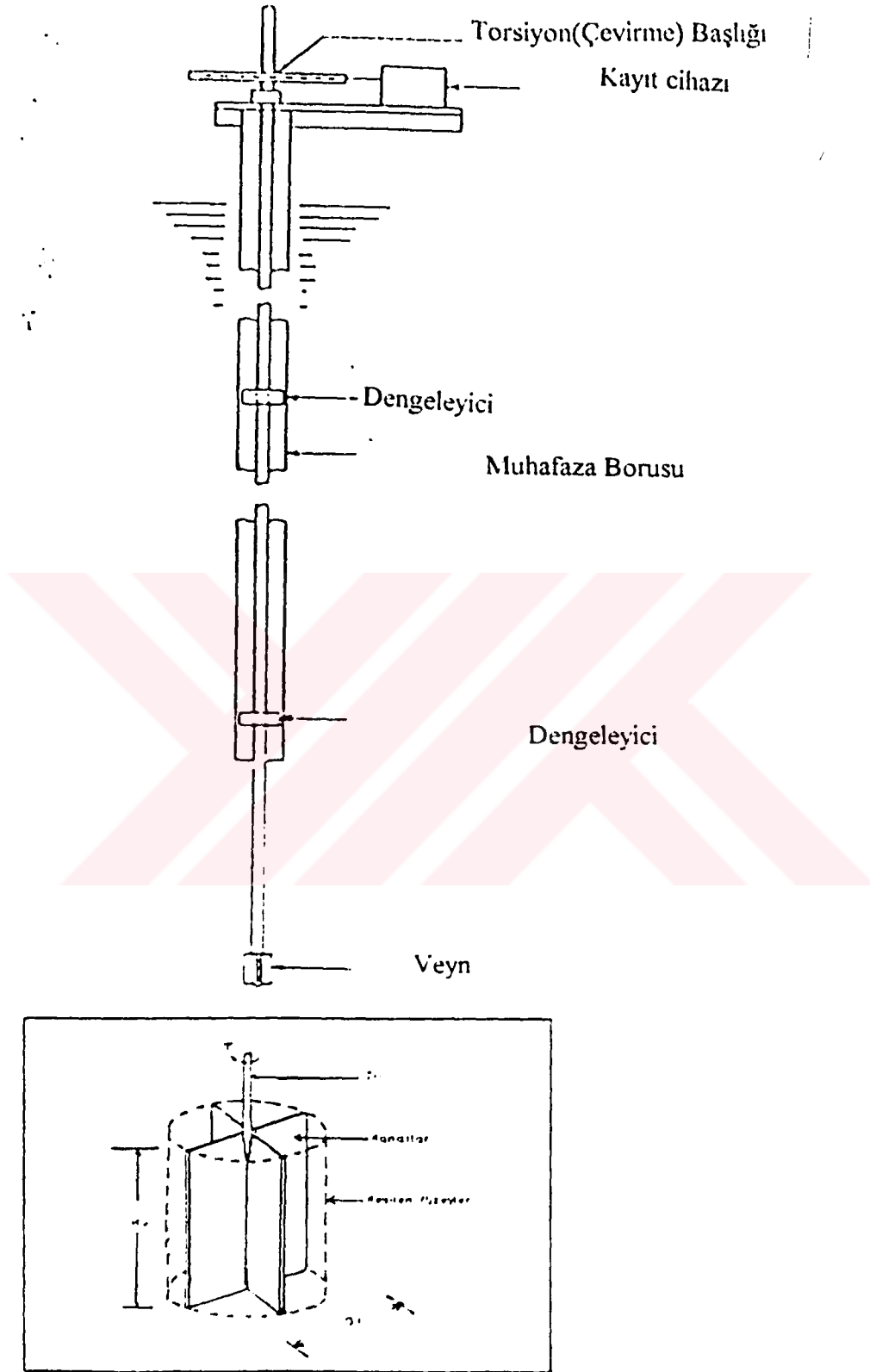
- C_u = drenajsız kayma direnci
 T = uygulanan burulma momenti
 D_v = kanat çapı
 H_v = kanat yüksekliği

Kilin kayma direnci, ki $\phi = 0$ olacağından kohezyona eşittir, Eşitlik 10 da verilen bağıntı ile bulunur. Kanat yüksekliğinin kanat çapının iki katı ($H_v = 2 D_v$) olduğu durumda bu bağıntı Eşitlik 11 deki şekle dönüşür. Yakın zamanda yapılan araştırmalar, yumuşak ve orta sertlikteki killerin kayma direncinin plastiklik derecesine bağlı olarak değiştiğini göstermektedir. Düzeltme katsayısı μ' ile kilin Plastiklik indisi (I_p) arasındaki ilişki Tablo II-14 de verilmiştir.

- $s'_u = \mu' \times s_u$
 s'_u = kilin gerçek kayma direnci
 μ' = düzeltme katsayısı
 s_u = kilin ölçülen kayma direnci

Tablo II-14 Plastik indeks ile (Vane) düzeltme katsayısı arasındaki ilişki





Şekil II.7 : Kanatlı Kesici (Veyn) takımı..

Ekler I1.c-3 İnce cidarlı tüpler

Şelbi belirli parçalardan oluşmuştur, bu parçaların ölçüleri alınmak istenen örnek oranına, çalışılan alana göre değişmiştir. Alınan örnek geniş cidarlı olursa bozulması da o kadar az olur. Başarılı bir örnek alımı için kullanılan tüp içerisinde çek-valf'in olmasına dikkat etmek gerekir. Şekil II-9' da görüldüğü gibi Şelbi tüpü olarak adlandırılan bu tür tüplerin en basit haliyle çelik veya bronzdan olmasına dikkat etmek gerekir. 24 inç uzunluğunda ve 3 1/2 inçten 5 inçe kadar da çapta olması gerekir. Bu tür tüpü civatalar vasıtasıyla başlığa birleştirmemiz gerekir. Örnek alındıktan sonra başlık kısmı tüpten ayrılıp, Laboratuvara gönderilmek için parafinlenir. Örneklerin Laboratuvara taşınması sırasında çok dikkat etmek gerekir.

