T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FETHİYE YERLEŞİM ALANI ZEMİNLERİNİN MÜHENDİSLİK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ VE JEOTEKNİK HARİTALARININ COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ (CBS) KULLANILARAK HAZIRLANMASI

ÖZNUR KARACA

Danışman: Prof. Dr. Remzi KARAGÜZEL

DOKTORA TEZİ
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ISPARTA-2007

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne,

Bu çalışma jürimiz tarafından Jeoloji Mühendisliği ANABİLİM DALI'nda oybirliği/oyçokluğu ile DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Remzi KARAGÜZEL

İstanbul Teknik Üniversitesi Maden Fak. Jeoloji Müh. Böl.-İSTANBUL

Üye : Prof. Dr. Aziz ERTUNÇ

Çukurova Üniversitesi Müh.-Mim. Fak. Jeoloji Müh. Böl.-ADANA

Üye : Prof. Dr. Necdet TÜRK

Dokuz Eylül Üniversitesi Müh. Fak. Jeoloji Müh. Böl.-İZMİR

Üye: Prof. Dr. Halil KUMSAR

Pamukkale Üniversitesi Müh.-Mim. Fak. Jeoloji Müh. Böl.-DENİZLİ

Üye : Yrd. Doç. Dr. Mahmut MUTLUTÜRK

Süleyman Demirel Üniversitesi Müh.-Mim. Fak. Jeoloji Müh. Böl.-ISPARTA

ONAY

Bu tez 16/07/2007 tarihinde yapılan tez savunma sınavı sonucunda, yukarıdaki jüri üyeleri tarafından kabul edilmiştir.

...../...../20...

Prof. Dr. Fatma GÖKTEPE

Enstitü Müdürü

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER iii
ÖZET vi
ABSTRACT vii
TEŞEKKÜR viii
ŞEKİLLER DİZİNİ xi
ÇİZELGELER DİZİNİ xvi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ xviii
1. GİRİŞ 1
1.1. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı 1
1.2. Çalışma Alanının Coğrafi Konumu ve Morfolojik Durumu 2
1.3. Ekonomik Durum 5
2. KAYNAK ÖZETİ 6
3. MATERYAL VE YÖNTEM 14
3.1. Materyal 14
3.2. Yöntem 15
3.2.1. Genel Jeoloji Haritasının Hazırlanması 16
3.2.2. Mekanik Sondajlar 17
3.2.3. Konik Penetrasyon Testi (CPT) 17
3.2.4. Jeofizik Çalışmalar 20
3.2.5. Eğim haritası 23
3.2.6. Zemin sıvılaşma analizi 23
3.2.7. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) 23
4. ARAŞTIRMA BULGULARI 24
4.1. Genel Jeoloji 24
4.2. Stratigrafi 30
4.2.1. Elmalı Formasyonu (Te) 32
4.2.2. Düzçam Formasyonu 33
4.2.3. Yamaç molozu ve birikinti konileri (Qym) 33
4.2.4. Alüvyon yelpazeleri (Qay) 35
4.2.5. Plaj çökelleri (Qp) 35

4.2.6. Alüvyon (Qal) 35
4.2.6. Tavas Napı 36
4.2.6.1. Karapınar Formasyonu (Trkp) 36
4.2.6.2. Belenkavak Formasyonu (Trb) 37
4.2.6.3. Ağaçlı Formasyonu (Ja) 38
4.2.6.4. Babadağ Formasyonu (JKb) 38
4.2.7. Bodrum Napı 39
4.2.7.1. Kayaköy Dolomiti (T_RJk) 39
4.2.8. Marmaris Ofiyolit Napı 41
4.2.8.1. Çövenliyayla Formasyonu ($T_R$çö) 41
4.2.8.2. Marmaris Peridotiti (Kmo) 42
4.3. Yapısal Jeoloji 44
4.3.1. Yapısal Evrim 49
4.4. Fethiye ve Çevresinin Sismik Aktivite Açısından Değerlendirilmesi 51
4.4.1. Fethiye ve Çevresinin Deprem Potansiyeli ve Deprem Risk Analizi 55
4.5. Hidroloji ve Hidrojeoloji 62
4.5.1. Hidroloji 62
4.5.1.1. Akarsular 62
4.5.2. Sulama Kanalları 64
4.5.3. Kurutma Kanalları 65
4.5.4. Kaynaklar 65
4.5.2. Hidrojeoloji 67
4.5.2.1. Litolojik Birimlerin Hidrojeolojik Özellikleri 67
4.5.2.2. Yeraltı Suyu Seviye Haritaları 69
4.5.2.3. Yeraltı Suyunun Yüzeyden Derinlik Haritası 71
4.6. Mühendislik Jeolojisi 76
4.6.1. Sondaj Araştırmaları 77
4.6.1.1. Mekanik Sondajlar 77
4.6.1.2. Su Sondajları 83
4.6.1.3. Konik Penetrasyon Testi (CPT) 83
4.6.2. Jeofizik Çalışmalar 88
4.6.2.1. Düşey Elektrik Sondajı (DES) 86

4.6.2.2. Sismik Ölçümler....87
4.6.2.3. Zemin Hakim Titreşim Periyodu (T) 93
4.6.2.4. Zemin Deprem Büyütmesi 94
4.6.2.5. Poisson Oranı 98
4.6.3. Laboratuar Deneyleri 101
4.6.4. Jeolojik Birimlerin Mühendislik Özellikleri 120
4.6.4.1. Kayaköy Dolomiti 120
4.6.4.2. Marmaris Peridotiti (Kmo)....125
4.6.4.3. Yamaç molozu ve birikinti konileri (Qym)....126
4.6.4.4. Alüvyonlar (Qal) 132
4.7. Eğim Durumu 140
4.8 Sıvılaşma 141
4.8.1. Sıvılaşma Potansiyelinin Değerlendirilmesi 142
4.9. Taşıma Gücü 148
4.10. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) 151
4.10.1. CBS Tabanında Hazırlanmış Arazi Kullanımına Yönelik
Yapılan Analizler 152
4.10.2. CBS Tabanında Hazırlanmış Veri Katmanlarının Değerlendirilmesi....153
4.10.2.1. Kayma Dalgası Hızı-Yeraltısuyu Yüzeyden Derinlik ve Taşıma
Gücü Haritaları....153
4.10.2.2. Topoğrafya-Fay Hatları Haritaları 154
4.10.2.3. Kayma Dalgası Hızı-Zemin Büyütmesi ve Poisson Oranı Haritaları 155
4.10.3. Çalışma Alanının Yerleşime Uygunluk Açısından Değerlendirilmesi 156
4.10.3.1. Yerleşime Uygun Olmayan Alanlar (UOA) 158
4.10.3.2. Önlemli Uygun Alanlar (ÖUA) 159
4.10.3.3. Yerleşime Uygun Alanlar (UA)....160
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 162
6. KAYNAKLAR 166
EKLER....178
ÖZGEÇMİŞ 259

ÖZET
Doktora Tezi

FETHİYE YERLEŞİM ALANI ZEMİNLERİNİN MÜHENDİSLİK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ VE JEOTEKNİK HARİTALARININ COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ (CBS) KULLANILARAK HAZIRLANMASI

Öznur KARACA

Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Jüri: Prof. Dr. Remzi KARAGÜZEL (Danışman)
Prof. Dr. Aziz ERTUNÇ
Prof. Dr. Necdet TÜRK
Prof. Dr. Halil KUMSAR
Yrd. Doç. Dr. Mahmut MUTLUTÜRK

Bu çalışma, Fethiye yerleşim alanında bulunan zeminlerin mühendislik özelliklerinin belirlenmesi ve jeoteknik haritalarının Coğrafi Bilgi Sistemleri kullanılarak hazırlanmasını amaçlamaktadır. Öncelikle Fethiye ve çevresinin 1/10.000 ölçekli jeoloji haritası, önceki çalışmalar, saha gözlemleri ve uzaktan algılama tekniklerinden yararlanılarak hazırlanmıştır. Fethiye ve çevresinin çizgisellik haritası, uydu görüntüleri kullanılarak yapılmış ve 397 adet çizgisellik saptanmıştır. Bunlardan 314'ü Fethiye-Burdur Fay Zonuna paralellik sunup KD-GB doğrultuludur.

Yapılan sismik risk analizlerine göre magnitüdü 6.5 veya daha büyük bir depremin inceleme alanı içerisinde döne gelme periyodu 100 yıldır ve böyle bir depremin meydana gelme olasılığı %65'ten fazladır.

Fethiye yerleşim alanındaki alüvyon; heterojen bir yapı sunmakta olup kil, silt, kum ve çakıllı seviyeler ile bunların kombinasyonlarından oluşmaktadır. Zeminlerin mühendislik özelliklerini belirlemek amacıyla arazide mekanik sondajlar, konik penetrasyon testi ve jeofizik çalışmalar (düşey elektrik sondajı ve sismik kırılma) yapılmıştır. Ayrıca araziden alınan örnekler üzerinde laboratuar deneyleri yapılarak zeminlerin fiziksel ve mekanik özellikleri belirlenmiştir. Elde edilen veriler ışığında bölgenin Mühendislik Jeolojisi haritası hazırlanmıştır. Youd vd. (2001)'ne göre sıvılaşma analizi yapılarak sıvılaşma potansiyeli haritası yapılmıştır.

Sismik kırılma ölçümleri sonucu elde edilen verilerle sismik hız, zemin hakim titreşim periyodu, zemin deprem büyütmesi ve Poisson Oranı dağılım haritaları oluşturulmuştur.

Yağışlı ve kurak olmak üzere iki dönem halinde yeraltısuyu seviye ölçümleri yapılarak yeraltısuyu seviye ve yeraltısuyu yüzeyden derinlik haritaları hazırlanmıştır. Fethiye yerleşim alanında yeraltısuyunun derinliği 0,5-11,5 m arasında değişmektedir.

Çalışma kapsamında elde edilen tüm veriler CBS ile değerlendirerek Fethiye yerleşim alanının yerleşime uygunluk haritası yapılmıştır. Fethiye; *Yerleşime Uygun Olmayan Alan, Yerleşime Önlemli Uygun Alan-I-II ve Yerleşime Uygun Alan* olmak üzere dört bölgeye ayrılmıştır. Buna göre Fethiye Yerleşim alanında sadece %8'i yerleşime uygun olduğu belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Jeoteknik harita, sıvılaşma, jeofizik, yerleşime uygunluk.
2007, 427 sayfa

ABSTRACT
Ph.D. Thesis

DETERMINATION OF ENGINEERING PROPERTIES OF SOIL IN FETHIYE SETTLEMENT AREA AND PREPARATION OF GEOTECHNICAL MAPS BY USING GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS (GIS)

Öznur KARACA

Süleyman Demirel University Graduate School of Natural Sciences
Department of Geological Engineering

Thesis Committee: Prof. Dr. Remzi KARAGÜZEL (Supervisor)
Prof. Dr. Aziz ERTUNÇ
Prof. Dr. Necdet TÜRK
Prof. Dr. Halil KUMSAR
Yrd. Doç. Dr. Mahmut MUTLUTÜRK

The aim of this study is to determine of the engineering properties of soils in Fethiye settlement area and to prepare of geotechnical maps using Geographical Information Systems (GIS). Firstly, geological map of Fethiye and its surroundings at 1/10.000 scale were prepared by combining previous studies, remote sensing techniques and field observation. Furthermore, lineament map of Fethiye and its surroundings were made using Landsat ETM+ satellite image and 397 lineaments were identified. 314 of these lineament s map are found to be NE-SW striking parallel to Fethiye-Burdur Fault Zone.

According to the seismic risk analysis, the return period for an earthquake with $M \geq 6.5$ is 100 years. The occurrence probability of this kind of earthquake is more than 65%.

The Alluvium in Fethiye settlement area has a heterogeneous structure and it contains clay, silt, mil, sand and gravel. The to determine the engineering properties of soil, drillings, cone penetraton tests and geophysical investigations (rezistivity and seismic refraction) were done. Moreover, laboratuary experiments were done and physical and mechanical properties of soils were determined. Engineering geological map of the region were prepared using all these data. Liquefaction analysis was applied according to Youd et al. (2001) and mapped.

According to the data obtained from seismic refraction studies, the seismic velocity, predominant ground vibration frequency, soil amplification and poisson rate maps were prepared.

Groundwater level and groundwater depth maps were prepared for May and September. According to these data, groundwater depth changes 0,5-11,5 m.

Settlement suitability and using GIS map of Fethiye settlement area was prepared by evaluating the all the geotechnical data. And, Fethiye was devided into four zones as *Unsuitable, Provisional (I-II) and Suitable areas for Settlement.* According to this study, only %8 of Fethiye settlement area was determined as suitable for settlement.

Key Words: Geotechnical map, liquefaction, geophysics, settlement suitability.

2007, 427 pages

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam boyunca her türlü bilgi ve desteği benden esirgemeyen danışman hocam Prof. Dr. Remzi KARAGÜZEL'e (İstanbul Teknik Üniversitesi),

Tezin ilk danışmanlığını üstlenen ve daha sonra da çalışmalarımın her aşamasında bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım değerli hocam Prof. Dr. Aziz ERTUNÇ'a (Çukurova Üniversitesi),

Tez konumu öneren ve tezin başlangıcından sonuna kadar olan aşamalarda her zaman yardımıma yetişen Yrd. Doç. Dr. Mustafa BOZCU'ya (Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi),

Tezimin yönlendirilmesinde önerileriyle bana yol gösteren Prof. Dr. Necdet TÜRK'e (Dokuz Eylül Üniversitesi),

Tezin Genel Jeoloji bölümüyle ilgili katkılarından dolayı Prof. Dr. Fuzuli YAĞMURLU'ya (Süleyman Demirel Üniversitesi),

Jeofizik verilerin değerlendirilmesi, yorumlanması, sunulması ve depremsellik ile ilgili çalışmalar sırasında her türlü desteği sağlayan Yrd. Doç. Dr. Yalçın KALYONCUOĞLU'na (Süleyman Demirel Üniversitesi),

Hem jeofizik verilerimin değerlendirilmesi ve yorumlanması hem de sıvılaşma analizinin yapımında yol gösteren Yrd. Doç. Dr. Osman UYANIK'a (Süleyman Demirel Üniversitesi),

Arazide sondajların yapımında, sismik kırılma ölçümlerinin alınmasında ve gerekli her türlü desteği sağlayan Jeoloji Mühendisi M. Ali YAVUZ'a (Erdem Yerbilimleri-Fethiye),

Jeofizik çalışmalarım esnasında arazide bana yardımcı olan Okt. Olcay ÇAKMAK'a (Süleyman Demirel Üniversitesi), Jeofizik Mühendisleri Saygın ÇAKIRTAŞ, Ali ÇENGEL ve Uğur Cenk MEŞE'ye,

Sondaj loglarının ve kontur diyagramlarının hazırlanması gibi bilgisayar destekli konularda yardımcı olan Dr. Dursun ERİK'e (TC Karayolları 16. Bölge Müdürlüğü-Sivas),

Süleyman Demirel Üniversitesi öğretim üyelerinden Prof. Dr. Tevfik İSMAİLOV'a zemin mekaniği deney sonuçlarını değerlendirmedeki katkıları için, Yrd. Doç Dr. Ali YALÇIN'a şev stabilitesi analizleri ile ilgili yardımlarından dolayı,

Arazi çalışmama katılarak beni yönlendiren Prof. Dr. Hasan ÇETİN'e (Çukurova Üniversitesi),

Konsolidasyon deneyinin yapımında yardımcı olan Yrd. Doç. Dr. Nihat DİPOVA'ya (Akdeniz Üniversitesi),

Uzaktan Algılama ile ilgili çalışmalarımda yardımcı olan Jeoloji Müh. Tuluhan ŞIPKA'ya (Nik İnşaat-İstanbul),

Sıvılaşma analizleri ile ilgili bana yol gösteren Dr. Cem KINCAL'a (Dokuz Eylül Üniversitesi),

Jeofizik çalışmalar sırasında yardımıma yetişen ve her zaman yanımda olup manevi destek sağlayan sevgili arkadaşım Arş. Gör. Buket ARI'ya (Süleyman Demirel Üniversitesi),

Çalışmalarımın özellikle yapısal jeoloji bölümüne katkı sağlayan Dr. Volkan Özaksoy'a (Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü),

Benimle birlikte araziye gelip çalışmama yardım eden Arş. Gör. Şehnaz ŞENER'e (Süleyman Demirel Üniversitesi) ve tezin hazırlanması aşamasında fikirlerinden yararlandığım oda arkadaşım Öğr. Gör. Erhan ŞENER'e,

Yeraltısuyu seviye ölçümlerinin yapılmasında yardım eden Arş. Gör. Mustafa AVCIOĞLU (Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi) ve Jeoloji Müh. İsmail HANDIRI'ya, haritalarımın bilgisayar ortamında düzenlenmesinde yardımcı olan Jeoloji Müh. Sevnur YENİCELİ'ye,

Özellikle tezimin çıktılarının alınması sırasında sabırla bana yardım eden Süleyman Demirel Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği öğrencisi Taha Ünal'a,

Bu çalışma sırasında yazılım ve donanımından yararlandığım Uzaktan Algılama Araştırma ve Uyguluma Merkezine ve bu merkezin kurulmasında katkısı olan Prof. Dr. Atila SESÖREN'e (Emekli),

Çalışmalarımıza maddi destek sağlayan 103-Y-032 No'lu proje ile TÜBİTAK'a ve 03-M-770 No'lu Proje ile tezimi maddi olarak destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı'na,

Ve hayatım boyunca yanımda olan, her zaman beni destekleyen aileme teşekkür ederim.

Öznur KARACA
ISPARTA-2007

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Yer bulduru haritası 3
Şekil 1.2. Çalışma alanının sayısal yükseklik modeli ile Landsat uydu görüntüsünün örtüştürülmesiyle oluşturulan üç boyutlu görüntü 4
Şekil 3.1. Çalışmada kullanılan CPT kamyonu (a) ve kayıt toplama sistemi (b) .. 18
Şekil 3.2. CPT'de kullanılan konik uçlar 19
Şekil 3.3. Elektrik Özdirenç ölçü alımı 20
Şekil 3.4. Sismik kırılma çalışmasından bir görünüm 21
Şekil 3.5. Sismik kırılma çalışmasında P Dalgası kaydının oluşturulması 21
Şekil 4.1. Çalışma alanına ait Landsat TM uydu görüntüsü (432-RGB) 25
Şekil 4.2. Fethiye ve çevresine ait Landsat TM (741-RGB) uydu görüntüsü kullanılarak hazırlanmış kontrolsüz sınıflandırma 27
Şekil 4.3. Fethiye ve çevresine ait, Landsat TM (431-RGB) uydu görüntüsü kullanılarak yapılmış kontrollü sınıflandırma 28
Şekil 4.4. Fethiye yerleşim alanı ve çevresinin Landsat TM uydu görüntüsü kullanılarak hazırlanmış 3D jeoloji modeli 29
Şekil 4.5.a. Çalışma alanındaki nap sistemleri 30
Şekil 4.5.b. Çalışma alanının genelleştirilmiş tektonostratigrafik sütun kesiti (Şenel, 1997'den düzenlenerek) 31
Şekil 4.6. İnceleme alanındaki akarsularla oluşturulmuş bir birikinti konisine ait pekleşmemiş çakıltaşlarının ve binik çakılların görünüşü. Akarsuyun enerjisine bağlı olarak çakıllarda alttan üste bir normal derecelenme görülmektedir (Yer: Eldirek Köyü batısındaki futbol sahasının kenarı) 34
Şekil 4.7 Karapınar formasyonunu oluşturan kireçtaşları içinde yer alan çört arakatkıları ve yumrular 37
Şekil 4.8. Kayaköy dolomitinde görülen ayrışmalar (Yer: Fethiye güneybatısındaki Asarlık Tepe) 40
Şekil 4.9. Çövenliyayla Formasyonu içinde yer alan serpantinit, radyolarit, çört ve kireçtaşı olistolitlerinin görünümü (Yer: Eldirek Köyü) 42
Şekil 4.10 Marmaris Peridotiti-Kmo (Fethiye yerleşim alanı ve kuzeydoğusunun yarımadadan görünümü) 43

Şekil 4.11 Marmaris peridotitinin bindirme zonuna yakın kesimlerinde görülen ileri düzeyde serpantinleşme ve ağsal ayrışmanın görünüşü (Koordinat: 695600, 4061400) 43
Şekil 4.12. . Marmaris Peridotiti ve drenaj sistemleri (Landsat ETM+ uydu görüntüsü, 432-RGB) (: Fay, Kmo: Marmaris Peridotiti, T_{RJk}: Kayaköy Dolomiti, Alv: Alüvyon) 44
Şekil 4.13 Fethiye-Burdur fay zonunun bölgesel tektonik yapı içindeki konumu (Barka vd., 1995) 46
Şekil 4.14. D-B uzanımlı Fethiye fayı (Landsat TM431-RGB ve SYM çakıştırılarak elde edilmiştir) 47
Şekil 4.15 Fethiye Fayına ait fay breşleri (koordinat: 35 693000, 4056580) 48
Şekil 4.16. Fethiye ve çevresine ait Landsat TM uydu görüntüsü ve çizgisel hatlar 50
Şekil 4.17 Fethiye-Burdur fay zonunun bölgesel tektonik yapı içindeki konumu (Gürer vd., 2004) 52
Şekil 4.18. Fethiye Körfezi ile Burdur Gölü arasındaki bölgede Burdur fayını oluşturan segmentlerin konumları ve diğer fay sistemleri ile olan ilişkileri (Yağmurlu vd., 2005) 53
Şekil 4.19. Fethiye ve çevresinde 1964 yılından itibaren meydana gelen depremler (www.isc.ac.uk) 54
Şekil 4.20. Çalışma alanı ve çevresine ait "b" parametresi haritası 58
Şekil 4.21. Fethiye ve çevresinde magnitüdü 6,5'tan büyük depremlerin oluş yüzde haritası 61
Şekil 4.22. Fethiye ve çevresinde 6,5'tan büyük bir depremin döne gelme periyot haritası 61
Şekil 4.23. Çalışma alanına ait drenaj ağı haritası 66
Şekil 4.24. Karagözler Mahallesi'nde yapıları korumak amacıyla yapılan bir Çevirme hendeği 66
Şekil 4.25. Yağmur suyu kanalına Karagözler Mah.'den bir örnek 66
Şekil 4.26. Sondajlarda görülen kil mercekler 68
Şekil 4.27.a. Yeraltısuyu seviye (YASS) haritası (Mayıs-2005) 70
Şekil 4.27.b. YASS haritası (Eylül-2005) 71

Şekil 4.28.a. Yeraltısuyu yüzeyden derinlik haritası (Mayıs-2005) 73
Şekil 4.28.b. Yeraltısuyu yüzeyden derinlik haritası (Eylül-2005) 74
Şekil 4.29. Fethiye Adliye binası temelindeki suların drenajı 75
Şekil 4.30. Yapılan çalışmada kullanılan sondaj makinesi 78
Şekil 4.31. 3 m derinlik için SPT-N_1 zonlama haritası 81
Şekil 4.32. 6 m derinlik için SPT-N_1 zonlama haritası 82
Şekil 4.33. 9 m derinlik için SPT-N_1 zonlama haritası 83
Şekil 4.34. D25 noktasına ait örnek özdirenç değerlendirmesi 88
Şekil 4.35. S32 noktasına (koordinat:35 692936, 4059922) ait x-t grafiği..... 90
Şekil 4.36. 3 m derinlik için eş S-dalga hızı (V_s) haritası 90
Şekil 4.37 6 m derinlik için eş S-dalga hızı (V_s) haritası 91
Şekil 4.38. 9 m derinlik için eş S-dalga hızı (V_s) haritası 91
Şekil 4.39. 12 m derinlik için eş S-dalga hızı (V_s) haritası 92
Şekil 4.40. Zemin hakim titreşim periyot haritası 98
Şekil 4.41. Zemin Deprem Büyütmesi Haritası 99
Şekil 4.42. 3 m derinlik için Poisson Oranı 100
Şekil 4.43. 6 m derinlik için Poisson Oranı zonlama haritası 101
Şekil 4.44. 9 m derinlik için Poisson Oranı 101
Şekil 4.45. Kıvam limitleri değerlerinin plastisite kartında gösterimi 109
Şekil 4.46. TS12-3,45 m derinlik için e-P grafiği 114
Şekil 4.47. TS14-3 m derinlik için e-P grafiği. 115
Şekil 4.48.a. TS15-6 m derinlik için e-P grafiği 116
Şekil 4.48.b. TS15-9 m derinlik için e-P grafiği 116
Şekil 4.49. AÇ1-1,5 m derinlik için e-P grafiği 117
Şekil 4.50. TS19-4,5 m derinlik için e-P grafiği 118
Şekil 4.51.a. TS20-2,5 m derinlik için e-P grafiği 119
Şekil 4.51.b. FTS20-2,5 m derinlik için e-P grafiği 120
Şekil 4.52. TS23-4,5 m derinlik için e-P grafiği 121
Şekil 4.53. AÇ1 araştırma çukuruna ait σ-τ grafiği 122
Şekil 4.54. AÇ4 araştırma çukuruna ait σ-τ grafiği 122
Şekil 4.55. TS11 sondajına ait σ-τ grafiği 123
Şekil 4.56. TS14 sondajına ait σ-τ grafiği 123

Şekil 4.57. TS15 sondajına ait σ-τ grafiği 124
Şekil 4.58. TS23 sondajına ait σ-τ grafiği 124
Şekil 4.59. Kayaköy dolomitinde gözlenen ayrışmalar (Yer: Fethiye güneybatısındaki Asarlık Tepe) 126
Şekil 4.60. Kayaköy Dolomiti'nde kaya düşmesi gözlenebilecek bir bölge 127
Şekil 4.61. Kayaköy Dolomitine ait kontur diyagramı 128
Şekil 4.62. Kayaköy Dolomitindeki hakim eklemler..... 129
Şekil 4.63. Kayaköy Dolomiti'ndeki süreksizlik ve yamaç konumları 129
Şekil 4.64. 1 no'lu yamaç konumuna göre 2 ve 3 no'lu süreksizliklerin kinematik analiz çözümleri 130
Şekil 4.65. 2 no'lu yamaç konumuna göre 2 ve 3 no'lu süreksizliklerin kinematik analiz çözümleri 130
Şekil 4.66. Kaya devrilmesi 131
Şekil 4.67. Marmaris Peridotitine ait süreksizlikler (koordinat: 687330, 4056584)..... 132
Şekil 4.68. Ofiyolitlere ait kontur diyagramı 132
Şekil 4.69. Ofiyolitlerdeki süreksizlik konumları..... 133
Şekil 4.70. Kayaköy Dolomiti üzerindeki köşeli çakıllı ve bloklu yamaç molozları 134
Şekil 4.71. Yamaç molozlarındaki köşeli çakıllar 135
Şekil 4.72. Karbonatlı kayalardan türeyen yamaç molozları içerisindeki bir kazı şevinden görünüm (Koordinat: 35 687275, 4054856) 136
Şekil 4.73. Çerçi Deresi'nin ıslah çalışmalarında açılan alüvyon zemin profili.... 137
Şekil 4.74. Devlet Hastanesi yanındaki sondaj (TS 15)..... 140
Şekil 4.75. Fethiye Devlet Hastanesi'nin bahçesinde gözlenen hasarlar a) Giriş Kapısı kolonu b) Havuz 141
Şekil 4.76. Dolgu sahasında hasar gören binalar (koordinat: 35 688960, 4055430)..... 142
Şekil 4.77. TS 23 no'lu sondaja ait tane boyu dağılım grafikleri a) 3 m, b) 4,5 m c) 5,10 m, d) 7,05 m, e) 8,10 m..... 144
Şekil 4.78. Çerçi dere yatağından zemin profili (a) ve dere çakıllarının yakından görünümü (b)..... 146

Şekil 4.79. Fethiye ve çevresinin, 1/25000 ölçekli sayısal eğim haritası 148
Şekil 4.80. Devir Gerilme Oranı ile SPT $(N_1)_{60}$ arasındaki ilişki 153
Şekil 4.81. Youd vd. (2001) kullanılarak hazırlanan sıvılaşma haritası 155
Şekil 4.82. Fethiye yerleşim alanı taşıma gücü haritası..... 159
Şekil 4.83. V_S-Yeraltısuyu yüzeyden derinlik ve taşıma gücü haritaları..... 163
Şekil 4.84. Topoğrafya ve Fay Hatlarından oluşan tehlike haritası..... 164
Şekil 4.85. V_S, υ ve A'ya göre hazırlanmış tehlike haritası 165
Şekil 4.86. Fethiye yerleşim alanı yapı kat dağılım haritası..... 167

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. CPT'nin avantaj ve dezavantajları 17
Çizelge 4.1. 1964-2005 yılları arasında bölgede meydana gelmiş bazı önemli depremler 57
Çizelge 4.2. Fethiye ovasına dökülen derelerin taşkın debileri 64
Çizelge 4.3. Killer için SPT-N_{arazi}, serbest basınç direnci ve kıvamlılık ilişkisi (Das, 1988) 79
Çizelge 4.4. Daneli (kohezyonsuz) zeminlerin SPT-N_{arazi} ile Relatif Sıkılık ilişkisi (Terzaghi ve Peck, 1948) 80
Çizelge 4.5. Zeminlerin uç dirençlerine göre sınıflanması(Schulze ve Muhs, 1967) 86
Çizelge 4.6. 30 m derinlikteki ortalama S dalgası hızına göre zemin sınıflaması, (NEHRP, 2000) 93
Çizelge 4.7. Zemin Grupları (Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, 1999) 93
Çizelge 4.8. TS1 sondajına ait zemin numunelerinin elek analizi ve kıvam limitleri deneyleri sonuçları 103
Çizelge 4.9. TS2 sondajına ait zemin numunelerinin elek analizi ve kıvam limitleri deneyleri sonuçları 103
Çizelge 4.10. TS3 sondajına ait zemin numunelerinin elek analizi ve kıvam limitleri deneyleri sonuçları 103
Çizelge 4.11. TS4 sondajına ait zemin numunelerinin elek analizi ve kıvam limitleri deneyleri sonuçları 103
Çizelge 4.12. TS5 sondajına ait zemin numunelerinin elek analizi ve kıvam limitleri deneyleri sonuçları 104
Çizelge 4.13. TS6 sondajına ait zemin numunelerinin elek analizi ve kıvam limitleri deneyleri sonuçları..... 104
Çizelge 4.14. TS7 sondajına ait zemin numunelerinin elek analizi ve kıvam limitleri deneyleri sonuçları..... 104
Çizelge 4.15. TS8 sondajına ait zemin numunelerinin elek analizi ve kıvam limitleri deneyleri sonuçları..... 104

Çizelge 4.16. TS9 sondajına ait zemin numunelerinin elek analizi ve kıvam limitleri deneyleri sonuçları……..104
Çizelge 4.17. TS10 sondajına ait zemin numunelerinin elek analizi ve kıvam limitleri deneyleri sonuçları……..105
Çizelge 4.18. TS12 sondajına ait zemin numunelerinin elek analizi ve kıvam limitleri deneyleri sonuçları……..105
Çizelge 4.19. TS13 sondajına ait zemin numunelerinin elek analizi ve kıvam limitleri deneyleri sonuçları 105
Çizelge 4.20. TS14 sondajına ait zemin numunelerinin elek analizi ve kıvam limitleri deneyleri sonuçları 106
Çizelge 4.21. TS15 sondajına ait zemin numunelerinin elek analizi ve kıvam limitleri deneyleri sonuçları 106
Çizelge 4.22. TS16 sondajına ait zemin numunelerinin elek analizi ve kıvam limitleri deneyleri sonuçları 106
Çizelge 4.23. TS17 sondajına ait zemin numunelerinin elek analizi ve kıvam limitleri deneyleri sonuçları 106
Çizelge 4.24. TS18 sondajına ait zemin numunelerinin elek analizi ve kıvam limitleri deneyleri sonuçları 107
Çizelge 4.25. TS19 sondajına ait zemin numunelerinin elek analizi ve kıvam limitleri deneyleri sonuçları 107
Çizelge 4.26. TS20 sondajına ait zemin numunelerinin elek analizi ve kıvam limitleri deneyleri sonuçları 107
Çizelge 4.27. TS21 sondajına ait zemin numunelerinin elek analizi ve kıvam limitleri deneyleri sonuçları 107
Çizelge 4.28. TS22 sondajına ait zemin numunelerinin elek analizi ve kıvam limitleri deneyleri sonuçları 107
Çizelge 4.29. TS23 sondajına ait zemin numunelerinin elek analizi ve kıvam limitleri deneyleri sonuçları 108
Çizelge 4.30. AÇ1 araştırma çukuruna ait zemin numunelerinin elek analizi ve kıvam limitleri deneyleri sonuçları 108
Çizelge 4.31. AÇ2 araştırma çukuruna ait zemin numunelerinin elek analizi ve kıvam limitleri deneyleri sonuçları 108

Çizelge 4.32. AÇ3 araştırma çukuruna ait zemin numunelerinin elek analizi ve kıvam limitleri deneyleri sonuçları 108
Çizelge 4.33. AÇ4 araştırma çukuruna ait zemin numunelerinin elek analizi ve kıvam limitleri deneyleri sonuçları 108
Çizelge 4.34. AÇ5 araştırma çukuruna ait zemin numunelerinin elek analizi ve kıvam limitleri deneyleri sonuçları 108
Çizelge 4.35. Plastisite indisine göre plastisite derecesi ve kuru dayanım (Leonards, 1962; Şekercioğlu, 2002'den) 110
Çizelge 4.36. İnce daneli zeminlerin kıvamları (Özaydın, 1989) 110
Çizelge 4.37. Değişik minerallerin aktiviteleri (Skempton, 1953; Mitchell, 1976) 111
Çizelge 4.38 İnce taneli zeminlerin likit limit ve plastisite indisine dayalı şişme potansiyeli sınıflaması (O'Neill ve Poormooyed, 1980; Das, 1998'den)..... 112
Çizelge 4.39. TS12 (3,45 m) sondajı için konsolidasyon deney sonuçlarına göre boşluk oranı (e) ve hacimsel sıkışma katsayısı (m_v) değerleri..... 113
Çizelge 4.40. TS14 (3,0 m) sondajı için konsolidasyon deney sonuçlarına göre boşluk oranı (e) ve hacimsel sıkışma katsayısı (m_v) değerleri..... 114
Çizelge 4.41. TS15 için konsolidasyon deney sonuçlarına göre boşluk oranı (e) ve hacimsel sıkışma katsayısı (m_v) değerleri..... 115
Çizelge 4.42. AÇ1 (1,5 m) için konsolidasyon deney sonuçlarına göre boşluk oranı (e) ve hacimsel sıkışma katsayısı (m_v) değerleri..... 117
Çizelge 4.43. TS19 için konsolidasyon deney sonuçlarına göre boşluk oranı (e) ve hacimsel sıkışma katsayısı (m_v) değerleri..... 118
Çizelge 4.44. TS20 için konsolidasyon deney sonuçlarına göre boşluk oranı (e) ve hacimsel sıkışma katsayısı (m_v) değerleri..... 119
Çizelge 4.45. . TS23 (4,5 m) için konsolidasyon deney sonuçlarına göre boşluk oranı (e) ve hacimsel sıkışma katsayısı (m_v) değerleri..... 120
Çizelge 4.46. Sıkışma katsayısı (a_0) değerine göre sınıflandırma (Maslow, 1968). 121
Çizelge 4.47. TS23 nolu sondaj bilgileri..... 145
Çizelge 4.48.Sıvılaşma haritasında kullanılan sondaj noktaları ve güvenlik sayıları……...154
Çizelge 4.49. Terzaghi ve Peck (1967)'e göre hesaplanan taşıma gücü..... 157

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
SPT	Standart Penetrasyon Deneyi
CPT	Konik Penetrasyon Deneyi
DES	Düşey Elektrik Sondajı
FS	Güvenlik Sayısı
CRR	Tekrarlı Dayanım Oranı
CSR	Tekrarlı Gerilme Oranı
MSF	Magnitüd Skala Faktörü
M	Magninüd
C_N	Efektif Düşey Basınç Düzeltmesi
YASS	Yeraltısuyu Seviyesi
T	Hakim Titreşim Periyodu
A	Zemin Deprem Büyütmesi
ESS	Eski Su Sondajı
ETS	Eski Temel Sondajı
TS	Temel Sondajı
q_c	Konik Uç Direnci
f_s	Yanal Sürtünme
p_w	Boşluk Suyu Basıncı
V_P	P Dalga Hızı
V_S	S Dalga Hızı
NEHRP	National Earthquake Hazards Reduction Program
ρ	Özdirenç
υ	Poisson Oranı
USCS	Birleştirilmiş Zemin Sınıflandırma Sistemi
W_n	Doğal Su İçeriği
γ	Birim hacim ağırlık
G	Çakıl
S	Kum
M	Silt
C	Kil
CL	Düşük Plastisiteli Kil
CH	Yüksek Plastisiteli Kil
A	Aktivite Katsayısı
I_L	Likilik İndisi
I_C	Kıvam Konsistans
e	Boşluk Oranı
a_0	Sıkışma Katsayısı
m_v	Hacimsel Sıkışma Katsayıları
c	Kohezyon
ϕ	İçsel Sürtünme Açısı
q_u	Nihai Taşıma Gücü
q_a	İzin Verilebilir Taşıma Gücü
UA	Yerleşime Uygun Alan
UOA	Yerleşime Uygun Olmayan Alan
ÖUA	Önlemli Uygun Alan

1. GİRİŞ

1.1. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Dünyada yılda ortalama 700 adet hasar yapıcı deprem meydana gelmektedir. Kentsel bölgelerde meydana gelen depremler en yıkıcı doğal afetler arasında yer almaktadır. Ülkemizin de %95'i hasar meydana getirici deprem riski taşımaktadır. 1999 Kocaeli depremi, 120.000 ailenin evsiz kalmasına neden olmuştur.

Günümüz teknolojisiyle depremlerin önceden belirlenmesi mümkün değildir. Ancak, deprem hasarlarına karşı alınacak önlemlerle maddi hasarlar en aza indirilebilir. Fethiye ilçesinin birinci derecede deprem bölgesinde bulunması ve Türkiye'nin aktif fay zonlarından biri olan Fethiye-Burdur Fay Zonu (Barka vd., 1995) üzerinde yer alması, bu çalışmanın önemini ön plana çıkarmıştır. Ayrıca kent nüfusundaki son yıllardaki artış ile birlikte kentsel yerleşimin tarım alanlarına kayması ve yeraltısuyu seviyesi sığ olan ova kesimine taşınması, yerleşim bölgesinin zemin-bina ve deprem açısından sorgulanması gereğini ortaya çıkarmıştır. Fethiye ve çevresinde tarihsel ve aletsel dönemlerde büyüklüğü 6 ve üzerinde olan depremler meydana gelmiştir. 1957 yılında Fethiye merkezli 7.1 büyüklüğündeki deprem, can kayıplarına ve büyük yapı hasarlarına neden olmuştur. Böyle bir olayın tekrarlanmaması amacıyla yerleşim yerlerinde ayrıntılı jeoteknik çalışmaların yapılıp bunların sonuçlarına göre mevcut yapıların güvenliğinin tartışılması ve yeni yerleşimler için arazi kullanımının sağlıklı yönlendirilmesi gerekmektedir.

Bu çalışmanın amacı, Fethiye yerleşim alanındaki zeminlerin mühendislik özelliklerinin belirlenmesi ve bu kapsamda yapılacak çalışmalarla inceleme alanı içinde tehlikeli olabilecek bölgelerin CBS kullanılarak haritalanmasıdır.

Bu kapsamda, öncelikle Fethiye ve çevresinin 1/10000 ölçeğindeki jeoloji haritası, önceki çalışmalar, uydu görüntüleri, saha gözlemleri yardımıyla hazırlanmıştır. Fethiye yerleşiminin yüzey ve yeraltı jeolojisi 1/5.000 ölçekli haritalar kullanılarak araştırılmış ve zeminlerin mühendislik özellikleri belirlenmiştir. Bunun için, yerleşim

alanı içinde mekanik sondajlar, CPT ve jeofizik çalışmalar yapılmıştır. Fethiye ve çevresinin eğim haritası, zemin sıvılaşma analizleri ve sıvılaşma potansiyeli haritaları ile yeraltısuyu yüzeyden derinlik ve seviye haritaları yapılmış, ayrıca yeraltı jeolojik yapısının belirlenmesi amacıyla yapılmış jeofizik çalışmalardan elde edilen parametrelerle hazırlanan haritalar (hakim titreşim periyodu, zemin deprem büyütmesi, tabakaların hızları, vb.) hazırlanmıştır. Sonuçta bölgede yer alan zeminlerin jeoteknik değerlendirmeleri yapılmış ve inceleme alanı, yerleşime uygunluk açısından dört bölgeye ayrılmıştır. Bunlar; Yerleşime Uygun Olmayan Alanlar (UOA), Yerleşime Önlemli Uygun Alanlar I-II (ÖUA-I ve ÖUA-II) ve Yerleşime Uygun Alanlar (UA)'dır.

1.2. Çalışma Alanının Coğrafik ve Morfolojik Durumu

Çalışma alanı, Muğla ilinin güneydoğusunda, Fethiye ilçe sınırları içinde yer almaktadır. Kuzeydoğusundan geçen Muğla-Antalya devlet karayolu ile civar il ve ilçelere bağlantısı bulunan Fethiye, kuzeybatısında yer alan Muğla'ya 135 km., kuzeyinde bulunan Denizli'ye 240 km, kuzeydoğusunda bulunan Burdur'a 210 km. ve doğusunda bulunan Antalya'ya 185 km. mesafede bulunmaktadır. Türkiye topoğrafik haritalarından 1/25000 ölçekli Fethiye O22d1, O22d2, O22d3 ve O22d4 paftalarını kapsamaktadır (Şekil 1.1).

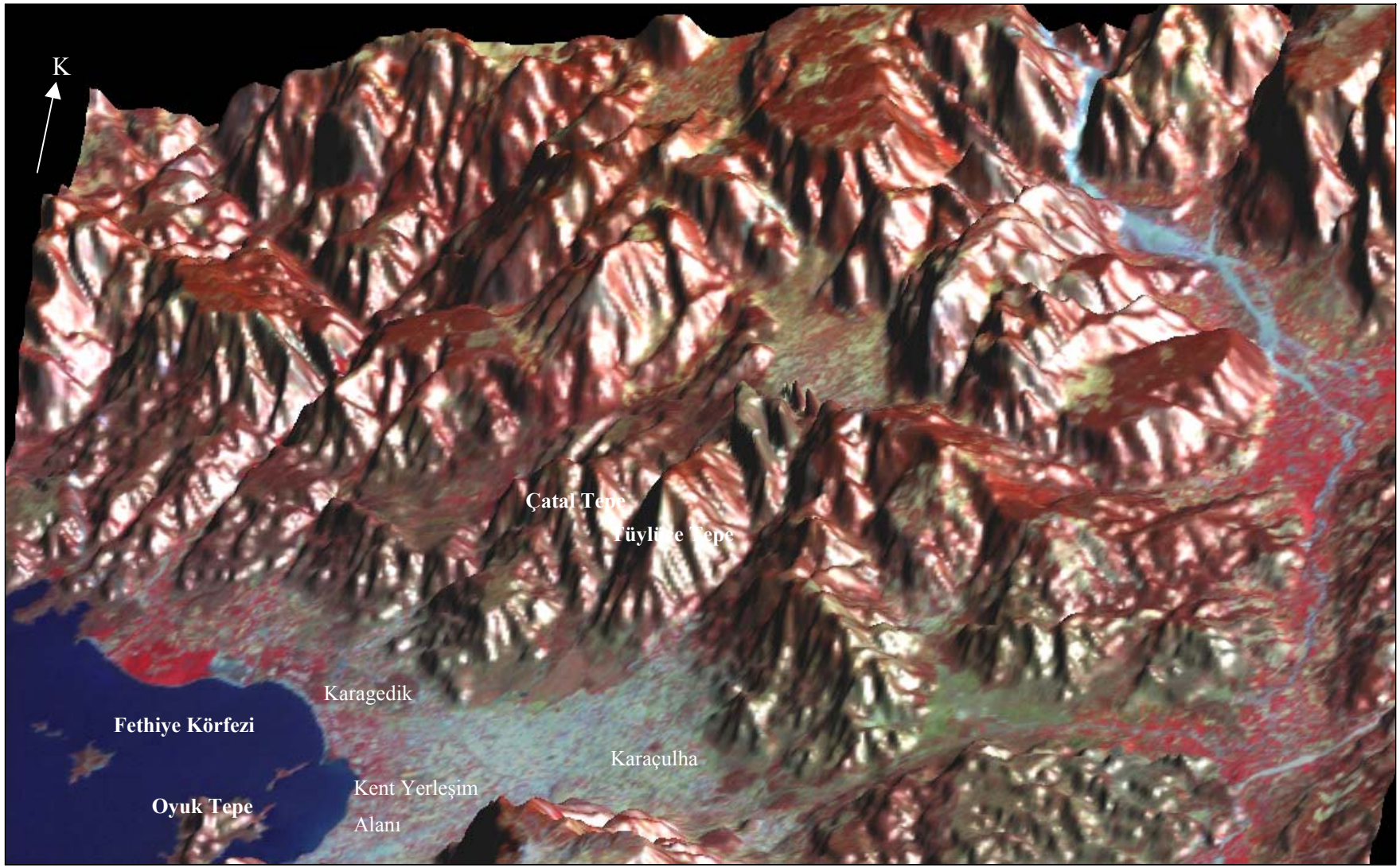
Fethiye yerleşim alanı ve yakın çevresini içine alan inceleme alanının kuzeyinde Çatal Tepe, Tüylüce Tepe ve Eren Tepe, doğusunda Karakalık Tepe, güneydoğusunda Mendos Dağı ve batısında Oyuk Tepe bulunmaktadır.

Çalışma alanının morfolojik durumunu gösterebilmek ve bu çalışmanın amacına uygun tartışabilmek amacıyla uydu görüntüsünün 431 (RGB) bantları kullanılarak üç boyutlu görüntüsü hazırlanmıştır (Şekil 1.2). Şekilden de görüldüğü gibi çalışma alanı ile çevresi tektonik koşullara bağlı olarak oluşmuş dağlar ve tepeler, düşük eğimli dalgalı topoğrafya ve derelerle taşınarak gelen malzemelerden oluşan çok az eğimli ve düz topoğrafyaya sahip alüvyonal çökellerden oluşmuştur.

Fethiye yerleşim alanın tamamına yakını düşük eğimli bir alanda kurulmuştur. Güney ve kuzeyde eğimi 10°'den yüksek eğimler bulunmaktadır.



Şekil 1.1. Yer bulduru haritası



Şekil 1.2. Çalışma alanının sayısal yükseklik modeli ile Landsat uydu görüntüsünün örtüştürülmesiyle oluşturulan üç boyutlu görüntü

Fethiye yerleşim birimi denizin girintisi ile oluşmuş olan Fethiye Körfezi'ne paralel yerleşmiş bir kenttir. Kentin çevresinde yer alan yüksek bölgelere gelen yağış suları gerek yüzey akışı ile gerekse yeraltısuyu akışı biçiminde kentin içinden geçen üç dere ile drene olmaktadır. Yeraltısu seviyesi, denize doğru gidildikçe ve düşük topoğrafik yüksekliklerde yüzeye daha yakın olmakla birlikte çevredeki yüksek alanlarda ve faylarla biçimlenmiş yükselen blok bölgelerinde yüzeyden daha derinde bulunmaktadır. Yüzey ve yeraltısuları ile ilgili ayrıntılı bilgiler bölüm 4.5'te verilmiştir.

Fethiye kent merkezinde atık su arıtma sisteminin bulunması ve denize dik olarak açılmış kanallar ile suların denize deşarjı sağlanmış olması nedeniyle yeraltısu seviyesi yüzeye çok yakın (0.50-1.50 metre arasında) bölgelerde dahi kirlenme olmayacağı, daha önceden fosseptiklerden sızan sularla yükselen statik su seviyesinde düşmelerin olacağı ve bu duruma bağlı olarak yapı temellerinin su seviyelerinden etkilenme durumunun azalacağı düşünülmektedir. Ayrıca Devlet Su İşleri, Aydın Bölge Müdürlüğü tarafından yapılan boşaltma ve drenaj kanalları da yeraltısu seviyesini düşürmektedir.

1.3. Ekonomik Durum

Fethiye Ovası'nda seracılık son derece gelişmiştir. İklim koşullarının uygun olması nedeniyle tarımsal etkinlikler bütün yıl boyunca devam etmektedir. Seralarda yetiştirilen özellikle domates, biber, hıyar ve diğer sebze türleri yurt içine ve dışına satılmaktadır. İlçe ekonomisinde önemli yer tutan hayvancılıkla ilgili olarak keçi, koyun ve sığır yaygın olarak beslenmektedir.

Fethiye'de turizm de önemli gelir kaynakları arasında yer almaktadır. İlçede yamaç paraşütü, yat turizmi ve su sporları yapılmaktadır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Fethiye bölgesi taşıdığı ilginç jeolojik özellikleri nedeniyle uzun yıllardan bu yana birçok araştırıcının ilgisini çekmiştir. Fethiye'yi de içine alan Batı Anadolu'daki çalışmalar aşağıda özetlenmiştir:

Meşhur ve Akpınar (1983), yaptıkları Köyceğiz-Datça-Yatağan (Muğla) Kale (Denizli) Arasında Kalan Alanın Jeolojisi ve Petrol Olanakları isimli çalışmada bölgeyi dört jeolojik üniteye ayırmışlardır. Bunlar:

1. Antalya Napları Ünitesi (ANÜ),
2. Beydağı Otokton Ünitesi (BOÜ),
3. Elmalı Napları Ünitesi (ENÜ),
4. Menderes Metamorfitleri Ünitesi (MMÜ).

Fethiye, bu ünitelerden Elmalı Napları Ünitesi içinde kalmaktadır. Meşhur ve Akpınar (1984), üniteyi oluşturan üç adet ana nap dilimi belirlemiştir. En üstte üst nap dilimi, Peridodit ve Melanjdan oluşmaktadır. Bunun altında ara nap dilimi, aynı ve/veya farklı yaş konumunda çökelmiş şelf çökellerinden oluşan tektonik dilimlerden meydana gelmektedir. En altta ise alt nap dilimi, kaotik yapıda bir flişten oluşur ve sadece ara ve üst nap dilimleri ile BOÜ arasında görülür.

Erakman vd. (1982)'ne atfen Meşhur ve Akpınar (1983) yaptıkları çalışmalarında, ENÜ içinde stratigrafik serileri ayıklamışlar ve bu serilerin oluşturduğu tektonik dilimleri ayırmışlardır. ENÜ içinde Karbonifer'den Alt Eosen'e kadar yaş veren serileri ayırırken bölgesel tektonik tarihçeyi ve naplaşmayı, Üst Permiyen'den Burdigaliyen sonuna kadar süren gerilme ve sıkışma tektoniğinin etkisine bağlamışlardır.

Şenel (1997), Batı Toroslar'da Teke yarımadasının kuzeybatısında yer alan bölgenin 1/100000 ölçekli jeoloji haritasını yapmıştır. Bu bölgede, Beydağları otoktonu ile Likya napları ve bunlar arasında, yanal yönlerde süreklilik sunan Yeşilbarak napı

yüzeylenir. Beydağları otoktonu, Yeşilbarak napı ve Likya naplarının yüzeylendiği bölgede, otokton kaya birimleri (Beydağları otoktonu) tektonik pencereler halinde bulunur. Beydağları otoktonu Üste Kretase yaşlı kireçtaşlarının yüzeylendiği Beydağları formasyonu, Üst Paleosen-Orta Eosen yaşlı, yersel çörtlü kireçtaşlarından oluşan Dişitaştepe formasyonu, Alt Miyosen yaşlı algli kireçtaşı, killi kireçtaşı ve kiltaşlarından oluşan Sinekçi formasyonu ile temsil edilir. Beydağları otoktonu üzerinde tektonik örtü olarak Yeşilbarak napı, Yeşilbarak napı üzerinde de tektonik örtü olarak Likya napları yer alır. Likya napları üzerindeki açısal uyumsuz olarak gözlenen Pliyosen yaşlı gölsel çökeller ile Kuvaterner yaşlı karasal oluşuklar, bölgenin en üst kaya birimleridir.

Aydan vd. (2000), Batı Anadolu'nun depremselliğine bir yaklaşım sağlamak amacıyla GPS ölçümlerinden elde edilen yer değiştirme hızlarından yararlanarak yerkabuğunun, yeryüzüne teğet düzlemi içerisinde oluşan birim deformasyon hız tansörü ile gerilim hız tansörünün tayini için önerilen bir yöntemi, Türkiye sınırları içinde yapılan GPS ölçümlerine uygulamışlardır. Ayrıca GPS'ten elde edilen sonuçlar sunularak Türkiye'nin genel plaka tektoniğinden beklenen yer değiştirme durumunu karşılaştırmışlardır.

Dewey ve Şengör (1979)'a göre Batı Anadolu'da yaklaşık K-G yönlü genişleme tektoniğine bağlı olarak D-B ve BKB-DGD doğrultulu birçok graben gelişmektedir. Bunlar, Gökova, Büyük Menderes, Küçük Menderes, Gediz, Bakırçay ve Simav riftleri, Kütahya ve Eskişehirdir. Bunların yanı sıra KD-GB hatların normal bileşeni olan doğrultu atımlı faylara karşılık geldiği ve bu yörenin tektoniğinde önemli rol oynadığına inanılmaktadır. Bunlar arasında Fethiye-Burdur fay zonu, Tuzla fayı, Bergama Foça fayı sayılabilir. KB-GD normal faylar daha çok GB Anadolu' da yer almaktadır. Örneğin, Pamukkale, Dinar ve Yatağan-Muğla fayları gibi. Batı Anadolu'yu etkileyen K-G gerilmesinin Marmara Denizi ve Bulgaristan'a kadar etkili olduğu sanılmaktadır. Kuzey Anadolu Marmara Denizi çevresinde üç kola ayrılmaktadır ve Anadolu bloğu ile Avrupa arasında geniş bir sınır oluşturur.

Batı Anadolu ve Ege bölgesinde, Gökova grabeninden Edremit grabenine kadarki tüm yörede en yaygın yapı unsurları K-G gerilme rejimi altında gelişmiş olanlardır. Bu yapılar bölgenin her yaştaki Neojen kaya grubunu etkilemişlerdir (Yılmaz, 2000).

Yağmurlu (2000), Burdur fayının sismotektonik özellikleri adlı çalışmasında Burdur fayının Fethiye Körfezi'nden sonra Ege Denizi içinde de devam ettiğini göstermesi bakımından önemli olduğunu belirtmiştir. Burdur fayı, Fethiye körfezi ile Keçiborlu arasında yaklaşık 300 km boyunca KD yönünde uzanım gösteren ve sol oblik atım bileşeni olan normal bir faydır. Burdur fayı, çoğu yerde tek bir yapısal çizgi halinde olmayıp birbirine paralel gelişmiş kesikli uzanıma sahip segmentlerden oluşur. Fethiye Körfezi açıklarında Hellenik ve Kıbrıs yitim zonlarını birbirinden ayıran Burdur fayı, bu yönüyle bir transform fayı özelliğine sahip olup aynı zamanda Ege levhasının güney sınırını oluşturur.

Demir (1995), yüksek lisans tez çalışmasında, araziden numune alınması sırasında kaçınılmaz bir etki olarak meydana gelen gerilme örselenmesinin normal konsolide killerin mühendislik davranışları üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Çalışmasını İstanbul yeşil kili ve kaolen gibi plastisite, likit limit ve geçirgenlik özellikleri birbirinden çok farklı iki numune üzerinde yapmıştır. Hazırlanan numuneler üzerinde üç eksenli basınç deneylerini üç seri halde yapmıştır. Arazi numunelerinin ve laboratuvar numunelerinin davranışlarını karşılaştırarak gerilme boşalmasının jeoteknik parametrelere olan etkilerini belirlemiştir.

Demir (1995) yaptığı çalışmanın sonunda, belirli numune bekletme sürelerinde tekrar konsolide edilen laboratuvar numuneleri ile arazi numunelerinin davranışını karşılaştırdığında, gerilme birim deformasyon, boşluk suyu basıncı değişimi ve elastisite modüllerinin çok farklı olduğunu,ancak drenajsız kayma mukavemeti ve efektif gerilmeler göre belirlenen içsel sürtünme açısı (ϕ) değerlerinin birbirine yakın olduğunu belirlemiştir. Böylece normal konsolide killi zeminlerde, gerilme örselenmesinin etkisini gidermek için numunelerin tekrar konsolide edilmesinin, efektif gerilmeler cinsinden içsel sürtünme açısını ve drenajsız kayma mukavemetini çok fazla etkilemediğini görmüştür.

Türker (1996), sismik hızlar yardımıyla zemin sıvılaşma analizlerine bir yaklaşım amacıyla kumlu zeminlerde depremler sırasında oluşan sıvılaşma olayı üzerinde durmuştur. Zeminlerde sıvılaşma potansiyeli ve sıvılaşma olması ihtimalinin tahmini için sismik hızların kullanıldığı bir yöntem geliştirmiştir. Bu yöntemi 1971 Burdur depreminde sıvılaşma gözlenen alana uygulamış, başarılı bir sonuç elde etmiştir. Ayrıca Kumluca-Antalya için yapılan zemin sıvılaşması analizine göre ivmesi 110 gal'den büyük bir depremin potansiyel sıvılaşma tehlikesi taşıdığını bulmuştur. Türker, yaptığı çalışma ile sismik hızlar yardımı ile zemin sıvılaşma analizlerini kolaylıkla ve sağlıklı olarak yapılabileceğini ortaya koymuştur.

Canigür vd. (1999), Eskişehir için yaptıkları bir çalışmada, Mühendislik Jeolojisi haritalarının Uzaktan Algılama (UA) ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanılarak hazırlanabileceğini vurgulamışlardır. Veriler UA ile kısa zamanda ve kolaylıkla toplanıp analiz edilebilmektedir. Yazarlar, Eskişehir'in kuzey kısmının Mühendislik Jeolojisi haritasını UA tekniklerini kullanarak hazırlamışlardır. Litolojileri ayırmaya ve aralarındaki sınırları çizmeye çalışmışlardır. Sonuçları önceki geleneksel yöntemler kullanılarak hazırlanan jeoloji haritalarıyla karşılaştırmışlardır. Eklenen bazı verilerle birlikte sonuçları, CBS ortamında kullanmış ve sonuçta çalışma alanının Mühendislik Jeolojisi haritasını, bu yeni teknikleri kullanarak hazırlamışlardır.

Doyuran (1999), Fethiye Özel Çevre Koruma Bölgesi, su kaynakları yönetimini amaçlayan çalışmada, Fethiye bölgesinde hidrojeolojik gözlemler, yüzey ve yeraltı suyu sulama faaliyetleri, tarımsal faaliyetler, ve yeraltı su seviyesi ölçümleri yapmışlardır. Yeraltı suyu kalitesini belirlemek amacıyla çeşitli analizler yapmışlar ve bu analiz sonuçlarına göre Fethiye ovasındaki su kalitesinin çok iyi iyi kalite sular sınıfında yer aldığını belirtmişlerdir.

Adatepe (2002), "Küçükçekmece ve Sefaköy yerleşim bölgelerinin zemin büyütmesine göre mikrobölgelenmesi" adlı yüksek lisans tezinde Küçükçekmece-Sefaköy yerleşim bölgelerinde yerel zemin koşullarıyla oluşan hasar arasındaki ilişkiyi araştırarak Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ile zemin büyütmesine göre

mikrobölgeleme çalışması yapmıştır. Bu amaçla bölgede açılan sondaj kuyularından alınan örnekleri incelemiş, SPT deneyleri yapmıştır. Ayrıca bölgede sismik kırılma deneyleri ve mikrotremor ölçümleri yapılmıştır. Elde edilen tüm verileri CBS ortamına atarak zemin büyütmelerine göre mikrobölgeleme yapmıştır. Sonuçta bölgedeki hasar verileri ile yaptığı mikrobölgelemeyi karşılaştırmış ve doğruluğunu denetlemiştir.

Çetin vd. (2002)'in, 1999 Kocaeli (İzmit)-Türkiye depremi boyunca Sapanca Oteli'nde meydana gelen ve sıvılaşmanın sebep olduğu yer deformasyonlarıyla ilgili bir çalışmasında;

1. Depremden sonra gözlenen deformasyon ve yer değiştirmeler,
2. Piezocone (CPTU), statik konik penetrasyon (CPT) ve standard penetrasyon (SPT)'yi de içeren yerinde indeks deneyler ve sondajlar ile yapılan arazi araştırmalarının sonuçları,
3. Zeminde gözlenen oturma ve yanal deformasyonların analizi ve
4. Gözlenen ve hesaplanan yer hareketlerinin karşılaştırılması tartışılmıştır.

Yalçıner (2002), yaptığı çalışmada kent bilgi sistemleri ve deprem yönetimi kavramlarını tanımlayıp ilişkilendirmeyi, deprem felaketiyle nasıl mücadele edileceği konusunda bilinç uyandırmayı, deprem öncesi ve sonrası için gerekli olabilecek kentsel verileri çıkarmayı amaçlamıştır. Bu kapsamda CBS'nin kullanımının katkılarını göstermek için İstanbul'un Pendik ilçesini seçmiştir. Çalışmanın içeriğini görüntüleme, analiz, çakıştırma, riskli bölgeleri ortaya çıkarma, kritik noktaları ve afet anında kullanılabilecek açık yolları bulma, yer seçimi, hizmet alanları, planlar arasında karşılaştırma, bina ve imar yasalarını kontrol, hasar tespit, rapor ve işbirliği oluşturmaktadır.

Akça (2003), SPT-CPT karşılaştırmasında verileri seçmek için bir metod amaçlamıştır. Birleşik Arap Emirlikleri'den alınan SPT-CPT test sonuçlarının korelasyonu için geleneksel ve istatistiksel metodlar kullanmıştır. Geleneksel (aritmetik ortalama) metod, literatür değerlerinden daha yüksek bir oran vermiştir.

İstatistiksel yaklaşımlar, aritmetik ortalama metoduna benzer ya da ondan çok az yüksek sonuçlar vermiştir. Yazar, bölgedeki zeminin daha çok kalsiyum karbonat içerikli kumlu yeni depozitler olduğunu belirtmiştir. Karbonatlı zeminlerin silikatlı zeminlere göre daha zayıf olmasına rağmen yüksek olan oranın, Birleşik Arap Emirlikleri zeminindeki çimentolanma, sıkılık ve kabuklu yapı veya çakıl tabakalarıyla açıklanabileceğini söylemiştir.

Chu vd. (2003), Taiwan'ın merkezinde çok fazla zemin zayıflıklarına sebep olan 1999'daki Chi-Chi depreminden (M_w=7.6) bahsedilmektedir. Meydana gelen sıvılaşma, oturma ve yanal yayılmaları belirleyip araştırmışlardır. Kum kabarmaları ve yanal yayılmaların derelerin kenarında, Kuvaterner yaşlı çökellerde ve 12 m'den daha az olan derinliklerde meydana geldiğini gözlemlemişlerdir. Bölgede 25 adet sondaj ve 6 adet CPT çalışması yapmış, SPT ve CPT'den elde edilen verileri değerlendirmişlerdir. Elde edilen sonuçları ayrıca yapay sinir ağlarıyla yapılan değerlendirmelerle karşılaştırmışlardır. Yazarlar çalışmanın sonunda, çakıllı formasyonların bulunmasından dolayı CPT'nin o bölgeye uygun olmadığını saptamışlardır.

Topal vd. (2003), Bursa'nın 50 km doğusunda bulunan Yenişehir'de 10km^2'lik bir alanda depremlere yönelik mikrobölgeleme çalışması yapmışlardır. Yerleşim alanının topoğrafyası oldukça yumuşak ve eğim genellikle 10°'den düşüktür. Yenişehir Türkiye'nin birinci derece deprem bölgelerinin içinde yer almaktadır. İlçenin depremselliği Geyve-İznik ve Bursa fay zonları tarafından kontrol edilmektedir. Çalışmada araştırma çukurları, sondajlar, yerinde deneyler ve laboratuvar deneyleri yapılmıştır. Kuyu logları, zeminin indeks özellikleri, standart penetrasyon deneyi (SPT) sonuçları ve yeraltısuyu seviye ölçümleri temel materyalinin aktifliği ve sıvılaşma tayini için kullanılmıştır. Verilerin değerlendirilmesi ile iki jeoteknik bölge ayrılmıştır. Bölgenin kuzey kısmı yüksek genişleme davranışına sahip kohezyonlu zeminler ve güney kısmı yüksek sıvılaşma potansiyeli gösteren kohezyonlu ve kohezyonsuz zeminlerin tekrarlanmasıyla karakterize olur.

Christakos (2003), tekrarlı yükler altında zemin davranışını çalışmak için deneysel işlemleri ve beklenen zemin performansında değişken parametrelerin rolünü göstermek amacıyla bir çalışma yapmıştır. Dinamik durumlar altında zemin davranışı; jeolojik tehlike, risk tayini ve depremlerin çevresel etkileriyle ilgili birçok çalışmanın çok özenli bir parçasıdır. Yazar yaptığı çalışmada, basınç kontrollü üç eksenli zemin ölçümleri ve simule edilmiş bir deprem durumu altındaki zeminin tepkisinin genel istatistiksel eğilimini çalışmak için bir seri test yapmıştır. Ayrıca zemin zararlarına sebep olan işlemleri araştırmak için ve laboratuvardan elde edilen sonuçları etkileyebilecek faktörleri araştırmak için bu deneyleri yapmıştır.

Ergüler ve Ulusay (2003)'ün çalışması, Ankara Kili'nin şişme davranışını vurgulayan deneysel araştırmaların bulgularını ve şişme parametreleri ile diğer zemin özellikleri arasındaki korelasyonu kapsar. Killi zeminlerin hacim değişimleri, sığ temeller üzerindeki binalarda müthiş doğal zararlar meydana getirir. Ankara'daki şişen killerin varlığıyla şehrin güneybatı tarafındaki alçak katlı binalarda önemli mali ziyanlarla sonuçlanan hasarlar görülmüştür. Araştırıcılar, arazi kullanımı ve genel çevre problemlerini tayin etmek amacıyla Ankara metropolitan bölgesinin merkezi ve güneybatısı için şişme haritaları yapmışlardır. Deneysel sonuçlar, killerin yüksekten-çok yüksek aktifliğe sahip olduğunu ve aktif zonun derinliğinin genel olarak 1-2 m arasında olduğunu göstermiştir. Kurutulmuş ve şekillendirilmiş numuneler şişme testlerinde daha iyi yaklaşımlar gösterir. Ayrıca çalışma alanında gözlenen yapısal hasarların ana nedeninin zemindeki yüksek şişme basıncı, düz topoğrafya ve zayıf drenaj, iklim koşulları ve kötü yapılmış binalar olduğu belirtilmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmanın amacı doğrultusunda; saha, laboratuvar ve büro çalışmaları gerçekleştirilmiştir.

3.1. Materyal

Fethiye yerleşim alanındaki zeminlerin mühendislik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yapılan bu çalışmada, 4 noktada açılmış olan temel çukurlarından örselenmiş ve örselenmemiş örnekler alınmış, 23 noktada mekanik sondaj, 11 noktada Konik Penetrasyon Testi (CPT), jeofizik çalışmalardan 49 profil boyunca düşey elektrik sondajı (DES) ve 49 profil boyunca sismik kırılma yapılmıştır.

Çalışma sırasında Erdem Yerbilimlerine (Fethiye) ait iki tür sondaj makinesi kullanılmıştır. CPT çalışmaları, Zemar Ltd. Şirketi tarafından yapılmıştır. DES, Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümüne ait rezistivite cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Sismik kırılma yönteminde, Erdem Yerbilimleri'ne ait SmartSeis^{TM} S12 Exploration Seismograph marka cihaz kullanılmıştır.

Önceki çalışmalar ve arazi çalışmalarının yanı sıra uzaktan algılama tekniklerinden de yararlanılarak öncelikle Fethiye ve çevresinin 1/10.000 ölçekli jeoloji haritası yapılmıştır. Bunun için bölgenin 2001 yılına ait Landsat ETM+ uydu görüntüsü kullanılmıştır. Görüntü işleme programı olarak SDÜ Uzaktan Algılama Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde bulunan Erdas Imagine ve ErMapper yazılımları kullanılmıştır.

Laboratuar deneylerinin bir kısmı Erdem Yerbilimleri'nde, bir kısmı SDÜ Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Uygulamalı Jeoloji laboratuarında, konsolidasyon deneylerinin bir kısmı da Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Zemin Mekaniği Laboratuarında yapılmıştır.

Saha, laboratuvar ve büroda gerçekleştirilen çalışmalar sonucu elde edilen harita ve veriler, SDÜ Uzaktan Algılama Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanılarak bilgisayar ortamına girilmiştir. Bu amaçla da ArcView 3.2 ve ArcInfo 7.2.1 yazılımları kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

Çalışmanın amacına ulaşmak için aşağıdaki araştırmalar ve çalışmalar:

- Genel Jeoloji Haritasının hazırlanması
  - Uzaktan algılama teknikleri kullanılarak haritalama,
  - Saha çalışmaları yardımıyla haritalama
- Mekanik Sondajlar
  - Standart Penetrasyon Testi (SPT) ve SPT-N_{arazi} zonlama haritalarının hazırlanması
  - Örselenmiş ve örselenmemiş örnekler alarak laboratuar deneylerinin yapımı
- Konik Penetrasyon Testi (CPT)
- Jeofizik çalışmalar
  - Düşey elektrik sondajı
  - Sismik kırılma yöntemi
    - Zemin hakim titreşim periyodu ve zemin büyütmesi haritalarının hazırlanması
- Eğim haritası
- Zemin sıvılaşma analizi
- Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanılarak çeşitli tematik haritaların hazırlanması
  - Topografik harita
  - İmar paftaları haritası
  - Lokasyon haritası
  - Yeraltısuyu seviye ve yüzeyden derinlik haritaları
  - SPT zonlama haritaları
  - Kayma dalgası hız haritaları

- Zemin hakim titreşim periyot haritası
- Zemin büyütme haritası
- Mühendislik Jeolojisi haritası
- Sıvılaşma potansiyeli haritası

Hazırlanan haritalar CBS ortamında birer veri katmanını oluşturmaktadır. Bu veri katmanları birbirleriyle üst üste çakıştırılarak Fethiye ilçesi için "Yerleşime Uygunluk Haritası" hazırlanmıştır.

3.2.1. Genel Jeoloji Haritasının Hazırlanması

Fethiye yerleşim alanı ve yakın çevresinin 1/25.000 ölçekli Jeoloji haritası önceki çalışmalar, uzaktan algılama teknikleri ve saha gözlemlerinden yararlanılarak hazırlanmıştır.

Genel Jeoloji haritası yapılırken saha çalışmaları sırasında birimlerin sınırlarının net olarak belirlenmesinde ve çizgisel yapıların çizilmesinde birtakım sorunlarla karşılaşılmaktadır. Örneğin, arazide çok büyük çizgisel hatlar görülemeyebilir. Bu durumda uzaktan algılama tekniklerinden yararlanılmıştır. Uydu görüntüleri kullanılarak bölgedeki çizgisel yapılar haritalanmış ve jeolojik birimler ayırtlanmıştır. Bunun için 2000 yılına ait Landsat ETM+ uydu görüntüsü kullanılmıştır.

Öncelikle çalışma alanı, geniş bir alanı kapsayan uydu görüntüsü içinden kesilerek çıkarılmış ve koordinatlandırılmıştır.

Hazırlanan görüntü üzerinde çeşitli bant kombinasyonları kullanılarak bölgenin çizgisellik ve jeoloji haritası yapılmıştır. Bu haritaların yapımında çeşitli filtreler [birimleri daha iyi ayırt edebilmek amacıyla edge enhance (3x3) filtresi], kontrast düzeltmeleri (histogram equalization), parlaklık ayarları yapılmıştır. Birimleri ayırt edebilmek için çeşitli bant kombinasyonları denenmiştir. Ayrıca, bant oranları, farklı

bantların kullanıldığı Principal Component Analysis (PCA) gibi değişik analizler yapılarak birimler en iyi şekilde ayırt edilmeye çalışılmıştır.

Jeolojik birimleri görüntü üzerinde elle çizmenin yanı sıra kontrollü ve kontrolsüz sınıflandırmalardan da yararlanılmıştır.

Saha çalışmalarıyla Fethiye ilçesi ve çevresinin jeoloji haritası 1/10.000 ölçekli olarak hazırlanmıştır.

3.2.2. Mekanik Sondajlar

Fethiye yerleşim alanında yüzeyleyen litolojik birimlerin yatay ve düşey dağılımlarını ve mühendislik özelliklerini belirlemek amacıyla mekanik sondajlar yapılmıştır.

Çalışmada iki tür sondaj makinesi kullanılmıştır. TS1-TS17 no'lu sondajlarda kullanılan sondaj makinesi, D750 tipinde ve auger sistemine sahiptir. TS18-TS23 no'lu sondajlarda kullanılan makine, tam hidrolik, auger ve sulu sisteme sahiptir. Her ikisinin de delik çapları 76 mm'dir.

Bölgedeki zeminlerin mühendislik özelliklerinin belirlenebilmesi amacıyla arazide ve laboratuarda çeşitli deneyler yapılmıştır. Arazide mekanik sondajlar sırasında Standart Penetreasyon Testi (SPT) yapılmıştır. Buradan alınan SPT-N_{arazi} değerleriyle 3, 6 ve 9 metreler için zonlama haritaları yapılmıştır. SPT sırasında alınan örselenmiş ve şelbi tüpüyle alınan örselenmemiş numunelerle laboratuarda zeminlerin fiziksel ve mekanik özellikleri belirlenmiştir.

3.2.3. Konik Penetrasyon Testi (CPT)

Fethiye yerleşim alanındaki zeminlerin özelliklerini yerinde belirleyebilmek ve zeminleri sınıflandırmak amacıyla 11 noktada Konik Penetrasyon Testi (CPT) yapılmıştır.

CPT'nin ilk kullanımı daha eskiye dayanmakla birlikte 1950'lerde Güney Hollanda'nın Delft şehrinde Zemin Mekaniği Laboratuvarında geliştirilmiştir. Günümüzde de dünyada zemin araştırmalarında en çok kullanılan bir yöntemdir (WEB1).

CPT, konik bir penetrometrenin tijler yardımıyla zemine itilmesi prensibine dayanır. CPT ekipmanı, bir yükleme ünitesi, penetrometre, tijler ve ölçme-kaydetme bölümlerinden oluşur. Çalışma alanında kullanılan CPT ekipmanı, orijinal Amerikan Hogentogler yapımı olup elektronik veri toplama sistemine sahiptir (Şekil 3.1). Deney, Amerikan Standartlarına-ASTM D5778-95 (2000)- uygun olarak yapılmıştır. CPT penetrometresi ortalama 2 cm/sn hızla ve 20 ton yükleme kapasiteli bir hidrolik baskıyla zemine itilmektedir. Penetrometre, 10 cm^2'lik bir konik uç ve uç açısı 60° olan bir direnç ölçerdir (Şekil 3.2). Penetrasyon sırasında 2 cm ara ile ölçülen uç ve çevre mukavemeti verileri bilgisayarda kaydedilmektedir. Bu veriler kullanılarak zemin tabakaları tanımlanmakta, zeminlerin taşıma ve oturma özellikleri belirlenmektedir. CPT'nin birtakım avantaj ve dezavantajları çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. CPT'nin avantaj ve dezavantajları

Avantajlar	**Dezavantajlar**
Sürekli veri alımı	Çakıl ve kaldırımlarda uygulanamaması
Operatör hatasının olmaması	Yeni bir teknoloji: SPT'den daha az popüler oluşu
Güvenilir ve tekrarlanabilir test sonuçları	Numune alınamaması



Şekil 3.1. Çalışmada kullanılan CPT kamyonu (a) ve kayıt toplama sistemi (b)



Şekil 3.2. CPT'de kullanılan konik uçlar

3.2.4. Jeofizik Çalışmalar

Jeofizik çalışmalardan düşey elektrik sondajı ve sismik kırılma yöntemleri çalışma alanına uygulanmıştır. Bu kapsamda Fethiye yerleşim alanı ve çevresinde 49 noktada Jeofizik Elektirik Özdirenç (DES-Schlumberger) ölçülmüştür (Şekil 3.3). Özdirenç yöntemi yapay kaynaklı, aktif bir yer-elektrik yöntem olup Ohm Yasası'nın arazide uygulanmasına dayanır. Bu çalışma kapsamında profil doğrultuları genellikle KD-GB alınmaya çalışılmıştır. Ancak arazi koşullarının elvermediği noktalarda D-B yönlü alınmıştır. Ölçümler sırasında arazinin uygunluğuna göre 100 m ile 250 m arasında açılımlar gerçekleştirilmiştir. Teorik olarak 1/3 derinliğe ulaşılması beklense de pratikte bu her zaman mümkün olmamaktadır. Bu çalışma kapsamında da 20-65 metreler arasında yeraltı tabakaları belirlenebilmiştir.



Şekil 3.3. Elektrik Özdirenç ölçü alımı

Sismik Kırılma çalışmasında, USA yapımı GEOMETRICS Firması tarafından üretilen **"SmartSeis™ S12 Exploration Seismograph"** marka 12 kanallı sismik ölçüm cihazı, 12'şer adet P ve S jeofonları ve diğer sismik ekipmanları kullanılmıştır (Şekil 3.4 ve 3.5). Sismik çalışmada offset aralığı 5 m, jeofon aralıkları da 5 m alınarak 65 metrelik bir serilim yapılmıştır. Ölçümlerden elde edilen kayıtlar yerinde kontrol edilmiş, gerekli düzeltmelerden geçirildikten sonra elde edilen kırılma ölçümleri elle değerlendirilerek kullanılarak yeraltı modelleri (hız, derinlik, kalınlık) elde edilmiştir. Bu ölçümlerde yaklaşık 30 m derinliğe kadar veri elde edilebilmiştir.

Yapılan çalışmalar aşağıdaki sırayı izlemektedir. İlk adımda ters ve düz atışlar için P ve S arazi kayıtları üretilmiştir. İkinci aşamada sismik ışınlara ait jeofonlara varış zamanları bilgisayarda okutulduktan sonra Yol-Zaman (x-t) grafikleri elde edilmiştir. Daha sonra sismik hızlar ve tabaka kalınlıkları hesaplanmış ve yeraltı modeli elde edilmiştir.



Şekil 3.4. Sismik kırılma çalışmasından bir görünüm



Şekil 3.5. Sismik kırılma çalışmasında P Dalgası kaydının oluşturulması

3.2.5. Eğim haritası

Yerleşim alanlarının planlanmasında ve mevcut yerleşim alanlarında imar planı revizyon çalışmalarında arazi eğim durumu, arazi kullanımı konusunda belirleyici bir faktördür. Çalışma alanı ve yakın çevresine ait 1/25.000 ölçekli dört adet topoğrafik harita üzerindeki eş yükselti eğrileri 10 metre aralıklarla sayısallaştırılarak bölgenin eğim haritası hazırlanmıştır.

3.2.6. Zemin sıvılaşma analizi

SPT $(N_1)_{60}$ değerleri ve laboratuar deneyleri sonucu bulunan zemin sınıflarından yararlanılarak Youd vd. (2001)'ne göre sıvılaşma analizi yapılarak sıvılaşma risk haritaları hazırlanmıştır. Youd vd. (2001)'nde 21 araştırmacı birlikte sıvılaşma analizi için SPT-N_{arazi} değerine bağlı devir direnç oranının hesaplanmasında ortak bir karara vararak bir analiz yöntemi önermişlerdir.

3.2.7. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS)

Araştırma sırasında yapılan çeşitli tematik haritalar, CBS kullanılarak bilgisayara girilmiştir. Öncelikle bölgenin 1/25.000 ölçekli 4 adet topoğrafik haritası, ArcView programı kullanılarak ve her bir eşyükelti eğrisinin değeri girilerek sayısallaştırılmıştır. Fethiye yerleşim alanının 1/5.000 ölçekli imar paftaları da ArcInfo programları kullanılarak sayısallaştırılmıştır. Sayısallaştırma sırasında harita üzerindeki farklı sınıflar (parsel, tarla, okul, hastane, vs.) için farklı ID numaraları belirlenmiştir.

Arazide yapılan mekanik sondajlar, CPT, jeofizik araştırma noktaları da CBS ortamına aktarılarak lokasyon haritası hazırlanmıştır.

Çalışmanın her aşamasında hazırlanan haritalar (genel jeoloji haritası, yeraltısuyu seviye ve yüzeyden derinlik haritaları, SPT zonlama haritaları, deprem zemin büyütme haritası, sıvılaşma haritası, vs.) da ArcView programına aktarılmıştır.

Böylelikle bütün haritalar aynı koordinat sisteminde, birbirine uyumlu bir şekilde aynı programda depolanmıştır. Bu sayede, tek tek hazırlanan haritalar, çalışmanın sonraki aşamalarında birbirleriyle karşılıklı olarak değerlendirilmiş ve Fethiye yerleşim alanı için tehlike haritaları oluşturulmuştur. Sonuçta, bu haritalar değerlendirilerek çalışma alanı, yerleşime uygunluk açısından dört bölgeye ayrılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Genel Jeoloji

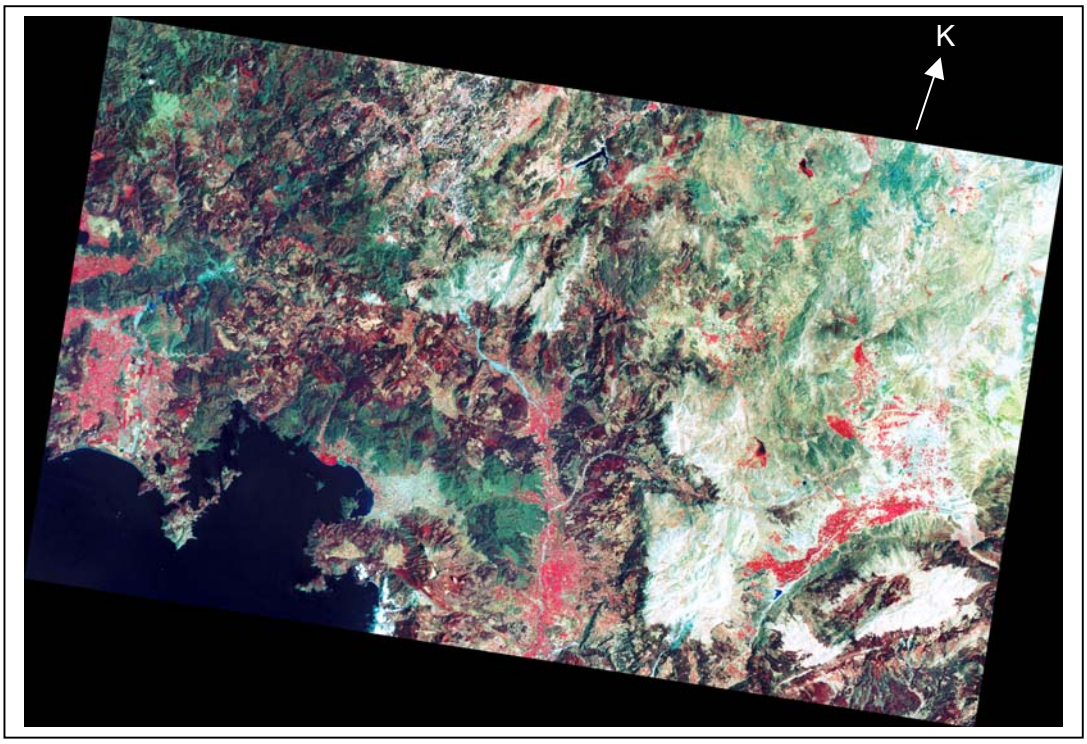
İnceleme alanı, Türkiye'nin güneybatısında yer alan Fethiye Körfezi ve çevresini kapsar. İnceleme alanı ve çevresinde Batı Toroslar'ın temel jeolojik özelliklerini yansıtan birimler ve yapılar yüzeyler. Bölgede Paleozoyik-Mesozoyik ve Tersiyer yaşlı değişik kökenden kaya birimlerinin, otokton ve allokton birimler olarak yüzeylediği uzun yıllardan beri bilinmektedir (Flugel, 1961; Colin, 1962; Graciensky, 1968; Şenel vd., 1994). Allokton konumlu birimlerden Likya napları, kuzeyde bulunan Menderes Masifi ile güneyde bulunan Beydağları otoktonu arasında yer alır (Graciensky, 1968). İnceleme alanında Likya naplarına ait allokton birimler olarak, Tavas napı, Bodrum napı ve Marmaris ofiyolit napı olarak tanımlanan (Şenel, 1997) üniteler yüzeylemektedir. Bu naplar bölgede Eosen yaşlı Elmalı formasyonu (Önalan, 1979) üzerinde tektonik olarak oturur. Batı Toroslar'da Elmalı formasyonunun da içinde yer aldığı topluluk, Şenel (1997) tarafından Yeşilbarak napı içinde tanımlanmıştır.

Batı Toroslar'daki jeolojik araştırmalar birçok yerli ve yabancı araştırmacı tarafından ayrıntılı olarak yapılmıştır. Dolayısıyla çalışma alanını da içine alan bölgede 1/25.000 ölçeğinde jeoloji birimleri haritalanmış ve bunların litolojik özellikleri, dokanak ilişkileri ve yaşları gibi birçok jeolojik problemleri çözümlenmiştir.

Mühendislik Jeolojisi amaçlı bu çalışmada, Fethiye yerleşim alanı ve yakın çevresinin 1/10.000 ölçekli Jeoloji haritası önceki çalışmalar, saha gözlemleri ve uzaktan algılama tekniklerinden de yararlanılarak hazırlanarak çalışma alanının jeolojik enine kesitleri alınmıştır (EK-1 ve EK-2). Bu amaçla çalışma alanın Fethiye O22-d1-d2-d3-d4 nolu 1/25.000 ölçekli topografik haritaları ve 2000 yılına ait Landsat ETM+ uydu görüntüsü kullanılmıştır.

Öncelikle çalışma alanı, geniş bir alanı kapsayan uydu görüntüsü içinden kesilerek çıkarılmış ve koordinatlandırılmıştır (Şekil 4.1). Geometrik düzeltme, ham

görüntüdeki geometrik bozulma etkilerinin giderilmesi ve görüntünün yer kontrol noktaları kullanılarak tanımlı bir coğrafi koordinat sistemine oturtulması işlemidir. Koordinat dönüşümleri yapılan bu görüntü üzerinde mekansal filtrelemeler ve kontrast düzeltmeleri yapılmıştır.



Şekil 4.1. Çalışma alanına ait Landsat TM uydu görüntüsü (432-RGB)

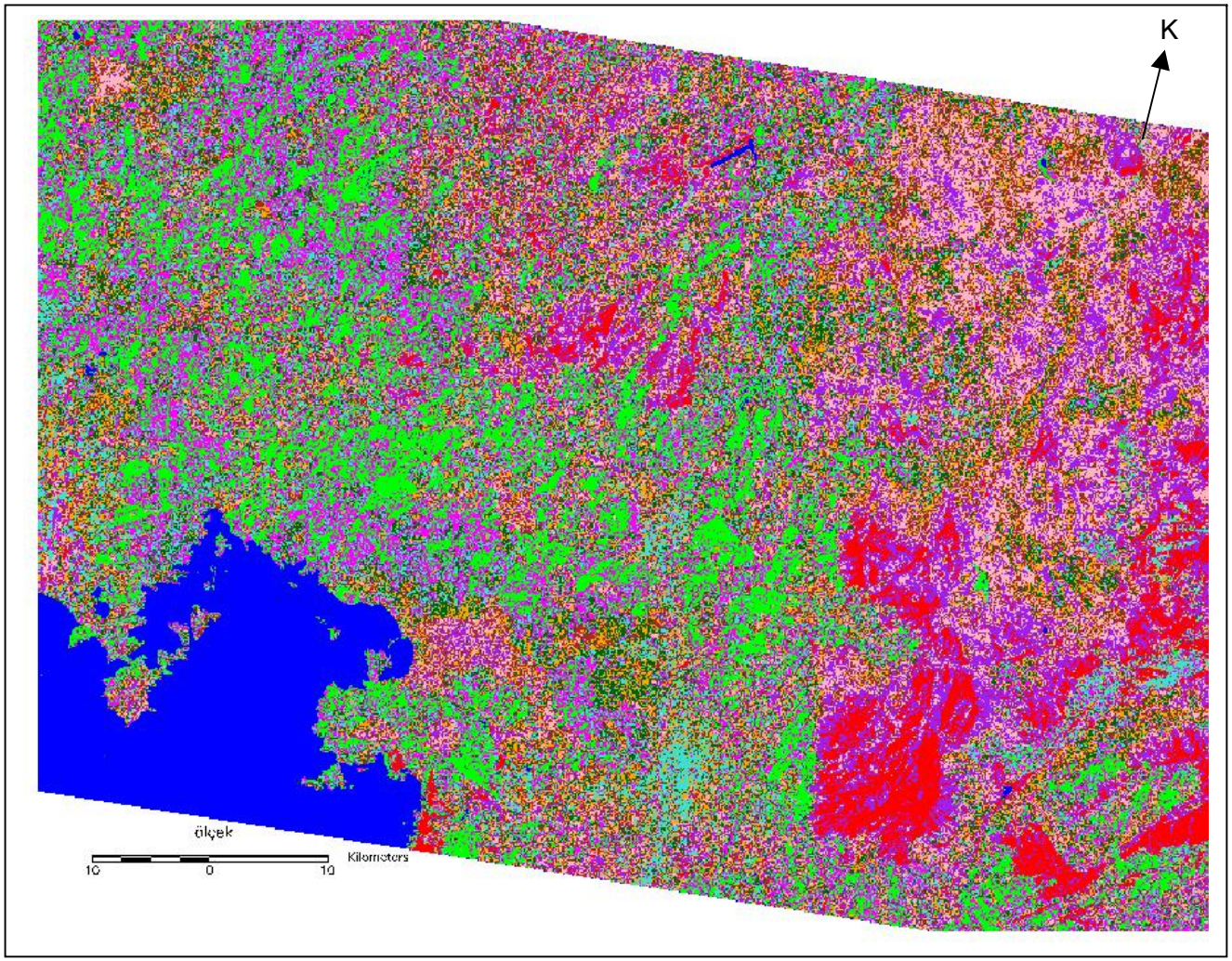
Hazırlanan görüntü üzerinde çeşitli bant kombinasyonları kullanılarak bölgenin çizgisellik ve jeoloji haritası yapılmıştır. Bu haritaların yapımında çeşitli filtreler [birimleri daha iyi ayırt edebilmek amacıyla edge enhance (3x3) filtresi], kontrast düzeltmeleri (histogram equalization), parlaklık ayarları yapılmıştır. Birimleri ayırt edebilmek için çeşitli bant kombinasyonları denenmiştir. Ayrıca, bant oranları, farklı bantların kullanıldığı Principal Component Analysis (PCA) gibi değişik analizler yapılarak birimler en iyi şekilde ayırt edilmeye çalışılmıştır.

Jeolojik birimleri görüntü üzerinde gözle ayırmanın yanı sıra kontrollü ve kontrolsüz sınıflandırmalar da yapılarak, bu haritalarla karşılaştırılmıştır. Sınıf, aynı türe ait görüntü elemanlarından oluşan arazi ya da alan türüdür. Sınıflandırma analizlerinde spektral yansımalardan yararlanılmaktadır. Kontrolsüz sınıflandırma, görüntüdeki

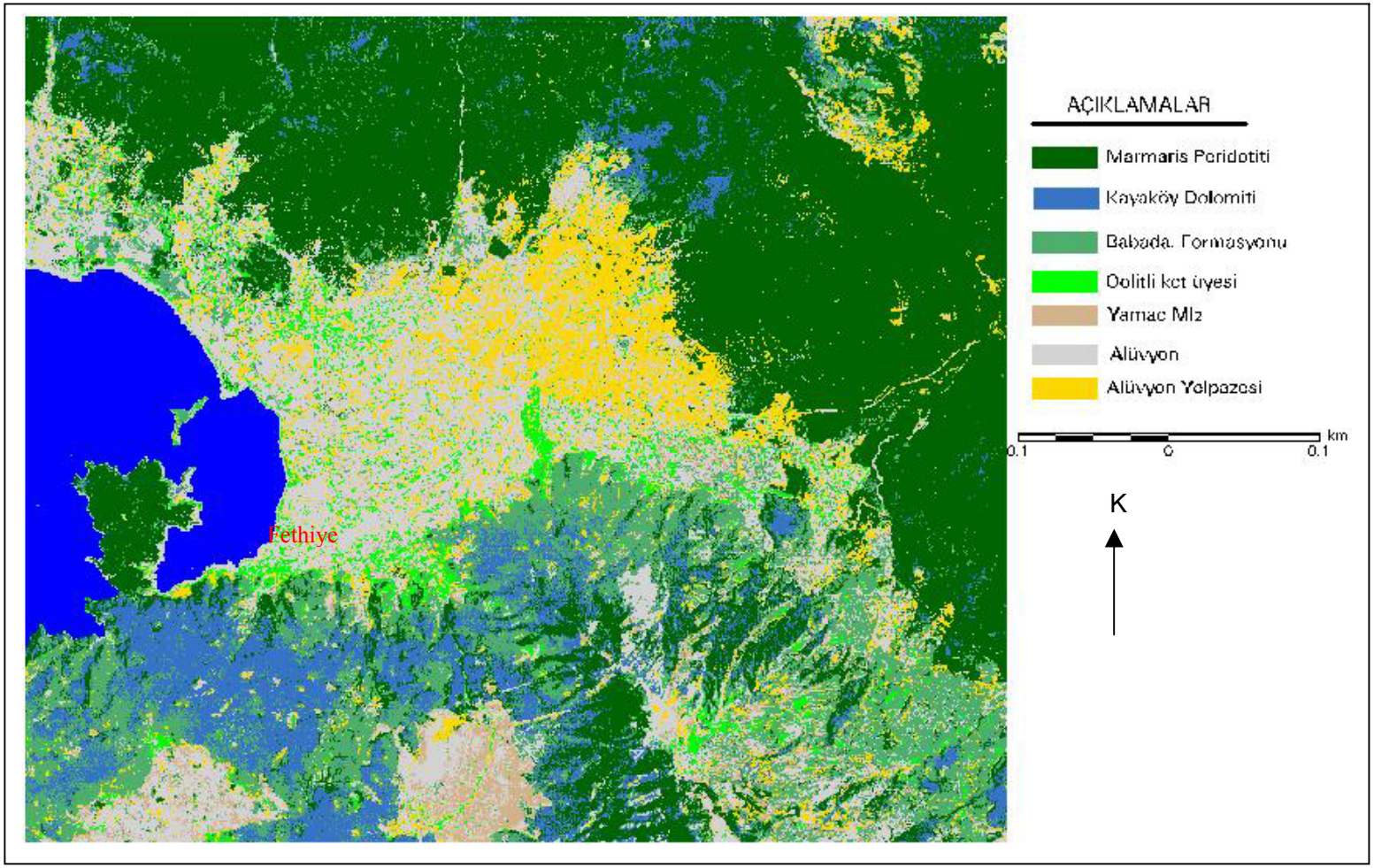
veri hakkında yeterli yer bilgisine sahip olunmadığı durumlarda tercih edilen bir yöntemdir. Kontrollü sınıflandırmadan farklı olarak, bu sınıflandırmada başlangıçta arazi örtüsüyle ilgili ön bilgiye ihtiyaç duyulmamaktadır. Yapılacak olan ilk iş sınıf sayısının belirlenmesidir (Erdas Field Guide, 2003). Kontrolsüz sınıflandırma sonucu elde edilen sınıfların gerçekte hangi arazi örtüsü tipini temsil ettiği bilinmemektedir.

Erdas Imagine 8.3. yazılımı aracılığıyla 741 (RGB) bant kombinasyonları kullanılarak kontrolsüz sınıflandırma yapılmıştır. Çalışma alanı 10 sınıfa ayrılarak, bölgenin arazi örtüsü haritası elde edilmiştir (Şekil 4.2). Araziyle ilgili herhangi bir bilgiye sahip olunmamakla birlikte, haritaya bakılarak farklı renklerin sınırlarına gidilmek suretiyle jeolojik birimlerin dokanakları bulunabilir. Bu sayede öncelikle zaman olmakla birlikte birçok kazanç sağlanmış olunur. Hazırlanan haritada Fethiye'nin güneyinde bulunan yarımadaya özellikle gidilmesi gerektiği anlaşılmaktadır. Yeşil ve morumsu renklerin farklı birimleri gösterdiği düşünülmeli ve ayrıca iki renk arasındaki hattın çok keskin olması bize bir fayı çağrıştırmaktadır.

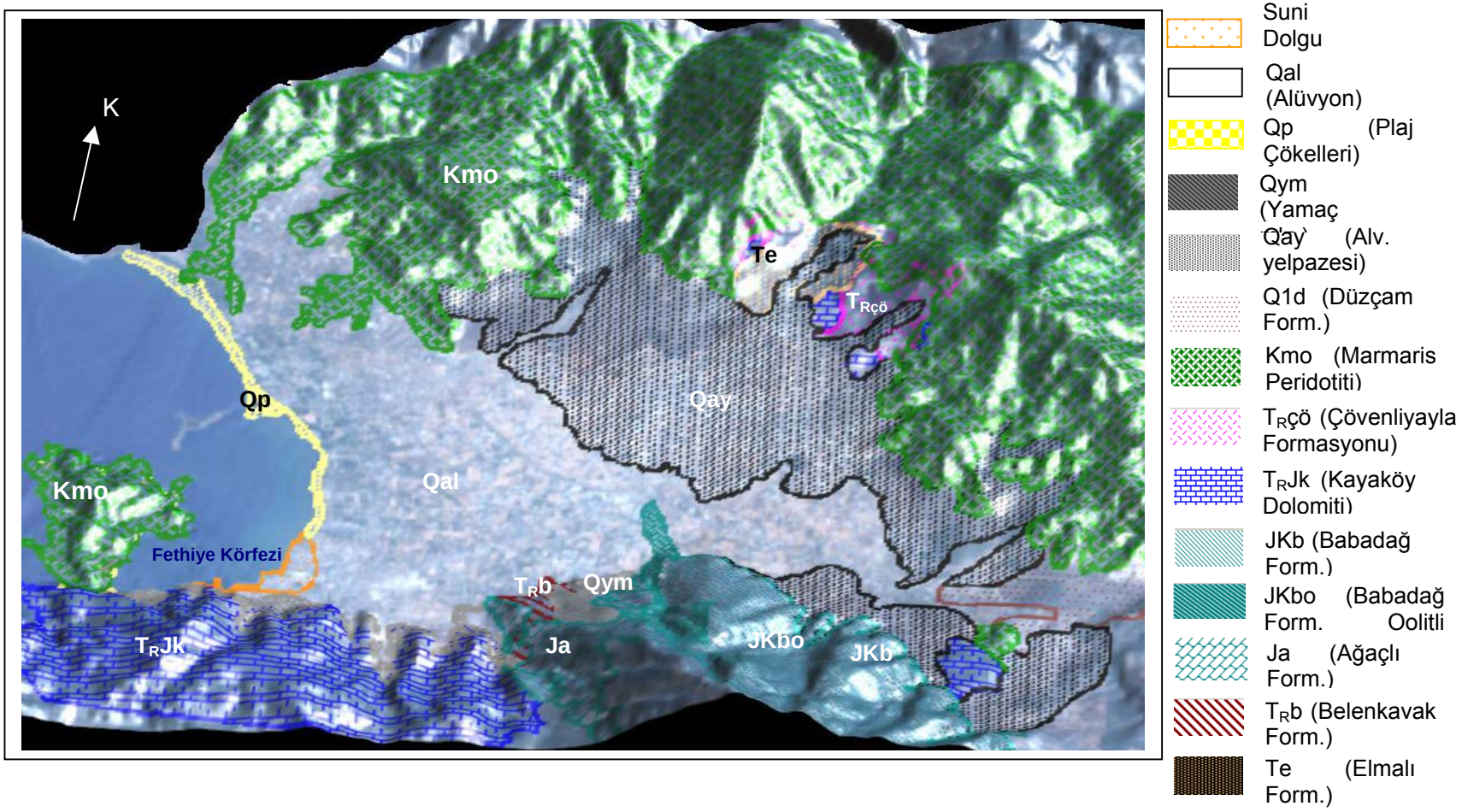
Kontrollü sınıflandırmada kullanıcı tarafından bilinen alanlar belirlenir ve görüntü işleme programları kullanılarak sınıflandırma yapılır. Kontrollü sınıflandırmanın diğerine göre daha iyi sonuç verdiği ve kontrollü sınıflandırma sonucu elde edilmiş tematik haritada sınıfların daha belirgin olduğu söylenebilir. Sonuçta kullanıcının kontrolünde uygulanan bir yöntemdir. Bu yöntemde öncelikle sınıflar belirlenmelidir. Daha sonra bu sınıflar programa tanıtılır ve görüntü üzerindeki benzer bölgeler program aracılığıyla bulunur. Bu şekilde Fethiye ve çevresindeki birimleri ayırabilmek amacıyla 431 (RGB) bant kombinasyonu kullanılarak yapılan kontrollü sınıflandırma sonucu elde edilen arazi örtüsü haritası Şekil 4.3'te görülmektedir. Hazırlanan tüm haritalar, arazi çalışmalarıyla yapılan haritalar ve önceki çalışmalarla karşılaştırılmıştır.



Şekil 4.2. Fethiye ve çevresine ait Landsat TM (741-RGB) uydu görüntüsü kullanılarak hazırlanmış kontrolsüz sınıflandırma



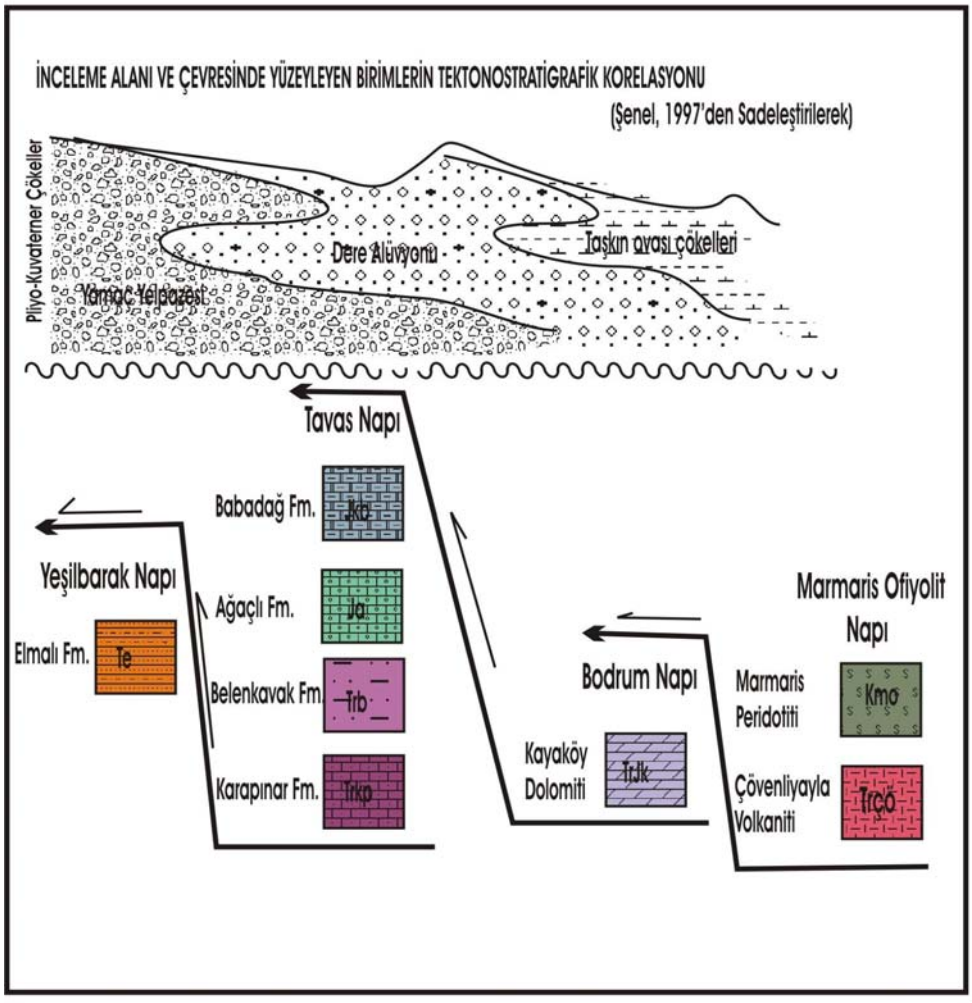
Şekil 4.3. Fethiye ve çevresine ait, Landsat TM (431-RGB) uydu görüntüsü kullanılarak yapılmış kontrollü sınıflandırma



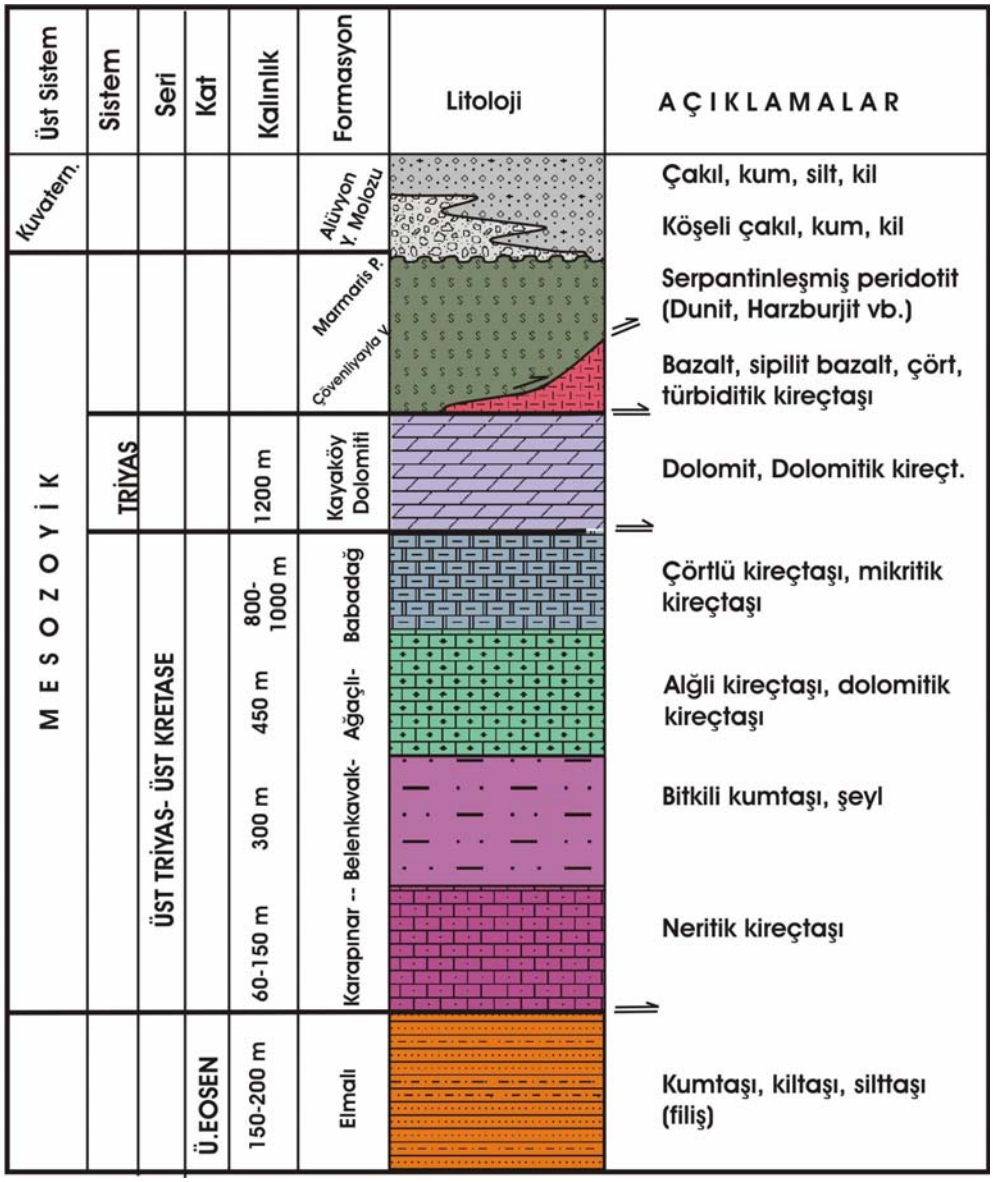
Şekil 4.4. Fethiye yerleşim alanı ve çevresinin Landsat ETM+ uydu görüntüsü kullanılarak hazırlanmış üç boyutlu jeoloji modeli

4.2. Stratigrafi

İnceleme alanında yer alan kaya birimleri, görünür litoloji özelliklerine dayanılarak ve litostratigrafik sınıflama esaslarına göre tanımlanarak, 1/10.000 ölçekli jeoloji haritasında ve genelleştirilmiş tektonostratigrafi kesitinde gösterilmiştir (Şekil 4.5.a ve 4.5.b). Buna göre çalışma alanındaki yer alan kaya birimleri otokton ve allokton olmak üzere iki ana gruba ayrılmıştır. Yörede yer alan otokton birimler olarak Eosen yaşlı Elmalı Formasyonu ve Kuvaterner yaşlı yamaç molozları ve alüvyonlar ayırt edilmiştir. Çalışma bölgesinde yer alan kaya birimlerinin büyük bölümü, Likya Naplarına ait allokton kaya topluluklarından oluşmaktadır. Bölgede yer alan allokton kaya toplulukları, daha çok litoloji özellikleri gözetilerek ayırt edilmiş ve haritaya geçirilmiştir.



Şekil 4.5.a. Çalışma alanındaki nap sitemleri



Şekil 4.5.b. Çalışma alanının genelleştirilmiş tektonostratigrafik sütun kesiti (Şenel, 1997'den düzenlenerek)

Fethiye ve yakın çevresi ile genelde GB Anadolu'da yer alan Likya naplarına ait allokton kaya toplulukları (Şenel, 1997) tarafından üç farklı nap birimi şeklinde gruplandırılmıştır. Bunlar sırası ile; Tavas, Bodrum ve Marmaris Ofiyolitli Naplarıdır. Bölgede bu nap sistemleri içinde ayırt edilen belli başlı kaya birimleri şunlardır:

- *Tavas Napı*'na ait Karapınar Formasyonu, Belenkavak Formasyonu, Ağaçlı Formasyonu ve Babadağ Formasyonu,
- *Bodrum Napı*'na ait Kayaköy Dolomiti
- *Marmaris Ofiyolit Napı*'na ait Çövenliyayla Formasyonu ve Marmaris Peridotitidir.

Yöredeki otokton ve allokton birimleri sınıflandırmasında ve adlandırmasında Batı Toroslar bölgesinde uzun yıllardır jeolojik çalışmalarda bulunan ve bölgenin jeolojik sentezini yapmış olan Şenel (1997) temel olarak alınmıştır.

1/25.000 ölçekli jeoloji haritasında mühendislik özellikleri yeterince yansıtılamayan neootokton birimlerden alüvyon yelpazesi, taşkın düzlüğü ve akarsu çökelleri niteliğindeki birimler 1/5.000 ölçekli mühendislik jeolojisi haritalarında ayırtlanmış ve mühendislik özellikleri, tezin Mühendislik Jeolojisi bölümünde ayrıntılı olarak verilmiştir.

Otokton Birimler

4.2.1. Elmalı Formasyonu (Te)

Çalışma alanının kuzeyinde Asar Tepe çevresinde dar bir alanda haritalanan birim, egemen olarak türbidit kökenli kumtaşı-şeyl ardalanmasından oluşur. Bölgesel çalışmalarda birime karşılık gelen tortul istif Önalan (1979) tarafından "Elmalı formasyonu" olarak isimlendirilmiş ve bu incelemede de önceki adlandırmaya bağlı kalınarak Elmalı Formasyonu adı kullanılmıştır. Çalışma alanı içinde birimin alt sınırı görülmemektedir. Formasyon egemen olarak kumtaşı, şeyl ardalanmasından ve yersel kireçtaşı ara katkılarından oluşur. Kumtaşları boz renkli, orta-kalın tabakalı, tabaka alt yüzeyleri keskin ve aşınmalıdır. Formasyonun ana bileşeni olan türbiditik kumtaşları çoğu yerde belirgin olarak dereceli katmanlanma özelliği göstermektedir. Akıntı ve gereç izlerinden oluşan tortul yapılar kumtaşlarının alt yüzeylerinde yersel olarak gözlenir. Elmalı formasyonu içinde şeylin egemen olduğu kesimlerde, özellikle yağışlı dönemlerde yol ve dere yarmalarında küçük çaplı heyelan ve döküntü akmaları yersel olarak gözlenir.

Elmalı formasyonunun alt dokanağı, çalışma alanı içinde gözlenememektedir. Likya naplarına ait birimler, Elmalı formasyonuna ait tortulları bindirmeli bir dokanakla üstler. Eldirek Köyü çevresinde birime ait tortullar, Likya Naplarına ait olistostromal melanj özelliği gösteren "Çövenliyayla formasyonu" tarafından tektonik olarak üzerlenmektedir.

Elmalı formasyonunun çalışma alanı içindeki görünür kalınlığı 150-200 m kadardır. Ancak birimin yaygın olarak ve tip kesitinin gözlendiği alanda (Dumanlıdağ) 700 m kalınlığında olduğu belirtilmektedir (Şenel vd., 1994).

Birimin yarattığı litoloji ve sedimentolojik özellikleri türbiditik akıntıların oluşturduğu ve fliş fasiyesinde gelişen bir çökelmeyi karakterize etmektedir. Birim içinde yaş tayinine elverişli herhangi bir fosil bulunamamıştır. Şenel vd. (1989) tarafından birimin yaşı, bağıl yaş ilişkisine dayanarak Geç Lütesiyen-Erken Burdigaliyen olarak saptanmıştır.

4.2.2. Düzçam Formasyonu (Qd)

Çalışma alanının doğu kesiminde, Fethiye O22-d3 paftasında, Fethiye-Kemer karayolu boyunca yüzeyleyen birim, egemen olarak kırmızımsı-kahve renkli çamurtaşı, kumlu çamurtaşı ve konglomeralardan oluşmaktadır. Birim, genelde ofiyolit kütlesi üzerinde açısal uyumsuz olarak bulunur. Üstten alüvyonla örtülmüştür. Düzçam formasyonu, çoğu yerde derin vadilerle yarılmadığından gerçek kalınlığı bilinmemektedir. Fethiye-Kemer yolu üzerinde, 30-40 metre kalınlıklardadır. Fethiye Ovası'ndaki alüvyon dolgusu ile giriktir (Şenel vd., 1994).
Fosil bulunmayan formasyonun, stratigrafik konumu göz önünde tutularak Pleyistosen yaşında olduğu kabul edilmiştir (Şenel vd., 1994).

4.2.3. Yamaç molozu ve birikinti konileri (Qym)

Çalışma bölgesini çevreleyen dağlık alanların değişik eğimlerdeki yamaçlarında tutturulmamış veya zayıf tutturulmuş köşeli çakıl ve bloklardan oluşan yamaç

birikintileri bulunmaktadır. Yamaç molozu ve birikinti konilerinin ana bileşenlerini Marmaris perdotitinden türemiş ultrabazik kayaçlar ile daha az oranda kireçtaşlarından türemiş çakıl ve bloklar oluşturmaktadır. Akarsular tarafından taşınarak oluşturulmuş olan birikinti konilerinde genellikle çakıllar yuvarlaklık kazanmış, ancak boylanmaları kötü durumdadır. Akarsu depolanması biçiminde oluşan çakıltaşlarında akarsuyun akış yönünü ve doğrultusunu gösterecek şekilde çakıllarda kiremitvari dizilim gelişmiştir. Bu dizilimde çakılların uzun eksenleri suyun akış doğrultusunu, çakılların uzun eksenlerinin eğim yönü ise akarsuyun geliş yönünü gösterir (Şekil 4.6). Paleoakıntı yönlerinin belirlenmesinde yaygınca kullanılan bu sedimantolojik yapı özelliğinden yararlanılarak Fethiye Ovası içerisindeki birçok akarsuyun eski yataklarının konumları belirlenmeye çalışılmıştır.



Şekil 4.6. İnceleme alanındaki akarsularla oluşturulmuş bir birikinti konisine ait pekleşmemiş çakıltaşlarının ve binik çakılların görünüşü. Akarsuyun enerjisine bağlı olarak çakıllarda alttan üste bir normal derecelenme görülmektedir (Yer: Eldirek Köyü batısındaki futbol sahasının kenarı)

4.2.4. Alüvyon yelpazeleri (Qay)

Egemen olarak tutturulmamış çakıl, kum, silt, kil ve organik gereçlerden oluşan güncel alüvyon yelpazeleri, inceleme alanında oldukça geniş bir alanı kaplamaktadır. Fethiye yerleşim biriminin ve yeni yerleşime açılacak mücavir alanların zemin yapısını da bu çökeller oluşturmaktadır. Alüvyon yelpazeleri, akarsu ve ova kenarlarında çoğunlukla zayıf tutturulmuş, yarı yuvarlaklaşmış olan tanelerin egemen olduğu çakıl ve kum dolgularından oluşmaktadır. Bu çökellerin ayrıntılı haritalanması ve mühendislik özellikleri bu çalışmanın mühendislik jeolojisi bölümünde ayrıntılı olarak verilmiştir.

4.2.5. Plaj çökelleri (Qp)

Deniz kıyısı boyunca gelişmiş kum ve çakıllardan oluşmaktadır. Taneler iyi boylanmış ve iyi yuvarlaklaşmış kireçtaşı, kumtaşı ve ofiyolit topluluğundan türemiş bileşenlerden oluşur.

4.2.6. Alüvyon (Qal)

Yöredeki alüvyonlar akarsu yataklarında ve ovalarda bulunan çoğunlukla pekleşmemiş çakıl, kum, silt, kil ve bunların karışımından meydana gelen tortullardan oluşur. Fethiye yerleşim alanının büyük bölümü bu tür alüvyonlarla kaplıdır. Fethiye düzlüğünde yer alan alüvyon dolgunun içinde değişik ölçekteki akarsu kanal dolguları çeşitli seviyelerde görülebilmektedir. Alüvyon dolgu özelliklerinin daha ayrıntılı olarak ortaya çıkarılması için Fethiye düzlüğü içinde değişik noktalarda sondajlar yapılmış ve konuyla ilgili jeofizik çalışmalar uygulanmıştır. Bu çalışmalarla ilgili elde edilen sonuçlar, tezin Mühendislik Jeolojisi bölümünde ayrıntılı olarak sunulmuştur.

Allokton Birimler

4.2.6. Tavas Napı

Tavas napı olarak tanımlanan kaya topluluğu, Menderes Masifi ile Beydağları otoktonu arasında uzanan allokton konumlu Likya naplarına ait yapısal birimlerden birisidir. Üst Paleozoyik ile Eosen arasında değişen kaya birimlerini kapsar (Şenel vd., 1994). Çalışma alanında Tavas napı içinde yer alan Karapınar, Belenkavak, Ağaçlı ve Babadağ formasyonları (Erakman vd., 1982; Graciansky, 1972; Şenel vd., 1994) yüzeylemektedir.

4.2.6.1. Karapınar Formasyonu (Trkp)

Başlıca siyahımsı gri renkli kireçtaşlarından oluşan formasyon, Erakman ve diğ. (1982) tarafından "Karapınar formasyonu" olarak isimlendirilmiştir. Birim, çalışma alanının güney kesiminde, Fethiye yerleşim biriminin ve Fethiye Ovasının güney sınırında küçük bir alanı (0,15 km^2) kapsamaktadır.

Karapınar formasyonu, yüzeylediği Hıdırlık Mah. civarında ince-orta tabakalı, grimsi, koyu gri kireçtaşlarından oluşur. Birim, alt bölümlerde killi ve yumrulu kireçtaşları ile başlamakta, üste doğru siyah çört yumrulu kireçtaşları derecelenmektedir (Şekil 4.7).

Birimin alt dokanağı inceleme alanı içinde gözlenememektedir. Belenkavak formasyonuna ait tortullar Karapınar formasyonunu dereceli bir dokanakla üstler. Birimin görünen kalınlığı, 60-150 metredir. Yaygın makro fosil izleri taşıyan Karapınar formasyonu, üstte yer alan Karniyen-Noriyen yaşlı Belenkavak formasyonu ile olan bağıl stratigrafi ilişkisine göre Ladiniyen yaşındadır (Şenel vd., 1994).



Şekil 4.7. Karapınar formasyonunu oluşturan kireçtaşları içinde yer alan çört arakatkıları ve yumrular

4.2.6.2. Belenkavak Formasyonu (Trb)

Başlıca bitkili kumtaşı ve şeyler ile kireçtaşı aradüzeylerinden oluşan formasyon, Graciansky (1972) tarafından isimlendirilmiştir. Birim, Fethiye Ovasının güneyinde Hıdırlık Mah. civarında gözlenmektedir.

Formasyon alt bölümde, ince-orta tabakalı, grimsi, sarımsı renkli, derecelenmeli kumtaşı ve ince-orta tabakalı gri, koyu gri renkli kireçtaşı ara seviyeleri içermektedir. Üste doğru kahvemsi, sarımsı kahve renkli, bitkili ince katmanlı kumtaşı ve çamurtaşı ardalanmasından oluşur.

Belenkavak formasyonu alttaki Karapınar formasyonu üzerine dereceli bir dokanakla oturur. Birim, Ağaçlı formasyonu tarafından uyumsuz olarak üstlenir. Seyrek fosilli

olan formasyonda ara seviyeler veya mercekler halinde bulunan kırıntılı karbonatlarda bulunan formlara göre (Şenel vd., 1994) tarafından Karniyen-Noriyen olarak yaşlandırılmıştır.

4.2.6.3. Ağaçlı Formasyonu (Ja)

Kalın tabakalı, gri renkli, algli kireçtaşları ile dolomitik kireçtaşları, Ağaçlı Mahallesi doğusunda tip kesit verdiklerinden Şenel vd. (1994) tarafından Ağaçlı formasyonu olarak adlandırılmıştır. Birim inceleme alanında, Fethiye yerleşim biriminin güneyinde, Ölüdeniz yolunun doğusunda, geniş alanlar boyunca yüzeyler.

Ağaçlı formasyonu, masif görünümlü, kalın; seyrek olarak orta tabakalı, gri, açık gri dolomit, dolomitik kireçtaşı ve algli kireçtaşlarından oluşur.

Ağaçlı formasyonu altta Belenkavak formasyonu ile uyumsuz, üstte Babadağ formasyonu ile uyumlu olarak bulunur. Fethiye Ovasının güney kenarında küçük bir alandaki birimin alt dokanağı görülebilmektedir. Bu alanda birimin altındaki kırmızı konglomera ve kumtaşlarından oluşan kırıntılı tortullar yer alır. Bu konglomera ve kumtaşlarını Erakman vd., (1982) "Çenger Formasyonu" olarak tanımlamışlardır.

Ağaçlı formasyonu, bol makro organizma (alg, mercan, gastropod, vb.) kalıntıları içerir ve resifal özellikler sergiler. Önceki araştırıcılar, birim içerisinden derlenen fosillere dayanarak Liyas yaşını uygun bulmuşlardır (Şenel vd., 1994, Graciansky, 1972'den).

4.2.6.4. Babadağ Formasyonu (JKb)

Büyük bölümüyle çörtlü kireçtaşı ve kumlu kireçtaşlarından oluşan bu formasyon, Erakman vd. (1982) tarafından "Babadağ formasyonu" olarak adlandırılmıştır. Birim, *kırmızımsı mikriik kireçtaşı* ve *oolitli kireçtaşı üyesi* olmak üzere birbirinden renk ve litolojik özellikleriyle farklılık gösteren iki alt birime ayrılmıştır.

Babadağ formasyonu çoğunlukla ince-orta tabakalı, açık grimsi çörtlü kireçtaşları ile ince-orta tabakalı kırıntılı kireçtaşlarından (kalsitürbiditlerden) oluşur. Mercek ve yumru şeklinde çört arakatkılar, mikritik kireçtaşı içinde yaygın olarak gelişmiştir.

Babadağ formasyonu içindeki oolitli kireçtaşı üyesi (JKbo), orta-kalın tabakalı ve orta ile koyu grimsi, oolitli kireçtaşlarından oluşur. Kireçtaşları yer yer pelletli düzeyler içerir ve seyrek çört yumruludur. Birimin inceleme alanı içindeki yüzeylemesi, Yel değirmeni Tepe ve Çaltepe civarında görülür.

Babadağ formasyonu altta Ağaçlı formasyonu üzerine uyumlu olarak gelir. Üstte ise tektonik dokanakla Kayaköy dolomiti ve Marmaris peridotiti bulunur. Birimin Kayaköy dolomiti ve Marmaris Peridotiti ile olan dokanağı Fethiye–Ölüdeniz yolunda yüksek açılı bir ters fay biçiminde gözlenir.

Babadağ formasyonu içerisinden derlenen örneklerin fosil tanımlamalarına göre birim, Şenel vd., (1994) tarafından Geç Liyas (Toarsiyen)- Geç Kretase (Maastrihtiyen) olarak yaşlandırılmıştır. Babadağ formasyonu içerdiği kaya türü ve fosil kapsamına göre, yamaç –havza kenarı ortamında çökelmiştir (Şenel, 1997).

4.2.7. Bodrum Napı

Tavas napı üzerine tektonik dokanakla gelen Bodrum napı üzerinde yine tektonik dokanaklı olarak Marmaris ofiyolit napı bulunur. Bodrum napı olarak ayırt edilen kaya topluluğu çalışma alanı içinde Geç Triyas-Liyas yaşlı Kayaköy Dolomiti ile temsil edilir.

4.2.7.1. Kayaköy Dolomiti (T_RJk)

Bu birim, Kayaköy çevresinde yaygın olarak yüzeylediğinden Şenel vd. (1994) tarafından “Kayaköy Dolomiti” olarak adlanmıştır. Birim inceleme alanında Fethiye yerleşim biriminin güney ve güney batısında geniş mostralara sahiptir. Uydu

görüntüsü üzerinde de gerek rengiyle gerekse paralel drenaj sistemleriyle diğer birimlerden rahatlıkla ayırt edilebilmektedir (Şekil 4.14).

Birim; masif görünümlü, tabakasız, yer yer breşik, siyah, koyu gri, gri, oldukça sık erime boşluklu ve ağsal kalsit damarlı dolomitlerden oluşur. Dolomitlerin tipik ayrışma özelliği olan zarf görünümü, Kayaköy Dolomiti'nde de sıkça görülmektedir (Şekil 4.8).

Tavas napına ait Babadağ formasyonunu tektonik olarak üzerleyen Kayaköy dolomiti, üstte Marmaris ofiyolit napının en alt birimini oluşturan "Çövenliyayla formasyonu" tarafından tektonik olarak örtülür.

Graciansky (1972)'nin Üst Triyas; Şenel vd. (1989)'nin Üst Triyas-Liyas yaşını verdikleri birimin üst seviyelerinde bulunan formlara göre, Kayaköy dolomitinin yaşının Geç Triyas-Erken-Orta Liyas olabileceği düşünülmüştür (Şenel vd., 1994).



Şekil 4.8. Kayaköy dolomitinde görülen ayrışmalar (Yer: Fethiye güneybatısındaki Asarlık Tepe)

4.2.8. Marmaris Ofiyolit Napı

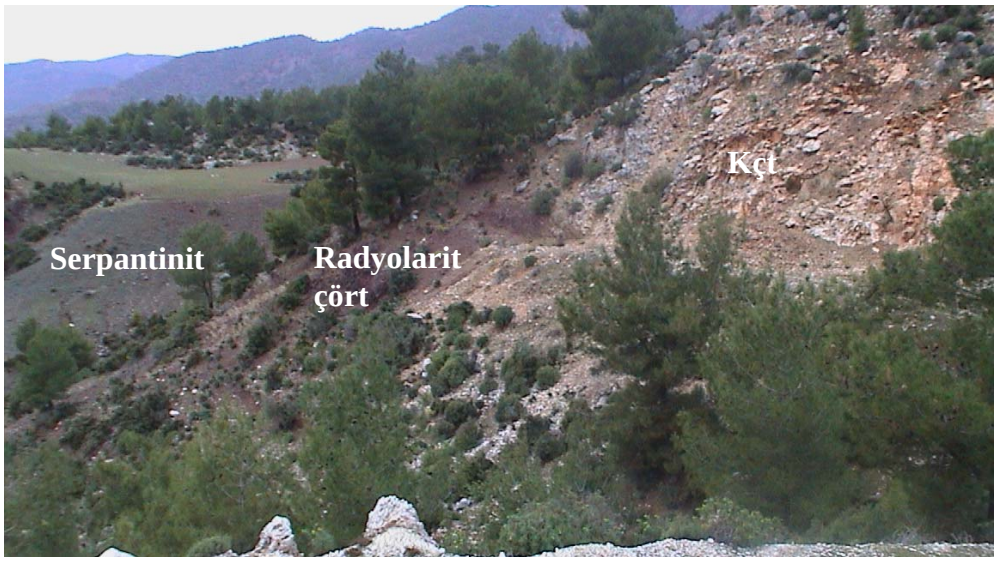
Marmaris Ofiyolit Napı, Bodrum napı üzerine tektonik dokanakla gelmiştir. Napın tabanında genelde serpantinitlerden oluşan adlanmamış bir melanj dilimi yer alır. Marmaris ofiyolit napı genelde peridotitlerden oluşan "Marmaris peridotiti" ve üstte değişik yaş ve kaya türlerinden oluşan bloklar içeren ofiyolitli melanj karakterinde "Kızılcadağ melanj ve olistostromu" (Şenel, 1997) ile temsil edilir. Çalışma alanında sadece Marmaris Peridotiti gözlenmektedir. Napın tabanında Çövenliyayla Formasyonu bulunmaktadır.

4.2.8.1. Çövenliyayla Formasyonu (T_RÇö)

Yaygın denizaltı volkanitleri ile temsil edilen birim, Şenel (1997) tarafından "Çövenliyayla Volkaniti" olarak isimlendirilmiştir. Birim, kırmızımsı-kahve, yeşil, koyu yeşil renklerde spilit, spilitleşmiş bazalt, olivinli bazalt ve diyabazlardan oluşmaktadır. Birim içinde yersel olarak kızıl kahve renkli radyolarit, çört ve şeyl düzeyleri bulunur. Bunun yanı sıra, ince ve küçük boyutta kireçtaşı blok ve mercekleri yer alır. Yukarıda belirtildiği gibi birim, egemen olarak denizaltı volkanizması ürünü spilitik lavlardan oluşmakla birlikte başlıca radyolarit, çört, şeyl ve türbiditik kireçtaşlarından oluşan okyanusal havza çökellerini de kapsamaktadır (Şenel, 1997).

Bu birim, inceleme alanı içinde Karaçulha ve Eldirek kuzeyinde sınırlı bir alanda yüzeyleme vermektedir. Birimin bu alandaki görünülerinde morumsu, spilitik lav ve diyabaz türünde bazik kayaların yanısıra, çamurtaşı matriksi içinde yer alan radyolarit, çört ve kireçtaşı olistolitlerinden oluşmaktadır (Şekil 4.9).

Alt ve üst ilişkisi tektonik olan Çövenliyayla formasyonunun yaşı Orta-Üst Triyas kabul edilmiştir (Maitre, 1967; Graciansky, 1972).



Şekil 4.9. Çövenliyayla Formasyonu içinde yer alan serpantinit, radyolarit, çört ve kireçtaşı olistolitlerinin görünümü (Yer: Eldirek Köyü)

4.2.8.2. Marmaris Peridotiti (Kmo)

Yer yer serpantinleşmiş ultrabazik kayaçlardan oluşan Marmaris peridotiti (Şekil 4.10), Çapan (1980) tarafından isimlendirilmiştir. Daha yaygın olarak bulunan harzburjitlerin çürüme yüzeyleri, kızıl, kızıl kahve, yeşilimsi gri; kırılma yüzeyleri siyahımsı yeşil, koyu yeşil renklidir. Peridotitlerin yapısında orta-iri taneli reçine parlaklığındaki yeşil renkli olivin kristalleri ile piroksen kristalleri gözlenmektedir. Bazı yerlerde serpantinleşme sonucu parlaklığını yitiren olivinler matlaşmış ve ağsal doku kazanmıştır (Şekil 4.11).

Birim içinde yer yer makaslamaya uğramış gabro, diyabaz gibi kaya türleri gözlenir. Marmaris peridotiti içinde değişik kesimlerde yer alan çok sayıda kromit yatağı bulunmaktadır.

Marmaris Peridotiti, Landsat ETM+ uydu görüntüsünde 432 (RGB) band kombinasyonunda yeşil renkte görülmektedir. Birim üzerinde dentritik drenaj sistemleri çok belirgindir (Şekil 4.12) ve bu özelliği ile paralel akaçlama sisteme

sahip Kayaköy Dolomiti'nden kolaylıkla ayırt edilebilmektedir. Ayrıca görüntü üzerinde iki birim arasındaki faylı dokanak da çok net görülmektedir.

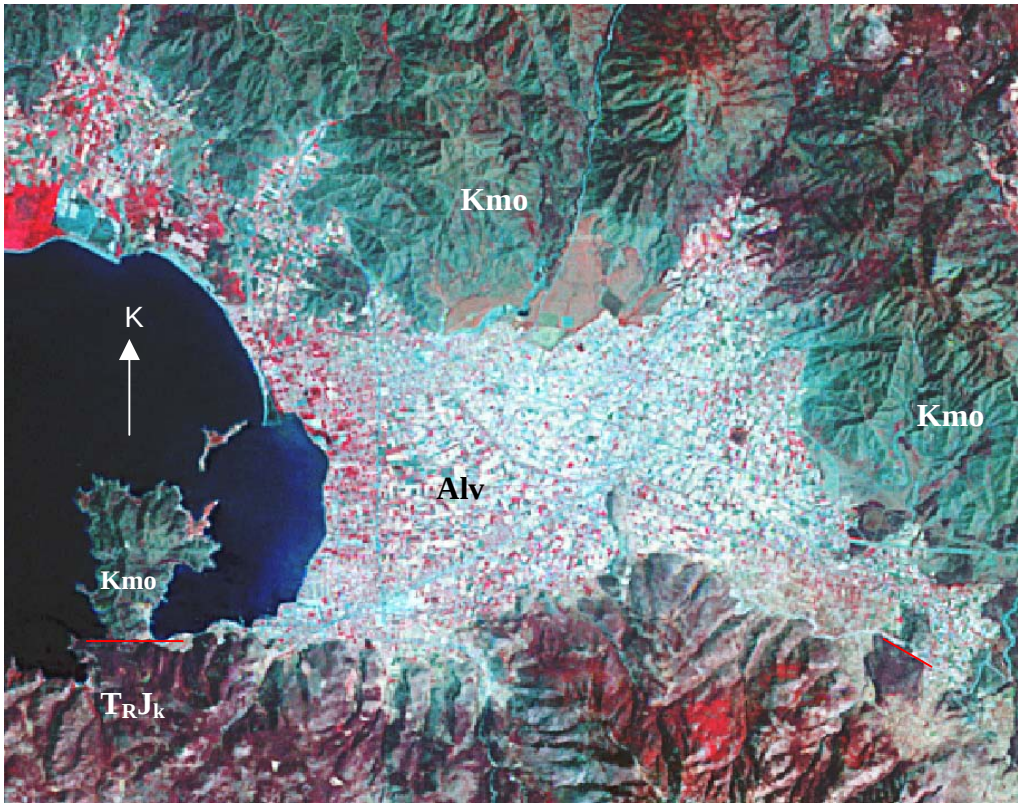
Alt ve üst ilişkisi tektonik olan Marmaris peridotitinin oluşum yaşı, Thuizat vd. (1981)'ne göre Erken Kretasedir.



Şekil 4.10. Marmaris Peridotiti-Kmo (Fethiye yerleşim alanı ve kuzeydoğusunun yarımadadan görünümü)



Şekil 4.11. Marmaris peridotitinin bindirme zonuna yakın kesimlerinde görülen ileri düzeyde serpantinleşme ve ağsal ayrışmanın görünüşü (Koordinat: 695600, 4061400)



Şekil 4.12. Marmaris Peridotiti ve drenaj sistemleri (Landsat ETM+ uydu görüntüsü, 432-RGB) (—— : Fay, Kmo: Marmaris Peridotiti, T_{RJk}: Kayaköy Dolomiti, Alv: Alüvyon)

4.3. Yapısal Jeoloji

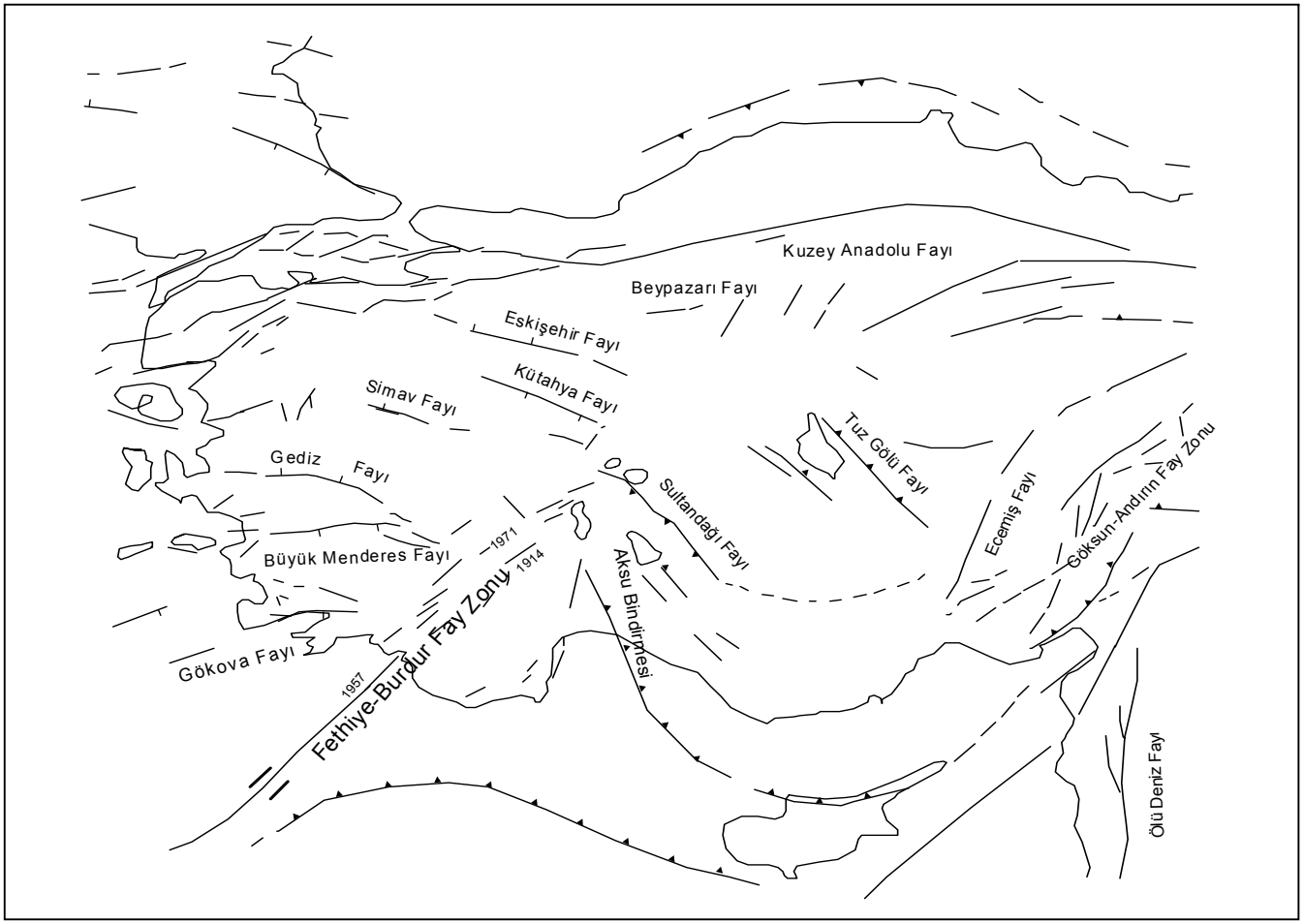
Teke yarımadasının batı kesiminde kalan inceleme alanı ve çevresinde yüzeyleyen ve oluşumlarını Karbonifer'den günümüze dek sürdürmüş olan kaya birimlerinin büyük kısmı allokton, diğer kısmı ise otokton ve neo-otokton konumludur. Bölgede Beydağları otoktonu olarak bilinen otokton konumlu kayalar genelde platform tipi karbonat kayalardan; Likya Napları ile tanımlanan allokton konumlu kayalar ise çoğunlukla derin denizel ortamlarda çökelmiş tortul kayalardan ve ofiyolitik bileşenlerden oluşur (Şenel vd., 1994).

İnceleme alanı ve çevresi, Fethiye-Burdur Fay Zonu içinde bulunmaktadır. Güneybatı Anadolu'da aktif bir fay zonu olarak bilinen (Barka vd., 1995; Yağmurlu, 2000) bu zon içinde değişik büyüklüklerde faylar gözlenmiştir (Şekil 4.13). İnceleme alanı ve çevresinde yer alan belli başlı faylar şunlardır (Şenel vd., 1994):

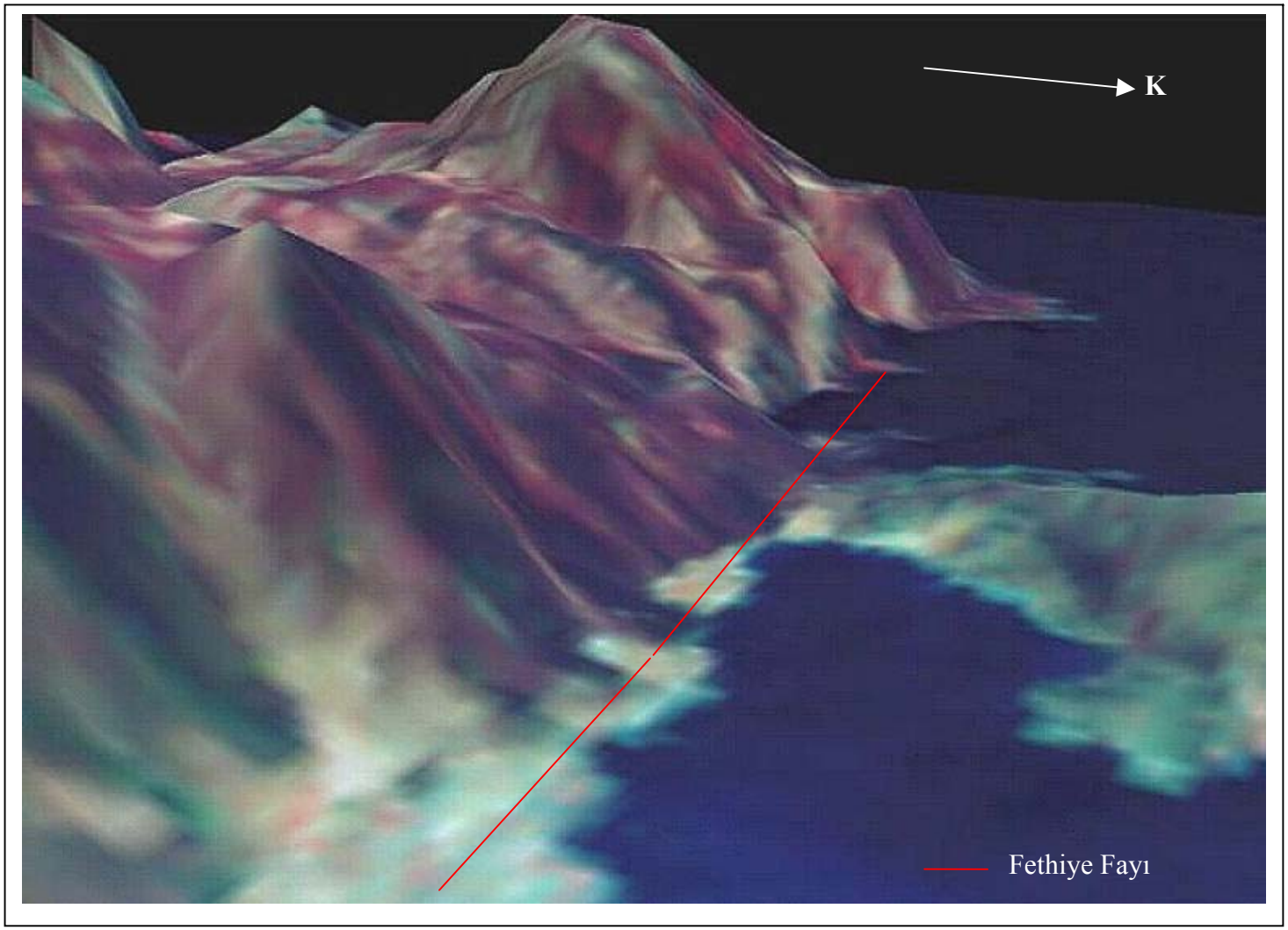
Babadağ fayı: Babadağ'ın (O22-d3 paftası) kuzey kenarı boyunca yaklaşık 12 km izlenen bu fay, KB-GD doğrultulu olup güneye doğru dike yakın eğimlidir. Peridotitler ile alüvyonlar arasında gelişmiş olan Babadağ fayı, normal fay karakterindedir.

Fethiye fayı: Fethiye'den geçen D-B doğrultulu normal bir faydır (Şekil 4.14). Fay düzlemi, Şahin Burnu ile Fethiye Körfezi arasında Marmaris Peridotiti ile Kayaköy Dolomiti'ni yan yana getirmektedir. Fay düzlemi düşeye yakın olup yüksek açılı bir şev oluşturmaktadır. Kuzey blok alçalmış güney blok yükselmiştir. Fay düzlemi boyunca yaygın breşleşmeler (Şekil 4.15) ve yamaç molozu gelişimi vardır. Fayın arazide devamlılığı 10 km kadar izlenebilmektedir. Fay düzleminin iki tarafında farklı birimler bulunması nedeniyle gerçek atım miktarı belirlenememiştir. Fethiye bölgesindeki birçok depremin oluşumu, bu fayın aktif olabileceğini düşündürtmektedir. Yöre halkıyla yapılan görüşmelerle 1957 yılında 7.2 büyüklüğündeki Fethiye depreminin yüzey kırıklarının Fethiye fayına paralel olarak Hıdırlık Mahallesi çevresinde gözlendiği öğrenilmiştir.

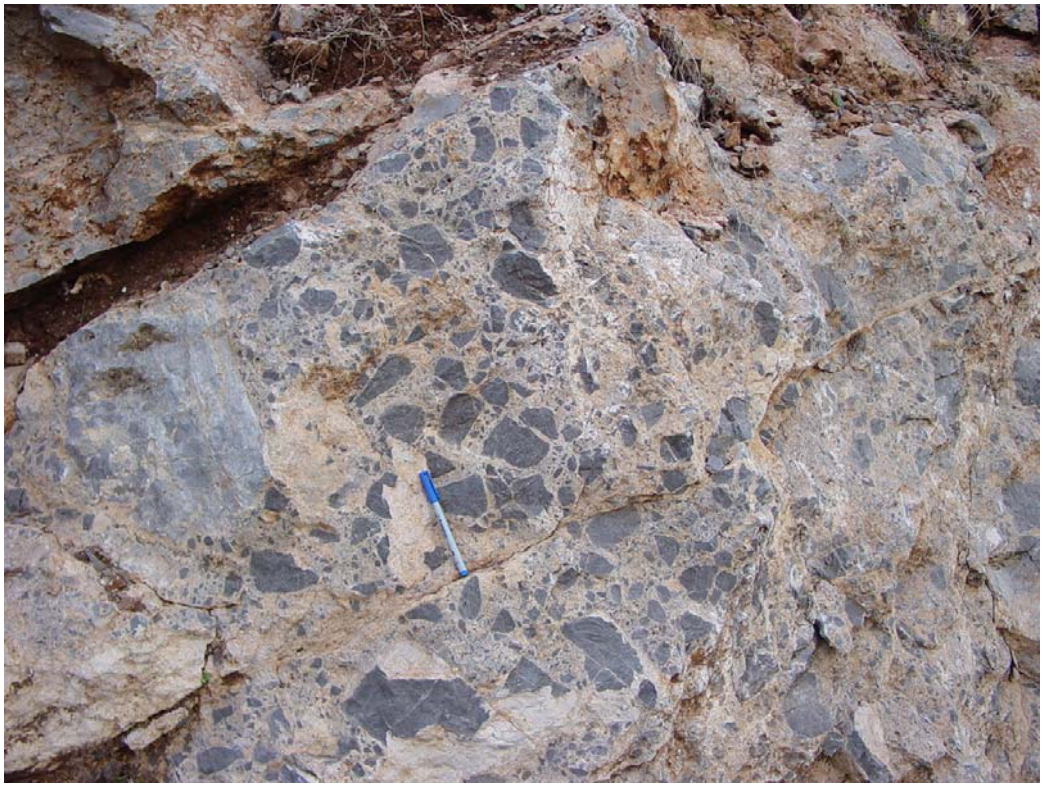
Şekil 4.17'de Fethiye ve çevresine ait Landsat ETM+ uydu görüntüsü kullanılarak yapılmış çizgisellik haritası görülmektedir. Çizgisellik, jeologlar tarafından sıkça kullanılan bir terimdir ve sadece kırık hatlarını temsil etmemektedir. Bu terim ilk kez Hoobs (1904) tarafından "Atlantic Sınır Bölgesinin Çizgisellikleri" adlı çalışmasında kullanılmıştır.



Şekil 4.13. Fethiye-Burdur fay zonunun bölgesel tektonik yapı içindeki konumu (Barka vd., 1995)



Şekil 4.14. D-B uzanımlı Fethiye fayı (Landsat TM431-RGB ve SYM çakıştırılarak elde edilmiştir)



Şekil 4.15. Fethiye Fayına ait fay breşleri (koordinat: 35 693000, 4056580)

Çizgiselliklerin görsel değerlendirmeleri bazı kriterlere bağlıdır:
a) Renk tonu ve doku gibi fotoğrafik özellikler, b) Drenaj paterni ve yoğunluğu, kayaç dayanımı, arazi şekli ve tabakalanmanın gelişimi gibi jeomorfolojik özellikler, c) Bitki örtüsü.

Çizgisellikleri ortaya çıkaran ölçütler, fay yüzeyinin varlığı, doğrusal vadiler, üçgen yüzlerin dizilimi, nehir gidişlerinin yer değiştirmesi, göllerin dizilimi, sıcak pınarlar, su kaynakları, heyelanlar, nehir taraçalarının yatay veya düşey doğrusal yer değiştirmesi gibi jeomorfolojik özelliklere dayanır.

Uydu görüntüleri üzerinde çeşitli görüntü iyileştirme yöntemleri kullanılarak çizgiselliklerin ön plana çıkarılması mümkündür. Bu çalışmada çizgisellikler, görsel yöntemler kullanılarak çzilmiştir. Çalışma alanına ait uydu görüntüsünde 432 (RGB) band kompozisyonu, 7 ve 4. bandlar ve bölgenin sayısal yükseklik modeli (SYM)

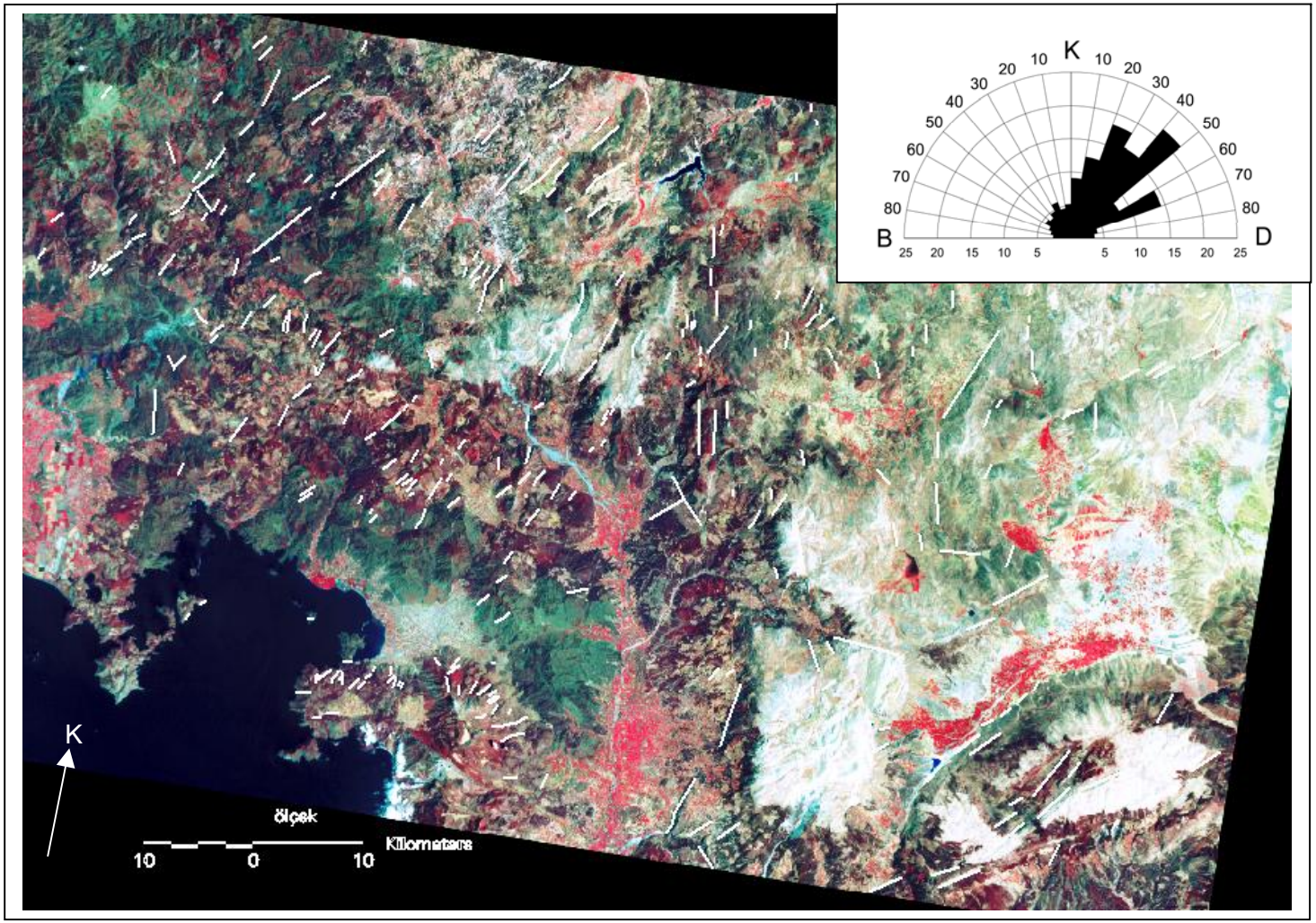
kullanılarak çizgisellikler ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Landsat ETM+ uydu görüntüsü kullanılarak çalışma alanında 397 adet çizgisellik saptanmıştır. Kuzeydoğu gidişli 314 adet ve kuzeybatı gidişli 83 adet çizgisellik saptanmıştır. Çalışma alanında saptanan 397 adet çizgisellik kullanılarak hazırlanan gül diyagramına göre, yöredeki kırık sistemlerinin K40-50D doğrultularında yoğunlaştığı belirlenmiştir (Şekil 4.16).

Fethiye yerleşim alanı ve yakın çevresinde bulunan birimlerden Kayaköy Dolomiti ve Marmaris Peridotiti çatlaklı bir yapıya sahiptir. Bu iki birim üzerinde süreksizlik ölçümleri yapılmış ve ayrıntısı, bölüm 4.6.4'te verilmiştir.

4.3.1. Yapısal Evrim

Geç Kretase sonlarında muhtemelen Menderes masifi kuzeyinde, İzmir-Ankara-Erzincan zonu Neotetisin yitimi ve sonrasındaki çarpışma ile Neotetis Okyanusuna ait okyanus kabuğu birimleri ile yamaç havza çökelleri karışarak güneye doğru Menderes Masifi üzerine, kuzeye doğru da Sakarya kıtası üzerine itilmişlerdir. Bir araya gelmiş olan Likya napları ise güneye Eosen sonlarında yerleşmiş olup bu allokton kütlelerin tümü altlarına Yeşilbarak napını da alarak, Miyosen sırasında Beydağları otoktonunun kuzey ve batısına yerleşmişlerdir (Şenel vd., 1989).

Miyosen'den önce Likya naplarının, daha sonra Likya naplarının altına gelecek şekilde Yeşilbarak napının yerleştiği ve Alt-Orta Miyosen yaşlı birimleri tektonik olarak örttüğü bilinmekledir (Poisson,1977; Önalan, 1979; Şenel vd., 1989, 1994; Şenel, 1991, 1997 a, b, c*)*. Bu yerleşmenin yaşı Poisson (1977)'a göre Langiyen, Şenel vd. (1989, 1994) ve Şenel (1997 a,b,c)'e göre Erken Langiyen olarak verilmiştir. Ancak İslamoğlu ve Taner (2002), Uçarsu ve Kasaba formasyonlarında saptanan paleontolojik verilere ve formasyonların bulunduğu stratigrafik ilişkiye göre napların Üst Burdigaliyen sonlarında etkili olmaya başladığını ve bu etkinliğin Langiyen sonuna kadar sürdüğünü belirtmişlerdir.

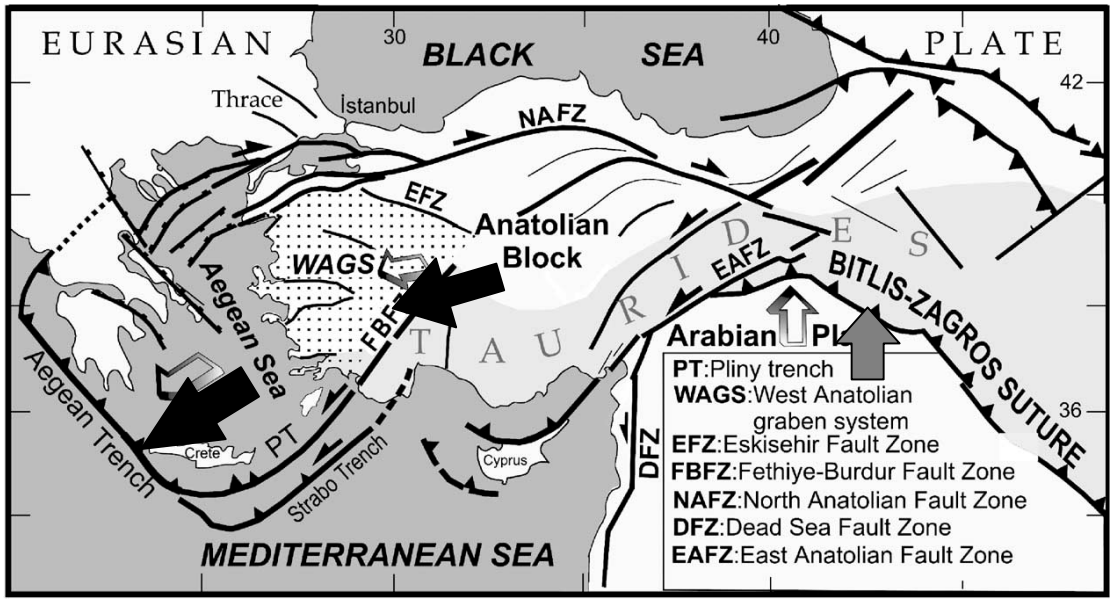


Şekil 4.16. Fethiye ve çevresine ait Landsat TM uydu görüntüsü ve çizgisel hatlar

4.4. Fethiye ve Çevresinin Sismik Aktivite Açısından Değerlendirilmesi

Türkiye, bilinen tarihsel dönem deprem kayıtlarına göre M.Ö. 2000 yılından beri sürekli olarak hasar yapıcı ve yüzey faylanmasına neden olmuş büyük depremlerin etkisinde kalmıştır. Bu konu ile ilgili olarak literatürde pek çok çalışmaya rastlanılmaktadır (Pınar vd., 1952; Ergin vd., 1967 ve 1971; Shebalin vd., 1974; Alsan vd., 1975; Erdik vd., 1978; Soysal vd., 1981; Ambraseys, 1970; 2001; Guidoboni vd., 1994; Ambraseys ve Finkel, 1995). 1990 ile 1998 yılları arasında oluşmuş magnitüdü, Ms=5.5 hasar yapıcı depremler ile 1989 ile 1998 yılları arasında oluşmuş magnitüdü Ms=4.0 depremlerin episantrları, özellikle diri fay segmentlerine karşılık gelen fay doğrultuları boyunca yoğunlaşma eğilimi göstermişlerdir. Bu bilgiler, Kuzey Anadolu Fayı, Doğu Anadolu Fayı, Ege Graben Sistemi, Doğu Anadolu Sıkışma Bölgesi ve Helenik-Kıbrıs Yayı gibi ana tektonik bölgelerde, ana faylar boyunca sismik segmentasyonların ayrılması ve sismik boşluklar olabilecek segmentler hakkında fikirler vermişti (Demirtaş ve Yılmaz, 1996).

Helenik-Kıbrıs yayı, Türkiye'nin güney kıyısı yakınlarında, Girit adasının güneyinden geçerek kuzeydoğu yönünde Rodos adasının güneyinden Fethiye Körfezi'ne doğru uzanır. Helenik-Kıbrıs yayı, Girit adası ile Fethiye Körfezi arasında Plini ve Strabo çukurlukları boyunca sol yönlü doğrultu atımlı fay karakteri gösterir. Diğer taraftan, Helenik-Kıbrıs yayı, Antalya Körfezi, Kıbrıs kuzeyi ve İskendurun Körfezi arasında içbükey bir kavis yapar. Bu yayın kuzeybatıya doğru devamını, Antalya Körfezinden başlayan ve kuzeybatı doğrultusunda devam eden ters fay niteliğinde olan Aksu bindirme fayı temsil eder. Diğer bir çukurluk, Plini ve Strabo çukurluklarından başlar ve Kıbrıs güneyine doğru dışa doğru bir yay yapar. Yukarıda bahsedilen çukurluklar boyunca Afrika plakası, Anadolu bloğunun altına doğru KKD doğrultusunda dalmaktadır (Şekil 4.17). Helenik-Kıbrıs yayının Türkiye'nin güneyinde uzanan bölümü boyunca, 1900-1995 yılları arasında toplam 13 hasar yapıcı deprem (Ms=5.5) meydana gelmiştir (Demirtaş ve Yılmaz, 1996).



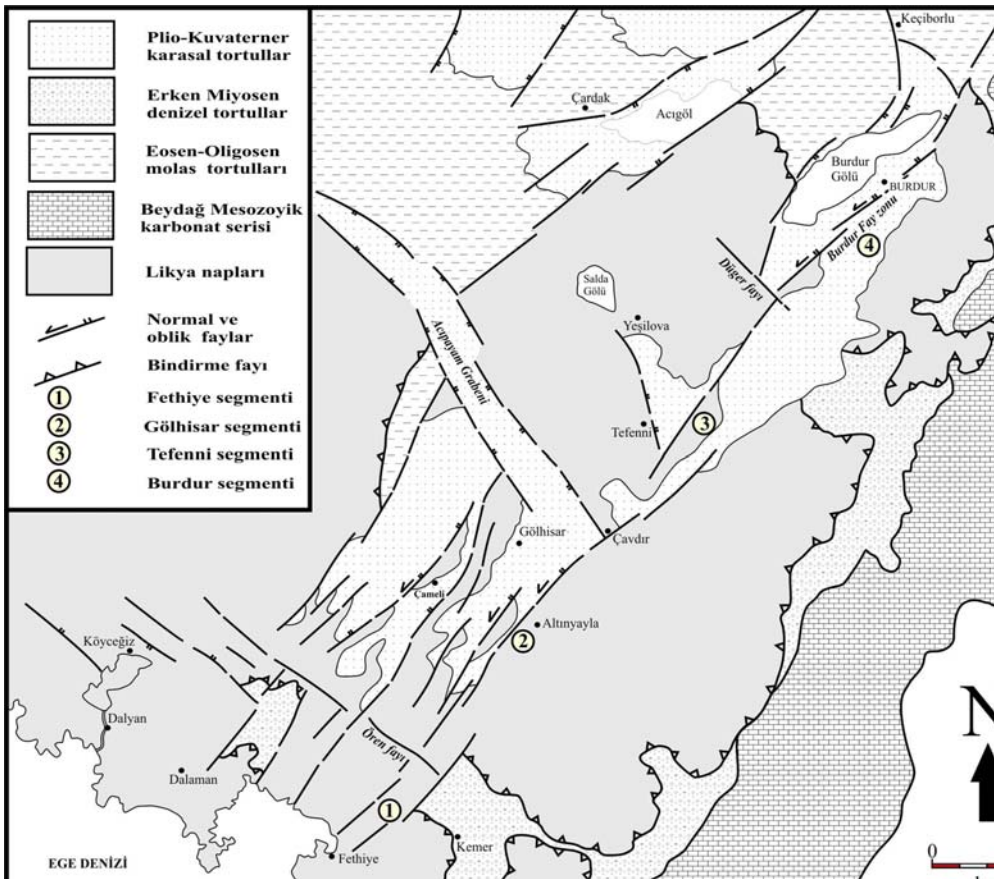
Şekil 4.17. Fethiye-Burdur fay zonunun bölgesel tektonik yapı içindeki konumu (Gürer vd., 2004)

Bölgedeki en önemli fay zonu, şüphesiz ki Fethiye-Burdur Fay Zonudur (FBFZ). Barka vd. (1997); Yağmurlu (2000); Yağmurlu vd. (2005), KD-GB doğrultulu bu fay zonunun, Pliny-Strabo Fay Zonu'nun karadaki devamı olduğunu ileri sürmüşlerdir. FBFZ, normal bileşene sahip sol yanal oblik atımlı, sismisitesi iyi bilinen geniş bir fay zonu olarak yorumlanmıştır (Taymaz vd., 1991; Taymaz ve Price, 1992; Temiz vd., 2001).

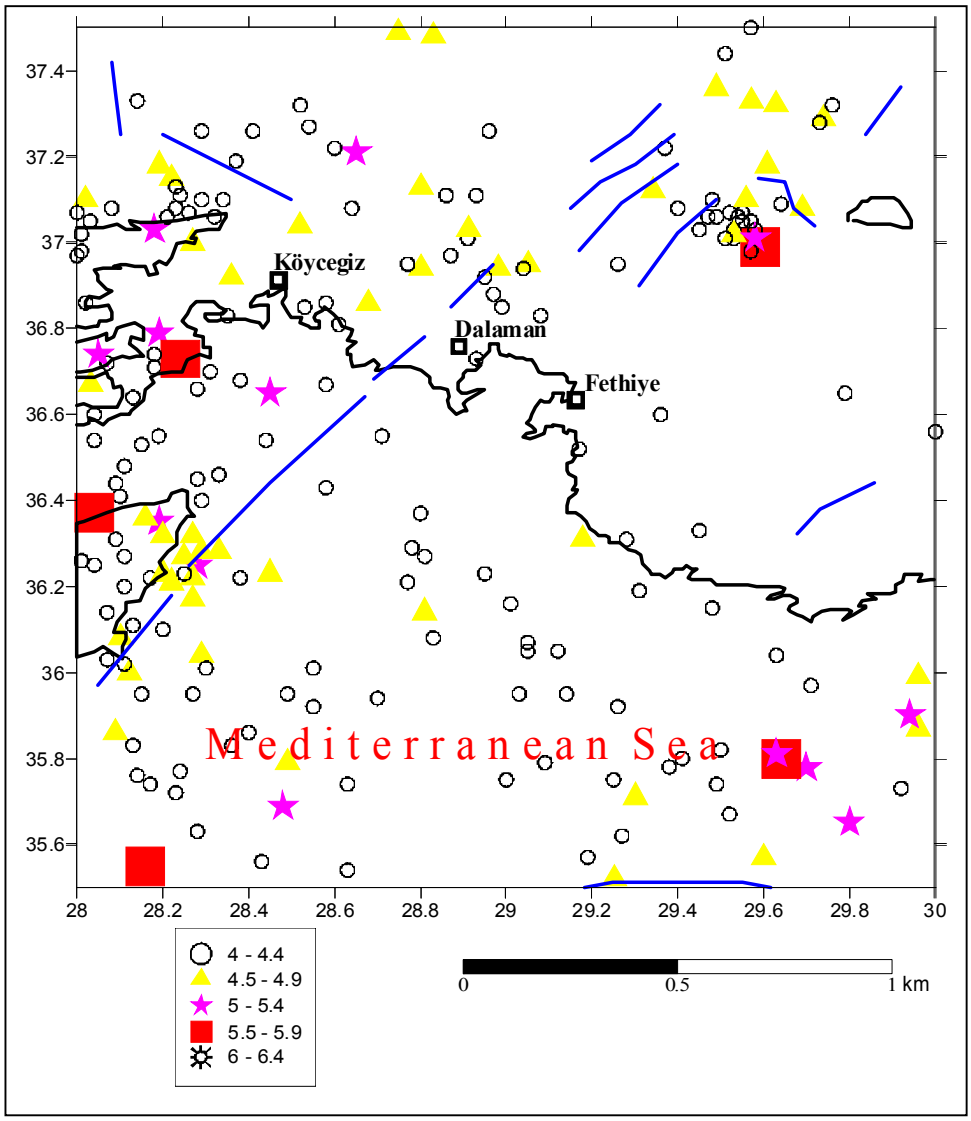
Fethiye ilçesi, bu fay zonu üzerinde bulunmaktadır. Burdur fayı Fethiye Körfezi ile Burdur arasında kesikli uzanıma sahip KD uzanımlı bir transform faydır (Şekil 4.18). Fethiye ile Burdur arasında uzanım gösteren Burdur fayı, yakın zamanda bir çok deprem oluşturmuş önemli kırık hatlarından biridir. Antik bir şehir olan Cybria'dan elde edilen jeolojik ve arkeolojik bulgular, FBFZ nun bir segmentinin tarihsel depremler sırasında kırıldığını belgelemektedir (Akyüz ve Altunel, 2001). Yalçıner (1999), Didim ve Fethiye'de günümüzden 3500 yıl önce tsunami oluştuğunu bildirmektedir.

1914, 1957 ve 1971 yıllarında Burdur-Fethiye arasında büyüklükleri 6.1 ile 7.1 arasında değişen üç önemli deprem kaydedilmiştir. Fethiye'de meydana gelen en

büyük deprem, 1957 yılındaki 7.2 magnitüdündeki depremdir. Fethiye ve çevresinde 1964 yılından beri meydana gelen ve büyüklüğü 3,5'tan fazla olan depremlerin verileri toplanarak haritası Şekil 4.19'da verilmiştir (www.isc.ac.uk). GB Türkiye'nin sismotektonik haritası incelendiğinde, 1900-2000 yılları arasında oluşan 5 ve üzeri büyüklükteki depremlerin Burdur fayının Fethiye Körfezi'nden sonra Ege Denizi içinde de devam ettiğini görülmektedir. Ayrıca Burdur fay zonu üzerinde 1922-1971 yılları arasında gelişen depremler, güneybatıdan kuzeydoğuya doğru (Rodos'tan Burdur'a) gelişen bir kırılmanın gerçekleştiğini göstermesi bakımından önemlidir (Yağmurlu, 2000).



Şekil 4.18. Fethiye Körfezi ile Burdur Gölü arasındaki bölgede Burdur fayını oluşturan segmentlerin konumları ve diğer fay sistemleri ile olan ilişkileri (Yağmurlu vd., 2005)



Şekil 4.19. Fethiye ve çevresinde 1964 yılından itibaren meydana gelen depremler (www.isc.ac.uk)

Batı Toroslar, bindirme fayları ve nap sistemlerinin yaygın olarak geliştiği ve sıkışma rejiminin etkili olduğu farklı tektonik rejim özelliklerini gösteren bir bölgedir. Bir başka anlatımla, FBFZ Batı Anadolu genişlemeli tektonik rejimi ile Batı Toroslar bölgesini birbirinden ayıran önemli bir aktif tektonik zondur (Barka ve Reilinger, 1997; Yağmurlu, 2005).

4.4.1. Fethiye ve Çevresinin Deprem Potansiyeli ve Deprem Risk Analizi

Bir mühendislik yapısının inşaa edileceği herhangi bir bölgede olabilecek bir depremin magnitüd, zaman ve yeri belirsizdir. Bu nedenle yapılacak çalışmalarda zorunlu olarak istatistik yöntemleri kullanılmaktadır. Bir bölgedeki depremsellikten bahsederken inceleme alanının büyüklüğü, deprem büyüklükleri, deprem sıklığı, incelenen zaman periyodu önem kazanmaktadır. Bu nedenle Fethiye ve çevresi için de deprem tehlike analizi yapılmıştır.

Depremsellik (sismisite) kelimesi, depremlerin zaman ve uzaydaki dağılımlarıyla ilgili olarak kullanılmaktadır. Richter magnitüd (büyüklük) ölçeğinin (Richter, 1958) ortaya konulmasıyla magnitüd ile enerji arasında bir ilişki kurulma olasılığı ortaya çıkmış ve depremsellik çalışmalarında önemli bir aşama kaydedilmiştir.

Deprem büyüklük dağılımı için yaygın olarak bilinen en basit eşitlik LogN=a-bM Gutenberg Richter bağıntısıdır (Gutenberg-Richter, 1944; İshomoto ve Lida, 1939). Bu bağıntıda N, M±dM magnitüd aralığındaki deprem sayısı, a ve b parametrelerdir, "a" parametresi inceleme alanının genişliğine, gözlem dönemine ve deprem düzeyine bağlıdır, "b" parametresi ise deprem oluşumunun fiziği ile ilişkili bir parametre olarak tanımlanmaktadır (Kalyoncuoğlu, 2007).

- Miyamura (1962), b parametresinin sismotektonik zon ve jeolojik yaşla ilişkili olduğunu ileri sürmüştür.
- Mogi (1967), laboratuar çalışmasında b değerinin materyalin mekanik yapısına ve gerilme şartlarına bağlı olduğunu göstermiştir.
- Scholz (1968), çalışmasında, b katsayısının kayaç tipi, gerilme durumu ve kayacın düktilite artışı ile ilişkili olduğunu, gerilme artışının b değerinde düşüşe yol açtığını ileri sürmüştür.
- Hatzidimitru vd. (1985), farklı b değerlerinin materyalin mekanik yapısının değişmesi kadar ortamın heterojenite derecesine de bağlı olduğunu belirtmiştir.
- Aki (1987), b değerinin fay sisteminin kırık boyutu ile ilişkili olduğunu ileri sürmüştür.

- Frohlich ve Davis (1993), büyük ölçekli çalışmalarda b değerleri arasında çok küçük değişimler olduğunu söylemektedirler.
- Öncel vd. (1996), düşük b değerlerin büyük kırık boyutu ve fazla sayıda deprem episantrının kümelenmesi ile ilişkili olduğunu belirtmişlerdir.
- Huang ve Turcotte (1988), Lapenna vd. (1998), Nanjo vd. (1998), çalışmalarında b değerinin episantırların belli bir yerde kümelenmesi ya da saçılma özellikleriyle ve fay segmentleri üzerindeki dağılımı ile ilişkili olduğunu söylemektedirler.
- Mori ve Abercrombie (1997), farklı tektonik bölgelerde bulunan b değerleri arasında önemli değişimler olduğunu belirtmiştir.
- Diğer bir deyişle b değeri bölgenin tektonik karakteristiğini belirleyen bir parametre olarak kabul edilmiştir (Allen vd., 1965; Wang, 1988; Tsapanos, 1990; Manakou ve Tsapanos, 2000).

Geçmişten günümüze kadar gözlenen ve kaydedilen sağlıklı deprem verileriyle gelecekte meydana gelebilecek depremlerin oluşma olasılıkları ve dönüş periyotları istatistiksel modellerle belirlenebilmektedir. İstatistiksel risk analizinde ise hayati önem taşıyan giriş parametresi depremlerin göreceli büyüklük dağılımlarıdır.

Bu nedenle a ve b değerlerinin hesaplanmasında işleme giren en büyük hata tamamlanmamış kataloglardır (Abe, 1995; Stein ve Hanks, 1998). Kayıp olayların artması Magnitüd aralığının daralmasına yol açmaktadır. Bu da küçük magnitüdlü olayların işleme girmesiyle b değerinde gereksiz düşüşe neden olmaktadır.

Büyük magnitüd hatalarından kaçınabilmek için depremler uzun bir zaman aralığı içerisinden seçilmelidir (Kijko ve Sellevol, 1989; 1992; Manakou ve Tsapanos, 2000). Seçilen uzun zaman aralığı içerisindeki kayıp yıl sayısı toplam sürenin %25'ini geçmemelidir (Burton, 1979; Papazachos, 1999).

Aynı zamanda tarihsel dönem depremlerinin magnitüdleri de hesaplamalarda büyük hatalara neden olmaktadır. Tarihsel depremlerin kullanılabilmesi için de episantr uzaklığındaki hata 25 km'den fazla ve magnitüdlerdeki hatanın da 0.4 birimi geçmemesi gerekmektedir. Aksi takdirde hesaplamalarda büyük hatalara neden

olmaktadır (Papazachos, 1999; Papazchos ve Papazachou, 1997; Manakou ve Tsapanos, 2000).

Yukarıda belirtilen nedenlerden dolayı, 1964 yılından günümüze olan sürecin özelikle aletsel açıdan daha güvenli olması nedeniyle inceleme peryodu başlangıcı 1964 yılı olarak alınmış önceki aletsel ve tarihsel depremler kullanılmamıştır. 1964-2005 sürecinde magnitüdleri $4 \leq M \leq 7$ arasında meydana gelen depremlere ait veriler ISC (International Seismological Centre) kataloglarından alınmıştır. Bu dönem içerisinde önemli büyüklük sunan bazı depremler Çizelge 4.1'de verilmiştir.

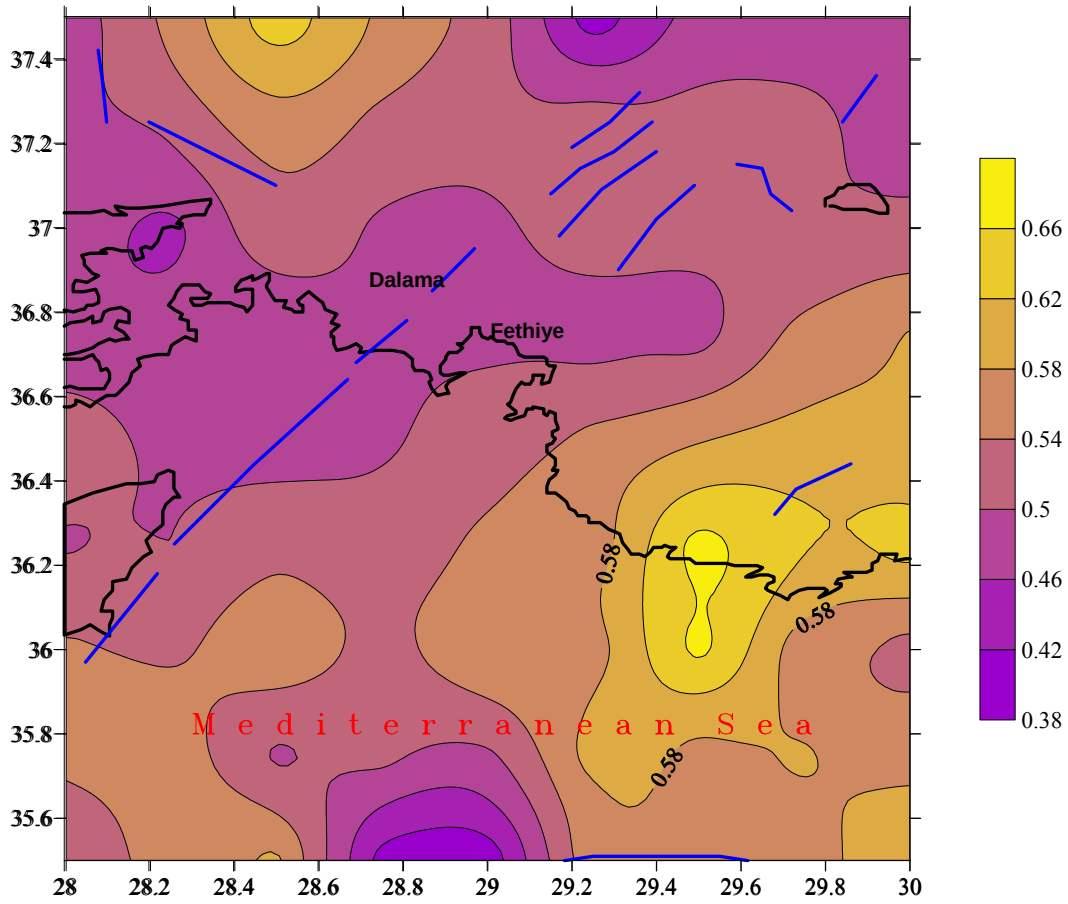
Çizelge 4.1. 1964-2005 yılları arasında bölgede meydana gelmiş bazı önemli depremler

Yıl	Ay	Gun	Enlem	Boylam	Magnitud
1964	1	30	37.41	29.89	5.3
1969	1	14	36.11	29.19	5.6
1975	11	12	36.35	28.19	5.2
1980	5	2	35.65	29.80	5.2
1989	4	27	37.03	28.18	5.3
1991	10	18	35.69	28.48	5.3
1996	4	26	36.37	28.04	5.5
1998	3	9	36.02	28.39	5.4
1999	10	5	36.73	28.24	5.6
2001	6	23	35.55	28.16	5.7
2004	12	20	37.04	28.21	5.4
2005	1	23	35.80	29.64	5.8
2005	1	30	35.81	29.63	5.3

Bu çalışma kapsamında, Fethiye ve çevresinde (28^0-30^0 D; 35.5^0-37.5^0 K) meydana gelmiş depremler incelenerek bölgenin depremselliği araştırılmıştır, "b" parametresi belirlenirken Kalyoncuoğlu (2007)'ndan yararlanılmıştır. Buna göre Depremsellik ve tehlike haritalarının oluşturulabilmesi için 35.5^0-37.5^0 K enlemleri ve 28^0-30^0 D boylamları arası 0.25°x0.25° aralıklarla gridlenerek 120 adet düğüm noktası oluşturulmuştur. Her bir düğüm noktası merkez olmak üzere 0.25^0 'lik yarıçap içerinde meydana gelen depremler $4 \leq M \leq 7$ ve $\Delta M=0.1$ alınarak yığınsal dağılım için

a ve b değerleri hesaplanmış, sismisite parametresi b haritalanmıştır (Şekil 4.20). Böylece bölge içi tehlike alanları tesbit edilmeye çalışılmıştır.

120 düğüm noktasında yığınsal dağılım için katsayılar ve standart sapma (σ), $0.4 \leq b_y \leq 0.7$ $\sigma_b=0.05$ ve bölge ortalaması $b_y=0.52$ olarak tespit edilmiştir. Uyum seviyesinin ise oldukça yüksek ve düzenli bir dağılım gösterdiği u=0.99-1.0 görülmüştür.



Şekil 4.20. Çalışma alanı ve çevresine ait "b" parametresi haritası

Sismolojik çalışmalarda bölgenin sismisitesi ortaya konulduktan sonra ikinci amaç bölge içerisinde belirli bir M_i magnitüdüne eşit veya daha büyük M magnitüdlü bir depremin belirli bir T zaman aralığı içerisinde oluşma riskinin belirlenmesidir. Bu çalışmada incelemesi yapılan bölgenin sismik riskinin belirlenmesi için basit,

uygulamada oldukça yaygın kullanımı olan ve diğer birçok karmaşık modellerden elde edilen sonuçlarla uyumlu sonuçlar veren Poisson modeli benimsenmiştir. Deprem olaylarının zaman uzayında bir Poisson süreci oluşturabilmeleri için şu koşulları sağlamalrı gerekir;

- M_i magnitüdleri zaman ortamında istatistiksel bakımdan birbirlerinden bağımsızdırlar.
- Küçük bir zaman aralığında bir deprem olma olasılığı, zaman aralığının uzunluğu ile orantılıdır,
- Belirli bir küçük zaman aralığında birden çok deprem olma olasılığı, tek bir depremin olma olasılığına oranla ihmal edilebilir küçüklüktedir.

Birinci varsayıma göre, belirli bir zaman süresinin herhangi bir anında olabilecek bir yer sarsıntısı, geçmiş depremlere bağımlı olmadığı gibi, gelecekteki depremleri de etkileyemez. Diğer bir deyimle sismik olaylar *belleksiz* sayılırlar. Üçüncü varsayım ise δt gibi küçük bir zaman aralığında birden çok deprem olamayacağını belirtmektedir. Buna göre δt zaman aralığında, $M \geq M_0$ olan N sayıda depremin meydana gelmesi olasılığı;

$$P(N, \delta t) = P(N,\delta) = \frac{(\lambda \delta t)^N e^{(-\lambda \delta t)}}{N!}$$

Gutenberg-Richter bağıntısından elde edilen a ve b parametreleri, aşağıdaki denklemde yerine konularak;

$a_1' = a - \log(bLn10) - \log T$

bunun Gutenber-Richter bağıntısında yerine yerleştirilmesiyle;

$n(M) = 10^{a_i - bM}$

elde edilir.

Depremlerin gelecekteki belirli zaman dilimleri içinde tekrar olma riskinin de hesaplanması grekliliği depremsellik açısından önemlidir. Bunun için de aşağıdaki eşitlik kullanılır:

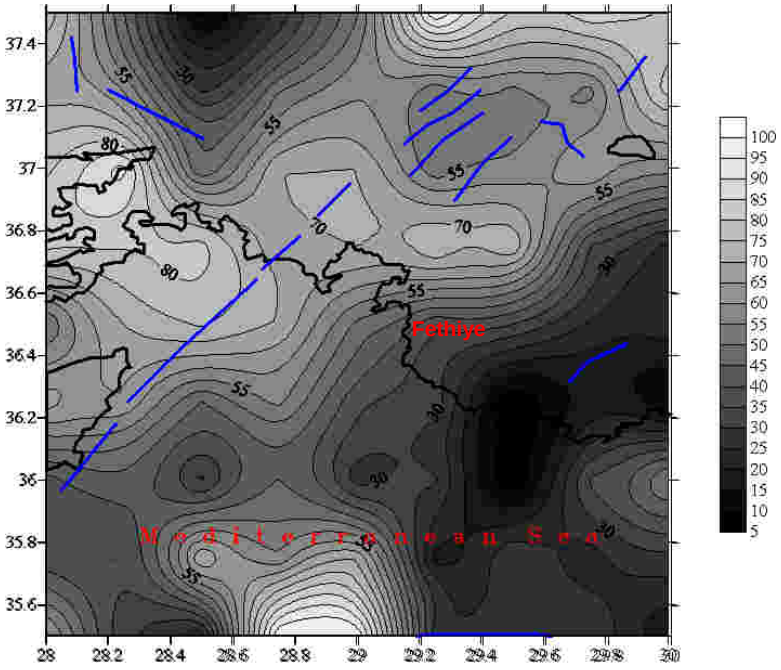
$$R(M)=1-\exp[-n(M)T^{*}]$$

Burada T^{*}; belirlenen gelecek zaman dilimini gösterir. Ortalama oluş sayıları saptanan depremlerin tekrarlama periyotları aşağıdaki bağıntı ile verilir:

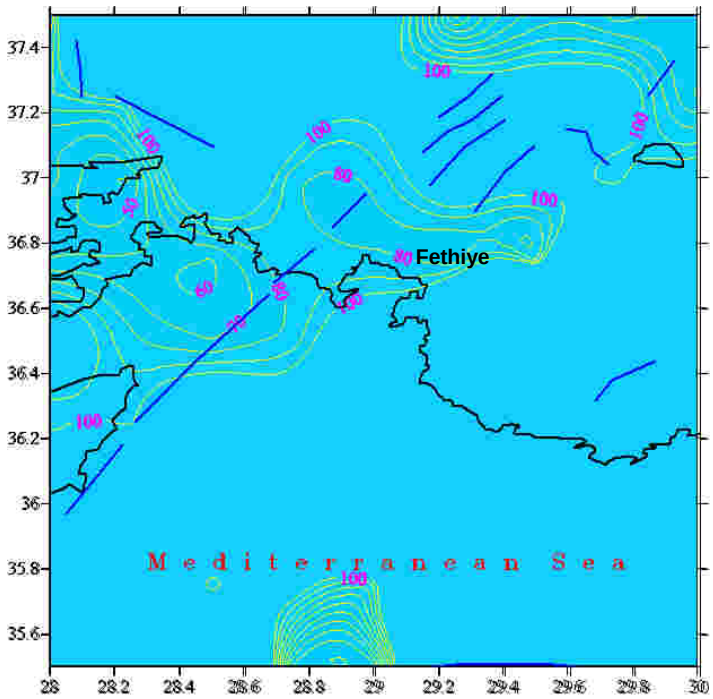
$$Q(M)= 1/n(M)$$

Poisson modeli ile yığınsal dağılım için magnitüdü 6.5 veya daha büyük depremin inceleme alanı içerisinde 75 yıllık bir süreçte meydana gelme tehlikesi 120 düğüm noktası için hesaplanmış, yüzde tehlikesine göre haritalanmıştır (Şekil 4.21). Ayrıca böyle bir depremin inceleme alanı içerindeki döne gelme periyotları da hesaplanarak haritalanmıştır (Şekil 4.22).