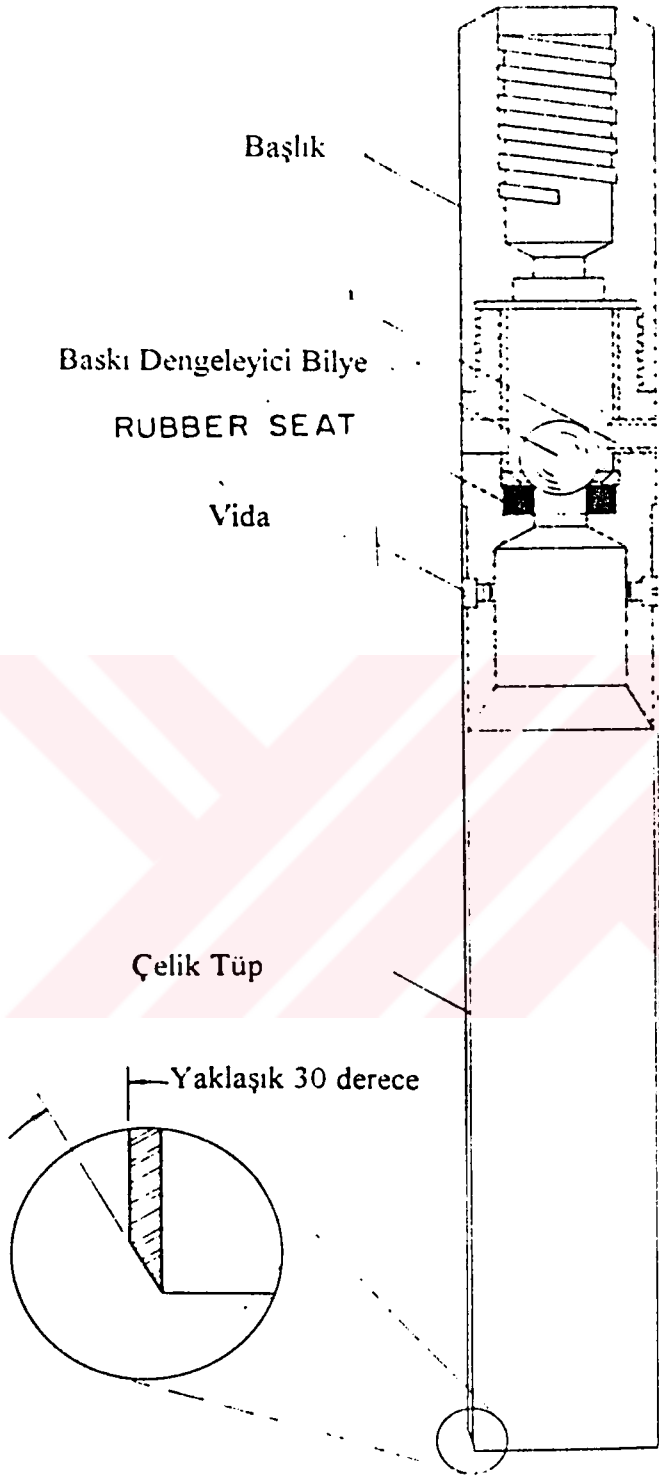
Tüpün ağız kısımları keskin olmuştur. Şelbi tüpleri ile bazı zeminler için iyi örnek alınabilir. Bu örneğin alımı sırasında sondaj makinasının hidrolik baskısı kullanılmıştır. Kesinlikle döndürme yoluyla örnek almamalıyız. Örnek tüpün içerisinde dolduğunun tespitinden sonra baskı işlemi kesinlikle durdurulmuştur. Bu tür işlemlerin yapılacağı sondaj makinalarının en az 8000paundluk (3628.6kg) bir gücü olması gerekir. Şelbi tüpleri ince taneli plastik zeminler ile turbalı zeminler için çok pratiklik sağlar. Bu yöntem çakıllı, pekleşmiş, kırılğan özellikli zeminler için uygun değildir. Elde edilecek zeminlerin zedelenmesini önlemenin en önemli prensipleri; ince cidar, geniş çap, ve tüpün yeni-temiz olmasıdır.

Kuyu içerisinde alınan örneklerin arazide ve Laboratuvar da değerlendirilmesi için; örneğin çok iyi korunması gerektiği gibi loglamanında çok iyi yapılması gerekir. Örselenmemiş örnekler, örselenmiş örneklerdeki gibi kavanoz, naylon poşete konulmayıp alındığı tüplerle birlikte Laboratuvara gönderilmelidir. Laboratuvar da yapılacak çalışmaya bağımlı olarak 3inç veya 5inç çapında örnekler alınmıştır.

3inç çaplı tüpler genellikle 1/16 inç kalınlığa, 5inç çaplı tüpler ise 1/8inç kalınlığa sahiptir. Bu tür tüplerin SPT, D&M gibi kesici çarıkları yoktur. Sondajda kesici uç veya matkap ile örnek tüpü arasındaki boşluk, tüp içerisine örselenmiş zemin dolmayacak şekilde ayarlanmıştır. Matkap boşluğu yumuşak, gevşek, ve koheziv olmayan zeminler için gerekli değildir.

İnce cidarlı örnek alıcıların kullanılışı ile ilgili temel yollar aşağıda sıralanmıştır.

- 1.Kuyudaki zeminin örnek alımı için uygun zemin olup-olmadığının tespiti,
- 2.Kuyu tabanındaki gevşek döküntü malzemelerin temizlenmesi,
- 3.Sondaj Makinasının örnek alımı için yeteri kadar basınca sahip olup-olmadığının tespiti(en az 8000 paund),
- 4.Örnek tüpünün düz, içi ve dışının çentiksiz, temiz, passız olduğunun tespiti yapılmıştır.
- 5.Tüp tabana kadar tije bağlanmış şekilde indirilmelidir.
- 6.Örnek döndürülmeksizin tek bir baskıyla elde edilmelidir.
- 7.Tüpün ilerleme uzunluğu çok dikkatli şekilde ölçülmeli ve en fazla tüp boyu kadar ilerlenmelidir, tüp boyunu aşan ilerleme örnekte sıkışmaya sebep olabilir.
- 8.İlerleme boyunda örnek alımından sonra bir kaç dakika beklenir, tüpü geri çekerken bir veya iki tur atılarak örneğin tabandan kopması sağlanır.
- 9.Örnek yukarıya zedelenmeden dikkatlice çekilmelidir.
10. Elde edilen örneğin uzunluğu dikkatlice ölçülmeli ve ilerlemeye göre yüzdesi hesaplanmıştır.
11. Örnek Laboratuvara büyük bir özenle sarsmadan taşınmıştır.



Şekil II.8 İnce cidarlı Tüp Örneği .