Huang ve Turcotte (1988), Lapenna vd. (1998), Najo vd, (1998) çalışmalarında b değerinin episantırların belli bir yerde kümelenmesi ya da saçılma özellikleriyle fay segmentleri ile ilişkili olduğu, düşük b değerlerinin; düşük heterojenite derecesi, büyük deformasyon oranı ve hızı, büyük faylarla ilişkili olduğu (Manakou and Tsapanos, 2000), bölgeye ait gerilme durumunu yansıttığı (Chan and Chandler, 2001), b değerinin fay sisteminin kırık boyutu ile ilişkili olduğu (Aki, 1987), büyük kırık boyutu ve fazla sayıda deprem episantrının kümelenmesi ile ilişkili olduğu (Öncel vd., 1996) betimlemeleri dikkate alındığında; özellikle KD-GB yönlü aktif fay sistemleri üzerinde düşük b değerleri verdiği gözlenmektedir.



Şekil 4.21. Fethiye ve çevresinde magnitüdü 6,5'tan büyük depremlerin oluş yüzde haritası



Şekil 4.22. Fethiye ve çevresinde 6,5'tan büyük bir depremin döne gelme periyot haritası

4.5. Hidroloji ve Hidrojeoloji

4.5.1. Hidroloji

Kentsel yerleşime yönelik arazi kullanımında özellikle taşkın suları açısından hidrolojik incelemeler büyük öneme sahiptir. Kentlerin gelişimi, yağmurun akış yönü veya yüzeyde emilme kapasitesi gibi çeşitli yüzey karakteristiklerinin değişmesine neden olabilmektedir. Davraz vd. (2003) de yaptıkları deneysel çalışmalar sonucunda kentleşmenin yeraltısuyu kaynaklarını olumsuz etkilediğini, yüzey ve yeraltısuyu kaynaklarının korunması amacıyla gerekli çalışmaların yapılması zorunluluğunu vurgulamışlardır.

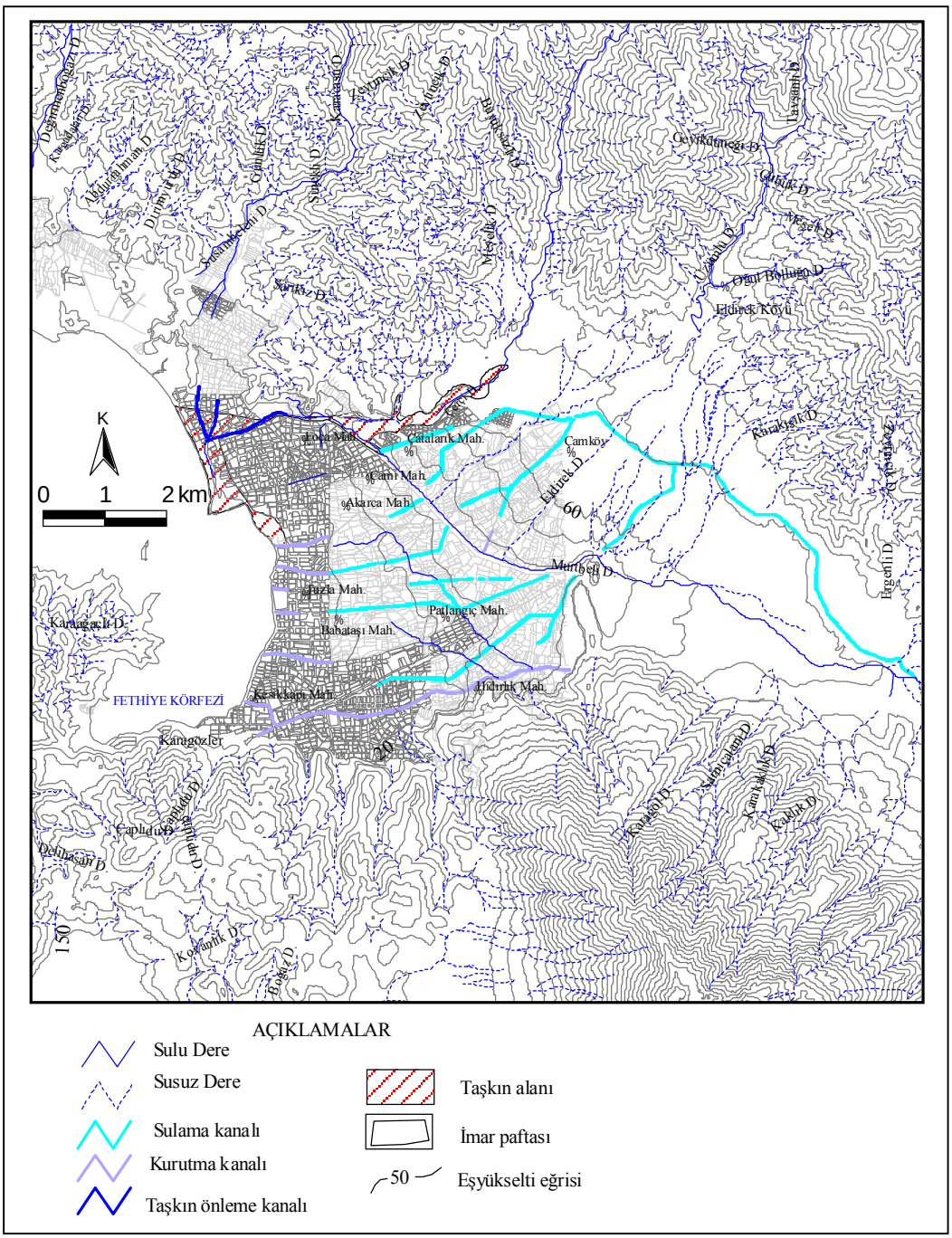
Günümüzde derelerin taşkın sularının oluşturduğu riskleri dikkate almadan dere yataklarında yapılaşmanın olduğu ve yerleşimlerin bundan olumsuz etkilendiği gelişmiş ülkelerde bile görülmektedir. Bu tür olaylar hidroloji çalışmalarının yerleşim alanlarında ve yerleşime açılacak bölgelerdeki önemini göstermektedir. Bu nedenle sellenme riski olan dere yataklarının yamaçlarında ve içinde yapılaşmaya izin verilmemektedir.

Fethiye Devlet Meteoroloji İstasyonu'ndan alınan 1939-2002 yılları arasındaki verilere göre en fazla yağış; 154 mm ile 17 Şubat 1965'te, en düşük yağış; 36,8 mm ile 29 Ekim 1991'de olmuştur. Yağış sularının buharlaşmasından arta kalan kısmı ya yüzeysel akışa geçmekte ya da yeraltına süzülmektedir. Her akım türünün kentsel gelişime (arazi kullanımına) etkisi tartışılmalıdır. Bu nedenle yerleşimlere yönelik arazi kullanımında drenaj ağlarının haritalanması ve taşkın alanlarının belirlenmesi zorunlu görülmektedir.

4.5.1.1. Akarsular

Çalışma alanında, yüzeysel akışın yerleşim alanına ve arazi kullanımına etkisini incelemek amacıyla 1/25.000 ölçekli drenaj ağı haritası yapılmıştır (Şekil 4.23).

Hazırlanan haritada, geçirimsiz Marmaris Peridotitlerinin yüzeylediği kuzey bölgelerde dentritik drenaj ağları gelişirken, karstik kireçtaşı ve dolomitlerin yüzeylediği güney kesimlerde ise paralel drenaj ağları gözlenmektedir. Dereler genel olarak KD-GB gidişlidir. Bazıları K-G, çok azı KB-GD gidişli olup hepsinin akış yönleri ovaya doğrudur.



Şekil 4.23. Çalışma alanına ait drenaj ağı haritası

Tüm boşalımların Fethiye ovasına ve yerleşim alanı üzerinden körfeze olması nedeniyle tarımsal faaliyetlerin de sürdürüldüğü ova ve yerleşim bölgesinde yüzeysel suların ve bunlarla ilişkili olarak yeraltısularının arazi kullanımına etkisi tartışılmıştır. Zorunlu olması halinde önlemler alınmalıdır.

Fethiye yerleşim alanının kuzeydoğusunda bulunan Çerçi ve Eldirek Dereleri, daha önceleri Fethiye Ovası'na doğru akmaktaydı. Bu derelerin ovaya yaptıkları olumsuz etkileri gidermek amacıyla taşkın kanalları yapılarak derelerin, Çalış mevkiinden denize boşalması sağlanmıştır. Kentsel yerleşimin bulunduğu düzlük kesimlerde derelerin yanında tarım alanlarında sulama kanalları ve Fethiye yerleşim alanında kurutma kanalları da bulunmaktadır.

Fethiye ilçesi ve çevresinden ovaya doğru akan derelerden, ilçenin kuzey, kuzeydoğu ve doğusunda bulunan Susambeleni, Çerçi ve Murtbeli Dereleri'nin taşkın debileri, DSİ Aydın Bölge Müdürlüğü tarafından ölçülmüş ve çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Fethiye ovasına dökülen derelerin taşkın debileri

Dereler	**Q100 (m^3/sn)**	**Q500 (m^3/sn)**
Susambeleni Deresi	142	197
Çerçi Deresi	80	113
Murtbeli Deresi	253	349
Murtbeli Dersi ile Çerçi Deresi birleştikten sonra	333	453

Fethiye yerleşim alanını olumsuz etkileyebilecek derelerin taşkın alanları Şekil 4.23'te kırmızı renkte, taralı alan olarak gösterilmiştir. Bu alanlar, yerleşime uygunluk haritasında, uygun olmayan alanlara dahil edilmiştir.

4.5.2. Sulama Kanalları

Fethiye yerleşim alanı çevresinde yer alan ve kentin gelişim sahası olarak görülen ovada tarım alanlarının sulanması amacıyla sulama kanalları yapılmıştır. Sulama

kanalları, yeraltısuyu seviyesini yükselttiği için bazı bölgelerde bataklıklar meydana gelmektedir, bölgede sıvılaşma riski artmaktadır. Çalışma alanının doğusunda, seraların bulunduğu bölgelerde sulama kanalları bulunmaktadır (Şekil 4.24). Kanallardaki fazla su, Fethiye Körfezi'ne boşalmaktadır.

4.5.3. Kurutma Kanalları

Fethiye yerleşim alanı içerisinde tarımsal üretim açısından uygun olmayan bataklık alanların kurutulması ya da bazı bölgelerin yerleşime açılması amacıyla özellikle Fethiye'nin kıyı bölgelerinde, 1,5-2 m derinliklerinde kurutma kanalları yapılmıştır (Şekil 4.24). Yapılan kurutma kanalları ile bölgedeki yeraltısuyu seviyesinde bir düşüm gözlenmiştir.

Kentin güney bölgelerinde Karagözler Mahallesi'nde kuru dere yataklarına binalar inşa edilmiştir. Bu yapıların taşkın sularından etkilenmemesi amacıyla çevirme hendekleri yapılmıştır (Şekil 4.24). Kentsel alanlarda yüzeylerin beton/asfalt malzemelerle kaplanması, yağışların yeraltına süzülmesini engelleyerek yüzeysel akışın artmasına neden olmaktadır. Eğimli bölgelerde de yüzeysel akışın sağlanması amacıyla yol kenarlarına hendekler yapılmıştır (Şekil 4.25).

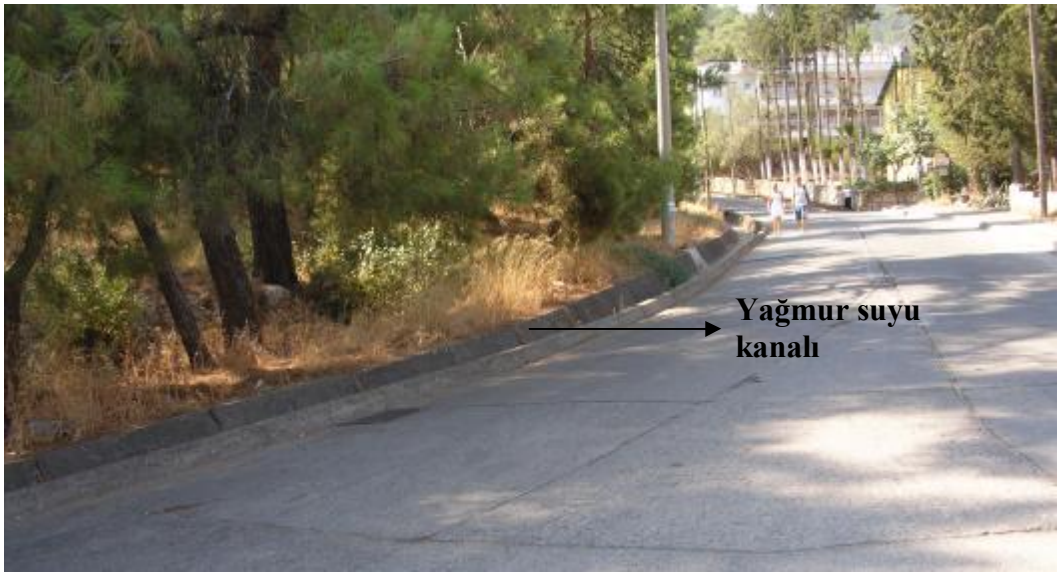
Fethiye yerleşim alanında hidrolojik veriler dikkate alınarak yağmur suyu projelerinin yapılması zorunlu görülmektedir.

4.5.4. Kaynaklar

Fethiye yerleşim alanı ve çevresinde birçok kaynak bulunmakatadır. Kaynakların bir kısmı birimlerin dokanaklarında bulunurken bir kısmı da dere yatakları üzerinde yer almaktadır. Bölgede bulunan kaynaklar, fay hatlarıyla da ilişkilendirilebilir. Çalışma alanı içinde de D-B doğrultulu Fethiye Fayı üzerinde de kaynaklar bulunmaktadır. Ayrıca, kuzeyde peridotitlerle alüvyon sınırında, batıda peridotitlerin içinde ve güneyde de Kayaköy Dolomiti içinde ve birimin alüvyonla olan dokanağında kaynaklar görülmektedir.



Şekil 4.24. Karagözler Mahallesi'nde yapıları korumak amacıyla yapılan bir çevirme hendeği



Şekil 4.25. Yağmur suyu kanalına Karagözler Mahallesi'nden bir örnek

4.5.2. Hidrojeoloji

4.5.2.1. Litolojik Birimlerin Hidrojeolojik Özellikleri

Fethiye yerleşim alanı ve çevresinde haritalanan litolojik birimler hidrojeolojik özelliklerine göre değerlendirilmiştir. Alüvyonlar ve yamaç molozları ile karbonatlı kayalar geçirimli birim (akifer), ofiyolitler ise geçirimsiz birim ve yer yer çatlaklı kaya akiferi olarak tanımlanmıştır.

Marmaris Peridotiti

Çalışma alanının kuzeyinde bulunan birim genellikle serpantinleşmiş ultramafik kayaçlardan oluşmaktadır.

Peridotit genelde geçirimsiz kaya olarak sınıflandırılırken çatlakların yoğun olduğu kesimlerde yarı geçirimli olarak tanımlanırlar. Bu kayalar, yer yer mevsimsel boşalımı olan düşük debili (<1 lt/sn) kaynaklar içermektedir. Bu kaynaklar eklem ve çatlaklar gibi ikincil gözeneklerde depolanan tünek suyunu drene etmektedir (Doyuran, 1999).

Karbonat Kayalar

Çalışma alanının güney ve güneydoğusunda bulunan karbonat kayalar; kireçtaşı, çörtlü kireçtaşı, dolomitik kireçtaşı ve dolomitlerden oluşmaktadır. Özellikle Kayaköy Dolomiti ve Babadağ Formasyonu, hidrojeolojik açıdan önem taşımaktadır. Bu birimler kırıklı, çatlaklı ve erime boşluklu yapıları ile geçirimli karstik akiferleri oluşturmaktadır.

Yamaç Molozları

Çalışma alanının çevresinde dağların yamaçlarında köşeli çakıllı ve bloklu, tutturulmamış veya zayıf tutturulmuş yamaç birikintileri bulunmaktadır. Yamaç

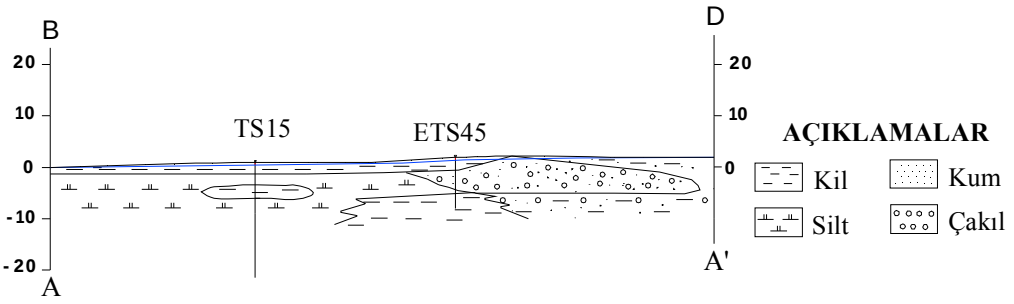
molozunun ana elemanlarını Marmaris Perdotitinden türemiş ultrabazik kayaçlar ile kireçtaşlarından türeyen çakıl ve bloklar oluşturmaktadır.

Yamaç molozlarının bulunduğu bölgelerde topoğrafik eğim daha fazladır ve yeraltısuyu seviyesi, ovaya göre derinde bulunmaktadır. Bu birim, akiferin beslenme alanını oluşturmaktadır ve yukarıda tanımlanan litolojik özellikleri ve geometrik konumları ile gözenekli akifer olarak sınıflandırılmıştır.

Alüvyon

Alüvyon; kil, silt, kum ve çakıl tabakaları ve bunların farklı kombinasyonlarının ardalanması şeklinde görülmektedir. Birim, Fethiye'nin büyük bir bölümünde gözlenmektedir. Birim içerisindeki kum ve çakıl düzeylerinin su bulundurması ve depolanan suyu iletebilmeleri nedeniyle önemli bir akifer özelliği taşımaktadır. Yerleşim alanı ve çevresinde açılmış çok sayıda sondaj kuyusu ile bu birimden su alınmaktadır.

Ovada yapılan sondajlardan elde edilen verilerle hazırlanan kesitlerde de görüldüğü gibi yer yer kil mercekleri bulunmaktadır (Şekil 4.26). Bu kil seviyeleri, basınçlı akifer koşullarının oluşmasını sağlamaktadır. Özellikle kıyıya yakın bölgelerde açılan kuyularda basınçlı akiferlere rastlanılmaktadır. Bu çalışma kapsamında açılan TS14 ve TS15 nolu kuyularda da pozitif artezyen koşuluna rastlanmıştır. Kıyıdan uzaklaştıkça serbest akiferlere geçilmektedir.

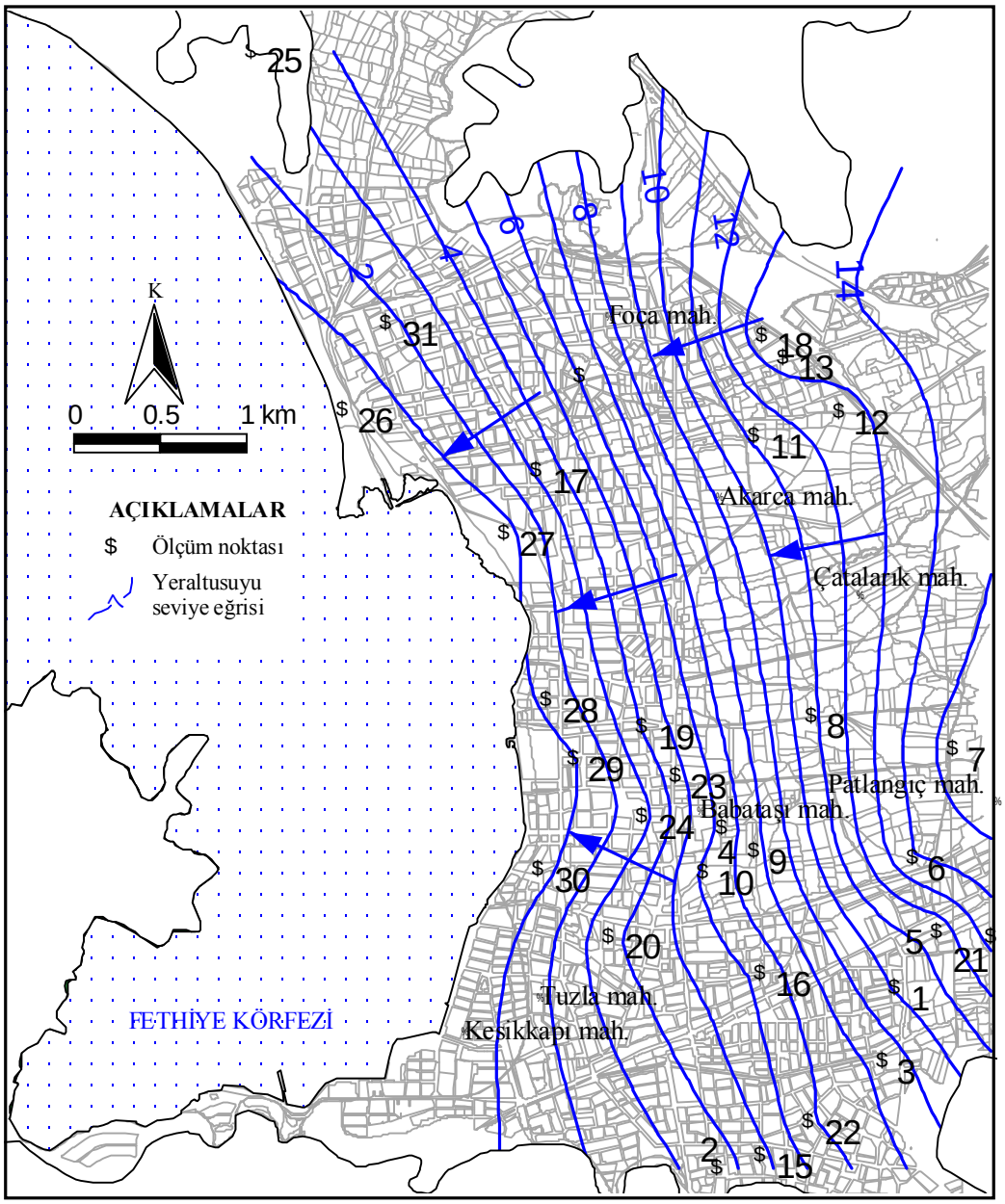


Şekil 4.26. Sondajlarda görülen kil mercekler

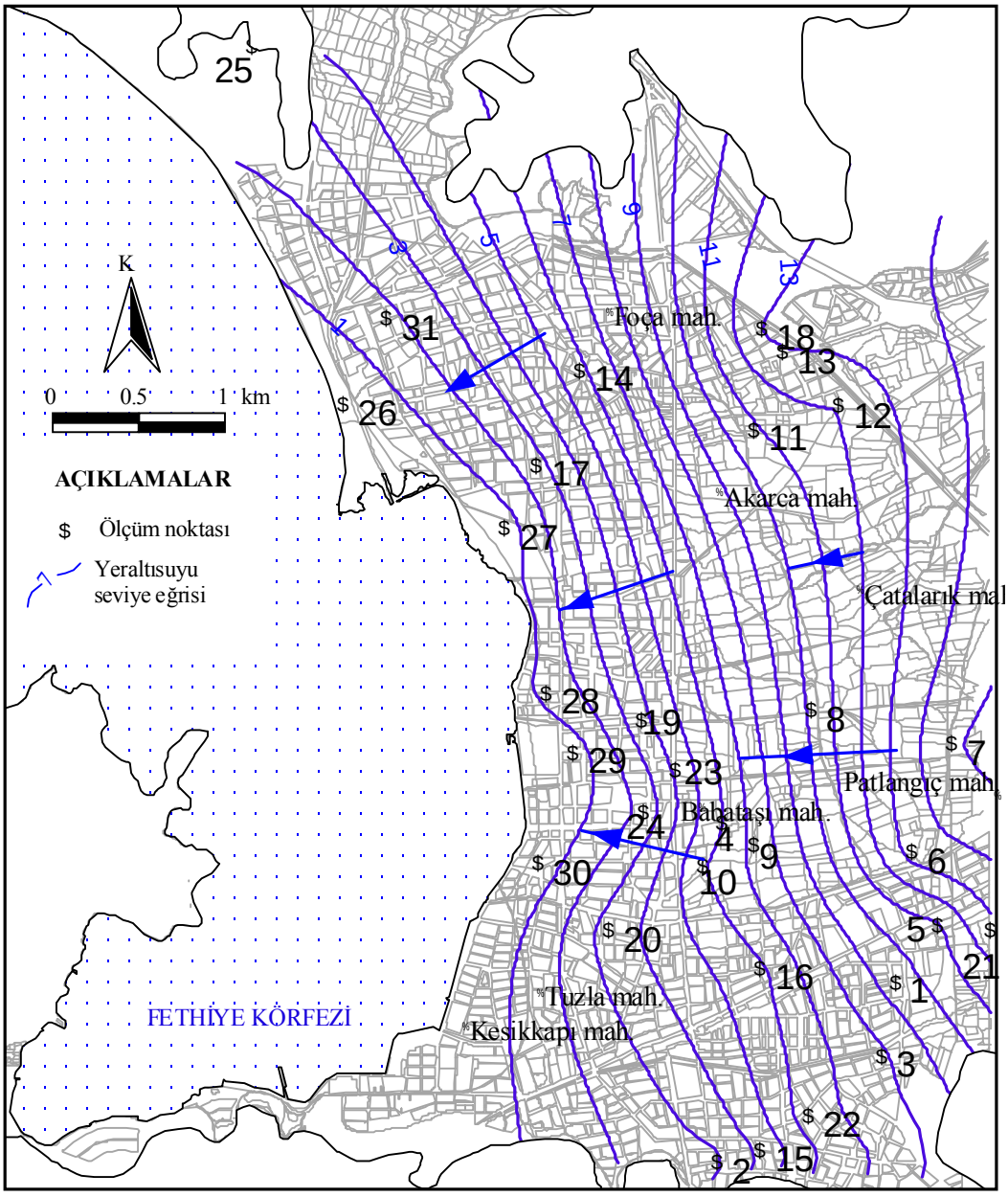
4.5.2.2. Yeraltısuyu Seviye Haritaları

Kentsel yerleşim yerlerinde yeraltısularının varlığı büyük önem taşımaktadır. Kentlerdeki nüfus yoğunluğu, su kaynaklarının kalitesi ve miktarına ciddi etkiler yapmaktadır. Bu nedenle yeraltısuyu seviyeleri ve bunların akım yönlerinin belirlenmesi gerekmektedir. Yeraltısularının akım yönleri, varsa kirleticilerin yerlerinin belirlenmesi ya da korunması gereken alanların belirlenmesinde önemli bir parametredir.

İnceleme alanında yeraltısuyu seviye haritalarının hazırlanması amacıyla çalışma kapsamında kurak ve yağışlı dönemlerde yani Mayıs (2005) ve Eylül (2005) aylarında su seviye ölçümleri yapılmış ve serbest akifer için yeraltısuyu seviye haritaları hazırlanmıştır (Şekil 4.27a ve 4.27b). Hazırlanan 1/5000 ölçekli haritalarda yeraltısuyu akım yönünün batıda bulunan Fethiye Körfezi'ne doğru olduğu belirlenmiştir. Seviye eğrilerinin konumu, akiferin permeabilite katsayısı, porozitesi ve hidrolik eğimi açısından genelde bölgenin oldukça homojen olduğunu göstermektedir. Yeraltısuyu seviye haritasındaki yeraltısuyu akım yönü kentsel yerleşimin sağlıklı planlanması ve kentsel alanda bulunması zorunlu ancak kirletici özelliği de olan faaliyetlerin (benzin istasyonu, sanayi, mezarlık vb.) yerinin belirlenmesi açısından önemlidir.



Şekil 4.27.a. Yeraltısuyu seviye (YASS) haritası (Mayıs-2005)



Şekil 4.27.b. YASS haritası (Eylül-2005)

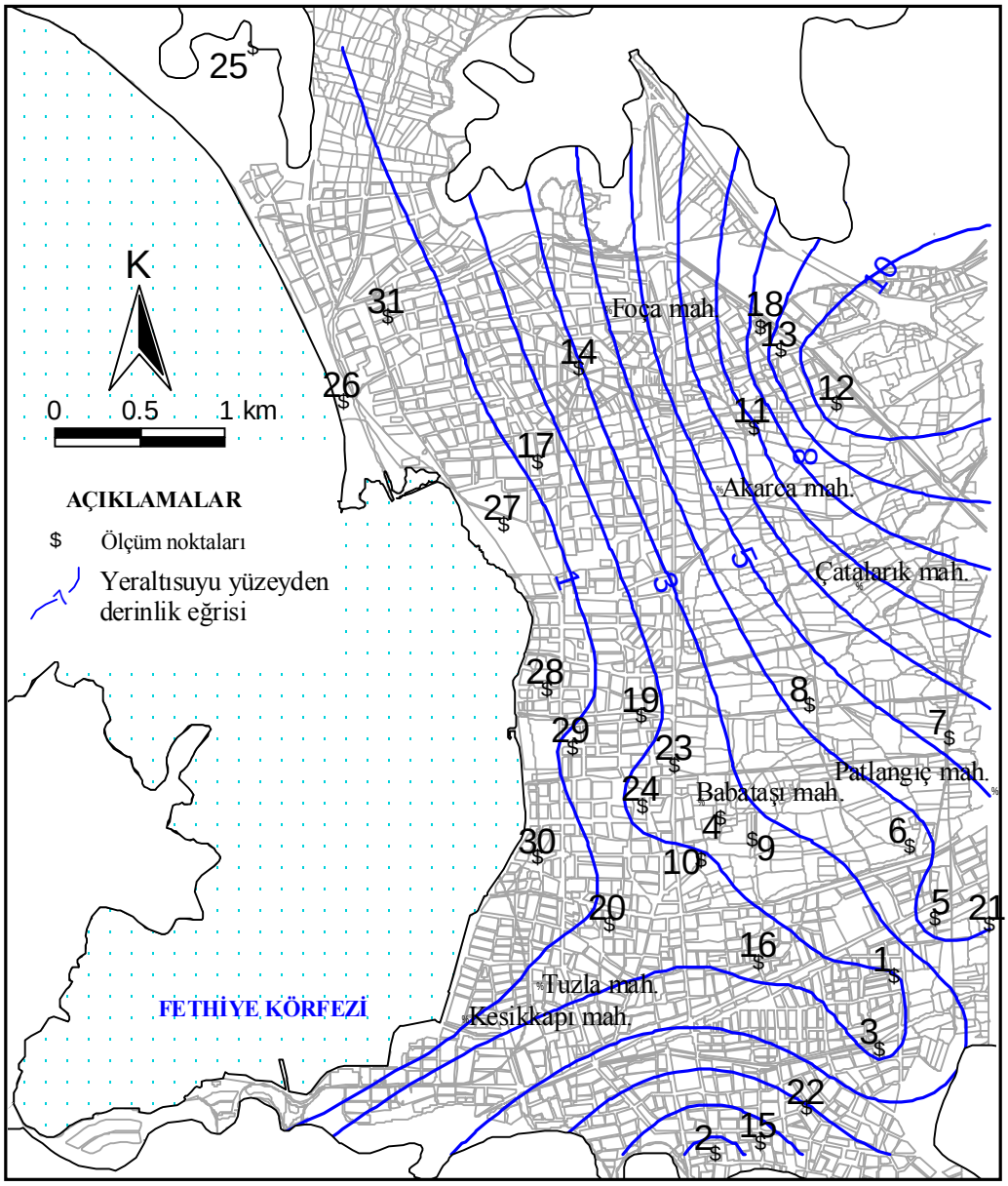
4.5.2.3. Yeraltısuyunun Yüzeyden Derinlik Haritaları

Kentsel yerleşim alanlarında, zemin-üst yapı etkileşimi açısından yeraltısuyunun yüzeyden derinliği çok önemli bir unsur olmaktadır. Burada yapı temellerinin yeraltısuyu ile teması ve taşıma gücüne etkisinin yanında, özellikle depremler

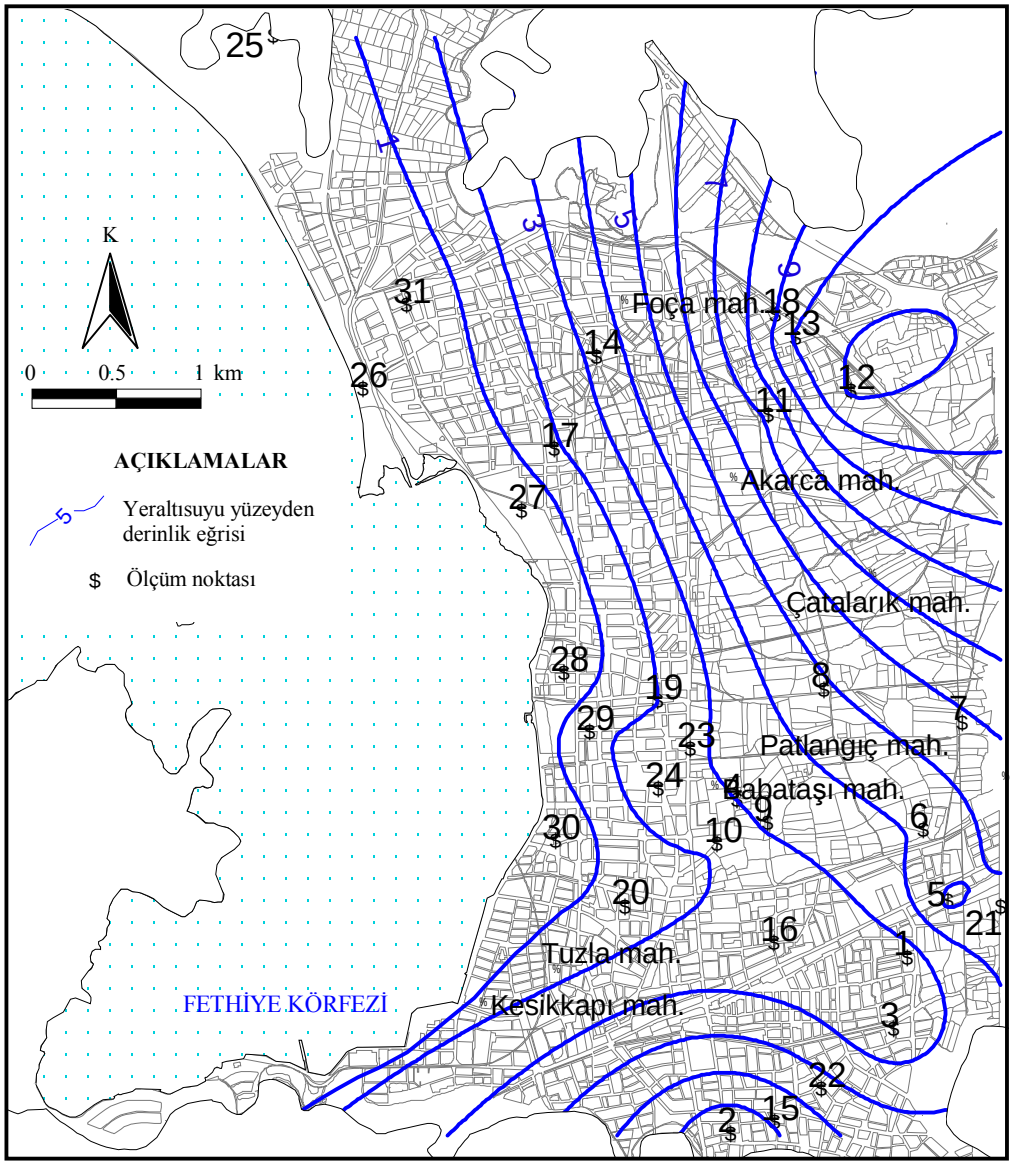
sırasında zemin davranışlarının tahmin edilmesi ön plana çıkmaktadır. Yeraltısuyunun yüzeyden derinliği, özellikle deprem riski olan bölgelerde zemin sıvılaşması açısından oldukça önemlidir. Yeraltısuyu yüzeyden 10 metre derinde bulunan bölgeler zemin sıvılaşması açısından riskli alanları oluşturmaktadır. Ancak bu *kritik derinliğin* 20 m'ye kadar ulaştığı bilinmektedir (Ulusay, 2001). Yeraltısuyu yüzeyden derinlik haritaları, yerleşim merkezlerinin jeoteknik araştırmalarında büyük önem taşımaktadır.

Bu çalışma kapsamında yeraltısuyu seviyesinin yüzeyden derinliğini gösteren 1/5000 ölçekli haritalar hazırlanmıştır (Şekil 4.28a ve 4.28b). Bu haritalara bakıldığında, birinci derece deprem bölgesinde yer alan Fethiye'de en düşük yeraltısuyunun yüzeyden derinliği, Akdeniz kıyısından itibaren çalışma alanının doğusuna doğru artmakta ve maksimum 11,5 m'ye ulaşmaktadır. Mevcut kentsel alanın büyük bölümünde yeraltısuyu derinliği 5 m'den daha sığdır. Mayıs ve Eylül dönemlerinde yapılan ölçümlerde su seviyelerinde 15-30 cm arasında bir değişim gözlenmiştir. Eylül dönemindeki su seviyesinde, Mayıs dönemine göre seralar bölgesindeki yeraltısuyu kullanımına bağlı bir düşüm söz konusudur.

Hazırlanan haritalarda gösterilen yeraltısuyu yüzeyden derinlik kriteri dikkate alındığında, olası bir depremde, Fethiye yerleşim alanın tamamında sıvılaşma potansiyeli beklenmektedir. Ayrıca, yerleşim alanının büyük bölümünde yeraltısuyunun temel derinliğinde bulunması (Şekil 4.29), su-beton etkileşimi ve taşıma gücü sorunlarını akla getirmektedir. Betonlarda kullanılan suyun içme kalitesinde olması gerektiği düşünülürse, yeraltısuyunun yapı temelleri ile temas ettiği yerde suyun kalitesi önem taşımaktadır. Aydın ve Yiğiter (2005)'e göre zemin suyu ve toprakta bulunan sülfat yoğunluklarının betona etkisinde sülfat içeriği için 0-150 mg/lt arasındaki değerler ihmal edilebilir. Doyuran (1999), yaptığı çalışmada Fethiye'deki yeraltısularında kimyasal analizler yapmış ve sülfat içeriğinin standartların altında olduğunu belirtmiştir.



Şekil 4.28.a. Yeraltısuyu yüzeyden derinlik haritası (Mayıs-2005)



Şekil 4.28.b. Yeraltısuyu yüzeyden derinlik haritası (Eylül-2005)





Şekil 4.29. Fethiye Adliye binası temelindeki suların drenajı

4.6. Mühendislik Jeolojisi

Özellikle ülkemizin Alp-Himalaya deprem kuşağında yer alması ve son zamanlarda sıklaşan depremler, yerleşim bölgelerinde jeolojik ve jeoteknik incelemelerin önemini, toplumun her kesimine en açık biçimde göstermiştir. Yerleşim amaçlı arazi kullanım planı ve depreme dayanıklı bina tasarımı için ayrıntılı jeolojik ve jeoteknik araştırmalar gereklidir. Bu incelemelere göre belirlenen mikrobölgelendirme haritaları, mevcut yerleşim alanlarında jeolojik ve jeoteknik koşullara uygun yapılanmanın olup olmadığını sorgulamada ve kentin gelişim planlarının hazırlanmasında önemli veri kaynakları olacaktır. Dearman ve Matula (1976) bir mühendislik jeolojisi haritasının, mühendislik amaçlar için doğal çevreyi betimlemede en iyi yol olduğunu vurgulamışlardır. Kentsel yerleşime yönelik mikrobölgelendirme araştırmaları, hem depremsellik hem de yerel jeolojik yapı ve zemin koşulları açısından çok daha ayrıntılı çalışmalar gerektirmektedir. Bu tür çalışmaların ölçeği 1/10.000 ile 1/1.000 arasında değişmektedir.

Fethiye yerleşim merkezi ve yakın çevresinin 1/5.000 ölçekli imar paftaları baz alınarak jeoteknik haritaları hazırlanmış ve çalışma alanı yerleşime uygunluk açısından değerlendirilmiştir. Bu kapsamda;

- Öncelikle imar paftaları üzerine yerleşim alanının 1/5.000 ölçekli mühendislik jeolojisi haritası işlenmiştir,
- Litolojik birimlerin yatay ve düşey dağılımlarını ve zeminlerin mühendislik özelliklerini belirlemek amacıyla temel sondajları ve konik penetrayon testi (CPT) yapılmıştır,
- Mekanik sondajlar sırasında yapılan SPT'den elde edilen verilerle SPT-N_{arazi} zonlama haritaları yapılmıştır,
- Örselenmiş ve örselenmemiş zemin örnekleri üzerinde laboratuar deneyleri yapılarak zeminlerin fiziko-mekanik özellikleri belirlenmiştir,
- Bölgenin yeraltısuyu seviye ve yüzeyden derinlik haritaları, Mayıs-2005 ve Eylül-2005 dönemleri için hazırlanmıştır,

- Jeofizik yöntemlerden sismik kırılma ve yer elektrik özdirenç (Rezistivite) yöntemleri çalışma alanına uygulanarak buradan elde edilen verilerle hız (V_S), zemin hakim titreşim periyodu (T), zemin büyütmesi (A) ve Poisson Oranı dağılım haritaları yapılmıştır,
- Kaya ortamlarda, kaya kütle hareketlerinin belirlenebilmesi amacıyla kinematik analizler yapılmıştır,
- Yerleşim alanlarının planlanmasında ve mevcut yerleşim alanlarında, arazi kullanımı konusunda belirleyici bir faktör olan eğim haritası yapılmıştır,
- Yerleşime uygunluk haritalarının hazırlanmasında çok önemli bir faktör olan sıvılaşma haritası, Youd vd. (2001) yöntemine göre hazırlanmıştır.
- Çalışma kapsamında yapılan haritalar CBS ortamında hazırlanmış ve değişik veri katmanları oluşturulmuştur.

4.6.1. Sondaj Araştırmaları

Tekrarlı yüklerin etkisinde kalan zemin tabakalarının davranışı, temel görevi yaptıkları üst yapılar açısından önemlidir. Bu amaçla çeşitli arazi ve laboratuvar deney yöntemleri geliştirilmiştir. Fethiye yerleşim merkezinde yapılan 1/5.000 ölçekli Mühendislik Jeolojisi haritalarında yüzeyleyen litolojik birimlerin düşey dağılımlarını ve zeminlerin mühendislik özelliklerini belirlemek amacıyla temel sondajları ve Konik Penetrasyon Testi (CPT) yapılmıştır. Sondaj kuyularının yerleri daha önceden açılan kuyular, çalışma alanı içerisindeki dere yarmaları, parsel bazında yapılan etütler ve su sondajları dikkate alınarak belirlenmiştir.

4.6.1.1. Mekanik Sondajlar

Fethiye yerleşim alanında bulunan alüvyonların özellikle jeoteknik özelliklerini, yanal ve düşey değişimlerini belirlemek amacıyla önceden açılan sondaj kuyuları gruplandırılarak temel sondajları; ETS, su sondajları; ESS şeklinde numaralandırılarak haritalanmıştır (EK-3). Bu sondajların alansal dağılımları, litolojik birimleri (zemin

türlerini) temsil etme özellikleri ve sorunlu bölgelerde yeterli derecede kullanılabilir olma özellikleri incelenmiş ve ihtiyaç duyulan 23 farklı noktada ilave sondajların yapılmasına gereksinim duyulmuştur. Yeni açılan sondaj kuyularının derinlikleri 10 ile 25 metre arasında değişmektedir. Lokasyon haritasında TS şeklinde isimlendirilmiştir (EK-3). Bu sondajlarda yaklaşık her 1.5 metre derinlikte standart penetrasyon deneyi (SPT) yapılmıştır (Şekil 4.30). SPT'den alınan örselenmiş numuneler üzerinde zemin sınıflandırma deneyleri yapılmıştır. Uygun zemin koşullarında hidrolik baskı ile örselenmemiş zemin numuneleri alınarak zeminlerin fiziko-mekanik özellikleri belirlenmiştir. Çalışma kapsamında yapılan sondaj logları EK-4'te verilmiştir.



Şekil 4.30. Yapılan çalışmada kullanılan sondaj makinesi

Standart Penetrasyon Testi (SPT)

Standart Penetrason Testi, arazide yapılan bir deney olmasıyla zeminlerin özelliklerinin belirlenmesinde ön plana çıkmaktadır. Dış çapı 50.0 mm, iç çapı 34.9 mm olan standart yarık tüp, 63.5 kg ağırlığındaki şahmerdanın, 76.2 cm yükseklikten serbest olarak düşürülmesiyle zemine 15'er cm'lik üç giriş (toplam 45 cm) için vurulan darbe sayıları saptanır. Son iki 15 cm'lik ilerleme için darbe sayısının toplamı SPT-N_{arazi} olarak verilir.

SPT-N_{arazi} deney sonuçlarına göre koheziv zeminlerin kıvam durumları ile serbest basınç dayanımı değerleri arasında bir ilişki kurmak mümkündür. İlk kez 1948 yılında Terzaghi ve Peck tarafından tanımlanan bu ilişki, daha sonraları bazı araştırmacılar tarafından değiştirilse de temelde aynı kalmıştır. Das (1998), bu ilişkiyi çizelge 4.3'teki gibi tanımlamıştır. Terzaghi ve Peck (1948), SPT-N_{arazi} ile relatif sıkılık arasındaki ilişkiyi çizelge 4.4'teki gibi vermiştir.

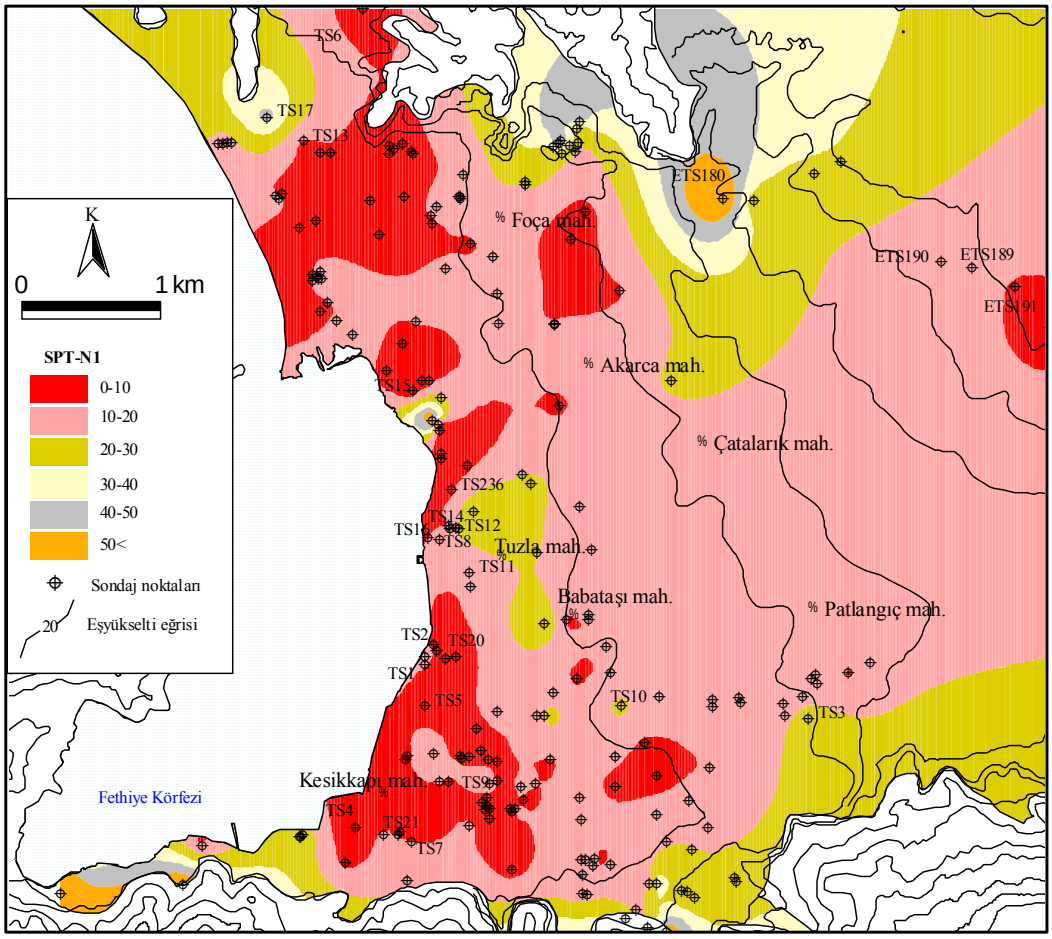
Çizelge 4.3. Killer için SPT-N_{arazi}, serbest basınç direnci ve kıvamlılık ilişkisi (Das, 1998)

SPT-N (darbe/30 cm)	**Serbest basınç direnci (q_u) (kg/cm^2)**	**Kıvam durumu**
0-2	0-0.25	Çok yumuşak
2-4	0.25-0.50	Yumuşak
4-8	0.50-1.00	Orta katı
8-16	1.00-2.00	Katı
16-32	2.00-4.00	Çok katı
>32	>4.00	Sert

Çizelge 4.4. Daneli (kohezyonsuz) zeminlerin SPT-N_{arazi} ile Relatif Sıkılık ilişkisi (Terzaghi ve Peck, 1948)

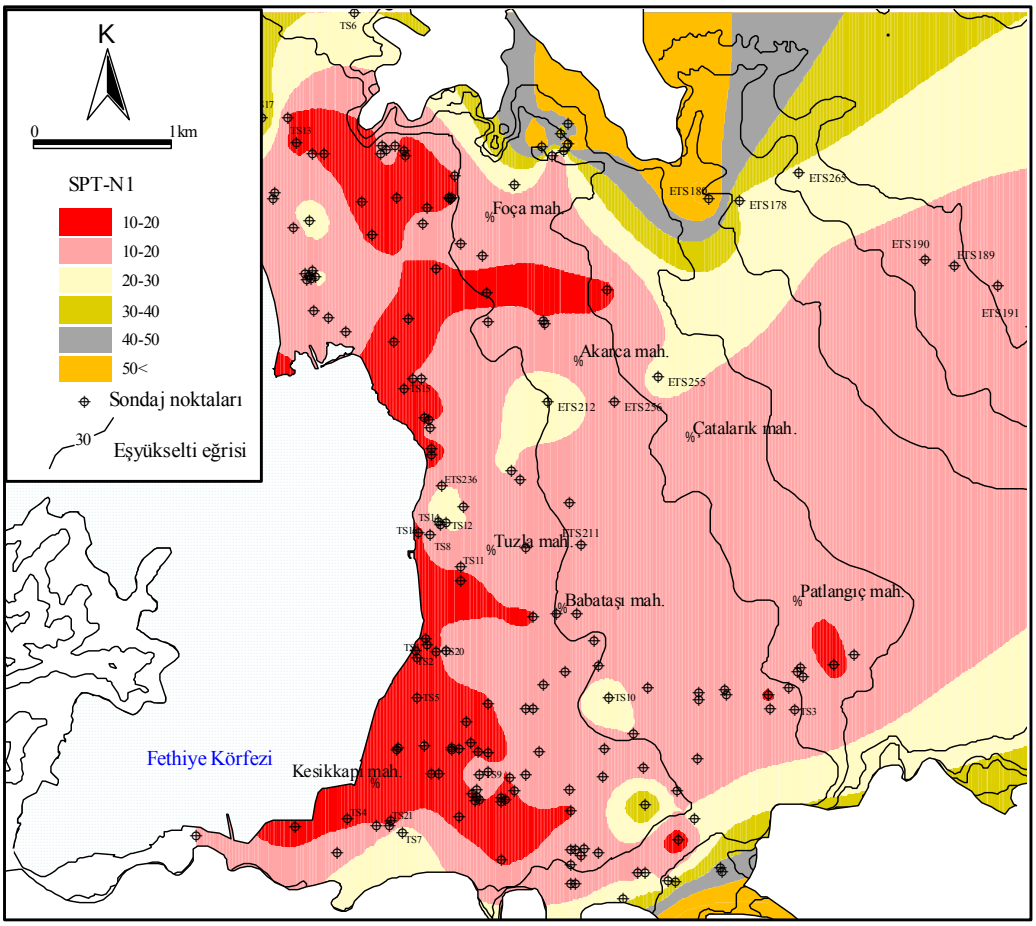
SPT-N (darbe/30 cm)	**Relatif Sıkılık**	**Kuru Birim Hacim Ağırlık (kN/m^3)**	**İçsel Sürtünme Açısı (ϕ)**
0-4	Çok gevşek	<14	<30
4-10	Gevşek	14-16	30-32
10-30	Orta sıkı	16-18	32-35
30-50	Sıkı	18-20	35-38
>50	Çok sıkı	>20	>38

Bu çalışma kapsamında açılan sondaj kuyularında yapılan SPT'den elde edilen N_{arazi} değerleri normalize edilerek SPT-N_1 değerlerine göre Fethiye yerleşim alanı için 3 m, 6 m ve 9 m derinliklere ait zonlama haritaları yapılmıştır (Şekil 4.31-4.33). Bu haritalar hazırlanırken, diğer verilerle daha rahat karşılaştırma yapılabilmesi amacıyla SPT'den elde edilen N_{30} değerlerinde herhangi bir düzeltme yapılmamıştır ancak, sıvılaşma analizinde kullanılan SPT-N_{arazi} değerlerinde gerekli düzeltmeler yapılarak SPT $(N_1)_{60}$ değerleri kullanılmıştır. Taneli zeminlerin hakim olduğu bölgelerde ve hazırlanan haritalarda kırmızı ve pembe renkli gösterilen SPT-N≤30 değeri; *orta sıkı, gevşek* ve *çok gevşek* zeminleri gösterir. Harita üzerinde kırmızı renkli gösterilen ve SPT-N≤10 olan bölgeler, taşıma gücü ve zemin sıvılaşması açısından sorunlu olabilecek bölgeleri göstermektedir. Koheziv zeminlerin bu bölgelerde bulunması durumunda oturma problemi akla gelir. Böyle bölgelerde SPT-N≤8 değerindeki bölgeler, *çok yumuşak-orta katı* kıvamdaki zeminleri ifade eder (q_u<2.0 kg/cm^2).



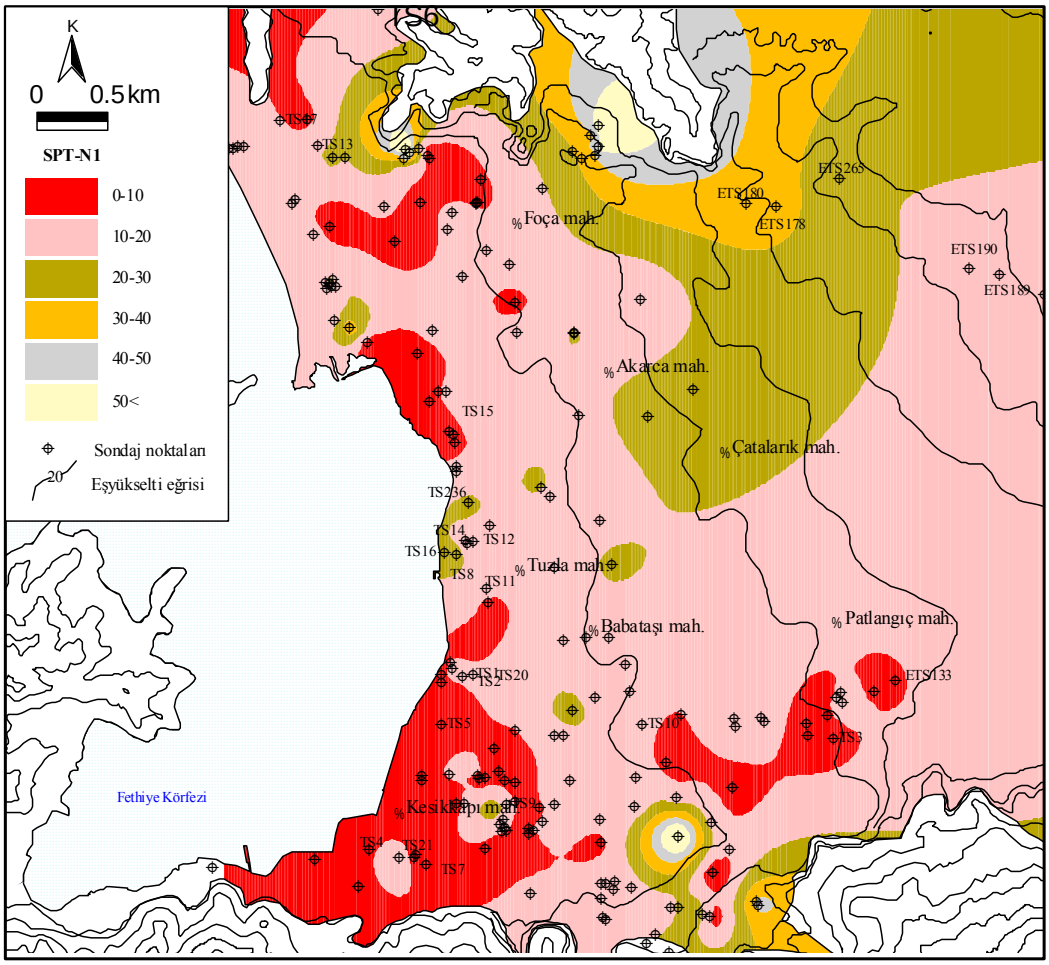
şekil 4.5 1.5 m derinlik için SPT-N1 zemin haritası

Kentin gelişme sahası olan doğu kesimlerde SPT-N_{arazi} değerleri 10-20 arasında değişirken, Fethiye mevcut yerleşim alanında $N_{30} \leq 10$ olup temel derinliğinde taşıma gücü açısından tehlikeli bölgeleri oluşturmaktadır.



Şekil 4.32. 6 m derinlik için SPT-N_1 zonlama haritası

6m derinlikteki SPT-N_{arazi} değerlerinde özellikle derinlikle bir artış gözlense de özellikle dolgu sahası ve Fethiye Devlet Hastanesinin bulunduğu Çalış mevkiinde yine 10'dan küçük değerler gözlenmektedir. Özellikle suya doygun olan bu kesimde dinamik koşullarda sorunlarla karşılaşılabilir.



Şekil 4.33. 9 m derinlik için SPN_1 zonlama haritası

9 m derinliğe gelindiğinde, SPT-N_{arazi} değerleri yine kıyı bölgelerde 20'den küçük değerler almaktadır. Orta sıkı-çok gevşek zeminleri temsil etmektedir. Haritada SPT-N_{arazi}≤10 olan alanlar da gözlenmektedir. Bu tür bölgelerde zemin türüyle birlikte değerlendirmeler yapılarak temel türüne karar verilmelidir. Yerleşim alanının kuzeyinde bulunan Çalış Mevkii'ne yapılan Fethiye Devlet Hastanesi (TS15) ve Adliye binası, kazık temeller üzerine yapılmıştır.

4.6.1.2. Su Sondajları

Fethiye yerleşim alanı ve yakın çevresinde, parkların sulanması amacıyla sondaj kuyuları açılmıştır. Sondajların derinlikleri 40-60 m arasında değişmekte olup lokasyon haritasında (EK-3) ESS olarak isimlendirilmiştir. Su, özellikle kum ve çakılların olduğu bölgelerden alınmaya çalışılmış ve o yüzden sondajlarda bu derinlikler tercih edilmiştir. Su sondajlarının yapıldığı bölgelerde de temel kayaya rastlanmamıştır. Sondajlardan elde edilen veriler, Mühendislik Jeolojisi kesitlerinin hazırlanmasında kullanılmıştır. Temel sondajların derinliklerinin genel olarak 10 m olduğu düşünülürse, su sondajları, yeraltı jeolojisini yorumlamak açısından oldukça faydalı olmaktadır.

4.6.1.3. Konik Penetrasyon Testi (CPT)

Arazide örnek alınırken ya da laboratuarda numuneler hazırlanırken zeminlerde örselenmeler meydana gelmektedir. Bu durum; yerinde (in-situ) deney yöntemlerinin önemini göstermektedir. Konik Penetrasyon Testi (CPT), arazide direkt ölçüm yapabilmesi, CPT verileri ile zemin sınıflamasının yapılabilir olması ile özellikle yumuşak kil, silt ve gevşek kumlarda tercih edilen bir yöntemdir.

CPT ile elde edilen uç direnci (q_c), çevre sürtünmesi (f_s) ve sürtünme oranı (FR) parametreleri kullanılarak zeminlerin tanımlanması ve sınıflanması mümkün olmaktadır. Elektrikli konik penetrasyon testi kullanılarak zemin profilinin belirlenmesini ilk kez Douglas ve Olsen (1981) önermişlerdir. Deney sırasında boşluk suyu basıncı da ölçülebilmektedir. Bu verilerle sınıflama şu şekilde yapılabilmektedir:

Kum;

i) Yüksek uç direnci,
ii) Düşük sürtünme oranı,
iii) Düşük boşluk suyu basıncı-yüksek permeabilite verir.

Kil;

i) Düşük uç direnci,

ii) Yüksek sürtünme oranı,

iii) Yüksek boşluk suyu basıncı-düşük permeabilite verir.

Deney sırasında derinliğe bağlı olarak sürekli kayıt yapılabildiği için alınan verilerle sürekli ve ayrıntılı bir şekilde zemin sınıflaması yapılabilmektedir. Deney sırasında SPT-N_{60} değerleri belirlenebilmektedir. CPT genellikle zeminlerin mühendislik özelliklerinin belirlenmesinde ve tipik olarak zeminlerin stratigrafik katmanlarının ortaya çıkarılmasında kullanılır. Bazı korelasyonlar kullanılarak zeminin kohezyon, içsel sürtünme açısı ve sıkışma katsayısı gibi çeşitli parametreleri elde edilebilmektedir.

Konik Penetrasyon Testlerinin yukarıda tanımlanan avantajları nedeniyle mekanik sondaj ve jeofizik araştırmalar gibi geleneksel araştırma yöntemlerine ek olarak Fethiye yerleşim alanında 11 farklı lokasyonda CPT yapılmıştır (EK-3).

CPT lokasyonlarının seçiminde;

- Yerleşim alanında yüzeyleyen litolojik birimlerin yanal ve düşey dağılımlarının ve bunların kesintisiz olarak mühendislik parametrelerini belirlemede alansal dağılımı temsil etmesi,
- Dolgu/bataklık vb. zemin örneği alma güçlüğü ve yapı hasarı olan bölgelerde,
- Yer altı jeolojisi konusunda veri eksikliği olan noktalarda,
- Mekanik sondaj/SPT ve jeofizik ölçüm noktaları ile korelasyon olanağı vermesi

belirleyici olmuştur.

CPT sırasında uç direnci (q_c), yanal sürtünme (f_s) ve boşluk suyu basıncı (p_w) ölçülmüş, ölçülen parametrelerin derinliğe bağlı değişimleri grafikler üzerinde gösterilmiştir. Coneplot yazılımından yararlanarak derinliğe bağlı zemin sınıflaması yapılmış ve kuyu logu olarak sınıflanmıştır. Schulze ve Muhs (1967), zeminleri uç dirençlerine göre Çizelge 4.5'teki gibi sınıflamışlardır.

Çizelge 4.5. Zeminlerin uç dirençlerine göre sınıflanması (Schulze ve Muhs, 1967)

Uç Direnci-q_c (MN/m^2)	**Zemin Sınıfı**
<5	Gevşek
5-10	Gevşek-orta sıkı
10-15	Orta sıkı
>15	Sıkı

CPT'den elde edilen veriler (EK-5), bölgedeki zemin sınıflarının belirlenmesinde ve bölüm 4.5.4'ün altında anlatılan Mühendislik Jeolojisi haritası ve kesitlerinin hazırlanmasında kullanılmıştır. CPT kuyu logları incelendiğinde bölgesel sedimantolojik koşullara uyumlu oldukları görülmektedir. CPT-7, 8, 9 nolu lokasyonlarda aralarda kum ve silt mercekleri olsa da genelde kil bulunmaktadır. Kilin uç direnci 0,7-4,0 MN/m^2 arasında değişirken yanal sürtünmesi 25-325 kN/m^2 arasında değerler almaktadır. Diğer lokasyonlarda kum ve silt ağırlıklı birimler bulunmaktadır. Kumlarda q_c değerleri killere göre oldukça artmakta olup 15-67 MN/m^2 arasındadır. Yanal sürtünme ise killere göre daha düşüktür.

4.6.2. Jeofizik Çalışmalar

Jeofizik araştırmalar; yer bilimleri, İnşaat Mühendisliği ve çevre bilimleri çalışmalarında kısa sürede sonuç vermesi nedeniyle oldukça yaygın kullanım alanı bulmaktadır. Özellikle arazide yerinde çalışmalar yapılması nedeniyle tercih edilir bir yöntemdir.

Fethiye yerleşim alanında, yer altı jeolojik yapısına katkı sağlamak ve zeminlerin yerleşime uygunluğuna göre yapılan mikro bölgelendirme çalışmalarında baz alınan zemin hakim titreşim periyodu, poisson oranı ve zemin büyütmesini belirleyebilmek amacıyla çalışma alanını temsil eden 49 farklı lokasyonda düşey elektrik sondajı ve sismik kırılma yöntemleri uygulanmıştır. Zeminlerin özelliklerini dinamik koşullarda

belirleyen jeofizik ölçüm verileri, mekanik sondajların yanında yer altı jeolojisinin ortaya konulmasında da kullanılmıştır.

4.6.2.1. Düşey Elektrik Sondajı (DES)

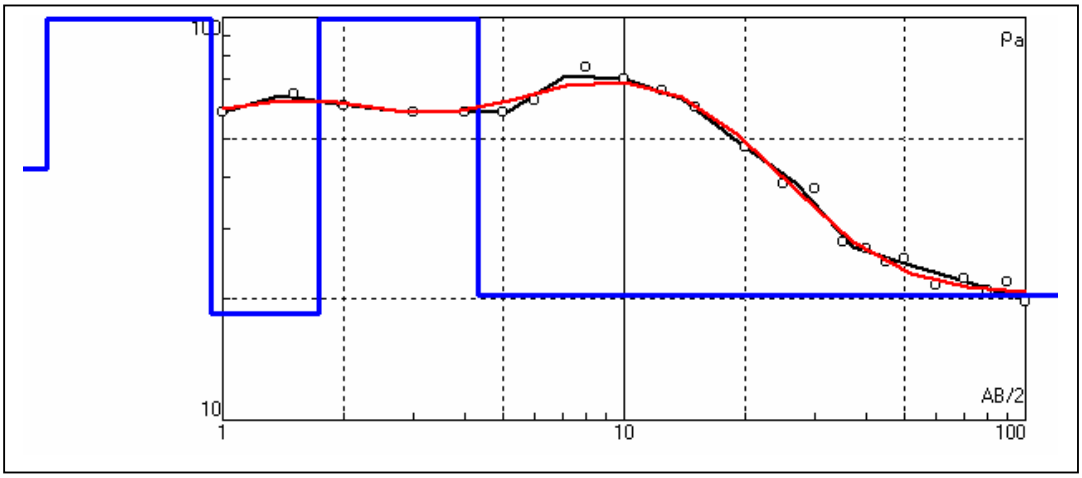
Jeofizik yöntemler içinde özdirenç yöntemi olarak da bilinen bu yöntem; yapay kaynaklı, aktif bir yer-elektrik yöntemidir. Yeraltındaki elektriksel iletkenlik farkları yardımıyla tabakaları belirlemek amacıyla yapılır. Bu yöntem, yer yüzeyinde belli aralıklarla çakılmış iki elektrottan, yer içine belli büyüklükte bir akım gönderilmesi ve bu akımın oluşturduğu potansiyel farkının yer yüzeyinde ölçülmesine dayanır. Bilinen akım (I) ve ölçülen potansiyel (V) kullanılarak, Ohm Kanunu uyarınca verdiğimiz akıma karşı yerin gösterdiği direnç (R) saptanır. Özdirenç ise kullanılan elektrot diziliminin yer yüzeyinde serildiği uzunluk ile (K geometrik faktör) yerin direnci (R) çarpılarak bulunur. Bu yolla elde ettiğimiz büyüklük yer altında bulunan bütün birimlerin tek tek özdirençleri değil, tümünün karmasından oluşmuş temsili bir özdirenç değeridir (görünür özdirenç).

$\rho_a = 2 \Pi r (V/I)$

Özdirenç yöntemlerinde akımın nüfuz edebileceği derinlik, elektrotlar arası uzaklığa yer altındaki tabakaların bağıl kalınlığına ya da yeraltı cisimlerinin şekillerine, büyüklüklerine ve özdirençlerine bağlıdır (Gürer, 2001).

Fethiye yerleşim alanı ve çevresinde 49 noktada Jeofizik Elektirik Özdirenç (DES-Schlumberger) ölçülmüştür. Ölçümlerin yapıldığı yerleri gösteren lokasyon haritası EK-3'te verilmiştir. Her bir noktada elde edilen eğrilerin değerlendirilmesiyle maksimum akım nüfus derinliğine kadar olan alandaki birimlere ait gerçek özdirençler saptanmıştır. Hesaplamalar IP2000 programı kullanılarak yapılmıştır. Şekil 4.34'te Patlangıç Mah.deki D25 ölçüm noktasına ait değerlendirme, özdirenç, tabaka kalınlık ve derinlikleri görülmektedir. Diğer DES profillerine ait veriler EK-6'da verilmiştir. Bu sonuçlar, yeraltı jeolojisinin ortaya konması amacıyla alınan mühendislik jeolojisi

kesitlerinde kullanılmış ve sondajların yeterli olmadığı yerlerde yeraltı durumunun ortaya konmasında yardımcı olmuştur.



N	ρ	h	d	Alt
1	41.9	0.366	0.366	-0.3661
2	113	0.57	0.936	-0.9358
3	18.4	0.804	1.74	-1.74
4	217	2.59	4.33	-4.332
5	20.4			

Şekil 4.34. D25 noktasına ait örnek özdirenç değerlendirmesi

Burada, ilk 0,4 m'de nebati toprak bulunmaktadır. Daha sonraki 0,5 m kalınlıkta 113 Ωm değeri, az çakıllı killi kumum var olduğunu göstermektedir. Daha sonra 1,74 m derinliğe kadar kil, sonra 2,5 m kalınlıkta killi kumlu çakıl ve daha sonra da 20,4 Ωm değerinde kil tabakasının varlığı görülmektedir.

Fethiye'nin GD ve KD bölgelerinde yapılan D1-D5 noktaları arasındaki ölçüm değerlendirmelerinde 45 ile 65 m arasında temel kayaya ulaşılmıştır.

Temel kayalar üzerinde yapılan ölçümlerde bölgedeki dolomitik kireçtaşları 400-500 Ωm değerlerini vermiştir. Ofiyolitlerde yapılan ölçümlerde 300 Ωm değerleri bulunmuştur. Dere çakıllarında 150 Ωm'ye varan değerler elde edilmiştir. Killer çok düşük değerlere sahip olup özdirenç değerleri 4Ωm'ye kadar düşmektedir.

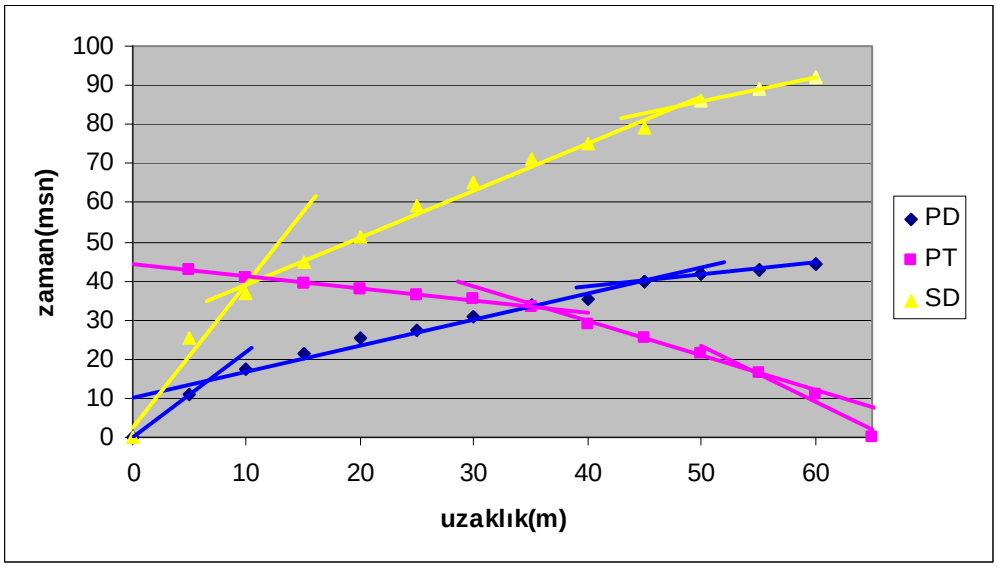
4.6.2.2. Sismik Ölçümler

Birinci derece deprem bölgesinde yer alan Fethiye yerleşim alanında özellikle deprem sırasında önemli olan yapı-zemin ilişkisinin dinamik yöntemlerle belirlenmesinde 49 profil boyunca alınan sismik ölçümlerden yararlanılmıştır. Buradan zeminle ilgili dinamik elastik parametreler elde edilmiştir.

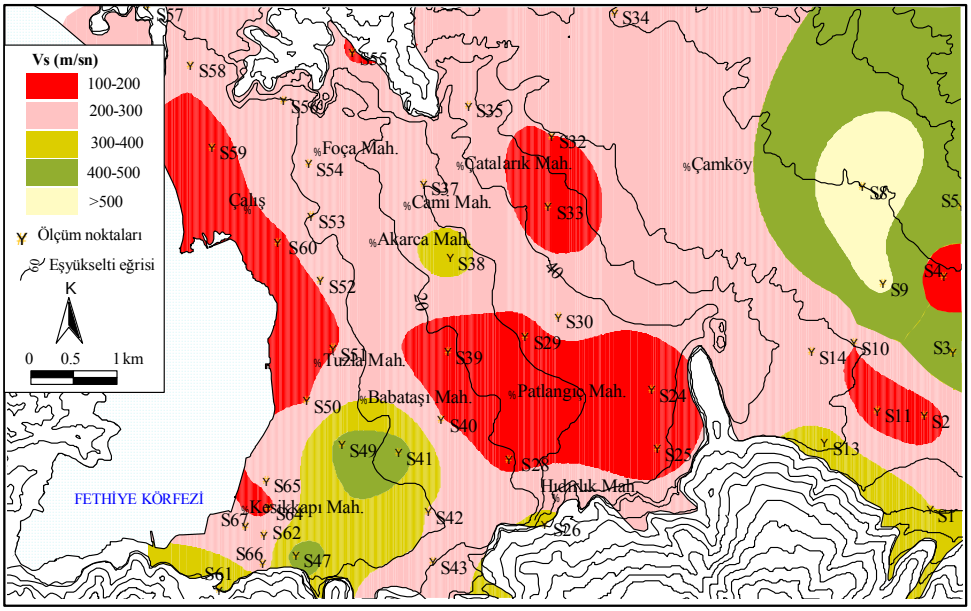
Çalışma alanında yapılan Sismik Kırılma çalışmasında, karşılıklı atışlı P (Primer) ve S (Seconder) dalgası kırılma ölçümleri yapılmıştır. Bu yöntemde amaç, yapay bir deprem dalgası (titreşim) oluşturarak belirli aralıklarla serilmiş olan jeofonlar aracılığıyla bu titreşimlerin kaydedilmesi ve elde edilen kayıtlardan yeraltında bulunan birimlerin dinamik özelliklerinin çıkartılmasıdır.

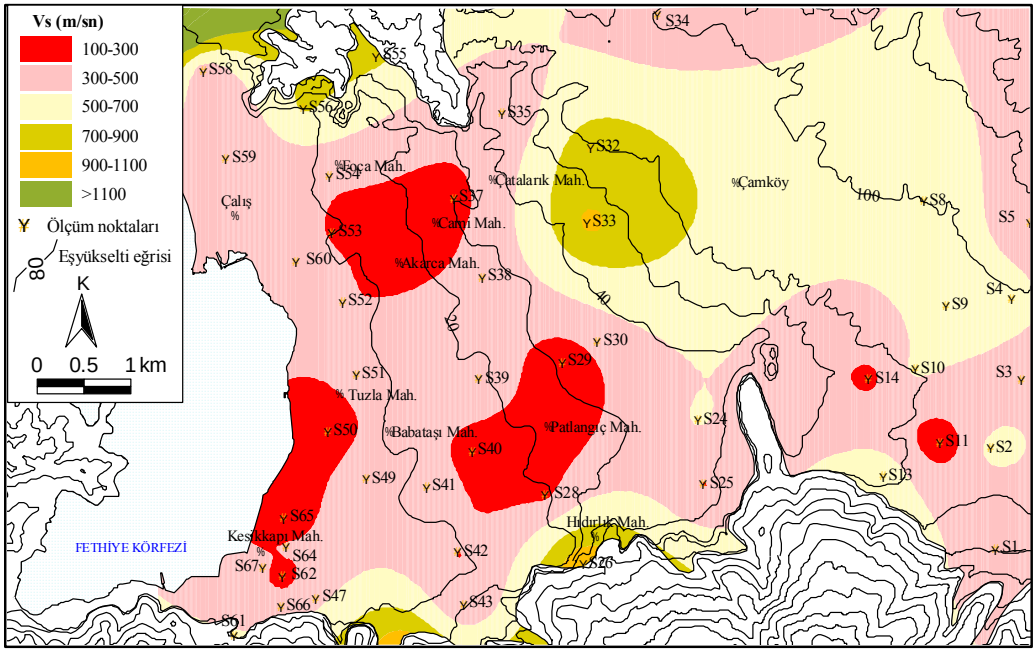
Bu amaçla, Fethiye yerleşim alanı ve çevresinde karşılıklı atışlı, 5 m. jeofon aralıklı P ve S dalgası ölçümleri alınmıştır (EK-7). Sismik kırılma çalışmasına ait veriler, elde değerlendirilmiştir. Şekil 4.35'te S32 no'lu ölçüm noktasına ait yol-zaman (x-t) grafiği verilmiştir. Buradan farklı ortamlara ait hız ve derinlik değerleri hesaplanmıştır. Ortamdaki yatay ve düşey yöndeki kayma dalga hız (V_s) değişimlerini görebilmek amacıyla da 3-6-9-12 m derinlikler için V_s zonlama haritaları oluşturulmuştur (Şekil 4.367-4.39). S32 no'lu noktada, üç tabaka görülmektedir. Birinci tabakanın boyuna dalga hızı, $V_{p1=}$425 m/sn, ikinci tabakanın boyuna dalga hızı, V_{p2}=1591 m/sn ve üçüncü tabakanın boyuna dalga hızı, V_{p3}=5000 m/sn'dir. Aynı noktaya ait birinci tabakanın kayma dalga hızı, V_{S1}=200 m/sn, ikinci tabakanın kayma dalga hızı, V_{S2}=833 m/sn ve üçüncü tabakanın kayma dalga hızı, V_{S3}=1667 m/sn olarak hesaplanmıştır. Yine aynı

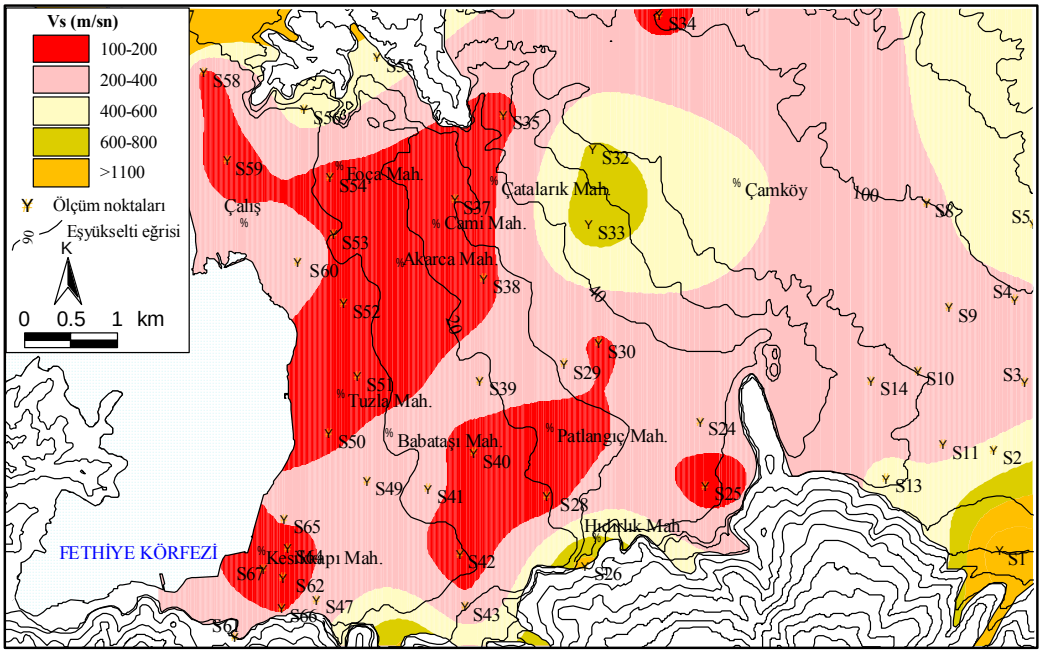
grafikten faydalanarak birinci tabakanın derinliği 2,65 m, ikinci tabakanın derinliği ise 15,60 m olarak hesaplanmıştır.

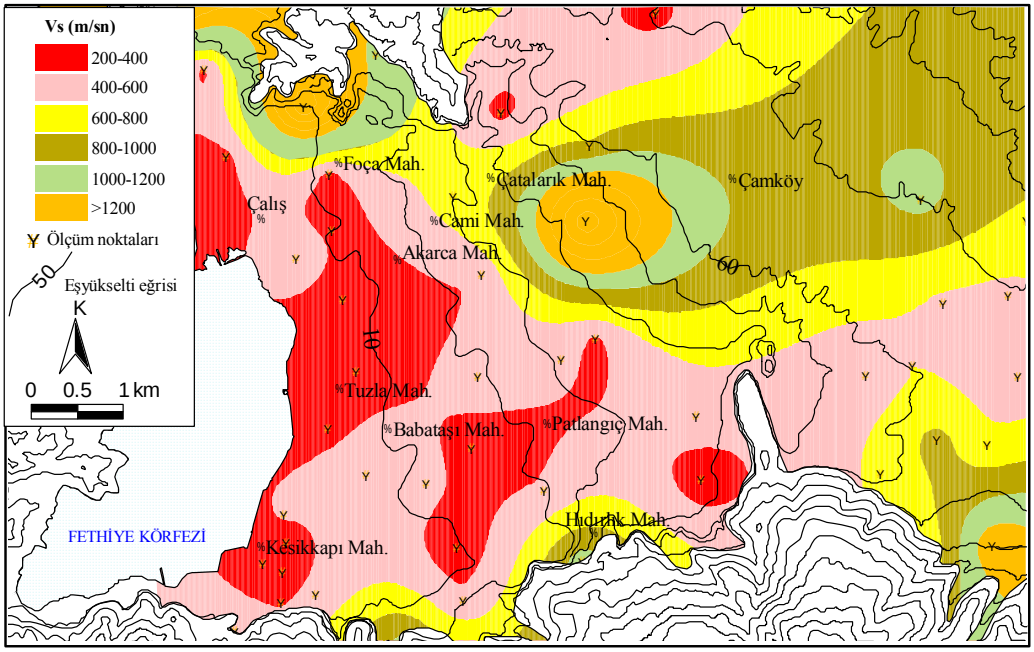


Şekil 4.35. S32 noktasına (koordinat:35 692936, 4059922) ait x-t grafiği




Vs (m/sn)
100-300
300-500
500-700
700-900
900-1100
>1100
Ölçüm noktaları
Eşyükselti eğrisi
K
0 0.5 1 km
FETHİYE KÖRFEZİ
Çalış
Foça Mah.
Çatalarık Mah.
Çamköy
Cami Mah.
Akarca Mah.
Tuzla Mah.
Babataşı Mah.
Patlangıç Mah.
Hıdırlık Mah.
Kestikkapı Mah.
S1
S2
S3
S4
S5
S8
S9
S10
S11
S13
S14
S23
S24
S25
S26
S28
S29
S30
S32
S33
S34
S35
S37
S38
S39
S40
S41
S42
S43
S47
S49
S50
S51
S52
S53
S54
S55
S56
S58
S59
S60
S61
S62
S64
S65
S66
S67


Vs (m/sn)
100-200
200-400
400-600
600-800
>1100
Ölçüm noktaları
Eşyükselti eğrisi
K
0 0.5 1 km
FETHİYE KÖRFEZİ
Çalış
Foça Mah.
Çatalarık Mah.
Çamköy
Cami Mah.
Akarca Mah.
Tuzla Mah.
Babataşı Mah.
Patlangıç Mah.
Hıdırlık Mah.
Kestikkapı Mah.
S1
S2
S3
S4
S5
S8
S9
S10
S11
S13
S14
S24
S25
S26
S28
S29
S30
S32
S33
S34
S35
S37
S38
S39
S40
S41
S42
S43
S47
S49
S50
S51
S52
S53
S54
S55
S56
S58
S59
S60
S62
S64
S65
S66
S67



3 m derinlik için hazırlanan V_s dağılım haritası incelendiğinde Tuzla Mahallesi ile Çalış Mevkii arasındaki kıyı bölgesi ile Kesikkapı, Çatalarık Mahalleleri, Patlangıç Mahallesi ve yakın çevresinde kayma dalga hızlarının 100 m/sn ve daha düşük olduğu görülmektedir. Kesikkapı, Hıdırlık ve Babataş Mahalleleri arasında kalan ve Kayaköy Dolomiti'ne yakın alınan ölçümlerde S-dalga hızı 300-400 m/sn arasında, Çamköy'ün doğusunda yer alan bölgede yapılan ölçümlerde de 300-500 m/sn arasında çıkmaktadır. Geri kalan alan, 100-200 m/sn S-dalga hızına sahiptir. Bu bilgiler ışığında, 3 m derinlik için Fethiye bölgesinin büyük çoğunluğunun $V_s \leq 200$ m/sn olduğu görülmektedir. Çizelge 4.6'da verilen NEHRP (National Earthquake Hazards Reduction Program) 2000 yılında yapmış olduğu sınıflamaya göre D_5-E tipi zeminleri yansıtmaktadır. Aynı zamanda Bayındırlık İskan Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü tarafından 1998'de yayınlanan deprem yönetmeliğinde tanımlı D türü zemin grubuna girmektedir (Çizelge 4.7). Bu da yeraltısuyunun yüzeye yakın olduğu, yumuşak alüvyon, gevşek kum ve yumuşak kil, siltli kil, siltli kum zeminleri içermektedir. Bu tür zeminler yerleşim açısından oldukça elverişsizdir. Bu bulguların, hidrojeolojik veriler (yeraltısuyu

derinliği), mekanik sondaj, laboratuar deney sonuçları ve diğer araştırma bulguları ile uyumlu olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.6. 30 m derinlikteki ortalama S dalgası hızına göre zemin sınıflaması, (NEHRP, 2000)

Zemin Sınıfı	**Üst 30 m İçin Ortalama S Dalgası Hızı**
A	>1500 m/sn
B	750-1500 m/sn
C	360-760 m/sn
D	180-360 m/sn
D_1	300-360 m/sn
D_2	250-300 m/sn
D_3	220-250 m/sn
D_4	200-220 m/sn
D_5	180-200 m/sn
E	<180 m/sn

Çizelge 4.7. Zemin Grupları (Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, 1999)

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

6m derinlikteki S-dalga hızı dağılımları, 3 m derinlikteki dağılımla benzer özellikler göstermektedir. Çatalarık Mahallesi'nden Çamköy ve doğusuna kadar olan alan, güneyde bulunan kireçtaşlarına yakın yerler ve kuzeydeki Marmaris Peridotitlerinin bulunduğu kısımlarda 500-700 m/sn S-dalga hızları elde edilmiştir. Bu değerler; NEHRP için D_1-C arasına, Afet Bölgeleri Yönetmeliğinde tanımlanan C tipi zemin grubuna karşılık gelmektedir. Yani orta sıkı kum, çakıl ve bunların ardalanmaları ile katı kil siltli kil ve bunların ardalanmalarından oluşmaktadır.

9 m derinlikte S-dalga hızlarının göreceli olarak arttığı görülmektedir. Ancak mevcut yerleşim alanında (Tuzla, Akarca, Camii ve Patlangıç Mahalleleri'nde) kayma dalga hızlarının genelde 200 m/sn'den düşük olduğu görülmektedir. Çatalarık Mah.'de 9 m derinlik için hesaplanan 1100-1800 m/sn arasındaki değerler, alüvyon yelpazesinin iri bloklu ve sıkı bir yapı sunduğunu göstermektedir.

Nitekim 12 m derinlikte hızlar Fethiye'nin doğusunda ve ana kayaların bulunduğu alanlarda yüksek değerler almaktadır. Ancak kıyıya yakın alanlarda ve Patlangıç Mahallesi'nde 200 m/sn'den düşük değerler bulunmaktadır. 12 m derinlik için Fethiye'nin büyük bir kısmının sağlam zemin özellikleri gösteriyor olmasına rağmen kıyı bölgeleri ve Hıdırlık Mah. ile sahil arasındaki alan 200 m/sn'den daha düşük hız değerleri ile yerleşim açısından ayrıntılı etüdleri gerektiren önlemli alan olarak değerlendirilmiştir.

4.6.2.3. Zemin Parametreleri

Zemin kesitinde yer alan tabakalar kalınlıklarına, tür ve özelliklerine bağlı olarak farklılıklar gösterir. Aynı şekilde zemin kesitinde yer alan farklı kalınlıklarda ve özelliklerdeki zemin tabakaları, bir noktadan bir noktaya da farklı olabilir. Bu nedenle depreme dayanıklı yapı tasarımında zemin hakim periyotları ve zemin büyütmesi gibi dinamik davranış özelliklerinin bir noktadan bir noktaya nasıl değiştiği belirlenmelidir (Ansal, 1994).

Çalışma alanında yapılan jeofizik yöntemlerden elde edilen verilerle *Zemin Hakim titreşim Periyodu Zemin Deprem Büyütmesi* ve *Poisson Oranı* gibi parametreler hesaplanarak haritaları yapılmıştır.

4.6.2.3. Zemin Hakim Titreşim Periyodu (T)

Sağlam kaya tabakası üzerinde bulunan yumuşak bir zemin tabakasının küçük sönümsüz titreşimler için hakim titreşim periyodu (T) hesapları, Das (1983)'tan alınarak aşağıda verilmiştir.

$$T = \frac{4H}{(2k-1)V_S}$$

Burada H: Tabaka kalınlığı;
k: Mod sayısı ve
Vs: S dalga hızı olup ,

$$V_S = \sqrt{\frac{\mu}{\rho}}$$

bağıntısı ile verilir ve
μ: Kayma modülü,
ρ: Yoğunluktur.

Titreşimlerin genlikleri arttıkça kayma modülünde ve S dalga hızında azalma olacağı için hakim periyot değeri dereceli olarak düşer ve çok kuvvetli deprem halinde doğrusal olmayan davranıştan dolayı hakim periyot kalmaz. Çok tabakalı zeminlerde küçük genlikli titreşimler için hakim titreşim periyodu olmasına karşın bu periyodu bulmaya yarayan tek bir formül vermek mümkün değildir. Tabakaların özellikleri birbirine yakın ise, ortalama V_s hızına sahip ve toplam H kalınlığında tek bir tabaka varmış gibi hesap

yapılabilir. Eğer üstteki tabaka alttaki diğer tabakalara nazaran açık bir şekilde yumuşak ve zayıf ise zemin yüzeyindeki hakim periyot altta anakaya üzerindeki tabakanın hakim titreşim periyoduna eşit veya ondan biraz daha büyüktür. Bu nedenle periyot formülü aşağıdaki gibi verilir.

$$T = \sum \frac{4H_i}{V_{S_I}}$$

Fethiye yerleşim alanı ve yakın çevresi için yapılan hesaplamalar sonucu hazırlanan zemin hakim titreşim periyodu haritası Şekil 4.40'ta verilmiştir. Fethiye yerleşim alanı ve yakın çevresinde zemin hakim titreşim periyodu genel olarak 0,4-0,7 sn arasında değişmektedir. Fethiye'nin kuzeyinde ve kıyıya yaklaştıkça hakim titreşim periyodu artmaktadır. Olası bir depremde yapıların hasar görmemesi için bu bölgelere yapılacak mühendislik yapılarının öz periyotları ile rezonansa geçerek yapıyı yıkan zemin hakim periyodundan farklı tasarlanmalıdır.

4.6.2.4. Zemin Deprem Büyütmesi (A)

Yumuşak ve sert zeminler arasındaki etkileşimden ortaya çıkan ve zemin yüzeyindeki depremin yıkıcı (hasar verici) etkisinin ana kayadaki değerine oranla artması, zemin büyütmesi olarak bilinir. Büyütme, yüzeye ulaşan deprem dalgalarının, yeraltı litolojik yapılarının farklılığından dolayı yansıma ve kırılmaları sonucu üst üste yığılması ve ilerleyen deprem dalgalarının genliklerinin yüzeye doğru artması ile oluşur.

Jeoteknik risklere karşı sismik bölgelendirme çalışmaları yapan bir grup bilim adamı (The Technical Committee for Earthquake Geotechnical Eng., TC4, 1993), bir zemin tabakasının yüzey kesimlerinde elde edilen kayma dalgası hızının, söz konusu zeminin büyütme seviyelerinin belirlenmesi açısından oldukça önemli bir zemin özelliği olduğunu belirtilmiştir.

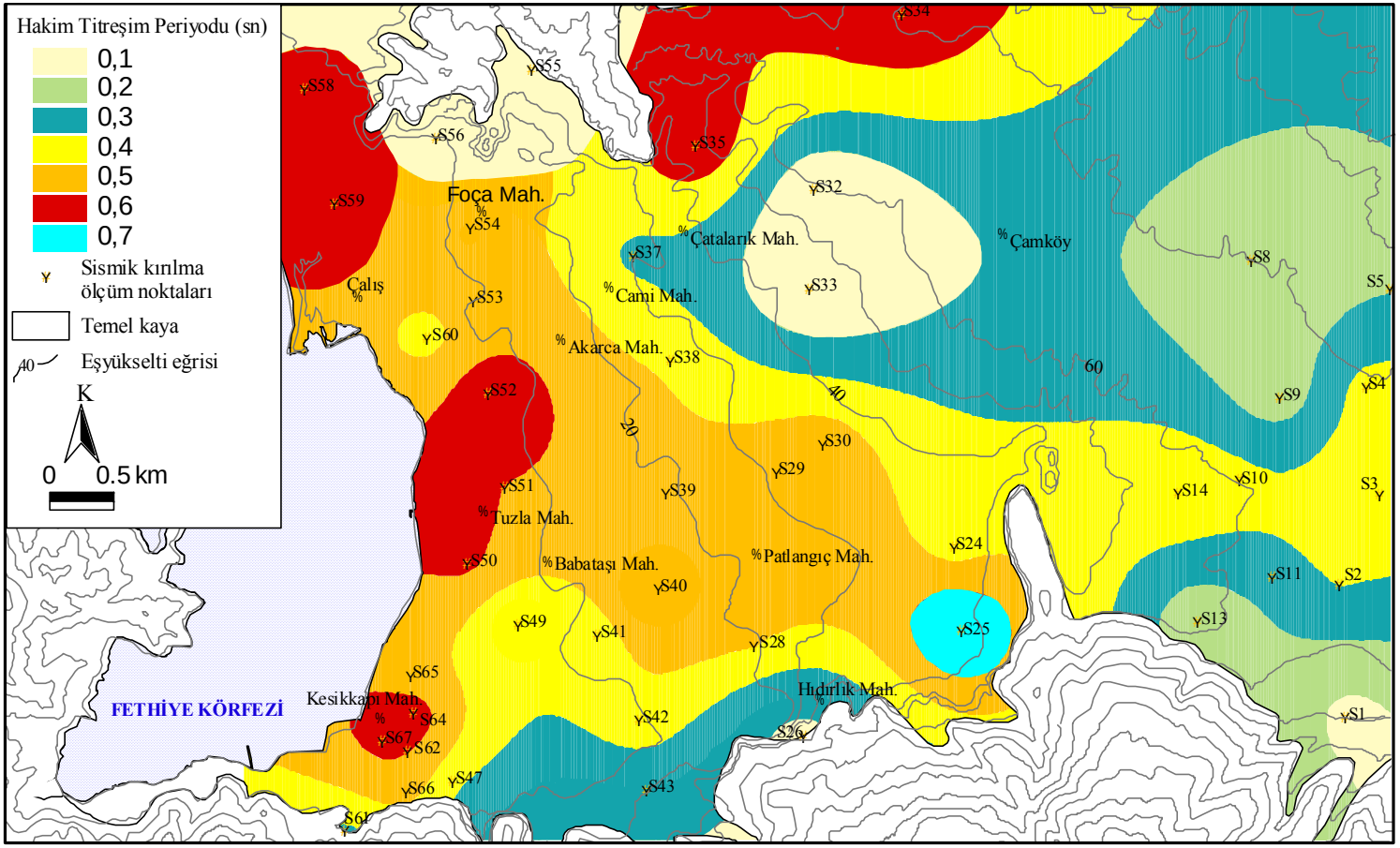
Shima (1978), yüzeyde ölçülen kayma dalgası hızı ile ana kayada ölçülen kayma dalgası hızı oranına bağlı olarak büyütme faktörünün analitik olarak hesaplanabileceğini göstermiştir. Buna göre ana kayadaki kayma dalgası hız değerinin sabit olduğu bölge üzerinde büyütmeye neden olan etkinin yüzeydeki kayma dalgası hızından kaynaklandığını belirtmiştir.

Çalışma alanının zemin deprem büyütmesi, Medvedev (1962) bağıntısı kullanılarak hesaplanmıştır.

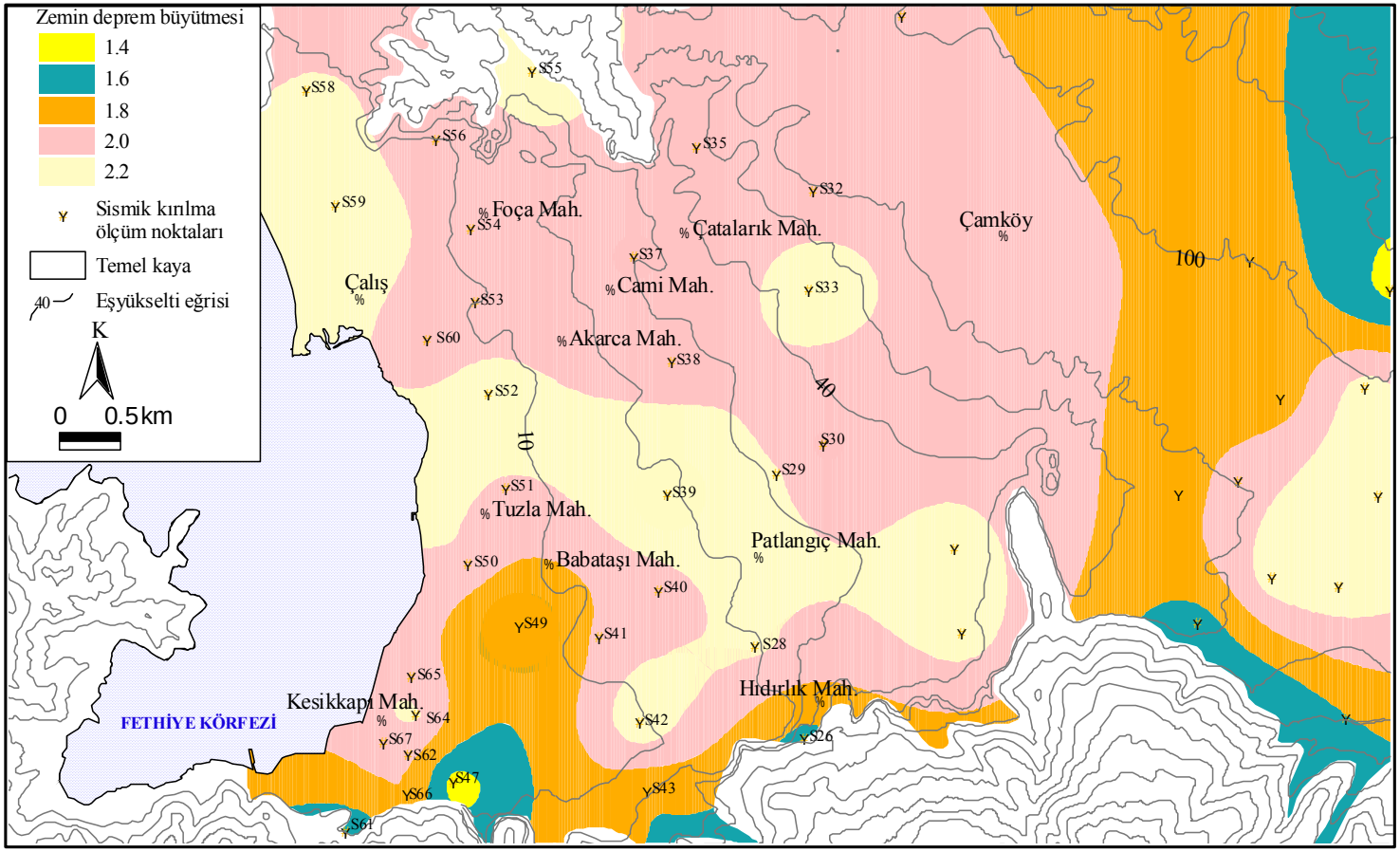
$$n = \chi_n \log\left(\frac{V_0\rho_0}{V_n\rho_n}\right)$$

n: Zemin büyütmesi
V_0: Temel kayanın sismik dalga hızı (m/sn)
V_n: Araştırılan zeminin sismik dalga hızı (m/sn)
ρ_0: Temel kayanın yoğunluğu
ρ_n: Araştırılan zeminin yoğunluğu
χ_n: Gözlemlerden hesaplanan zemin katsayısı (Medvedev, 1962)

Çalışma alanında zemin deprem büyütmesi haritasını hazırlamak için *sismik kırılma* ölçümlerinden yararlanılmıştır. Her ölçüm noktası için V_0, V_n, ρ_0, ρ_n ve χ_n değerleri; sismik ölçümler, laboratuar deneyleri ve literatürden alınarak zemin deprem büyütmesi hesaplanmıştır. Bu değerler, Surfer 8.0 yazılımı ile değerlendirilerek Fethiye ve çevresi için zemin deprem büyütmesi haritası hazırlanmıştır (Şekil 4.41). Hazırlanan zemin büyütmesi haritası incelendiğinde, temel kaya üzerindeki alüvyon örtünün daha kalın olduğu kıyı kesimlerde zemin deprem büyütmesi 2.3 değerlerine ulaşırken, alüvyon kalınlığının giderek azaldığı doğu ve güney kesimlere doğru zemin büyütmesinde bir düşüş belirlenmiştir. Zemin büyütmesinin 2.0'ın üzerinde olduğu Çalış mevkii ve Tuzla Mahallesinde büyütmeye litolojinin ve yeraltısuyu etkisinin olabileceği de düşünülebilir.



mpty Picture>


Zemin deprem büyütmesi
1.4
1.6
1.8
2.0
2.2
Sismik kırılma ölçüm noktaları
Temel kaya
Eşyükselti eğrisi
40
K
0 0.5km
Foça Mah.
Çatalarık Mah.
Çamköy
Çalış
Cami Mah.
Akarca Mah.
Tuzla Mah.
Babataşı Mah.
Patlangıç Mah.
Hıdırlık Mah.
Kesikkapı Mah.
FETHİYE KÖRFEZİ
100
40
10
S58
S55
S56
S35
S32
S59
S54
S37
S53
S33
S60
S38
S52
S30
S29
S51
S39
S50
S40
S49
S41
S28
S65
S64
S67
S62
S66
S47
S61
S42
S26
S43

4.6.2.5. Poisson Oranı (υ)

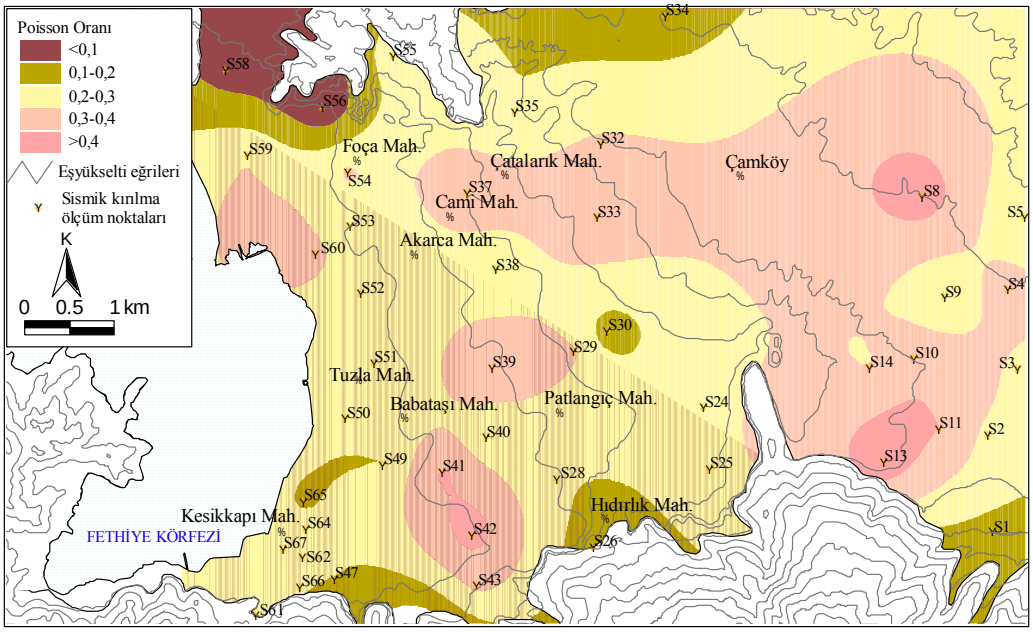
Fethiye yerleşim alanında uygulanan sismik kırılma ölçümlerinden elde edilen V_P ve V_S hızlarından yararlanarak zeminlerin elastik parametrelerinden biri olan Poisson Oranı (υ) belirlenmiştir. Kayacın gözenekliliğini, çimentolaşma derecesini ve gözeneklerin dolu olup olmadığını yansıtan elastik bir parametredir (Bowles, 1979). Poisson oranı, 0 ile 0,5 arasında değişir. Değer 0,5'e yaklaştıkça, suya doygunluk artar.

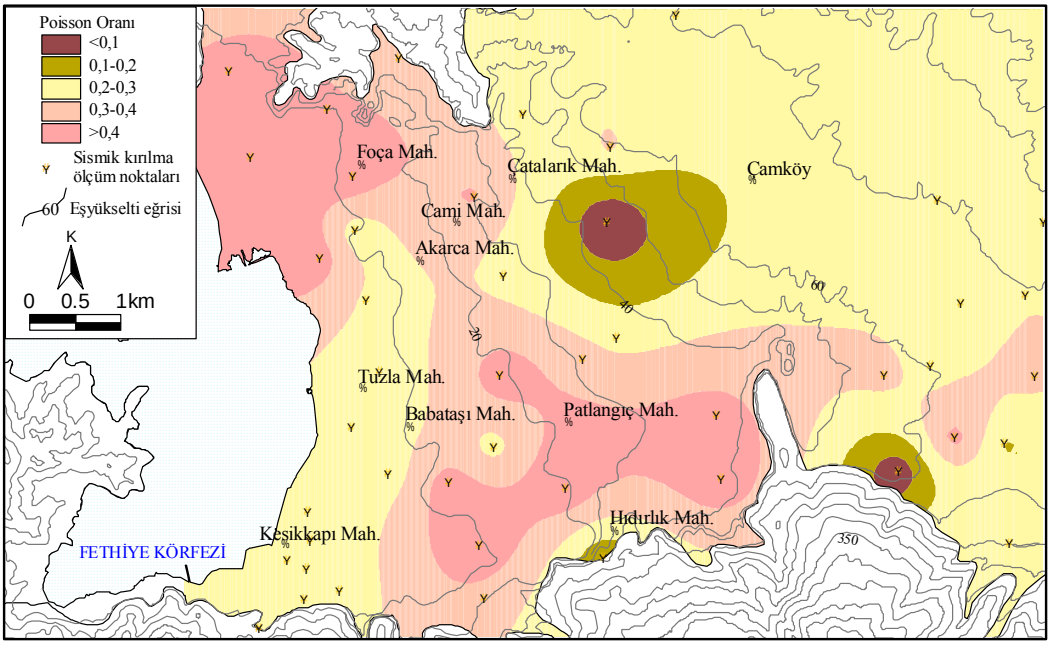
Çalışma kapsamında Bowles (1979) tarafından önerilen aşağıdaki formül kullanılarak hesaplamalar yapılmıştır.

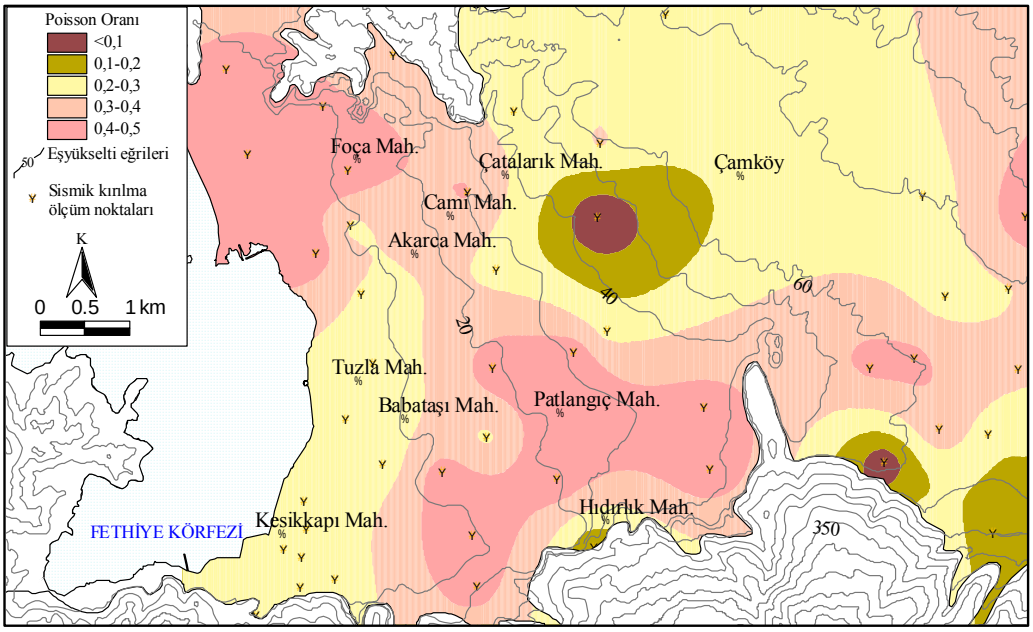
$\upsilon=Vp^2-2Vs^2/2(Vp^2-Vs^2)$

V_P: Boyuna dalga hızı

V_S: Enine dalga hızı







Şekil 4.44. 9 ili depremik için Poisson Oranı

Fethiye yerleşim alanında özellikle Babataşı ve Akarca Mahallelerinin bulunduğu ve açık pembe renkli gösterilen alanlar, Poisson oranının 0,3-0,4 arasında olduğu alanları göstermektedir. Buralar, gevşek-yumuşak zemin tabakalarının bulunduğu alanları göstermektedir. Patlangıç Mah. ve yerleşim alanının kuzey kesimlerinde (Çalış mevkii) Poisson oranı 0,4-0,5 arasındadır. Buralarda gözenekli, suya doygun zeminler hakimdir.

4.6.3. Laboratuar Deneyleri

Fethiye yerleşim alanındaki zeminlerin fiziko-mekanik özelliklerini belirlemek amacıyla sondajlardan ve araştırma çukurlarından alınan örselenmiş ve örselenmemiş örnekler üzerinde çeşitli laboratuar deneyleri yapılmıştır. Bunlar, zeminin fiziksel özelliklerini belirlemek amacıyla yapılan su muhtevası, tane birim hacim ağırlık, elek analizi ve kıvam limitleri deneyleri ile zeminin mekanik özelliklerini belirlemek amacıyla yapılan konsolidasyon ve kesme kutusu deneyleridir.

Zeminlerin fiziksel özellikleri

Zeminlerin fiziksel özelliklerini belirlemek amacıyla öncelikle, elek analizleri ve kıvam limiti deneyleri yapılarak Birleştirilmiş Zemin Sınıflandırma Sistemine (USCS) göre zemin sınıfları belirlenmiştir. Ayrıca zeminlerin doğal su muhtevaları (W_n) ve tane birim hacim (γ_s) ağırlıkları bulunmuştur.

Laboratuarda yapılan deneyler sonucunda elde edilen elek analizi sonuçları ve kıvam limitleri değerleri ile zemin sınıfları çizelge 4.8-4.34 arasında verilmiştir. Kıvam limiti deney sonuçları da plastisite kartı üzerinde gösterilmiştir (Şekil 4.45).

Çizelge 4.8. TS1 sondajına ait zemin numunelerinin elek analizi ve kıvam limitleri deneyleri sonuçları

Derinlik	Çakıl %	Kum %	Silt+Kil %	W_L %	W_P %	PI %	Zemin Cinsi
1,5	-	-	-	52	18	34	CH
3	11	28	61	25	21	4	CL-ML
4,5	-	29	71	24	20	4	CL-ML
7,5	-	-	-	60	14	46	CH
9	1	40	59	26	21	5	CL-ML
13,5	3	42	55	24	19	5	CL-ML

Çizelge 4.9. TS2 sondajına ait zemin numunelerinin elek analizi ve kıvam limitleri deneyleri sonuçları

Derinlik	Çakıl %	Kum %	Silt+Kil %	W_L %	W_P %	PI %	Zemin Cinsi
1,5	1	6	93	41	25	16	CL
3	1	2	97	41	24	17	CL
6	-	13	87	44	27	17	ML
9	-	15	85	54	29	25	MH

Çizelge 4.10. TS3 sondajına ait zemin numunelerinin elek analizi ve kıvam limitleri deneyleri sonuçları

Derinlik	Çakıl %	Kum %	Silt+Kil %	W_L %	W_P %	PI %	Zemin Cinsi
1,5	43	22	35	-	-	-	GM
3	8	23	69	37	27	10	ML
4,5	25	17	58	-	-	-	ML
6	7	36	57	51	43	6	ML
7,5	12	39	49	-	-	-	SM
9	10	21	69	42	38	4	ML
10,5	1	14	85	45	40	5	ML
12	10	32	58	-	-	-	ML

Çizelge 4.11. TS4 sondajına ait zemin numunelerinin elek analizi ve kıvam limitleri deneyleri sonuçları

Derinlik	Çakıl %	Kum %	Silt+Kil %	W_L %	W_P %	PI %	Zemin Cinsi
3	-	-	-	47	25	22	CL
4,5	33	58	9	-	-	-	SW-SM
6	5	68	27	-	-	-	SM
10,5	-	25	75	37	19	17	CL
15	26	43	31	-	-	-	SM
18	21	43	36	-	-	-	SM
21	-	80	20	-	-	-	SM
25	16	80	4	-	-	-	SW

Çizelge 4.12. TS5 sondajına ait zemin numunelerinin elek analizi ve kıvam limitleri deneyleri sonuçları

Derinlik	Çakıl %	Kum %	Silt+Kil %	W_L %	W_P %	PI %	Zemin Cinsi
3	4	11	85	87	56	30	MH
6	15	19	66	65	39	26	MH
10,5	5	11	84	85	54	31	MH
12	-	8	92	69	38	31	MH
15	1	11	88	24	20	4	CL-ML
18	0	9	91	31	24	7	CL-ML

Çizelge 4.13. TS6 sondajına ait zemin numunelerinin elek analizi ve kıvam limitleri deneyleri sonuçları

Derinlik	Çakıl %	Kum %	Silt+Kil %	W_L %	W_P %	PI %	Zemin Cinsi
1,5	1	78	21	28	18	10	SC
3	2	64	34	28	16	12	SC
4,5	15	78	7	25	14	11	SC

Çizelge 4.14. TS7 sondajına ait zemin numunelerinin elek analizi ve kıvam limitleri deneyleri sonuçları

Derinlik	Çakıl %	Kum %	Silt+Kil %	W_L %	W_P %	PI %	Zemin Cinsi
1,5	14	34	52	27	22	5	CL-ML
3	8	54	38	-	-	-	SM
4,5	13	38	49	-	-	-	SM
6	-	-	-	28	23	5	CL-ML
7,5	5	25	70	28	23	5	CL-ML
9	-	-	-	53	17	36	CH
10,5	25	38	37	-	-	-	SM

Çizelge 4.15. TS8 sondajına ait zemin numunelerinin elek analizi ve kıvam limitleri deneyleri sonuçları

Derinlik	Çakıl %	Kum %	Silt+Kil %	W_L %	W_P %	PI %	Zemin Cinsi
1,5	13	36	51	27	22	5	CL-ML
3	-	-	-	57	19	38	CH
4,5	19	41	40	32	17	15	SC
6	-	-	-	84	35	49	CH

Çizelge 4.16. TS9 sondajına ait zemin numunelerinin elek analizi ve kıvam limitleri deneyleri sonuçları

Derinlik	Çakıl %	Kum %	Silt+Kil %	W_L %	W_P %	PI %	Zemin Cinsi
1,5	-	-	-	55	28	27	CL
3	-	67	33	51	25	26	SC
4,5	5	59	36	52	26	26	SC
15	5	35	60	-	-	-	ML

Çizelge 4.17. TS10 sondajına ait zemin numunelerinin elek analizi ve kıvam limitleri deneyleri sonuçları

Derinlik	Çakıl %	Kum %	Silt+Kil %	W_L %	W_P %	PI %	Zemin Cinsi
1,5	15	43	42	-	-	-	SM
3	22	24	54	-	-	-	ML
4,5	11	57	32	-	-	-	SM
6	20	53	27	-	-	-	SM
7,5	26	53	21	-	-	-	SM
9	29	49	22	-	-	-	SM
10,5	22	54	24	-	-	-	SM
12	25	51	24	-	-	-	SM
13,5	11	61	28	-	-	-	SM
15	16	57	27	-	-	-	SM

Çizelge 4.18. TS12 sondajına ait zemin numunelerinin elek analizi ve kıvam limitleri deneyleri sonuçları

Derinlik	Çakıl %	Kum %	Silt+Kil %	W_L %	W_P %	PI %	Zemin Cinsi
1,5	14	59	27	-	-	-	SM
3	5	24	71	37	27	10	ML
4,5	-	8	92	-	-	-	ML
6	12	37	51	30	17	13	CL
7,5	23	54	23	28	19	9	SC
9	15	68	17	-	-	-	SM
10,5	18	40	42	30	16	14	SC
12	45	25	30	-	-	-	GM
13,5	-	12	88	43	26	17	ML
15	33	20	47	25	21	4	GM
16,5	11	40	49	25	22	3	SM
18	20	35	45	26	20	6	SM
19,5	52	27	21	-	-	-	GM
21	23	32	45	25	19	6	SM
22,5	14	57	29	-	-	-	SM
24	20	46	34	-	-	-	SM

Çizelge 4.19. TS13 sondajına ait zemin numunelerinin elek analizi ve kıvam limitleri deneyleri sonuçları

Derinlik	Çakıl %	Kum %	Silt+Kil %	W_L %	W_P %	PI %	Zemin Cinsi
1,5	14	33	53	44	21	23	CL
3	3	38	59	40	20	20	CL
4,5	3	48	49	29	23	6	SC-SM
6	-	11	89	-	-	-	ML

Çizelge 4.20. TS14 sondajına ait zemin numunelerinin elek analizi ve kıvam limitleri deneyleri sonuçları

Derinlik	Çakıl %	Kum %	Silt+Kil %	W_L %	W_P %	PI %	Zemin Cinsi
6	27	52	21	31	19	12	SC
7,5	39	44	17	30	21	9	SC
9	22	66	12	-	-	-	SM
10,5	21	37	42	-	-	-	SM

Çizelge 4.21. TS15 sondajına ait zemin numunelerinin elek analizi ve kıvam limitleri deneyleri sonuçları

Derinlik	Çakıl %	Kum %	Silt+Kil %	W_L %	W_P %	PI %	Zemin Cinsi
1,5	3	40	57	30	18	12	CL
3				NP	NP	NP	ML
4,5	-	-	-	88	40	48	MH
6				76	38	38	MH
7,5	-	-	-	87	34	53	CH
9	14	24	62	62	40	22	MH
10,5	13	34	53	50	30	20	ML
13,5	3	28	69	96	36	60	CH
15	1	29	70	24	21	3	ML
16,5	1	29	70	82	32	50	CH
18	9	30	61	91	36	55	CH
19,5	19	33	47	89	33	56	SC
21	24	38	38	67	32	35	SC-SM
22,5	27	54	18	-	-	-	SM

Çizelge 4.22. TS16 sondajına ait zemin numunelerinin elek analizi ve kıvam limitleri deneyleri sonuçları

Derinlik	Çakıl %	Kum %	Silt+Kil %	W_L %	W_P %	PI %	Zemin Cinsi
1,5	26	37	37	-	-	-	SM
3	9	63	28	-	-	-	SM
6	-	4	96	42	26	16	ML
9	11	60	29	-	-	-	SM
12	-	-	-	78	30	48	CH

Çizelge 4.23. TS17 sondajına ait zemin numunelerinin elek analizi ve kıvam limitleri deneyleri sonuçları

Derinlik	Çakıl %	Kum %	Silt+Kil %	W_L %	W_P %	PI %	Zemin Cinsi
1,5	-	-	-	52	37	15	MH
3	0	69	31	-	-	-	SM
6	2	84	14	-	-	-	SM
9	1	87	12	-	-	-	SM

Çizelge 4.24. TS18 sondajına ait zemin numunelerinin elek analizi ve kıvam limitleri deneyleri sonuçları

Derinlik	Çakıl %	Kum %	Silt+Kil %	W_L %	W_P %	PI %	Zemin Cinsi
1,5	7	52	41	-	-	-	SM
3	0	28	72	50	30	20	ML

Çizelge 4.25. TS19 sondajına ait zemin numunelerinin elek analizi ve kıvam limitleri deneyleri sonuçları

Derinlik	Çakıl %	Kum %	Silt+Kil %	W_L %	W_P %	PI %	Zemin Cinsi
1,5	14	31	55	43	22	21	CL
3	1	18	81	63	28	35	CH
4,5	12	39	49	63	26	37	SC

Çizelge 4.26. TS20 sondajına ait zemin numunelerinin elek analizi ve kıvam limitleri deneyleri sonuçları

Derinlik	Çakıl %	Kum %	Silt+Kil %	W_L %	W_P %	PI %	Zemin Cinsi
1,5	9	19	72	90	46	44	MH
2,5	0	10	90	68	34	34	MH
3	0	5	95	85	45	40	MH
6,0	0	9	91	74	32	42	CH
7,5	3	58	38	-	-	-	SM

Çizelge 4.27. TS21 sondajına ait zemin numunelerinin elek analizi ve kıvam limitleri deneyleri sonuçları

Derinlik	Çakıl %	Kum %	Silt+Kil %	W_L %	W_P %	PI %	Zemin Cinsi
1,5	15	35	50	57	32	25	MH
4,15	19	56	25	-	-	-	SM
8,10	14	33	53	45	27	18	ML

Çizelge 4.28. TS22 sondajına ait zemin numunelerinin elek analizi ve kıvam limitleri deneyleri sonuçları

Derinlik	Çakıl %	Kum %	Silt+Kil %	W_L %	W_P %	PI %	Zemin Cinsi
2,10	21	72	8	-	-	-	SW-SC
2,25	1	31	68	-	-	-	ML
4,20	20	41	38	-	-	-	SM
6,0	0	21	79	71	35	36	MH

Çizelge 4.29. TS23 sondajına ait zemin numunelerinin elek analizi ve kıvam limitleri deneyleri sonuçları

Derinlik	Çakıl %	Kum %	Silt+Kil %	W_L %	W_P %	PI %	Zemin Cinsi
3,0	16	21	63	41	30	11	ML
4,5	0	5	95	60	34	26	CH
5,10	32	51	18	-	-	-	SM
7,05	1	17	83	50	28	22	CH
8,10	1	20	78	48	33	15	ML

Çizelge 4.30. AÇ1 araştırma çukuruna ait zemin numunelerinin elek analizi ve kıvam limitleri deneyleri sonuçları

Derinlik	Çakıl %	Kum %	Silt+Kil %	W_L %	W_P %	PI %	Zemin Cinsi
1,5	-	14	85	41	25	16	CL-ML

Çizelge 4.31. AÇ2 araştırma çukuruna ait zemin numunelerinin elek analizi ve kıvam limitleri deneyleri sonuçları

Derinlik	Çakıl %	Kum %	Silt+Kil %	W_L %	W_P %	PI %	Zemin Cinsi
4	13	49	38	41	17	24	SC

Çizelge 4.32. AÇ3 araştırma çukuruna ait zemin numunelerinin elek analizi ve kıvam limitleri deneyleri sonuçları

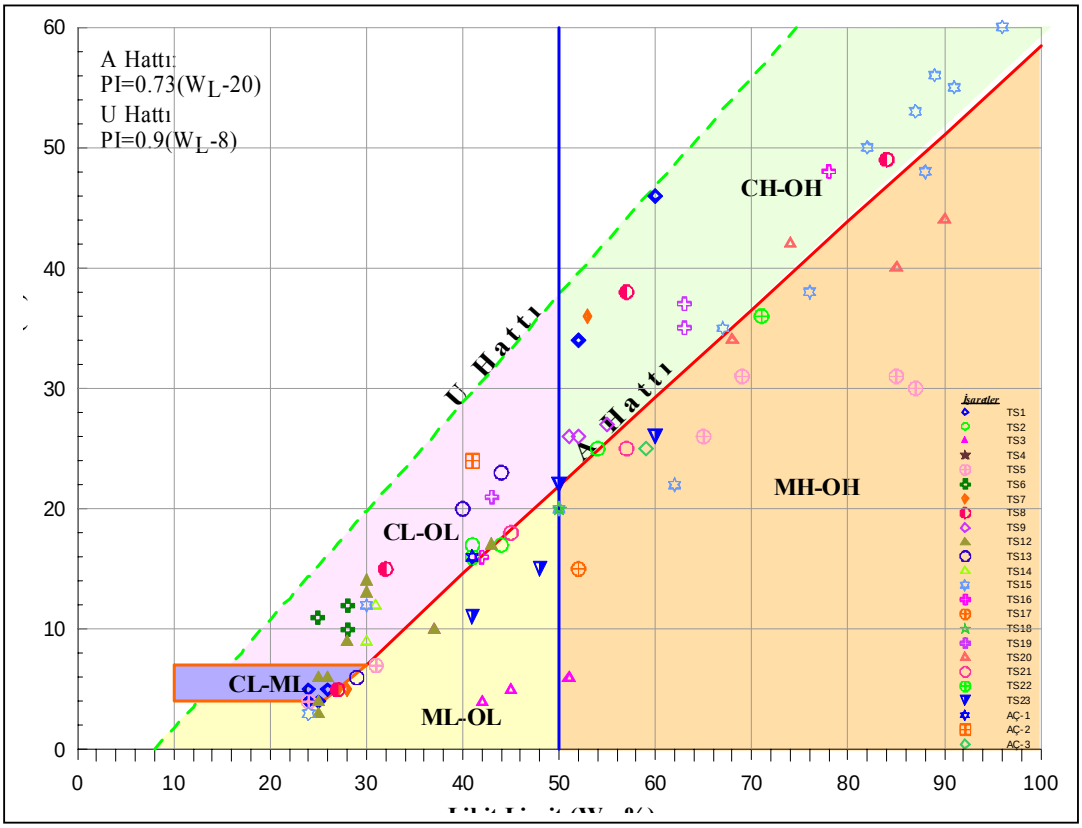
Derinlik	Çakıl %	Kum %	Silt+Kil %	W_L %	W_P %	PI %	Zemin Cinsi
3,5	1	24	75	-	-	-	ML

Çizelge 4.33. AÇ4 araştırma çukuruna ait zemin numunelerinin elek analizi ve kıvam limitleri deneyleri sonuçları

Derinlik	Çakıl %	Kum %	Silt+Kil %	W_L %	W_P %	PI %	Zemin Cinsi
4	-	20	80	-	-	-	ML

Çizelge 4.34. AÇ5 araştırma çukuruna ait zemin numunelerinin elek analizi ve kıvam limitleri deneyleri sonuçları

Derinlik	Çakıl %	Kum %	Silt+Kil %	W_L %	W_P %	PI %	Zemin Cinsi
2,5	2	20	78	59	34	25	MH



Şekil 4.45. Kıvam limitleri değerlerinin plastisite kartında gösterimi

İnce taneli zeminlerin mühendislik davranışı, çoğunlukla içerdikleri su muhtevasına bağlı olarak değişmektedir. Killi bir zeminin kıvamı, yalnızca içindeki su miktarı değiştirilerek, çok katı bir kıvamdan viskoz bir sıvı kıvamına kadar değiştirilebilmektedir. Buna bağlı olarak da mühendislik özelliklerinde büyük farklılıklar meydana gelebilmektedir. Çizelge 4.35'te plastisite indisine göre plastisite dereceleri verilmiştir. Buna göre Fethiye'deki ince taneli zeminlerin plastisite dereceleri; plastik değilden çok plastiğe kadar değişiklik göstermektedir.

Çizelge 4.35. Plastisite indisine göre plastisite derecesi ve kuru dayanım (Leonards, 1962; Şekercioğlu, 2002'den)

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

Kıvam (Atterberg) limitleri, ince taneli zeminlerin değişik su muhtevalarındaki mukavemetlerinin bir göstergesi olmaktadır. Zeminin doğal su muhtevasının kıvam limitleri ile karşılaştırılması bize o zeminin mukavemeti hakkında bir fikir vermektedir. Bu karşılaştırmaları yapmak için bazı boyutsuz katsayılar kullanılmaktadır. Bunlar, zeminlerin *Likidite İndisi* (I_L), *Relatif Konsistans* (I_C) ve killerin *Aktivite*si (A)'dir. I_L ve I_C değerleri ile zeminin kıvamı arasında bir ilişki vardır (Çizelge 4.36). Aktivite katsayısı 0,75'ten küçük olan killer *aktif olmayan killer*, 0,75-1,25 arasında olanlar *normal killer* ve 1,25'ten büyük olanlar ise *aktif killer* olarak tanımlanmaktadır (Özaydın, 1989). Ayrıca Skempton (1953), farklı kil mineralleri ile bunların aktivite katsayılarını çizelge 4.37'deki gibi tanımlamıştır.

Çizelge 4.36. İnce daneli zeminlerin kıvamları (Özaydın, 1989)

Zeminin Kıvamı	Likidite İndisi (I_L)	Relatif Konsistans (I_C)
Viskoz sıvı	$I_L>1$	$I_C<0$
Plastik	$0<I_L<1$	$0<I_C<1$
Katı	$I_L<0$	$I_C>1$

Fethiye yerleşim alanındaki zeminlerin kıvam limitlerine bağlı olarak mukavemetlerine bir yaklaşım sağlayabilmek amacıyla aşağıdaki formüller kullanılarak I_L, I_C ve A değerleri hesaplanmıştır.

$$I_L = \frac{W - W_P}{W_L - W_P}$$

$$I_C = \frac{W_L - W}{W_L - W_P}$$

$$A = \frac{I_P}{Kilyüzdesi}$$

W= Su Muhtevası

W_L= Likit Limit

W_P= Plastik Limit

I_P=Plastisite İndisi

Çizelge 4.37. Değişik minerallerin aktiviteleri (Skempton, 1953; Mitchell, 1976)

Kil cinsi	**A (Aktivite Katsayısı)**
Na-Montmorillonit	4-7
Ca- Montmorillonit	1,5
İllit	0,5-1,3
Kaolinit	0,3-0,5

Fethiye yerleşim alanındaki ince taneli zeminlerin I_L, I_C ve A değerlerine baktığımızda, I_L değerleri; -1,16 ile 6,75 arasında, I_C değerleri; -5,75 ile 2,50 arasında ve A değerleri de; 0,056 ile 2,17 arasında değişmektedir. Bu durumda I_L ve I_C değerlerine göre bölgedeki ince taneli zeminler, viskoz sıvı ile katı kıvam arasında değişiklik göstermektedir. Genellikle kıyı bölgelerde bulunan ince taneli zeminler, viskoz sıvı ve plastik kıvam özelliği gösterirken, derinlerde ve doğuya gidildikçe katı kıvamda bulunmaktadırlar. Aktivite katsayısına göre bölgedeki zeminler genellikle Kaolinit türü kil içermektedir ve aktif olmayan kil özelliği göstermektedirler.

O'Neill ve Poormooyed (1980), ince taneli zeminlerin şişme potansiyellerini, çizelge 4.38'deki gibi likit limit ve plastisite indislerine dayalı olarak sınıflandırmıştır (Das, 1998).

Çizelge 4.38. İnce taneli zeminlerin likit limit ve plastisite indisine dayalı şişme potansiyeli sınıflaması (O'Neill ve Poormooyed, 1980; Das, 1998'den)

Likit Limit	Plastisite İndisi	Şişme Potansiyeli
<50	<25	Düşük
50-60	25-35	Orta
>60	>35	Yüksek

Yukarıda verilen çizelgeye göre Fethiye yerleşim alanındaki ince taneli zeminler genellikle düşük ve orta şişme potansiyeline sahiptir. Ancak TS8-6 m; TS15-13,5 m ve 16,5 m'den sonra; TS16-12 m; TS19-4,5 m ve TS22-6 m derinliklerdeki zeminler yüksek şişme potansiyellerine sahiptirler.

Zeminlerin mekanik özellikleri

Üzerine yük uygulanan bir malzemenin şekil değiştirdiği bilinmektedir. Uygulanan yükler zemin içinde gerek kayma gerekse düşey ve yatay düzlemlere etkiyen normal gerilmelerde artışlara yol açmaktadır. Ortaya çıkan kayma gerilmelerinin zeminin kayma mukavemetini aşması veya bunların yol açtığı kayma şekil değiştirmelerinin aşırı düzeylere ulaşması durumunda zeminde göçme meydana geldiği kabul edilmektedir. Tasarım aşamasında, zemine uygulanacak yüklerin göçmeye yol açmayacak şekilde seçilmesi gerekmektedir. Uygulanan yüklerin yol açtığı düşey normal gerilme artışları ise zeminin kayma mukavemetini etkilediği gibi aynı zamanda zeminde düşey şekil değişikliklerinin meydana gelmesine yol açmaktadır. Yüklenen alandan etkilenen bölge içinde kalan zemin tabakalarının düşey şekil değiştirmeleri toplamı zemin yüzünde veya temel altında gözlenen oturmaları meydana getirmektedir (Özaydın, 1989).

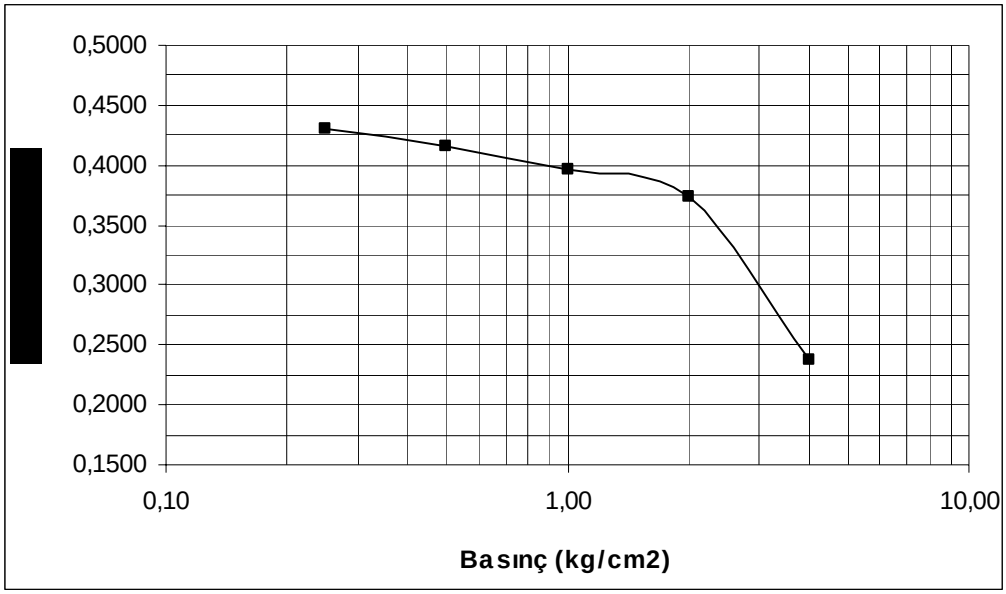
Yapıların temellerindeki oturmaların fazla olması ve özellikle yapının farklı noktalarında birbirinden farklı oturmaların olması, yapıda zararlı etkiler oluşturmaktadır. Fazla miktarda olan toplam ve farklı oturmalardan dolayı yapılarda çatlamalar, sıva

dökülmeleri, binada yan yatmalar meydana gelebilmektedir ve bu durum güvenliği tehlikeye sokabilmektedir.

Yukarıda belirtilen nedenlerden ve Fethiye'de bazı bölgelerde görülen sorunlu yapılardan dolayı oturma hesaplarının yapılması önem kazanmaktadır. Bu amaçla çalışma alanında örselenmemiş olarak alınan ve konsolidasyon deneyinin yapımının mümkün olduğu numuneler üzerinde konsolidasyon deneyleri yapılmıştır. Bölgede zemine gelebilecek maksimum yük düşünülerek, bu deneyin yapımı sırasında numuneler 4 kg/cm^2'lik yük kademesine kadar yüklenmiştir. Konsolidasyon deneyleri sonuçlarından yararlanılarak her yük kademesine karşılık gelen boşluk oranı değişimleri (e), sıkışma katsayısı (a_0) ve hacimsel sıkışma katsayıları (m_v) hesaplanmıştır (Çizelge 4.39-4.45). Deney sonuçlarından alınan veriler yardımıyla e-log P (boşluk oranı–basınç) eğrileri çizilmiştir (Şekil 4.46-4.52).

Çizelge 4.39. TS12 (3,45 m) sondajı için konsolidasyon deney sonuçlarına göre boşluk oranı (e) ve hacimsel sıkışma katsayısı (m_v) değerleri

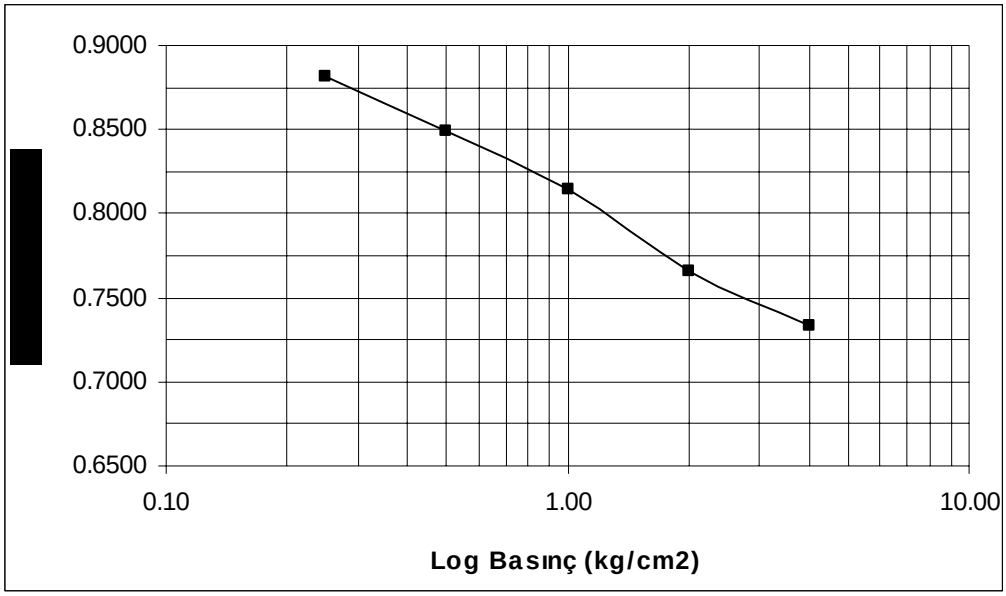
Basınç, P (kg/cm^2)	Boşluk Oranı, e	a_0	m_v (cm^2/kg)
0	0,47	0	0
0,25	0,431	0,065	0,044
0.5	0,415	0,0371	0,025
1	0,396	0,0221	0,015
2	0,374	0,0681	0,046
4	0,238		



Şekil 4.46. TS12-3,45 m derinlik için e-P grafiği

Çizelge 4.40. TS14 (3,0 m) sondajı için konsolidasyon deney sonuçlarına göre boşluk oranı (e) ve hacimsel sıkışma katsayısı (m_v) değerleri

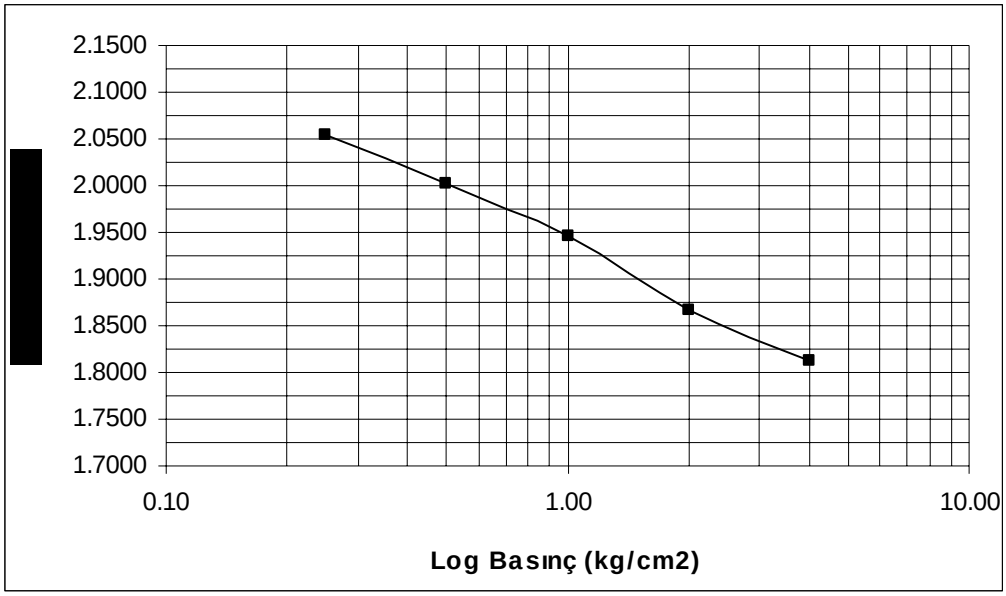
Basınç, P (kg/cm^2)	Boşluk Oranı, e	a_0	m_v (cm^2/kg)
0	0,94	0	0
0,25	0,882	0,1307	0,67
0.5	0,849	0,0694	0,036
1	0,814	0,0482	0,025
2	0,766	0,0166	0,009
4	0,733		



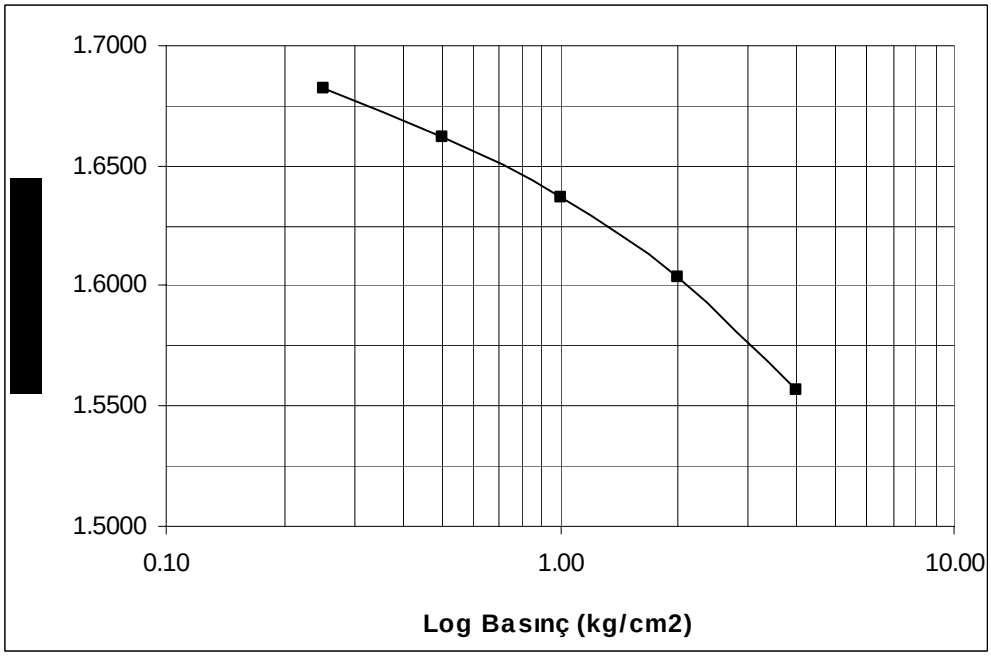
Şekil 4.47. TS14-3 m derinlik için e-P grafiği

Çizelge 4.41. TS15 için konsolidasyon deney sonuçlarına göre boşluk oranı (e) ve hacimsel sıkışma katsayısı (m_v) değerleri

Örnek derinliği		6,0 m			9,0 m.		
Basınç, P (kg/cm^2)	Basınç kade. ΔP, (kg/cm^2)	Boşluk Oranı, e	a_0	m_v (cm^2/kg)	Boşluk oranı, e	a_0	m_v (cm^2/kg)
0		2,15	0	0	1,71	0	0
0,25	0-0,25	2,055	0,2122	0,067	1,682	0,081	0,03
0.5	0,25-0.5	2,002	0,1127	0,036	1,662	0,0496	0,02
1	0.5-1.0	1,946	0,0783	0,025	1,637	0,0331	0,01
2	1.0-2.0	1,867	0,027	0,009	1,604	0,0232	0,09
4	2.0-4.0	1,813			1,557		



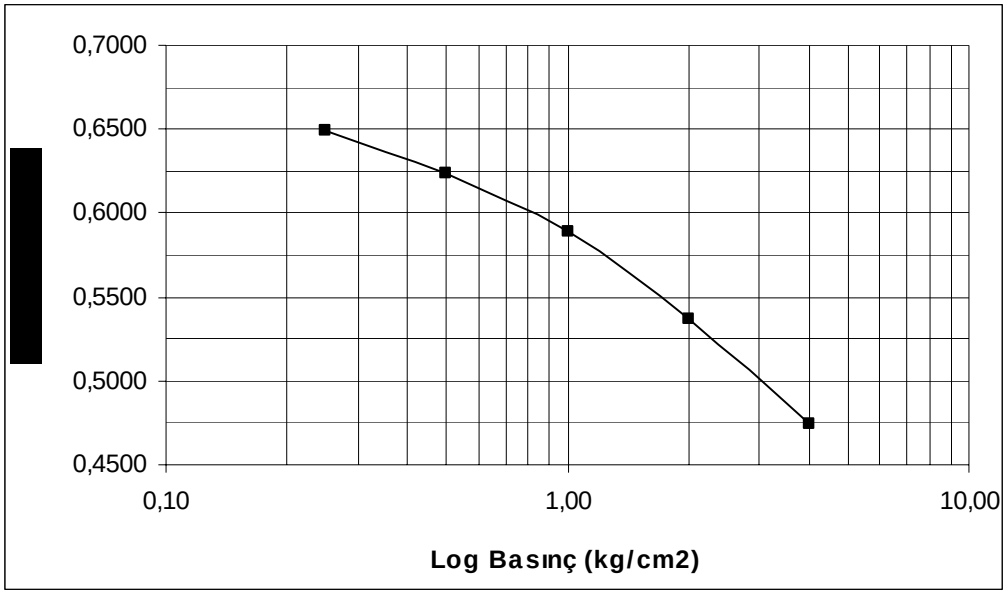
Şekil 4.48.a. TS15-6 m derinlik için e-P grafiği



Şekil 4.48.b. TS16-9 m derinlik için e-P grafiği

Çizelge 4.42. AÇ1 (1,5 m) için konsolidasyon deney sonuçlarına göre boşluk oranı (e) ve hacimsel sıkışma katsayısı (m_v) değerleri

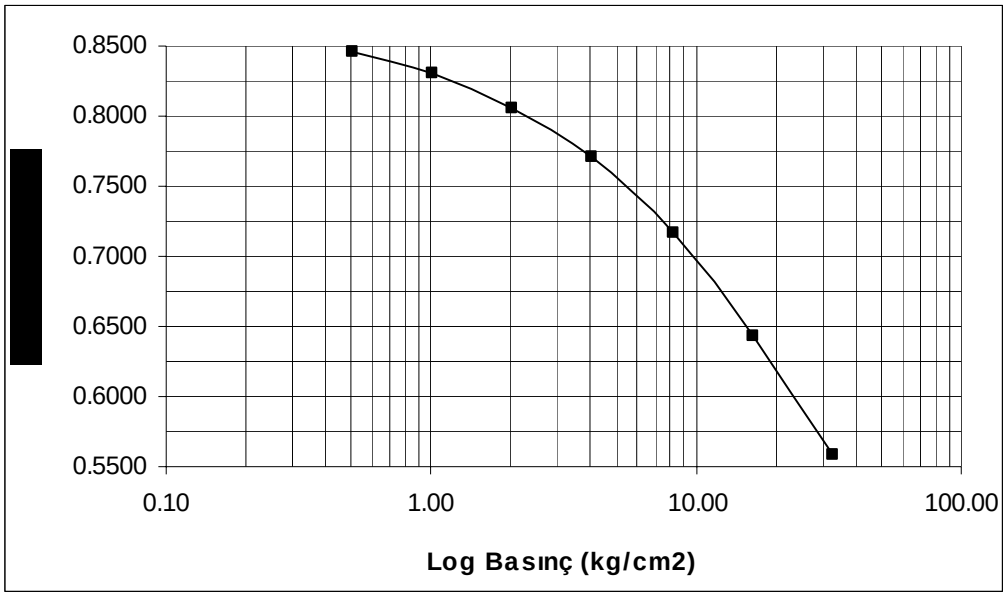
Basınç, P (kg/cm^2)	Boşluk Oranı, e	a_0	m_v (cm^2/kg)
0	0,67	0	0
0,25	0,649	0,0984	0,059
0.5	0,624	0,0696	0,042
1	0,589	0,052	0,031
2	0,537	0,0316	0,019
4	0,474		



Şekil 4.49. AÇ1-1,5 m derinlik için e-P grafiği

Çizelge 4.43. TS19 için konsolidasyon deney sonuçlarına göre boşluk oranı (e) ve hacimsel sıkışma katsayısı (m_v) değerleri

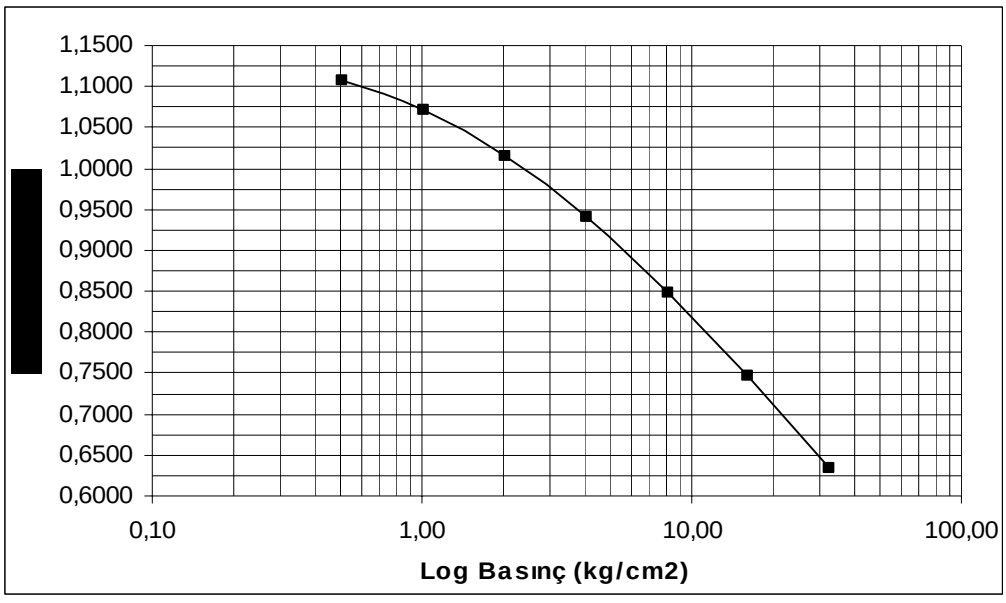
Örnek derinliği	3,0 m			4,5 m		
Basınç, P (kg/cm^2)	Boşluk Oranı, e	a_0	m_v (cm^2/kg)	Boşluk oranı, e	a_0	m_v (cm^2/kg)
0	0,767	0	0	0,862	0	0
0,51	0,762	0,0144	0,005	0,845	0,0504	0,0172
1,02	0,755	0,0231	0,0078	0,830	0,0479	0,0163
2,04	0,735	0,0333	0,011	0,805	0,0381	0,0130
4,07	0,701	0,0278	0,010	0,770	0,0282	0,0096
8,15	0,648	0,0228	0,008	0,717	0,0216	0,0074
16,29	0,513	0,0145	0,005	0,643	0,0156	0,0053
32,58	0,502	0,009	0,003	0,558	0,0093	0,0032



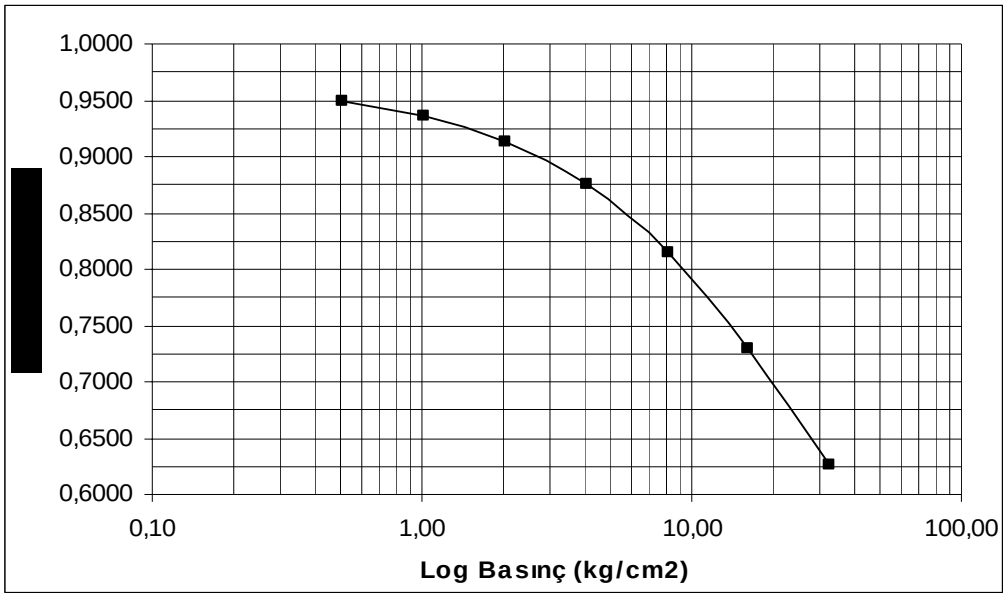
Şekil 4.50. TS19-4,5 m derinlik için e-P grafiği

Çizelge 4.44. TS20 için konsolidasyon deney sonuçlarına göre boşluk oranı (e) ve hacimsel sıkışma katsayısı (m_v) değerleri

Örnek derinliği	2,5 m			6,0 m		
Basınç, P (kg/cm^2)	Boşluk Oranı, e	a_0	m_v (cm^2/kg)	Boşluk oranı, e	a_0	m_v (cm^2/kg)
0	1,147	0	0	0,957	0	0
0,51	1,106	0,1049	0,0373	0,950	0,0207	0,0074
1,02	1,070	0,0942	0,0335	0,936	0,0402	0,0143
2,04	1,015	0,0737	0,0262	0,913	0,0321	0,0114
4,07	0,940	0,0515	0,0183	0,875	0,0275	0,0098
8,15	0,849	0,0325	0,0115	0,814	0,0223	0,0079
16,29	0,747	0,019	0,0068	0,730	0,016	0,0057
32,58	0,635	0,011	0,0039	0,626	0,0103	0,0037



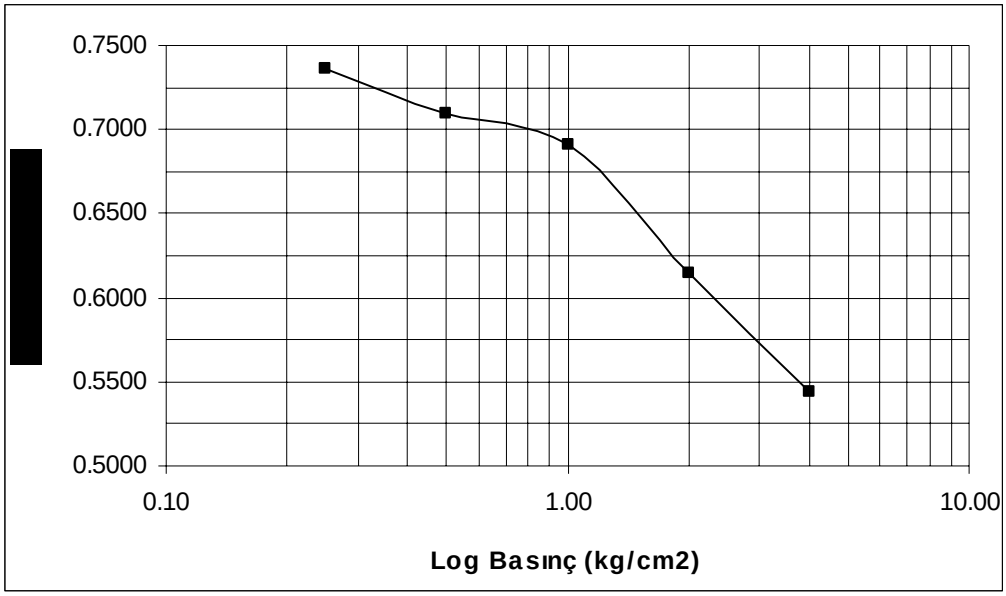
Şekil 4.51.a. TS20-2,5 m derinlik için e-P grafiği



Şekil 4.51.b. TS20-2,5 m derinlik için e-P grafiği

Çizelge 4.45. TS23 (4,5 m) için konsolidasyon deney sonuçlarına göre boşluk oranı (e) ve hacimsel sıkışma katsayısı (m_v) değerleri

Basınç, P (kg/cm^2)	Boşluk Oranı, e	a_0	m_v (cm^2/kg)
0	0,79	0	0
0,25	0,736	0,1032	0,058
0.5	0,71	0,0379	0,021
1	0,691	0,0758	0,042
2	0,615	0,0357	0,020
4	0,544		



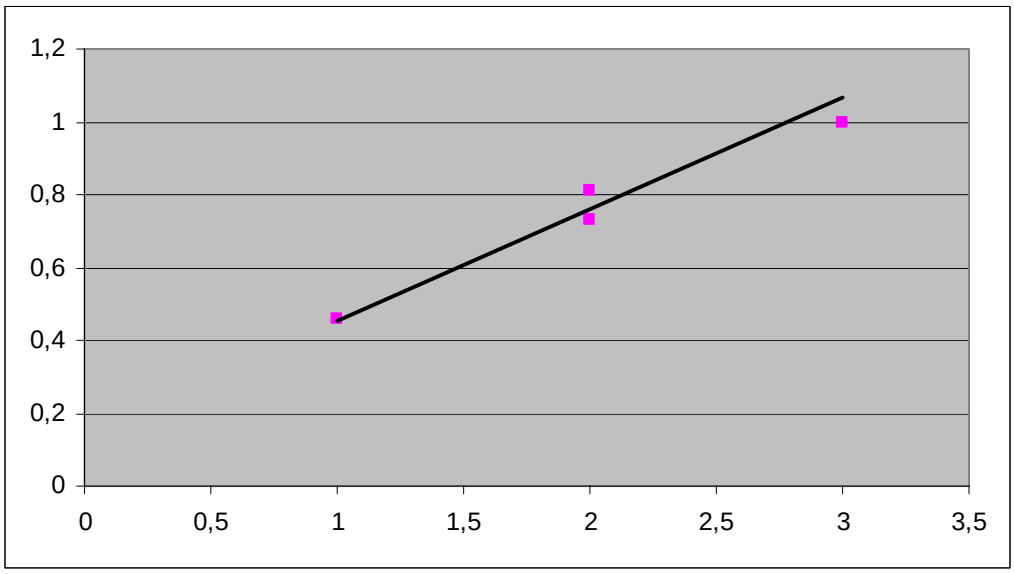
Şekil 4.52. TS23-4,5 m derinlik için e-P grafiği

Maslow (1968), konsolidasyon deneyi sonucu elde edilen sıkışma katsayısına göre bir sınıflandırma önermiştir (Çizelge 4.46).

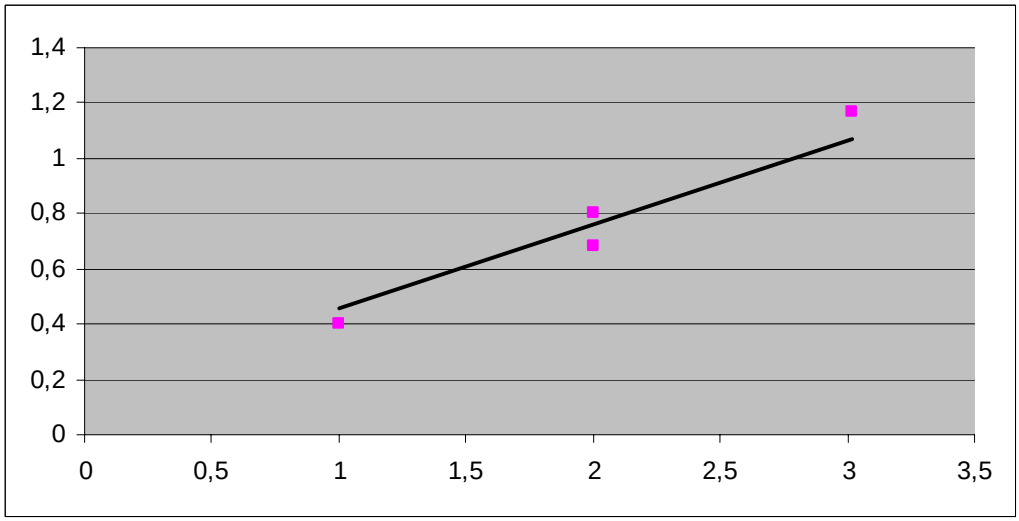
Çizelge 4.46. Sıkışma katsayısı (a_0) değerine göre sınıflandırma (Maslow, 1968)

Sıkışma katsayısı (a_0)	**Sınıflandırma**
<0,001	Pratik sıkışmayan
0,001-0,005	Zayıf sıkışan
0,005-0,001	Orta sıkışan
0,01-0,1	Fazla sıkışan
>0,1	Çok fazla sıkışan

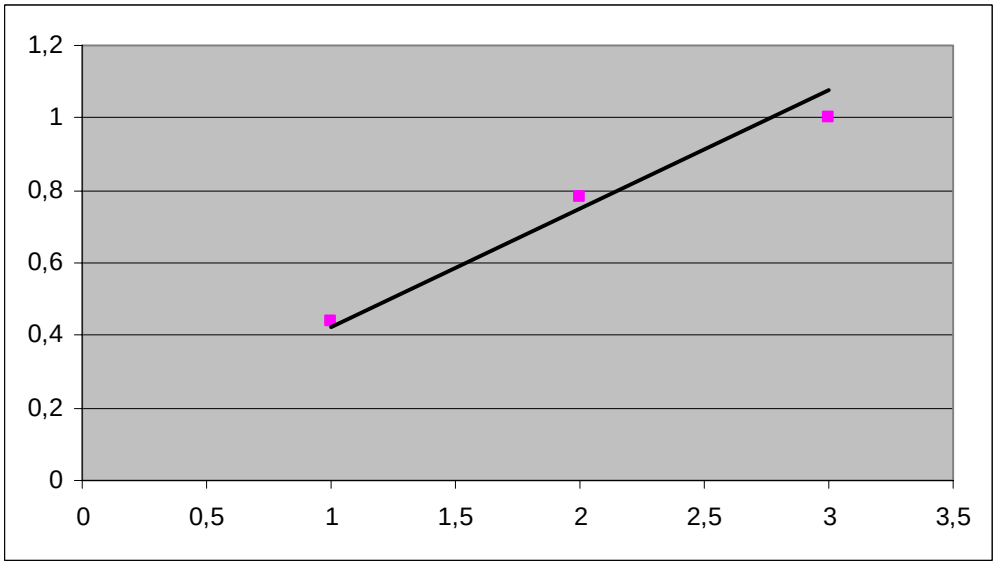
Ayrıca örselenmemiş numuneler üzerinde zeminlerin içsel parametrelerini belirlemek amacıyla kesme kutusu deneyleri yapılmıştır. Bu deneyler sonucunda zemin özelliklerini belirlemede kullanılan kohezyon (c) ve içsel sürtünme açısı (ϕ) bulunmuştur (Şekil 4.53-4.58). Bu veriler, taşıma gücü hesabında kullanılmıştır.



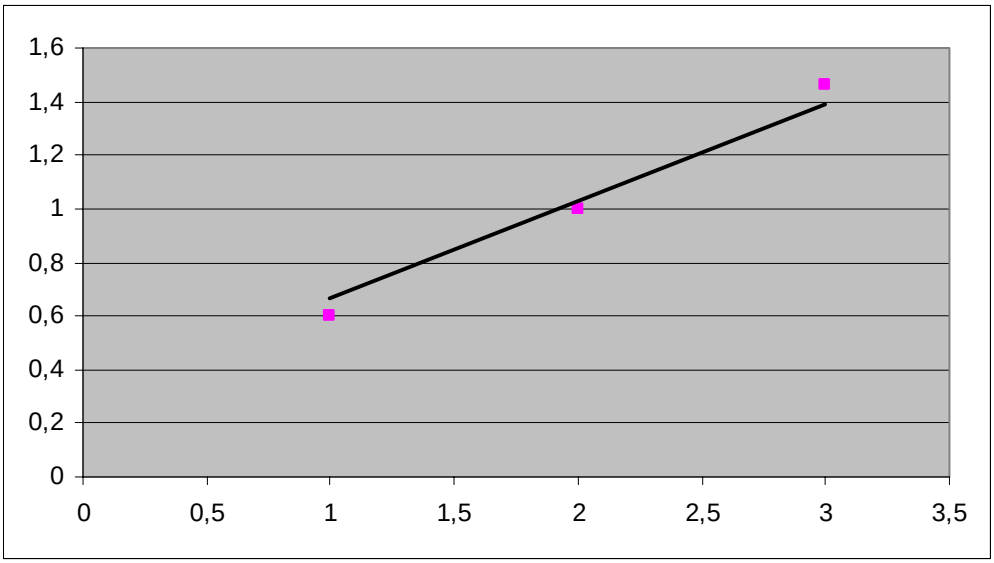
Şekil 4.53. AÇ1 araştırma çukuruna ait σ-τ grafiği



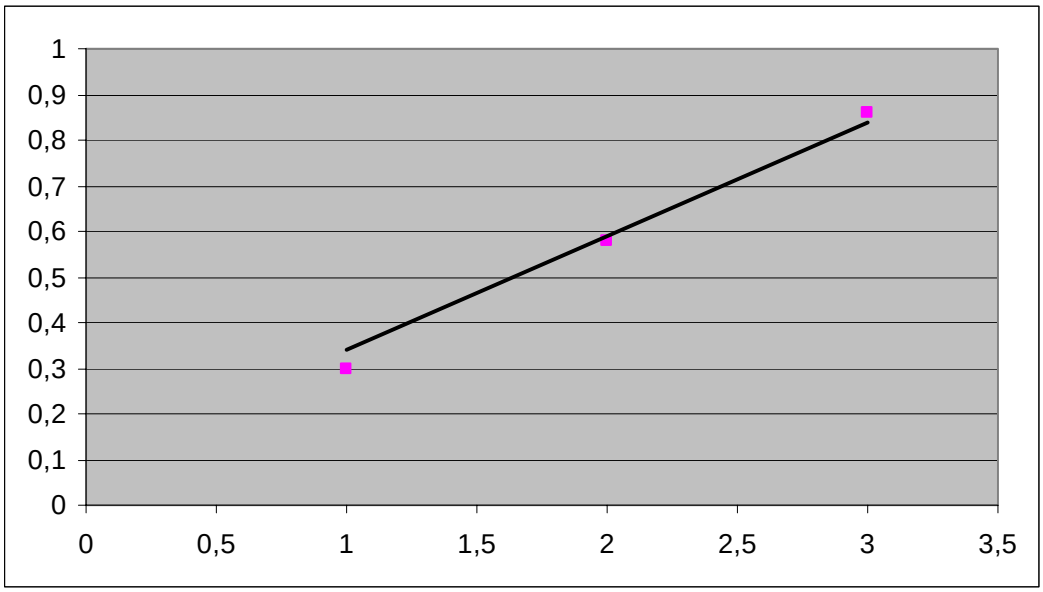
Şekil 4.54. AÇ4 araştırma çukuruna ait σ-τ grafiği



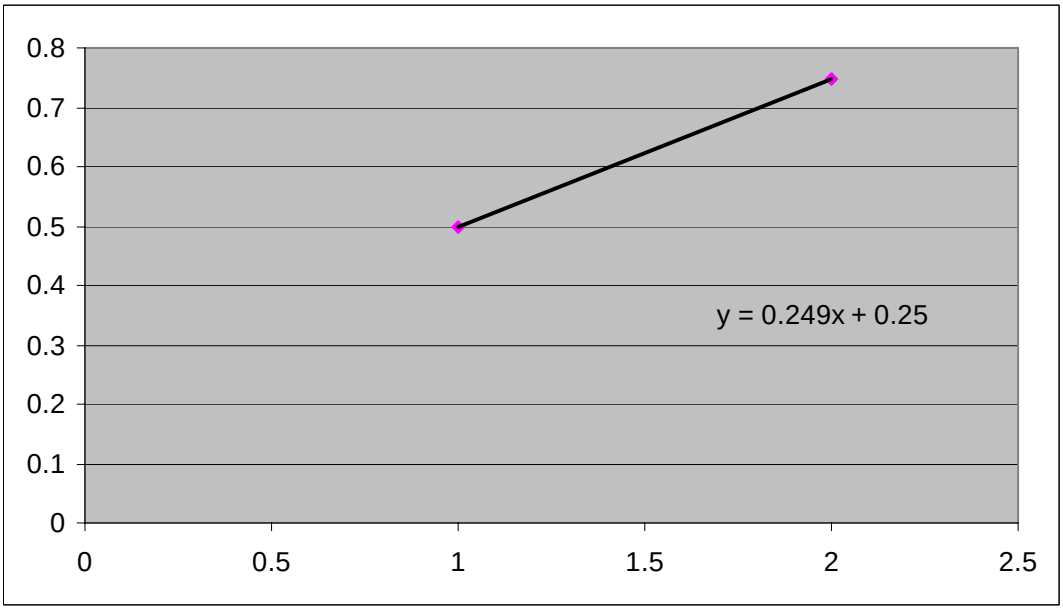
Şekil 4.55. TS11 sondajına ait σ-τ grafiği



Şekil 4.56. TS14 sondajına ait σ-τ grafiği



Şekil 4.57. TS15 sondajına ait σ-τ grafiği



Şekil 4.58. TS23 sondajına ait σ-τ grafiği

4.6.4. Jeolojik Birimlerin Mühendislik Özellikleri

Çalışmanın bu bölümünde Fethiye yerleşim alanı ve çevresinde yüzeyleyen zemin ve kaya birimlerinin mühendislik özellikleri yerleşime uygunluk açısından tartışılmıştır. Çalışma alanındaki birimlerin mühendislik özelliklerini belirlemek, yanal ve düşey yönde değişimlerini görebilmek amacıyla mekanik sondajlar, CPT ve jeofizik çalışmalar yapılmıştır. Önceden yapılmış olan zemin etüd raporları derlenmiş ve bu araştırmada elde edilen tüm verilerle birlikte çalışma alanına ait doğu-batı yönlü, 500 metre aralıklarla 1/5.000 ölçekli sistematik kesitler hazırlanarak bölgenin yeraltı jeolojik yapısı, birimlerin yanal ve düşey yöndeki değişimleri ortaya konmuştur ve bu kesitler EK-8'de 1/10.000 ölçekli olarak verilmiştir. Kesikkapı Mahallesi'nde, Beyaz (2004) tarafından açılan 100 metrelik sondaj logunda ana kayaya ulaşılamamıştır (EK-4). Bu veriye dayanarak Fethiye Ovası'ndaki alüvyonun kalınlığının 100 metreden fazla olduğu söylenebilir. Bu veriler kullanılarak Fethiye yerleşim alanındaki zeminlerin 1,5 ve 4,5 metrelerdeki dağılımlarını gösteren Mühendislik Jeolojisi haritası hazırlanmıştır (EK-9.)

Fethiye yerleşim alanında, tabanda yer alan Kayaköy Dolomitleri üzerine Marmaris Peridotiti tektonik dokanakla gelmiştir. Yerleşim alanında geniş bölgelerde yüzeyleyen yamaç molozu ve birikinti konileri, alüvyon yelpazeleri ve alüvyonlar Kuvaterner yaşlı birimleri oluşturmaktadır ve tüm birimleri uyumsuzlukla örterler.

Çalışmanın bu bölümünde Fethiye yerleşim alanı ve çevresinde yüzeyleyen zemin ve kaya birimlerinin mühendislik özellikleri, yerleşime uygunluk açısından tartışılmıştır.

4.6.4.1. Kayaköy Dolomiti

Çalışma alanının güney ve güneybatısında, Fethiye O22-d-12-c, O22-d-13-c ve O22-d-13-d paftalarında yüzeyleyen birim, masif görünümlü, yer yer breşik, siyah, koyu gri, oldukça sık erime boşluklu ve ağsal kalsit damarlı dolomitlerden oluşur (Şekil 4.59).



Şekil 4.59. Kayaköy dolomitinde gözlenen ayrışmalar (Yer: Fethiye güneybatısındaki Asarlık Tepe)

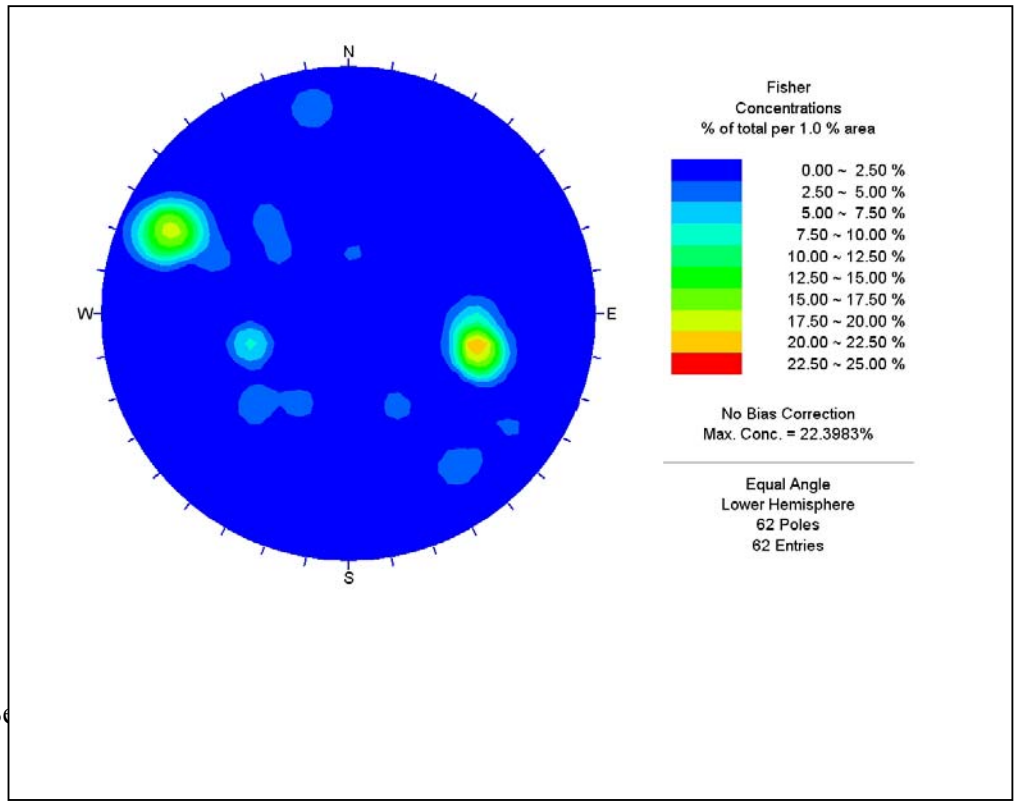
Fethiye yerleşiminin güney kesimlerinde Kaya mezarlarının bulunduğu ve dolomitlerin oluşturduğu 30°'ye ulaşan eğimli yüzeylerde ve kıyı kesimlerde yerleşimler bulunmaktadır. Kayaköy Dolomitleri'nin yüzeylediği bazı bölgelerde yerleşim alanını ve ulaşım yolunu tehdit eden kütle hareketi riski (Şekil 4.60) ve yöre halkının buralarda daha önceden kaya düşmesinin meydana geldiğini söylemesi, bölgenin kaya kütle hareketleri açısından incelenmesini gerektirmiştir. Yerleşime uygunluk haritalarının hazırlanmasında önemli bir kriter olan kaya kütle hareketlerini ayrıntılı incelemek amacıyla süreksizlik düzlemlerinin konumlarının, stereografik yöntemlerle kinematik analizleri yapılmıştır. Bu amaçla bölgede gözlenen kaya şevlerde yerinde süreksizlik ölçümleri yapılarak kontur diyagramları yapılmıştır (Şekil 4.61). Buradan hakim süreksizlik setleri belirlenmiştir (Şekil 4.62). Bunun için Rocscience Firmasına ait Dips 5.0 yazılımını kullanılmıştır. Elde edilen süreksizlik setlerinin büyük daireleri ve



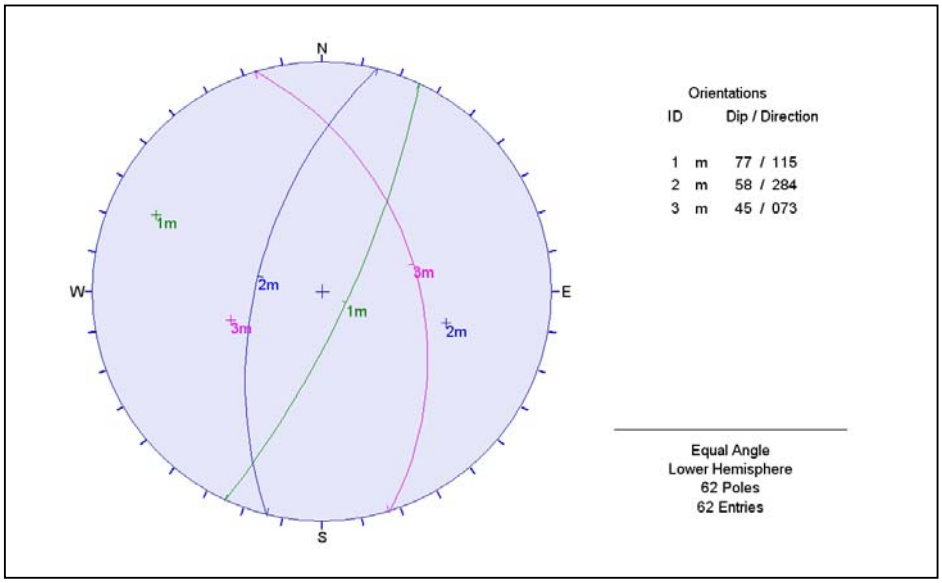
Şekil 4.60. Kayaköy Dolomiti'nde kayma gözlenebilecek bir bölge

çalışılan alandaki genel yamaç yönelimi ve eğimini aynı projeksiyon üzerine yerleştirerek (Şekil 4.63) durumları kinematik olarak değerlendirilmiştir. Öncelikle Yamacın doğrultusu ile süreksizlik setlerinin hiç birinin doğrultusu arasında ±20

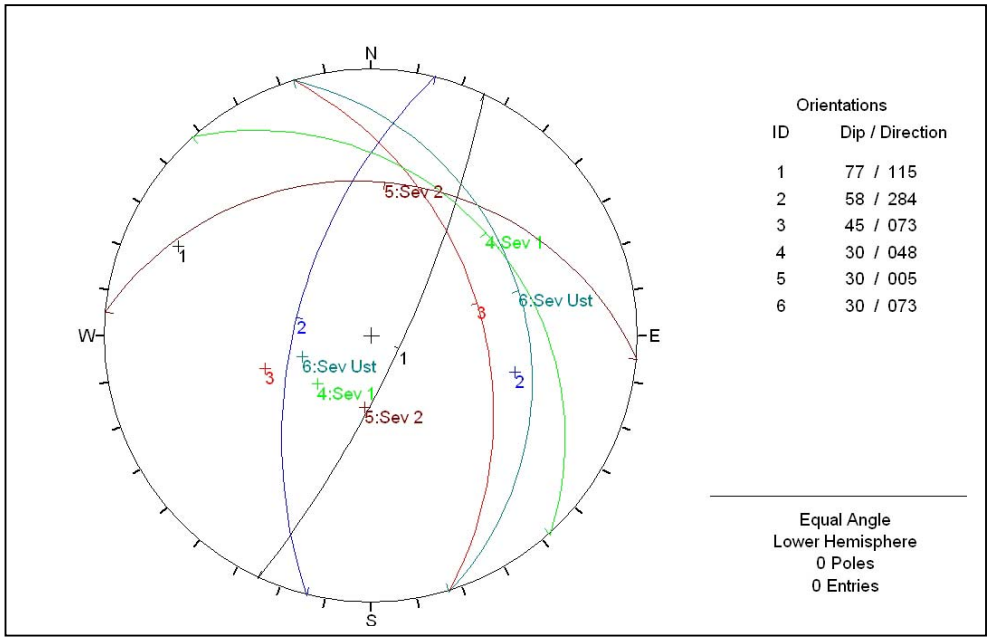
dereceden az fark bulunmaması sebebi ile düzlemsel kayma riski olmayacağı belirlenmiştir. Kama tipi kayma için değerlendirildiğinde ise 2 ve3 nolu süreksizlik setleri ile 1 ve 2 no'lu yamaç yönelimlerinin kama tipi kayma oluşturabileceği kinematik olarak belirlendi (Şekil 4.64 ve 4.65) ve bu setler için ayrı ayrı sayısal analiz yapıldı. Analizlerde Rocscience firmasına ait Swedge 4.0 yazılımı kullanılmıştır. Analizde süreksizliklere ait makaslama dayanımı parametreleri c ve ϕ'nin belirlenmesinde; saha gözlemlerinden elde edilen süreksizlik duvarının durumu ve literatür bilgisi baz alınmıştır. Buna göre c= 8 t/m^2 ve c=10 t/m^2, ϕ=33° ve ϕ=44° alınmıştır. Analizlerde güvenlik faktörünü etkilemeyen ancak oluşacak kamanın hacmi ve ağırlığını denetleyen şev/yamaç yüksekliği ise sahadaki durumlarını yansıtması amacı ile 80 m olarak alınmış ve 1 no'lu yamaç için GF= 7,09 ve 2 no'lu yamaç için GF=5,03 bulunmuştur. Buna göre statik koşullarda yapılan analiz sonrasında bölgenin kama tipi kaymaya karşı güvenli olduğu görülmüştür.



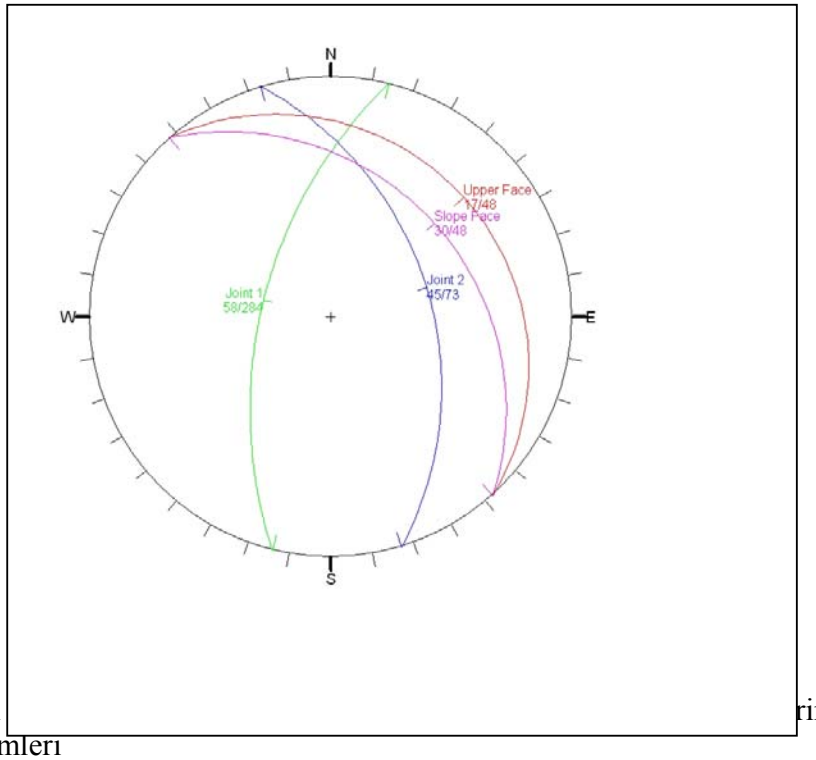
Şe



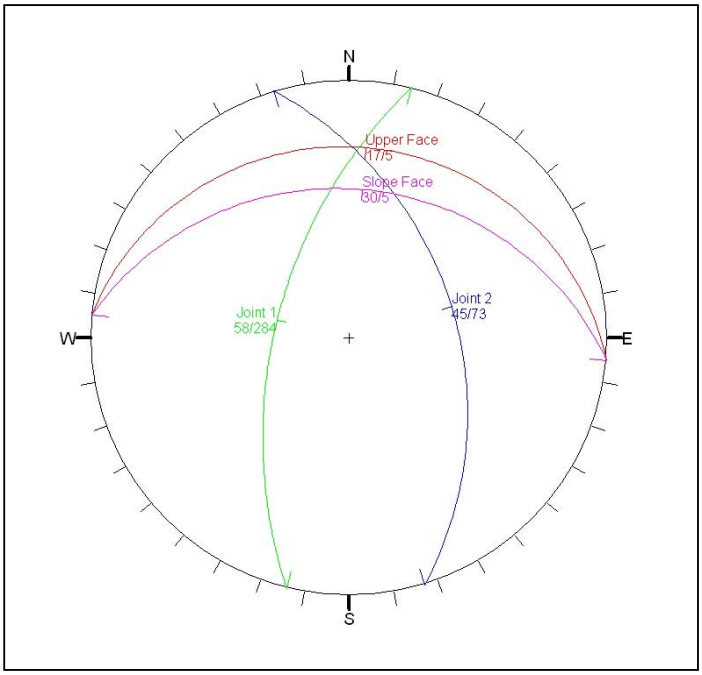
Şekil 4.62. Kayaköy Dolomitindeki hakim eklemler



Şekil 4.63. Kayaköy Dolomiti'ndeki süreksizlik ve yamaç konumları



Şekil rin kinematik analiz çözümleri



Şekil 4.65. 2 no'lu yamaç konumuna göre 2 ve 3 no'lu süreksizliklerin kinematik analiz çözümleri

Analiz sonuçlarına göre sahada kama tipi kayma beklenmemektedir. Ancak arazide yapılan gözlemlerde yer yer kütle hareketlerinin var olduğu görülmüştür (Şekil 4.66). Bu tür alanlar yerleşime uygunluk açısından önlemli alanlar olarak değerlendirilmiştir. Bu bölgelerde yapılacak mühendislik çalışmalarından önce detay şev analizleri yapılmalıdır.