Ekler I1.c-4 Zeminlerde/Kayalarda yerinde permeabilite deneyleri

Deney yöntemleri; aşağıda belirtilen yöntemlerde permeabilite deneyleri yapılmıştır. Kuyu muhafaza borusu tabanına kadar temizlenmiş ve temiz suyla yıkanmıştır. Kuyuya temiz çakıl yerleştirilerek, muhafaza borusu geri çekilmiştir. Kuyu tabanı ile muhafaza tabanı arasında deney yapılacak zemin kısmı ise tamamen çakılla doldurulmuştur. Kumlardaki deneyler için ince çakıllar kullanılması gerekmektedir. Çakıllı kumlardaki deneyler için iri çakıl kullanılmıştır. Sondaj kuyusundaki su seviyesi ya beyler kovasıyla ya da kompresyonlu hava ile düşürülmesi sağlanmıştır.

Çok geçirgen zeminlerdeki (blok, çakıl ve kumlu çakıllar) sondaj kuyularında sabit seviyeli deneyler yapılmıştır. Kuyudaki muhafaza borusu kuyu tabanı ile aynı seviyede olmalıdır. Kuyu muhafazanın tabanına kadar dikkatlice temizlenecek ve sondaj tijleri ile veya kuyu tabanından 2 metre yukarıda tutulan bir boru ile kuyudan su temiz gelinceye kadar suyla yıkanması sağlanmıştır. Su, kuyuya bir su sayacı vasıtasıyla sabit bir süratle, sabit bir seviye elde edilinceye kadar pompalanmıştır. Sabit seviye en azından 15 dakikalık bir süre için tutulmuştur.

Tanım: Permeabilite (kayaç-zeminlerin su geçirme kabiliyeti) belirli miktardaki malzemeden, belli bir basınç altında ve belli zamanda geçebilen su miktarı demektir. Geçirimsizlik arazide ve laboratuvarında yapılan çeşitli yöntemlerle belirlenmektedir. Arazide yapılan deneyler sonucu bulunan değerler örnek alma tekniğindeki hatalar nedeniyle laboratuvarında bulunan değerlerden daha fazla olmaktadır. Burada mühendislik jeolojisi çalışmalarındaki önemi nedeniyle sadece arazide yapılan geçirimsizlik deneyleri konu edilecektir. Bu su granüler yapıdaki malzemede taneler arasındaki boşluklardan, fissür, çatlak ve büyük boşluklardan geçer. Ayrıca kayaç içindeki açıklık ve boşluklar büyüdüğü çoğaldığı oranda geçecek su miktarı da artar. İri taneli ve çatlaklı bir formasyon, ince taneli ve kompakt bir kayaçtan daha geçirimsizdir.

Arazide yapılan deneyler gözönüne alınarak kayalar Lugeon(1/m/dak.) birimine veya geçirimsizlik katsayısına $K(\text{cm/sn})$ göre sınıflandırılırlar. Lugeon bir metrelik zonda bir dakikada $10 (10 \text{ kg/cm}^2)$ atmosfer basınç altında bir litrelik su iletimi olarak tanımlanmaktadır. Diğer bir tanım şekli ise metre başına dakikada 10 kg/cm^2 lik gerçek basınç altında bir litrelik su kaybıdır. Bu birime göre kayalar aşağıdaki gibi sınıflandırılmaktadır.

Lüjyon	Kaya Sınıfı
< 1	Geçirimsiz
1-5	Az geçirimli
5-25	Geçirimli
>25	Çok geçirimli

Permeabilite katsayısı birimi DARCY (m/sn)'dir.

1 lugeon = 10 m/sn.dir.

Amaç: Geçirimsiz bir kayaç, temel için arzu edilen ortamdır. Toprak barajlar ve diğer hidrolik yapıların projelerinin hazırlanmasında temelin ve yamaçların su geçirimsizliği büyük ölçüde rol oynar. Temeldeki tabakalara sızacak olan su, üzerindeki yapıyı hidrostatik kaldırmaya tabi tutacağından yapının ağırlığını azaltmış gibi görür. Sızacak suların etkisiyle sürtünme mukavemeti azalacağından yapının yıkılması durumu da ortaya çıkabilir. Bununla ilgili diğer bir özellikte, kaya içindeki su akımının yeter derecede hızlanmasıyla temelde borulanma veya erozyona sebep olmasıdır ki, bu olaylarda temel mukavemetini azaltacağından tehlikeli durumlar yaratabilir. Bu nedenle temel kayacın ve yamaçların su geçirimsizlik durumunun çok dikkatli etüd edilmesi ve projelerin ona göre hazırlanması icap eder. Formasyonların permeabilitesinin bilinmesi temeline dayanmaktadır. Bu sebeple aşağıdaki maddelere dikkat etmek gerekmektedir.

- a- Temel ve yamaçlardan olması muhtemel su kaçaklarının tahmini,
- b- Temelin ve civarındaki yapının doygunluk derecesinin saptanması,
- c- Toprak barajlarda kullanılacak malzemenin bulunması,
- d- Temelde ve civarındaki malzemede mevcut boşluk ve çatlakların ne kadar basınca dayanabileceğinin tahmin edilmesi gerekir.

Arazide yapılacak geçirimsizlik ölçümlerinde ölçüm yöntemini seçerken göz önünde bulundurulması gereken noktalar şunlardır. A) Amaca göre: Temelde olacak kaçakları ve bunları önleyebilme olanaklarının araştırılması, buna yönelik olarak kaya temellerde herhangi bir seviyenin veya enjeksiyon perdesinin geçirimsizliğinin araştırılmasında Basınçlı Su Deneyi, Alüvyonlarda ise Basınçsız Su Deneyleri ile geçirimsizlik belirlenmektedir. B) Temel Özelliğine göre: Kuru zeminlerde tüm su basma deneyleri uygulanabilir. Homojen, kırıklı, ince taneli veya kaya temellerde ise basınçlı su deneyi başarı ile uygulanmaktadır. Ancak karstik ortamlarda aynı başarı elde edilemez.

Basınçlı Su Deneyi İncelenen zeminin belirli bir kısmında, belirli bir basınç altında, kuyuya verilen suyun belirli zaman içindeki kaybını ölçme esasına dayanır.