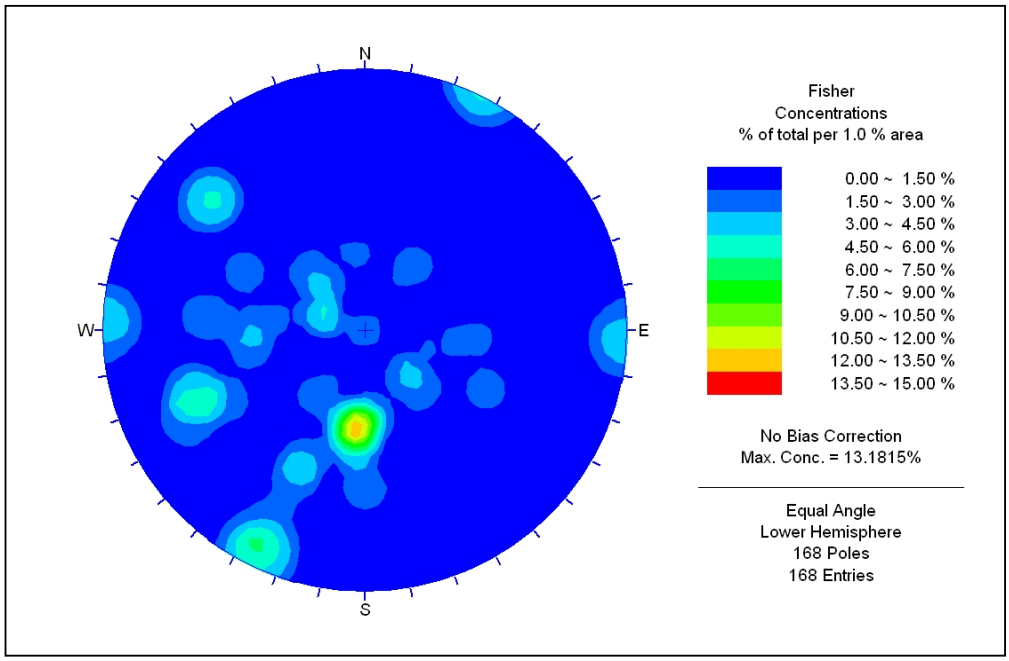
Şekil 4.66. Kaya devrilmesi

4.6.4.2. Marmaris Peridotiti (Kmo)

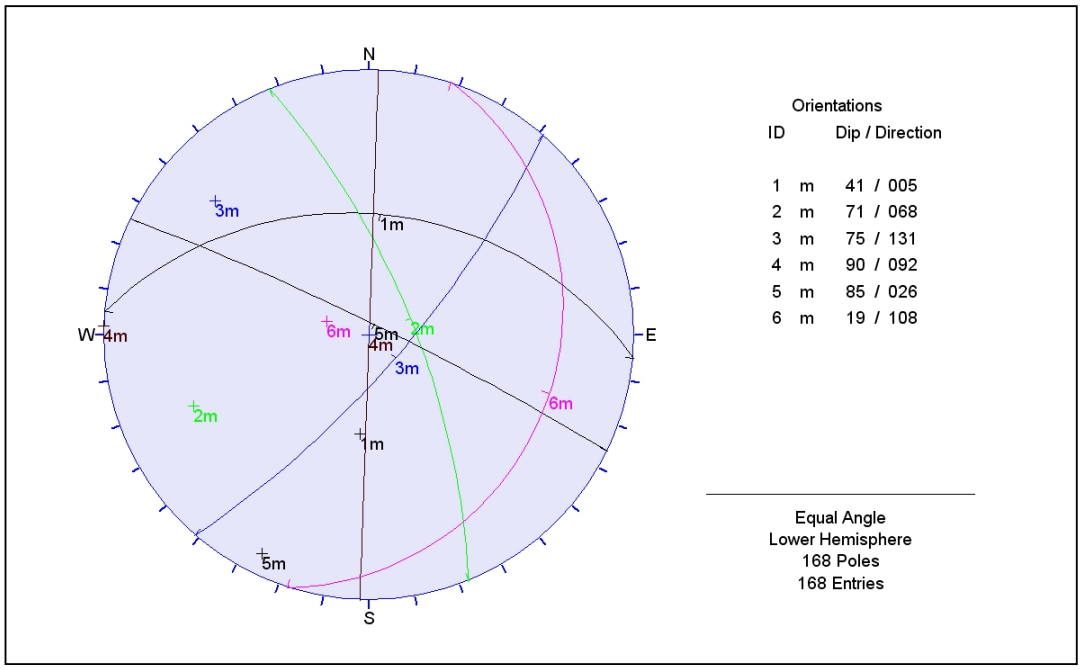
Serpantinleşmiş ultramafik kayaçlardan oluşan ve literatürde Marmaris Peridotiti olarak adlandırılan kaya birimleri inceleme alanında; Fethiye O22-d-12-b, O22-d-8-a, O22-d-8-b, O22-d-8-c ve O22-d-8-d paftalarında, Fethiye Ovası'nın batı ve kuzey kesimlerinde yüksek topoğrafyaları oluşturmaktadır. Bu alan, kısmen yerleşime açılmıştır. Birimde çok fazla süreksizlik bulunmaktadır (Şekil 4.67). Peridoditlerde yapılan süreksizlik ölçümlerine ait kontur diyagramlar çizilmiş (Şekil 4.68) ve hakim süreksizlik setleri belirlenmiştir (Şekil 4.69). Ultramafik birimlerin gerek oluşum koşuları gerekse yerleşim koşullarındaki farklı tektonik etkiler sebebi ile çok sayıda ve düzensiz süreksizlik seti gelişmiştir.



Şekil 4.67. Marmaris Peridotitine ait süreksizlik dokusundan bir görünüm (koordinat: 687330, 4056584)



Şekil 4.68. Ofiyolitlere ait kontur diyagramı



Şekil 4.69. Ofiyolitlerdeki süreksizlik konumları

4.6.4.3. Yamaç Molozu (Qym)

Çalışma alanında yüksek topoğrafyaları oluşturan birimlerin değişik eğimlerdeki yamaçlarında köşeli çakıllı ve bloklu, tutturulmamış veya gevşekçe tutturulmuş yamaç birikintileri bulunmaktadır. Birim çalışma alanında, 1/5000 ölçekli O-22-d-13-c, O-22-d-14-a ve O-22-d-14-d paftalarında yüzeylemektedirler. Yamaç molozu ve birikinti konilerinin ana elemanlarını çalışma alanının kuzey bölgelerinde Marmaris Peridotiti'nden türemiş ultrabazik kayaçlar oluştururken, güney bölgelerinde kireçtaşlarından türemiş, baskın olarak köşeli çakıl ve bloklar hakim konumdadır (Şekil 4.70).

Yamaç molozu ve birikinti konilerinde yapılan sondajlardan ya da araştırma çukurlarından alınan numuneler üzerinde yapılan deneylere göre genellikle GC (killi çakıl) türü zeminleri temsil etmektedirler. SPT-N_{arazi} değerleri; ilk 3 metreye kadar

genellikle 8-16 arasında değişirken bazı bölgelerde 30-60 arasında değerler almaktadır. Zemin içinde bazı bölgelerde iri bloklara rastlanmaktadır. Karagözler mevkii'nde yapılan ETS44 ve 124 nolu sondajlarda 3 derinde SPT-N_{arazi}>50 değerler almıştır. Zeminin killi ve kumlu olduğu bölgelerde 20-45 arasında değerler almaktadır. Yamaç molozlarının bulunduğu bölgelerde özellikle ilk 3 metreden sonra, SPT-N_{arazi} değerlerine göre zemin sıvılaşması veya taşıma gücü sorunu beklenmemektedir.

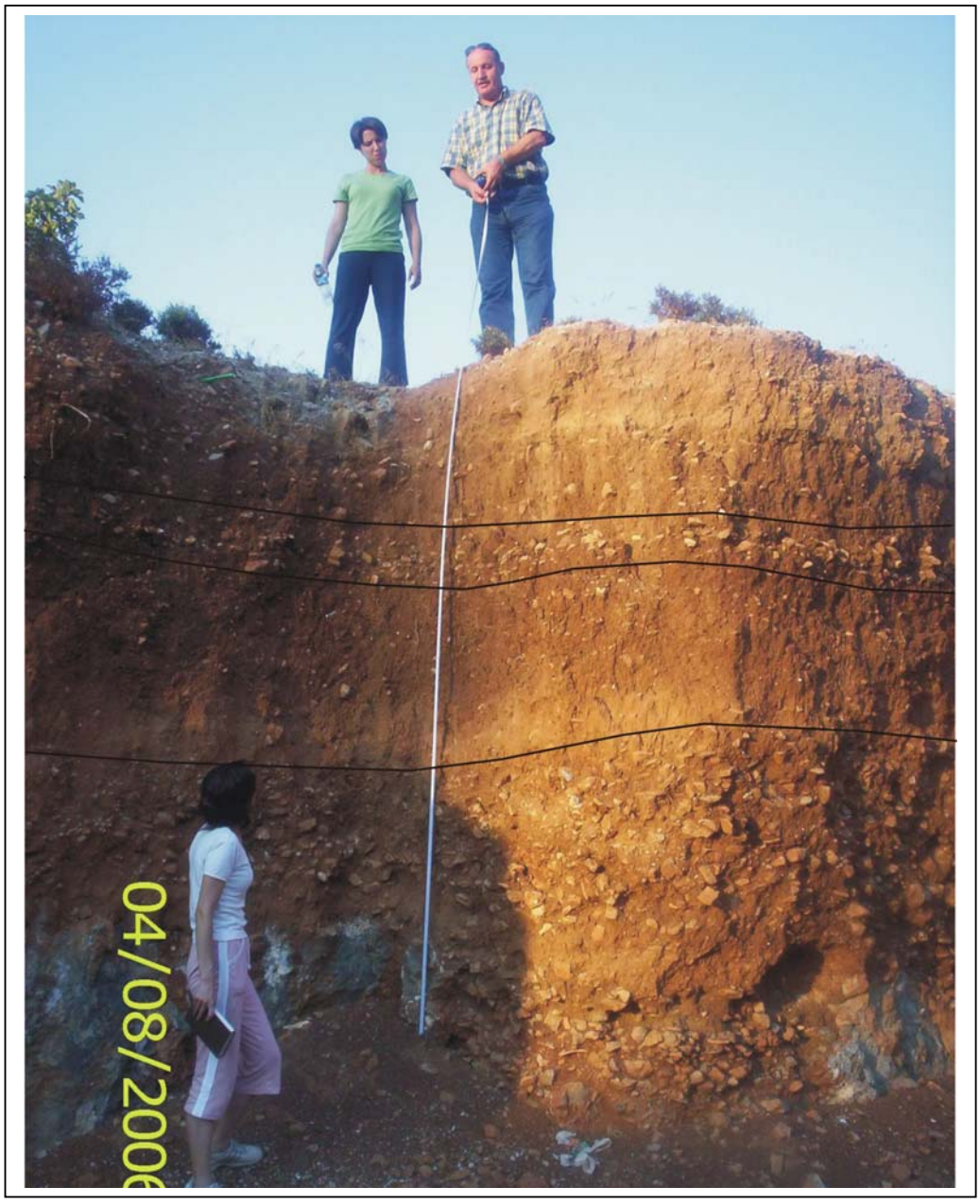


Şekil 4.70. Kayaköy Dolomiti üzerindeki köşeli çakıllı ve bloklu yamaç molozları (Koordinat: 35 687275, 4054856)

3-4 m derinliğe kadar yaklaşık 90°'lik şev kazısı önlemsiz olarak uzun süre stabil olarak durabilmektedir. Yamaç molozları genelde köşeli çakıllardan oluşmuştur (Şekil 4.71). karbonatlı kayaçlardan türeyen yamaç molozları, çalışma alanının güneyinde haritalanmıştır. Kil, silt, kum, çakıl ve bunların değişik kombinasyonlarının ardalanmasından oluşmaktadır. Yamaç molozları içerisinde çakıllı düzeyler baskın olup çakıllar taşınma mesafesine uyumlu olarak daha çok köşe durumdadır. Köşeli çakıllar, zeminin stabilitesini arttırmaktadır. Nitekim şekil 4.72'deki 3,5 m derinliğindeki temel çukurunun yaklaşık 90° eğim ile uzun süre önlemsiz /desteksiz olarak stabil kalması, birimin statik durumda stabilitesini göstermesi açısından önemlidir. Bu tür zeminlerde yeraltısuyunun bulunması ve dinamik koşullarda davranışlarının araştırılması zorunludur.



Şekil 4.71. Yamaç molozlarındaki köşeli çakıllar



Şekil 4.72. Karbonatlı kayalardan türeyen yamaç molozları içerisindeki bir kazı şevinden görünüm (Koordinat: 35 687275, 4054856)

4.6.4.4. Alüvyonlar (Qal)

Çökelimleri günümüzde de devam eden tutturulmamış blok, çakıl, kum, silt, kil ve organik gereçlerden oluşan alüvyon yelpazeleri, taşkın düzlüğü çökelleri ve plaj kumları, inceleme alanında O-22-d-9-d, O-22-d-12-c ve O-22-d-13-d paftalarında haritalanmıştır.

Fethiye yerleşim sahasının ve yeni yerleşime açılacak mücavir alanların zemin yapısını genç alüvyon yelpazeleri ve alüvyonlar oluşturmaktadır. Çalışma alanı içinde bulunan dere yataklarındaki yarmalar, araştırmaya büyük kolaylıklar sağlamıştır (Şekil 4.73).



Şekil 4.73. Çerçi Deresi'nin ıslah çalışmalarında açılan alüvyon zemin profili

Yapılan tüm çalışmalar (CPT, mekanik sondajlar ve bunlardan alınan numunelerde yapılan laboratuar deney sonuçları, jeofizik araştırmalar) birlikte değerlendirilerek Fethiye ovasını oluşturan alüvyonun mühendislik özellikleri belirlenmiştir.

Fethiye yerleşim alanındaki alüvyon; heterojen bir yapı sunmakta olup kil, silt, kum ve çakıllı seviyelerden oluşmaktadır. Zemin içindeki birim geçişleri çok düzensiz olup

birbirlerine girik durumdadır. Bu durum, EK-8'deki sistematik kesitlerde de net bir şekilde görülmektedir. Bu killer genellikle CL, CH, SC ve GC karakterindedir. Kıyı kesimlerde daha çok bataklık özelliğinde olan killerin su içeriği %85-90'dır. Bu zeminlerin SPT değerleri de çok düşüktür. Örneğin, TS1 sondajında 1,5 m derinlikte SPT-N_{arazi}=1 olup CH sınıfına ait yüksek plastisiteli killeri temsil etmektedir. Yapılan jeofizik çalışmalarda V_S değeri de 100-200 m/sn arasındadır. Bir bölgede enine dalga hızları 200 m/sn'den küçük ise; bu durum zeminin kayma mukavemetinin zayıf olduğunu belirtir. Bu seviyeye yerleştirilen temellerde oturma kaçınılmazdır. Ayrıca CPT'den elde edilen uç direnci (q_c), bazı bölgelerde 0,006 MN/m^2'dir. Schulze ve Muhs (1967), q_c<5 MN/m^2'yi gevşek zeminler olarak sınıflandırmıştır.

Killerin I_L değerleri genellikle I_L>1 ve I_L=0-1 arasında değişmektedir. Çizelge 4.35'teki değerlere bakıldığında, zemin numunelerinin viskoz sıvı ile plastik kıvamda olduğu görülmektedir. Aktivite değerlerine bakıldığında çoğunun 0,75'ten küçük olduğu dikkati çekmektedir ve bu değerler de aktivite bakımından aktif olmayan killer kapsamına girmektedir.

Çalışma kapsamında örselenmemiş örneklerin alınabildiği yerlerde konsolidasyon ve kesme kutusu deneyleri yapılmış ve bunlara göre m_v değerleri 0,008-0,01 cm^2/kg arasında, boşluk oranları 0,47-2,15 arasında değişmektedir (Çizelge 4.38-4.44 ve Şekil 4.46-4.52).

Kesme kutusu deneyi sonucu zeminlerin kohezyon (c) ve içsel sürtünme açısı (ϕ) belirlenmiştir. Zeminlerin c değerleri; 0,09-0,25 kg/cm^2, ϕ değerleri de; 14°-20° arasında değişmektedir. Elde edilen bu değerler, bölüm 4.9'da verilen zeminlerin taşıma gücü (q_a) hesabında kullanılmıştır.

Fethiye yerleşim alanındaki siltli seviyeler, mühendislik değerlendirmelerinde gerek sıvılaşma analizinde, gerekse oturma hesaplarında büyük önem taşımaktadır. Bu tür zeminlerin bulunduğu bölgelerdeki SPT-N_{arazi} değerleri değişken olmakla birlikte

oldukça düşük değerlere de rastlanmaktadır. Killi ve siltli bölgelerde SPT-N_{arazi}≤8 olduğu durumlarda zemin oturması ve taşıma gücü gibi jeoteknik problemlerle karşılaşılabilir. Çalışma alanındaki yeraltısuyunun yüzeyden derinliğinin en fazla 11,5 m olduğu düşünülürse, siltli zeminlerin bulunduğu bölgeler, sıvılaşma potansiyeli açısından oldukça riskli bölgeleri oluşturmaktadır. Ulusay (2001)'a göre silt ve kil içeriği fazla olan zeminlerin mühendislik özellikleri su içeriğine bağlıdır ve su içeriği arttıkça zeminin kayma direnci azalacaktır. İnceleme alanındaki siltli zeminlerin V_S değerleri, 215-275 m/sn arasında değişmektedir. Çalışma alanındaki killi, siltli zeminlerin uç direnci 1-2,5 MN/m^2 arasında değerler almaktadır. Bu da buradaki zeminlerin *gevşek* olduğunu göstermektedir.

Fethiye Devlet Hastanesi, 1/5.000 ölçekli O22-d-08d no'lu paftada, sahile yakın bir yerde, yaklaşık 220x95 m boyutlarında bataklık zemin üzerine yapılmıştır. Bölgede yapılan 22,5 metre derinliğindeki TS15 nolu sondajdan (Şekil 4.74) alınan numunelerle yapılan deney sonuçlarına göre, zemin türü MH'tır. Yeraltısuyunun yüzeyden derinliği; 0,5 metredir. Her 1,5 m'de bir alınan numunelerin doğal su içerikleri %19-%88 arasındadır. Hesaplanan likidite indisi (I_L)=0,05-0,66, relatif konsistans (I_c)=0,33-0,94 ve Aktivitesi (A)=0,071-0,377 arasında değişmektedir. Bu sonuçlar, buradaki zeminlerin plastik kıvamda ve aktif olmayan kil özelliğinde olduğunu göstermektedir. Ancak 15. metreden alınan numunede I_L>1, I_c<1 ve A=0,042'dir. Bunun anlamı ise 15. metrede zemin viskoz sıvı kıvamındadır ve aktif olmayan kil özelliğindedir. 21 ve 22,5 metrelerdeki numunelerin ise I_L<0, I_c>1'dir. Bu değerlere göre zemin, katı kıvam sunmaktadır. Bazı derinliklerde 0,049 MN/m^2lik bir uç direnci ve negatif f_s değeri vermektedir. 7,65 m'de uç direncine göre gevşek-orta sıkı zemin özelliği sunmaktadır.

Buradaki sondajdan alınan örselenmemiş numuneler üzerinde yapılan konsolidasyon ve kesme kutusu deneylerine göre m_v değerleri 0,0086 cm^2/kg, c=0,0063-0,15 kg/cm^2 arasında ve ϕ= 25°-27°'dir. Bu değerlere göre bölgede zemine bağlı sorunlar ortaya çıkabileceği açıkça görülmektedir. Öncelikle MH türü bir zemin olması ve yeraltısuyu seviyesinin yüzeyden 1,5 m derinde olması, akla sıvılaşma olgusunu getirmektedir.

Boşluk oranlarının, e_0=1,71-2,15 gibi değerler alması da alışık olunmayan bir durumdur. Ancak Stoviç (1973)'e göre organik zeminlerde boşluk oranının değeri: 2-12 arasında değişebilmektedir. Fralof ve Korotkih (1983)'e göre de turba zeminlerde zeminin kuru birim hacim ağırlığı (γ_k): 0,2-0,4 gr/cm^3 arasında değişebilir. Böyle zeminlerin sıkışma katsayısı (a_0): 0,3-0,8 MPa olabilmektedir. Bu zeminde hesaplanan γ_k değerleri, 6 m için: 0,76 gr/cm^3 iken, 9 m için de 0,92 gr/cm^3'tür. Ayrıca, a_0 değerlerinin de 0,08-0,2 MPa arasında değişmesi, fazla ve çok fazla sıkışan zeminler grubuna girdiğini göstermektedir (Çizelge 4.45). Aynı yerde yapılan rezistivite ölçümü ile hesaplanan özdirenç, ρ= 6 Ωm'dir. Bu değer, oldukça gevşek ve suya doygun zemini göstermektedir. Aynı noktada yapılan sismik kırılma çalışmasının değerlendirilmesiyle elde edilen V_p değeri 4 m derinliğe kadar 400 m/sn, V_s değeri de 180 m/sn'dir. Kazık temeller üzerine inşa edilen Fethiye Devlet Hastanesi ve bahçesinde şu andaki statik koşullarda kaldırımlarda, hastanenin bahçesinde bulunan havuzda ve hastanenin içinde deformasyonlar meydana gelmiştir (Şekil 4.75). Bu tür hasarlar, genellikle oturma sorununu akla getirmektedir ve böyle durumlarda periyodik deformasyon ölçümleri zorunlu görülmektedir.



Şekil 4.74. Devlet Hastanesi yanındaki sondaj (TS 15)

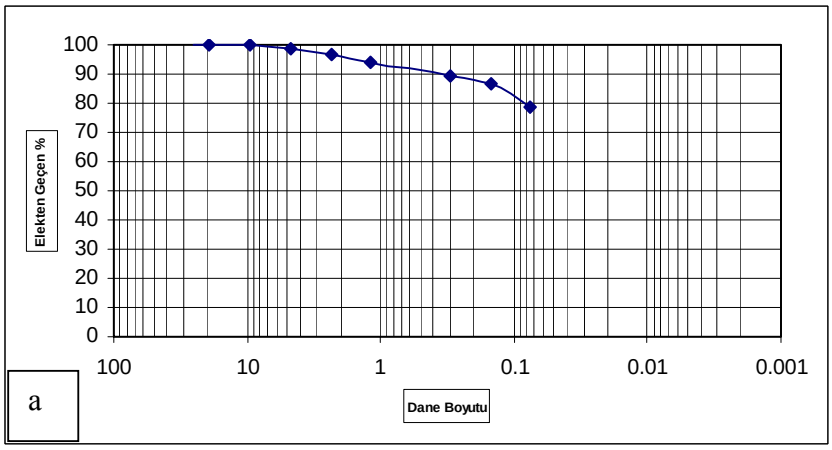


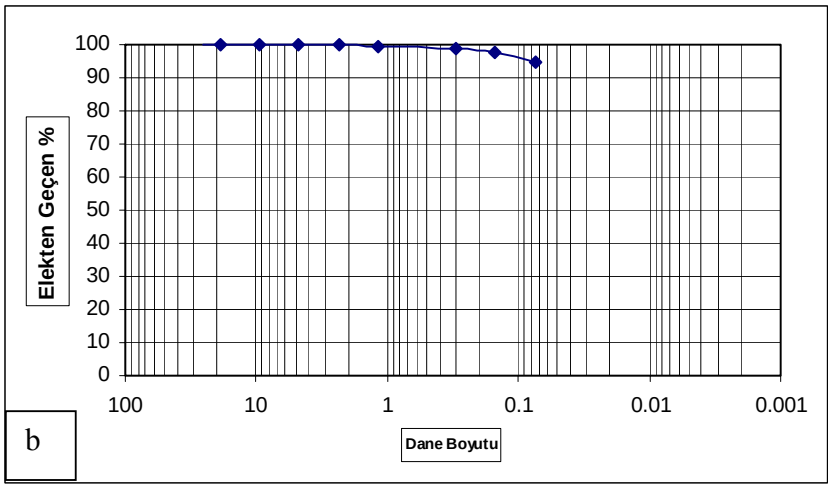
Şekil 4.75. Fethiye Devlet Hastanesi'nin bahçesinde gözlenen hasarlar a) Giriş kapısı kolonu b) Havuz

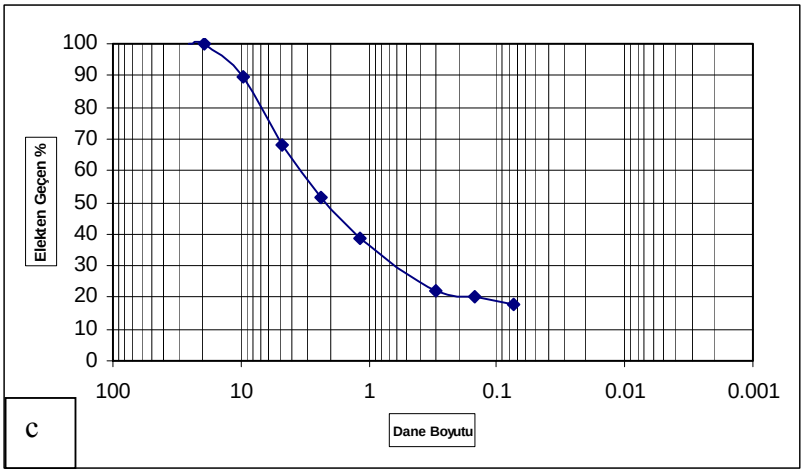
Fethiye yerleşim alanının kıyı şeridinde bataklık alanlar kontrolsüz bir şekilde doldurularak imara açılmıştır. 1/5.000 ölçekli Mühendislik Jeolojisi haritasında "Dolgu Sahası" olarak gösterilen bu bölgede farklı oturmalardan kaynaklanan yapı hasarları görülmektedir. Yerleşim alanının güneyinde, sahildeki yapılarda deformasyonlar sonucu 7,2 derecelik düşeyden sapmalar meydana gelmiştir (Şekil 4.76). Bu bölgede TS23 nolu araştırma sondajı açılmıştır. Bu sondajdan alınan numuneler üzerinde laboratuarda deneyler yapılmıştır. Bu deneylerden elek analizi değerlendirme grafiği şekil 4.77a-4.77e'de ve araştırma noktasına ait bilgiler de çizelge 4.47'de verilmiştir. Suya doygun gevşek bir zemin olduğundan örselenmiş numune almak dahi çok zor olduğu için yapılabildiği ölçüde zeminlerin fiziksel özellikleri belirlenmiştir. 4,5 metrede m_v=0,020 cm^2/kg ve a_0=0,0357'dir. Buna göre fazla sıkışan zeminler sınıfına girmektedir.

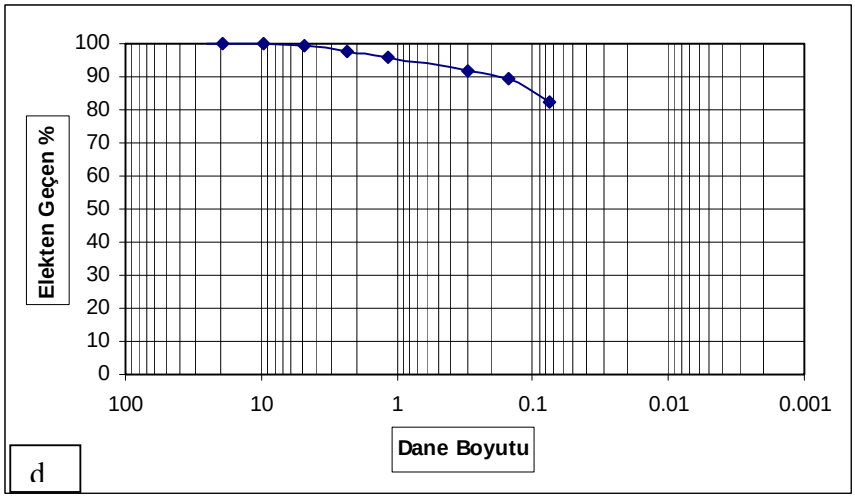


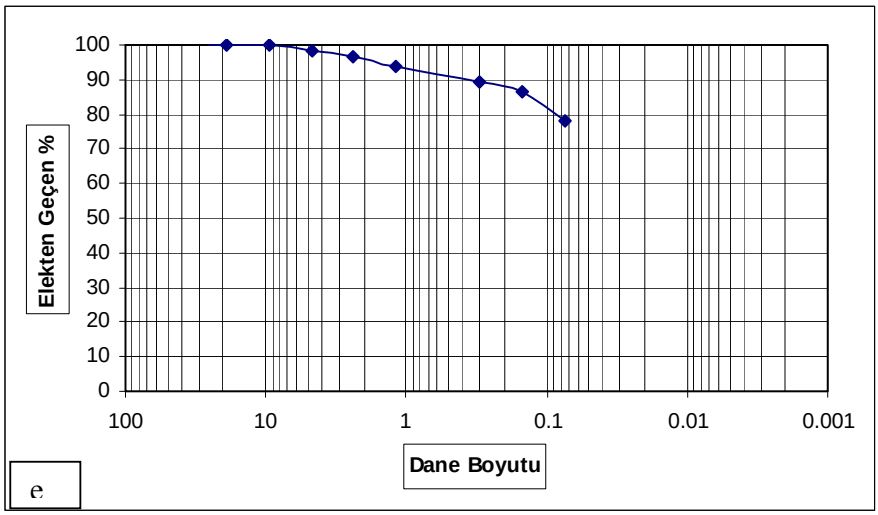
Şekil 4.76. Dolgu sahasında hasar gören binalar (koordinat: 35 688960, 4055430)


100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Elekten Geçen %
100
10
1
0.1
0.01
0.001
Dane Boyutu
a


100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Elekten Geçen %
100
10
1
0.1
0.01
0.001
Dane Boyutu
b


100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Elekten Geçen %
100
10
1
0.1
0.01
0.001
Dane Boyutu
c





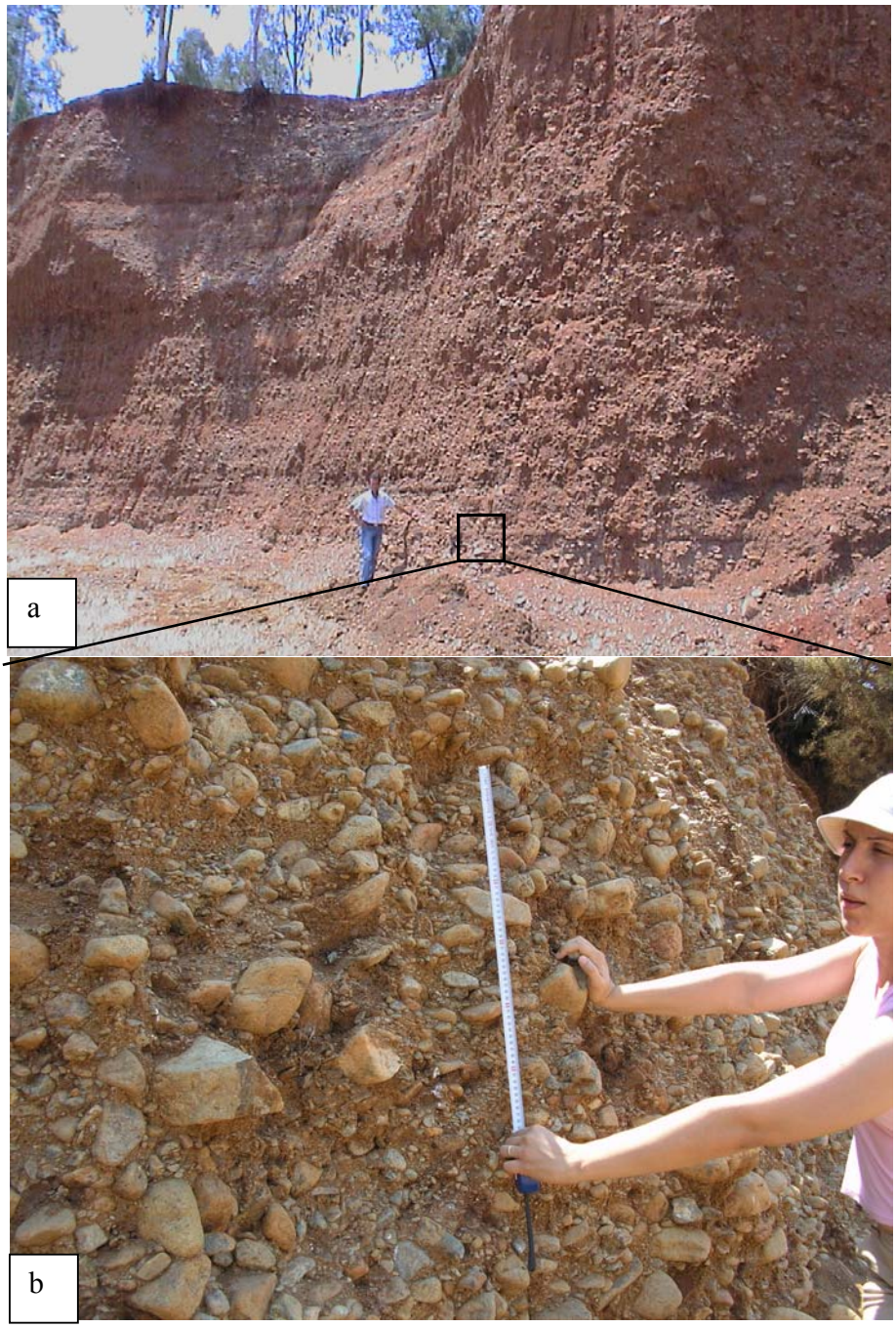
Şekil 4.77. TS 23 no'lu sondaja ait tane boyu dağılım grafikleri a) 3 m, b) 4,5 m c) 5,10 m, d) 7,05 m, e) 8,10 m

Çizelge 4.47. TS23 nolu sondaj bilgileri

Derinlik (m)	SPT-N_{arazi}	Açıklama	Su Muhtevası (%)
1,5	10	Numune alınamadı-kum, çakıl dolgu	
3,0	7	ML	46
4,5	UD	CH	45
5,10	2	SM	46
6,0	UD	Numune alınamadı-çakıllı yeşil batak	
6,60	7	Numune alınamadı	
7,05	12	CH	34
7,5	UD	Numune alınamadı-çakıllı kumlu yeşil kil	
8,10	11	ML	51

Fethiye yerleşim alanında alüvyonlar içerisinde tabakalar ve mercekler halinde kumlu zeminler bulunmaktadır. Homojen bir yapıya sahip olmayan ovadaki kumlar Birleştirilmiş Zemin Sınıflamasına göre; SW, SM ve SC sınıfına girmektedir. Yeraltısuyu seviyesi Fethiye yerleşim alanının genelinde yüzeye yakın olduğundan, SW, SC ve SM sınıfı kumların bulunduğu bölgeler, sıvılaşma potansiyeli açısından riskli bölgeleri oluşturmaktadır. Sıvılaşma analizi bölüm 4.8'de ayrıntılı olarak verilmiştir.

Çalışma alanında yapılan mekanik sondaj ve jeofizik araştırma yöntemlerinden yararlanarak hazırlanan sistematik kesitler incelendiğinde çakıllı zeminlerin çalışma alanının doğu kesimlerinde, önemli kalınlıklarda (yaklaşık 10 m) bulunduğu görülmektedir (Şekil 4.78a). Şekilde, Çerçi Deresi'nin eski teras oluşukları görülmektedir. Bunlarda taneler yarı köşeli ile yarı yuvarlaklaşmıştır (Şekil 4.78b). Tane uzun eksenleri yerel olarak birbirine paraleldir. Binik çakıllar ve yönlü taneler bu teras oluşukları için olağandır. Kil ara düzeyleri yersel olarak gözlenir. Çakıllar da genellikle, kum, silt ve kille birlikte bulunmaktadır. Burada yapılan D33 no'lu düşey elektrik sondajından 50, 15 ve 20 ohmm değerleri elde edilmiştir. 16 metreden sonra bulunan 20 ohmm değeri bize suya doygun çakılları ifade etmektedir. Bölgede yapılan ESS5 nolu su sondajı bu bilgiyi doğrulamaktadır. Çalış mevkiinde çakıllı zeminlerin Fethiye Körfezi'ne kadar uzandığı görülmektedir.

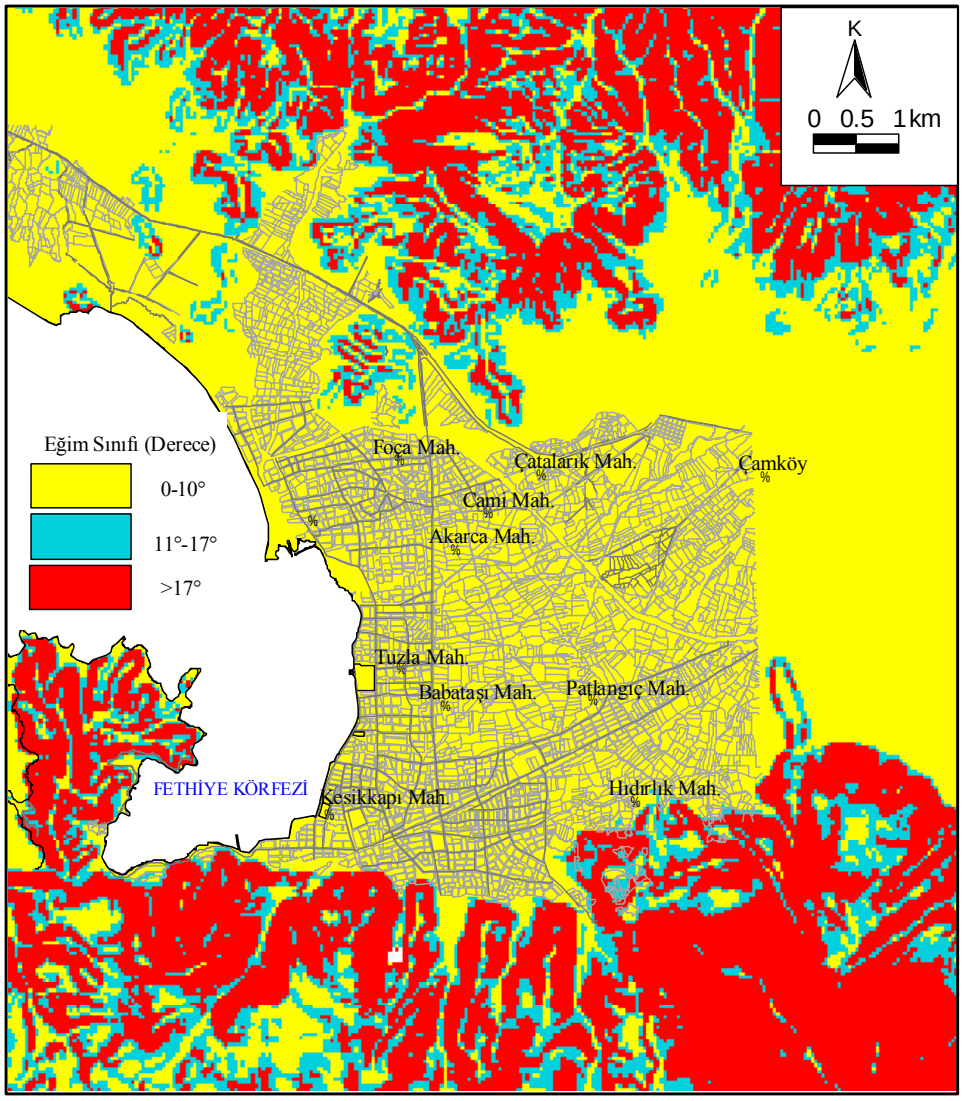


Şekil 4.78. Çerçi dere yatağından zemin profili (a) ve dere çakıllarının yakından görünümü (b)

4.7. Eğim Durumu

Yerleşim alanlarının planlanmasında ve mevcut yerleşim alanlarında imar planı revizyon çalışmalarında temel jeolojik özellikler (litolojik ve yapısal); zemin taşıma gücü, yeraltısuyu durumu, kütle hareketleri ve depremsellik yanında arazi eğim durumu da arazi kullanımı konusunda belirleyici bir faktördür.

Çalışma alanı ve yakın çevresinin eğim durumunu belirlemek amacıyla hazırlanan eğim haritasında eğimler, derece olarak belirtilmiştir. Bu amaçla 1/25.000 ölçekli dört adet topoğrafik harita üzerindeki eş yükselti eğrileri 10 metre aralıklarla sayısallaştırılmıştır. Bu haritalardan yararlanılarak hazırlanan eğim haritası, eğim durumu bakımından üç bölgeye ayrılmıştır (Şekil 4.79). Fethiye yerleşim alanının tamamına yakını düşük eğimli (1-10°) bir alanda kurulmuştur. Güney ve kuzeyde eğimi 10°'nin üzerine çıkan bölgelerde de kısmen yerleşimler bulunmaktadır. Zemin etüd raporları için hazırlanan eğim zonlama haritaları üzerinde %30 eğim çizgisinin belirtilmesi istenmektedir. Pratikte bu sınır değerin üstünde olan alanlar (>%30=17°), yüksek topoğrafik eğimde bulunduklarından yerleşime uygun olarak kabul edilmezler (Koca, 2000). Bu çalışma kapsamında 17°'den yüksek eğime sahip bölgeler, yerleşime uygunluk haritasında, *yerleşime önlemli uygun alan-I* olarak sınıflandırılmıştır.



Şel

4.8. Sıvılaşma

Suya doygun, gevşek kum/kumlu zeminler, tekrarlı yükler etkisinde, sıkışma ve hacim daralması eğilimi gösterirler. Bu eğilim, drenajın olmadığı koşullarda, boşluk suyu basıncını artırır. Tekrarlı yükler kum tabakası içindeki boşluk suyu basıncının artmasını

desteklediği zaman, toplam normal gerilme, boşluk suyu basıncına eşit değere ulaşabilir (Das, 1983).

Bu durumda, kohezyonsuz zemin kayma direnimini kaybeder ve bir sıvı gibi davranarak büyük yer değiştirmelerine maruz kalır. Böylece sıvılaşma evresine geçilmiş olur (Das,1983).

Suya doygun kumlu zemin sıvılaştığı zaman, katı bir malzeme gibi davranmak yerine sıvı gibi davranabilir. Zemin batabilir, kum kaynamaları veya kum volkanları görülebilir. Zemin sıvılaşma analizlerinde ilk yapılması gereken, zemin profilinde sıvılaşabilecek zemin tabakalarının bulunup bulunmadığının belirlenmesidir. Temiz kumların potansiyel olarak sıvılaşabildiği uzun zamandan beri bilinmektedir. Potansiyel sıvılaşmanın olabileceği zemin koşullarını belirlemek amacıyla arazideki zemin koşulları incelenir, arazi ve laboratuar deneylerinden yararlanılır.

Sıvılaşmaya etki eden çeşitli faktörler bulunmaktadır. Bunlar genel olarak;

- Tane boyu dağılımı,
- Tabakanın sıkılığı (Başlangıçtaki bağıl sıkılığı),
- Boşluk oranı,
- Efektif basınç,
- Deprem karakteristikleridir.

4.8.1. Sıvılaşma Potansiyelinin Değerlendirilmesi

Sıvılaşma potansiyelinin değerlendirilmesi için deprem yüklemesi ve sıvılaşma dayanımının birbirine denk ölçütleri kıyaslanmalıdır. Deprem yüklemesine en yakın durum, tekrarlı kayma gerilmelerinin kullanılmasıdır. Başlangıç efektif düşey gerilmesi ile tekrarlı kayma gerilmesi oranının normalize edilmesi ile elde edilen Tekrarlı Gerilme Oranı (CSR), depremin sebep olduğu zeminin farklı derinliklerindeki yükleme

seviyelerini belirtir. Tekrarlı kayma gerilmelerini bulmanın farklı yolları vardır. Arazi risk analizleri yapılabilir ya da "basitleştirilmiş" bir yaklaşımla CSR, pik zemin yüzeyi ivme genliğinin bir fonksiyonu olarak hesaplanabilir (WEB2, 2003).

Sıvılaşma dayanımı genellikle arazi performansının incelenmesi temeline dayanarak tanımlanır. Geçmiş depremlerin ayrıntılı araştırması, yerinde özelliklerin ve her geçmiş deprem için CSR'nin kombinasyonunun bulunması (genellikle SPT veya CPT dayanımı) sağlar. CSR-$(N_1)_{60}$ veya (CSR-q_c) çiftlerinin sıvılaşma olan veya olmayan durumlar için çizilmesi sıvılaşmanın gözlemlenmeye başladığı sınır eğrinin bulunmasına yardımcı olur. Bu eğri, zeminin sıvılaşmaya karşı koyabilecek penetrasyon dayanımına göre maksimum CSR değeri olarak tahmin edilir ve Tekrarlı Dayanım Oranı (CRR) olarak isimlendirilir (Tokimatsu ve Yoshimi, 1983). Böylece sıvılaşma potansiyeli deprem yüklemesi ile sıvılaşma dayanımı kıyaslanarak bulunur. Bu genellikle sıvılaşmaya karşı güven sayısı "FS=CRR/CSR" şeklinde ifade edilir. Güven sayısının 1'den büyük olması sıvılaşma dayanımının deprem yüklemesinden büyük olduğunu gösterir ve bu durumda sıvılaşma beklenmez (WEB2, 2003).

Bu çalışma kapsamında arazide yapılan sondajlardan elde edilen SPT-N_{arazi} değerleri ve laboratuar deneyleri sonucu bulunan zemin sınıflarından yararlanılarak Youd vd. (2001)'ne göre sıvılaşma analizi yapılarak sıvılaşma risk haritası hazırlanmıştır. Youd vd. (2001)'nde 21 araştırmacı birlikte sıvılaşma analizi için SPT-N_{arazi} değerine bağlı devir direnç oranının hesaplanmasında ortak bir karara varmışlar ve devir direnç oranını aşağıdaki şekilde ifade etmişlerdir.

$$\text{CRR}= \left[\frac{1}{34-(N_1)_{60}} + \frac{(N_1)_{60}}{135} + \frac{50}{\left(10(N_1)_{60}+45\right)^2} - \frac{1}{200} \right] MSF$$

Bu bağıntı $(N_1)_{60}<30$ değerleri için geçerlidir. Araştırmacılar, daha büyük değerlerin sıvılaşmayacak kadar yoğun olduğunu belirtmişlerdir. Idriss (1995)'in belirlediği

magnitüd skala faktörü de aynı araştırmacılar tarafından yenilenerek aşağıdaki şekilde verilmiştir.

$MSF=10^{2.24}/M_w^{2.56}$ burada $M_w=7.1$ alınmıştır.

CSR değeri de aşağıdaki formülle hesaplanmıştır (Seed ve Idriss, 1971).

$$\frac{\tau_{ort}}{\sigma_v'} = 0{,}65\frac{a_{\max}\sigma_v}{g\sigma_v'}r_d$$

γ: Birim hacim ağırlık (gr/cm^3)

h: Araştırma derinliği (cm)

r_d: Gerilme azaltma katsayısı

a_{max}: Zeminin en büyük yatay yer ivmesi (cm/sn^2)

g: Yerçekim ivmesi (cm/sn^2)

Idriss (1998; 1999)'da gerilme azaltma katsayısı (r_d) değerlerini zemin şartları ve değişik deprem titreşimlerini kullanarak analitik olarak belirlemiştir. Buna göre;

$\ln r_d = \alpha(z)+\beta(z)xM_w$

$$\alpha(z) = -1{,}012 - 1{,}126Sin\left(\frac{z}{11{,}7}+5{,}133\right) \qquad \beta(z) = 0{,}106 + 0{,}118Sin\left(\frac{z}{11{,}3}+5{,}142\right)$$

Sıvılaşma hesabında kullanılan SPT-N_{arazi} değerleri üzerinde gerekli düzeltmeler yapılmıştır. SPT-N_{60} değeri enerjisi; teorik serbest düşme enerjisinin %60'ı ve efektif düşey basıncın 1 kgf/cm^2 altında bulunan düzeltilmiş darbe sayısıdır. Arazide elde edilen SPT-N_{arazi} değerinde *Efektif Düşey Basınç Düzeltmesi (C_N)* yapılmıştır. SPT, ölçümün yapıldığı derinlikteki efektif gerilmelerden ve bağıl yoğunluğundan etkilenmektedir. Aynı bağıl yoğunluğa sahip bir kum, farklı derinliklerde farklı SPT-N_{arazi} değerleri verir. Bu nedenle farklı derinliklerdeki zemin özellikleri karşılaştırılıyorsa, SPT-N_{arazi} değerinin efektif düşey örtü basıncına (σ_v') bağlı düzeltme gereklidir (Uyanık, 2002).

$N_1=C_N xN$

N_1: Efektif düşey basınca göre düzeltilmiş standart penetrasyon direnci,

C_N: Efektif düşey basınca bağlı düzeltme katsayısıdır.

Tez kapsamında yapılan sıvılaşma analizinde Seed ve Idriss (1982)'in önerdiği C_N düzeltme katsayısı formülü kullanılmıştır.

$C_N=2,2/(1,2+\sigma_v')$

Sıvılaşma hesabında kullanılan SPT-N_{arazi} verilerinde ayrıca enerji düzeltmesi yapılması gerekmektedir. Bu düzeltme işlemi ile Safety tipi şahmerdan tarafından elde edilen verilere düzeltme uygulanmaz iken değişik tipteki şahmerdanlar için enerji oranları bu enerji standartlarıyla uygun hale geldiğini ve %60 enerji oranı ile standartlaştırmanın biraz daha iyi olduğunu ortaya konulmuştur (Seed vd., 1985; Uyanık, 2002'den). Bunun için aşağıda verilen enerji düzeyini belirleyen bağıntı kullanılarak enerji düzeltmesi yapılmıştır.

$ERm= e_1.e_2.e_3.e_4.e_5.E_T$

e_1: Şahmerdanın tipi ve bırakılma tekniğine bağlı düzeltme katsayısı

e_2: Darbe bloğu ağırlığına göre yapılan düzeltme katsayısı

e_3: Tij uzunluğuna göre düzeltme katsayısı

e_4: Kuyu çapına bağlı düzeltme katsayısı

e_5: Numune alıcıya bağlı düzeltme katsayısıdır.

E_T: Teorik serbest düşme enerjisi olup;

$E_T=0,5\ w(v_T)^2/g=w.h$

bağıntısıyla hesaplanır. Burada;

w : Sahmerdan ağırlığı (63.5kg)

vT: Teorik serbest düşme hızı (3.87m/s)

h : Sahmerdanın bırakıldığı yükseklik (0.76m)

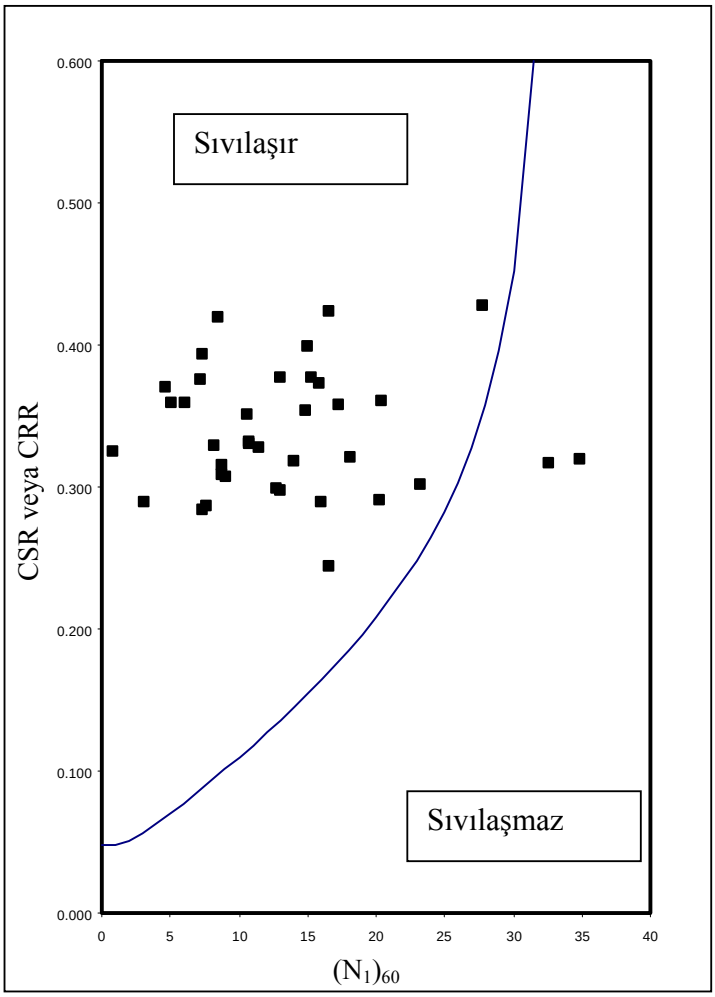
g : Yerçekimi ivmesi (9.81m/s^2)

Türkiye'deki SPT uygulamalarında Donut tipi şahmerdan ve halat-makara ile düşürme tekniğine bağlı olarak enerji seviyesinin 0.45 civarında olduğu belirlenmiştir (Ulusay, 2001).

Efektif düşey basıncı ve enerji birlikte dikkate alındığında birleştirilmiş düzeltme aşağıdaki şekilde olmaktadır (Tokimatsu, 1988).

$(N_1)_{60} = C_N.Nm.ERm/60$

Fethiye yerleşim alanına ait Devir Gerilme Oranı ile SPT $(N_1)_{60}$ arasındaki ilişkiyi gösteren grafik Şekil 4.80'de, sıvılaşma analizi sonucu elde edilen GS ve haritanın hazırlanmasında kullanılan sondaj noktaları Çizelge 4.48'de ve sıvılaşma haritası da Şekil 4.81'de verilmiştir.

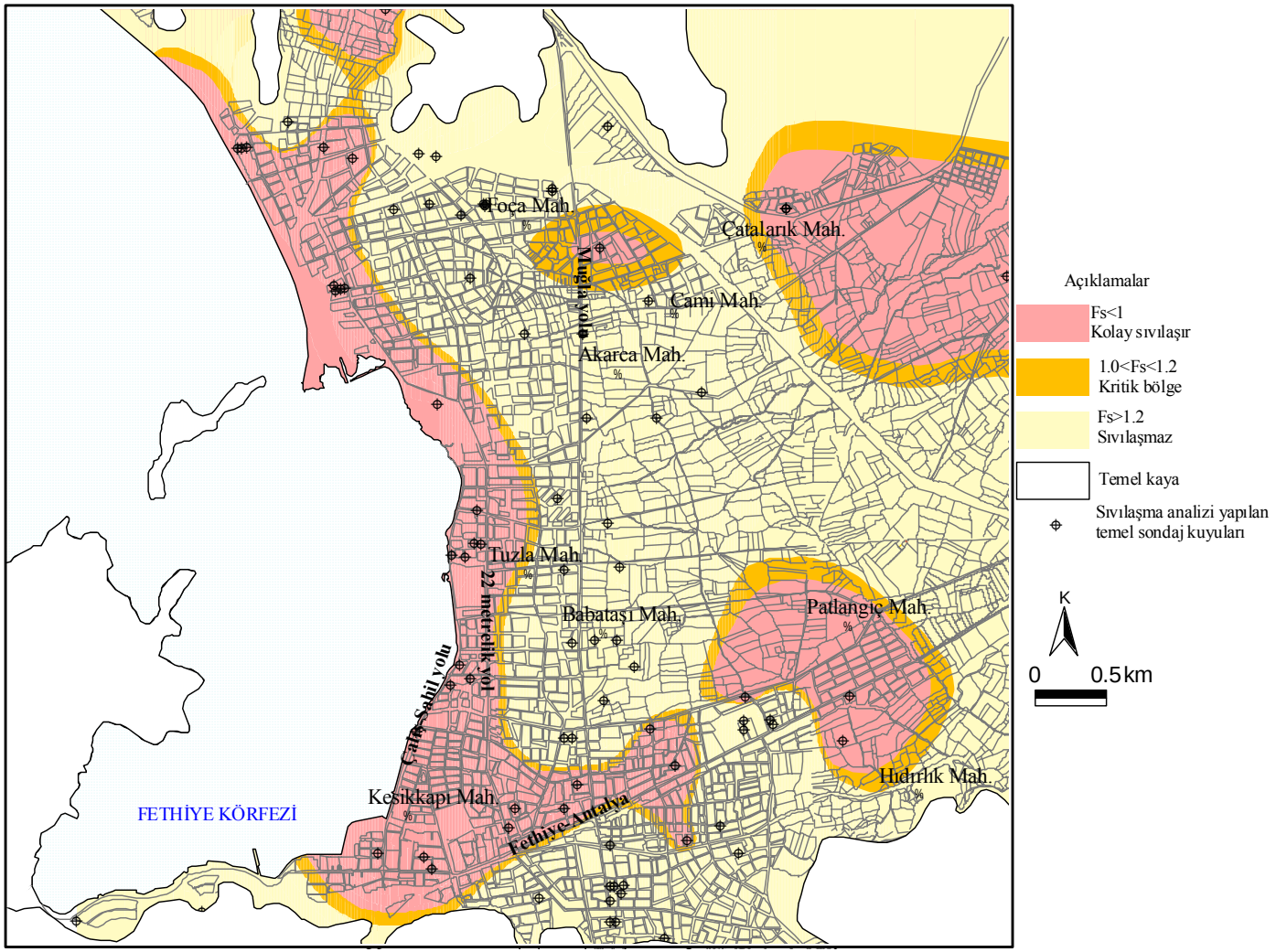


Şekil 4.80. Devir Gerilme Oranı ile SPT $(N_1)_{60}$ arasındaki ilişki

Çizelge 4.48. Sıvılaşma haritasında kullanılan sondaj noktaları ve güvenlik sayıları

Sondaj No	X	Y	GF
TS286	689880	4057744	0.50
TS3	692451	4056127	0.39
TS6	689244	4061244	0.38
TS12	689914	4057502	0.43
TS14	689862	4057511	0.48
TS16	689710	4057423	0.28
TS17	688558	4060461	3.00
TS20	689840	4056560	0.34
ETS7	690743	4059581	1.03
ETS11	688234	4060272	0.69
ETS33	688881	4059321	0.27
ETS34	688889	4059282	0.27
ETS35	688923	4059288	0.46
ETS36	688953	4059297	0.52
ETS61	689758	4056653	0.70
ETS87	690590	4055826	0.45
ETS99	690490	4055652	0.39
ETS167	691274	4055953	0.42
ETS178	692049	4059856	0.84
ETS189	693617	4059380	0.59
ETS12	688265	4060281	0.54
TS2	689694	4056513	0.2584347
TS4	689188	4055335	0.2327171
TS5	689452	4056188	0.681141
TS8	689797	4057416	0.518901
TS9	690152	4055658	0.5363776
TS10	691099	4056214	0.9999046
TS13	688802	4060283	0.216134
TS15	689607	4058480	0.1736311
TS21	689510	4055310	0.2340325
ETS10	688201	4060271	0.417961
ETS29	689013	4060206	0.3758932
ETS71	691765	4056435	0.5432478
ETS130	692498	4056440	0.3669968
ETS138	690799	4060428	3.587493
ETS179	691359	4055434	0.8670221
TS7	689570	4055228	0.384902
ETS93	690103	4055519	0.4
ETS3	691089	4059206	3
ETS5	690219	4058976	3

Sondaj No	X	Y	GF
ETS8	690623	4058979	3
ETS20	689470	4060234	3
ETS26	689595	4060219	3
ETS39	689839	4059362	3
ETS40	689295	4059850	3
ETS44	687071	4054862	3
ETS67	691756	4056205	3
ETS68	691754	4056264	3
ETS69	691958	4056237	3
ETS70	691944	4056275	3
ETS74	691592	4055533	3
ETS76	690491	4056142	3
ETS77	690548	4056142	3
ETS78	690548	4056811	3
ETS80	690777	4056405	3
ETS82	690709	4056831	3
ETS83	690867	4056834	3
ETS84	690990	4056643	3
ETS101	690314	4055027	3
ETS103	690896	4055061	3
ETS104	690911	4055118	3
ETS105	690823	4054860	3
ETS106	690815	4055105	3
ETS110	691135	4054679	3
ETS121	691203	4054741	3
ETS124	687954	4054931	3
ETS158	690819	4055003	3
ETS168	689770	4059810	3
ETS169	689932	4059883	3
ETS170	689947	4059883	3
ETS171	689940	4059874	3
ETS172	689545	4059884	3
ETS174	690847	4055106	3
ETS176	690853	4054856	3
ETS177	690814	4055395	3
ETS178	692049	4059856	3
ETS181	690406	4059976	3
ETS182	690410	4059994	3
ETS185	691720	4055337	3



Şekil 4.81. Youd vd. (2001) kullanılarak hazırlanan sıvılaşma haritası

Şekil 4.67'de verilen sıvılaşma haritasına göre Fethiye yerleşim alanının kıyı kesimleri tamamen sıvılaşma potansiyeline sahiptir. Ayrıca yerleşim alanının doğu kesimlerinde, kumlu ve siltli zeminlerin hakim olduğu Kesikkapı ve Patlangıç Mahalleleri'nde sıvılaşma potansiyeli görülmektedir. Sıvılaşma potansiyelinin görüldüğü alanlar, yerleşime uygunluk haritasında yerleşime önlemli uygun alanlar-I sınıfına dahil edilmiştir (EK-10).

4.9. Taşıma Gücü

Taşıma gücü, temelin göçmeye karşı yeterli bir güvenliğe sahip olmasını ifade eder. Temelin göçmesi, üst yapının hasar görmesine neden olur. Bu nedenle taşıma gücü hesapları önem kazanmaktadır.

Çinicioğlu (2005)'na göre temel, üst yapı yüklerini taşıyıcı zemin tabakalarına aktarırken zeminde aşırı gerilmeye sebep olmamalıdır. Bu sebeple emniyetli temel tasarımında uygun bir güvenlik sayısı uygulanmalıdır. Kullanılan güvenlik sayısı;

i) Temel zemininin kayma göçmesine karşı,
ii) Aşırı oturmalara karşı yeterli güveni sağlamalıdır.

Zeminin kayma göçmesine karşı ulaşabileceği en büyük mukavemet (nihai taşıma gücü, q_u) olduğuna göre izin verilebilir taşıma gücü (q_a) aşağıdaki iki değerden küçük olanı olarak seçilir.

a) Kayma göçmesine göre izin verilebilir taşıma gücü, $q_u/GS=q_{a1}$
b) Oturma kriterinin izin verdiği izin verileribilir taşıma gücü, q_{a2}

Fethiye yerleşim alanındaki zeminlerin taşıma gücünü belirlemede iki ayrı yol izlenmiştir. Sondajlar ve araştırma çukurlarından alınan örselenmemiş numunelerin laboratuarda birim hacim ağırlık (γ), kohezyon ve içsel sürtünme açısı değerleri belirlenmiştir. Bu parametrelerin belirlenebildiği bölgeler için Terzaghi ve Peck (1948) bağıntısı kullanılarak zeminlerin taşıma gücü hesaplanmıştır (Çizelge 4. 49).

$q_a=K_1*c*N_c+\Upsilon_1*Df*N_q+K_2*N_\Upsilon*B*\Upsilon_2$

Burada;

K_1 ve K_2: Temel tabanı şekline bağlı katsayılar

c: Kohezyon (kg/cm^2)

D_f: Temel derinliği (m)

B: Temel genişliği (m)

Υ_1: Temel tabanı üzerindeki zeminin birim hacim ağırlığı (gr/cm^3)

Υ_2: Temel tabanı altındaki zeminin birim hacim ağırlığı (gr/cm^3)

N_c, N_q, N_Υ: Temel tabanı altındaki zeminin kayma mukavemeti açısına bağlı taşıma gücü faktörleri.

Hesaplamalar kare temele göre yapılmıştır. D_f ve B değerleri 2, güvenlik sayısı (GS) da 3 alınmıştır.

Çizelge 4.49. Terzaghi ve Peck (1948)'e göre hesaplanan taşıma gücü

Örnek No	**Kohezyon (kg/cm^2)**	**İçsel Sürtünme Açısı (°)**	**Taşıma Gücü (kg/cm^2)**
AÇ1	0,15	17	0,98
AÇ4	0,15	17	1,4
TS11	0,1	18	0,77
TS14	0,3	20	1,93
TS15	0,09	14	0,5
TS23	0,25	14	1,06

Sondajlardan elde edilen SPT-N_{60} değerleri kullanılarak da taşıma gücü hesaplanabilmektedir. Bu çalışma kapsamında Meyerhof (1974) tarafından önerilen ve aşağıda verilen bağıntı kullanılarak zeminlerin taşıma güçleri hesaplanmıştır.

B=1,22 m ise; $q_a=12Nxk_d$ (kN/m^2)

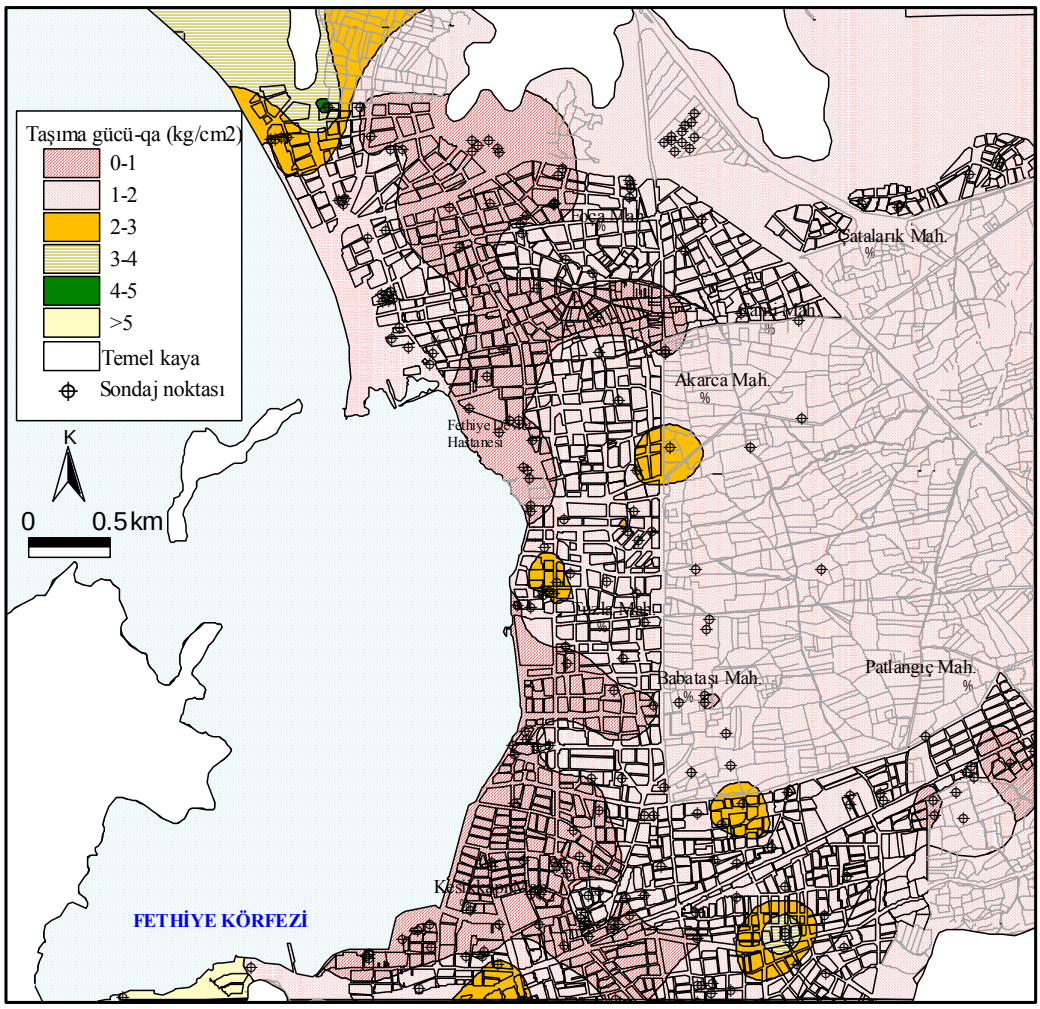
B>1,22 m ise; $$q_a = 8N \times \left(\frac{B+0{,}305}{B} \right)^2 \times k_d \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$k_d=1+0{,}33x(D/B)\leq 1{,}33$$

Burada;
q_a: İzin verilebilir taşıma gücü
N: SPT-N_{arazi}
B: Temel genişliği (m)
D: Temel derinliği (m)

Hesaplamalarda B ve D değerleri 3 m alınmıştır. Hesaplamalar sonucu yapılan harita Şekil 4.82'de verilmiştir.

Burada SPT-N yardımıyla hesaplanarak hazırlanan taşıma gücü haritası, geneli temsil etmektedir. Ancak mühendislik yapılarının inşası aşamasında taşıma gücü hesabı yapılırken; temel genişliği, temel derinliği ve temel tipi göz önünde bulundurulmaktadır. Bu nedenle, taşıma gücü haritası tek başına güvenilir olmamakla beraber diğer veri katmanlarıyla karşılaştırmalı yorum yapılabilmesi amacıyla oluşturulmuştur.



Şekil 4.82. Fethiye yerleşim alanı taşıma gücü haritası

4.10. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS)

CBS, Coğrafi koordinatlı tüm şekillerdeki verilerin görüntülenmesi, etkili şekilde bulup-çıkarma, kaydetme, güncelleme, analiz ve personel, bilgisayar donanımı, yazılımı ve coğrafik verilerin organize edilmiş koleksiyonudur (ESRI, 1994).

1970'lerden beri Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Coğrafya, İnşaat Mühendisliği, Bilgisayar Bilimi, Arazi Kullanım Planlaması ve Çevre Bilimini içeren birtakım akademik disiplinleri kapsayan araştırma ve uygulama alanlarına doğru genişlemiştir. CBS, yerbilimi çalışmalarında kullanılabilecek geniş bir aralığı kapsayan konumsal sorgulamaları destekler. CBS, gelecekteki yer modelinin geliştirilmesinde ve uygulanmasında önemli bir rol oynayacaktır (Church, 2002).

CBS, grafik ve grafik olmayan verilerin depolanması, analiz edilmesi, bunların geri alınabilmesi ve haritalanabilmesini sağlamaktadır. CBS'de hem düzlemsel hem de dünya koordinat sistemleri rahatlıkla kullanılabilmektedir.

Türkiye'de doğal afetlere karşı yeterince hazırlık yapılmadığından, sonuçları da oldukça üzücü olmaktadır. Afetlerle ilgili olarak bilişim teknolojilerinden kolaylıkla yararlanılabilmektedir. Coğrafi Bilgi Sistemleri de buna uygun bir teknoloji olup her türlü kentsel ve coğrafi verinin rahatlıkla kullanıldığı ve kolaylıkla güncellenebilen bir sistemdir.

Karar destek sistemleri için gerekli veriler büyük oranda coğrafi tabanlıdır. Depremden zarar gören insanların sağlık, eğitim, barınma ve günlük ihtiyaçlarının karşılanması, deprem bölgesinin jeolojisi, hasar gören yapıların tespiti, yeni yerleşim alanlarının tespiti, çevre düzeni planı, çağdaş kentlere uygun imar planlarının hazırlanması, yapılaşmanın kontrolü ve yönetimi gibi sıralanabilecek birçok konuda CBS, bir cevap olmuştur.

CBS, bilgi akışını hızlandırdığı, veri güncellemede hızlı ve doğru kararlar almada zaman kaybını önlediğinden tercih edilir hale gelmiştir.

4.10.1. CBS Tabanında Hazırlanmış Arazi Kullanımına Yönelik Yapılan Analizler

Arazi kullanımına yönelik yapılan analizlerin CBS tabanlı yaklaşımları 19. yy'ın sonları ile 20. yy'ın başlarında Amerikalı dış mekan mimarlarının kullandığı "el yapımı üst üste veri çakıştırma (örtüştürme) tekniğine" dayanır. Çalışılan bölgenin doğal ve yapay çevresel niteliklerden oluşan harita verilerini içeren prosedürlerle McHarg (1969) üst üste çakıştırma tekniğini geliştirmiştir. Sonra, bu bilgileri kullanarak açıktan koyuya doğru giden bir gölgelendirme stili ile kişisel şeffaf haritaları oluşturmuş ve bu haritaları birbiri üzerine çakıştırarak bütün arazi kullanımları için uygunluk haritaları oluşturmuştur. Bununla beraber McHarg (1969)'ın yaklaşımı CBS'de klasik üst üste çakıştırma yöntemlerine öncü nitelikte olmuş ve bazı saygın araştırıcılara modern üst üste harita çakıştırma tekniğinde rehber olmuştur (Kıncal, 2004).

Çalışma alanında elde edilen tüm verilerin uzaydaki gerçek konumlarında görülebilmeleri amacıyla öncelikle Fethiye ve çevresine ait 1/25.000 ölçekli topoğrafik haritalar ArcView 3.1; Fethiye yerleşim alanına ait 1/5.000 ölçekli imar paftaları ise ArcInfo 7.2.1 programları kullanılarak sayısallaştırılmıştır. Arazi çalışmalarıyla 1/10.000 ölçekte hazırlanan jeoloji haritası yine ArcView programı kullanılarak bilgisayar ortamına geçirilmiştir. Yapılan sayısallaştırma işlemi sırasında, haritada bulunan bütün verilere farklı ID numaraları verilerek sonraki işlemlerde kolaylık sağlaması amaçlanmıştır. İmar paftalarında bulunan her bir özellik birbirinden ayrılmıştır. ArcInfo programı aracılığıyla sayısallaştırılan imar paftalarının düzeltmeleri yapılıp topolojileri kurulduktan sonra bu paftalar ArcView programına farklı katmanlar halinde aktarılmıştır.

Fethiye yerleşim alanında yapılan sondajlar, ArcView programına nokta kapsam olarak girilmiş ve sondajlara ait veriler (sondaj nosu, derinlik, YASS, SPT değerleri, zemin sınıfları, vs.) de veritabanına girilmiştir.

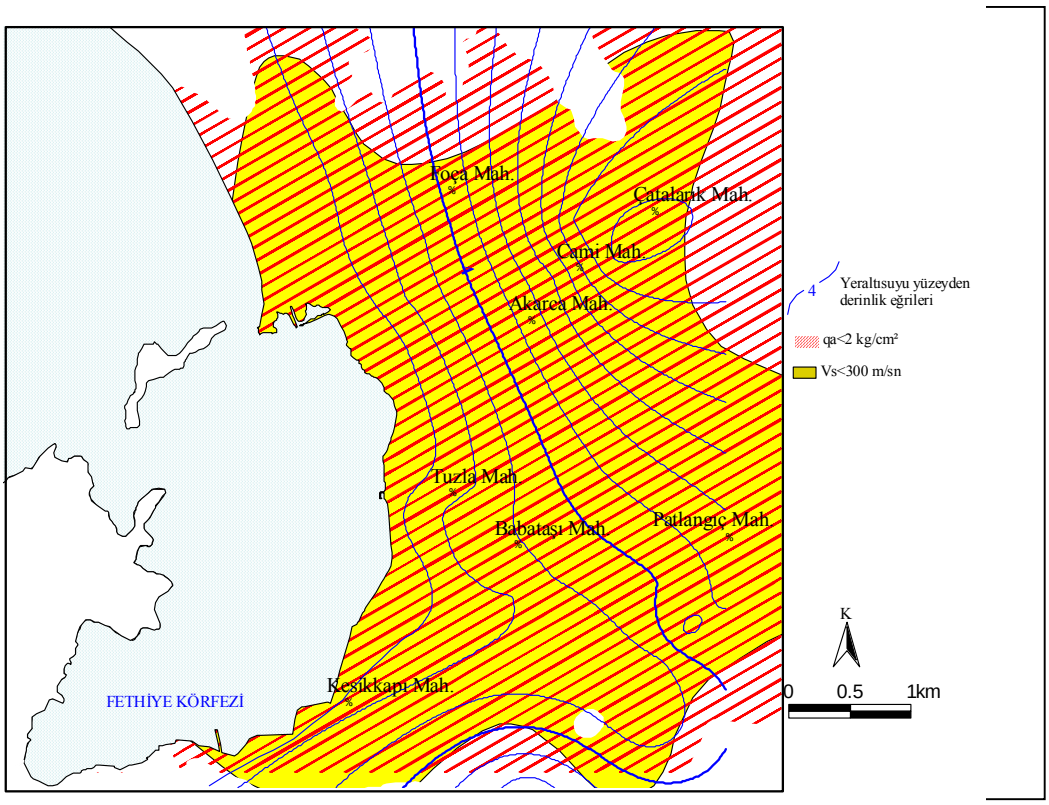
Surfer programı kullanılarak hazırlanan SPT zonlama haritaları ArcView programına aktarılarak diğer haritalarla uyumlu hale getirilmiştir. Aynı şekilde, çalışma alanına ait drenaj ağı, yeraltısuyu seviye ve yüzeyden derinlik haritaları, mühendislik jeolojisi, sıvılaşma, eğim, zemin hakim titreşim periyodu, zemin deprem büyütmesi ve Poisson Oranı dağılım haritaları da bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Bu şekilde tüm haritalar aynı programda ve birbirleriyle karşılıklı olarak kullanılabilir duruma getirilmiştir. Bütün haritalar, tek başlarına ya da birbirleriyle çakıştırılarak değerlendirilmiş ve sonunda yerleşime uygunluk haritası hazırlanmıştır.

4.10.2. CBS Tabanında Hazırlanmış Veri Katmanlarının Değerlendirilmesi

Daha önceki bölümlerde farklı jeoteknik veriler kullanılarak birtakım tematik haritalar hazırlanmış ve bunlar tek başlarına yerleşime uygunluk açısından değerlendirilmiştir. Kentsel yerleşim alanlarında sorun yaşanabilecek bölgeleri görebilmek için farklı kriterleri birlikte değerlendirmek önem kazanmaktadır. Bu amaçla Fethiye yerleşim alanında tehlike haritalarının oluşturulabilmesi için tek tek hazırlanan haritalar birbirleriyle karşılıklı olarak değerlendirilerek yeni haritalar üretilmiştir.

4.10.2.1. Kayma Dalgası Hızı, Yeraltısuyu Yüzeyden Derinlik ve Taşıma Gücü Haritaları

Ayrı ayrı hazırlanmış olan SPT-$(N_1)_{60}$ değerleri kullanılarak yapılan taşıma gücü (q_a), kayma dalgası hızları (V_S) zonlama ve yeraltısuyu yüzeyden derinlik haritaları CBS ortamında örtüştürülerek birlikte değerlendirilmiştir (Şekil 4.83). Bu değerlendirmede; $q_a \leq 2$ kg/cm^2, $V_s \leq 300$ m/sn ve yeraltısuyu yüzeyden derinliğinin 4 m'den düşük olduğu alanlar kullanılmıştır. Bu tür özellikleri taşıyan zeminler yani; taşıma gücü düşük, suya doygun ve zayıf zeminlerin bir arada bulunduğu alanlar, dinamik koşullar altında sorunlu bölgeleri oluşturmaktadırlar.

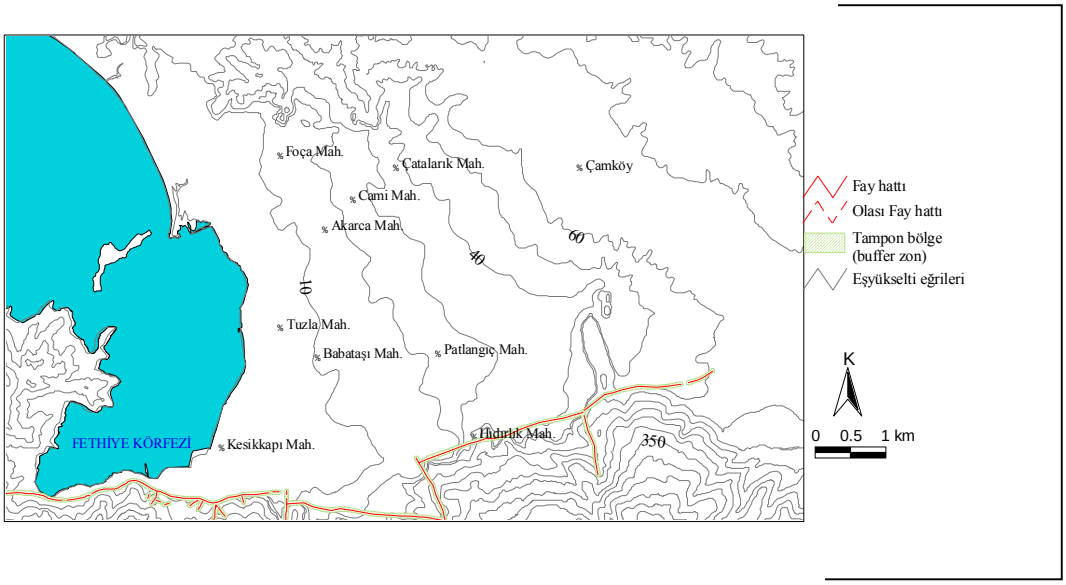


Şekil 4.83. V_S, Yeraltısuyu yüzeyden derinlik ve taşıma gücü haritaları

4.10.2.2. Topoğrafya-Fay Hatları Haritaları

ABD'de diri ya da potansiyel diri faylar yakınında yer alan yapılar için tampon bölgeler oluşturulmasında bazı ölçütler geliştirilmiştir. Yasa gereği, diri faylar üzerinde "proje (yerleşim amaçlı yapı)" olarak tanımlanan insan barınması için gerekli hiçbir yapıya izin verilemez. Ayrıntılı jeolojik çalışmalar yapılmadıkça ve yapılıncaya kadar bir diri fay izinin her iki tarafından 15er metrelik uzaklık içerisinde yer alan kuşakta fayın diri kollarının uzanabileceği varsayılır. Bu 15 m, faydan en düşük uzaklığı ifade etmektedir. Buna karşılık yasa, gökdelenler, hastane veya okullar gibi kritik yapılar için daha sıkı ölçütler içermektedir. 1977 yılından itibaren Kuşaklanma Sınırları ana faylardan itibaren 150 m, kesin olarak belirlenmiş küçük faylardan itibaren 60 ile 90'ar m uzaklıklardan geçirilmiştir (Demirtaş, 2007). Araştırmacının bu çalışmasında, sıvılaşmış doğal gaz tankının diri bir faydan en az 35 m uzaklıkta yer alması gerektiği vurgulanmıştır.

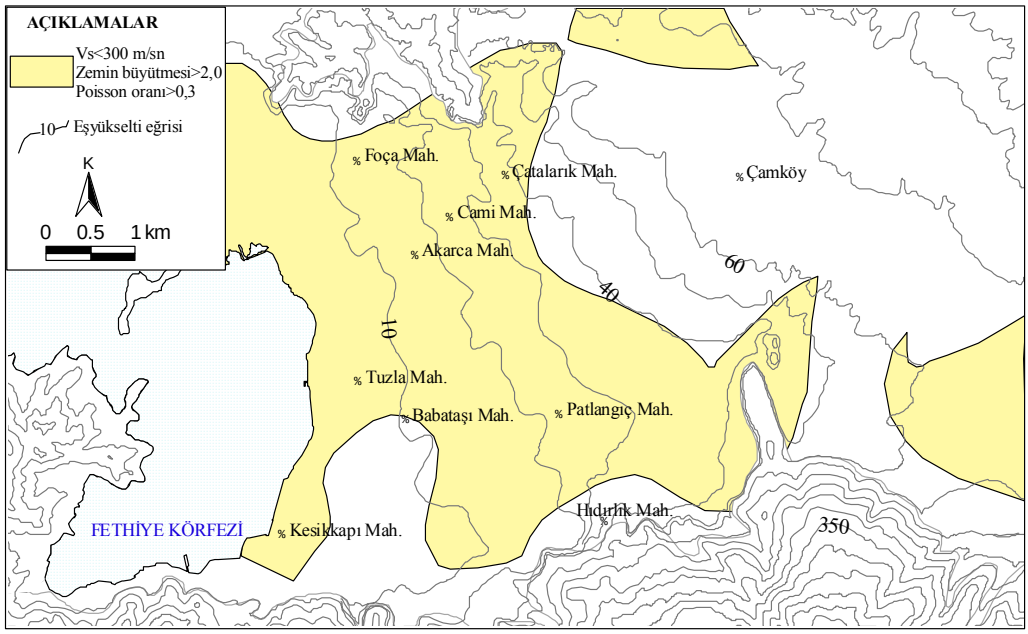
D-B doğrultulu olan ve Fethiye'nin içinden geçen Fethiye Fayının etrafında 35 m tampon bölge oluşturulmuş (Şekil 4.84) ve bu çalışma kapsamında yerleşime uygun olmayan alanlar içinde değerlendirilmistir



Şekil 4.84. Fay hatlarının topoğrafik harita üzerinde gösterimi

4.10.2.3. Kayma Dalgası Hızı, Zemin Büyütmesi ve Poisson Oranı Haritaları

Kayma dalgası hızı (V_S), Poisson Oranı (υ) ve zemin deprem büyütmesi (A) haritaları CBS yardımıyla örtüştürülerek yeni bir tematik harita oluşturulmuştur (Şekil 4.85). Burada; $V_S \leq 300$ m/sn, $\upsilon \geq 0.3$ ve $A \geq 2.0$ olduğu alanlar dikkate alınmıştır. Bu özellikleri taşıyan bölgeler, olası bir depremde depremi daha fazla hissedecektir. Hazırlanan haritaya göre Fethiye yerleşim alanının büyük bölümü, dinamik koşullarda depremden büyük oranda olumsuz etkilenecektir.



Şekil 4.85. V_S, υ ve A'ya göre hazırlanmış tehlike haritası

4.10.3. Çalışma Alanının Yerleşime Uygunluk Açısından Değerlendirilmesi

Arazi kullanımına yönelik olarak yapılan uygunluk analizlerinin amacı; özel gereksinimlere, önceliklere ya da bazı olayların önceden belirlenmesine bağlı olarak gelecekteki arazi kullanımları için en uygun konumsal modellemeyi oluşturmaktır (Collins vd., 2001).

Yanlış yer seçimleri ve yerleşime uygun olmayıp imara açılmış afete maruz bölgeler, yanlış yerlere kurulmuş kentler, denizden doldurularak kazanılmış dolgu alanlar, sıvılaşma potansiyeli taşıyan alanlar üzerine inşa edilmiş büyük mühendislik yapıları, deprem-zemin-yapı etkileşimi dikkate alındığında büyük tehlike arz etmektedir.

Fethiye yerleşim alanı, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı tarafından yayınlanan Türkiye Deprem Bölgeleri haritasında birinci dereceden deprem riskli bölge içerisinde yer almaktadır. Başlıca KD-GB yönünde uzanım gösteren Fethiye-Burdur Fay Zonu, bu bölgeden geçmektedir.

Fethiye ilçesi yerleşim alanında yapılan jeolojik, jeofizik çalışmalar, mekanik sondajlar, hidrojeoloji, mühendislik jeolojisi ve jeoteknik araştırma bulgularına göre deprem hasarını artıran faktörler;

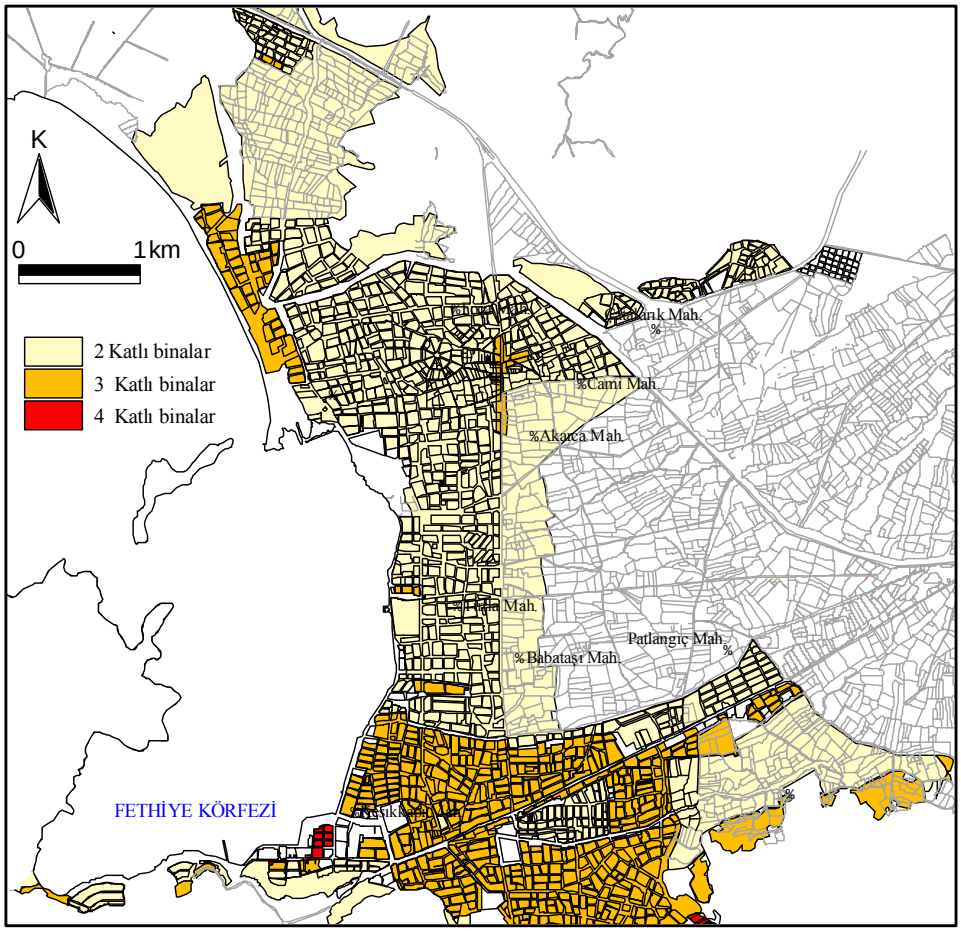
- Zemin sıvılaşması beklenen bölgeler,
- Zemin büyütmesi,
- Yeraltısuyunun yüzeyden derinliği,
- Yapılara gelen deprem kuvvetini denetleyen zemin hakim titreşim periyodu,
- Zemin indeks ve mekanik özellikleri,
- Taşkın alanları,
- Eğim durumu,
- Kaya ortamlarda süreksizliklerin kinematik analizi,
- Bölgesel kayma dalga (V_S) hızı dağılımı ve
- Bahsedilen verilerin birlikte değerlendirilmesiyle elde edilen yeni tematik haritalar (tehlike haritaları) dikkate alınarak

1/5.000 ölçekli yerleşime uygunluk haritası hazırlanmış ve EK-10'da 1/25.000 ölçekli olarak verilmiştir. Söz konusu haritalarda, Fethiye Belediyesi imar alanı yerleşim açısından;

- Uygun olmayan alanlar (UOA)
- Önlemli uygun alanlar (ÖUA-1, ÖUA-2)
- Uygun alanlar (UA)

olarak sınıflandırılmıştır. Önlemli uygun alanların sınıfları belirlenirken sıvılaşma potansiyeli ve kütle hareketleri göz önünde bulundurulmuştur.

Fethiye Belediyesi'nden alınan yapı kat haritası Şekil 4.86'da verilmiştir. Çalışma kapsamında yapılan yerleşime uygunluk haritasıyla kıyaslandığında, uygun olmayan alanlarda 4 katlı binaların bulunduğu görülmektedir. Olası bir depremde, bu alanlarda bulunan yapılarda hasarlar gözlenebilir.



Şe

4.10.3.1. Yerleşime Uygun Olmayan Alanlar (UOA)

Fethiye yerleşim alanının GB bölgesinde, Tuzla Mahallesi'nde "Dolgu Sahası" olarak haritalanan ve Fethiye O22-d-13a ile Fethiye O22-d-13d paftalarında yer alan bölge, yaklaşık 3-4 metre kalınlıkta ve kontrolsüz olarak doldurulmuştur. Yapılan araştırmalara göre dolgunun altında suya doygun, viskoz sıvı kıvamında kil zemin bulunmaktadır. Bu nedenle bölüm 4.6.4'te tanımlanan olumsuz zemin koşulları ve bu alandaki mevcut yapıların zemin kaynaklı sorunların (farklı oturma) bulunması ve Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (1999) de bu alanın yerleşime uygun olmayan alan olarak sınıflandırılmasında belirleyici olmuştur.

Ayrıca, DSİ tarafından hazırlanan haritadaki taşkın alanları da uygun olmayan alanlar olarak değerlendirilmiştir (EK-10).

Topoğrafya ile fay hatlarının birlikte değerlendirilmesi sonucu elde edilen tehlike haritası göz önünde bulundurularak, çizilen tampon bölge (Şekil 4.71) de yerleşime uygun olmayan alanlar içine dahil edilmiştir.

4.10.3.2. Önlemli Uygun Alanlar (ÖUA)

Fethiye yerleşim alanında, yerleşime uygun olmayan alanlar çıkarıldığında, geriye kalan alanlar da hazırlanan haritalara göre dinamik koşullarda tehlikeli bölgeler içinde kalmaktadır. Bu alanlar "Önlemli Uygun Alanlar" olarak sınıflandırılmıştır. Bu çalışmada, sıvılaşma potansiyeli ve kütle hareketlerinin beklendiği alanlar, **Önlemli Uygun Alanlar-1 (ÖUA-1)** ve geri kalan alanlar da **Önlemli Uygun Alanlar-2 (ÖUA-2)** olarak değerlendirilmiştir.

- **Önlemli Uygun Alanlar-1 (ÖUA-1)**

Kaya ortamlarda kütle hareketi beklenen bölgeler, sıvılaşma potansiyeli olan alanlar ve eğim haritasında gösterilen 17°'den yüksek eğimli alanlar, yerleşim açısından Önlemli Uygun Alan-1 (ÖUA-1) olarak tanımlanmıştır. Ancak kütle hareketi beklenen alanlarda gerekli önlemler (istinat duvarı, ankraj, beton perdeleme, vb.) alındığında yerleşim açısından bir sakınca oluşturmayacaktır.

Idriss (2002) sıvılaşma riski olduğu açığa çıkarılan sahalar için alınabilecek kararları; öngörülen riskin kabul edilerek bir önleme gidilmemesi, tasarımın sıvılaşmanın getirebileceği negatif tesirleri azaltacak yönde değiştirilmesi ve zemin ıslah çalışmaları ile sıvılaşmanın önlenmesi ve/veya etkilerinin azaltılması olarak üç ana gruba ayırmaktadır.

Özsoy ve Durgunoğlu (2003)'na göre sıvılaşma etkilerinin azaltılmasına yönelik metodlar arasında (1) sıvılaşma potansiyeli olan zeminin kazılması ve/veya yer

değiştirilmesi, (2) zemin sıkılaştırmasıyla mukavemet parametrelerinin arttırılması (vibrokompaksiyon, taş kolon, dinamik kompaksiyon, patlatma vs.), (3) aşırı boşluk suyu basınçlarının taş kolon veya şerit drenler ile drenajı, (4) çimento ve diğer bağlayıcılarla zeminde mukavim kolonlar oluşturulması (Jet Grouting, Deep Mixing vs.), (5) çakma veya fore kazıklı temeller (kesme kuvvetlerini karşılayacak şekilde donatılarak), (6) yeraltısu seviyesinin düşürülmesi, (7) diyafram duvar ve (8) radye temel uygulamaları sıralanabilecektir.

- **Önlemli Uygun Alanlar-2 (ÖUA-2)**

Yamaç molozlarının ve alüvyonların yüzeylendiği bölgede, sıvılaşma potansiyeli beklenmeyen, zemin büyütmesinin 1-2, Poisson Oranının 0,25-0,4 arasında olduğu alanlar; "Önlemli Uygun Alanlar-2" olarak tanımlanmıştır. Bu alanlar, Fethiye yerleşim alanının geniş bir bölümünü kapsamakta olup yerleşime uygunluk haritasında gösterilmiştir. Günümüzde, ülkemizdeki inşaat tekniği alışkanlığı ve yapı maliyetleri dikkate alındığında ÖUA-2'de yapılacak yerleşimlerde, özellikle yüksek katlı betonarme, tek kattan yüksek yığma bina, sığ temel derinlikli yapılaşmalardan kaçınılmalıdır. Eğer yapılaşma zorunluluğu varsa, temel türü seçimi ve statik hesaplarının yerel zemin özelliklerine uygunluğunun en iyi şekilde hesaplanması ve kontrol edilmesi gerekmektedir. Bu alanlarda bulunan mevcut yapıların incelenmesi ve gerekiyorsa iyileştirme çalışmalarının da yapılması önerilmektedir.

4.10.3.3. Yerleşime Uygun Alanlar (UA)

Fethiye yerleşim alanının batısında ve kuzeyinde bulunan Peridotitlerin yüzeylediği ve eğimin 17°'den daha düşük olduğu alanlar yerleşime uygun alanlar olarak değerlendirilmektedir.

Yerleşime uygun alanlarda ana kayanın yüzeyde görülmediği alanlarda örtü kalınlığının belirlenmesine yönelik araştırma çukurları veya mekanik sondaj kuyularına gereksinim olabilir. Örtü kalınlığının 5 m'den fazla olduğu alanlarda, bina temeli bu zemine oturacaksa, zeminden örselenmiş ve örselenmemiş örnekler

alınarak zeminlerin mühendislik özellikleri belirlenmeli, taşıma gücü ve oturma hesapları yapılmalıdır. Fethiye yerleşim alanının Bayındırlık ve İskan Bakanlığının verilerine göre 1. dereceden deprem riski taşıyan alanda yer alması nedeniyle bu çalışma kapsamında belirlenen uygun alanlarda binaların bodrum katlı ve yüksekliklerinin 12,5 m'yi (4 kat) geçmemesi önerilmektedir (Ertunç vd., 2001).

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Fethiye yerleşim alanı ve çevresinin jeoloji, jeoteknik ve depremselliğinin incelenmesi amacıyla yapılan bu çalışma ile aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

Fethiye ve çevresinin 1/10.000 ölçekli jeoloji haritası önceki çalışmalar, uzaktan algılama teknikleri ve saha gözlemleriyle hazırlanmıştır. Bölgede otokton ve allokton konumlu kaya birimleri bulunmaktadır. Yörede yer alan otokton birimler olarak Eosen yaşlı Elmalı Formasyonu ve Kuvaterner yaşlı yamaç molozları ve alüvyonlar ayırt edilmiştir. Çalışma bölgesinde yer alan kaya birimlerinin büyük bölümü, Likya Naplarına ait allokton kaya topluluklarından oluşmaktadır. Fethiye ve yakın çevresi ile genelde GB Anadolu'da yer alan Likya naplarına ait allokton kaya toplulukları (Şenel, 1997) tarafından üç farklı nap birimi şeklinde gruplandırılmıştır. Bunlar sırası ile; Tavas, Bodrum ve Marmaris Ofiyolitli Naplarıdır. Bölgede bu nap sistemleri içinde ayırt edilen belli başlı kaya birimleri şunlardır:

- *Tavas Napı*'na ait Karapınar Formasyonu, Belenkavak Formasyonu, Ağaçlı Formasyonu ve Babadağ Formasyonu,
- *Bodrum Napı*'na ait Kayaköy Dolomiti
- *Marmaris Ofiyolit Napı*'na ait Çövenliyayla Formasyonu ve Marmaris Peridotitidir.

Uzaktan algılama çalışmaları kapsamında, 2001 yılına ait Landsat-7 ETM+ uydu görüntüsü kullanılarak bölgedeki çizgisellikler haritalanmıştır. Belirlenen 397 adet çizgiselliğin konumlarından yararlanılarak doğrultu gül diyagramı hazırlanmıştır. Bölgede KD-GB gidişli 314 adet çizgisellik saptanmış ve bunların Fethiye–Burdur Fay Zonuna uyumlu oldukları görülmüştür.

Fethiye yerleşim alanı ve çevresinin deprem aktivitesi, deprem risk analizi ve Fethiye'nin gelecekteki depremlerle ilişkisi incelenmiş ve bu bölgede M=6,5'tan büyük bir depremin 100 yılda ve %65 olasılıkla tekrarlayabileceği görülmüştür.

Sıvılaşma riskini artıran yeraltısuyu deriniliği çalışma alanında 0,5-11,5 m arasında değişmektedir. Bu değişimler Mayıs ve Eylül aylarında yapılan yeraltısuyu seviye ölçümlerine bağlı olarak hazırlanan yeraltısuyu seviye haritaları ve yeraltısuyunun yüzeyden derinlik haritalarında sunulmuştur.

Çalışma alanı içindeki alüvyonlar, çalışmanın amacı doğrultusunda büyük önem kazanmaktadır ve ovanın tamamını oluşturmaktadır. Bunlarla ilgili ayrıntılı bilgi almak amacıyla önceden yapılmış olan zemin etüd raporları ve sondajları incelenerek veri yetersizliği görülen yerlerde 23 adet ilave sondaj yapılmış, bu sondajlarda her 1,5 metrede SPT deneyleri yapılmıştır. Ayrıca uygun olan yerlerden örselenmemiş numuneler alınarak laboratuar deneyleri yapılmıştır. Bu deneylerden bölgedeki zeminlerin zemin sınıfları, fiziksel ve mekanik özellikleri ile içsel parametreleri belirlenmiştir. Bölgede yeraltı jeolojisine açıklık getirmek amacıyla mekanik sondaj, CPT ve jeofizik çalışmalar (düşey elektrik sondajı ve sismik kırılma) sonucu elde edilen verilerden yararlanılarak 1/5.000 ölçekli sistematik jeolojik kesitler hazırlanmıştır.

Fethiye ovasını oluşturan alüvyon, heterojen bir yapıya sahip olup kil, silt, kum, çakıl ve bunların kombinasyonlarının bir arada bulunduğu zeminlerden oluşmaktadır. Yapılan laboratuar deneyleri sonucunda da CL ve CH türü killer; ML ve MH türü siltler; killi, siltli kum ve çakıl sınıfı zeminler bulunmuştur. Bu sonuçlar sayesinde çalışma alanının 1,5 ve 4,5 m'lerini gösteren jeoteknik haritası hazırlanmıştır.

Çalışma alanında 49 profil halinde sismik kırılma ölçümleri yapılarak, V_P ve V_S hızları elde edilmiştir. Bu veriler kullanılarak sismik mikro bölgelendirmeye yönelik;

- 3, 6, 9 ve 12 m derinlikler için sismik kayma dalga hızı (V_S) haritaları,
- 3, 6 ve 9 m derinlikler için Poisson Oranı dağılım haritaları,
- Zemin hakim titreşim periyodu haritası ve
- Zeminin deprem büyütmesi haritası hazırlanmıştır.

SPT-N_{arazi} değerleri kullanılarak 3, 6 ve 9 m için SPT-N_{arazi} zonlama haritası hazırlanmıştır. Düzeltilmiş SPT-$(N_1)_{60}$ değerleri kullanılarak yerleşim alanının sıvılaşma potansiyeli araştırılmıştır. Özellikle kıyı bölgelerinin sıvılaşma potansiyeline sahip olduğu görülmüştür. Ayrıca, Fethiye'nin doğusunda da sıvılaşma potansiyeline sahip alanlar bulunmaktadır. Bu tür bölgeler, yerleşime uygunluk haritasında, yerleşime önlemli uygun alanlar-I (ÖUA-I) olarak haritalanmıştır.

Laboratuar deneyleri sonucu elde edilen zeminlerin içsel parametreleri kullanılarak ve düzeltilmiş SPT-$(N_1)_{60}$ değerleri kullanılarak iki yöntemle inceleme alanındaki zeminlerin taşıma gücü hesapları yapılmıştır. Buna göre yerleşim alanının genelinde q_a<2,0 kg/cm^2'dir.

Yerleşime uygunluk haritalarının hazırlanmasında önemli bir kriter olan eğim haritası, Fethiye yerleşim alanı ve yakın çevresi için hazırlanmıştır. Bu haritaya göre eğimi 17°'den büyük olan alanlar, yerleşime önlemli uygun alan-I sınıfına dahil edilmiştir.

Kütle hareketlerini araştırmak amacıyla Kayaköy Dolomiti'nde süreksizlik ölçümleri yapılarak kinematik ve sayısal analizleri yapılmıştır. Bu sonuçlara göre Kayaköy Dolomitlerinin statik durumda kama tipi kaymaya karşı güvenli olduğu belirlenmiştir. Kütle hareketi beklenen bölgeler, yerleşime önlemli uygun alanlar-I olarak sınıflandırılmıştır.

Fethiye ve çevresine ait 1/25.000 ölçekli 4 adet topoğrafik harita, Fethiye yerleşim alanına ait 1/5.000 ölçekli imar paftaları çalışmanın altlığını oluşturması amacıyla sayısallaştırılarak UTM Zone 35 (ED50)'ye göre koordinat dönüşümleri yapılmıştır. Çalışma kapsamında hazırlanan diğer haritalar da aynı koordinat sistemine çevrilerek tümü aynı ortama aktarılmıştır. Bu şekilde bütün haritaları bir arada görme ve verileri karşılıklı değerlendirme imkanı bulunmuştur.

Topoğrafya ve fay hatlarını gösteren harita birlikte değerlendirilerek fayların etki alanları tampon bölge (buffer zone) olarak ayrılmış ve buralar, yerleşime UOA sınıfına dahil edilmiştir.

Kayma dalgası hızı, yeraltısuyu yüzeyden derinlik ve taşıma gücü haritaları birlikte değerlendirilerek tek bir tehlike haritası elde edilmiştir. Bu haritaya göre belirlenen alanlar; taşıma gücü düşük, suya doygun, zayıf zeminlerin bir arada bulunduğu bölgeleri göstermektedir.

Kayma dalgası hızı, zemin büyütmesi ve Poisson Oranı haritalarının örtüştürülmesiyle elde edilen tehlike haritasındaki alanlar; dinamik koşullarda depremden büyük oranda etkilenecek gözenekli, suya doygun, gevşek zemin tabakalarının bir arada bulunduğu alanlardır.

Çalışma kapsamında elde edilen tüm veriler değerlendirerek Fethiye yerleşim alanının yerleşime uygunluk haritası yapılmıştır. Fethiye; *Yerleşime Uygun Olmayan Alan (UOA), Yerleşime Önlemli Uygun Alan-I ve II (ÖUA-I ve ÖUA-II) ve Yerleşime Uygun Alan (UA)* olmak üzere dört bölgeye ayrılmıştır. Bu haritaya göre Fethiye yerleşim alanının %8'i yerleşime uygun alan sınıfına girmektedir.

KAYNAKLAR

Abe, K., 1995. Magnitudes and Moments of Earthquakes. In: Ahrens. T.J.(Ed.). Global Earth Physics: A Handbook of Physical Constant. AGU, Washington, pp.206-213.

Adatepe, Ş., 2002. Küçükçekmece ve Sefaköy Yerleşim Bölgelerinin Zemin Büyütmesine Göre Mikrobölgelemesi. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.

Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, 1999. 1997 Deprem Yönetmeliği (1998 Dğişiklikleri İle Birlikte), TC. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı.

Akca, N., 2003. Correlation of SPT–CPT Data From The United Arab Emirates. Engineering Geology, 67 (3), 219-231.

Akdeniz, N., Öztürk, E.M., Özdemir, T., Kadınkız, G., Metin, Y., Öcal, H., Serdaroğlu, M. ve Örçen, S., 1994. Fethiye (Muğla)-Kalkan (Antalya) ve Kuzeyinin Jeolojisi. MTA Rap. No: 9761 (yayımlanmamış).

Aki, K., 1987. Maximum Likelihood Estimate of b value In The Formula log N=a-bM and Its Confidence Limits. Bull. Earthq. Res. Inst. 43, 237-239.

Akyüz, H.S. ve Altunel, E. 2001. Geological and Archaeological Evidence For Post-Roman Earthquake Surface Faulting At Cibyra. SW Turkey. Geodinamica Acta, 14, 95-101.

Allen, C. R., Amand, P., Richter, C. F. ve Nordquist, J. M., 1965. Relation Between Sismicity and Geological Structure In The Southern California Region. Bull. Seismol. Soc. Am. 55, 752-797.

Alsan, E., Tezuçan, L. ve Bath, M.,1975. An Earthquake Catalogue For Turkey For Interval 1913-1970. Kandilli Observatory, Seismological Dept., Report no: 7-75.

Ambraseys, N.N., 1970. Some Characteristics Features of The North Anatolian Fault Zone. Tectonophysics, 9, 143-165.

Ambraseys ve Finkel, 1995. The Seismicity of Turkey and Adjacent Areas. 1500-1800, Eren, İstanbul.

Ambraseys, N.N., 2001. The Earthquake of 1509 In The Sea of Marmara, Turkey, revisited. Bull.Soc.Am..

Ansal, A.M. ve Erken, A., 1989. Undrained Behaviour of A Clay Under Cyclic Shear Stresses. ASCE Journal of Geotechnical Engineering Division, No.7, pp.968-983.

Ansal,A.M., 1994. Effects of Geotechnical Factors and Behaviour of Soil Layers During Earthquakes. State-of-the-Art Lecture, Proc. of 10th European Con. on Earthquake Engineering, Wien, Austria, (1):467-476.

Ansal, A.M., Yıldırım, H. ve Erken, A., 1995. Cyclic Stress-Strain-Pore Pressure Behaviour of Soils. Proc. of Int. Symposium on 70 Years of Soil Mechanics, Istanbul,pp.43-71.

Ansal, A. M., 1998. Zeminlerin Tekrarlı Gerilmeler Altında Davranışları ve Depremlerde Yerel Zemin Koşullarının Etkisi. Hamdi Peynircioğlu Konuşması. Zemin Mekaniği ve Temel Mühendisliği Yedinci Ulusal Kongresi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.

Arbas, A., Bilgi, C., Bilgin, Z., Dinçer, M.A., Durukan, E., Erkan, M., Karaman, T., Kaymakçı, H., Örçen, S., Selçuk, H. ve Şen,M.A., 1986. Gömbe - Akdoğan'ın stratigrafik ve yapısal özellikleri. Kaş- Antalya. Türkiye Jeoloji Kurumu Bildiri Özleri, s. 51.

Aydan, Ö., Kumsar, H., Ulusay, R., 2000. GPS Ölçümlerinden Yararlanılarak Batı Anadolu'nun Depremselliğine Bir Yaklaşım. Batı Anadolu'nun Depremselliği Sempozyumu, s. 279-289.

Aydın, S. ve Yiğiter, H., 2005. Betonarme Açısından Sorunlu Zeminler ve Alınacak Önlemler. İMO İzmir Şubesi, Haziran-2005, yıl:20, sayı:123.

Barka, A, Şaroğlu, F. ve Şengör, A.M.C., 1995. The Isparta Angle: Its Importance in the Neotectonics of the Eastern Mediterranean Region. IESCA-Güllük, Turkey, pp:3-17.

Barka, A. ve Reilinger, R., 1997. Active Tectonics of The Eastern Mediterranean Region: Deduced From GPS, Neotectonic and Seismicity Data. Annali di Geofisica, 11, n. 3, 587-610.

Beyaz, T., 2004. Zemin Etkisinden Arındırılmış Deprem Kayıtlarına Göre Türkiye İçin Yeni Bir Deprem Enerjisi Azalım Bağıntısının Geliştirilmesi. Ankara Üniv. Fen Bil. Enst., Doktora Tezi, 271 s. (yayınlanmamış).

Bilgin, Z., Dalkılıç, H., Gedik, I., Serdaroğlu, M.; Uğuz, F. ve Korucu, M., 1991. Eğirdir-Sütçüler- Yenişarbademli Arası ve Yakın Dolayının (Batı Toroslar) Jeolojisi. TPAO Rap.No: 2964 (yayımlanmamış).

Bowles, J.E., 1979. Physical and Geotechnical Properties on Soils. Mc-Graw-Hill Book Company, New York.

Bölükbaşı, A.S., 1997. 1:100.000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları, Fethiye M-9 Paftası. No: 5, MTA, Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara.

Burton, P. W., 1979. Seismic Risk In Southern Europe Through India Examined Gumbel's Third Distribution of Extreme Values. Geophys. J. R. Astr. Soc. 59, 249-280.

Canigür A., Ozturk, F., Altan, M. ve Ayday, C., 1999. Preparation of Engineering Geological Maps by Using Remote Sensing and Geographic Information System Techniques (North of Eskisehir). International Symposium on Remote Sensing and Integrated Technologies, 20-22 October 1999, İTÜ, İstanbul.

Chan, L. S. ve Chandler, A. M., 2001. Spatial Bias In *b*-value of The Frequency-Magnitude Relation for The Hong Kong Region. J. Asian Earth Sciences 20, 73-81.

Christakos, G., 2003. Soil Behaviour Under Dynamic Loading Conditions: Experimental Procedures and Statistical Trends. Stochastic Environmental Research and Risk Assessment, Springer, 17, 3, 175-190.

Chu, B., Hsu, S., Chang, Y., 2003. Ground Behavior and Liquefaction Analyses in Central Taiwan-Wufeng. Engineering Geology, 71, 119-139.

Church, R. L., 2002. Geographical Information Systems and Location Science. Computers and Operations Research 29 (6), 541-562.

Colin, H., 1962. Fethiye-Antalya-Kaş-Finike (Güneybatı Türkiye) Bölgesinde Yapılan Jeolojik Etüdler. MTA Dergisi, 59, 19-59.E.

Collins, M.G., Steiner, F.R., Rushman, M.J. (2001). Land-Use Suitability Analysis İn The United States. Historical Development and Promising Technological Achievements. Environmental Management 28 (5), 611–621.

Çapan, U., 1980. Toros Kuşağı Ofiyolit Masiflerinin (Marmaris, Mersin, Pozantı, Pınarbaşı ve Divriği) İç Yapılan, Petroloji ve Petrokimyalarına Yaklaşımlar. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara, 400s, (yayımlanmamış).

Çetin, K., O., Youd, T., L., Seed, R., B., Bray, J., D., Sancio, R., Lettis, W., Yilmaz, M., T. ve Durgunoğlu, H., T., 2002. Liquefaction-induced Ground Deformations At Hotel Sapanca During Kocaeli (Izmit), Turkey Earthquake. Soil Dynamics and Earthquake Engineering.

Çinicioğlu, F., 2005. Zeminlerde Statik ve Dinamik Yükler Altında Taşıma Gücü Anlayışı ve Hesabı. Seminer, İMO, İstanbul.

Dalkılıç, H., Gedik, L., Serdaroğlu, M., Bölükbaşı, S., Metin, S., Esentürk, K., Bilgin, Z., Uğuz, F., Korucu, M. ve Özgül, N., 1992. Eğirdir-Yenişarbademli- Gebiz ve Geris-Köprülü (Isparta-Antalya) Arasında Kalan Alanın Jeolojisi. MTA-TPAO Rap. No: 3132, 559 s. (yayımlanmamış).

Das, B.M., 1983. Fundamentals of Soil Dynamics. Elsevier Science Publishing Co. Inc., s. 353-374, New York, USA.

Das, B.M., 1998. Principles of Geotechnical Engineering. Fourth Edition, 712p, PWS, Boston.

Davraz, A., Karagüzel, R. ve Soyaslan, İ.İ., 2003. The Importance of Hydrogeological and Hydrological Investigations in The Residential Area: A Case Study In Burdur, Turkey. Environmental Geology. Springer, 44 (7), 852-861.

Dearman, W.R. ve Matula, M., 1976. Environmental Aspects of Engineering Geological Mapping. Bulletin of The International Association of Engineering Geology 14, 141–146.

Demek, J., 1972. Manuel of Detailed Geomorphological Mapping. Academia, Parague.

Demir, H., 1995. Normal Konsolide Killerde Gerilme Boşalmasının Geoteknik Parametrelere Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.

Demirtaş, R., ve Yılmaz, R., 1996. Türkiye'nin Sismotektoniği Sismisitedeki Uzun Süreli Değişim ve Güncel Sismisiteyi Esas Alarak Deprem Tahminine Bir Yaklaşım. Bay. ve İsk. Bakanlığı, Temmuz 1996-Ankara.

Demirtaş, R., 2007. Diri Faylar Etrafında Tampon Bölge (emniyetli kuşak) Oluşturma Esasları-Fay Yasası. Deprem Araştırma Dairesi, Ankara. http://sismo.deprem.gov.tr/turknet/raporlar/haberfayyasa.pdf. Erişim Tarihi: 10.04.2007.

Dewey, J. F. ve Şengör. A.M.C., 1979., Aegean and Surrounding Regions: Complex Multi-Plate and Continuum Tectonics In A Convergent Zone, Geol. Soc. America Bull. Part 1. 90., 84-92 p.

Dobry, R., Stokoe, K., H., Ladd, R., S. ve Youd, T., L., 1981. Liquefaction From S-Wave Velocity. Preprint 81-544, ASCE, National Convention, St. Louis, Missouri.

Douglas, B., J. ve Olsen, R., S., 1981. Soil Classification Using Electrical Cone Penetrometer. American Society of Civil Engineers. ASCE, Proceedings of Conference on Cone Penetration Testing and Experience, St. Louis, October 26-30, pp. 209-227.

Doyuran, V., 1999. Fethiye Özel Çevre Koruma Bölgesi Su Kaynakları Yönetimi Projesi. Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji-Jeofizik Araştırma Merkezi, Ankara.

Drahor, M., 1991. Arkeolojik Alanlarda Jeofiziksel Prospeksiyonun Önemi. T.C. Kültür Bakanlığı, IX. Araştırma Sonuçları Toplantısı, Çanakkale.

Erakman, B., Meşhur, M., Gül, M.A., Alkan, H., Öztaş, Y. ve Akpınar, M., 1982. Fethiye - Köyceğiz- Tefenni- Elmalı-Kalkan Arasında Kalan Alanın Jeolojisi. Türkiye 6. Petrol Kongresi, Jeoloji Bildirileri, 23-31, Ankara.

Erdas Imagine Field Guide, 2003.

Erdas Imagine Tour Guide, 2003.

Erdik, M. ve Özselçuk, A., 1978. Türkiye Deprem Kataloglarının Bölgesel Düzenlenmesi. Rapor no: ODTÜ/DMAE 78/6, Aralık 1978.

Erdik, M., Ansal, A., Aydınoğlu, N., Barka, A., Işıkara, A. M.,Yüzügüllü, Ö., Avcı, J., Özel, O., Biro,Y., Biro, A. ve Birgören, G., 2000. İzmir Deprem Senaryosu Master Planı, İzmir.

Ergin, K., Güçlü, U. ve Uz, Z., 1967. Türkiye ve Civarının Deprem Kataloğu. İTÜ Maden Fakültesi yayını.

Ergin, K., Güçlü, U. ve Aksoy, G., 1971. Türkiye ve Civarının Deprem Kataloğu. İTÜ Maden Fakültesi , Arz Fiziği Enstitüsü yayını.

Erguler, Z., A. ve Ulusay, R., 2003. Engineering Characteristics and Environmental Impacts of the Expansive Ankara Clay, and Swelling Maps for SW and Central Parts of the Ankara (Turkey) Metropolitan Area, Environmental Geology.

Ertunç, A., Karagüzel, R., Yağmurlu, F., Türker, E., Keskin, S.N., Bozcu, M., Yılmaz, K., Özçelik, M., Davraz, A., Yalçın, A., Şentürk, M., Soyaslan, İ.İ., Uyanık, O., Kaya, M.A., Kamacı, Z., Balkaya, Ç., Duman, Y., Kalyoncuoğlu, Y., Uyanık, A., Çimen, Ö., Uzundurukan, S., Karaca, Ö., ve Şener, E. (2001). Burdur Belediyesi Kent Merkezi ve Yakın Çevresinin Yerleşime Uygunluk Açısından İncelenmesi. SDÜ Müh-Mim. Fak., Isparta.

ESRI, 1994. Program Manual. p. 1-2.

Flugel, H., 1961. Isparta 106/3 ve Elmalı 123/1 Paftaları Dahilinde Yapılan Jeolojik Löve Çalışmaları. MTA Rap. No: 2372 (yayımlanmamış).

Fralof, A., F. ve Korotkih, İ., B., 1983. Mühendislik Jeolojisi. s. 68, Moskova.

Frohlich, C. ve Davis, S., 1993. Teleseismic *b*-values: or, much about 1.0, J. Geopyhys. Res., 98, 631- 644.

Graciansky, P., C., 1968. Teke Yarımadası (Likya) Toroslarının Üst Üste Gelmiş Ünitelerinin Stratigrafisi ve Dinaro Toroslardaki Yeri. MTA Dergisi, 71, 73-92.

Graciansky, P., C., 1972. Recherches Geologiques Dans le Taurus Lycien Occidental, These Univ. Paris-Sud (Orsay), 731 p.

Guidoboni, E., Comastri, A. ve Trainai G., 1994. Catalogue of Ancient Earthquakes In The Mediterranean Area up to 10th century. pub.Inst.Nazion.Geofisica, Rome.

Gutenberg, B. ve Richter, C. F., 1944. Frequency of Earthquakes in California, Bull. Seismol. Soc. Am. 34, 185-188.

Gürer, A., 2001. Prospeksiyon Jeofiziği Elektirik ve Elektromanyetik Yöntemler, İ.Ü. Mühendislik Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü Ders Notları.

Gürer, A., Bayrak, M., ve Ö.F. Gürer, "Magnetotelluric images of the crust and mantle in the southwestern Taurides, Turkey", Tectonophysics, 391, 109-120 (2004).

Hazidimitriou, P. M., Papadimitriou, E., E., Mountrakis, D. M. ve Papazachos, B. C., 1985. The Seismic Parameter B Of The Frequency-Magnitude Relation and Its Association With The Geological Zones In The Area of Greece. Tectonophysics 120, 141-151.

Hobbs, W., H., 1904. Lineaments of The Atlantic Border Region. Geological Society American Bulletin, 15, 483-506 p.

Huang, J. ve Turcotte, R.,1988. Fractal Distributions of Stress and Strength and Variations of *b*-Value. Earth. And Planetary Letters, 91, 223-230.

Idriss, I.M., 1998. Evaluation of Liquefaction Potential, Consequences and Mitigation- An Update. Presentation notes for Geotechnical Society Meeting, Vancouver, Canada.

Idriss, I.M., 1999. An update of the Seed and Idriss Simplifield Procedure for Evaluating Liquefaction Potential, Presentation notes for Transportation Research Board Workshop on New Approaches to Liquefaction Analysis. Washington, D.C.

Ishomoto, M., Lida, K., 1939. Observations of Earthquakes Registered With The Microseismograph Constructed Recently. Bull. Earthq. Res. Inst. 17, 443-478.

İslamoğlu, Y. ve Taner, G., 2002. Kasaba Miyosen Havzasında Uçarsu ve Kasaba Formasyonlarının Mollusk Faunası ve Stratigrafisi (Batı Tporoslar, GB Türkiye). MTA Dergisi, 125, 31-57.

Kalyoncuoğlu, Y., 2007. Evaluation of Seismicity and Seismic Hazard Parameters In Turkey and Surrounding Area Using A New Approach To The Gutenberg-Richter Relation. Journal of Seismology. 11, 2, 131-148.

Kıncal, C., 2004. İzmir İç Körfezi Çevresinde Yer Alan Birimlerin Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Teknikleri Kullanılarak Mühendislik Jeolojisi Açısından Değerlendirilmesi. Doktora Tezi, 342 s., Dokuz Eylül Üniv., İzmir.

Kijko, A. ve Sellevol, M. A., 1989. Estimation of Earthquake Hazard Parameters From Incomplete Data Files. Part I. Utilization of Extreme and Complete Catalogs With Different Threshold Magnitudes. Bull. Seism. Soc. Am. 79, 645-654.

Kijko, A., Sellevol, M. A., 1992. Estimation of Earthquake Hazard Parameters From Incomplete Data Files. Part II. Incorporation of Magnitude Heterogeneity. Bull. Seism. Soc. Am. 82, 120-134.

Koca, Y., 2000. Eğim Haritaları ve Uygulamadaki Önemi. Jeoteknik ve Deprem Sorunları Sempozyumu.

Kumbasar, V. ve Kip, F., 1973. İnşaat Mühendisliğinde Zemin Mekaniği. s. 359, Çağlayan Kitabevi, İstanbul.

Lapenna, V., Macchiato, M. ve Telesca, L., 1998. Fluctuations and Self Similarity In Earthquake Dynamics; Observational Evidences In Southern Italy. Phys. Earth Planet. Int., 106,115-127.

Maitre, D., 1967. Contribution a L'etude Geologique de la Bordure Sud du Masif de Menderes Dans la Region Situee a l'Est de Köyceğiz (Province de Muğla), Turquie. These Univ., Grenoble.

Manakou, M. V. ve Tsapanos, T. M., 2000. Seismicity and Seismic Hazard Parameters Evaluation In The Island of Crete and Surrounding Area Inferred From Mixed Data Files. Tectonophysics 321, 157-178.

Maslow, N.N., 1968. Zemin Mekaniğinin Esasları ve Mühendislik Jeolojisi. Moskova.

Medvedev, S.V., 1962. Şehirlerde Yersel Sismik bölgelendirme Esasları. Mühendislik Sismolojisi, Çeviri: Çapan, U., Z., ve Buket, E., Afet İşleri Genel Müd. Jeolojik Etüt Daire Başkanlığı.

Meşhur, M. ve Akpınar, M., 1983. Köyceğiz-Datça-Yatağan (Muğla) Kale (Denizli) Arasında Kalan Alanın Jeolojisi ve Petrol Olanakları. TPAO Arama Grubu Başkanlığı, Rap. No. 1847.

Mitchell, J.K., 1976. Fundamentals of Soil Behaviour. John Wiley & Sons. Inc., 422 p. New York.

Miyamura, S., 1962. Magnitude-Frequency Relations and Its Bearing To Geotectonics. Proc. Jpn. Acad. 38, 27-30.

Mogi, K., 1967. Earthquakes and Fractures. Tectonophysics 5, 35-55.

Moores, E.M., 1982. Origin and Emplacement of Ophiolites. Reviews of Geophysics and Space Physics, V.20, p.735-760.

Mori, J. ve Abercrombie, R. E., 1997. Depth Dependence of Earthquake Frequency-Magnitude Distributions In California: Implications For The Rupture Initiation. J. Geopyhys. Res., 102, 15081-15090.

Nanjo, K., Nagahama, H. ve Satomura, M., 1998. Rates of Aftershock Decay and The Fractal Structure of Active Fault Systems. Tectonophysics. 287, 173-186.

NEHRP, 2000. The 2000 NEHRP Recommended Provisions for New Buildings and Other Structures (FEMA 368 and 369).

Önalan, M., 1979. Elmalı-Kaş (Antalya) Arasındaki Bölgenin Jeolojisi. Doktora tezi, YÜFF Monografileri, S: 29, 131 s.

Öncel, A.O., Main I., Alptekin, O. ve Cowie, P.,1996. Spatial Variations of The Fractal Properties of Seismicity In The Anatolian Fault Zone. Tectonophysics, 257, pp.189-202.

Özaydın, K., 1989. Zemin Mekaniği. s. 34-35, Meya Matbaacılık veYayıncılık, İstanbul.

Özsoy, B. ve Durgunoğlu, T., 2003. Sıvılaşma Etkilerinin Yüksek Kayma Modüllü Zemin – Çimento Karışımı Kolonlarla Azaltılması. Beşinci Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, 26-30 Mayıs 2003, İstanbul.

Papazachos, B. C. ve Papazachou, C. B., 1997. The Earthquakes of Greece. Ziti Publication, Thessolanaki, Greece.

Papazachos, B. C., 1999. An Alternative Method for A Reliable Estimation of Seismicity With An Application In Greece and The Surrounding Area, Bull. Seismol. Soc. Am. 89, 111-119.

Pınar, N. ve Lahn, E., 1952. Türkiye Depremleri İzahlı Kataloğu. Bay.ve İsk.Bak., İmar reisliği yayınları, ser 6, sayı 36.

Poisson, A., 1977. Recherces Geologigues Dans les Taurides Occidentales (Turguie). These, l'universite de Paris-Sud (Centre D'Orsay), Tome 1, Paris.

Richter, C.F., 1958. Elemantary Seismology. W.H. Freeman Co., San Francisco.

Robertson, P. K. ve Wride, C. E., 1998. Evaluating Cyclic Liquefaction Potential Using the Cone Penetration Test. Canadian Geotechnical Journal, 35, 442-459.

Scholz, C. H., 1968. The Frequency-Magnitude Relation of Microfracturing In Rock and Its Relation to Earthquakes. Bull. Seismol. Soc. Am. 58, 399-415.

Schultze, E. ve Muhs, H., 1967. Bodenunter Suchungen für Ingenieurbauten. 722 s. Der Ibbenbürener Karbonscholle. Fortschr. Geol. Rheinld.u. Westf., 18:293-352, 6 Abb., Krefeld.

Seed, H.B. ve Idriss, I.M., 1971. Simplified Procedure for Evaluating Soil Liquefaction On Potantial. J. of Geotech. Engrg. Div., ASCE, Philadelphia, 1-104.

Seed, H.B. ve Idriss, I.M., 1982. Ground Motions and Soil Liquefaction During Earthqueks. Eartquake Engineering research Institute, 127 p.

Seed, H.B., Tokimatsu, K., Harder, L.F., & Chung, R.M., 1985. Influence of SPT Procedures in Soil Liquefaction Resistance Evaluations. Journal of Geotechnical Engineering, ASCE, Vol.111, No.12, 1425-1445.

Selçuk, H., Bilgin, Z., Şen, M.A., Karaman, T., Erkan, M., Kaymakçı, H., Örçen S. ve Bilgi, C., 1987. Likya Napları Ön Cephe Özellikleri (GB Türkiye). TJK Bildiri Özetleri, 6.

Selçuk H., Bilgin, Z., Şen, M.A., Karaman, T., Dinçer, M.A., Durukan, E., Arbas, A., Örçen, S. ve Bilgi, C., 1989. Çameli (Denizli)-Yeşilova (Burdur)- Elmalı (Antalya) ve Dolayının Jeolojisi. MTA. Rap.No: 9429.(yayımlanmamış).

Shebalin, N., V., Karnik, V., ve Hedzievski, D., 1974. Catalogue of Earthquakes. UNDP/UNESCO, Survey of Seismicity of Balkan Region, Skpje-1974.

Shima, E., 1978. Seismic Microzoning Map of Tokyo. Proc. Second Inter. Conf. on Microzonation, (1):433-443.

Skempton, A.W., 1953. The Colloidal Activity of Clays. Proceedings of The Third International Conference on Soil Mechanicsand Foundation Engineering, 1, 57-61.

Soysal, H., Sipahioğlu, S., Kolçak, D., ve Altınok, Y., 1981. Türkiye ve Civarının Deprem Kataloğu. Tübitak Proje No: TBAG 341.

Söylemez, M., 2002. Killi Zeminlerde Kayma Düzlemleri Boyunca Oluşan Dokusal (Fabrik) Değişimler. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.

Stein, R. S. ve Hanks, T. C., 1998. M≥6 earthquakes in Southern California during the 20th Century; no evidence for a seismicity or moment deficit. Bull. Seism. Soc. Amer. 88, 635-652.

Stoviç, N., A., 1973. Zemin Mekaniği. s.18, Moskova.

Şekercioğlu, E., 2002. Yapıların Projelendirilmesinde Mühendislik Jeolojisi. TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası, Genişletilmiş 3. Baskı, 280 s. Ankara.

Şenel, M., Selçuk H., Bilgin, Z., Şen, M.A., Karaman, T., Dinçer, M.A., Durukan, E., Arbas, A., Örçen, S. ve Bilgi, C., 1989. Çameli (Denizli)- Yeşilova (Burdur)- Elmalı (Antalya) ve Dolayının Jeolojisi. MTA. Rap.No: 9429. (yayımlanmamış).

Şenel, M., 1991. Likya Napları İçindeki Volkanit Katkılı Paleosen - Eosen Çökelleri: Faralya Formasyonu. MTA Dergisi 113. l-15.1991

Şenel, M., Akdeniz, N., Öztürk, E., M., Özdemir, T., Kadınkız, G., Metin, Y., Öcal, H., Serdaroğlu, M. ve Örçen, S., 1994. Fethiye (Muğla)-Kalkan (Antalya) ve Kuzeyinin Jeolojisi. MTA Rap. 9761, Ankara (yayımlanmamış).

Şenel, M., 1997a. Türkiye Jeoloji Haritaları Fethiye-L8 Paftası. MTA, Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara.

Şenel, M, 1997b. 1:250.000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları. Fethiye paftası, No: 2, MTA, Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara.

Şenel, M., 1997c. 1:250 000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları. Isparta paftası, No: 4, MTA, Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara.

Şengör, A.M.C. ve Yılmaz, Y., 1981. Tethyan Evolution of Turkey: A Plate Tectonic Approach. Tectonophysics, 75, 181-241.

Taymaz, T., Jackson, J. ve McKenzie, D., 1991. Active Tectonics of The North and Central Aegean Sea. Geophysical Journal International-Oxford, 106, 433-490.

Taymaz, T. ve Price, S. 1992. The 12.05.1971 Burdur Earthquake Sequence: A Synthesis of Seismological and Geological Observations. Geophysical Journal International-Oxford, 108, 589-603.

Tecim, V. ve Aksaraylı, M., 2004. İzmir İli Deprem Senaryolarının Coğrafi Bilgi Sistemi Tabanlı Analizi ve Acil Afet Yönetim Sistemi amaçlı Kullanımı. 3. Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri, 6-9 Ekim 2004, İstanbul.

Temiz, H., Poisson, A. and Andrieux, J. 2001. The Plio-Quaternary Extensional System of The Western Side of The Isparta Angle in SW Turkey. 4th Int. Symp. East. Mediterranean Geol., Isparta. Abstracts, 125-129.

Terzaghi, K. ve Peck R.B., 1948. Soil Mechanics in Engineering Practice. John Wiley & Sons. Inc., 729 p. New York.

Thuizat, R., Whitechurch, H., Montigny, R. ve Juteau, T., 1981. K-Ar Dating of Some Infra-Ophiolitic Metamorphic Soles From The Eastern Mediterranean New evidence for Oceanic Thrusting Before Obduction. Earth and Planetary Sci. Let. 52, 302-310.

Tokimatsu, K., and Yoshimi, Y. (1983). Empirical Correlation of Soil Liquefaction Based on SPT-N Value and Fines Content, *Soils and Foundations*, 23(4): 56-74.

Topal, T., Doyuran, V., Karahanoğlu, N., Toprak, V., Süzen, M., L. ve Yeşilnacar, E., 2003. Microzonation for Earthquake Hazards: Yenişehir Settlement, Bursa, Turkey. Engineering Geology.

Topay, M., 1998. Çarpık Kentleşmenin Yeşil Alanlara Etkileri ve Çevresel Planlama. Tarım ve Köy Dergisi,121: 24-29.

Tsapanos, T. M., 1990. *b*-Values of Two Tectonic Parts In The Circum-Pasific Belt. Pure Appl. Geophys. 134, 229-242.

Türker, A., E., 1996. Zemin Sıvılaşması Analizlerinin Sismik Hızlar Yardımıyla Yapılması. Yer Bilimleri, no:28.

Ulusay, R., 2001. Uygulamalı Jeoteknik Bilgiler. TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları. 38, 385.

Uyanık, O., 2002. Kayma Dalga Hızına Bağlı Potansiyel Sıvılaşma Analiz Yöntemi. Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniv., İzmir (yayınlanmamış).

Wang, J. H., 1988. *b*-Values of Shallow Earthquakes In Taiwan. Bull. Seismol. Soc. Am. 78, 1243-1254.

Wang, Z. ve Yong, L., 2003. Numerical Analysis on Dynamic Deformation Mechanism of Soils Under Blast Loading.

WEB1, 2006. http://en.wikipedia.org/wiki/Cone_penetration_test

WEB2, 2003. http://www.ce.washington.edu/~liquefaction/html/why/why2.html

Yağmurlu, F., 2000. Burdur Fayının Sismotektonik Özellikleri. Batı Anadolu'nun Depremselliği Sempozyumu, 24-27 Mayıs 2000, İzmir, Bildiriler Kitabı s. 143-151.

Yağmurlu, F., Bozcu, M. Ve Şentürk, M., 2005. Burdur-Fethiye Arasındaki Bölgede Burdur Fayının Sismotektonik Özellikleri. Tübitak, Proje No: 101Y027, 80 s.

Yalçıner, A.,C., 1999. Sabıkalı Dalga Ege Tsunamileri. Atlas Dergisi, 80, 150-153.

Yalçıner, Ö., 2002. Depreme Dayanıklı Kentler İçin Coğrafi Bilgi Sistemleri. Gazi Üniv. Müh. Mim. Der., Cilt 17, No 3, 153-165, Ankara.

Yılmaz, Y., 2000. Ege Bölgesinin Aktif Tektoniği. BADSEM 2000, Batı Anadolu'nun Depremselliği Sempozyumu, 24-27 Mayıs 2000, İzmir, Bildiriler Kitabı s.3-14.

Youd, T.L., Idriss, I.M., Andrus, R.D., Arango, I.., Castro, G., Christian, J. T., Dobry, R., Finn, W.D.L., Harder Jr, L.F., Hynes, M.E., Ishihara, K., Koester, J.P., Liao, S.S.C., Marcusan III, W.F., Martin, G.R., Mitchell, J.k., Moriwaki, Y., Power, M.S., Robertson, P.K., Seed, R.B., ve Stokoe II, K.H., 2001. Liquefaction Resistance of Soils: Summary Report From The 1996 NCEER and 1998 NCEER/NSF Workshops on Evaluation of Liquefaction Resistance of Soils. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineerring, ASCE, No.10.

EK 4. SONDAJ LOGLARI

S O N D A J L O G U (BORING LOG)

SONDAJ NO	: TS1	DELİK ÇAPI	76 cm
SONDAJ YERİ	: Vergi Dairesi arkası	YERALTISUYU	
SONDAJ DER.	: 10 m	KOORDİNAT	689688. 4056569

SONDAJ DER.	NUMUNE CİNSİ	MANEVRA BOYU	STANDART PENETRASYON DENEYİ DARBE SAYISI 0-15	15-30	30-45	N	GRAFİK (0 10 20 30 40 50)	JEOTEKNİK TANIMLAMA
								Su içeriği yüksek mavimsi yeşil renkli akışkan kil
1,5			2	3	4	7		Y.A.S.S.
								Su içeriği yüksek mavimsi yeşil renkli akışkan kil
3,0			3	4	6	10		
4,5	SPT.-3		2	3	3	6		İnce daneli kum içeren siyah renkli akışkan malzeme
6,0	SPT.-4		3	3	3	6		
7,5	SPT.-5		4	4	6	10		
9,0	SPT.-6		4	6	6	12		
								Kuyu Sonu

S O N D A J L O G U (BORING LOG)

SONDAJ NO	:	TS2	YERALTISUYU 76 cm
SONDAJ YERİ	:	Vergi Dairesi karşısı	
SONDAJ DER.	:	10 m	KOORDİNAT 689694, 4056513

SONDAJ DER.	NUMUNE CİNSİ	MANEVRA BOYU	STANDART PENETRASYON DENEYİ DARBE SAYISI 0-15	15-30	30-45	N	GRAFİK (0 10 20 30 40 50)	JEOTEKNİK TANIMLAMA
								Y.A.S.S.
1,5			2	2	2	4		
								Su içeriği yüksek mavimsi yeşil renkli akışkan kil
3,0			2	2	3	5		
4,5	SPT.-3		3	3	3	6		
6,0	SPT.-4		3	3	3	6		
								İnce daneli kum içeren kil, silt
7,5	SPT.-5		3	3	3	6		
9,0	SPT.-6		3	4	4	8		Kuyu sonu

S O N D A J L O G U (BORING LOG)

SONDAJ NO	: TS3	DELİK ÇAPI	76 cm
SONDAJ YERİ	: Letoon Hastanesi	YERALTISUYU	
SONDAJ DER.	: 12 m	KOORDİNAT	692451. 4056127

SONDAJ DER.	NUMUNE CİNSİ	MANEVRA BOYU	STANDART PENETRASYON DENEYİ DARBE SAYISI 0-15	15-30	30-45	N	GRAFİK (0 10 20 30 40 50)	JEOTEKNİK TANIMLAMA
1,5			4	5	7	12		Siltli çakıl
3,0			10	10	25	35		
4,5	SPT.-3		8	6	16	22		Y.A.S.S.
6,0	SPT.-4		3	6	8	14		Az çakıllı kumlu silt
7,5	SPT.-5		3	4	5	9		
9,0	SPT.-6		3	5	6	11		kumlu silt
10,5	SPT.-7		12	16	21	37		
12,0	SPT.-8		15	23	30	53		Kuyu sonu
13,5	SPT.-9							
15,0	SPT.-10							

S O N D A J L O G U (BORING LOG)

PROJE ADI	: TS4	DELİK ÇAPI	76 cm
SONDAJ YERİ	:	YERALTISUYU	
SONDAJ DER.	: 24 m	KOORDİNAT	689188. 4055335

SONDAJ DER.	NUMUNE CİNSİ	MANEVRA BOYU	STANDART PENETRASYON DENEYİ DARBE SAYISI 0-15	15-30	30-45	N	GRAFİK 0 10 20 30 40 50	JEOTEKNİK TANIMLAMA
								Y.A.S.S.
1,5	SPT-1		1	1	1	2		Yeşil renkli su içeriği yüksek siltli kil
3,0	SPT-2		1	0	0	0		
4,5	SPT-3		3	3	4	7		Çakıllı siltli kum
6,0	SPT-4		3	3	3	6		
7,5	SPT-5		2	3	3	6		Kumlu siltli yeşilimsi kahve renkli ?.
9,0	SPT-6		2	3	3	6		
10,5	SPT-7		1	2	3	5		
12,0	SPT-8		13	15	17	32		
13,5	SPT-9		14	###	###	###		
15,0	SPT-10		14	15	19	34		
16,5	SPT-11		13	15	18	33		Su içeriği yüksek çakıllı siltli kum
18	SPT-12		15	19	20	39		
19,5	SPT-13		12	18	19	37		
21	SPT-14		16	19	22	41		
22,5	SPT-15		19	23	25	48		
24	SPT-16		20	21	26	47		Kuyu sonu

S O N D A J L O G U (BORING LOG)

PROJE ADI	:	TS5	DELİK ÇAPI	76 cm	
SONDAJ YERİ	:	Yakamoz Kafe karşısı	YERALTISUYU		
SONDAJ DER.	:	18 m	KOORDİNAT	689452. 4056188	

SONDAJ DER.	NUMUNE CİNSİ	MANEVRA BOYU	STANDART PENETRASYON DENEYİ DARBE SAYISI 0-15	15-30	30-45	N	GRAFİK (0 10 20 30 40 50)	JEOTEKNİK TANIMLAMA
								Y.A.S.S.
1,5	SPT-1		1	0	0	0		
3,0	SPT-2		1	1	0	1		su içeriği yüksek mavimsi yeşil renkli Kil
4,5	SPT-3		1	1	0	1		
6,0	SPT-4		1	2	2	4		
7,5	SPT-5		2	2	2	4		
9,0	SPT-6		7	7	10	17		
10,5	SPT-7		5	7	14	21		Mavimsi yeşil renkli az çakıllı kil
12,0	SPT-8		8	10	13	23		
13,5	SPT-9							
15,0	SPT-10		10	13	15	28		
16,5	SPT-11							
18	SPT-12		9	11	16	27		Kuyu sonu

S O N D A J L O G U (BORING LOG)

PROJE ADI	:	TS6	DELİK ÇAPI 76 cm
SONDAJ YERİ	:	Çalış Mevkii	YERALTISUYU
SONDAJ DER.	:	10 m	KOORDİNAT 689244. 4061244

SONDAJ DER.	NUMUNE CİNSİ	MANEVRA BOYU	STANDART PENETRASYON DENEYİ DARBE SAYISI 0-15	15-30	30-45	N	GRAFİK (0 10 20 30 40 50)	JEOTEKNİK TANIMLAMA
								Y.A.S.S.
1,5	SPT.-1		1	1	0	1		Su içeriği yüksek mavimsi yeşil renkli akışkan kil
3,0			1	1	1	2		
4,5	SPT.-3		5	10	17	27		iri taneli düzgün tane dağılımlı denizel kökenli kil ara malzemeli çakıl
6,0	SPT.-4		5	9	16	25		
7,5	SPT.-5		10	11	15	26		
9,0	SPT.-6		13	17	19	36		
10,5	SPT.-7		14	16	20	36		Kuyu sonu

S O N D A J L O G U (BORING LOG)

PROJE ADI	: TS7	DELİK ÇAPI	76 cm
SONDAJ YERİ	:	YERALTISUYU	
SONDAJ DER.	: 10,5 m	KOORDİNAT	689570, 4055228

SONDAJ DER.	NUMUNE CİNSİ	MANEVRA BOYU	STANDART PENETRASYON DENEYİ DARBE SAYISI 0-15	15-30	30-45	N	GRAFİK 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 10 0	JEOTEKNİK TANIMLAMA
								Y.A.S.S.
1,5			3	3	4	7		Su muhtevası yüksek kumlu mavimsi yeşil rekte kil-silt
3,0			3	4	5	9		İnce daneli sitli kum
4,5	SPT.-3		3	4	8	12		Grimsi beyaz renkte sıkı durumda silt
6,0	SPT.-4		10	11	13	24		
7,5	SPT.-5		3	3	5	8		kırmızı kil
9,0	SPT.-6		10	12	10	22		Çakıllı, kumlu kırmızı kil
10,5	SPT.-7		12	14	17	31		Kuyu Sonu
13,5	SPT.-8							
15,0	SPT.-9							

S O N D A J L O G U (BORING LOG)

: TS8

:

:

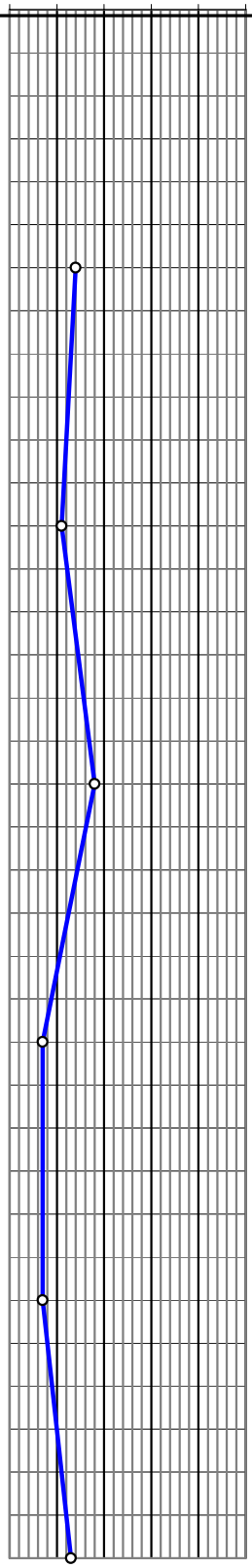
DELİK ÇAPI 76 cm

YERALTISUYU

KOORDİNAT 689797, 4057416

STANDART PENETRASYON DENEYİ

DARBE SAYISI				GRAFİK	JEOTEKNİK TANIMLAMA
0-15	15-30	30-45	N	0 10 20 30 40 50	
					Y.A.S.S.
4	6	8	14		Su içeriği yüksek mavimsi yeşil renklli kil
4	5	6	11		
6	8	10	18		
3	3	4	7		İnce daneli, kumlu yeşilimsi kahve renkli kil
3	3	4	7		
4	6	7	13		Kuyu sonu



PROJE ADI	: TS9	DELİK ÇAPI	76 cm
SONDAJ YERİ	: Migros arkası	YERALTISUYU	
SONDAJ DER.	: 15 m	KOORDİNAT	690152, 4055658

SONDAJ DER.	NUMUNE CİNSİ	MANEVRA BOYU	STANDART PENETRASYON DENEYİ DARBE SAYISI 0-15	15-30	30-45	N	GRAFİK (0 10 20 30 40 50)	AÇIKLAMALAR
								Y.A.S.S.
1,5			5	5	5	10		Yeşilimsi kil
3,0			5	5	8	13		Su içeriği yüksek Yeşilimsi kil içeren kum
4,5	SPT.-3		5	6	7	13		
6,0	SPT.-4		4	5	7	12		
7,5	SPT.-5		5	6	9	15		Sarımsı kil, silt
9,0	SPT.-6		5	5	8	13		
10,5	SPT.-7		7	8	12	20		
12,0	SPT.-8		6	10	12	22		
13,5	SPT.-9		11	13	15	30		
15,0	SPT.-10		15	15	15	30		Kuyu sonu

S O N D A J L O G U (BORING LOG)

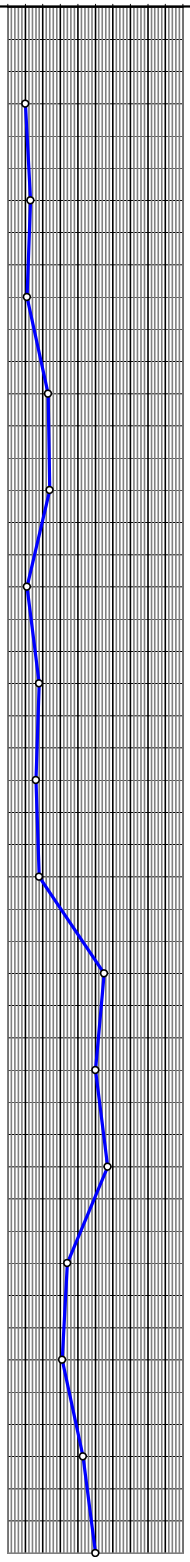
PROJE ADI	: TS10	DELİK ÇAPI	76 cm
SONDAJ YERİ	: İtfaiye	YERALTISUYU	
SONDAJ DER.	:	KOORDİNAT	691099, 4056214

SONDAJ DER.	NUMUNE CİNSİ	MANEVRA BOYU	STANDART PENETRASYON DENEYİ DARBE SAYISI 0-15	15-30	30-45	N	GRAFİK (0 10 20 30 40 50)	JEOTEKNİK TANIMLAMA
1,5	SPT.-1		3	4	10	14		Killi çakıllı siltli Kum
								Y.A.S.S.
3,0			7	8	8	16		Az çakıllı, kumlu killi silt
4,5	SPT.-3		6	8	18	26		
6,0	SPT.-4		7	9	16	25		
7,5	SPT.-5		9	10	12	22		
9,0	SPT.-6		7	8	11	19		Yeşilimsi kil içeren, çakıllı siltli kum
10,5	SPT.-7		6	9	13	22		
12,0	SPT.-8		5	10	14	24		
13,5	SPT.-9		10	14	15	30		
15,0	SPT.-10		9	12	18	30		Kuyu Sonu

SONDAJ LOGU (BORING LOG)

PROJE ADI	: TS12	DELİK ÇAPI	76 cm
SONDAJ YERİ	:	YERALTISUYU	
SONDAJ DER.	:	KOORDİNAT	689914, 4057502

SONDAJ DER.	NUMUNE CİNSİ	MANEVRA BOYU	STANDART PENETRASYON DENEYİ DARBE SAYISI 0-15	15-30	30-45	N	GRAFİK 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100	JEOTEKNİK TANIMLAMA
1,5	SPT-1		2	5	5	10		Mavimsi yeşil renkli içerisinde yer yer kum bulunduran akışkan yapıya sahip kil
3,0	SPT-2		3	6	7	13		
4,5	SPT-3		5	5	6	11		
6,0	SPT-4		3	10	13	23		
7,5	SPT-5		14	11	13	24		
9,0	SPT-6		5	5	6	11		
10,5	SPT-7		6	7	11	18		
12,0	SPT-8		6	7	9	16		
13,5	SPT-9		7	8	10	20		Kahverengimsi kırmızı renkte orta sıkı kil
15,0	SPT-10		15	25	30	55		
16,5	SPT-11		13	21	29	50		
18	SPT-12		19	27	30	57		
19,5	SPT-13		11	14	20	34		
21	SPT-14		13	15	16	31		iri daneli killi çakıl
22,5	SPT-15		15	18	25	43		
24	SPT-16		13	24	26	50		Kuyu sonu



S O N D A J L O G U (BORING LOG)

PROJE ADI	: TS13	DELİK ÇAPI	76 cm
SONDAJ YERİ	:	YERALTISUYU	
SONDAJ DER.	:	KOORDİNAT	688802, 4060283

SONDAJ DER.	NUMUNE CİNSİ	MANEVRA BOYU	STANDART PENETRASYON DENEYİ DARBE SAYISI 0-15	15-30	30-45	N	GRAFİK (0 10 20 30 40 50)	JEOTEKNİK TANIMLAMA
								Y.A.S.S.
1,5			5	5	5	10		
3,0			3	4	4	8		Su içeriği yüksek mavimsi yeşil renkli kil
4,5	SPT.-3		3	2	2	4		
6,0	SPT.-4		5	1	4	5		
7,5	SPT.-5		6	7	9	16		
9,0	SPT.-6		15	17	35	52		İnce daneli killi kum
								Kuyu sonu

S O N D A J L O G U (BORING LOG)

PROJE ADI	: TS14	DELİK ÇAPI	76 cm
SONDAJ YERİ	: TCK yanı	YERALTISUYU	
SONDAJ DER.	: 10 m	KOORDİNAT	689862, 4057511

SONDAJ DER.	NUMUNE CİNSİ	MANEVRA BOYU	STANDART PENETRASYON DENEYİ DARBE SAYISI 0-15	15-30	30-45	N	GRAFİK (0 10 20 30 40 50)	JEOTEKNİK TANIMLAMA
								Y.A.S.S.
1,5			3	3	6	9		Su içeriği yüksek kil
3,0								
4,5	SPT.-3		4	5	1	6		
6,0	SPT.-4		15	15	8	23		Az çakıllı killi kum
7,5	SPT.-5		16	18	9	27		
9,0	SPT.-6		6	7	19	26		Az çakıllı killi, siltli kum
10,5	SPT.-7		7	7	22	29		
								Kuyu sonu

S O N D A J L O G U (BORING LOG)

PROJE ADI	:	TS15	DELİK ÇAPI	76 cm
SONDAJ YERİ	:	Fethiye Devlet Hastanesi	YERALTISUYU	
SONDAJ DER.	:	22.5 m	KOODİNAT	689607, 4058480

SONDAJ DER.	NUMUNE CİNSİ	MANEVRA BOYU	STANDART PENETRASYON DENEYİ DARBE SAYISI 0-15	15-30	30-45	N	GRAFİK (0 10 20 30 40 50)	JEOTEKNİK TANIMLAMA
								Y.A.S.S.
1,5	SPT-1		1	2	2	4		Koyu yeşil kil
3,0	SPT-2							
4,5	SPT-3		0	0	1	1		Gri renkli renli silt
6,0	SPT-4							
7,5	SPT-5		1	1	1	2		Koyu yeşil kil
9,0	SPT-6							
10,5	SPT-7		6	7	8	15		Kum içerikli gri renkli silt
12,0	SPT-8		0	0	0	0		
13,5	SPT-9		7	7	9	18		Yeşilimsi kahverenkli kil
15,0	SPT-10		10	14	19	33		Az kumlu silt
16,5	SPT-11		11	16	22	38		
18	SPT-12		6	6	12	18		
19,5	SPT-13		7	10	14	24		Yeşilimsi kahve yer yer ince kum ve çakıl içeren siltli kil
21	SPT-14		5	7	7	14		
22,5	SPT-15		6	8	9	17		
24	SPT-16							Kuyu sonu

S O N D A J L O G U (BORING LOG)

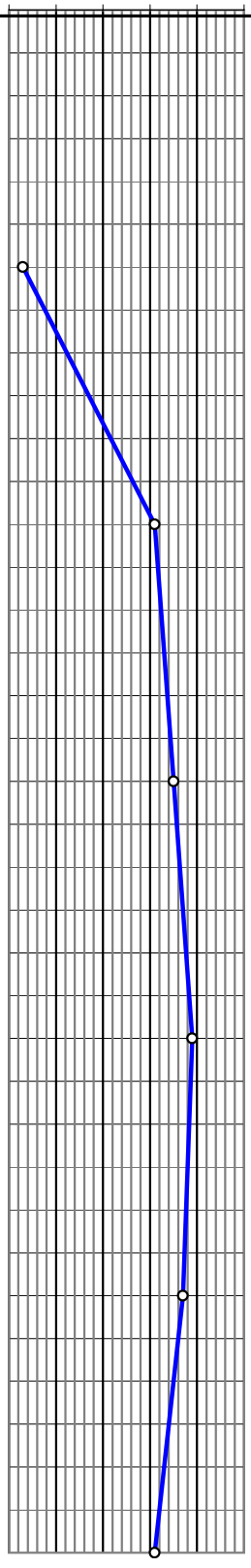
PROJE ADI	: TS16	DELİK ÇAPI	76 cm
SONDAJ YERİ	:	YERALTISUYU	
SONDAJ DER.	: 12 m	KOORDİNAT	689710. 4057423

SONDAJ DER.	NUMUNE CİNSİ	MANEVRA BOYU	STANDART PENETRASYON DENEYİ DARBE SAYISI 0-15	15-30	30-45	N	GRAFİK (0 10 20 30 40 50)	JEOTEKNİK TANIMLAMA
								Y.A.S.S.
1,5			4	4	4	8		
3,0			3	3	3	6		Su içeriği yüksek mavimsi yeşil renkli kil
4,5	SPT.-3		1	1	1	2		
6,0	SPT.-4		2	2	3	5		
7,5	SPT.-5		4	5	7	12		İnce daneliş kumlu çakıl içeren orta sıkı kil
9,0	SPT.-6		5	7	8	15		
10,5	SPT.-7		6	7	9	16		
12,0	SPT.-8		10	10	11	21		
13,5	SPT.-9		0	0	0	0		
15,0	SPT.-10		0	0	0	0		Kuyu sonu

S O N D A J L O G U (BORING LOG)

PROJE ADI	:	TS17	DELİK ÇAPI 76 cm
SONDAJ YERİ	:	Çalış mevkii	YERALTISUYU
SONDAJ DER.	:	9 m	KOORDİNAT 688558. 4060461

SONDAJ DER.	NUMUNE CİNSİ	MANEVRA BOYU	STANDART PENETRASYON DENEYİ DARBE SAYISI 0-15	15-30	30-45	N	GRAFİK 0 10 20 30 40 50	JEOTEKNİK TANIMLAMA
								Y.A.S.S.
1,5	SPT.-1		3	1	2	3		Yeşilmisi, kahverenkli kil
3,0			12	13	18	31		
4,5	SPT.-3		15	17	18	35		İnce daneli içerisinde siltli kil bantları içeren çakıllı killi siltli kum
6,0	SPT.-4		16	18	21	39		
7,5	SPT.-5		17	17	20	37		
9,0	SPT.-6		12	13	18	31		Kuyu sonu



S O N D A J L O G U (BORING LOG)

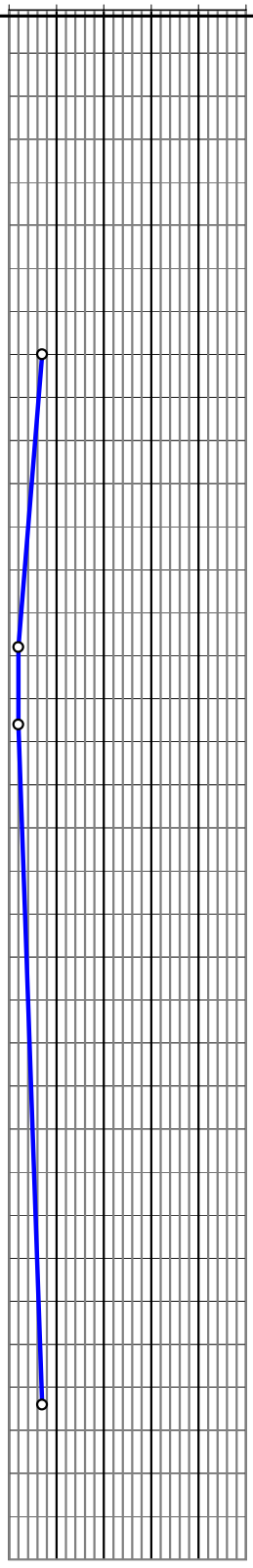
PROJE ADI	: TS20	DELİK ÇAPI	76 cm
SONDAJ YERİ	: Maliye	YERALTISUYU	
SONDAJ DER.	: 7.5 m	KOORDİNAT	689840. 4056560

SONDAJ DER.	NUMUNE CİNSİ	MANEVRA BOYU	STANDART PENETRASYON DENEYİ DARBE SAYISI 0-15	15-30	30-45	N	GRAFİK (0 10 20 30 40 50)	JEOTEKNİK TANIMLAMA
1,5			1	1	1	2		Su içeriği yüksek yeşilimsi killi Silt
3,0			8	5	3	8		
5,0			1	2	3	5		
6,0								
7,5			6	8	9	17		siyahımsı killi siltli kum
9,0								Kuyu sonu

S O N D A J L O G U (BORING LOG)

PROJE ADI	: TS21	DELİK ÇAPI	76 cm
SONDAJ YERİ	:	YERALTISUYU	
SONDAJ DER.	: 9 m	KOODİNAT	689510. 4055310

SONDAJ DER.	NUMUNE CİNSİ	MANEVRA BOYU	STANDART PENETRASYON DENEYİ DARBE SAYISI 0-15	15-30	30-45	N	GRAFİK (0 10 20 30 40 50)	JEOTEKNİK TANIMLAMA
2,0			2	2	5	7		Yüksek su içerikli ince taneli malzeme
3,7			1	1	1	2		Yüksek su içerikli siltli kum
4,15			2	1	1	2		
8,1			1	3	4	7		Kumlu silt
								Kuyu sonu



S O N D A J L O G U (BORING LOG)

PROJE ADI	:	TS22	DELİK ÇAPI 76 cm
SONDAJ YERİ	:	Meteoroloji	YERALTISUYU
SONDAJ DER.	:	6 m	KOODİNAT 689843. 4055693

SONDAJ DER.	NUMUNE CİNSİ	MANEVRA BOYU	STANDART PENETRASYON DENEYİ DARBE SAYISI 0-15	15-30	30-45	N	GRAFİK 0 10 20 30 40 50	JEOTEKNİK TANIMLAMA
								Siltli kum
2,1	SPT.-1		3	6	10	16		
								Az çakıllı, siltli kum
4,2	SPT.-3		5	16	23	39		
								Kumlu siltli kil
6,0	SPT.-3		5	7	6	13		
								Kuyu sonu

PROJE ADI	: TS23	DELİK ÇAPI	76 cm
SONDAJ YERİ	: Dolgu sahası	YERALTISUYU	
SONDAJ DER.	: 9 m	KOODİNAT	688960. 4055430

SONDAJ DER.	NUMUNE CİNSİ	MANEVRA BOYU	STANDART PENETRASYON DENEYİ DARBE SAYISI 0-15	15-30	30-45	N	GRAFİK (0 10 20 30 40 50)	JEOTEKNİK TANIMLAMA
								Kumlu çakıllı dolgu malzemesi
1,5			5	6	4	10		
3,0			2	3	4	7		Yüksek su içerikli yeşilimsi kil
5,1	SPT.-3		2	1	1	2		Çakıllı yeşil kil batak
6,6	SPT.-4		3	3	4	7		
7,05	SPT.-5		8	6	6	12		Su içeriği fazla çakıllı kumlu siltli yeşil kil
8,1	SPT.-6		7	6	5	11		
								Kuyu sonu

FETHİYE METEOROLOJİ MÜDÜRLÜĞÜ

Kuyunun orijinal logu

Derinlik (m)	Stratigrafi	Tanım
0		Çakıllı kumlu kil
-10		Kumlu çakıllı kil
		Çakıllı killi kum
-20		Kumlu çakıllı kil
		Killi kum
		Killi çakıllı kum
-30		Çakıllı kumlu kil
-40		Kumlu çakıllı kil
-50		Çakıllı kumlu silt
-60		Kumlu silt
		Çakıllı kumlu silt
		Kil
		Kumlu kil
-70		Kumlu çakıllı kil
		Çakıllı kumlu kil
-80		Kumlu kil
-90		Çakıllı kumlu kil
		Çakıl
-95		Bloklu çakıl
-100		Kuyu tabanı (Çakıl)

Turgay BEYAZ

Modelde kullanılan kuyu logu

Derinlik (m)	Stratigrafi	Tanım	γ (kN/m³)	Vs (m/s)
0		Kil	15,70	667
-10				
-12		Kum	18,64	667
-18		Kil	15,70	500
-20		Kum	18,64	769
-30		Kil	15,70	933
-40				
-44		Silt	16,68	842
-50				
-60		Kil	15,70	1000
-70				
-80				
-90			20,60	714
-95		Kuyu tabanı (Çakıl)	20,60	1200
-100				

Turgay BEYAZ

EK 5. KONİK PENETRASYON TESTİ (CPT) LOG VE GRAFİKLERİ

CPT1

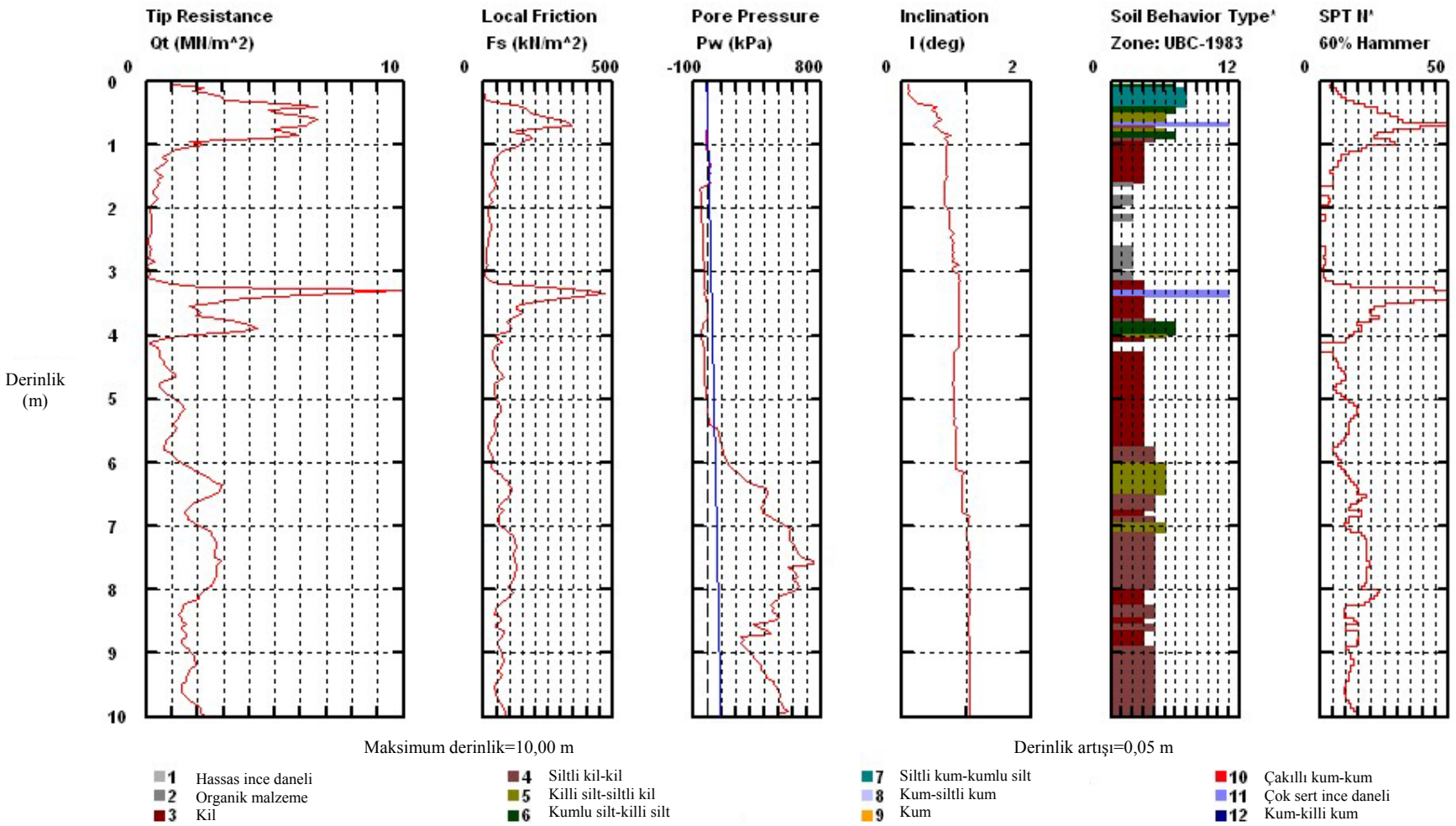
Derinlik (m)	Qt (MN/m^2)	Fs (kN/m^2)	Pw (kPa)	Sapma (deg)	Zemin Türü	SPT-N_{60}
0.05	1.03	0.1	-0.2	0.1	kumlu silt-killi silt	4
0.1	2.22	0.3	0.3	0.09	siltli kum-kumlu silt	6
0.15	1.81	0.4	0.6	0.12	siltli kum-kumlu silt	7
0.2	2.53	0.5	0.9	0.1	siltli kum-kumlu silt	8
0.25	2.99	0.7	1.2	0.15	siltli kum-kumlu silt	10
0.3	3.06	10.4	0.9	0.19	siltli kum-kumlu silt	13
0.35	5.29	76.1	0.9	0.24	siltli kum-kumlu silt	17
0.4	6.65	148.1	0.5	0.54	kumlu silt-killi silt	22
0.45	4.78	169.8	0.6	0.45	kumlu silt-killi silt	22
0.5	5.07	182.6	1.8	0.53	killi silt-siltli kil	27
0.55	6.17	222.8	1.4	0.54	killi silt-siltli kil	30
0.6	6.661	286.8	2.5	0.62	killi silt-siltli kil	32
0.65	6.33	331.8	2.2	0.54	çok sert ince daneli	64
0.7	6.24	341.7	1.9	0.48	siltli kil-kil	39
0.75	4.87	187.4	-0.3	0.57	killi silt-siltli kil	28
0.8	5.419	100.5	-7	0.6	kumlu silt-killi silt	22
0.85	5.919	175.9	-5	0.75	kumlu silt-killi silt	21
0.9	4.699	190.3	-6.8	0.66	siltli kil-kil	27
0.95	1.699	149.6	-4.4	0.71	kil	29
1	2.309	146.9	-3	0.7	kil	18
1.05	1.409	115.9	-4.9	0.69	kil	16
1.1	1	74.3	-2.5	0.69	kil	11
1.15	0.86	59	-1	0.68	kil	8
1.2	0.63	47.1	-1.6	0.68	kil	8
1.25	0.81	42	-1.8	0.68	kil	7
1.3	0.705	38	22.5	0.68	kil	7
1.35	0.545	32	24.8	0.68	kil	5
1.4	0.354	32.7	18.5	0.68	kil	4
1.45	0.434	28.6	19.2	0.68	kil	5
1.5	0.653	32.9	16.7	0.7	kil	5
1.55	0.433	41	17.1	0.69	kil	5
1.6	0.534	46.2	22.2	0.65	organik malzeme	5
1.65	0.429	46.2	-7	0.66	-	0
1.7	0.331	43.4	-47.5	0.66	-	0
1.75	0.261	29	-46.9	0.66	-	0
1.8	0.311	24.4	-46.2	0.66	organik malzeme	3
1.85	0.442	30.7	-42.5	0.67	organik malzeme	4
1.9	0.361	34.2	-43	0.66	organik malzeme	3
1.95	0.232	23.3	-42	0.67	-	0
2	0.182	20.9	-38	0.7	-	0
2.05	0.143	18.5	-37.5	0.73	-	0
2.1	0.223	18.1	-37.2	0.74	organik malzeme	2
2.15	0.223	19.9	-36.3	0.74	organik malzeme	2
2.2	0.203	21.2	-36.3	0.74	-	0
2.25	0.223	25.6	-35.9	0.74	-	0
2.3	0.233	27.2	-35.6	0.74	-	0
2.35	0.214	26.9	-32	0.76	-	0

2.4	0.224	25.1	-31.5	0.8	-	0
2.45	0.174	22	-31.1	0.75	-	0
2.5	0.114	18.1	-30.6	0.79	-	0
2.55	0.104	16	-30.4	0.8	-	0
2.6	0.154	14.3	-29.8	0.78	organik malzeme	2
2.65	0.204	12.3	-30	0.77	organik malzeme	2
2.7	0.144	11.3	-29.9	0.8	organik malzeme	2
2.75	0.134	11.2	-29.5	0.78	organik malzeme	1
2.8	0.104	9	-29.3	0.8	organik malzeme	2
2.85	0.306	11.4	-20.3	0.79	organik malzeme	2
2.9	0.046	13.3	-21	0.89	organik malzeme	1
2.95	0.086	11.2	-20.1	0.77	-	0
3	0.146	5.6	-18.8	0.77	organik malzeme	1
3.05	0.136	5.5	-18.9	0.88	organik malzeme	1
3.1	0.046	12.3	-18.3	0.88	organik malzeme	2
3.15	0.436	21.3	-18.1	0.91	kil	5
3.2	0.926	65.2	-17.6	0.87	kil	12
3.25	2.177	242.7	-16.5	0.87	kil	44
3.3	9.957	398.9	-13.8	0.87	çok sert ince daneli	66
3.35	7.517	470.4	-16.6	0.87	çok sert ince daneli	75
3.4	4.948	368.4	-10	0.87	kil	52
3.45	3.188	254.6	-10.3	0.87	kil	36
3.5	2.639	171.1	-3	0.88	kil	25
3.55	1.71	128.9	-2.4	0.88	kil	21
3.6	1.99	126.7	-0.3	0.88	kil	19
3.65	2.12	149.8	0.9	0.88	kil	20
3.7	1.93	132.1	1.3	0.88	kil	23
3.75	2.84	110.5	1.2	0.88	siltli kil-kil	19
3.8	3.596	91.4	-18.4	0.88	kumlu silt-killi silt	14
3.85	4.044	104	-32.2	0.88	kumlu silt-killi silt	16
3.9	4.333	105.2	-36.2	0.88	kumlu silt-killi silt	16
3.95	3.732	100.2	-39.4	0.88	kumlu silt-killi silt	13
4	1.842	44.2	-40.6	0.88	killi silt-siltli kil	11
4.05	0.882	45.3	-39.8	0.88	kil	10
4.1	0.134	71.9	-30.4	0.88	-	0
4.15	0.134	52.9	-29.6	0.88	-	0
4.2	0.466	39.7	-22.1	0.88	-	0
4.25	0.506	34	-21.4	0.8	kil	5
4.3	0.506	34	-20.8	0.8	kil	5
4.35	0.606	35.6	-20.2	0.81	kil	6
4.4	0.676	40.6	-19.4	0.81	kil	7
4.45	0.726	45.4	-18.5	0.81	kil	7
4.5	0.796	50	-18.2	0.81	kil	8
4.55	0.916	59	-17.8	0.81	kil	9
4.6	1.117	72	-17.1	0.81	kil	10
4.65	1.107	79	-17.3	0.81	kil	10
4.7	0.736	56.1	-18.6	0.81	kil	8
4.75	0.506	42.6	-19.1	0.79	kil	6
4.8	0.489	38.1	-7.5	0.81	kil	5
4.85	0.619	38.2	-6.1	0.8	kil	6

4.9	0.779	42.9	-4.7	0.8	kil	8
4.95	0.919	44.7	-3.7	0.81	kil	9
5	1.1	49.1	-1.9	0.81	kil	11
5.05	1.29	56	-0.1	0.81	kil	13
5.1	1.42	63.6	1.7	0.81	kil	14
5.15	1.511	63.7	3.6	0.81	kil	14
5.2	1.361	63	5.1	0.81	kil	14
5.25	1.331	52.5	6.9	0.81	kil	13
5.3	1.242	45.3	9	0.82	kil	12
5.35	1.112	42.6	11.2	0.81	kil	11
5.4	1.042	40.6	12.3	0.81	kil	11
5.45	1.195	47.8	72.8	0.85	kil	11
5.5	1.126	44.5	79.8	0.83	kil	11
5.55	1.017	38.2	82.7	0.83	kil	10
5.6	0.857	31.3	87	0.83	kil	9
5.65	0.789	27.7	92.9	0.83	kil	8
5.7	0.739	22.7	97.2	0.83	kil	7
5.75	0.69	18	101	0.83	siltli kil-kil	5
5.8	0.732	21.7	108.4	0.83	siltli kil-kil	5
5.85	0.993	28.4	117	0.83	siltli kil-kil	6
5.9	1.095	36.3	123.5	0.83	siltli kil-kil	7
5.95	1.207	33	133.4	0.83	siltli kil-kil	8
6	1.358	36.6	142	0.83	killi silt-siltli kil	7
6.05	1.551	26.4	156.8	0.83	killi silt-siltli kil	8
6.1	1.775	35	174.1	0.83	killi silt-siltli kil	9
6.15	2.003	52.9	212.6	0.98	killi silt-siltli kil	10
6.2	2.317	72.1	236	0.92	killi silt-siltli kil	11
6.25	2.451	80.4	255.6	0.92	killi silt-siltli kil	12
6.3	2.576	94.4	280.3	0.92	killi silt-siltli kil	13
6.35	2.954	97.9	318.5	0.93	killi silt-siltli kil	14
6.4	2.932	108.5	411.7	0.93	killi silt-siltli kil	15
6.45	2.834	107.5	420.7	0.93	killi silt-siltli kil	14
6.5	2.673	103.1	416.6	0.93	siltli kil-kil	18
6.55	2.382	92.9	410	0.93	siltli kil-kil	16
6.6	2.018	76.5	392	0.93	siltli kil-kil	14
6.65	1.82	64.1	398.9	0.93	siltli kil-kil	12
6.7	1.685	61.4	375.3	0.93	siltli kil-kil	11
6.75	1.567	79.5	385.7	0.93	kil	16
6.8	1.489	66.5	393.3	0.95	kil	16
6.85	1.619	58.5	446.5	1.05	siltli kil-kil	11
6.9	1.644	56.2	469.7	1.03	siltli kil-kil	11
6.95	1.854	61.5	519.2	1.03	killi silt-siltli kil	9
7	2.08	66.9	547.8	1.02	killi silt-siltli kil	10
7.05	2.297	83.5	584.6	1.01	killi silt-siltli kil	12
7.1	2.536	96.3	577.5	1.01	siltli kil-kil	16
7.15	2.564	111.6	572	1.01	siltli kil-kil	17
7.2	2.676	118.2	578.7	1.01	siltli kil-kil	18
7.25	2.738	122.8	591.3	1.03	siltli kil-kil	18
7.3	2.752	125.2	610.2	1.03	siltli kil-kil	18
7.35	2.734	123.5	617.8	1.03	siltli kil-kil	18

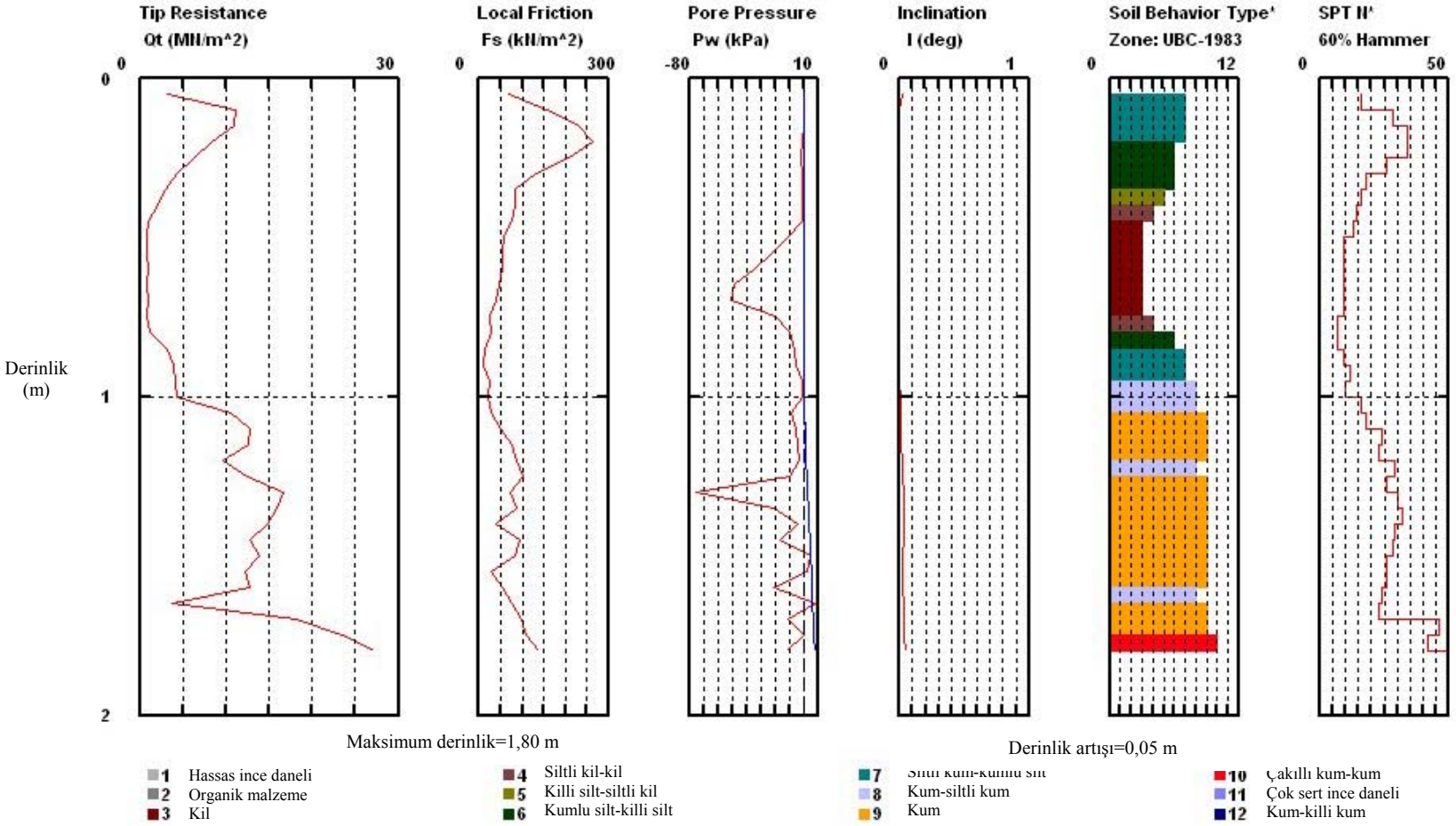
7.4	2.646	119.6	631.1	1.04	siltli kil-kil	18
7.45	2.65	116	647.5	1.04	siltli kil-kil	18
7.5	2.674	118.1	668	1.04	siltli kil-kil	18
7.55	2.919	123.1	744.1	0.99	siltli kil-kil	19
7.6	2.818	127.2	738.6	1.06	siltli kil-kil	19
7.65	2.754	124.6	569.5	1.06	siltli kil-kil	18
7.7	2.751	123.9	603.6	1.06	siltli kil-kil	18
7.75	2.723	120.7	615.8	1.06	siltli kil-kil	18
7.8	2.696	119.9	629.2	1.05	siltli kil-kil	18
7.85	2.68	112.5	600.8	1.05	siltli kil-kil	18
7.9	2.576	107.3	628.6	1.05	siltli kil-kil	17
7.95	2.548	98.5	637.8	1.05	siltli kil-kil	16
8	2.276	104.8	632.2	1.05	kil	23
8.05	2.145	112.6	577.4	1.05	kil	22
8.1	2.073	102.2	514.3	1.02	kil	21
8.15	2.031	87.4	504.8	1.04	kil	19
8.2	1.673	69.5	464.9	1.04	kil	17
8.25	1.44	57.6	448	1.04	siltli kil-kil	10
8.3	1.422	45.6	461.9	1.04	siltli kil-kil	9
8.35	1.371	43.8	454.5	1.04	siltli kil-kil	9
8.4	1.278	42.2	489.2	1.04	siltli kil-kil	9
8.45	1.39	64.5	498.9	1.02	kil	13
8.5	1.374	62.1	469.2	1.02	kil	14
8.55	1.574	49.3	318.3	1.03	siltli kil-kil	10
8.6	1.401	43.6	354.6	1.03	siltli kil-kil	10
8.65	1.434	78.8	421.8	1.03	kil	15
8.7	1.549	79.8	445.4	1.03	kil	15
8.75	1.546	69.7	228.9	1.06	kil	15
8.8	1.38	56.1	252.4	1.06	kil	14
8.85	1.358	54.4	239	1.06	kil	14
8.9	1.471	58.5	252.6	1.06	siltli kil-kil	10
8.95	1.655	62.3	275.9	1.06	siltli kil-kil	11
9	1.76	68.1	300.6	1.05	siltli kil-kil	12
9.05	1.845	72.8	322.8	1.05	siltli kil-kil	12
9.1	1.867	76.2	332.6	1.05	siltli kil-kil	13
9.15	1.921	78.2	353	1.05	siltli kil-kil	13
9.2	1.915	68.7	375	1.05	siltli kil-kil	12
9.25	1.756	64.4	382.1	1.05	siltli kil-kil	12
9.3	1.708	60.1	392	1.05	siltli kil-kil	11
9.35	1.622	68.7	410	1.05	siltli kil-kil	11
9.4	1.562	63.7	411.5	1.06	siltli kil-kil	11
9.45	1.553	55.4	466.4	1.04	siltli kil-kil	10
9.5	1.374	46.6	469.6	1.04	siltli kil-kil	10
9.55	1.357	43	483.5	1.04	siltli kil-kil	9
9.6	1.379	44.1	496.8	1.04	siltli kil-kil	9
9.65	1.462	48.7	509.6	1.04	siltli kil-kil	10
9.7	1.551	53	505	1.04	siltli kil-kil	10
9.75	1.659	59.4	495.4	1.04	siltli kil-kil	11
9.8	1.844	66.9	519.7	1.04	siltli kil-kil	12
9.85	2.087	75.5	534.9	1.04	siltli kil-kil	13

9.9	2.093	85	566.9	1.04	siltli kil-kil	15
9.95	2.188	86.3	489	1.04	siltli kil-kil	15
10	2.461	84.2	503.5	1.05	killi silt-siltli kil	12


Tip Resistance
Qt (MN/m^2)
0
10
Local Friction
Fs (kN/m^2)
0
500
Pore Pressure
Pw (kPa)
-100
800
Inclination
I (deg)
0
2
Soil Behavior Type*
Zone: UBC-1983
0
12
SPT N'
60% Hammer
0
50
Derinlik
(m)
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
Maksimum derinlik=10,00 m
Derinlik artışı=0,05 m
1 Hassas ince daneli
2 Organik malzeme
3 Kil
4 Siltli kil-kil
5 Killi silt-siltli kil
6 Kumlu silt-killi silt
7 Siltli kum-kumlu silt
8 Kum-siltli kum
9 Kum
10 Çakıllı kum-kum
11 Çok sert ince daneli
12 Kum-killi kum