Uygulama Yolu:

- 1) Takım boyu hassasiyetle ölçülmeli ve su miktarı ile zaman, ekipmanın müsaadesi oranında sıhhatli saptanmalıdır.
- 2) Tecrübelerde mümkün olduğu kadar temiz su kullanmalıdır. Şayet temiz su temini zor ise bir çukur veya tank içinde suyu dinlendirerek süsyansiyon haldeki silt ve milin çökmesinden sonra kullanmak yerinde olur. Suda az miktarda da olsa bulunan silt, mil ve diğer ince elemanlar formasyondaki çatlak ve açıklıkları kapayarak yanlış sonuçlar alınmasına neden olabilirler.
- 3) Diğer önemli bir noktada, kullanılan suyun ısısı eğer mümkünse, yeraltısuyu sıcaklığından yüksek olmalıdır. Böylece formasyondaki çatlak ve boşluklar içinde hava

kabarcıklarının oluşumu önlenmiş olur. Bu şekilde hava kabarcıklarının birikmesi bizi çok yanlış sonuçlara götürebilir.

4) Lastik tıkaçlar deney sırasında hiç bir zaman muhafaza borusu içinden sıkıştırılmamalıdır. Muhafaza boruları kuyuya ne kadar sıkı sıkıya geçerse geçsin kuyu cidarı ile muhafaza borusu arasında boşluklar vardır. Böylece muhafaza borusunun açık ucundan sızan suyun deney yapılan kısımdan diğer taraflara sızmasına kolay bir geçiş sağlanmış olur.

5) Deneye başlamadan önce kuyuyu deney yapılacak seviyenin üzerine kadar su ile doldurarak, bir müddet suyu dengede tuttuktan sonra boşaltarak tecrübeye başlamak gerekir. Böylece sondajdan kalan kırıntılar dışarı atıldığı gibi deneyin sıhhat derecesinde artırılmış olur.

6) Bilhassa son derinliğe kadar delinen kuyuda çift lastikli deney takımı ile deney yapılmadan kuyu boydan boya yıkanmalıdır. Kuyuda yıkama işlemi yapılmazsa, kırıntılar ve sondaj çamuru boşluk ve çatlakları tıkayacak, esasında geçirimli olan formasyonların geçirimsiz gibi görünmesine sebep olur. Böyle bir durumda tespit edilen permeabilite katsayısı formasyonun hakiki permeabilite değerinden küçük olur.

7) Deney yapılırken lastiklerin zemine iyice intibak ederek yapılmış olmalarından emin olmak lazımdır. Ancak bu sayede kuyuya verilen suyun başka yere kaçamayıp deney kısmına sevk edilmesi temin edilebilir. Su sızdırmayan veya az sızdıran zeminlerde lastik iyi sıkılmadığı takdirde delik ağzından su gelerek vaziyeti gösterir. Fazla su sızdıran zeminlerde ise, lastiklerin geçirmezliği temin edememesi yüzünden, tecrübe yapılan kısmın dışında, su tamamen kaçmakta ve böylece yanlış sonuçlar elde edilmektedir. Bu nedenle deneye başlanırken lastiğin isabet edeceği kısım, alınan karotlardan iyice etüd edilmeli ve mümkün olduğu takdirde çatlaksız ve parçasız zemine intibak ettirilmelidir.

8) Basıncı su deneylerinin yapılmasında karşılaşılan zorluk, tıkaçların kaya cidarına her zaman iyi bir şekilde oturtulamamasıdır. Böyle bir durumla karşılaşıldığında denenen kısmın boyu artırılır veya azaltılır veya daha önce deneyi yapılan kısım ile yeni denenecek kademeler kısmen üst üste bindirilir. Bu işlemler lastikler tutturuluncaya kadar devam ettirilir.

9) Her kuyuda boydan boya deney yapılmalıdır. Kademe boyu, deneyin yapıldığı formasyonun yapısı ile ilgili olup genellikle 2 m. olarak alınır.

10) Bazı deneylerde 2 m.lik kademe boyunda su kayıpları, pompanın bastığı su miktarından daha fazla olabilir. Neticede de deneyden istenilen basınç elde edilemez. Bu gibi hallerde kademe boyu küçültülerek veya pompa kapasitesini artırmak için iki pompa paralel bağlanarak istenen basınç sağlanır. Bazı zeminler fazla miktarda su kaçırdığından, tecrübeye kullanılan pompanın verimi kafi gelmemekte ve böylece verilen su tamamen kayıp olmaktadır. Böyle bir durumda basıncında istenilen şekilde yükseltilemeyeceği normaldir. Buna karşı akla gelen bir tedbir 2 m.lik tecrübe zonunun boyunu kısaltarak, örneğin 1 m.ye indirerek, arzu edilen basınç elde edilmeye çalışılır.

11) Kademe boyu 6 m.den fazla alınmamalıdır. Aksi halde formasyonların geçirgen olan kısımlarının tespiti ve neticede de hesaplamalar zorlaşır.

12) Kolayca anlaşılacağı gibi bir su tecrübesinin sıhhatle yapılabilmesi ve doğru sonuçlar alınabilmesi için önemli şartlardan birisi kullanılan pompanın arzu edilen su ve basıncı sağlayacak kapasitede olmasıdır. Düşük debili pompalar su kaçağı fazla olan zonlar da yeterli olamayacağından kullanılması uygun değildir.

13) Her tecrübeden önce tulumbanın kontrolden geçirilmesi, emiş valfi tarafının pislik ve kumlardan temizlenmesi ve motorun tam randımanlı çalışmasını temin edecek önlemlerin alınması yerinde olur.

14) Kullanılan tulumbanın formasyonun geçirdiği suyu ve istenilen basıncı temin edemediği hallerde deney formlarına "verilen su gitti" veya "basınç yükselmedi" şeklinde ibareler konarak bu durum belirtilmelidir. Böyle bir sonuç, denenen kısmın permeabilite sinin tayinine olanak vermez. Ancak bu kısmın permeabilite sinin yüksek olduğu söylenebilir. Bu gibi hallerde oldukça yaklaşık bir tahmin yaparak takribi bir permeabilite tayini arzu edilen husustur.

15) Su sayaçları sıkça kontrol edilmeli şüpheli görünenler değiştirilmelidir.

16) Tij manşonları ve yerüstü bağlantı ağızları sıkça bağlanmalı, su kaçırmayı kontrol edilmelidir.

17) Su deney lastiğinin çatlayıp yıpranmamış olmasına ve lastik boyunun 0.50 metreden kısa olmamasına dikkat edilmelidir.

18) Çektirme yöntemiyle çalışan deney takımlarında lastiği şişirmek için kullanılan sıkıştırma kolu uzunluğu deney lastiğinin boyunu geçmeyecek şekilde ayarlanmalıdır.

19) Deney öncesinde karotlar incelenmeli, lastik tutturulacak yerin, boşluklu, kırıklı, karot yüzdesi düşük kısma rastlaması durumunda yer değiştirilerek sağlam yerden tutturulmaya çalıştırılmalıdır.

20) Basıncı su deneyi yapılacak zonda delme gücünü yenmek amacıyla çimentolama yapılmamalıdır. Bentonit çamuru kullanılmamalıdır.

21) Deneye başlamadan önce kuyudaki su seviyesi ölçülmelidir.

22) Manometreler kuyu ağzına yerleştirilmelidir. Doğru çalışıp çalışmadığı izlenmelidir. Ayrıca manometrenin kuyu ağzından yüksekliği ölçülerek kaydedilmelidir.

Tek Lastikli Basınçlı Su Deneyi :Deneyde NW veya HW muhafaza borusu , AW veya BW tij kullanılır. Manometre, su başlığı ile tijler arasına yerleştirilmesi önerilir. Manometre bağlantı yeri, su başlığından itibaren aşağıya doğru tij çapının en az on misli mesafede olmalıdır.

Temel sondaj kuyusu 2-3 m derinleştirildikten sonra, yeni delinen kısımda basınçlı su deneylerinin yapılması, en çok tatbik edilen metoddur. Buna **Tek Lastikli Basınçlı Su Deneyi** denir. Bu yöntem çürük ve göçebilen formasyonlarda açılan deliklerde uygulanır. Basınçlı su deneyi yapıldıktan sonra, bu çürük ve göçebilen kısımlar çimentolanır, çimento tekrar delinerek lastik çimentolanmış kısmın ucuna tutturularak daha alt seviyedeki çimentolanmamış kısımda deneye devam edilir. Delinen kısımların çimentolanması muhakkak basınçlı su deneyinin yapılmasından sonra yapılmalıdır. Aksi halde deney sonuçları yanlış olur. Çimentolama formasyonunun porozitesini ve permeabilitesini azaltır ve bazı fiziksel özelliklerini değiştirir.

Çürük ve yıkıntı yapan formasyonlarda açılan deliklerde kademe boylarını büyük almak pratik olmaz. Kademe boyunun kısa alınması şarttır.

Çift Lastikli Basınçlı Su Deneyi Sondajın yapıldığı formasyon sağlam ise, kuyu son derinliğe kadar delinir. Sağlam formasyonda açılan delikte, basınçlı su deneyine delik tabanından başlanır. Her kademedeki yapılan deneyden sonra, basınçlı su deney takımı kademe boyu kadar genellikle (2 m.) yukarı çekilip deneyler tekrarlanır. Buna da **Çift Lastikli Basınçlı Su Deneyi** denir.

Kuyuya su verilir verilmez ölçmelere başlamaktansa, daha evvel kuyuya 5 ila 10 dakika müddetle su vermek, gerek kuyuya suyun girişini ve gerekse kuyudaki su seviyesinin sabit tutulmasını daha çabuk temin edeceğinden tercih edilmelidir.

Deneyin yapılması esnasında istenilen basınçta suyun kuyuya gönderilmesi için, basınç ayar ve avare vanası ile oynayarak manometrenin istenilen basınca yükselmesi sağlanır. Basınçlı su deneylerinin devam edeceği süre, formasyonun yapı ve karakterine bağlıdır. Kaba taneli formasyonlarda 20 dakika, ince taneli zeminlerde 10 dakika süre ile istenilen basınçta kuyuya su verilerek ön deney yapılır ve manometrenin sabitliği temin edilir. Esas deneye bundan sonra başlanmalıdır.

Ekler II.c-5 İnce taneli zeminleri tanımlama ile ilgili pratik bilgiler

Burmister Sınıflaması

<u>PI</u>	<u>Yuvarlandığında çap</u>	<u>plastik derecesi</u>	<u>Tanımlama</u>
0	-	Plastik değil	Silt
1-5	6mm	Çok az plastik	Killi SİLT
5-10	3mm	Düşük Plastik	Silt ve Kil
10-20	1.5mm	Orta plastik	Kil ve Silt
20-40	0.8mm	Yüksek Plastik	Siltli KİL
>40	0.4mm	Çok yüksek Plastik	Kil

Çubuk testi

Zemin elle yoğrularak çok ince çubuklar haline getirilmiştir. Çubuğun inceliği kil içeriğine ve kil mineralojisine göre değişir.

Zemin ele bulaştığında yapışkan ve yağlı bir his vermiştir.(Yoğunlukla yüksek Plastiklikli killer)

Zemin örneği bıçakla kesildiği zaman parlak bir yüzey elde edilirse bu özellik kilin varlığına bir işarettir.

Çürümüş organik madde ve gaz içerenler belirli oranda kokuda yayabilirler. Bu organik zeminin olabileceğinin göstergesidir.

Kavanoz testi :

İnce taneli zeminlerdeki oranlarla-iri taneli zeminlerdeki oranların kabaca tanımlanması amacıyla yapılır. Bir cam kavanoz yarısına kadar su ile doldurulur, 4 cm uzunluğunda bir örnek ufalanarak kavanoza doldurulur. Kavanoz kapalı durumda 30 sn kadar çalkalanır. Kavanozdaki karışımın iyice dağılmış olduğunu tespit ettikten sonra karışım dinlenmeye bırakılır. Kum boyutundaki malzemeler 20-30 saniyede , silt ve kil boyutundaki malzemeler ise 50 dakika civarında dibe çökerler. Burada malzemenin göreceli hacimlerini tahmin ederek isimlendirme yapabiliriz.

Asid Test:

1/10 civarındaki seyreltilmiş HCL den bir damla zemin veya kayaya damlatıldığı zaman tepki veriyorsa CaCO_3 var deriz.

Tatma Testi:

Yüksek Plastik kuru zemin dili çeker, yani dile yapışır. Bu durum kilin çeşidine göre değişir.

Sürüklenme Testi:

Kuru zemin örneğini avuç içerisinde toz haline getirdikten sonra elimize 10-15 derece arasında bir açı vererek diğer elimize veya yere dökmeye başlayalım, öncelikle iri taneli parçacıklar sonrada ince taneli parçacıkların büyük bir bölümü dökülmeye başlar.