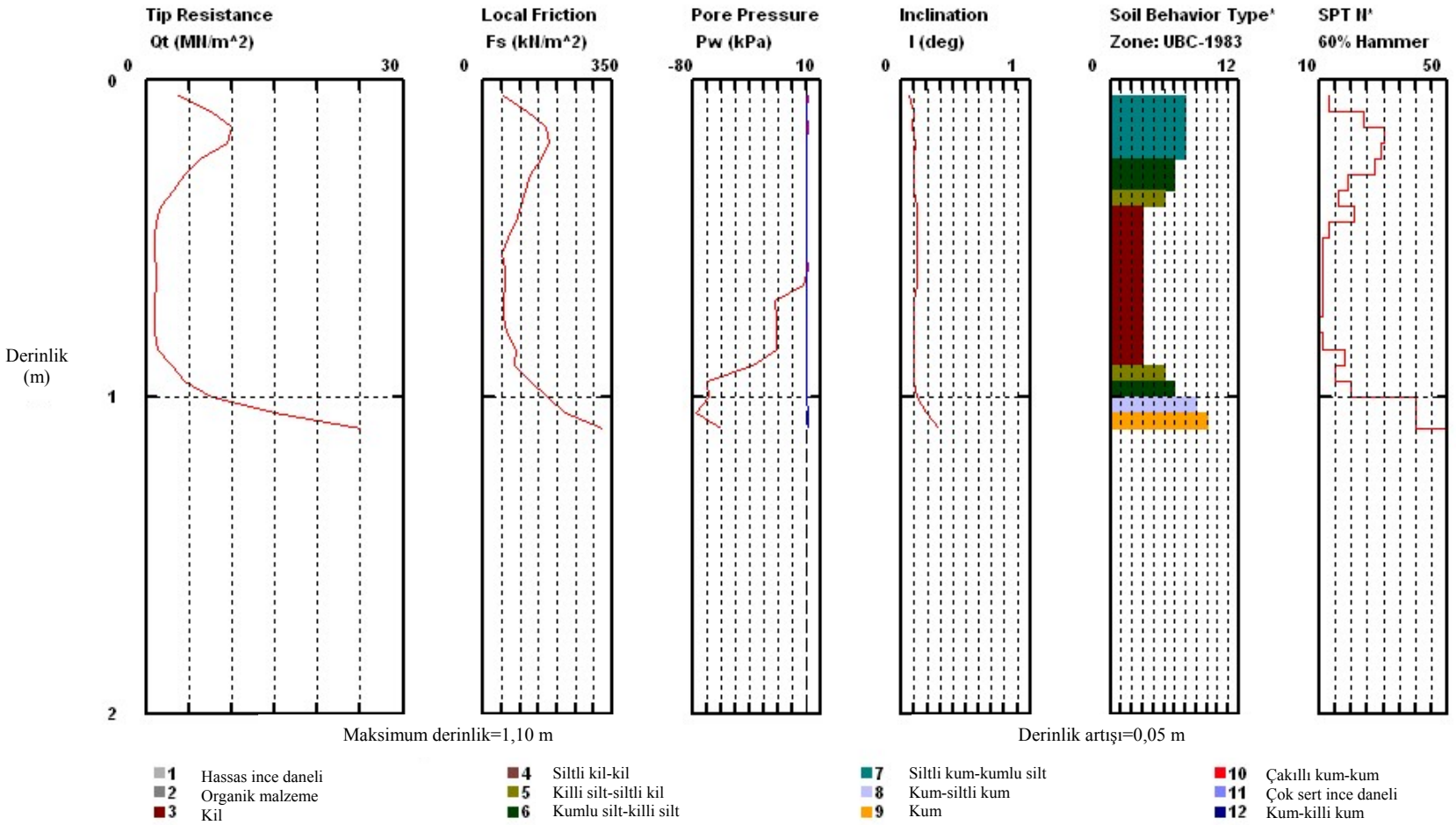
CPT2

Derinlik (m)	Qt (MN/m^2)	Fs (kN/m^2)	Pw (kPa)	Sapma (deg)	Zemin Türü	SPT-N_{60}
0.05	3.2	68.6	-0.1	0.02	siltli kum-kumlu silt	16
0.1	11.13	157.4	0.1	0	siltli kum-kumlu silt	28
0.15	11.01	231.1	-0.4	0	siltli kum-kumlu silt	34
0.2	8.39	263.7	-1.3	0	kumlu silt-killi silt	34
0.25	6.43	209.2	-1.9	0	kumlu silt-killi silt	26
0.3	4.33	129.4	-1.2	0	kumlu silt-killi silt	18
0.35	3.04	82.3	-1.4	0	killi silt-siltli kil	16
0.4	2.14	84.3	-1.4	0	siltli kil-kil	14
0.45	1.05	76.8	-1.8	0	kil	13
0.5	0.858	58.9	-11.3	0	kil	9
0.55	0.886	54.5	-22.2	0	kil	9
0.6	1.063	54.6	-34.5	0	kil	9
0.65	0.87	46.6	-48.5	0	kil	9
0.7	0.91	39	-51.4	0	kil	9
0.75	0.856	23.2	-19.7	0	siltli kil-kil	7
0.8	1.168	26.3	-10.2	0	kumlu silt-killi silt	7
0.85	3.159	13.3	-7.2	0	siltli kum-kumlu silt	9
0.9	4.019	8.4	-5.6	0	siltli kum-kumlu silt	12
0.95	4.04	25.9	-0.9	0	kum-siltli kum	10
1	4.23	19.7	-1.4	0.01	kum-siltli kum	16
1.05	10.488	27.4	-8.7	0.01	kum	18
1.1	12.819	51.4	-5.8	0.01	kum	24
1.15	12.609	76.8	-4.3	0.01	kum	23
1.2	9.729	85.9	-4	0.02	kum-siltli kum	29
1.25	12.328	102.1	-9.9	0.02	kum	26
1.3	16.605	71	-75.8	0.03	kum	30
1.35	15.896	88.6	-21.1	0.03	kum	32
1.4	14.809	39.2	-5.1	0.03	kum	29
1.45	12.767	96.1	-17	0.03	kum	28
1.5	13.821	82.4	4.6	0.02	kum	26
1.55	12.3	27.9	2.3	0.02	kum	26
1.6	12.856	52.8	-21.1	0.02	kum-siltli kum	24
1.65	3.762	77.4	7.9	0.03	kum	23
1.7	18.038	99.3	-11.3	0.03	kum	46
1.75	23.55	109.4	0.1	0.03	çakıllı kum-kum	42
1.8	27.207	137.6	-12.6	0.05	kum	54


Tip Resistance
Qt (MN/m^2)
0
30
Local Friction
Fs (kN/m^2)
0
300
Pore Pressure
Pw (kPa)
-80
10
Inclination
I (deg)
0
1
Soil Behavior Type
Zone: UBC-1983
0
12
SPT N
60% Hammer
0
50
Derinlik
(m)
0
1
2
Maksimum derinlik=1,80 m
Derinlik artışı=0,05 m
1 Hassas ince daneli
2 Organik malzeme
3 Kil
4 Siltli kil-kil
5 Killi silt-siltli kil
6 Kumlu silt-killi silt
7 Siltli kum-kumlu silt
8 Kum-siltli kum
9 Kum
10 Çakıllı kum-kum
11 Çok sert ince daneli
12 Kum-killi kum

CPT2-2

Derinlik (m)	Qt (MN/m^2)	Fs (kN/m^2)	Pw (kPa)	Sapma (deg)	Zemin Türü	SPT-N_{60}
0.05	3.83	56.1	0.6	0.06	siltli kum-kumlu silt	13
0.1	7.67	116.7	0.3	0.1	siltli kum-kumlu silt	24
0.15	9.96	171.4	1.5	0.08	siltli kum-kumlu silt	30
0.2	9.39	180.6	-0.4	0.11	siltli kum-kumlu silt	29
0.25	6.4	157.8	-0.7	0.09	kumlu silt-killi silt	27
0.3	4.48	128.1	-0.6	0.09	kumlu silt-killi silt	19
0.35	3.2	115.2	0.3	0.09	killi silt-siltli kil	16
0.4	1.78	100	-0.6	0.12	kil	21
0.45	1.18	88.7	-0.6	0.12	kil	13
0.5	1.03	69.2	-0.4	0.12	kil	11
0.55	1	48.2	-0.1	0.12	kil	11
0.6	1.14	59.4	0.5	0.12	kil	11
0.65	1.18	60	-2.1	0.12	kil	11
0.7	1.006	54.5	-21.8	0.09	kil	11
0.75	1.036	52.8	-21.4	0.09	kil	10
0.8	0.976	62.2	-21.4	0.09	kil	11
0.85	1.376	87.6	-21.5	0.09	kil	18
0.9	2.993	84.2	-37.3	0.09	killi silt-siltli kil	15
0.95	4.506	125.5	-69.8	0.1	kumlu silt-killi silt	20
1	7.566	174.5	-68.6	0.12	kum-siltli kum	40
1.05	15.085	220.4	-77.5	0.19	kum	40
1.1	25.188	325.1	-59.4	0.29	kum	50


Tip Resistance
Qt (MN/m^2)
0
30
Local Friction
Fs (kN/m^2)
0
350
Pore Pressure
Pw (kPa)
-80
10
Inclination
I (deg)
0
1
Soil Behavior Type*
Zone: UBC-1983
0
12
SPT N*
60% Hammer
10
50
Derinlik
(m)
0
1
2
Maksimum derinlik=1,10 m
Derinlik artışı=0,05 m
1 Hassas ince daneli
2 Organik malzeme
3 Kil
4 Siltli kil-kil
5 Killi silt-siltli kil
6 Kumlu silt-killi silt
7 Siltli kum-kumlu silt
8 Kum-siltli kum
9 Kum
10 Çakıllı kum-kum
11 Çok sert ince daneli
12 Kum-killi kum

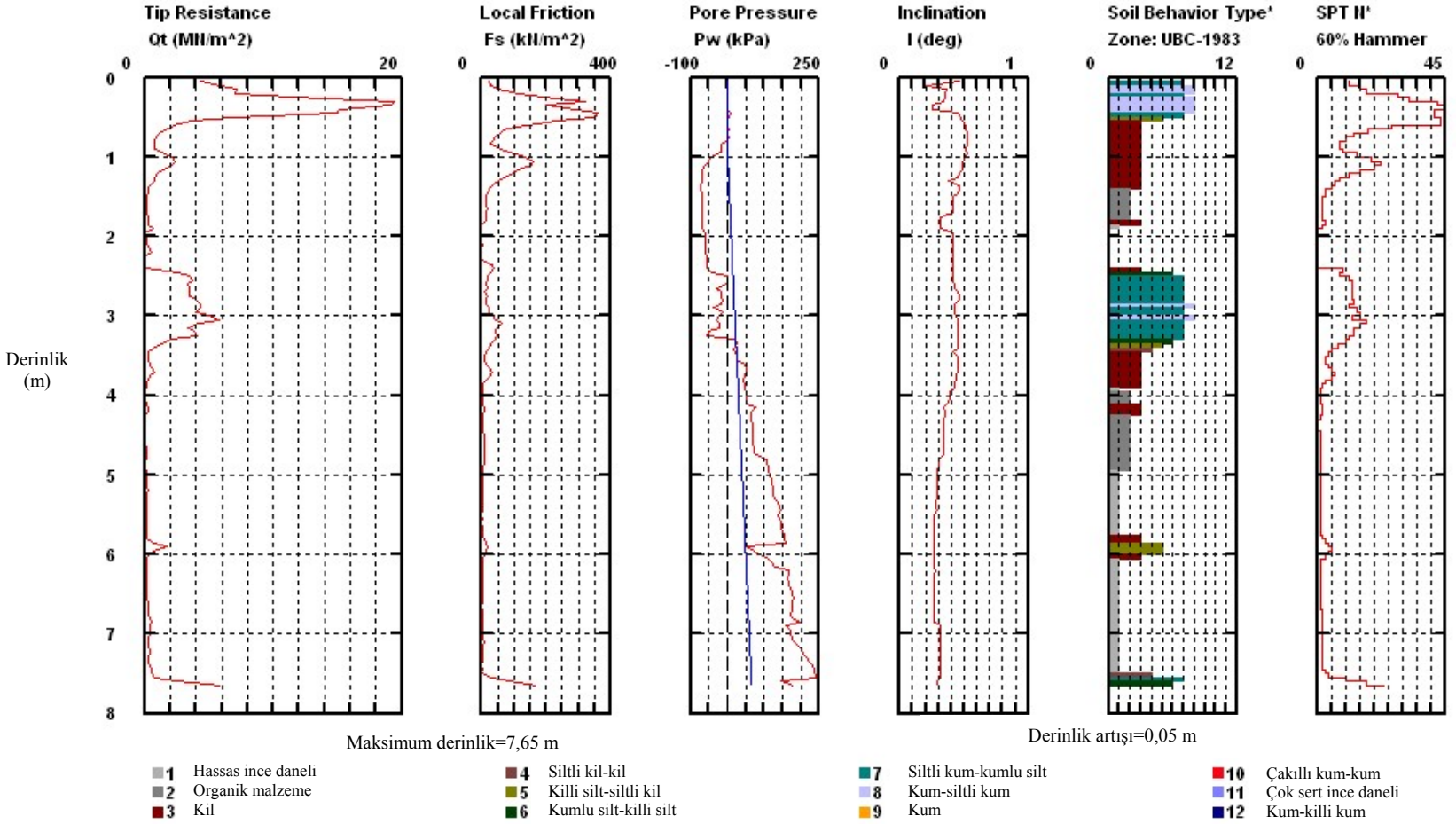
CPT3

Derinlik (m)	Qt (MN/m^2)	Fs (kN/m^2)	Pw (kPa)	Sapma (deg)	Zemin Türü	SPT-N_{60}
0.05	4.36	22.1	0.1	0.46	siltli kum-kumlu silt	11
0.1	5.98	27.3	0.6	0.21	kum-siltli kum	15
0.15	7.16	46.5	0.7	0.37	kum-siltli kum	17
0.2	7	116.7	1.4	0.35	siltli kum-kumlu silt	28
0.25	11.47	190.4	1.4	0.35	kum-siltli kum	32
0.3	19.4	322.8	0.8	0.34	kum-siltli kum	42
0.35	19.19	200.6	1.5	0.25	kum-siltli kum	45
0.4	15.15	290.8	1.3	0.26	kum-siltli kum	41
0.45	14.991	363.6	6.7	0.45	siltli kum-kumlu silt	41
0.5	6.871	352.2	3.6	0.48	killi silt-siltli kil	43
0.55	3.79	231.9	1.2	0.49	kil	43
0.6	2.22	140.8	0.6	0.51	kil	26
0.65	1.931	78	2.8	0.51	kil	18
0.7	1.16	57	1.9	0.53	kil	13
0.75	0.881	42.6	2.6	0.53	kil	10
0.8	0.84	33.4	1.9	0.52	kil	8
0.85	0.766	28.7	-18.8	0.53	kil	8
0.9	0.786	57.2	-17.7	0.51	kil	9
0.95	1.286	88	-19	0.53	kil	14
1	2.091	137.2	-45.6	0.51	kil	19
1.05	2.44	161	-51.5	0.49	kil	22
1.1	2.138	153.9	-61.9	0.49	kil	20
1.15	1.486	111.6	-67.7	0.49	kil	15
1.2	1.006	95.6	-70.2	0.46	kil	11
1.25	0.756	74.1	-69.9	0.45	kil	8
1.3	0.756	51.3	-70.8	0.38	kil	6
1.35	0.406	31.6	-71	0.46	kil	5
1.4	0.326	21.9	-71.1	0.46	organik malzeme	3
1.45	0.276	16.8	-70.9	0.45	organik malzeme	3
1.5	0.216	14.2	-70.5	0.42	organik malzeme	2
1.55	0.156	12.1	-70.4	0.42	organik malzeme	2
1.6	0.156	11.1	-70.4	0.42	organik malzeme	2
1.65	0.206	17.6	-70	0.42	organik malzeme	2
1.7	0.216	14.5	-69.7	0.42	organik malzeme	2
1.75	0.256	13.5	-69.5	0.32	organik malzeme	2
1.8	0.236	14.1	-69.3	0.32	kil	3
1.85	0.336	-1.5	-68.8	0.32	hassas ince daneli	2
1.9	0.626	-1.5	-68.8	0.32	-	0
1.95	0.108	-1.6	-61.8	0.41	-	0
2	0.118	-1.8	-61.4	0.41	-	0
2.05	0.118	-1.7	-61.5	0.41	-	0
2.1	0.128	2.4	-61.3	0.41	-	0
2.15	0.388	-2.2	-61	0.41	-	0
2.2	0.498	-2.2	-61	0.41	-	0
2.25	0.079	-2.2	-57.4	0.42	-	0
2.3	0.059	-2.2	-57.4	0.42	-	0

2.35	0.049	32.2	-57	0.42	-	0
2.4	-0.001	36	-57	0.42	kil	9
2.45	2.652	25.5	-41.9	0.42	kumlu silt-killi silt	8
2.5	3.46	15.9	0.2	0.42	siltli kum-kumlu silt	11
2.55	3.75	15.7	-0.3	0.42	siltli kum-kumlu silt	12
2.6	3.42	11.8	1.7	0.43	siltli kum-kumlu silt	12
2.65	3.474	15.8	-28.6	0.43	siltli kum-kumlu silt	12
2.7	3.527	9.8	-17	0.45	siltli kum-kumlu silt	12
2.75	3.537	19.9	-15.5	0.47	siltli kum-kumlu silt	12
2.8	4.027	15.2	-13.9	0.47	siltli kum-kumlu silt	13
2.85	4.326	14.4	-17.9	0.43	kum-siltli kum	11
2.9	4.342	23.4	-40.2	0.43	siltli kum-kumlu silt	14
2.95	3.918	23.8	-11	0.43	siltli kum-kumlu silt	15
3	4.986	31	-20.9	0.44	kum-siltli kum	12
3.05	5.764	41.4	-28.6	0.45	siltli kum-kumlu silt	17
3.1	4.185	62.2	-22.8	0.45	siltli kum-kumlu silt	15
3.15	3.405	49.2	-23.2	0.45	siltli kum-kumlu silt	13
3.2	3.84	41.2	-49.8	0.45	siltli kum-kumlu silt	13
3.25	4.119	45	-55.6	0.45	siltli kum-kumlu silt	11
3.3	2.154	42.3	21.2	0.45	kumlu silt-killi silt	10
3.35	1.315	29.6	26.8	0.45	killi silt-siltli kil	7
3.4	0.614	23.5	17.9	0.45	siltli kil-kil	5
3.45	0.325	12.1	23	0.41	kil	4
3.5	0.285	6.2	25.5	0.45	kil	3
3.55	0.325	5.8	26.9	0.45	kil	3
3.6	0.39	12	47.8	0.45	kil	4
3.65	0.49	25	50.4	0.45	kil	5
3.7	0.73	30.5	51.4	0.45	kil	6
3.75	0.479	25.2	45.4	0.44	kil	5
3.8	0.309	13.4	44.2	0.44	kil	3
3.85	0.229	5	45.8	0.43	kil	2
3.9	0.12	2.8	47.9	0.43	hassas ince daneli	1
3.95	0.05	1	49.4	0.39	organik malzeme	1
4	0.04	1.6	49.8	0.39	organik malzeme	1
4.05	0.07	3.1	50.9	0.39	organik malzeme	1
4.1	0.12	2	52.2	0.36	kil	2
4.15	0.266	7.2	77.6	0.34	kil	2
4.2	0.253	6.3	63.9	0.35	kil	2
4.25	0.063	2.9	64.9	0.35	organik malzeme	1
4.3	0.053	1.1	65	0.34	organik malzeme	0
4.35	0.034	3	67.5	0.34	organik malzeme	0
4.4	0.034	2.2	68.7	0.34	organik malzeme	0
4.45	0.054	2.4	67.5	0.34	organik malzeme	1
4.5	0.094	6.8	67.7	0.34	organik malzeme	1
4.55	0.084	6.9	68.3	0.34	organik malzeme	1
4.6	0.094	6.9	70.2	0.34	organik malzeme	1
4.65	0.134	7.2	72.3	0.34	organik malzeme	1
4.7	0.145	8.6	74.2	0.34	organik malzeme	1
4.75	0.155	8.7	76.4	0.34	organik malzeme	1
4.8	0.131	8.6	105.9	0.31	organik malzeme	1

4.85	0.072	8.4	108.7	0.31	organik malzeme	1
4.9	0.062	3.5	111.3	0.31	organik malzeme	1
4.95	0.143	1.3	113	0.29	hassas ince daneli	1
5	0.213	0.4	116.1	0.29	hassas ince daneli	1
5.05	0.194	0.7	119.4	0.29	hassas ince daneli	1
5.1	0.194	0.7	122.3	0.29	hassas ince daneli	1
5.15	0.225	2.7	125.3	0.29	hassas ince daneli	1
5.2	0.295	1.5	126.4	0.29	hassas ince daneli	1
5.25	0.225	1.1	125.8	0.29	hassas ince daneli	1
5.3	0.176	0.6	128.4	0.29	hassas ince daneli	1
5.35	0.148	5.1	139.3	0.28	hassas ince daneli	1
5.4	0.128	2.5	139.8	0.28	hassas ince daneli	1
5.45	0.149	1.2	143.8	0.29	hassas ince daneli	1
5.5	0.168	0.1	138.1	0.27	hassas ince daneli	1
5.55	0.148	0.9	141.8	0.27	hassas ince daneli	1
5.6	0.139	0.1	145.1	0.27	hassas ince daneli	1
5.65	0.13	2.1	148	0.27	hassas ince daneli	1
5.7	0.15	4.1	149.5	0.27	hassas ince daneli	1
5.75	0.191	2.4	152.6	0.27	kil	2
5.8	0.171	10.1	152.6	0.27	kil	3
5.85	0.671	12	157.3	0.27	killi silt-siltli kil	4
5.9	1.74	17.7	48.1	0.27	killi silt-siltli kil	5
5.95	0.615	14.4	74.7	0.27	killi silt-siltli kil	4
6	0.237	6	85.8	0.27	kil	3
6.05	0.192	2.2	109.5	0.27	hassas ince daneli	1
6.1	0.214	1.8	122.2	0.27	hassas ince daneli	1
6.15	0.206	2.3	129.3	0.27	hassas ince daneli	1
6.2	0.224	3	167.7	0.28	hassas ince daneli	1
6.25	0.224	4.2	168	0.27	hassas ince daneli	1
6.3	0.213	3.9	165.1	0.27	hassas ince daneli	1
6.35	0.224	4.2	168.5	0.27	hassas ince daneli	1
6.4	0.214	3.9	169	0.27	hassas ince daneli	1
6.45	0.205	3.6	175.7	0.27	hassas ince daneli	1
6.5	0.206	2.6	177.6	0.27	hassas ince daneli	1
6.55	0.216	1.3	178.4	0.27	hassas ince daneli	1
6.6	0.256	1	178.1	0.27	hassas ince daneli	1
6.65	0.295	0.2	177	0.27	hassas ince daneli	1
6.7	0.325	2.3	174.1	0.27	hassas ince daneli	2
6.75	0.355	2.5	173.4	0.27	hassas ince daneli	2
6.8	0.366	2.5	177.5	0.27	hassas ince daneli	2
6.85	0.539	1.9	195.6	0.27	hassas ince daneli	2
6.9	0.452	4.8	159	0.32	hassas ince daneli	2
6.95	0.434	0.5	171.2	0.32	hassas ince daneli	2
7	0.384	1.9	172.2	0.32	hassas ince daneli	2
7.05	0.335	3.6	174.4	0.32	hassas ince daneli	2
7.1	0.306	6	182.4	0.32	hassas ince daneli	2
7.15	0.349	2.4	192.5	0.32	hassas ince daneli	2
7.2	0.42	0.8	201.9	0.32	hassas ince daneli	2
7.25	0.391	0.8	207	0.32	hassas ince daneli	2
7.3	0.313	2.7	212.9	0.32	hassas ince daneli	2

7.35	0.335	3.8	222.9	0.32	hassas ince daneli	2
7.4	0.396	0	231.7	0.32	hassas ince daneli	2
7.45	0.567	1.7	237.4	0.32	hassas ince daneli	3
7.5	0.597	0.2	236.9	0.32	siltli kil-kil	4
7.55	0.729	30.8	244.9	0.32	siltli kum-kumlu silt	10
7.6	2.459	85.6	146	0.29	kumlu silt-killi silt	17
7.65	5.936	170.4	180.3	0.29	kumlu silt-killi silt	24

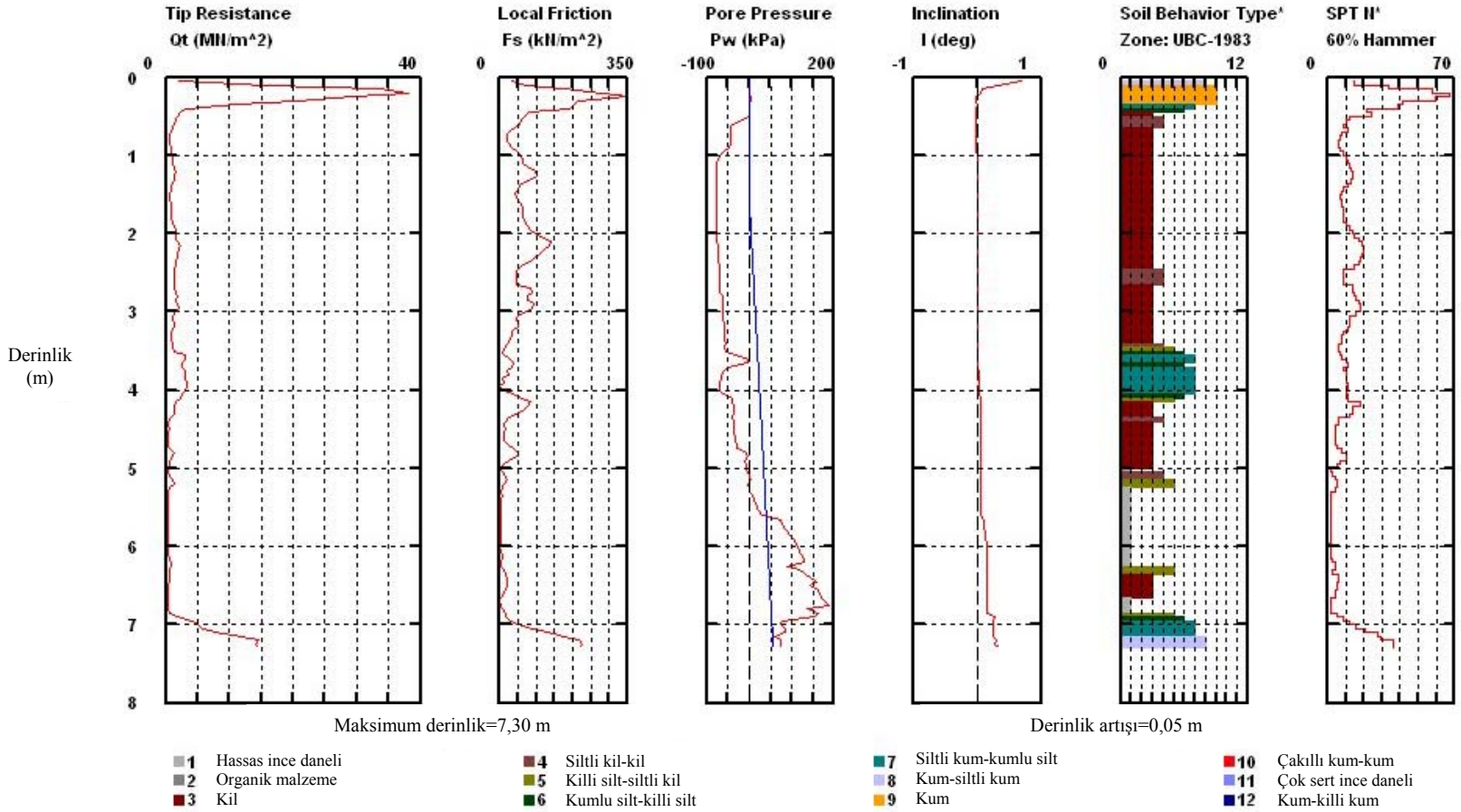

Tip Resistance
Qt (MN/m^2)
0
20
Local Friction
Fs (kN/m^2)
0
400
Pore Pressure
Pw (kPa)
-100
250
Inclination
I (deg)
0
1
Soil Behavior Type
Zone: UBC-1983
0
12
SPT N
60% Hammer
0
45
Derinlik (m)
0
1
2
3
4
5
6
7
8
Maksimum derinlik=7,65 m
Derinlik artışı=0,05 m
1 Hassas ince daneli
2 Organik malzeme
3 Kil
4 Siltli kil-kil
5 Killi silt-siltli kil
6 Kumlu silt-killi silt
7 Siltli kum-kumlu silt
8 Kum-siltli kum
9 Kum
10 Çakıllı kum-kum
11 Çok sert ince daneli
12 Kum-killi kum

CPT4

Derinlik (m)	Qt (MN/m^2)	Fs (kN/m^2)	Pw (kPa)	Sapma (deg)	Zemin Türü	SPT-N_{60}
0.05	2.17	32.9	-0.1	0.69	kum-siltli kum	15
0.1	15.73	69.5	1.8	0.33	kum	34
0.15	33.59	175.7	0.8	0.07	kum	58
0.2	38.14	283.8	-0.1	0.05	kum	67
0.25	29.491	350	4.2	-0.02	kum	59
0.3	20.531	213.4	3.6	-0.02	kum	41
0.35	11.04	206.5	-0.8	-0.01	siltli kum-kumlu silt	39
0.4	3.26	189.9	0.5	-0.02	kumlu silt-killi sit	22
0.45	2.2	78	1.1	-0.02	kil	24
0.5	1.71	65.8	1.8	-0.02	siltli kil-kil	12
0.55	1.517	56.7	-16.2	-0.02	siltli kil-kil	10
0.6	1.332	54.3	-41.1	-0.02	siltli kil-kil	9
0.65	1.071	40.7	-43.4	-0.02	kil	11
0.7	0.811	24.8	-43.7	-0.02	kil	8
0.75	0.661	21.6	-43.7	-0.02	kil	7
0.8	0.571	20.1	-45.5	-0.02	kil	6
0.85	0.541	22.7	-45.4	-0.02	kil	6
0.9	0.721	33.2	-45.9	-0.02	kil	7
0.95	0.958	45.9	-58.2	-0.02	kil	9
1	0.986	56.8	-70.3	-0.01	kil	10
1.05	1.125	61.3	-73.9	-0.01	kil	11
1.1	1.175	63	-76.8	-0.01	kil	12
1.15	1.295	80.6	-76.7	-0.01	kil	13
1.2	1.535	97.3	-76.6	-0.01	kil	14
1.25	1.425	99.5	-76.4	-0.01	kil	14
1.3	1.314	86.6	-78.4	-0.01	kil	13
1.35	1.044	59.7	-78.3	-0.01	kil	11
1.4	0.854	53.9	-78.6	-0.01	kil	9
1.45	0.754	45.5	-78.6	-0.01	kil	8
1.5	0.704	42.4	-78.5	-0.01	kil	7
1.55	0.714	48.5	-78.5	-0.01	kil	8
1.6	0.834	55.3	-78.5	-0.01	kil	8
1.65	0.824	63.2	-78.1	-0.01	kil	9
1.7	0.904	61.7	-78.1	-0.01	kil	9
1.75	0.864	61.7	-77.7	-0.01	kil	9
1.8	0.834	63	-77.6	-0.01	kil	9
1.85	1.004	69.4	-77.6	-0.01	kil	10
1.9	1.235	76.7	-77.2	-0.01	kil	12
1.95	1.475	84.9	-77.2	-0.01	kil	14
2	1.465	96.7	-77.1	-0.01	kil	15
2.05	1.675	120.3	-76.5	-0.01	kil	17
2.1	1.825	140.2	-76	-0.01	kil	19
2.15	2.235	137.3	-72.6	-0.01	kil	20
2.2	2.065	124.5	-72.7	-0.01	kil	20
2.25	1.845	110.3	-72.8	-0.01	kil	19
2.3	1.836	96.8	-71.9	-0.01	kil	18

2.35	1.686	83.7	-71.8	-0.01	kil	17
2.4	1.506	64.9	-71.1	-0.01	kil	15
2.45	1.366	48.6	-71.2	-0.01	siltli kil-kil	9
2.5	1.366	43.8	-70.9	-0.01	siltli kil-kil	9
2.55	1.326	43.7	-70.5	-0.01	siltli kil-kil	9
2.6	1.406	44.2	-69.7	-0.01	siltli kil-kil	9
2.65	1.346	44.5	-69.4	-0.01	kil	14
2.7	1.356	84.1	-68.9	-0.01	kil	14
2.75	1.476	87.3	-68.7	-0.01	kil	15
2.8	1.747	74	-62.7	0	kil	16
2.85	1.557	74.2	-62.6	0	kil	17
2.9	1.788	90.9	-62.3	0	kil	18
2.95	2.088	90.2	-62.3	0	kil	18
3	1.468	76.2	-61.8	0	kil	16
3.05	1.158	51.6	-61.4	0	kil	12
3.1	1.098	44.3	-61	0	kil	12
3.15	1.248	51.7	-60.4	0	kil	12
3.2	1.208	51.3	-60	0	kil	11
3.25	0.878	34	-59.8	0	kil	9
3.3	0.738	34.2	-59.5	0	kil	8
3.35	0.718	29.3	-59.1	0	kil	8
3.4	1.029	19.3	-56.7	0.01	siltli kil-kil	6
3.45	1.039	16	-56.8	0.01	killi silt-siltli kil	6
3.5	1.399	7.5	-55.9	0.01	kumlu silt-killi sit	7
3.55	3.103	11.1	-32.9	0.01	siltli kum-kumlu silt	8
3.6	3.03	26.9	1.8	0.01	siltli kum-kumlu silt	10
3.65	2.61	37.3	-1.7	0.01	kumlu silt-killi sit	11
3.7	2.651	32.2	-47	0.01	siltli kum-kumlu silt	9
3.75	3.048	21	-59.4	0.02	siltli kum-kumlu silt	10
3.8	3.107	23.3	-65.3	0.02	siltli kum-kumlu silt	10
3.85	3.017	8.7	-67.4	0.02	siltli kum-kumlu silt	10
3.9	3.316	9.7	-69.8	0.02	siltli kum-kumlu silt	11
3.95	3.356	-0.2	-69.8	0.02	siltli kum-kumlu silt	11
4	3.126	12.3	-69.5	0.02	siltli kum-kumlu silt	10
4.05	2.568	36.6	-60.7	0.02	kumlu silt-killi sit	11
4.1	2.302	60.6	-38.5	0.04	killi silt-siltli kil	11
4.15	1.572	84.7	-39.5	0.04	kil	18
4.2	1.382	75.1	-37.9	0.04	kil	14
4.25	1.353	68	-37.5	0.04	kil	14
4.3	1.383	47	-37.1	0.04	kil	12
4.35	0.862	24.6	-38.6	0.04	siltli kil-kil	6
4.4	0.452	16.3	-37.6	0.04	kil	6
4.45	0.413	12.4	-36.3	0.04	kil	4
4.5	0.483	13.9	-35.1	0.04	kil	4
4.55	0.443	11.8	-35	0.04	kil	4
4.6	0.423	11	-33	0.04	kil	4
4.65	0.434	10.9	-32.5	0.05	kil	4
4.7	0.464	24.8	-30.6	0.05	kil	5
4.75	0.644	37	-29.3	0.05	kil	8
4.8	1.239	51.4	-6.9	0.05	kil	10

4.85	1.049	49.9	-5.1	0.05	kil	10
4.9	0.648	25.7	-9.6	0.05	kil	7
4.95	0.478	9.5	-8.5	0.05	kil	5
5	0.419	4.8	-6.1	0.05	hassas ince daneli	2
5.05	0.409	6.1	-3.7	0.05	siltli kil-kil	3
5.1	0.54	15.8	0.5	0.05	siltli kil-kil	4
5.15	1.021	21.1	2.6	0.05	killi silt-siltli kil	5
5.2	1.23	12.8	-1.9	0.05	killi silt-siltli kil	5
5.25	0.58	5.9	-1.2	0.05	hassas ince daneli	4
5.3	0.37	3.2	2.1	0.05	hassas ince daneli	2
5.35	0.321	5.1	6.8	0.05	hassas ince daneli	2
5.4	0.342	3	11.2	0.05	hassas ince daneli	2
5.45	0.343	3.8	14.9	0.05	hassas ince daneli	2
5.5	0.314	4.8	18.3	0.05	hassas ince daneli	2
5.55	0.315	0.4	23.1	0.06	hassas ince daneli	2
5.6	0.366	3.8	28.4	0.06	hassas ince daneli	2
5.65	0.415	1.3	73.9	0.09	hassas ince daneli	2
5.7	0.336	0.3	78.7	0.09	hassas ince daneli	2
5.75	0.347	1	83	0.11	hassas ince daneli	2
5.8	0.348	1.6	88.3	0.12	hassas ince daneli	2
5.85	0.309	1.8	94.8	0.12	hassas ince daneli	2
5.9	0.3	1.5	101.7	0.12	hassas ince daneli	2
5.95	0.292	2.2	109	0.14	hassas ince daneli	1
6	0.283	0.2	113.5	0.14	hassas ince daneli	2
6.05	0.363	3.1	117	0.14	hassas ince daneli	2
6.1	0.374	9.1	121.1	0.14	hassas ince daneli	2
6.15	0.566	8.3	128	0.15	hassas ince daneli	3
6.2	0.936	4.4	129.4	0.15	hassas ince daneli	4
6.25	0.898	2.8	89.7	0.15	killi silt	4
6.3	0.573	13.3	117.1	0.15	killi silt	3
6.35	0.587	16.5	132.5	0.15	kil	6
6.4	0.569	21.2	145.2	0.15	kil	6
6.45	0.622	18.3	158.8	0.15	kil	5
6.5	0.458	17.9	142.3	0.15	kil	5
6.55	0.442	13.9	161.5	0.15	kil	4
6.6	0.373	10.3	164.7	0.15	kil	4
6.65	0.314	4.8	169.6	0.15	hassas ince daneli	2
6.7	0.296	0.1	178.4	0.15	hassas ince daneli	2
6.75	0.338	0.5	187.5	0.15	hassas ince daneli	2
6.8	0.427	8.9	135.6	0.15	hassas ince daneli	2
6.85	0.612	13.9	161.4	0.16	killi silt-siltli kil	5
6.9	1.751	15.9	155.4	0.26	kumlu silt-killi sit	9
6.95	4.056	29.9	79.2	0.24	siltli kum-kumlu silt	12
7	4.895	49.6	75.4	0.24	siltli kum-kumlu silt	16
7.05	5.807	86.7	83.6	0.25	siltli kum-kumlu silt	21
7.1	7.767	131	85.2	0.25	siltli kum-kumlu silt	28
7.15	11.982	175.2	58	0.25	kum-siltli kum	29
7.2	14.524	218.9	72.4	0.31	kum-siltli kum	36
7.25	14.175	227.8	73.1	0.27	kum-siltli kum	36
7.3	14.605	218.9	77.3	0.34	kum-siltli kum	37


Tip Resistance
Qt (MN/m^2)
0
40
Local Friction
Fs (kN/m^2)
0
350
Pore Pressure
Pw (kPa)
-100
200
Inclination
I (deg)
-1
1
Soil Behavior Type
Zone: UBC-1983
0
12
SPT N
60% Hammer
0
70
Derinlik
(m)
0
1
2
3
4
5
6
7
8
Maksimum derinlik=7,30 m
Derinlik artışı=0,05 m
1 Hassas ince daneli
2 Organik malzeme
3 Kil
4 Siltli kil-kil
5 Killi silt-siltli kil
6 Kumlu silt-killi silt
7 Siltli kum-kumlu silt
8 Kum-siltli kum
9 Kum
10 Çakıllı kum-kum
11 Çok sert ince daneli
12 Kum-killi kum

CPT5

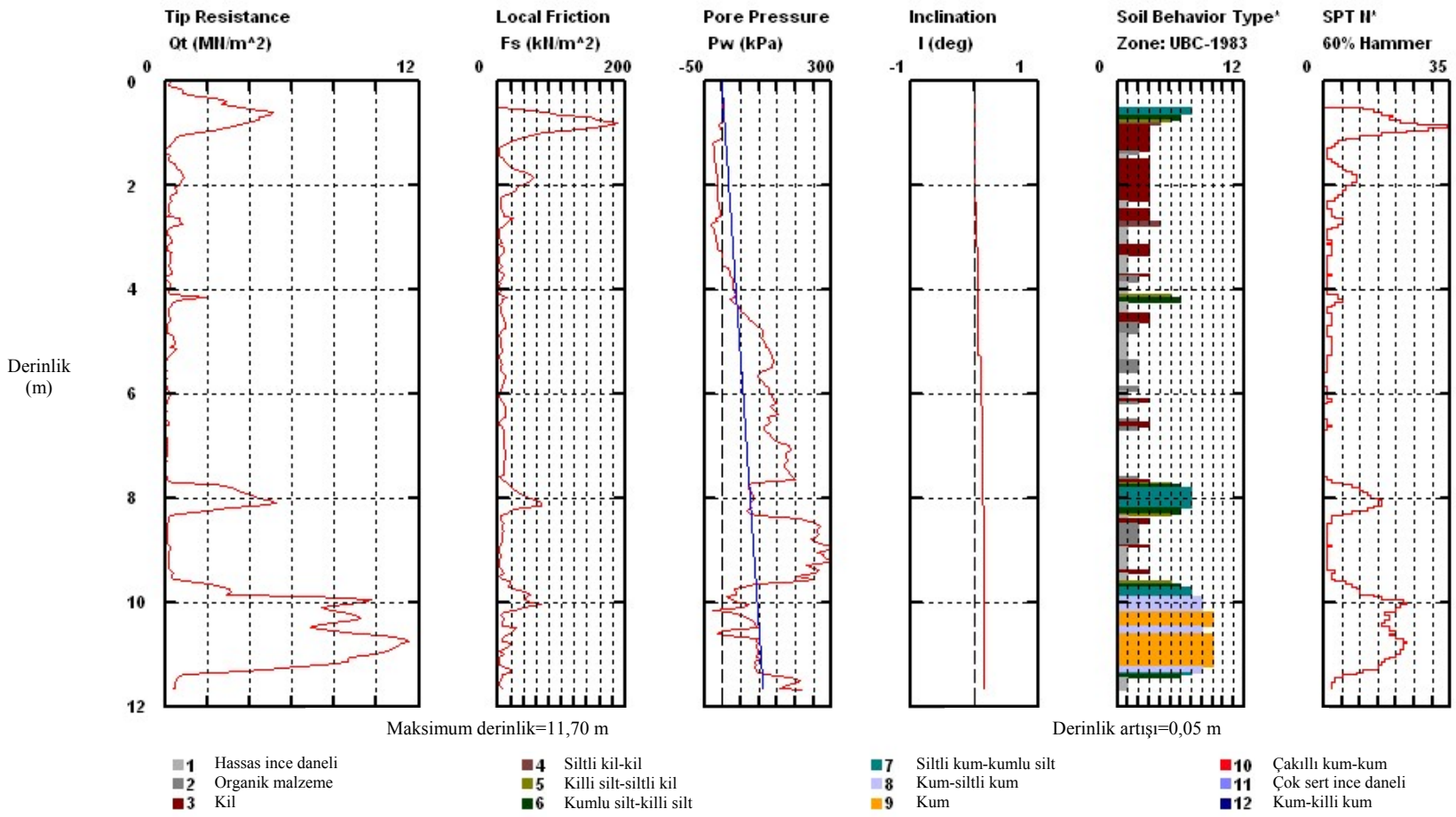
Derinlik (m)	Qt (MN/m^2)	Fs (kN/m^2)	Pw (kPa)	Sapma (deg)	Zemin Türü	SPT-N_{60}
0.05	0.27	0	0	-0.01	-	0
0.1	0.21	0	-0.5	-0.01	-	0
0.15	0.67	-0.1	-0.1	-0.01	-	0
0.2	0.87	-0.1	-0.3	0	-	0
0.25	0.85	0	-0.1	-0.01	-	0
0.3	1.58	-0.1	-0.2	-0.01	-	0
0.35	2.32	-0.1	0.1	-0.01	-	0
0.4	2.87	0	-0.2	-0.01	-	0
0.45	2.69	-0.1	-0.1	-0.01	-	0
0.5	3.62	-0.1	0	0	siltli kum-kumlu silt	11
0.55	3.96	27.7	0.1	-0.01	siltli kum-kumlu silt	14
0.6	5.15	75.9	-0.1	0	siltli kum-kumlu silt	16
0.65	4.96	96.3	-0.5	-0.01	kumlu silt-killi silt	19
0.7	4.46	143.5	-0.6	0	kumlu silt-killi silt	18
0.75	4.42	155.2	-0.6	0	killi silt-siltli kil	21
0.8	3.76	186.9	-2.5	-0.01	siltli kil-kil	26
0.85	3.578	180	-10.3	-0.01	kil	34
0.9	2.879	149	-7.2	-0.01	kil	29
0.95	2.33	103.5	-2.1	0	kil	23
1	1.57	72.7	-2	0	kil	16
1.05	0.799	51.7	-2.8	0	kil	10
1.1	0.489	34.2	-2.9	0	kil	6
1.15	0.488	25.2	-9.8	0	kil	4
1.2	0.294	13.5	-28.7	0	kil	3
1.25	0.235	7	-24.9	0	kil	2
1.3	0.095	2.5	-24.8	0	kil	1
1.35	0.055	0.7	-24.5	0	organik malzeme	1
1.4	0.125	1	-24.1	0	hassas ince daneli	1
1.45	0.255	1.7	-23.7	0	hassas ince daneli	1
1.5	0.185	8.2	-23.1	0	kil	2
1.55	0.265	11.6	-22.8	0	kil	3
1.6	0.456	14.6	-19.2	0	kil	4
1.65	0.526	18.1	-18.4	0	kil	5
1.7	0.626	24.9	-17.8	0	kil	6
1.75	0.777	37.9	-16.7	0	kil	8
1.8	0.867	49.4	-16.4	0	kil	9
1.85	0.927	55.6	-15.8	0	kil	9
1.9	0.867	52.4	-15.7	0	kil	9
1.95	0.767	47.2	-15.5	0	kil	8
2	0.667	36.1	-15.9	0	kil	6
2.05	0.497	31.9	-15.6	0	kil	6
2.1	0.547	28	-15.9	0	kil	5
2.15	0.547	20.3	-15.9	0	kil	5
2.2	0.337	12.9	-15.3	0	kil	4
2.25	0.287	3.5	-14.6	0	kil	3
2.3	0.327	3.7	-14.9	0	hassas ince daneli	1

2.35	0.228	3.7	-9.1	0.02	hassas ince daneli	1
2.4	0.188	4	-9	0.02	hassas ince daneli	1
2.45	0.168	4.5	-9	0.02	kil	2
2.5	0.179	5.4	-6.3	0.02	kil	2
2.55	0.219	8.5	-5	0.03	kil	2
2.6	0.099	8.4	-3.9	0.03	kil	3
2.65	0.666	23.9	-19.4	0.03	kil	5
2.7	0.687	17.3	-12.9	0.03	siltli kil-kil	5
2.75	0.874	10.1	-31.9	0.03	siltli kil-kil	4
2.8	0.215	6.1	-25.3	0.03	hassas ince daneli	2
2.85	0.185	0.2	-23.3	0.03	hassas ince daneli	1
2.9	0.126	1.4	-22	0.03	hassas ince daneli	1
2.95	0.126	1.8	-20.2	0.03	hassas ince daneli	1
3	0.266	0.8	-19	0.03	hassas ince daneli	1
3.05	0.346	3.7	-17.8	0.03	hassas ince daneli	2
3.1	0.307	5.4	-16.3	0.03	hassas ince daneli	1
3.15	0.207	1.8	-15.2	0.03	kil	2
3.2	0.137	8.6	-13.7	0.04	kil	2
3.25	0.118	8.6	-12	0.04	kil	2
3.3	0.29	8.6	-0.3	0.04	kil	2
3.35	0.28	4.9	-0.7	0.04	hassas ince daneli	1
3.4	0.28	1.7	-1.4	0.04	hassas ince daneli	1
3.45	0.27	2	-1.6	0.04	hassas ince daneli	1
3.5	0.25	1.1	-1.1	0.04	hassas ince daneli	1
3.55	0.18	5.5	0.1	0.04	hassas ince daneli	1
3.6	0.283	4.7	13.3	0.04	hassas ince daneli	1
3.65	0.294	1.5	19.4	0.04	hassas ince daneli	1
3.7	0.294	9	19.5	0.04	kil	2
3.75	0.084	8.9	18.9	0.04	organik malzeme	1
3.8	0.045	6.1	26.6	0.04	organik malzeme	1
3.85	0.156	0.4	29.2	0.04	hassas ince daneli	1
3.9	0.256	3.1	29	0.04	hassas ince daneli	1
3.95	0.266	2.3	29.9	0.04	hassas ince daneli	1
4	0.216	3.8	30.9	0.04	hassas ince daneli	1
4.05	0.167	3.7	33	0.04	hassas ince daneli	1
4.1	0.247	2.6	36.7	0.04	killi silt-siltli kil	4
4.15	1.996	14.6	31.2	0.04	kumlu silt-killi silt	4
4.2	0.994	7.3	18.6	0.04	kumlu silt-killi silt	5
4.25	0.406	6.8	28.9	0.04	hassas ince daneli	3
4.3	0.288	0.3	40.4	0.05	hassas ince daneli	2
4.35	0.229	3.3	44.9	0.05	hassas ince daneli	1
4.4	0.17	4.3	50.4	0.05	hassas ince daneli	1
4.45	0.181	4.8	56	0.05	kil	2
4.5	0.202	5.9	62.4	0.05	kil	2
4.55	0.244	8.1	69.9	0.05	kil	2
4.6	0.245	10	76.9	0.05	kil	2
4.65	0.167	10.5	84.7	0.05	organik malzeme	2
4.7	0.139	10.5	94.3	0.05	organik malzeme	1
4.75	0.091	10.4	105.5	0.05	organik malzeme	1
4.8	0.102	5.7	109.1	0.05	organik malzeme	1

4.85	0.132	4.4	111.7	0.05	hassas ince daneli	1
4.9	0.372	2.5	109.7	0.05	hassas ince daneli	2
4.95	0.431	3.4	104.6	0.05	hassas ince daneli	2
5	0.483	5.1	114.3	0.05	hassas ince daneli	2
5.05	0.443	2.8	116.6	0.05	hassas ince daneli	2
5.1	0.283	3.3	116.7	0.05	hassas ince daneli	2
5.15	0.556	5.7	128.6	0.05	hassas ince daneli	2
5.2	0.416	6	131.7	0.05	hassas ince daneli	2
5.25	0.267	0.7	135.3	0.05	hassas ince daneli	1
5.3	0.167	1.8	136.6	0.09	hassas ince daneli	1
5.35	0.108	3.9	141.1	0.09	organik malzeme	1
5.4	0.068	3.9	139.1	0.09	organik malzeme	1
5.45	0.047	5.8	136	0.09	organik malzeme	1
5.5	0.047	3.8	134	0.09	organik malzeme	1
5.55	0.083	3.8	114.6	0.09	organik malzeme	1
5.6	0.031	6.1	106	0.09	-	0
5.65	0.049	10.1	96.9	0.09	-	0
5.7	0.08	10.4	101.4	0.1	-	0
5.75	0.061	9.9	104.7	0.1	-	0
5.8	0.033	7.9	113.5	0.1	-	0
5.85	0.074	6.7	118.9	0.1	organik malzeme	1
5.9	0.115	5.5	125.8	0.1	organik malzeme	1
5.95	0.186	3.9	128.8	0.1	hassas ince daneli	1
6	0.266	1.3	128.5	0.11	hassas ince daneli	1
6.05	0.217	1.9	134.2	0.11	hassas ince daneli	1
6.1	0.148	4	140	0.11	kil	2
6.15	0.099	7	144.9	0.11	organik malzeme	1
6.2	0.07	9	148.9	0.11	-	0
6.25	0.067	11.3	133.6	0.12	-	0
6.3	0.058	11.2	140.3	0.12	-	0
6.35	0.069	11.2	145.5	0.12	-	0
6.4	0.05	11.6	151.2	0.12	-	0
6.45	0.064	11.5	120.9	0.12	-	0
6.5	0.036	7.4	127.5	0.12	organik malzeme	1
6.55	0.187	1.8	132.6	0.12	kil	1
6.6	0.205	2.5	123.9	0.12	kil	2
6.65	0.063	7.2	114.3	0.12	organik malzeme	1
6.7	0.023	9	115.5	0.12	-	0
6.75	0.034	8.7	121.6	0.12	-	0
6.8	0.056	9.7	131.2	0.12	-	0
6.85	0.088	9.7	137.9	0.12	-	0
6.9	0.089	8.6	145.8	0.12	-	0
6.95	0.081	8.8	153.1	0.12	-	0
7	0.097	9.8	184.1	0.12	-	0
7.05	0.098	9.8	188.7	0.12	-	0
7.1	0.087	10.1	185.7	0.12	-	0
7.15	0.095	10.6	176	0.12	-	0
7.2	0.095	10.7	175.7	0.12	-	0
7.25	0.046	10.1	180.4	0.12	-	0
7.3	0.075	9	176.7	0.12	-	0

7.35	0.044	9.1	168.5	0.12	-	0
7.4	0.044	9.1	170.4	0.12	-	0
7.45	0.055	9.3	176.1	0.12	-	0
7.5	0.046	9.7	181.9	0.12	-	0
7.55	0.047	9.1	185.4	0.12	-	0
7.6	0.069	1.6	193.2	0.12	organik malzeme	1
7.65	0.1	5.8	200.8	0.12	kil	2
7.7	0.358	12.6	90.5	0.12	killi silt-siltli kil	5
7.75	2.414	17.3	71.4	0.12	kumlu silt-killi silt	8
7.8	3.145	21.7	72.9	0.13	siltli kum-kumlu silt	10
7.85	3.405	26.3	74.7	0.13	siltli kum-kumlu silt	11
7.9	3.676	31.4	78.1	0.12	siltli kum-kumlu silt	12
7.95	4.097	38.3	83.7	0.13	siltli kum-kumlu silt	13
8	4.377	47.7	84.1	0.13	siltli kum-kumlu silt	15
8.05	4.877	58.9	85.1	0.13	siltli kum-kumlu silt	16
8.1	5.265	68.7	75.2	0.13	siltli kum-kumlu silt	16
8.15	4.245	68.8	75	0.14	siltli kum-kumlu silt	14
8.2	3.046	37.1	78.9	0.14	kumlu silt-killi silt	12
8.25	2.004	18.8	67.9	0.14	kumlu silt-killi silt	8
8.3	0.705	12.9	75.2	0.14	killi silt-siltli kil	5
8.35	0.259	3.6	96.6	0.14	hassas ince daneli	2
8.4	0.182	4.5	212.3	0.14	kil	2
8.45	0.168	6.9	241	0.14	kil	2
8.5	0.131	7.7	256.9	0.14	organik malzeme	1
8.55	0.134	7.5	270.6	0.14	organik malzeme	1
8.6	0.132	7.3	260.6	0.14	organik malzeme	1
8.65	0.132	7.7	258.7	0.14	organik malzeme	1
8.7	0.133	6.7	263.2	0.14	organik malzeme	1
8.75	0.131	6.8	255	0.14	organik malzeme	1
8.8	0.098	7.6	242.2	0.14	organik malzeme	1
8.85	0.132	7.1	257.9	0.14	organik malzeme	1
8.9	0.196	4.9	280.7	0.14	kil	2
8.95	0.24	1.4	299	0.14	hassas ince daneli	1
9	0.228	0.8	291.4	0.14	hassas ince daneli	1
9.05	0.192	0.8	260.5	0.14	hassas ince daneli	1
9.1	0.156	2.9	277.8	0.14	hassas ince daneli	1
9.15	0.197	2.8	282.9	0.14	hassas ince daneli	1
9.2	0.209	2.5	292.9	0.14	hassas ince daneli	1
9.25	0.208	1.9	288.4	0.14	hassas ince daneli	1
9.3	0.206	0.9	229.4	0.14	hassas ince daneli	1
9.35	0.21	4.8	250	0.14	hassas ince daneli	1
9.4	0.253	5.4	266	0.14	kil	3
9.45	0.412	8	258.1	0.14	hassas ince daneli	2
9.5	0.341	1	204.9	0.14	hassas ince daneli	2
9.55	0.38	7.1	248	0.14	hassas ince daneli	3
9.6	0.996	19.7	231.3	0.14	killi silt-siltli kil	6
9.65	2.067	17.7	87.3	0.14	kumlu silt-killi silt	8
9.7	2.702	15.7	59.4	0.14	siltli kum-kumlu silt	9
9.75	3.036	21.3	32.2	0.14	siltli kum-kumlu silt	10
9.8	3.117	41.1	37.1	0.14	siltli kum-kumlu silt	10

9.85	2.878	51.1	39	0.14	siltli kum-kumlu silt	14
9.9	6.852	46.4	10.9	0.14	kum-siltli kum	16
9.95	9.755	41.7	24.5	0.14	kum-siltli kum	22
10	9.259	50	44.1	0.14	kum-siltli kum	23
10.05	8.564	67.5	70.1	0.14	kum-siltli kum	21
10.1	7.412	39.6	59.5	0.14	kum-siltli kum	20
10.15	7.805	26.7	-26	0.14	kum-siltli kum	20
10.2	8.324	8.7	21.6	0.14	kum	17
10.25	8.93	4.9	47.7	0.14	kum	18
10.3	9.243	8	65.6	0.14	kum	18
10.35	9.026	8.6	81.6	0.14	kum	17
10.4	7.918	5.7	88.2	0.14	kum	16
10.45	6.978	5.9	92.2	0.14	kum-siltli kum	18
10.5	6.879	29.2	96.6	0.14	kum-siltli kum	18
10.55	7.939	24	-3.4	0.14	kum-siltli kum	20
10.6	9.107	20	-14.6	0.14	kum	18
10.65	10.302	12.3	8.1	0.14	kum	20
10.7	11.259	7.3	95.8	0.14	kum	22
10.75	11.508	7.1	91.9	0.14	kum	23
10.8	11.169	20.6	95.5	0.14	kum	22
10.85	10.979	15.5	94.2	0.14	kum	22
10.9	10.709	7.9	95.8	0.14	kum	21
10.95	10.509	0.2	96.7	0.14	kum	21
11	9.989	8.2	97.1	0.14	kum	20
11.05	8.828	1	92.4	0.14	kum	18
11.1	8.64	0.5	99.4	0.14	kum	17
11.15	8.648	1.7	88.5	0.14	kum	16
11.2	7.458	1.9	90.7	0.14	kum	15
11.25	6.268	7.3	88.3	0.14	kum-siltli kum	15
11.3	4.798	21.7	91.4	0.14	kum-siltli kum	11
11.35	2.48	19.4	98.7	0.14	siltli kum-kumlu silt	9
11.4	0.813	5.6	115.6	0.14	kumlu silt-killi silt	5
11.45	0.598	6.6	188.8	0.14	hassas ince daneli	3
11.5	0.543	4.1	213.1	0.14	hassas ince daneli	3
11.55	0.452	1	208.7	0.14	hassas ince daneli	2
11.6	0.456	2.7	180.1	0.14	hassas ince daneli	2
11.65	0.461	5.3	156.2	0.14	hassas ince daneli	2
11.7	0.305	5.4	223.4	0.14	hassas ince daneli	2

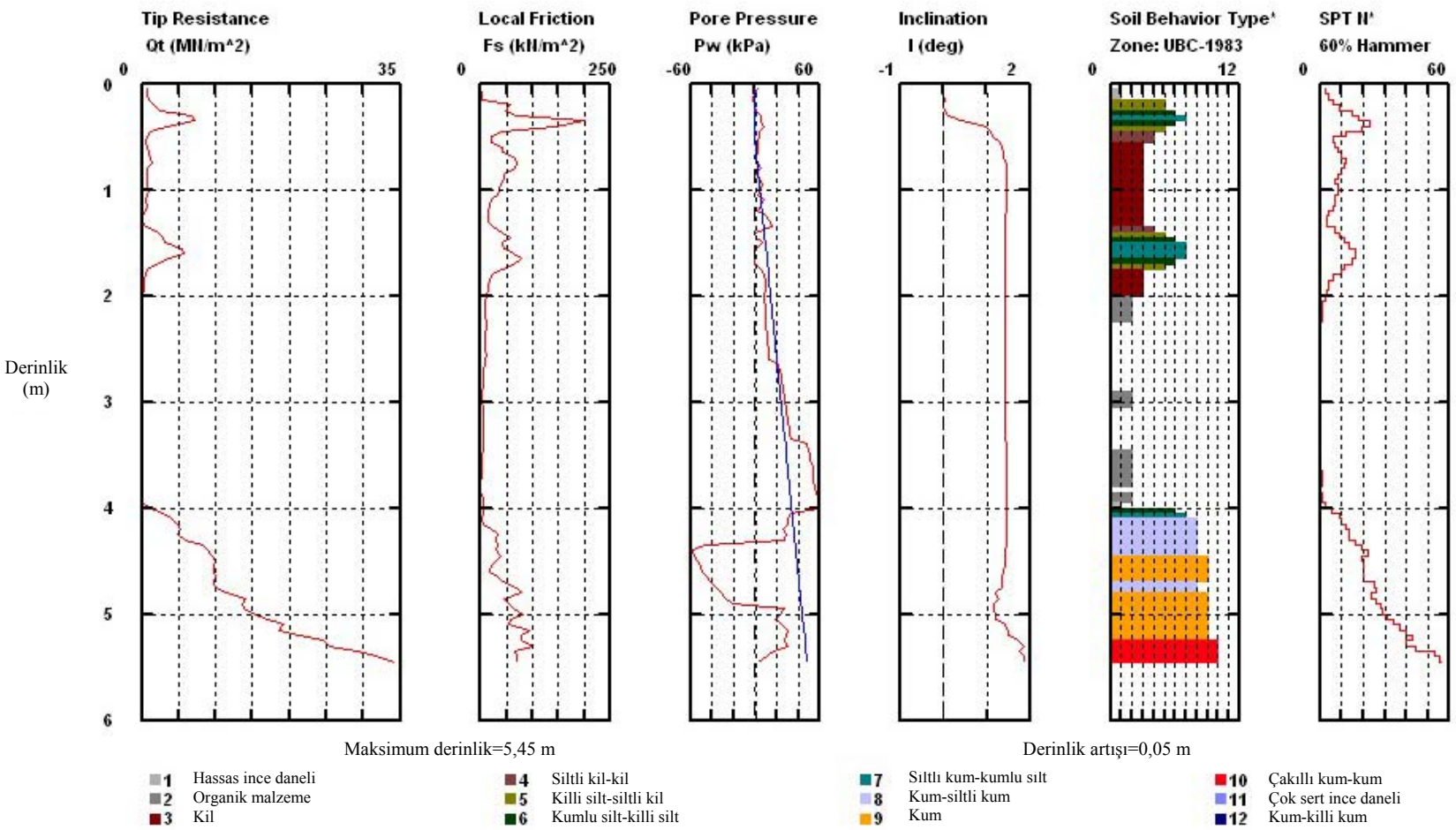

Tip Resistance
Qt (MN/m^2)
0
12
Local Friction
Fs (kN/m^2)
0
200
Pore Pressure
Pw (kPa)
-50
300
Inclination
I (deg)
-1
1
Soil Behavior Type
Zone: UBC-1983
0
12
SPT N
60% Hammer
0
35
Derinlik
(m)
0
2
4
6
8
10
12
Maksimum derinlik=11,70 m
Derinlik artışı=0,05 m
1 Hassas ince daneli
2 Organik malzeme
3 Kil
4 Siltli kil-kil
5 Killi silt-siltli kil
6 Kumlu silt-killi silt
7 Siltli kum-kumlu silt
8 Kum-siltli kum
9 Kum
10 Çakıllı kum-kum
11 Çok sert ince daneli
12 Kum-killi kum

CPT6

Derinlik (m)	Qt (MN/m^2)	Fs (kN/m^2)	Pw (kPa)	Sapma (deg)	Zemin Türü	SPT-N_{60}
0.05	0.75	-0.4	2.1	0	hassas ince daneli	2
0.1	0.72	1.5	-0.6	-0.01	hassas ince daneli	4
0.15	0.959	2.8	-2.8	0.01	killi silt-siltli kil	6
0.2	1.68	56.8	-0.4	0	killi silt-siltli kil	9
0.25	2.47	48.8	1.5	0.03	kumlu silt-killi silt	15
0.3	6.801	69.6	4.5	0.11	siltli kum-kumlu silt	18
0.35	7.151	201.8	5.9	0.41	kumlu silt-killi silt	23
0.4	3.311	144.3	7.4	0.99	killi silt-siltli kil	19
0.45	1.221	42.9	3.4	1.08	siltli kil-kil	12
0.5	0.821	19.7	3	1.12	siltli kil-kil	6
0.55	0.61	18.8	1.6	1.31	kil	7
0.6	0.69	40.5	2.2	1.34	kil	8
0.65	1.021	41.5	2.5	1.4	kil	10
0.7	1.15	67.3	1.4	1.39	kil	12
0.75	1.381	69.5	2.6	1.46	kil	11
0.8	0.781	65.7	5.5	1.45	kil	10
0.85	0.7	45.5	0.9	1.45	kil	8
0.9	0.771	45.2	4.3	1.45	kil	7
0.95	0.681	39.8	6.6	1.45	kil	8
1	0.951	34.6	4.7	1.45	kil	8
1.05	0.67	33.7	2	1.45	kil	7
1.1	0.552	21	8.6	1.45	kil	7
1.15	0.741	16.5	5.9	1.45	kil	6
1.2	0.42	14.4	1.8	1.45	kil	4
1.25	0.172	14.2	9	1.44	kil	3
1.3	0.193	14.7	14.1	1.44	kil	3
1.35	0.603	23.4	15.5	1.44	siltli kil-kil	7
1.4	2.14	42	-0.4	1.44	killi silt-siltli kil	9
1.45	2.87	55.7	0.8	1.44	kumlu silt-killi silt	11
1.5	3.171	43.1	6.9	1.44	siltli kum-kumlu silt	13
1.55	5.44	46.3	1.2	1.44	siltli kum-kumlu silt	16
1.6	5.59	62.4	0	1.44	siltli kum-kumlu silt	16
1.65	3.75	78.4	0	1.44	kumlu silt-killi silt	15
1.7	1.81	63.6	-0.5	1.44	killi silt-siltli kil	11
1.75	0.761	42	5.6	1.44	kil	10
1.8	0.502	24.3	8	1.44	kil	6
1.85	0.392	17.8	9	1.44	kil	4
1.9	0.372	15.5	9	1.44	kil	4
1.95	0.302	12.8	9	1.44	kil	3
2	0.182	11.2	8.5	1.44	organik malzeme	2
2.05	0.102	9.4	8.4	1.44	organik malzeme	1
2.1	0.082	8.2	9	1.43	organik malzeme	1
2.15	0.102	8.8	9.3	1.43	organik malzeme	1
2.2	0.122	9.5	9.4	1.43	organik malzeme	1
2.25	0.122	10.9	9.2	1.44	-	0
2.3	0.052	10.5	10.1	1.43	-	0

2.35	0.052	8.3	11	1.43	-	0
2.4	0.032	7.8	11.4	1.43	-	0
2.45	0.042	7.5	11.6	1.44	-	0
2.5	0.052	7.7	12.2	1.43	-	0
2.55	0.083	9.8	12.5	1.43	-	0
2.6	0.023	8.6	12.8	1.43	-	0
2.65	0.014	6.6	21.3	1.44	-	0
2.7	0.015	6.4	22.8	1.44	-	0
2.75	0.005	5.9	23.7	1.44	-	0
2.8	0.025	5.1	24.7	1.44	-	0
2.85	0.035	3.8	25.6	1.44	-	0
2.9	0.035	3.2	26.5	1.44	organik malzeme	0
2.95	0.035	3	26.9	1.44	organik malzeme	0
3	0.035	2.4	27.4	1.44	organik malzeme	0
3.05	0.026	3.5	28	1.44	-	0
3.1	0.016	5.3	28.8	1.44	-	0
3.15	0.016	5.8	29.9	1.44	-	0
3.2	0.006	5	30.6	1.44	-	0
3.25	0.006	4.1	31.2	1.44	-	0
3.3	0.006	4.9	31.9	1.44	-	0
3.35	0.007	4.6	32.6	1.44	-	0
3.4	0.05	5.1	47.7	1.45	-	0
3.45	0.06	4	49.4	1.45	organik malzeme	0
3.5	0.04	2.9	50.3	1.45	organik malzeme	0
3.55	0.02	2	51.6	1.45	organik malzeme	0
3.6	0.041	2.9	53.1	1.45	organik malzeme	0
3.65	0.041	3.4	53.6	1.45	organik malzeme	1
3.7	0.081	2.7	54	1.45	organik malzeme	1
3.75	0.061	0	54.3	1.45	organik malzeme	1
3.8	0.021	-1.2	55.2	1.45	-	0
3.85	0.071	-0.2	57	1.45	organik malzeme	1
3.9	0.062	5.4	58.3	1.45	organik malzeme	1
3.95	0.142	5.1	59.3	1.46	hassas ince daneli	2
4	1.062	4.1	59.2	1.45	kumlu silt-killi silt	5
4.05	2.867	5.1	32.7	1.46	siltli kum-kumlu silt	9
4.1	3.956	2.9	30.8	1.46	kum-siltli kum	10
4.15	4.776	5.5	30.3	1.46	kum-siltli kum	12
4.2	5.335	19.1	26.4	1.47	kum-siltli kum	13
4.25	4.906	31.7	28	1.47	kum-siltli kum	13
4.3	5.956	30.4	27.9	1.48	kum-siltli kum	16
4.35	8.201	31.3	-47	1.48	kum-siltli kum	19
4.4	8.968	29.3	-58.7	1.41	kum-siltli kum	22
4.45	9.519	37.6	-56.7	1.44	kum	19
4.5	10.029	28.4	-54.1	1.43	kum	20
4.55	9.82	20.5	-51.5	1.42	kum	20
4.6	9.69	16	-48.7	1.38	kum	20
4.65	9.971	32.6	-44.5	1.37	kum	20
4.7	9.862	42.4	-41.7	1.36	kum-siltli kum	25
4.75	9.873	70.7	-36.5	1.35	kum-siltli kum	26
4.8	11.464	80	-31	1.2	kum	24

4.85	14.055	45.2	-27.1	1.27	kum	26
4.9	13.676	55.5	-20.6	1.17	kum	28
4.95	13.905	61.7	27.1	1.18	kum	29
5	15.275	82.4	22.5	1.2	kum	31
5.05	17.154	56.2	18	1.2	kum	34
5.1	19.305	55.4	23.8	1.44	kum	37
5.15	18.666	92.5	30.7	1.5	kum	40
5.2	21.406	78.9	29	1.51	kum	43
5.25	24.685	79.9	27.4	1.73	çakıllı kum-kum	40
5.3	25.396	100.5	31	1.86	çakıllı kum-kum	44
5.35	29.194	65.1	17.7	1.77	çakıllı kum-kum	53
5.4	31.672	68.2	10.6	1.86	çakıllı kum-kum	55
5.45	34.341	69.4	2.5	1.88	çakıllı kum-kum	57


Tip Resistance
Qt (MN/m^2)
0
35
Local Friction
Fs (kN/m^2)
0
250
Pore Pressure
Pw (kPa)
-60
60
Inclination
I (deg)
-1
2
Soil Behavior Type
Zone: UBC-1983
0
12
SPT N
60% Hammer
0
60
Derinlik
(m)
0
1
2
3
4
5
6
Maksimum derinlik=5,45 m
Derinlik artışı=0,05 m
1 Hassas ince daneli
2 Organik malzeme
3 Kil
4 Siltli kil-kil
5 Killi silt-siltli kil
6 Kumlu silt-killi silt
7 Sıltlı kum-kumlu sılt
8 Kum-siltli kum
9 Kum
10 Çakıllı kum-kum
11 Çok sert ince daneli
12 Kum-killi kum

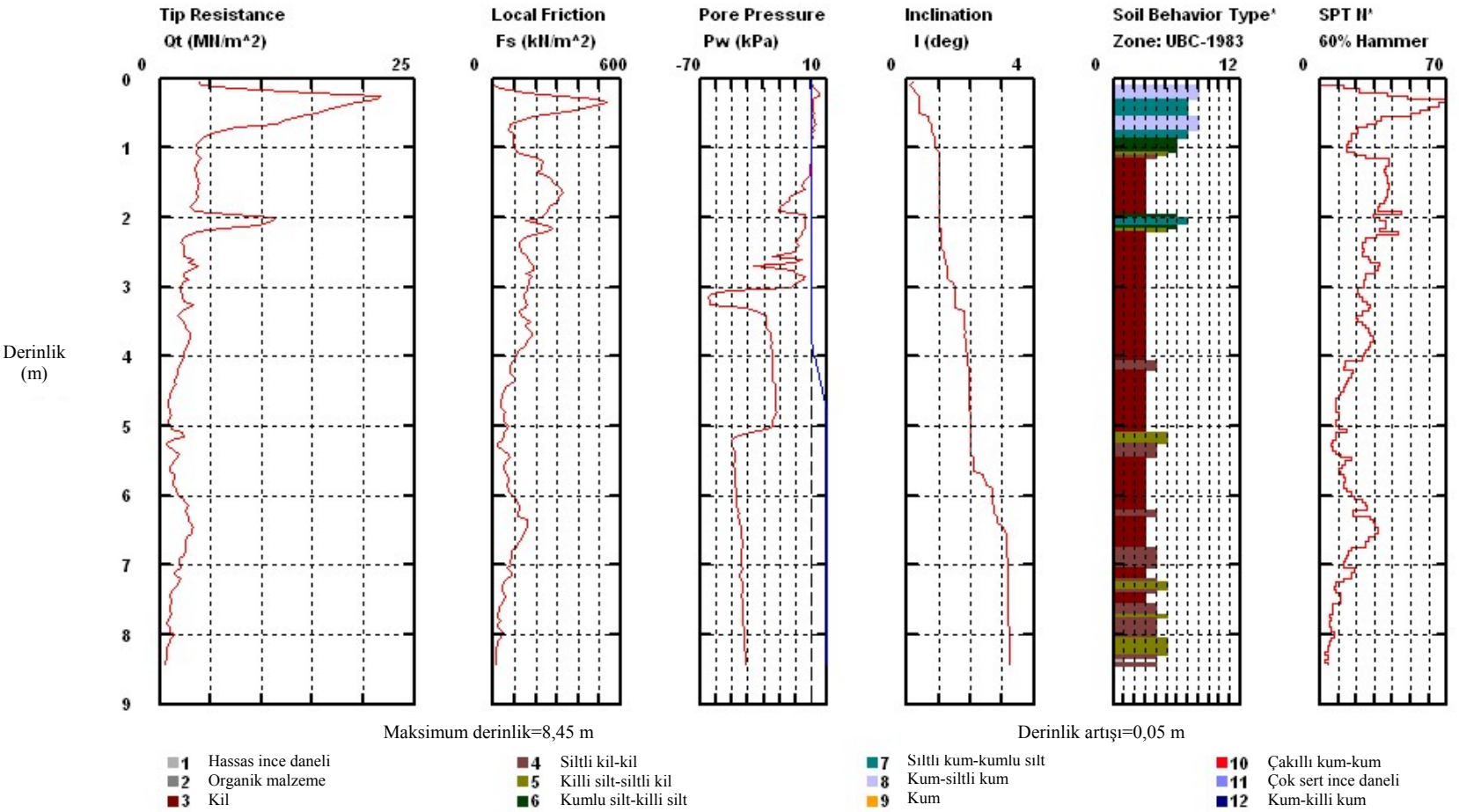
CPT7

Derinlik (m)	Qt (MN/m^2)	Fs (kN/m^2)	Pw (kPa)	Sapma (deg)	Zemin Türü	SPT-N_{60}
0.05	3.93	-1.1	0.1	0.21	-	0
0.1	3.99	-7.8	0.5	0.11	kum-siltli kil	13
0.15	7.3	30.9	1.8	0.17	kum-siltli kil	22
0.2	14.961	154.1	4.7	0.27	kum-siltli kil	37
0.25	21.731	313.3	4.9	0.36	kum-siltli kil	48
0.3	21.44	492.6	0.5	0.36	siltli kum-kumlu silt	69
0.35	19.33	536.6	1.3	0.37	siltli kum-kumlu silt	65
0.4	17.56	452.9	0.9	0.37	siltli kum-kumlu silt	59
0.45	16.3	398.3	0.8	0.37	siltli kum-kumlu silt	55
0.5	15.39	293.4	1.7	0.37	siltli kum-kumlu silt	50
0.55	13.66	190.8	1.3	0.66	kum-siltli kil	34
0.6	12	119.8	2.1	0.68	kum-siltli kil	31
0.65	11.611	77	3.1	0.76	kum-siltli kil	26
0.7	7.58	76.3	1.4	0.8	kum-siltli kil	21
0.75	6.29	71.9	1.8	0.8	siltli kum-kumlu silt	21
0.8	4.91	89.4	0.3	0.81	siltli kum-kumlu silt	17
0.85	4.26	89.9	0.7	0.85	kumlu silt-killi silt	17
0.9	3.89	90	0.3	0.86	kumlu silt-killi silt	16
0.95	3.61	96.1	0.2	0.86	kumlu silt-killi silt	15
1	3.79	97.5	-0.1	0.87	kumlu silt-killi silt	15
1.05	3.67	109.2	0	1.01	killi silt-siltli kil	19
1.1	3.68	150.9	-0.5	1.01	siltli kil-kil	25
1.15	3.99	207	-0.2	1.02	kil	38
1.2	3.7	229.6	-0.3	1.03	kil	38
1.25	3.58	224.1	-0.8	1.03	kil	36
1.3	3.42	226.7	-1	1.04	kil	35
1.35	3.61	204.1	-1.5	1.04	kil	36
1.4	3.63	245	-1	1.04	kil	37
1.45	3.739	275.6	-4.3	1.04	kil	37
1.5	3.839	284.6	-5.4	1.04	kil	38
1.55	3.789	307.9	-5.7	1.03	kil	38
1.6	3.789	323.2	-4.4	1.03	kil	37
1.65	3.658	325.8	-8.4	1.04	kil	37
1.7	3.717	306.8	-14.2	1.03	kil	36
1.75	3.557	308.1	-13.7	1.02	kil	35
1.8	3.327	289.6	-16.5	1.02	kil	33
1.85	2.966	263.7	-19.2	1.02	kil	32
1.9	3.456	257.8	-20.4	1.02	kil	45
1.95	6.949	236.4	-4.2	1.02	kumlu silt-killi silt	29
2	11.399	225.9	-3.6	1.01	siltli kum-kumlu silt	33
2.05	11.139	154.7	-4.2	1.01	siltli kum-kumlu silt	36
2.1	9.689	249.8	-3.9	1.01	kumlu silt-killi silt	36
2.15	6.259	280.7	-3.5	1.05	killi silt-siltli kil	33
2.2	3.799	253.7	-6.3	1.07	kil	43
2.25	2.929	189	-6.3	1.08	kil	31
2.3	2.428	144.7	-7.8	1.08	kil	25

2.35	2.078	124.6	-9.6	1.08	kil	23
2.4	2.418	121.5	-7.8	1.08	kil	23
2.45	2.318	127.7	-10.2	1.08	kil	24
2.5	2.368	126.8	-10.1	1.17	kil	23
2.55	2.345	157.9	-24.5	1.18	kil	27
2.6	3.239	169.7	-5.6	1.21	kil	28
2.65	2.838	170.9	-9.7	1.21	kil	33
2.7	3.763	185.5	-36	1.27	kil	32
2.75	2.908	186.7	-11.3	1.28	kil	30
2.8	2.328	152.8	-9.5	1.29	kil	25
2.85	2.369	180	-3.9	1.29	kil	25
2.9	2.759	164	-4.9	1.32	kil	24
2.95	2.188	169.7	-9.8	1.45	kil	24
3	2.117	156	-12.8	1.5	kil	21
3.05	2.1	156.3	-51.4	1.52	kil	21
3.1	2.217	146.2	-63.1	1.52	kil	22
3.15	2.217	142.3	-64.6	1.52	kil	23
3.2	2.417	151.1	-63.9	1.53	kil	26
3.25	3.237	162	-64.1	1.53	kil	28
3.3	2.812	150.9	-41.5	1.53	kil	27
3.35	2.193	122.5	-35.8	1.79	kil	23
3.4	1.804	126.2	-28.5	1.81	kil	20
3.45	2.084	149.2	-28.3	1.8	kil	21
3.5	2.384	170.5	-28.6	1.82	kil	23
3.55	2.464	150	-28.2	1.82	kil	25
3.6	2.574	160.2	-28.1	1.82	kil	27
3.65	2.935	181.7	-25.7	1.84	kil	28
3.7	2.935	178.6	-25.4	1.83	kil	29
3.75	2.955	167.3	-25.1	1.84	kil	29
3.8	2.875	159.5	-25	1.84	kil	28
3.85	2.635	143.4	-25.2	1.84	kil	27
3.9	2.555	125.5	-24.8	1.85	kil	25
3.95	2.425	112.2	-24.9	1.91	kil	24
4	2.335	104.1	-24.8	1.91	kil	23
4.05	2.175	92.3	-24.4	1.91	siltli kil-kil	14
4.1	2.005	82.4	-24.3	1.92	siltli kil-kil	14
4.15	1.905	77.8	-24.4	1.94	siltli kil-kil	13
4.2	1.815	75.9	-24.5	1.94	kil	18
4.25	1.725	77.5	-24.7	1.95	kil	17
4.3	1.585	103.1	-24.6	1.94	kil	16
4.35	1.495	98.1	-24.5	1.94	kil	15
4.4	1.515	75.9	-22.7	1.96	kil	14
4.45	1.235	53.8	-22.6	1.96	kil	13
4.5	1.085	47.4	-22.7	1.96	kil	11
4.55	0.996	44.9	-22.5	1.96	kil	10
4.6	0.965	44.2	-22.6	1.97	kil	9
4.65	0.886	36.1	-22.5	1.97	kil	9
4.7	0.855	35.5	-22.7	1.97	kil	9
4.75	0.956	38.2	-22.2	1.97	kil	9
4.8	1.016	55.3	-22.1	1.98	kil	10

4.85	1.155	50.4	-22.7	1.98	kil	10
4.9	0.795	47.9	-24.2	1.98	kil	9
4.95	0.785	53.1	-24.3	1.98	kil	9
5	1.125	72.7	-24	1.98	kil	10
5.05	1.074	61.1	-28.3	1.98	kil	15
5.1	2.282	49.6	-38.7	1.98	killi silt-siltli kil	9
5.15	2.31	50.1	-48	1.98	killi silt-siltli kil	9
5.2	1.06	41.3	-50.4	1.98	killi silt-siltli kil	7
5.25	0.72	20.7	-50.2	1.98	siltli kil-kil	6
5.3	0.83	19	-49.9	1.99	siltli kil-kil	7
5.35	1.39	45.3	-48.5	1.99	siltli kil-kil	9
5.4	1.88	73.8	-47.8	1.99	siltli kil-kil	11
5.45	1.75	76.3	-47.9	2.08	kil	17
5.5	1.38	61.3	-48.2	2.08	kil	14
5.55	1.18	51.3	-48.8	2.09	kil	12
5.6	0.97	49.1	-48.2	2.09	kil	10
5.65	0.93	54.6	-48.3	2.1	kil	11
5.7	1.4	63	-47.9	2.38	kil	13
5.75	1.48	71.6	-48	2.4	kil	14
5.8	1.28	68.4	-48.5	2.48	kil	13
5.85	1.23	65	-48.6	2.49	kil	13
5.9	1.53	68.5	-47.6	2.68	kil	15
5.95	1.591	73.7	-47.2	2.68	kil	17
6	1.921	89.5	-47	2.68	kil	19
6.05	2.291	108.2	-46.9	2.68	kil	23
6.1	2.541	117.4	-46.7	2.69	kil	25
6.15	2.751	118.7	-46.8	2.72	kil	26
6.2	2.541	122.9	-46.1	2.72	siltli kil-kil	18
6.25	2.641	111.8	-45.6	2.72	siltli kil-kil	18
6.3	2.871	115.7	-45.9	2.84	kil	28
6.35	2.801	159.7	-44.9	2.84	kil	29
6.4	3.021	158.9	-45.3	2.84	kil	30
6.45	3.321	161.8	-44.1	3.05	kil	32
6.5	3.111	150.7	-44.1	3.06	kil	32
6.55	3.121	144.7	-43.9	3.16	kil	30
6.6	2.651	136.9	-44	3.16	kil	27
6.65	2.451	122.3	-43.5	3.16	kil	25
6.7	2.441	112.8	-43.5	3.16	kil	25
6.75	2.531	104.2	-43.5	3.16	siltli kil-kil	17
6.8	2.481	86.6	-43.9	3.16	siltli kil-kil	16
6.85	2.301	89	-43.8	3.16	siltli kil-kil	15
6.9	1.971	83.8	-44.4	3.17	siltli kil-kil	14
6.95	1.891	78.7	-44.4	3.17	siltli kil-kil	13
7	2.131	88	-44	3.17	siltli kil-kil	13
7.05	2.001	65.1	-43.3	3.17	kil	19
7.1	1.501	87.4	-44.5	3.18	kil	17
7.15	1.661	83.9	-45.1	3.18	kil	17
7.2	2.081	66.7	-43.8	3.19	siltli kil-kil	13
7.25	1.891	49.2	-42.9	3.19	killi silt-siltli kil	9
7.3	1.631	44	-42.8	3.19	killi silt-siltli kil	8

7.35	1.211	43.2	-42.9	3.19	siltli kil-kil	9
7.4	1.141	48.3	-43.4	3.19	kil	11
7.45	1.001	52.4	-44.3	3.2	kil	11
7.5	1.201	46	-43.4	3.2	kil	11
7.55	1.121	37.6	-43.3	3.2	siltli kil-kil	7
7.6	0.961	29.5	-43.7	3.2	siltli kil-kil	7
7.65	1.021	23.3	-43.2	3.2	siltli kil-kil	7
7.7	1.071	21.4	-43.2	3.2	killi silt-siltli kil	5
7.75	0.931	18	-43.3	3.2	siltli kil-kil	6
7.8	0.781	30.3	-43.1	3.2	siltli kil-kil	5
7.85	0.681	16.8	-43.1	3.2	siltli kil-kil	5
7.9	0.992	18.9	-42.3	3.21	siltli kil-kil	6
7.95	0.942	39.6	-42.5	3.21	siltli kil-kil	8
8	1.462	42.5	-42.1	3.21	siltli kil-kil	8
8.05	1.131	31.1	-42.6	3.21	killi silt-siltli kil	6
8.1	1.022	20.6	-42	3.21	killi silt-siltli kil	5
8.15	0.882	16.1	-41.8	3.21	killi silt-siltli kil	4
8.2	0.702	12	-41.8	3.21	killi silt-siltli kil	4
8.25	0.702	9.6	-41.5	3.22	killi silt-siltli kil	3
8.3	0.612	11.1	-41.7	3.22	siltli kil-kil	4
8.35	0.642	9	-41.6	3.22	hassas ince daneli	3
8.4	0.592	10.3	-41.5	3.22	siltli kil-kil	4
8.45	0.602	11.2	-41.1	3.23	siltli kil-kil	4


Tip Resistance
Qt (MN/m^2)
0
25
Local Friction
Fs (kN/m^2)
0
600
Pore Pressure
Pw (kPa)
-70
10
Inclination
I (deg)
0
4
Soil Behavior Type'
Zone: UBC-1983
0
12
SPT N'
60% Hammer
0
70
Derinlik
(m)
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
Maksimum derinlik=8,45 m
Derinlik artışı=0,05 m
1 Hassas ince daneli
2 Organik malzeme
3 Kil
4 Siltli kil-kil
5 Killi silt-siltli kil
6 Kumlu silt-killi silt
7 Sıltlı kum-kumlu sılt
8 Kum-siltli kum
9 Kum
10 Çakıllı kum-kum
11 Çok sert ince daneli
12 Kum-killi kum

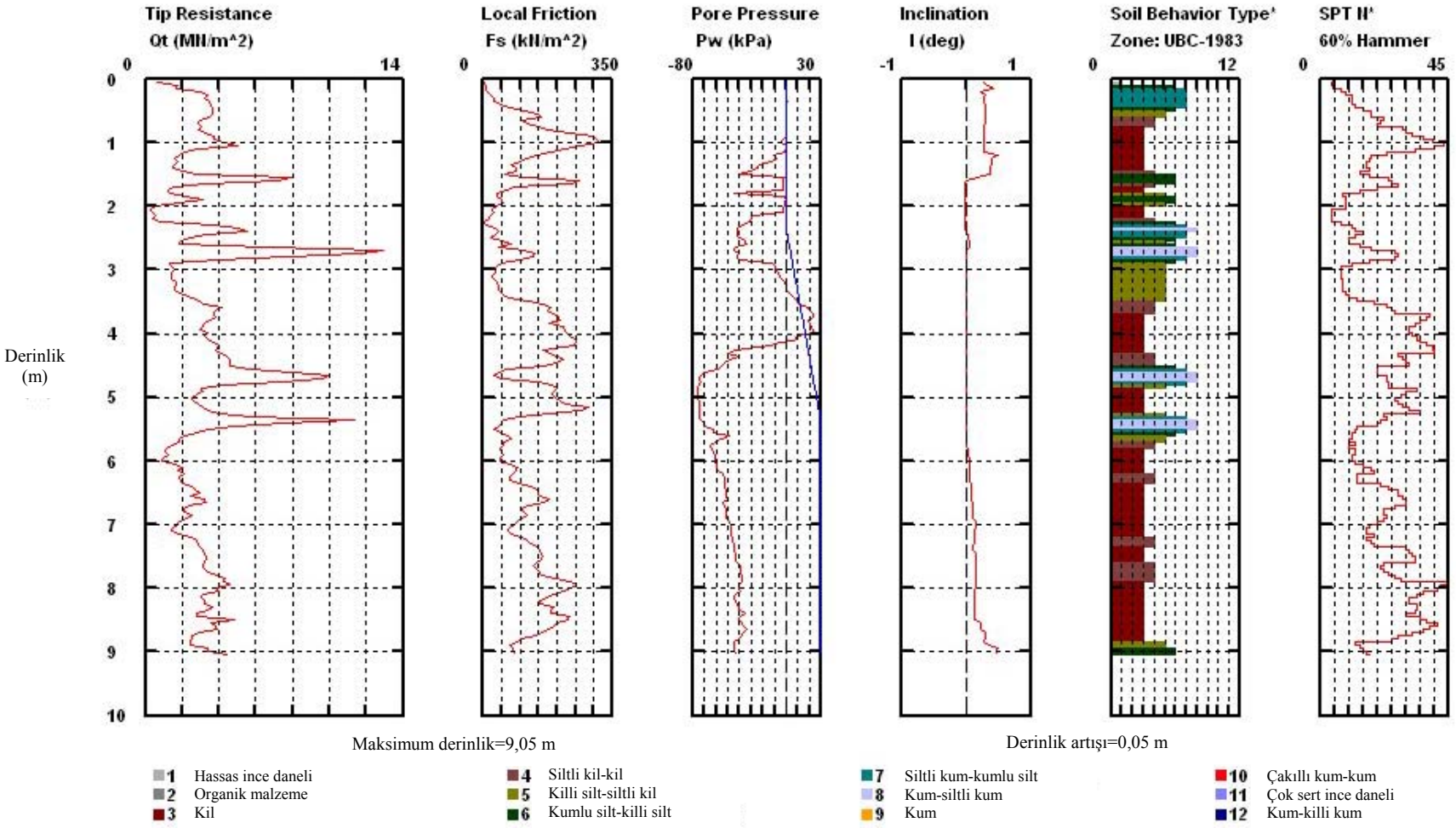
CPT8

Derinlik (m)	Qt (MN/m^2)	Fs (kN/m^2)	Pw (kPa)	Sapma (deg)	Zemin Türü	SPT-N_{60}
0.05	0.63	4.3	-0.2	0.28	hassas ince daneli	4
0.1	1.77	7.1	-0.6	0.33	kumlu silt-killi silt	5
0.15	1.7	7	0.2	0.42	siltli kum-kumlu silt	7
0.2	2.96	12	0.1	0.23	siltli kum-kumlu silt	9
0.25	3.4	18.3	0.4	0.29	siltli kum-kumlu silt	11
0.3	3.25	29.6	0.5	0.28	siltli kum-kumlu silt	11
0.35	3.45	27.1	0.7	0.28	siltli kum-kumlu silt	11
0.4	3.59	44.5	0.4	0.3	siltli kum-kumlu silt	12
0.45	3.66	70.7	0.4	0.29	kumlu silt-killi silt	15
0.5	3.68	111	0.4	0.29	killi silt-siltli kil	18
0.55	3.68	149.5	-0.1	0.29	killi silt-siltli kil	18
0.6	3.47	156.1	0.4	0.29	siltli kil-kil	22
0.65	2.95	106.2	0	0.29	siltli kil-kil	21
0.7	2.87	119.6	-0.4	0.29	siltli kil-kil	20
0.75	3.01	149.3	-0.6	0.27	kil	29
0.8	2.86	172.3	-0.5	0.28	kil	30
0.85	3.2	234.4	-0.4	0.28	kil	32
0.9	3.69	299.9	-0.2	0.28	kil	36
0.95	3.77	306.2	-2.5	0.28	kil	39
1	4.259	315.6	-5	0.28	kil	43
1.05	5.02	264.5	-0.6	0.28	kil	40
1.1	2.86	223.1	-0.3	0.28	kil	33
1.15	2.15	184.4	-0.7	0.28	kil	23
1.2	1.808	143	-10.7	0.49	kil	18
1.25	1.578	118.7	-7.7	0.39	kil	17
1.3	1.718	99.8	-11.7	0.39	kil	16
1.35	1.545	75	-23	0.39	kil	16
1.4	1.515	87.5	-23.9	0.38	kil	17
1.45	1.984	89	-29.8	0.37	siltli kil-kil	14
1.5	2.762	59.5	-41	0.38	kumlu silt-killi silt	17
1.55	7.96	105.7	-1.9	0.18	kumlu silt-killi silt	24
1.6	7.269	259.6	-2.6	-0.01	kumlu silt-killi silt	25
1.65	3.31	237.1	-2.2	-0.02	siltli kil-kil	27
1.7	1.48	83.9	-2.1	-0.02	kil	20
1.75	1.28	61.6	-2.3	-0.02	kil	14
1.8	1.341	35.2	-45	-0.02	killi silt-siltli kil	8
1.85	2.17	38.4	-1.6	-0.02	kumlu silt-killi silt	9
1.9	3.1	49.3	-0.6	-0.02	kumlu silt-killi silt	9
1.95	1.83	55.7	-1.5	-0.02	killi silt-siltli kil	9
2	0.51	36.4	-1.7	-0.02	kil	9
2.05	0.329	22.3	-3.1	-0.02	kil	4
2.1	0.349	26.3	-2.6	-0.02	kil	4
2.15	0.514	19.3	-27.8	-0.02	kil	4
2.2	0.384	17	-30.4	-0.02	siltli kil-kil	4
2.25	0.814	2.9	-30.6	-0.02	kumlu silt-killi silt	7
2.3	3.722	5.8	-37.9	-0.02	siltli kum-kumlu silt	11