Ekler III LABORATUVAR DENEYLERİ

Arazide alınan örneklerden Laboratuvar için uygun olanlar çalışma alanından seçilmiş ve fiziksel, mekanik, dizayn parametreleri açığa çıkarılmıştır. Bu amaçla kayada Nokta Yükleme Deneyi, Serbest Basınç, Üç eksenli, Kuru Birim Hacim Ağırlık deneyleri yapılmıştır. Bu deneylerin bazılarının yapım yöntemleri aşağıda açıklanmıştır. Deney Sonuçları ise Bölüm 4.6. da Tablolarla gösterilmiştir.

Ekler III-a ATTERBERG LİMİTLERİ

Ekler III.a-1 Likit Limit Deneyi

Likit Limit (LL , W_{LL}) bir; zeminin plastik durumdan sıvı duruma geçtiği andaki su muhtevasıdır. Bu limit "CASAGRANDE likit limit aletinde açılmış standart bir yarığın, 25 darbede 13 mm lik kısmının kapandığı andaki su muhtevası olarak tanımlanır.

Amaç: Zeminin likit limitinin saptanması;

Araç ve gereçler: a) Likit limit aleti b) Oluk açma bıçağı, c) Cam plaka, d) Porselen pota ,e) Saf su ve pipet; f) Spatül g) Su muhtevasının saptanması için gerekli (kap, etüv, terazi) h) No: 40 elek.

Yöntem: a) Önce, likit limit aletinin uygululuğunu kontrol edin. Düşme yüksekliğinin tabandan -itibaren 1 cm., olması gerekir. Bu ayar, sap kısmının kalınlığı 1 cm. olan oluk açma bıçağı ile yapılabilir.

b) 40 nolu elekten geçen yaklaşık 150 gram malzeme alın ve porselen potaya koyun az miktarda su ilave ve iyice karıştırın.

c) Zeminden bir parça alarak likit limit aletine koyun. Maksimum derinliği 1 cm. olacak şekilde yüzeyini, düzeltin

d)Oluk açma bıçağı ile zemini ortasından ikiye ayırın. Oluk temiz açılmalıdır.

e) Kolu, Saniyede yaklaşık iki devir yapacak şekilde döndürün. Oluk tabanındaki kapanma uzunluğu 13 mm. olduğu andaki darbe sayısını saptayın. Darbe sayısı 40-60 arasında ise oluğun kapandığı yerden yaklaşık 10 gr. numune alın ve su muhtevasını saptanması için etüve koyun

f) Zemini daha fazla su ile karıştırarak, c, d, ve e deki işlemleri tekrarlayın. Bu kez darbe sayısı 20-30 arasında olmalıdır.

g) Zemini tekrar su ile karıştırarak, c,d ve e deki işlemleri tekrarlayın, Sonuncu olan bu işlemde darbe sayısı 10-15 arasında olmalıdır.

Hesaplamalar: Darbe sayılarına karşılık gelen su muhtevalarını hesaplayın. Su muhtevası ile likit limit aletindeki darbe, sayısı ilişkisini grafik üzerine işaretleyin. Elde ettiğimiz üç noktadan, geçen en uygun doğruyu çizin. Akış eğrisi olarak tanımlanan bu doğru üzerine 25 darbeye karşılık gelecek su muhtevasını bulun. Bu su muhtevası "Likit limit" dir ve en yakın tamsayı ile yüzde olarak yazılmalıdır.

Ekler I11.a-2 Plastik Limit Deneyi

Plastik limit (PL, W_{LL}) zeminin 3 mm çapında bir iplik halinde yuvarlatıldığında yüzeyinde ilk çatlakların olduğu andaki su muhtevasıdır.

A m a ç: Zeminin plastik limitinin saptanması,

Araç ve gereçler: a) Cam plaka, b) Spatül, c) Su muhtevasının saptanması için gereçler,(kap, etüv, terazi), d) No. 40 lu elek, e) Saf su piset.

No 40 elekten elenmiş 20 gr kadar zemin alıp saf su ile, bir top şekline alacak kıvama gelinceye dek karıştır. Elde ettiğiniz topu el ayası ile cam plaka üzerinde yuvarlayıp incelterek yaklaşık 3 mm. çapında zemin iplikçığı elde edin. İplikçığın yüzeyinde herhangi bir çatlama yoksa tekrar top haline getirerek 3 mm kalınlığındaki iplikçiklerin yüzeyinde çatlaklar görülünceye dek bu işlemi tekrarlayın Uygun ipliklerin su

muhtevasını saptayın. Bu deneyde kullanılan zemini numunesi plastik kıvamda hazırlanır ve elde yuvarlanarak su muhtevasının azalması sağlanır.

Ortalama bir değer etmek için en az 3 deney yapılmalıdır.

Hesaplamalar: Zeminin su muhtevasını hesaplayarak en yakın tam sayı ile yüzde olarak ifade edin.

PLASTİSİTE ENDİSİ(PI) likit limit ile plastik limit arasındaki nümerik farktır. Likit veya plastik limit tayin edilemiyorsa zemin 'non- plastiktir. (NP). Eğer plastik limit likit limite eşit veya ondan büyükse plastisite endisi sıfır olur.

Ekler II.1.b ÖZGÜL AĞIRLIK

Burada özgül ağırlığı, belirli bir hacimdeki zemin tanelerinin havada ölçülmüş olan ağırlığının + 4C sıcaklıkta ve aynı hacimdeki arı suyun havada ölçülmüş ağırlığına oranı olarak tanımlanır. Yani,

$$G_s = \frac{W_s/V}{W_w/V}$$

Burada G_s :Özgül ağırlık, W_s =Tanelerin ağırlığı, W_w :Arı suyun +4°C, deki ağırlığı.

V:hacim, γ_s :tane birim hacim ağırlığı, γ_w :arı suyun, +4°Cdeki birim hacim ağırlığıdır.

Amaç: Zeminin özgül ağırlığının hesaplanması

Araç ve gereçler: a)Yoğunluk şişesi(Piknometre) b)Vakum Pompası c)Saf su d)Termometre e) Terazi f) Çeşitli kaplar g) Desikatör h)Etüv i) Mekanik karıştırıcı (mikser)

Yöntem: a)Bağlı yoğunluk şişesini boş ve kuru olarak tartın(W_b) b)Etüvde kurutularak desikatörde soğutulmuş zemin numunesinden 50-100 gr. kadar alın (W_s). c)Zemin numunesini porselen kap içine koyarak saf su ile karıştırın. Zemin-su karışımını mikserin içine boşaltın. 200 cm³ lük zemin su karışımı elde edecek şekilde saf su ilave edin. Zemin su karışımını 10 dakika karıştırın, d) Mikserdeki zemin-su karışımını piknometreye aktarın, Piknometreye, boyun kısmını, geçmeyecek şekilde, havası, alınmış saf su ilave edin. e) Piknometrenin içindeki karışımın havasını en az 10 dakika süreyle alın f) Piknometreye, hacim çizgisi meniskusün alt seviyesine tam olarak gelecek şekilde havası alınmış saf su ilave ,edin. Piknometreyi ihtiva ettiği zemin-su karışımıyla birlikte ve 0.01 gr. hassasiyetle tartın(W_{b+s}),g) Piknometreyi havası alınmış su ile yeniden doldurarak 5-10 dakika vakum uygulayın. Hacim çizgisinin hizasına kadar su ile doldurarak tartın (W_{bw})

Hesaplamalar: Özgül ağırlığı G_s , aşağıdaki bağıntıyı ve ekteki tabloyu kullanarak hesaplayın.

$$G_s = \alpha \cdot W_s / (W_{bv} + W_s - W_{bws})$$

Deney sırasında ölçülen su sıcaklığı +4Cden farklı olduğundan sıcaklığın suyun birim hacim ağırlığı üzerindeki etkisini dikkate almak gerekir. Sıcaklık düzeltme faktörü sıcaklığa bağlı olarak aşağıda verilmiştir.

T °C	4	15	20	25	30	35
α	1.0000	0.9999	0.9982	0.9971	0.9957	0.9941

Yukarıda izah edilen deney yöntemini

$$0.02 G_s(\text{en büyük} + G_s(\text{en küçük})) \geq G_s(\text{en büyük})$$

Eşitliğini sağlayacak iki G_s değeri buluncaya kadar tekrarlayın. Bu iki değerlerin ortalamasını alarak zeminin özgül ağırlık değerini G_s belirleyin. En yakın $0,01$ değerine yuvarlatın.

Ekler III.c ELEK ANALİZİ (Tane Boyu Analizi)

Tane boyu analizi bir zemin kütlesini oluşturan değişik boyuttaki tanelerin bağıl oranlarını saptamak için yapılır. Bu analiz zeminlerin mühendislik açısından sınıflandırılması için kullanılan genel bir yöntemdir. Zemin önemli ölçüde kil ve silt içeriyorsa tane boyu analizi hidrometre ile yapılır.

Amaç: İri deneli zeminlerde tane-boyu analizinin yapılması

Araç ve Gereçler: a) Bir takım elek, b) Elek fırçası, c) Tepsiler, d) Teraziler, g) Sarsma tablosu, f) Lastik tokmak.

Yöntem: a) Etüvde kurutulmuş örnekten yaklaşık 500 gr. alın. Tepsi içinde lastik tokmak ile dövün. b) No 8 eleği. No. 200 eleğin üstüne koyun. Tokmakla dövülüp yeterince ufalanan numuneyi No.8 eleğin üstüne koyun. Zemin, elek altından akan su temiz olana dek, musluk suyu ile yıkayın. Ancak, bu işlem yapılırken No. 200 elek üstünde kalan malzeme hiçbir zaman 150 gramı aşmamalıdır. Çok hassas ve kıymetli olan bu elek kolaylıkla zedelenebilmektedir. c) Elek üzerinde kalan malzemeyi, eleği tersinden

yıkayarak, tepsinin içine dikkatlice aktarın. İçindeki fazla suyu dökün. Islak zemini kuruması için etüve koyun **d)** Ertesi gün, laboratuvara gelerek, fırında kurumuş artık malzemeyi tartın ve bir dizi elekten geçirin. Bu amaç için tercihen No 4,10, 20, 40, 60, 140 ve 200 elek dizisini kullanın. Elek dizisini mekanik sapma tablasında 5-10 dakika süre ile sarsın. **e)** Her elek üzerinde kalan malzemeyi dikkatle tartın. **f)** Elekler üzerinde kalan malzemelerin toplam ağırlığı ile fırında kuruttuğunuz malzeme ağırlığını. karşılaştırın, %2 den fazla malzeme kaybı deneyin baştan tekrarını gerektirir

Hesaplamalar: **a)**Hesaplamalarda ekteki,hesap tablosunu kullanın. **b)** Her elekte kümülatif kalan ağırlık, herhangi bir elek üzerinde kalan zemin ağırlığı ile, bu eleğin üzerindeki elekler üzerinde kalan zemin ağırlıklarının toplamı ile saptanır. **c)** Her elekte kümülatif % kalan değerleri; her elekte kümülatif kalan ağırlıkların, yıkama öncesi orijinal malzeme ağırlığına bölümü ile bulunur. **d)** Her elekten kümülatif % geçen değerler ise C şikkındaki yüzdelerin %100'den çıkartılması ile saptanır. **e)**Elek No.larını ve d şikkında hesaplanan değerleri kullanarak tane çapı dağılım eğrisini ekteki grafik üzerinde çiziniz. **f)** D_{10} , D_{30} , ve D_{60} değerlerini grafik üzerinde gösterin. C_u ve C_c değerlerini hesaplayın.

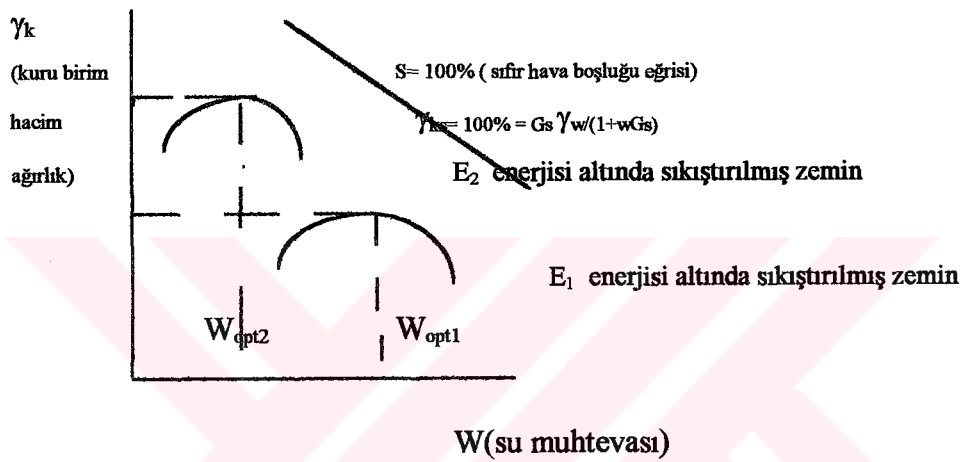
Ekler II.1.d SIKIŞTIRMA_(Kompaksiyon)

Zeminlerin stabilizasyonu için kullanılan yöntemlerin içinde en ucuzu sıkıştırma (kompaksiyon) yöntemidir. Sıkıştırma zeminin yoğunluğunu, kayma mukavemetini, şişme özelliğini arttırır sıkışabilirliğini, permeabilitesini ve rötne özelliğini azaltır. Sıkıştırma işleminde su kullanılır Su tanelerin birbiri üzerinden kaymasını kolaylaştırır. Belirli bir zemin için belirli bir sıkıştırma enerjisi ile en yüksek sıkıştırmayı sağlayan belirli bir su muhtevası vardır. Bu su muhtevası optimum su muhtevası olarak tanımlanır. Aynı sıkıştırma enerjisi altında, Optimum su muhtevasından farklı bir su muhtevası ile yapılan sıkıştırma sonucunda elde edilen sıklık optimum su muhtevası ile elde edilenden düşük olmaktadır. Sıkıştırma miktarı kuru birim hacim ağırlık değeriyle ölçülür.

Sıkıştırma enerjisi arttıkça optimum su muhtevası azalmakta, maksimum yoğunluk artmaktadır

Yukarıdaki ifadeler aşağıdaki şekilde özetlenmiştir.

Sıkıştırma işlemi boşluklardaki tüm havanın dışarıya çıkartılması ile sonuçlansaydı (S=100%) şekilde S= 100% ile işaretlenen eğri elde edilirdi. Boşluklardaki tüm hava dışarı çıkartılamayacağından herhangi bir sıkıştırma eğrisi S = 100% (ve sıfır



Şekil III-1. Su Muhtevası-Kuru Birim Hacim Ağırlık Değişimi

hava boşluğu) eğrisinin altında yer alacaktır.

Ekler III.d-1 Standard Proktor Kampaksiyon Deneyi: Araziye sıkıştırma işlemi sırasında zemine karıştırılacak su muhtevasını saptamak ve zeminin bu su muhtevasında sıkıştırıldığında ulaşacağı sıklık mertebesini saptamak için laboratuvar sıkıştırma deneyi yapılmaktadır. Bu deneylerden biri standart proktor deneyi olup, bu deneyde kullanılan aletin özellikleri aşağıda sıralanmıştır

ÇEKİÇ AĞIRLIĞI : 5.5 lb (1 lb= 0.4536 kg), DÜŞÜŞ YÜKSEKLİĞİ : 12 inç, KALIP ÇAPI: 4 inç. KALIP YÜKSEKLİĞİ : 4.58 inç, KALIP HACMİ: 1/30 ft³

Standart Proktor Deneyinde sıkıştırma enerjisi 12,375 ft.lb/ft³ olmaktadır. Zemin, kalıp içinde 3 tabaka halinde sıkıştırılmakta, her tabaka için darbe sayısı 25 olup çekiç 12 inç yükseklikten düşürülmektedir.

Deneyin Yapılışı-Amaç: Standart proktor kompaksiyon deneyi ile zeminin optimum su muhtevasını ve maksimum kuru birim hacim ağırlığını saptamaktır.

Araç ve gereçler: a) Proktor kompaksiyon kalıbı b)5.5 lb. ağırlığında özel çekiç, c) Tepsi d) Palet bıçağı, e) Terazi, f) ölçekli silindir, g) Numune çıkarıcı, h)Kepçe i) No 4 elek, k)su muhtevası tayini için gerekli araçlar.

Yöntem : a)Boş proktor kalıbını tabanı ile birlikte (halkasız olarak) 0.01 gr. hassasiyetle tartın. ,(W₁), kalıp hacmini ölçerek saptayın (V), b) 3 kg kadar zemin numunesi alın, topraklar mevcutsa lastik tokmakla parçalayın ve No.4 elekten eleyin. c)Kalıp içerisine sıkışmış yüksekliği kalıp yüksekliğinin 1/3'ü olacak şekilde zemin doldurun d)Kalıp içindeki zemini özel çekiç kullanarak 25 darbe ile sıkıştırın. Darbelerin, zemin yüzeyindeki her noktaya eşit olarak yapılmasına itina gösterir. e)Sıkıştırma işlemini 2. ve 3. tabakalar için tekrarlayın. 3 tabaka sıkıştırıldığında, sıkışmış zemin hacmi kalıp hacminden biraz fazla olmalıdır. Zemin yüzeyi bıçak ile kesilerek düzeltilir. f) Halkayı çıkartın, zemin yüzeyini düzeltin. Sıkıştırılmış zemin numunesini silindir kalıp ve tabanı ile birlikte tartın. (W₂) g)Numune çıkartıcıyı kullanarak zemini çıkartın. Silindirik zemin numunesinin alt üst ve ortasından 100 gr. kadar örnek alarak su muhtevasını saptamak üzere etüve koyun. h) Zemin numunesini parçalayıp orijinal malzeme ile karıştırın. Su muhtevasını yaklaşık olarak %3 kadar arttırır. Suyun zemin içinde üniform olarak dağılmasına dikkat edilmelidir. Su miktarının kontrolunda ölçekli silindiri kullanın. i)

c,d,e, f, g deki işlemleri tekrarlayın. k) Sıkıştırma işlemine, her yeni deney için su muhtevasını yaklaşık %3 arttırarak devam edin. W_2 ağırlığında azalma olduğunda deney tamamlanmış olur.

Hesaplamalar: Hesaplamalarda ekteki tablo ve grafiği kullanın. Hiç bir deney için su muhtevasını W , Islak birim hacim ağırlığı γ ve kuru birim hacim ağırlığı γ_k bulun.

$$\gamma = (W_2 - W_1) / V \text{ ve } \gamma_k = \gamma (1 + W)$$

şeklinde hesaplanacaktır.

Su muhtevası ve kuru birim hacim ağırlık değerlerini grafik kağıdına işaretleyip sıkıştırma eğrisini çizin. Maksimum kuru birim hacim ağırlık ve optimum su muhtevası değerlerini işaretleyin.