2.35	5.022	30.6	-41.8	-0.02	kum-siltli kum	12
2.4	5.502	42.3	-41.3	0	siltli kum-kumlu silt	15
2.45	3.312	32.7	-41.2	0.02	siltli kum-kumlu silt	12
2.5	2.432	21.6	-41.1	0.03	kumlu silt-killi silt	10
2.55	1.963	47.9	-35.7	0.04	killi silt-siltli kil	10
2.6	1.803	74.5	-33.8	0.04	kumlu silt-killi silt	14
2.65	6.601	40	-43.8	0.04	kum-siltli kum	18
2.7	12.891	109.5	-44.4	0	kum-siltli kum	26
2.75	11.642	141.2	-40.1	0	kum-siltli kum	27
2.8	7.802	137.1	-42.4	-0.01	siltli kum-kumlu silt	26
2.85	3.962	97.6	-40.8	0	kumlu silt-killi silt	17
2.9	1.358	48.6	-12.4	0	killi silt-siltli kil	11
2.95	1.388	35.5	-9.9	-0.01	killi silt-siltli kil	7
3	1.548	32.6	-8.2	-0.01	killi silt-siltli kil	7
3.05	1.399	31.1	-6.4	-0.01	killi silt-siltli kil	7
3.1	1.399	24	-5.3	-0.01	killi silt-siltli kil	7
3.15	1.449	26.7	-4	-0.01	killi silt-siltli kil	8
3.2	1.69	38.4	-2	0	killi silt-siltli kil	8
3.25	1.67	40.7	-0.3	-0.01	killi silt-siltli kil	8
3.3	1.56	41.7	0.2	-0.01	killi silt-siltli kil	8
3.35	1.67	44.9	1.5	-0.01	killi silt-siltli kil	9
3.4	2.061	55.9	4.5	-0.01	killi silt-siltli kil	10
3.45	2.551	68.6	6.8	0	killi silt-siltli kil	13
3.5	2.942	122.6	9.5	0	siltli kil-kil	19
3.55	3.102	161.4	11.1	0	siltli kil-kil	23
3.6	4.164	184.2	18.5	0	siltli kil-kil	25
3.65	3.774	174.9	20.4	0	siltli kil-kil	26
3.7	3.715	187.6	23.4	0	kil	38
3.75	3.795	204.4	23.6	0	kil	37
3.8	3.554	207.7	18.3	0	kil	35
3.85	3.234	180.6	19.7	0	kil	33
3.9	3.094	215.6	21.3	0	kil	31
3.95	2.945	220.8	22.5	0	kil	31
4	3.385	225.1	22.8	0	kil	32
4.05	3.242	236.5	9.5	0	kil	34
4.1	3.481	253.9	7.4	0	kil	35
4.15	3.759	249.8	-5.6	0	kil	37
4.2	3.977	246.2	-13	0	kil	39
4.25	3.821	160.1	-43.1	0	kil	40
4.3	4.07	177.3	-49.4	0	siltli kil-kil	27
4.35	4.412	198.8	-40.6	0	siltli kil-kil	29
4.4	4.57	218.3	-48.6	0	siltli kil-kil	30
4.45	4.609	199	-53	0	siltli kil-kil	31
4.5	4.549	167.3	-55.5	0	kumlu silt-killi silt	20
4.55	5.698	57.8	-58.2	0	siltli kum-kumlu silt	20
4.6	7.966	43.4	-70.3	0	kum-siltli kum	20
4.65	10.045	30.4	-73.4	0.01	kum-siltli kum	23
4.7	9.585	50.6	-73.7	0.01	kum-siltli kum	23
4.75	7.395	147.9	-73.1	0.01	siltli kum-kumlu silt	24
4.8	4.185	184.2	-74.2	0.01	killi silt-siltli kil	24

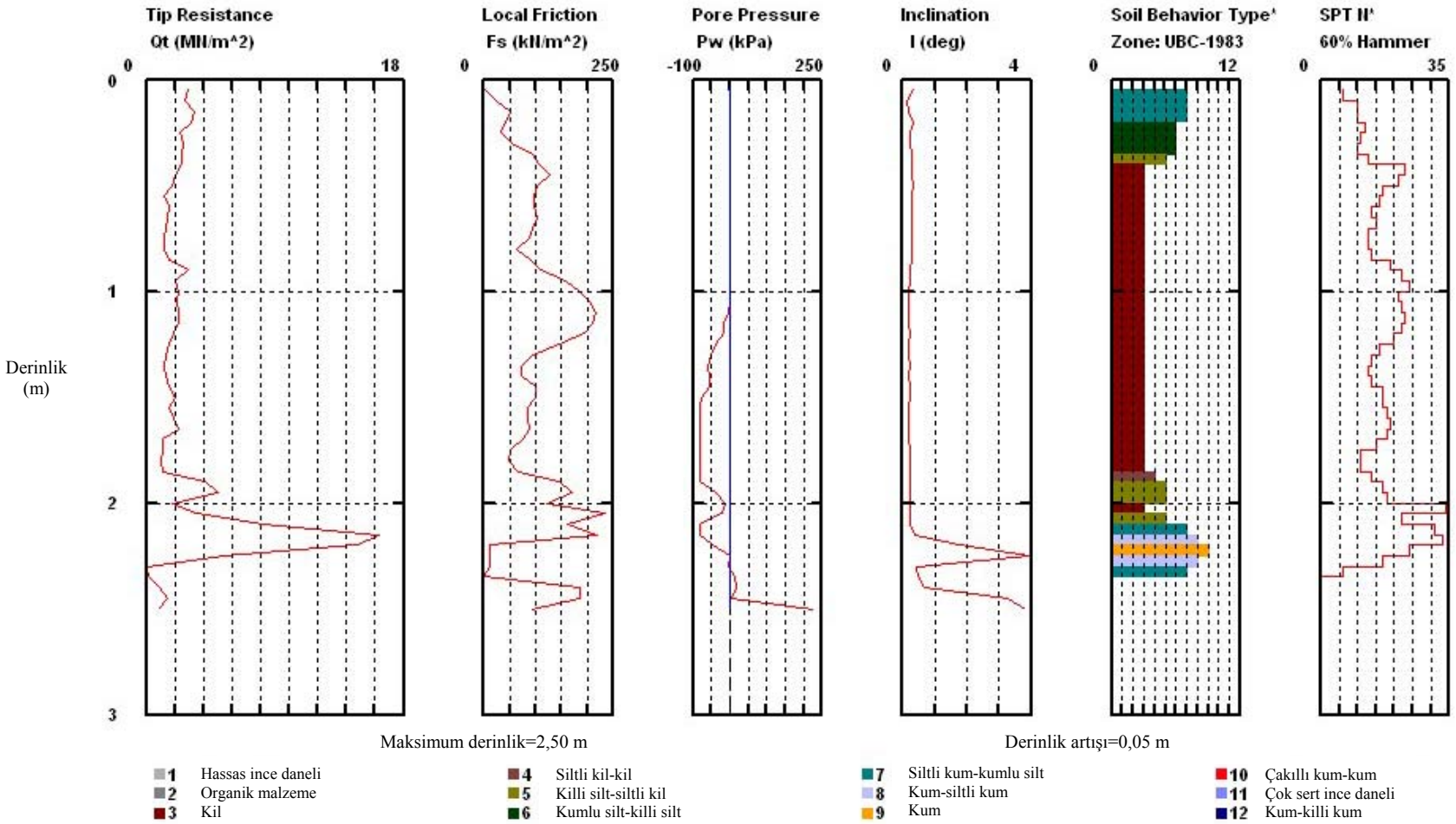
4.85	3.045	200.8	-76.1	0.01	kil	34
4.9	3.095	192.9	-76	0.01	kil	30
4.95	2.755	189	-75.8	0.01	kil	28
5	2.515	193.7	-75.1	0.01	kil	26
5.05	2.585	208.1	-74.6	0.01	kil	27
5.1	2.915	220.5	-73.7	0.01	kil	29
5.15	3.155	285.4	-73.7	0.01	kil	31
5.2	3.355	266.3	-73.7	0.01	kil	35
5.25	4.015	178.2	-74.2	0.01	killi silt-siltli kil	22
5.3	5.725	96.4	-74.5	0.01	siltli kum-kumlu silt	23
5.35	11.346	52.8	-72.5	0.01	kum-siltli kum	21
5.4	7.546	48	-70.7	0	kum-siltli kum	20
5.45	4.806	39.3	-70.3	0	kum-siltli kum	13
5.5	3.358	27.2	-61.6	0	siltli kum-kumlu silt	12
5.55	2.788	45.3	-61.5	0	kumlu silt-killi silt	11
5.6	2.16	66.6	-49.3	0	killi silt-siltli kil	11
5.65	1.869	77.3	-55.3	0	killi silt-siltli kil	10
5.7	1.838	55.4	-61	0	siltli kil-kil	12
5.75	1.507	53.2	-64.7	0	siltli kil-kil	10
5.8	1.117	44.1	-63.1	0.02	kil	12
5.85	1.098	48.1	-61.9	0.03	kil	12
5.9	1.248	55.6	-61.2	0.03	kil	11
5.95	0.978	45.9	-60.9	0.04	kil	11
6	0.938	44.5	-60.2	0.04	kil	12
6.05	1.618	70.6	-59.6	0.04	kil	15
6.1	1.998	90.6	-59.2	0.04	kil	18
6.15	1.748	87	-58	0.04	kil	19
6.2	2.079	79	-53.5	0.06	siltli kil-kil	13
6.25	1.819	70.9	-52.9	0.06	siltli kil-kil	13
6.3	1.93	72	-52	0.06	siltli kil-kil	13
6.35	2.02	96.2	-52.1	0.07	kil	21
6.4	2.5	129	-52	0.07	kil	24
6.45	2.66	148.6	-51.1	0.07	kil	27
6.5	2.95	149.6	-51.8	0.08	kil	27
6.55	2.43	154.6	-50.7	0.08	kil	29
6.6	3.24	178.9	-49.6	0.08	kil	30
6.65	3.299	166.9	-53.5	0.09	kil	30
6.7	2.35	123.5	-52.4	0.09	kil	26
6.75	2.11	102.4	-51.8	0.09	kil	22
6.8	2.06	111.8	-51.7	0.09	kil	22
6.85	2.55	117.9	-50.9	0.1	kil	23
6.9	2.24	105.2	-51.2	0.1	kil	22
6.95	1.82	92.6	-48.3	0.15	kil	20
7	1.79	82.2	-47.8	0.14	kil	17
7.05	1.5	70.8	-47.7	0.14	kil	16
7.1	1.41	66.9	-47.8	0.13	kil	16
7.15	1.821	77.3	-47.1	0.12	kil	19
7.2	2.451	99.9	-46.1	0.13	siltli kil-kil	16
7.25	2.771	118	-45.6	0.13	siltli kil-kil	18
7.3	2.871	129.2	-45	0.12	siltli kil-kil	19

7.35	2.991	143	-44.6	0.11	kil	30
7.4	3.141	153.8	-44.1	0.11	kil	31
7.45	3.251	158.3	-43.4	0.14	kil	32
7.5	3.291	161.1	-42.6	0.14	kil	33
7.55	3.291	158.8	-42.6	0.14	kil	33
7.6	3.242	146.2	-42.2	0.14	siltli kil-kil	22
7.65	3.172	136.2	-39.7	0.14	siltli kil-kil	21
7.7	3.242	143.7	-39.5	0.14	siltli kil-kil	22
7.75	3.422	153.2	-38.7	0.14	siltli kil-kil	24
7.8	3.912	159	-38	0.14	siltli kil-kil	26
7.85	4.333	194.2	-37.4	0.14	siltli kil-kil	28
7.9	4.232	234.7	-38.4	0.14	kil	44
7.95	4.582	250.1	-40.7	0.14	kil	42
8	3.782	240.7	-40.1	0.15	kil	41
8.05	4.022	219.2	-39.8	0.12	kil	36
8.1	3.091	192.5	-42.7	0.12	kil	34
8.15	3.021	173.9	-44	0.12	kil	31
8.2	3.201	151.7	-43.7	0.12	kil	31
8.25	3.182	154.3	-42.4	0.12	kil	34
8.3	3.682	191.3	-41.1	0.13	kil	34
8.35	3.352	181.1	-40.4	0.13	kil	33
8.4	2.803	182.8	-35.6	0.13	kil	30
8.45	2.782	235.2	-38.8	0.13	kil	35
8.5	4.842	231.1	-40.7	0.13	kil	37
8.55	3.583	201.6	-37.4	0.22	kil	41
8.6	3.783	191.4	-36.3	0.23	kil	38
8.65	3.923	178.7	-34.3	0.23	kil	36
8.7	2.993	156	-37	0.3	kil	32
8.75	2.562	144.3	-38.3	0.29	kil	27
8.8	2.512	103.6	-40.7	0.29	kil	25
8.85	2.401	93.9	-44.4	0.28	killi silt-siltli kil	12
8.9	2.411	70.6	-43.9	0.34	killi silt-siltli kil	14
8.95	3.351	82	-44.7	0.49	kumlu silt-killi silt	15
9	3.371	82.4	-44.5	0.48	kumlu silt-killi silt	16
9.05	4.542	88.7	-42	0.48	kumlu silt-killi silt	18


Tip Resistance
Qt (MN/m^2)
0
14
Local Friction
Fs (kN/m^2)
0
350
Pore Pressure
Pw (kPa)
-80
30
Inclination
I (deg)
-1
1
Soil Behavior Type*
Zone: UBC-1983
0
12
SPT N*
60% Hammer
0
45
Derinlik
(m)
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
Maksimum derinlik=9,05 m
Derinlik artışı=0,05 m
1 Hassas ince daneli
2 Organik malzeme
3 Kil
4 Siltli kil-kil
5 Killi silt-siltli kil
6 Kumlu silt-killi silt
7 Siltli kum-kumlu silt
8 Kum-siltli kum
9 Kum
10 Çakıllı kum-kum
11 Çok sert ince daneli
12 Kum-killi kum

CPT9						
Derinlik (m)	**Qt (MN/m^2)**	**Fs (kN/m^2)**	**Pw (kPa)**	**Sapma (deg)**	**Zemin Türü**	**SPT-N_{60}**
0.05	2.89	1.1	-1.1	0.32	siltli kum-kumlu silt	6
0.1	2.7	23.5	-0.8	0.14	siltli kum-kumlu silt	10
0.15	3.39	49.7	-1.4	0.19	siltli kum-kumlu silt	10
0.2	3.1	43.3	-1	0.31	kumlu silt-killi silt	12
0.25	2.32	33.3	-1.4	0.25	kumlu silt-killi silt	11
0.3	2.55	54.9	-0.3	0.25	kumlu silt-killi silt	10
0.35	2.53	92.6	-0.2	0.29	killi silt-siltli kil	13
0.4	2.46	107.5	-0.9	0.27	kil	23
0.45	1.99	126.8	-1.3	0.3	kil	21
0.5	1.81	103	-0.5	0.33	kil	17
0.55	1.26	96.2	-0.2	0.3	kil	16
0.6	1.62	97.6	-1.1	0.3	kil	14
0.65	1.45	103.4	-1	0.28	kil	15
0.7	1.33	94.3	-0.7	0.27	kil	13
0.75	1.27	87.9	-0.3	0.27	kil	13
0.8	1.29	62.5	-0.9	0.27	kil	14
0.85	1.57	92.3	-0.7	0.27	kil	19
0.9	2.93	108	-1.1	0.25	kil	22
0.95	2.04	158.4	-1.4	0.22	kil	24
1	2.2	186.8	-1.3	0.21	kil	21
1.05	2.17	205.3	-2.1	0.21	kil	22
1.1	2.299	218.1	-5.4	0.21	kil	23
1.15	2.307	211.1	-17.1	0.21	kil	22
1.2	1.966	193.7	-18	0.22	kil	20
1.25	1.613	144.9	-37.2	0.21	kil	16
1.3	1.33	94.9	-51.8	0.21	kil	14
1.35	1.248	71	-58.6	0.22	kil	13
1.4	1.358	73.1	-58	0.21	kil	14
1.45	1.618	99.4	-57.7	0.22	kil	17
1.5	2.004	98.6	-77.8	0.22	kil	17
1.55	1.604	86.1	-81.4	0.21	kil	18
1.6	1.874	85.6	-80.9	0.2	kil	19
1.65	2.294	86.4	-81.4	0.21	kil	18
1.7	1.194	76.8	-82.1	0.21	kil	15
1.75	1.154	52	-82.1	0.22	kil	11
1.8	1.024	48.8	-81.1	0.22	kil	11
1.85	1.104	66.8	-81.1	0.22	siltli kil-kil	14
1.9	4.124	145	-80.8	0.22	killi silt-siltli kil	17
1.95	5.042	170.4	-39.9	0.24	killi silt-siltli kil	18
2	1.817	120.7	-13.8	0.25	kil	34
2.05	3.446	235.9	-19.6	0.24	killi silt-siltli kil	22
2.1	8.114	161.6	-79.6	0.24	siltli kum-kumlu silt	31
2.15	16.314	220.4	-81	0.4	kum-siltli kum	33
2.2	14.71	12.2	-48.8	1.75	kum	24
2.25	5.44	11.3	1.2	3.98	kum-siltli kum	17
2.3	0.099	10.5	-4	0.43	siltli kum-kumlu silt	6

2.35	0.162	0	11.1	0.46	-	0
2.4	0.923	187.5	17.2	0.69	-	0
2.45	1.451	187.4	6	3.26	-	0
2.5	0.766	90.4	229.3	3.81	-	0


Tip Resistance
Qt (MN/m^2)
0
18
Local Friction
Fs (kN/m^2)
0
250
Pore Pressure
Pw (kPa)
-100
250
Inclination
I (deg)
0
4
Soil Behavior Type
Zone: UBC-1983
0
12
SPT N
60% Hammer
0
35
Derinlik
(m)
0
1
2
3
Maksimum derinlik=2,50 m
Derinlik artışı=0,05 m
1 Hassas ince daneli
2 Organik malzeme
3 Kil
4 Siltli kil-kil
5 Killi silt-siltli kil
6 Kumlu silt-killi silt
7 Siltli kum-kumlu silt
8 Kum-siltli kum
9 Kum
10 Çakıllı kum-kum
11 Çok sert ince daneli
12 Kum-killi kum

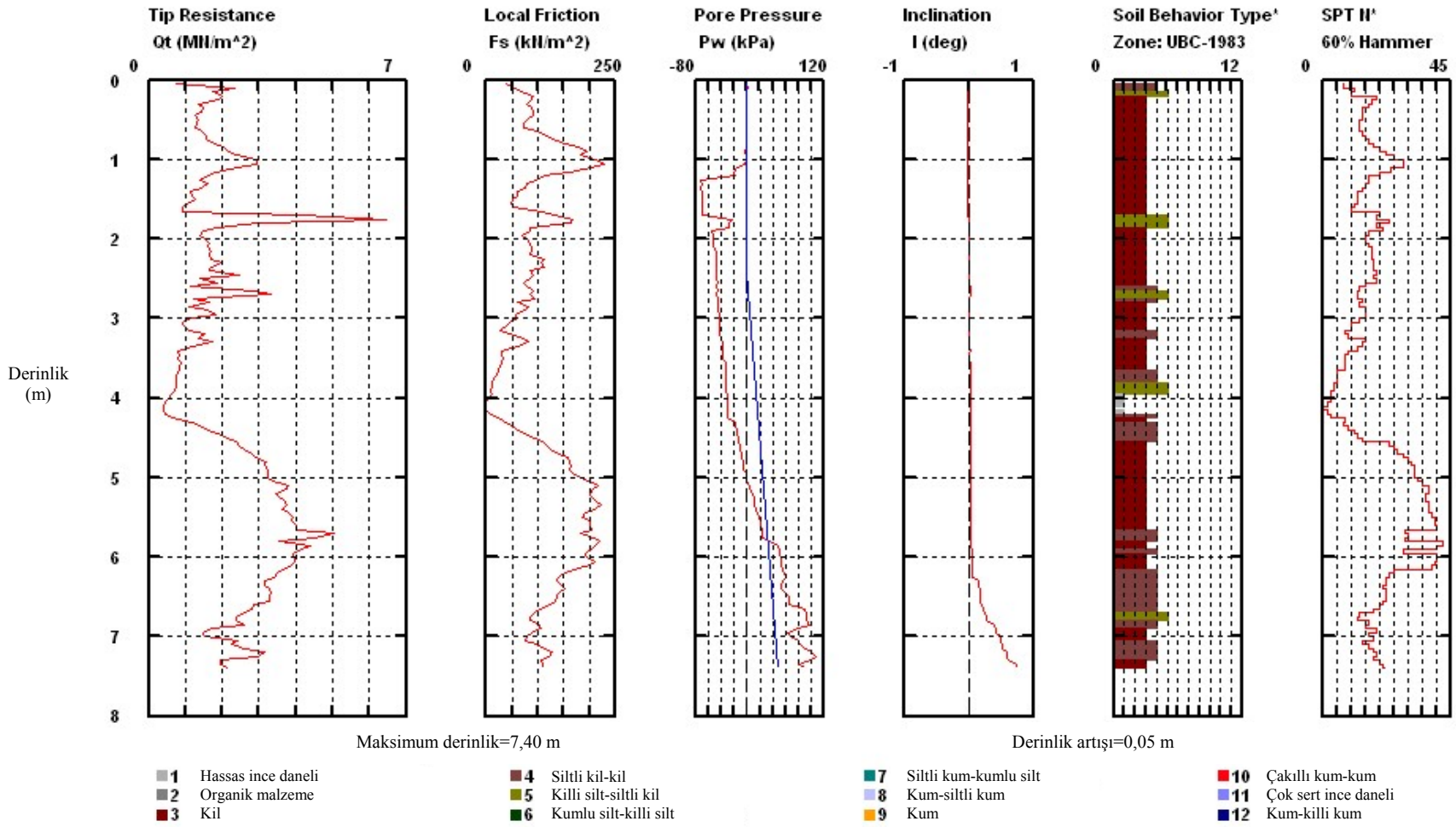
CPT9-2

Derinlik (m)	Qt (MN/m^2)	Fs (kN/m^2)	Pw (kPa)	Sapma (deg)	Zemin Türü	SPT-N_{60}
0.05	0.760	37.70	-0.50	-0.02	siltli kil-kil	7
0.1	2,340	53.80	0.60	-0.02	siltli kil-kil	11
0.15	1,720	66.10	-0.20	-0.02	killi silt-siltli kil	10
0.2	1,990	89.70	-0.40	-0.02	kil	19
0.25	1,900	86.30	-0.90	-0.02	kil	17
0.3	1,340	78.50	-0.90	-0.02	kil	16
0.35	1,460	86.90	-1.70	-0.02	kil	14
0.4	1,430	92.30	-1.30	-0.02	kil	14
0.45	1,260	90.80	-1.20	-0.02	kil	14
0.5	1,370	77.10	-1.30	-0.02	kil	13
0.55	1,310	73.70	-1.30	-0.02	kil	13
0.6	1,280	73.80	-1.30	-0.02	kil	13
0.65	1,440	96.90	-1.00	-0.02	kil	14
0.7	1,580	117.80	-1.50	-0.02	kil	15
0.75	1,560	127.30	-1.90	-0.02	kil	16
0.8	1,790	151.50	-1.70	-0.02	kil	18
0.85	2,050	179.00	-1.30	-0.02	kil	20
0.9	2,159	194.30	-3.40	-0.02	kil	22
0.95	2,400	184.00	-0.40	-0.02	kil	25
1	2,920	211.00	-1.70	-0.02	kil	28
1.05	2,960	228.70	-2.20	-0.02	kil	28
1.1	2,427	203.60	-15.60	-0.02	kil	24
1.15	1,806	162.80	-19.40	-0.02	kil	20
1.2	1,656	112.60	-19.30	-0.02	kil	16
1.25	1,396	96.20	-71.00	-0.02	kil	16
1.3	1,616	77.40	-70.30	-0.02	kil	15
1.35	1,426	76.70	-72.40	-0.02	kil	14
1.4	1,116	61.20	-69.80	-0.02	kil	12
1.45	1,176	60.00	-69.80	-0.02	kil	12
1.5	1,256	51.70	-69.10	-0.02	kil	12
1.55	1,036	48.00	-68.80	-0.02	kil	11
1.6	0.916	52.60	-69.10	-0.02	kil	10
1.65	0.936	106.60	-68.80	-0.02	kil	20
1.7	4,126	134.50	-69.20	-0.02	killi silt-siltli kil	19
1.75	6,446	169.00	-22.50	-0.01	killi silt-siltli kil	23
1.8	2,964	164.40	-28.90	-0.01	killi silt-siltli kil	19
1.85	1,854	85.70	-28.40	-0.01	kil	21
1.9	1,459	84.20	-53.80	0.00	kil	16
1.95	1,399	70.70	-52.80	0.00	kil	15
2	1,540	79.70	-52.10	0.00	kil	15
2.05	1,670	84.90	-52.00	0.00	kil	16
2.1	1,600	87.70	-51.70	0.00	kil	17
2.15	1,700	86.70	-48.70	0.00	kil	17
2.2	1,650	84.80	-48.10	0.00	kil	17
2.25	1,710	113.40	-47.80	0.00	kil	18

2.3	2,011	104.60	-47.30	0.00	kil	18
2.35	1,681	112.70	-47.40	0.00	kil	18
2.4	1,641	84.40	-46.80	0.01	kil	19
2.45	2,470	91.50	-48.20	0.01	kil	18
2.5	1,390	84.40	-47.80	0.01	kil	19
2.55	1,881	73.10	-46.10	0.01	kil	15
2.6	1,140	79.60	-47.80	0.02	siltli kil-kil	13
2.65	2,871	91.60	-45.90	0.02	killi silt-siltli kil	12
2.7	3,331	85.90	-46.70	0.02	killi silt-siltli kil	12
2.75	1,211	95.30	-45.40	0.01	siltli kil-kil	14
2.8	1,671	60.30	-44.80	0.01	kil	13
2.85	1,101	82.80	-44.70	0.01	kil	15
2.9	1,591	74.80	-43.90	0.01	kil	15
2.95	1,802	56.10	-42.00	0.01	kil	15
3	1,161	61.20	-43.70	0.01	kil	13
3.05	0.921	45.50	-43.30	0.01	kil	10
3.1	0.971	39.70	-42.90	0.01	kil	10
3.15	1,092	27.60	-41.90	0.01	siltli kil-kil	8
3.2	1,542	44.40	-42.20	0.01	siltli kil-kil	9
3.25	1,362	71.90	-39.70	0.01	kil	15
3.3	1,742	81.50	-37.90	0.01	kil	14
3.35	1,172	60.60	-38.50	0.01	kil	12
3.4	0.802	27.90	-38.20	0.02	kil	9
3.45	0.813	29.70	-37.50	0.01	kil	8
3.5	0.793	31.70	-37.10	0.01	kil	8
3.55	0.863	27.90	-33.90	0.02	kil	8
3.6	0.823	26.90	-33.70	0.02	kil	8
3.65	0.813	24.80	-33.30	0.02	siltli kil-kil	5
3.7	0.743	20.80	-32.90	0.02	siltli kil-kil	5
3.75	0.733	Ara.70	-32.80	0.02	siltli kil-kil	5
3.8	0.734	12.Eki	-32.20	0.02	killi silt-siltli kil	4
3.85	0.754	Kas.20	-32.00	0.02	killi silt-siltli kil	4
3.9	0.694	Ağu.90	-31.60	0.02	killi silt-siltli kil	3
3.95	0.624	Eki.30	-31.20	0.02	hassas ince daneli	3
4	0.534	Nis.20	-31.20	0.02	hassas ince daneli	3
4.05	0.464	0.10	-31.00	0.02	hassas ince daneli	2
4.1	0.384	-1.70	-30.70	0.02	-	0
4.15	0.384	-1.60	-30.10	0.02	hassas ince daneli	2
4.2	0.444	Eyl.50	-29.60	0.02	siltli kil-kil	3
4.25	0.634	24.20	-29.20	0.02	kil	8
4.3	1,186	34.70	-18.90	0.02	siltli kil-kil	7
4.35	1,367	47.00	-16.90	0.02	siltli kil-kil	9
4.4	1,597	60.50	-16.30	0.02	siltli kil-kil	11
4.45	1,857	71.40	-15.00	0.02	siltli kil-kil	12
4.5	2,137	93.10	-13.70	0.02	siltli kil-kil	14
4.55	2,367	108.80	-12.80	0.02	kil	23
4.6	2,488	117.20	-11.60	0.02	kil	25
4.65	2,588	124.10	-9.60	0.02	kil	26
4.7	2,808	141.50	-8.70	0.02	kil	28
4.75	2,909	158.90	-7.40	0.02	kil	30

4.8	3,179	162.20	-6.50	0.02	kil	31
4.85	3,169	164.50	-5.00	0.02	kil	32
4.9	3,239	161.30	-4.60	0.02	kil	32
4.95	3,250	168.60	-1.60	0.02	kil	32
5	3,250	183.00	-1.40	0.02	kil	33
5.05	3,390	198.50	-0.10	0.02	kil	35
5.1	3,811	217.00	Nis.50	0.02	kil	37
5.15	3,761	208.70	Mar.60	0.02	kil	37
5.2	3,462	201.00	Tem.80	0.02	kil	36
5.25	3,532	204.20	11.00	0.02	kil	36
5.3	3,732	213.50	Kas.20	0.02	kil	37
5.35	3,752	223.40	12.00	0.03	kil	37
5.4	3,633	210.60	13.30	0.03	kil	37
5.45	3,803	193.10	15.50	0.03	kil	38
5.5	3,914	185.40	19.40	0.03	kil	39
5.55	3,864	202.20	20.20	0.03	kil	39
5.6	4,004	199.80	20.50	0.03	kil	40
5.65	4,035	203.80	24.Eki	0.03	siltli kil-kil	29
5.7	5,055	183.00	22.70	0.03	siltli kil-kil	30
5.75	4,515	207.80	24.90	0.03	siltli kil-kil	29
5.8	3,526	219.90	32.30	0.03	kil	42
5.85	4,410	211.10	47.90	0.03	kil	40
5.9	4,140	203.00	50.70	0.04	siltli kil-kil	28
5.95	3,930	191.60	50.70	0.04	kil	40
6	3,961	196.70	53.20	0.04	kil	40
6.05	3,991	210.80	52.50	0.04	kil	39
6.1	3,881	200.80	53.80	0.04	kil	38
6.15	3,671	170.20	55.60	0.04	siltli kil-kil	25
6.2	3,481	151.50	57.20	0.04	siltli kil-kil	23
6.25	3,392	139.20	59.90	0.04	siltli kil-kil	22
6.3	3,151	138.00	56.60	0.14	siltli kil-kil	22
6.35	3,171	144.80	53.80	0.16	siltli kil-kil	21
6.4	3,281	151.50	53.10	0.17	siltli kil-kil	22
6.45	3,332	139.50	60.60	0.18	siltli kil-kil	22
6.5	3,303	138.10	64.80	0.18	siltli kil-kil	22
6.55	3,263	133.40	65.50	0.18	siltli kil-kil	21
6.6	2,853	124.10	66.10	0.19	siltli kil-kil	20
6.65	2,828	104.70	90.90	0.23	siltli kil-kil	18
6.7	2,609	92.70	93.60	0.24	killi silt-siltli kil	13
6.75	2,368	85.80	91.90	0.26	killi silt-siltli kil	12
6.8	2,389	83.70	92.80	0.26	siltli kil-kil	16
6.85	2,609	103.80	97.00	0.39	siltli kil-kil	15
6.9	1,716	105.80	81.30	0.42	kil	19
6.95	1,483	88.00	63.00	0.42	kil	16
7	1,503	78.80	67.30	0.49	kil	18
7.05	2,406	74.90	80.30	0.50	siltli kil-kil	14
7.1	2,257	95.80	83.80	0.51	siltli kil-kil	16
7.15	2,588	111.00	89.90	0.51	siltli kil-kil	18
7.2	3,170	128.50	99.50	0.60	siltli kil-kil	19
7.25	2,982	121.10	108.00	0.60	siltli kil-kil	18

7.3	1,970	106.90	100.80	0.62	kil	20
7.35	1,966	108.70	81.20	0.73	kil	21
7.4	2,158	109.70	89.50	0.73	kil	22


Tip Resistance
Qt (MN/m^2)
0
7
Local Friction
Fs (kN/m^2)
0
250
Pore Pressure
Pw (kPa)
-80
120
Inclination
I (deg)
-1
1
Soil Behavior Type
Zone: UBC-1983
0
12
SPT N
60% Hammer
0
45
Derinlik
(m)
0
1
2
3
4
5
6
7
8
Maksimum derinlik=7,40 m
Derinlik artışı=0,05 m
1 Hassas ince daneli
2 Organik malzeme
3 Kil
4 Siltli kil-kil
5 Killi silt-siltli kil
6 Kumlu silt-killi silt
7 Siltli kum-kumlu silt
8 Kum-siltli kum
9 Kum
10 Çakıllı kum-kum
11 Çok sert ince daneli
12 Kum-killi kum

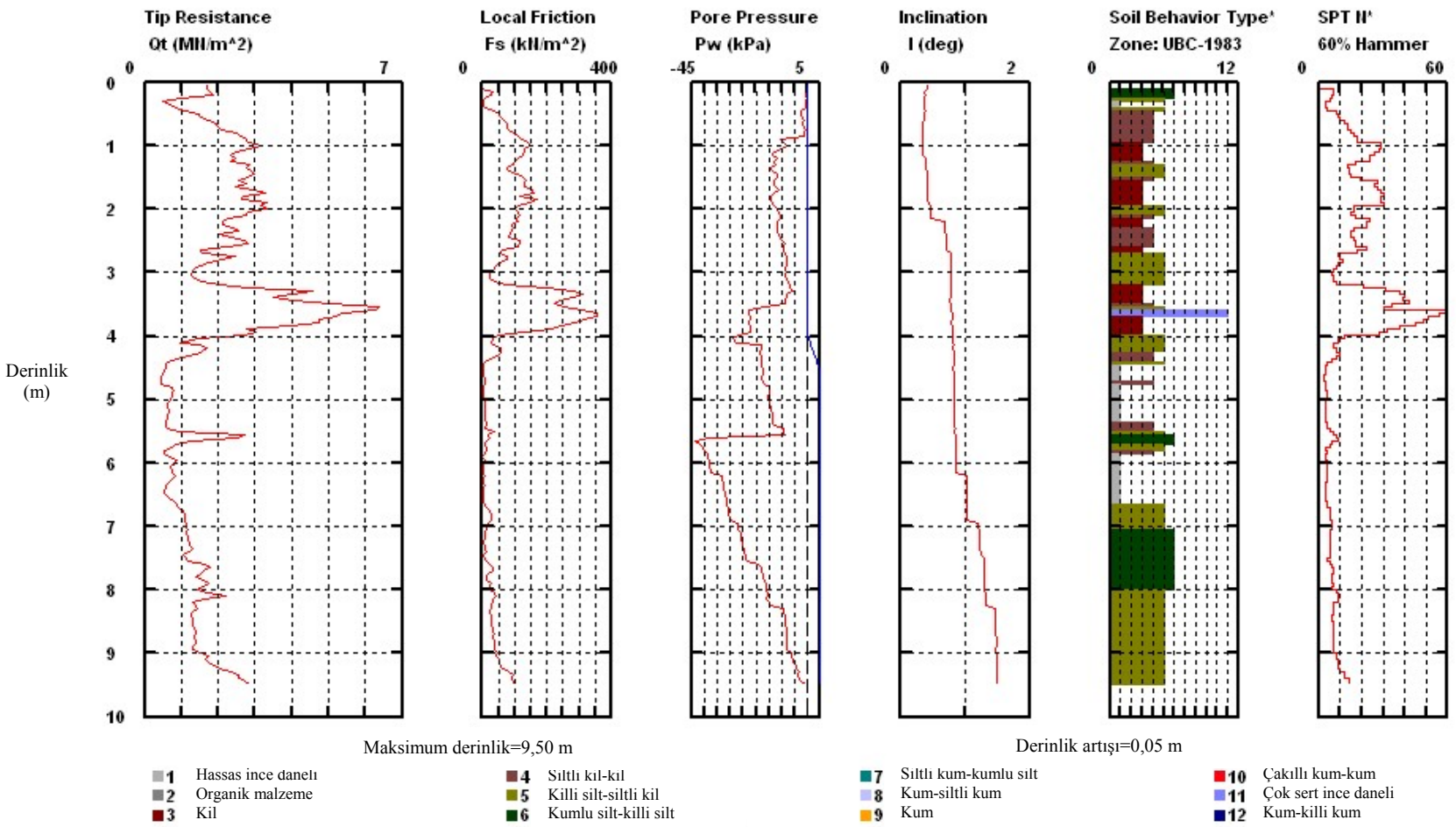
CPT10

Derinlik (m)	Qt (MN/m^2)	Fs (kN/m^2)	Pw (kPa)	Sapma (deg)	Zemin Türü	SPT-N_{60}
0.05	1.71	-0.3	-0.8	0.42	-	0
0.1	1.68	-0.6	-0.4	0.41	kumlu silt-killi silt	7
0.15	1.78	31.2	-0.3	0.37	kumlu silt-killi silt	7
0.2	1.85	28.2	-0.6	0.39	kumlu silt-killi silt	6
0.25	0.94	9.8	-0.3	0.36	killi silt-siltli kil	5
0.3	0.5	1.3	-0.4	0.36	hassas ince daneli	3
0.35	0.66	1.8	-0.7	0.37	hassas ince daneli	3
0.4	0.85	8.9	-0.5	0.37	killi silt-siltli kil	4
0.45	1.109	37	-2.8	0.38	siltli kil-kil	8
0.5	1.46	53.4	-2.3	0.37	siltli kil-kil	9
0.55	1.54	58.1	-2	0.37	siltli kil-kil	10
0.6	1.72	66.3	-1.5	0.37	siltli kil-kil	12
0.65	1.97	76.4	-1.6	0.34	siltli kil-kil	13
0.7	2.01	75.1	-1.5	0.34	siltli kil-kil	13
0.75	2.06	81.3	-0.6	0.34	siltli kil-kil	15
0.8	2.53	97	-1.4	0.34	siltli kil-kil	16
0.85	2.6	109.3	-1.4	0.34	siltli kil-kil	18
0.9	2.758	120.7	-10.5	0.34	siltli kil-kil	18
0.95	2.818	142	-9	0.34	kil	29
1	3.148	151.4	-8.2	0.34	kil	29
1.05	2.868	133	-9.9	0.34	kil	28
1.1	2.467	129.6	-13	0.34	kil	26
1.15	2.327	127.7	-13.7	0.34	kil	24
1.2	2.448	111.6	-11.8	0.39	kil	24
1.25	2.317	100.4	-12.9	0.39	siltli kil-kil	17
1.3	2.847	98.6	-12.6	0.38	killi silt-siltli kil	13
1.35	2.787	78.8	-13.9	0.38	killi silt-siltli kil	14
1.4	2.897	81.5	-13.3	0.41	killi silt-siltli kil	14
1.45	2.978	105.7	-11.4	0.41	killi silt-siltli kil	15
1.5	2.828	124.6	-11.8	0.41	siltli kil-kil	19
1.55	2.557	137	-12.9	0.41	kil	27
1.6	2.777	128.5	-13.1	0.41	kil	26
1.65	2.487	129.8	-12.6	0.41	kil	27
1.7	2.938	154.6	-10.9	0.41	kil	29
1.75	3.267	160.5	-13.1	0.41	kil	30
1.8	2.677	115.1	-14.4	0.41	kil	29
1.85	2.627	170.9	-14	0.42	kil	29
1.9	3.327	152.3	-13.8	0.44	kil	30
1.95	3.147	113.2	-12.8	0.45	killi silt-siltli kil	16
2	3.338	103.4	-11.8	0.45	killi silt-siltli kil	16
2.05	2.828	110	-10.8	0.45	killi silt-siltli kil	15
2.1	2.748	114.5	-10.5	0.45	siltli kil-kil	17
2.15	2.288	107.6	-10.5	0.45	kil	24
2.2	2.118	110.8	-11.4	0.68	kil	22
2.25	2.108	90.8	-11.7	0.68	kil	22
2.3	2.378	94.9	-11.6	0.69	siltli kil-kil	16

2.35	2.548	93.1	-11.5	0.69	siltli kil-kil	15
2.4	2.038	87.1	-11	0.7	siltli kil-kil	15
2.45	2.348	83.7	-10.7	0.7	siltli kil-kil	16
2.5	2.708	113.7	-10.1	0.7	siltli kil-kil	17
2.55	2.808	117.6	-8.7	0.7	siltli kil-kil	17
2.6	2.248	111.7	-9.2	0.71	kil	22
2.65	1.538	60.2	-9.3	0.71	kil	18
2.7	1.578	52.9	-8.6	0.78	killi silt-siltli kil	9
2.75	2.468	78.4	-7.9	0.78	killi silt-siltli kil	10
2.8	2.138	78.3	-8.3	0.79	killi silt-siltli kil	11
2.85	1.718	57.9	-8.1	0.78	killi silt-siltli kil	9
2.9	1.518	44.4	-8.2	0.78	killi silt-siltli kil	8
2.95	1.328	35.7	-8.4	0.78	killi silt-siltli kil	7
3	1.288	29.3	-8.3	0.78	killi silt-siltli kil	6
3.05	1.258	25	-8.4	0.78	killi silt-siltli kil	7
3.1	1.358	23.3	-7.7	0.77	killi silt-siltli kil	7
3.15	1.579	37.9	-7.4	0.77	killi silt-siltli kil	8
3.2	2.059	72.4	-6.9	0.78	kil	21
3.25	2.799	199.6	-6.5	0.78	kil	31
3.3	4.559	280.3	-5.8	0.78	kil	38
3.35	4.028	314.1	-8	0.77	kil	40
3.4	3.518	283.1	-8.1	0.77	kil	39
3.45	4.068	238.3	-8.4	0.75	kil	42
3.5	5.028	223.6	-8.6	0.77	siltli kil-kil	34
3.55	6.387	253.5	-16.8	0.77	killi silt-siltli kil	30
3.6	6.285	305	-22.6	0.78	çok sert ince daneli	60
3.65	5.385	358.1	-22.9	0.8	çok sert ince daneli	56
3.7	5.226	356	-22.2	0.8	kil	51
3.75	4.726	317.1	-22.1	0.81	kil	49
3.8	4.735	289.7	-22.7	0.78	kil	45
3.85	3.966	244.9	-22.1	0.8	kil	38
3.9	2.776	214.4	-22	0.8	kil	32
3.95	3.006	132.9	-22.1	0.8	kil	28
4	2.715	52.2	-26.5	0.8	killi silt-siltli kil	12
4.05	1.434	30.8	-28.6	0.81	killi silt-siltli kil	9
4.1	0.974	25.4	-27.8	0.8	killi silt-siltli kil	7
4.15	1.496	32	-17.9	0.82	killi silt-siltli kil	7
4.2	1.696	55.6	-17.8	0.81	killi silt-siltli kil	8
4.25	1.506	59.3	-18.4	0.82	siltli kil-kil	10
4.3	1.216	45.4	-17.9	0.82	siltli kil-kil	8
4.35	0.876	25.3	-17.8	0.82	siltli kil-kil	6
4.4	0.636	7.9	-17.6	0.82	killi silt-siltli kil	4
4.45	0.596	1.9	-18.1	0.82	hassas ince daneli	3
4.5	0.597	3.2	-17.5	0.81	hassas ince daneli	3
4.55	0.517	1.1	-17.5	0.82	hassas ince daneli	3
4.6	0.477	5.3	-17.5	0.82	hassas ince daneli	2
4.65	0.446	7.7	-17.6	0.82	hassas ince daneli	2
4.7	0.447	9.6	-17.3	0.82	siltli kil-kil	3
4.75	0.447	7.5	-16.9	0.82	hassas ince daneli	3
4.8	0.727	3.4	-14.9	0.83	hassas ince daneli	3

4.85	0.787	3.3	-14.8	0.82	hassas ince daneli	4
4.9	0.767	1.8	-14.8	0.83	hassas ince daneli	4
4.95	0.737	3.9	-15.1	0.83	hassas ince daneli	4
5	0.687	6.9	-14.6	0.83	hassas ince daneli	3
5.05	0.627	9	-14.6	0.83	hassas ince daneli	3
5.1	0.617	10	-14	0.83	hassas ince daneli	3
5.15	0.657	6.8	-14.3	0.83	hassas ince daneli	3
5.2	0.657	8.3	-13.7	0.83	hassas ince daneli	3
5.25	0.617	7.6	-13.8	0.83	hassas ince daneli	3
5.3	0.607	6.7	-13.7	0.84	hassas ince daneli	3
5.35	0.587	12.9	-13.4	0.84	siltli kil-kil	4
5.4	0.567	13.5	-13.2	0.84	siltli kil-kil	4
5.45	0.628	10.3	-9.4	0.85	siltli kil-kil	5
5.5	0.898	35.3	-9	0.84	killi silt-siltli kil	7
5.55	2.718	19.5	-8.9	0.85	kumlu silt-killi silt	8
5.6	2.522	23.7	-38.3	0.85	kumlu silt-killi silt	9
5.65	1.251	11.1	-43.4	0.85	kumlu silt-killi silt	6
5.7	0.832	9.3	-41.7	0.85	killi silt-siltli kil	5
5.75	0.732	13.3	-40.3	0.85	killi silt-siltli kil	3
5.8	0.522	12.3	-39.8	0.85	siltli kil-kil	4
5.85	0.522	10	-39	0.85	hassas ince daneli	3
5.9	0.672	0.1	-38.5	0.85	hassas ince daneli	3
5.95	0.882	7.2	-38.2	0.85	hassas ince daneli	4
6	0.812	5	-38.1	0.85	hassas ince daneli	4
6.05	0.722	3.7	-38	0.85	hassas ince daneli	4
6.1	0.742	2.3	-37.6	0.85	hassas ince daneli	4
6.15	0.752	5.2	-37.7	0.86	hassas ince daneli	4
6.2	0.813	9	-33.2	1.02	hassas ince daneli	4
6.25	0.763	3.3	-33	1.02	hassas ince daneli	4
6.3	0.644	2	-32.5	1.02	hassas ince daneli	3
6.35	0.574	6.2	-32.4	1.02	hassas ince daneli	3
6.4	0.564	5.3	-32.4	1.02	hassas ince daneli	3
6.45	0.554	3	-31.7	1.03	hassas ince daneli	3
6.5	0.594	1.2	-31.8	1.02	hassas ince daneli	3
6.55	0.644	0.6	-31.4	1.03	hassas ince daneli	3
6.6	0.794	4.1	-31.2	1.03	hassas ince daneli	4
6.65	0.874	6.9	-31.2	1.03	killi silt-siltli kil	4
6.7	0.914	14.9	-30.8	1.03	killi silt-siltli kil	5
6.75	1.064	24	-30.8	1.03	killi silt-siltli kil	5
6.8	1.094	27.3	-30.5	1.03	killi silt-siltli kil	5
6.85	1.104	25.6	-30.4	1.03	killi silt-siltli kil	5
6.9	1.094	25.5	-30.3	1.03	killi silt-siltli kil	6
6.95	1.135	18	-27	1.21	killi silt-siltli kil	6
7	1.145	14	-26.9	1.21	killi silt-siltli kil	6
7.05	1.185	10.8	-26.9	1.22	kumlu silt-killi silt	5
7.1	1.155	10	-25.7	1.22	kumlu silt-killi silt	5
7.15	1.175	9.2	-26	1.22	kumlu silt-killi silt	5
7.2	1.195	6.5	-26.1	1.22	kumlu silt-killi silt	5
7.25	1.205	5.2	-25.3	1.22	kumlu silt-killi silt	5
7.3	1.215	6.7	-25	1.23	kumlu silt-killi silt	5

7.35	1.285	8.4	-24.8	1.23	kumlu silt-killi silt	5
7.4	1.225	10.8	-24.4	1.24	kumlu silt-killi silt	5
7.45	1.035	5.2	-24.1	1.24	kumlu silt-killi silt	5
7.5	1.115	10.2	-24.2	1.3	kumlu silt-killi silt	4
7.55	1.185	13.6	-23.3	1.3	kumlu silt-killi silt	5
7.6	1.656	23	-18.9	1.31	kumlu silt-killi silt	6
7.65	1.776	31.8	-17.9	1.31	kumlu silt-killi silt	7
7.7	1.596	31.8	-18.1	1.31	kumlu silt-killi silt	7
7.75	1.507	18.5	-17.5	1.31	kumlu silt-killi silt	6
7.8	1.397	14.1	-17.5	1.31	kumlu silt-killi silt	6
7.85	1.577	13.7	-16.9	1.31	kumlu silt-killi silt	6
7.9	1.737	26.3	-16.3	1.31	kumlu silt-killi silt	7
7.95	1.587	23.6	-16.2	1.31	kumlu silt-killi silt	6
8	1.447	23.6	-16	1.31	killi silt-siltli kil	8
8.05	1.697	38.8	-15.4	1.32	killi silt-siltli kil	9
8.1	2.197	42.6	-15.2	1.32	killi silt-siltli kil	9
8.15	1.617	30.5	-15.9	1.32	killi silt-siltli kil	9
8.2	1.297	30.1	-15	1.32	killi silt-siltli kil	7
8.25	1.377	25.9	-14.7	1.32	killi silt-siltli kil	7
8.3	1.418	29.6	-9.4	1.48	killi silt-siltli kil	7
8.35	1.308	24.8	-9.4	1.48	killi silt-siltli kil	7
8.4	1.268	25.9	-8.9	1.48	killi silt-siltli kil	6
8.45	1.288	26.8	-8.6	1.48	killi silt-siltli kil	6
8.5	1.308	28.5	-8.8	1.48	killi silt-siltli kil	7
8.55	1.318	28.9	-8.5	1.48	killi silt-siltli kil	7
8.6	1.358	33	-8.3	1.48	killi silt-siltli kil	7
8.65	1.388	34.8	-8.3	1.48	killi silt-siltli kil	7
8.7	1.388	36.7	-8.1	1.48	killi silt-siltli kil	7
8.75	1.368	32.5	-7.9	1.49	killi silt-siltli kil	7
8.8	1.398	37	-8	1.49	killi silt-siltli kil	7
8.85	1.378	38.6	-7.7	1.49	killi silt-siltli kil	7
8.9	1.318	38.8	-8	1.49	killi silt-siltli kil	7
8.95	1.318	37.6	-7.7	1.48	killi silt-siltli kil	7
9	1.539	46.9	-6.4	1.49	killi silt-siltli kil	8
9.05	1.749	44.1	-6	1.49	killi silt-siltli kil	8
9.1	1.669	50.7	-5.7	1.49	killi silt-siltli kil	9
9.15	1.749	53.3	-5.4	1.49	killi silt-siltli kil	9
9.2	1.849	55	-4.6	1.49	killi silt-siltli kil	9
9.25	2.019	62	-4.4	1.49	killi silt-siltli kil	10
9.3	2.349	81.3	-3.3	1.49	killi silt-siltli kil	12
9.35	2.539	96.5	-3.7	1.49	killi silt-siltli kil	12
9.4	2.569	93	-3.3	1.49	killi silt-siltli kil	14
9.45	2.74	94.6	-2.3	1.49	killi silt-siltli kil	14
9.5	2.87	95.8	-0.8	1.49	killi silt-siltli kil	14


Tip Resistance
Qt (MN/m^2)
Local Friction
Fs (kN/m^2)
Pore Pressure
Pw (kPa)
Inclination
I (deg)
Soil Behavior Type
Zone: UBC-1983
SPT N
60% Hammer
Derinlik (m)
Maksimum derinlik=9,50 m
Derinlik artışı=0,05 m
1 Hassas ince danelı
2 Organik malzeme
3 Kil
4 Sıltlı kıl-kıl
5 Killi silt-siltli kil
6 Kumlu silt-killi silt
7 Sıltlı kum-kumlu sılt
8 Kum-siltli kum
9 Kum
10 Çakıllı kum-kum
11 Çok sert ince daneli
12 Kum-killi kum

CPT11

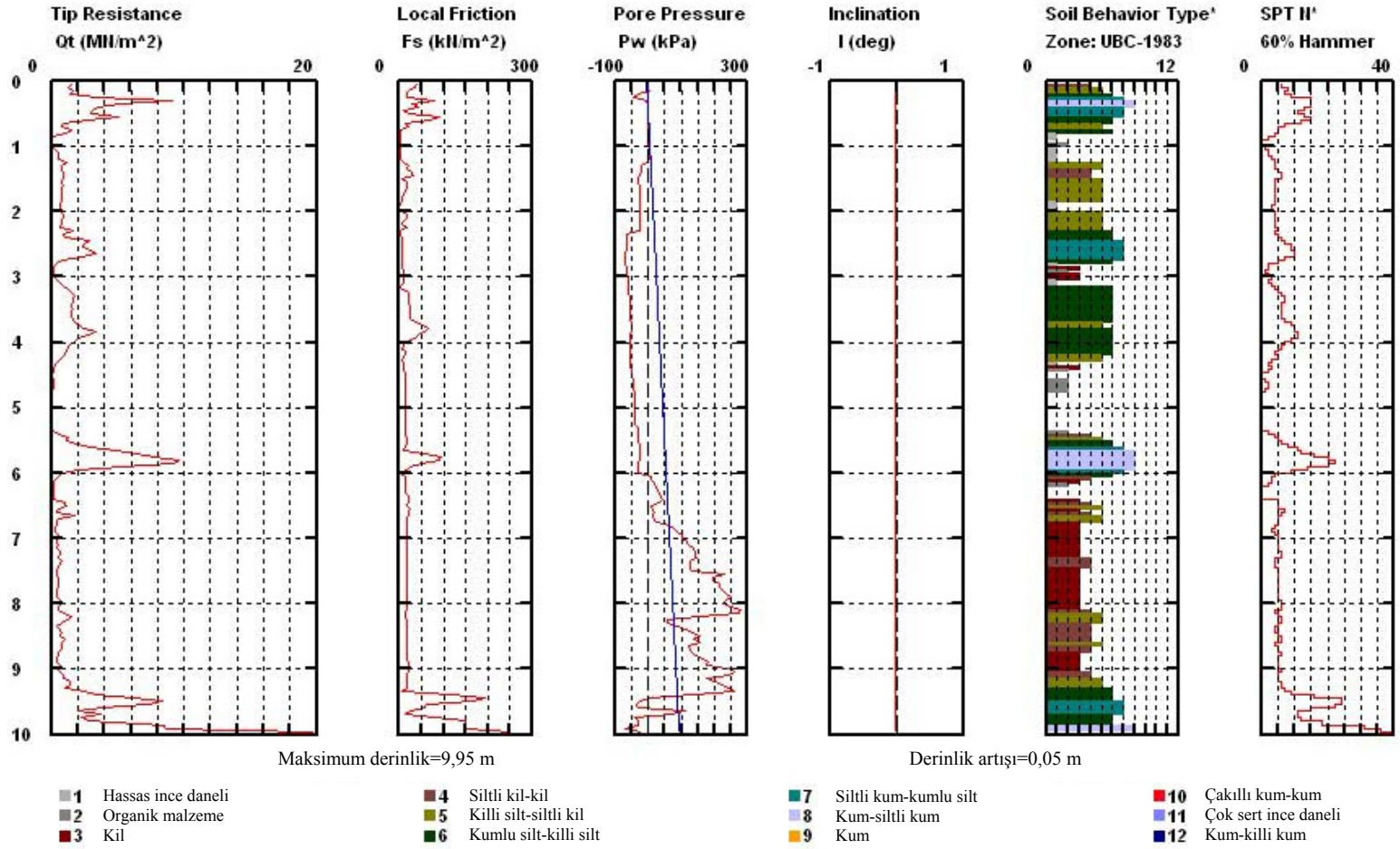
Derinlik (m)	Qt (MN/m^2)	Fs (kN/m^2)	Pw (kPa)	Sapma (deg)	Zemin Türü	SPT-N_{60}
0.05	1.56	40.6	-0.1	-0.02	siltli kil-kil	6
0.1	1.3	34.6	-2	-0.02	killi silt-siltli kil	8
0.15	1.64	22.3	2.4	-0.02	killi silt-siltli kil	7
0.2	1.404	16.1	-32.3	-0.02	kumlu silt-killi silt	9
0.25	3.341	17.2	-46.7	-0.02	siltli kum-kumlu silt	15
0.3	9.139	78.5	-3.8	-0.02	kum-siltli kum	15
0.35	5.22	29.3	-1.5	-0.02	kum-siltli kum	15
0.4	3.54	44.5	-1.5	-0.02	siltli kum-kumlu silt	13
0.45	3.18	10.7	-1.6	-0.02	siltli kum-kumlu silt	11
0.5	3.03	20.6	-1.1	-0.02	siltli kum-kumlu silt	13
0.55	5.1	89.2	-2.1	-0.02	kumlu silt-killi silt	15
0.6	2.75	66.9	-1.1	-0.02	kumlu silt-killi silt	12
0.65	0.91	13.3	-2.4	-0.02	killi silt-siltli kil	7
0.7	0.78	20.9	0.2	-0.02	killi silt-siltli kil	5
0.75	1.47	3.1	-1.3	-0.02	kumlu silt-killi silt	5
0.8	1.17	2.3	-0.2	-0.02	hassas ince daneli	4
0.85	0.01	0.5	-0.1	-0.02	hassas ince daneli	2
0.9	0	0.5	0.8	-0.02	-	0
0.95	0	0.6	1.6	-0.02	organik malzeme	0
1	0.121	0.4	2.7	-0.02	hassas ince daneli	1
1.05	0.321	0.8	2.9	-0.02	hassas ince daneli	2
1.1	0.511	1.1	2.6	-0.02	hassas ince daneli	2
1.15	0.531	1.4	2.8	-0.02	hassas ince daneli	3
1.2	0.57	3.6	1.9	-0.02	hassas ince daneli	4
1.25	1.11	8.6	-1.6	-0.02	killi silt-siltli kil	4
1.3	0.726	19.4	-22.4	-0.02	killi silt-siltli kil	4
1.35	0.786	18.4	-22	-0.02	siltli kil-kil	5
1.4	0.906	29	-22.3	-0.02	siltli kil-kil	6
1.45	0.915	30.5	-25.2	-0.02	siltli kil-kil	6
1.5	0.854	6.6	-28.5	-0.02	killi silt-siltli kil	4
1.55	0.814	16.1	-27.9	-0.02	killi silt-siltli kil	4
1.6	0.905	16.9	-26	-0.02	killi silt-siltli kil	4
1.65	0.815	16.1	-26	-0.02	killi silt-siltli kil	4
1.7	0.845	12.6	-27.2	-0.02	killi silt-siltli kil	4
1.75	0.835	11	-27.3	-0.02	killi silt-siltli kil	4
1.8	0.764	7.2	-27.6	-0.02	killi silt-siltli kil	4
1.85	0.735	5.6	-27.1	-0.02	hassas ince daneli	4
1.9	0.685	2.4	-26.8	-0.02	hassas ince daneli	3
1.95	0.655	0	-26.7	-0.02	hassas ince daneli	3
2	0.715	7.2	-26.7	-0.02	killi silt-siltli kil	4
2.05	0.955	16.1	-26.1	-0.02	killi silt-siltli kil	4
2.1	0.895	17.4	-26.9	-0.02	killi silt-siltli kil	4
2.15	0.835	8.7	-26.9	-0.02	killi silt-siltli kil	4
2.2	0.725	6.2	-26.7	-0.02	killi silt-siltli kil	4
2.25	0.665	18.6	-26.6	-0.02	killi silt-siltli kil	5
2.3	1.665	3.7	-27.4	-0.02	kumlu silt-killi silt	4

2.35	0.867	2.9	-64	-0.02	kumlu silt-killi silt	5
2.4	1.027	6.1	-63.3	-0.02	kumlu silt-killi silt	6
2.45	2.917	5.6	-63.1	-0.02	siltli kum-kumlu silt	7
2.5	2.487	5.3	-63.1	-0.02	siltli kum-kumlu silt	9
2.55	2.377	5.9	-63.6	-0.02	siltli kum-kumlu silt	9
2.6	2.987	6.7	-64.6	-0.02	siltli kum-kumlu silt	10
2.65	3.386	6.7	-67.7	-0.02	siltli kum-kumlu silt	10
2.7	2.276	7	-67.8	-0.02	siltli kum-kumlu silt	7
2.75	0.916	6.8	-67.9	-0.02	kumlu silt-killi silt	5
2.8	0.367	7	-67.3	-0.02	hassas ince daneli	2
2.85	0.147	6.7	-66.3	-0.02	kil	2
2.9	0.167	8.4	-65.8	-0.02	organik malzeme	1
2.95	0.127	7.9	-65.6	-0.02	kil	2
3	0.328	8.2	-59.9	-0.02	kil	3
3.05	0.438	8.2	-59.8	-0.02	hassas ince daneli	2
3.1	0.688	8.1	-59.1	-0.02	hassas ince daneli	3
3.15	0.938	2.3	-58.4	-0.02	kumlu silt-killi silt	4
3.2	1.318	5.5	-58.2	-0.02	kumlu silt-killi silt	5
3.25	1.509	19.3	-57.5	-0.02	kumlu silt-killi silt	6
3.3	1.749	22.3	-56.8	-0.02	kumlu silt-killi silt	7
3.35	1.649	21.1	-56.2	-0.02	kumlu silt-killi silt	7
3.4	1.629	19.3	-55.6	-0.02	kumlu silt-killi silt	6
3.45	1.579	24.3	-55.3	-0.02	kumlu silt-killi silt	6
3.5	1.589	25.9	-55.2	-0.02	kumlu silt-killi silt	6
3.55	1.529	22.8	-55	-0.02	kumlu silt-killi silt	6
3.6	1.539	25.4	-54.6	-0.02	kumlu silt-killi silt	6
3.65	1.609	24.7	-54.7	-0.02	kumlu silt-killi silt	7
3.7	1.8	34.7	-51.6	-0.02	killi silt-siltli kil	9
3.75	2.08	55.2	-50.8	-0.02	killi silt-siltli kil	10
3.8	2.4	64.6	-50.5	-0.02	kumlu silt-killi silt	10
3.85	3.38	59	-51.2	-0.02	kumlu silt-killi silt	11
3.9	2.699	43	-53.2	-0.02	kumlu silt-killi silt	11
3.95	1.959	35.6	-54.2	-0.02	kumlu silt-killi silt	9
4	1.719	20.3	-54.2	-0.02	kumlu silt-killi silt	7
4.05	1.429	9.6	-54.8	-0.02	kumlu silt-killi silt	6
4.1	1.109	6	-54	-0.02	kumlu silt-killi silt	5
4.15	1.109	12.7	-52.8	-0.02	kumlu silt-killi silt	4
4.2	1.05	15	-52.5	-0.02	killi silt-siltli kil	5
4.25	0.62	4.6	-52.5	-0.02	killi silt-siltli kil	3
4.3	0.409	8.8	-52.6	-0.02	hassas ince daneli	2
4.35	0.29	9.8	-52.3	-0.02	kil	3
4.4	0.18	10.1	-52.1	-0.02	organik malzeme	2
4.45	0.12	12.1	-50.8	-0.02	-	0
4.5	0.04	12	-50.3	-0.02	-	0
4.55	0.181	12	-43.6	-0.02	organik malzeme	1
4.6	0.181	12	-43.3	-0.02	organik malzeme	2
4.65	0.171	12.1	-42.7	-0.02	organik malzeme	2
4.7	0.142	12.3	-42.5	-0.02	organik malzeme	1
4.75	0.102	12.1	-42.3	-0.02	-	0
4.8	0.112	12.3	-41.9	-0.02	-	0

4.85	0.072	12.4	-41.7	-0.02	-	0
4.9	0.062	12.5	-41.4	-0.02	-	0
4.95	0.022	12.5	-41	-0.02	-	0
5	0.002	12.7	-40.5	-0.02	-	0
5.05	0.012	13.4	-39.9	-0.02	-	0
5.1	0.002	13.9	-39.9	-0.02	-	0
5.15	0.022	13.6	-39.1	-0.02	-	0
5.2	0.012	14.2	-38.7	-0.02	-	0
5.25	-0.008	14.1	-38.7	-0.02	-	0
5.3	0.114	13.3	-30.6	-0.02	-	0
5.35	0.074	14.1	-30.4	-0.02	organik malzeme	2
5.4	0.524	14.5	-29.7	-0.02	siltli kil-kil	4
5.45	1.214	15.7	-29.5	-0.02	killi silt-siltli kil	5
5.5	1.094	15.2	-28	-0.02	kumlu silt-killi silt	6
5.55	1.895	16.5	-26.8	-0.02	kumlu silt-killi silt	8
5.6	2.885	11.9	-26.2	-0.02	siltli kum-kumlu silt	11
5.65	4.885	10	-24.7	-0.02	kum-siltli kum	12
5.7	6.445	58.2	-25	-0.02	kum-siltli kum	16
5.75	7.725	93.7	-24.1	-0.02	kum-siltli kum	20
5.8	9.615	90.9	-24.9	-0.02	kum-siltli kum	22
5.85	9.204	49.7	-29.3	-0.02	kum-siltli kum	20
5.9	5.314	23.3	-32.4	-0.02	kum-siltli kum	14
5.95	1.954	16.9	-32.3	-0.02	siltli kum-kumlu silt	9
6	0.754	0.2	-31.1	-0.02	kumlu silt-killi silt	4
6.05	0.481	14.4	7.3	-0.02	siltli kil-kil	3
6.1	0.282	14.6	11.3	-0.02	kil	3
6.15	0.183	14.6	17.1	-0.02	organik malzeme	2
6.2	0.135	14.7	24	-0.02	-	0
6.25	0.116	14.8	29.6	-0.02	-	0
6.3	0.117	14.7	34.1	-0.02	-	0
6.35	0.138	19.6	38.3	-0.02	-	0
6.4	0.149	22.2	42.8	-0.02	kil	5
6.45	1.087	18.9	33.1	-0.02	siltli kil-kil	5
6.5	1.212	18.1	8.7	-0.02	killi silt-siltli kil	5
6.55	0.513	23.6	14.7	-0.02	kil	7
6.6	0.384	20.9	20	-0.02	siltli kil-kil	6
6.65	1.803	19.4	15.9	-0.02	killi silt-siltli kil	5
6.7	0.564	18.2	17.8	-0.02	killi silt-siltli kil	5
6.75	0.415	17.2	23.7	-0.02	kil	5
6.8	0.393	16.8	65.1	-0.02	kil	4
6.85	0.306	17.6	77.7	-0.02	kil	3
6.9	0.318	17	88.5	-0.02	kil	4
6.95	0.49	17	100.7	-0.02	kil	5
7	0.591	16.9	103	-0.02	kil	5
7.05	0.453	16.7	116.2	-0.02	kil	5
7.1	0.495	16.3	124.2	-0.02	kil	5
7.15	0.437	16.9	135.6	-0.02	kil	5
7.2	0.619	16.3	143	-0.02	kil	6
7.25	0.618	16.1	141.8	-0.02	kil	6
7.3	0.559	16	147	-0.02	siltli kil-kil	4

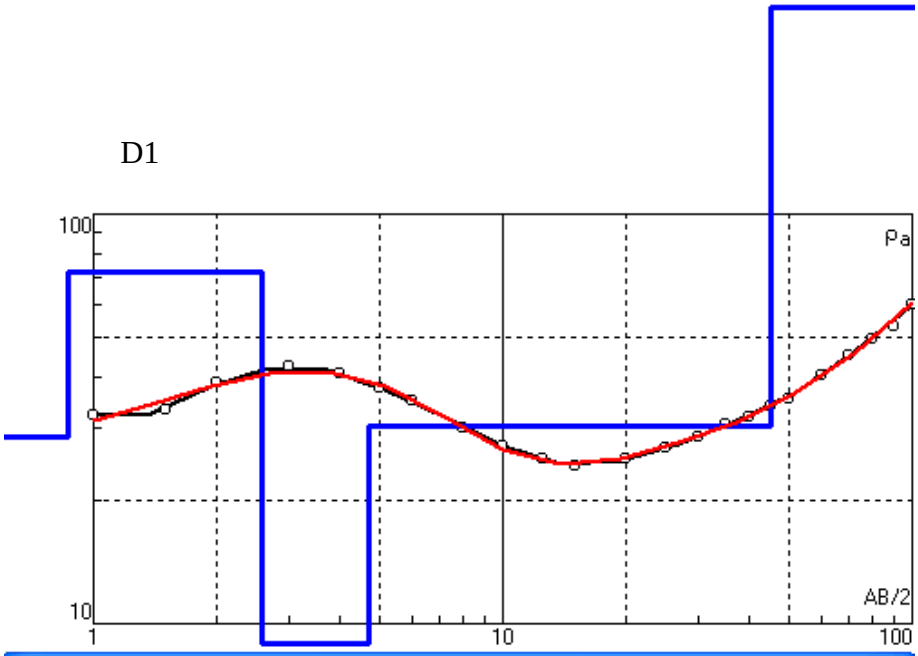
7.35	0.785	16.1	125	-0.02	siltli kil-kil	4
7.4	0.625	16.5	125	-0.02	siltli kil-kil	4
7.45	0.486	16.9	127.5	-0.02	kil	5
7.5	0.437	16.7	134.3	-0.02	kil	5
7.55	0.476	16.9	229	-0.02	kil	5
7.6	0.589	17.1	194.8	-0.02	kil	5
7.65	0.499	17.2	196.7	-0.02	kil	5
7.7	0.493	17.5	213.5	-0.02	kil	5
7.75	0.493	17.3	217	-0.02	kil	5
7.8	0.475	17	225.2	-0.02	kil	5
7.85	0.477	16.6	235.1	-0.02	kil	5
7.9	0.45	16.2	247.9	-0.02	kil	5
7.95	0.627	17.2	237.3	-0.02	kil	6
8	0.765	17.2	225.2	-0.02	kil	6
8.05	0.49	17.6	250.3	-0.02	kil	6
8.1	0.566	18.5	279.4	-0.02	siltli kil-kil	4
8.15	0.875	13.3	275.9	-0.02	killi silt-siltli kil	5
8.2	1.52	15.1	150	-0.02	killi silt-siltli kil	6
8.25	1.251	17.2	57.4	-0.02	killi silt-siltli kil	6
8.3	0.811	17.5	57.2	-0.02	siltli kil-kil	5
8.35	0.408	16.5	89.5	-0.02	siltli kil-kil	4
8.4	0.693	17.3	113.6	-0.02	siltli kil-kil	4
8.45	0.807	17.4	134	-0.02	siltli kil-kil	5
8.5	0.691	18.3	155	-0.02	siltli kil-kil	6
8.55	1.037	16.8	137.3	-0.02	siltli kil-kil	6
8.6	0.751	16.6	156.3	-0.02	killi silt-siltli kil	4
8.65	0.794	17.4	122.3	-0.02	siltli kil-kil	5
8.7	0.765	18.3	127.4	-0.02	siltli kil-kil	5
8.75	0.596	18	131.7	-0.02	kil	6
8.8	0.489	18	143.3	-0.02	kil	5
8.85	0.463	18.2	162.5	-0.02	kil	5
8.9	0.436	19.1	180.9	-0.02	kil	5
8.95	0.615	19.2	175.9	-0.02	kil	5
9	0.558	19.1	239.6	-0.02	kil	6
9.05	0.642	18.9	258.6	-0.02	siltli kil-kil	5
9.1	0.919	17.2	243	-0.02	siltli kil-kil	5
9.15	0.896	18.4	178.4	-0.02	killi silt-siltli kil	5
9.2	1.351	18.2	203.1	-0.02	killi silt-siltli kil	6
9.25	1.345	15.9	224.2	-0.02	killi silt-siltli kil	6
9.3	1.088	15.9	242	-0.02	kumlu silt-killi silt	7
9.35	2.462	7.5	258.4	-0.02	kumlu silt-killi silt	9
9.4	3.368	116.4	138.3	-0.02	kumlu silt-killi silt	16
9.45	6.131	194.2	3.6	-0.02	kumlu silt-killi silt	24
9.5	8.405	166.2	-25.5	-0.02	siltli kum-kumlu silt	24
9.55	7.333	60.3	-36.4	-0.02	siltli kum-kumlu silt	22
9.6	3.804	57.5	-31.6	-0.02	siltli kum-kumlu silt	15
9.65	2.052	27.4	111.9	-0.02	siltli kum-kumlu silt	11
9.7	3.724	12.1	72.4	-0.02	kumlu silt-killi silt	11
9.75	2.302	79.9	-39.3	-0.02	kumlu silt-killi silt	12
9.8	2.734	147.7	-29.8	-0.02	kumlu silt-killi silt	18

9.85	8.584	146.8	-29.4	-0.02	kum-siltli kum	31
9.9	8.606	147.7	-70.4	-0.02	kum-siltli kum	36
9.95	19.796	254.4	-17.8	-0.01	kum	40


Tip Resistance
Qt (MN/m^2)
0
20
Local Friction
Fs (kN/m^2)
0
300
Pore Pressure
Pw (kPa)
-100
300
Inclination
I (deg)
-1
1
Soil Behavior Type
Zone: UBC-1983
0
12
SPT N
60% Hammer
0
40
Derinlik
(m)
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
Maksimum derinlik=9,95 m
Derinlik artışı=0,05 m
1 Hassas ince daneli
2 Organik malzeme
3 Kil
4 Siltli kil-kil
5 Killi silt-siltli kil
6 Kumlu silt-killi silt
7 Siltli kum-kumlu silt
8 Kum-siltli kum
9 Kum
10 Çakıllı kum-kum
11 Çok sert ince daneli
12 Kum-killi kum

EK 6. DÜŞEY ELEKTRİK SONDAJI

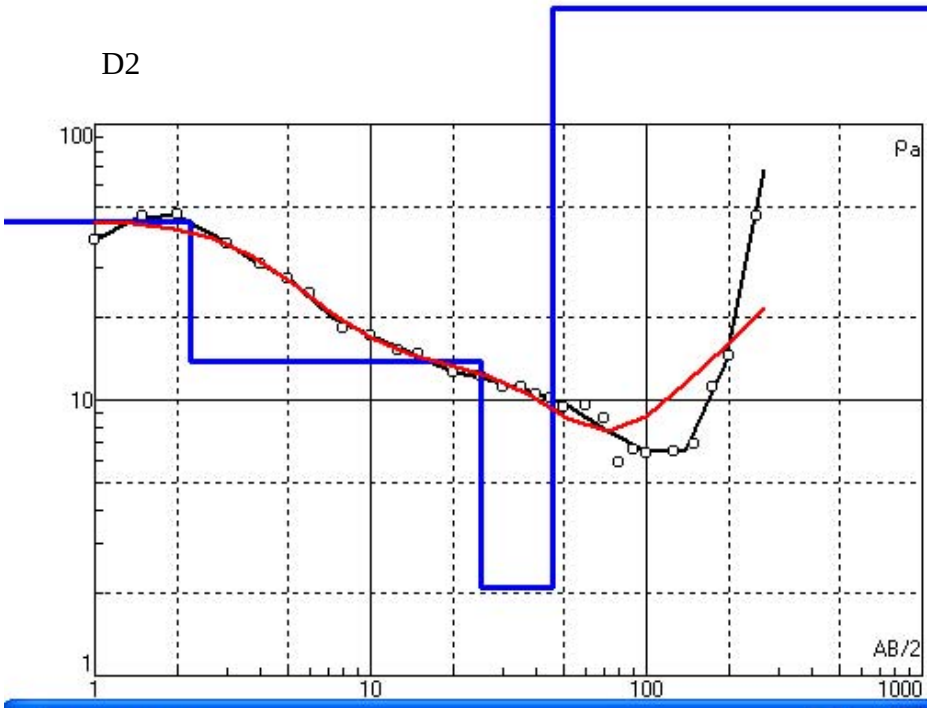
D1



Error = 1.9%

N	1	2	3	4	5
ρ	28.42	72.31	8.914	30.24	2561
h	0.8699	1.697	2.128	40.49	
d	0.8699	2.567	4.695	45.18	
Alt	-0.8699	-2.5669	-4.6949	-45.185	

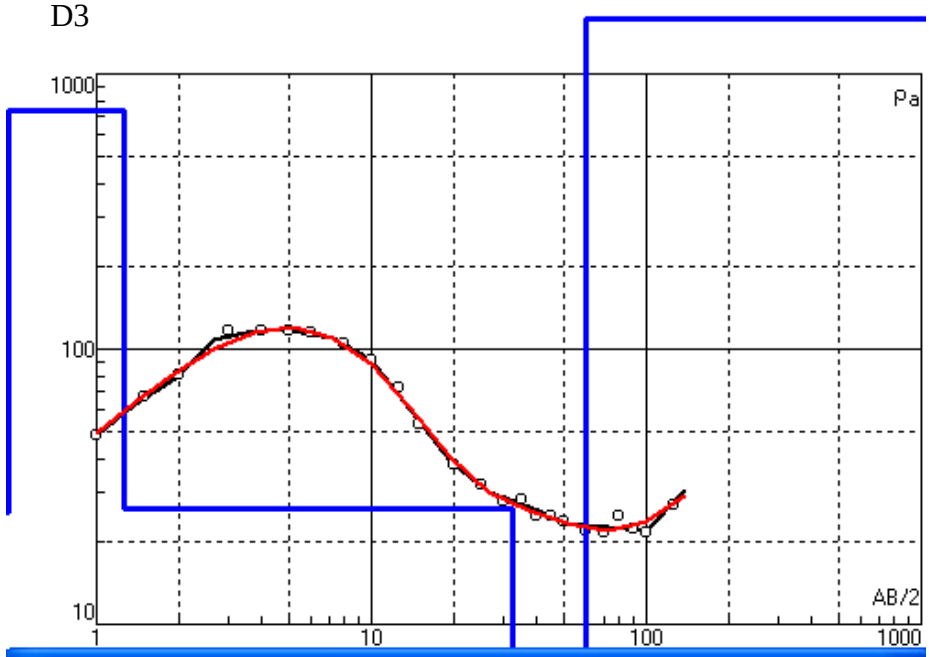
D2



Error = 32%

N	1	2	3	4
ρ	44.5	13.8	2.08	263
h	2.23	22.7	20.6	
d	2.23	24.9	45.5	
Alt	-2.23	-24.93	-45.53	

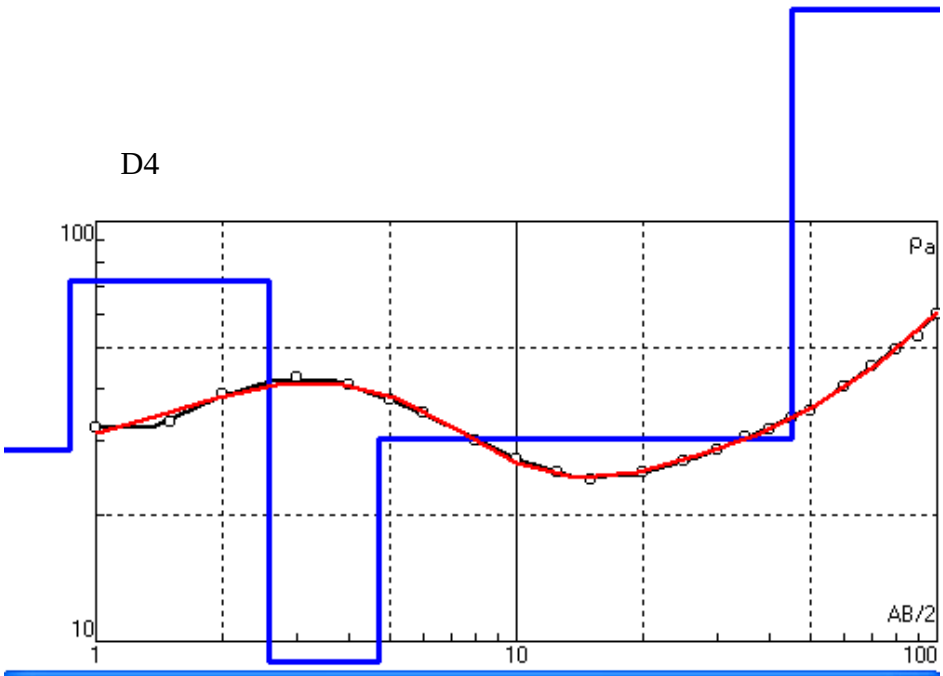
D3



Error = 3.62%

N	1	2	3	4	5
ρ	25.4	739	26.4	7.98	1574
h	0.472	0.785	31.2	28.2	
d	0.472	1.26	32.5	60.7	
Alt	-0.472	-1.257	-32.46	-60.66	

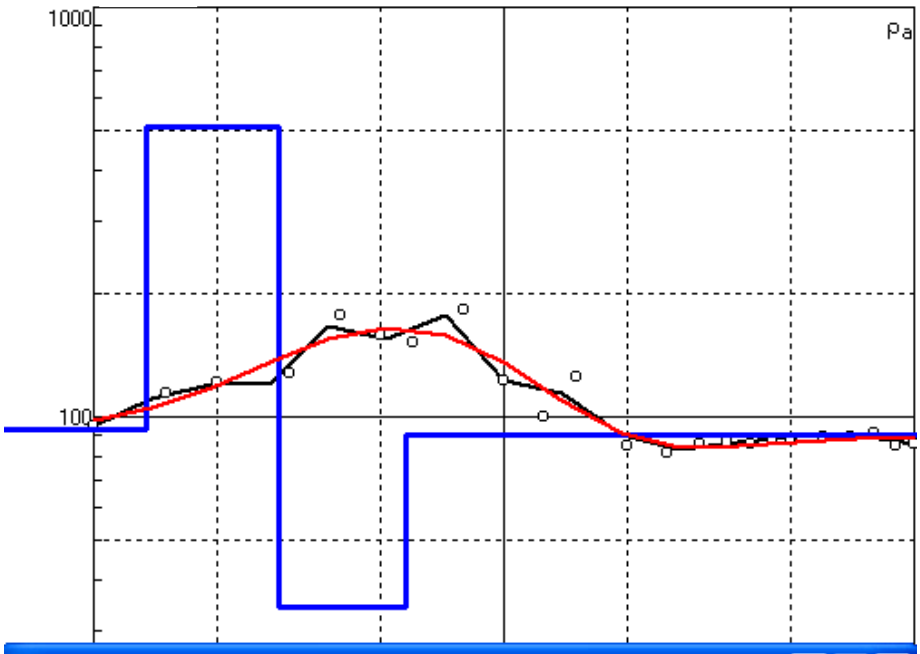
D4



Error = 1.9%

N	1	2	3	4	5
ρ	28.42	72.31	8.914	30.24	2561
h	0.8699	1.697	2.128	40.49	
d	0.8699	2.567	4.695	45.18	
Alt	-0.8699	-2.5669	-4.6949	-45.185	

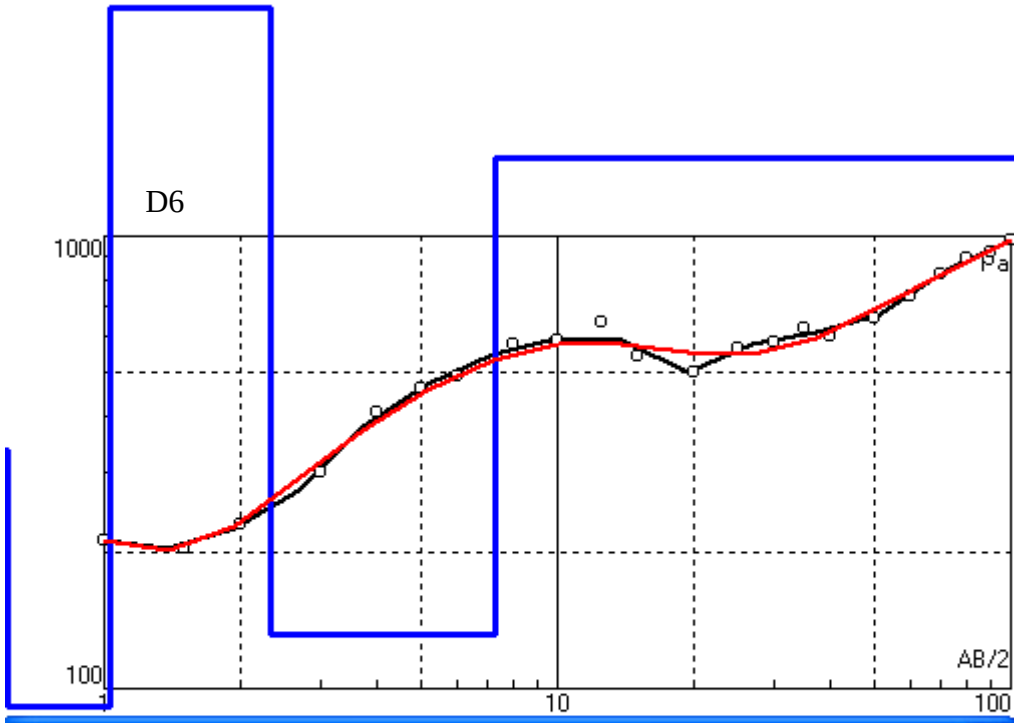
D5



Error = 6.19%

N	1	2	3	4
ρ	93.1	512	34.2	90.5
h	1.34	1.5	2.94	
d	1.34	2.84	5.78	
Alt	-1.34	-2.84	-5.78	

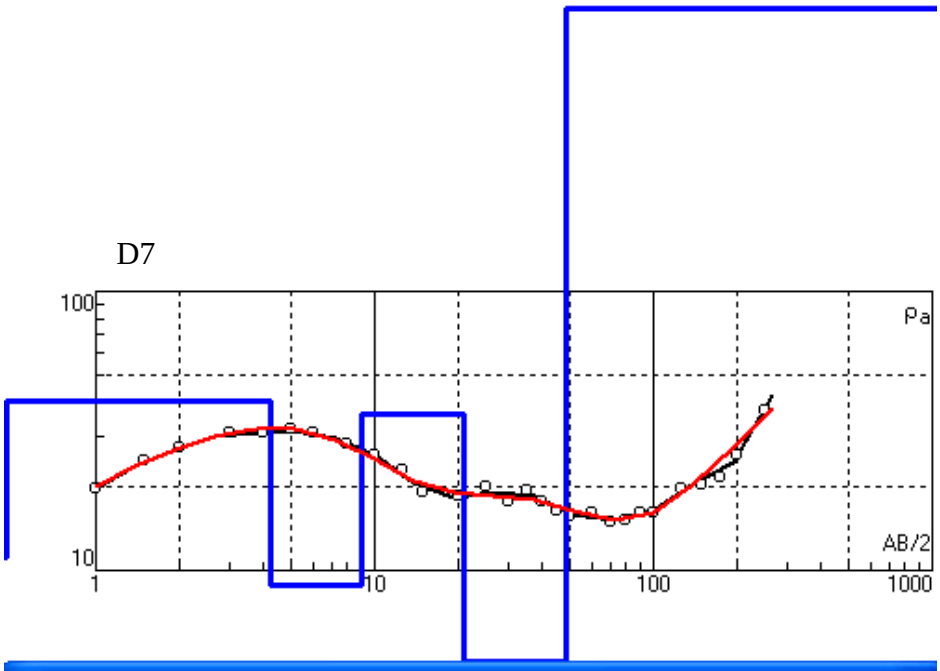
D6



Error = 3.95%

N	1	2	3	4	5
ρ	337	91.3	3998	131	1495
h	0.407	0.626	1.29	5	
d	0.407	1.03	2.32	7.32	
Alt	-0.407	-1.033	-2.323	-7.323	

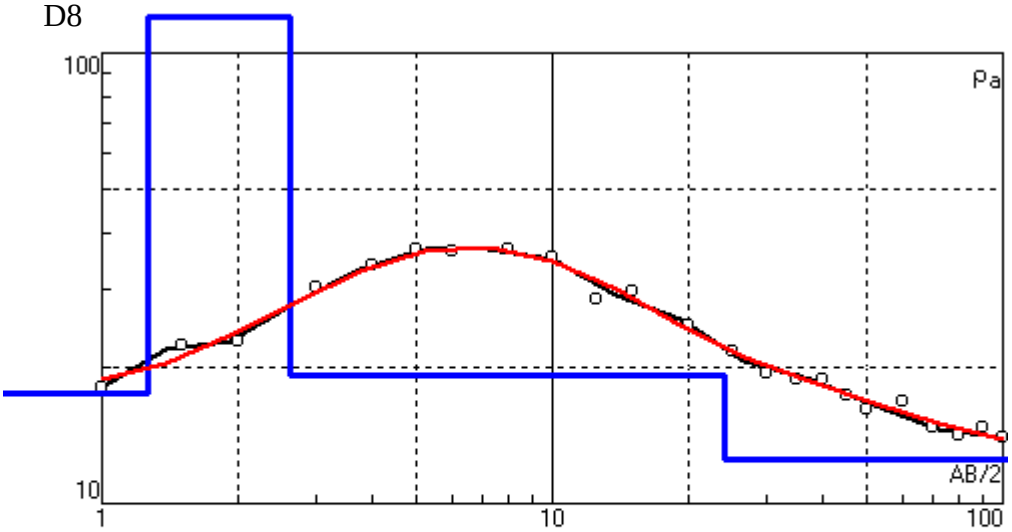
D7



Error = 4.24%

N	1	2	3	4	5	6
ρ	11.2	40.6	8.82	36.4	4.71	1773
h	0.354	3.87	4.77	11.8	28	
d	0.354	4.22	8.99	20.8	48.8	
Alt	-0.354	-4.224	-8.994	-20.79	-48.79	

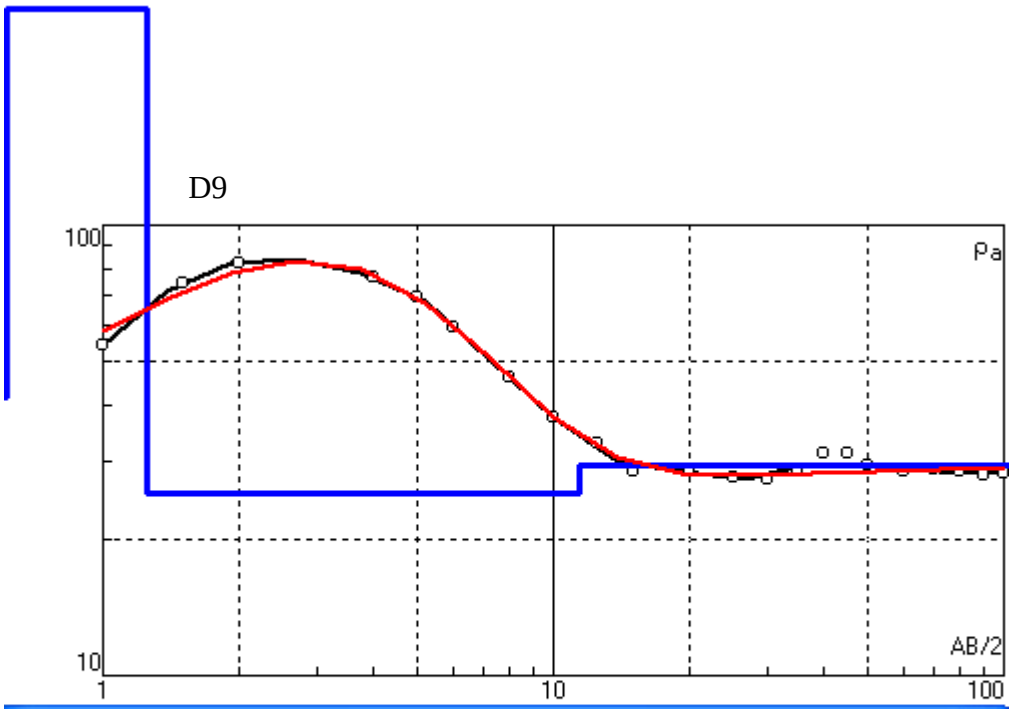
D8



Error = 2.63%

N	1	2	3	4
ρ	17.5	120	19.2	12.5
h	1.26	1.37	21.5	
d	1.26	2.63	24.1	
Alt	-1.26	-2.63	-24.13	

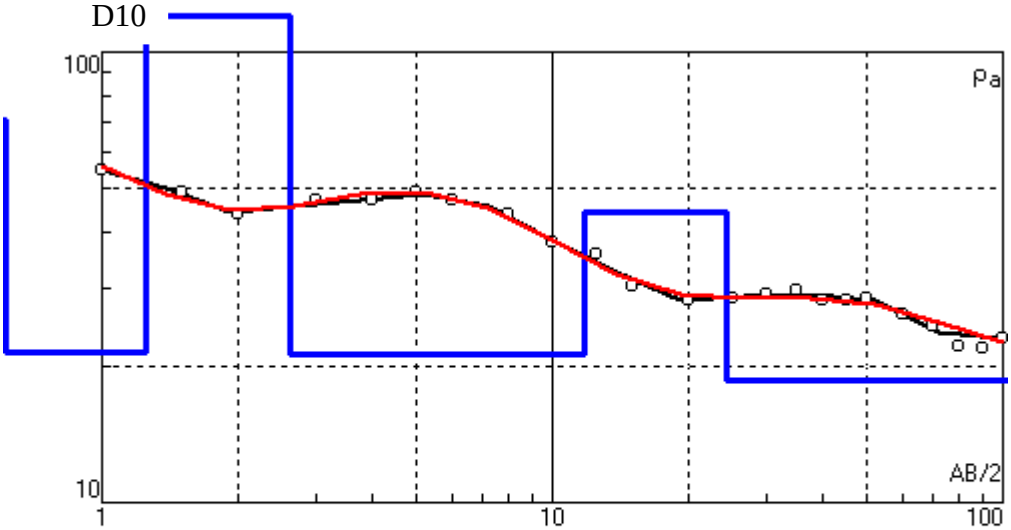
D9



Error = 2.92%

N	1	2	3	4
ρ	41.3	301	25.5	29.2
h	0.6	0.654	10.2	
d	0.6	1.25	11.5	
Alt	-0.6	-1.254	-11.45	

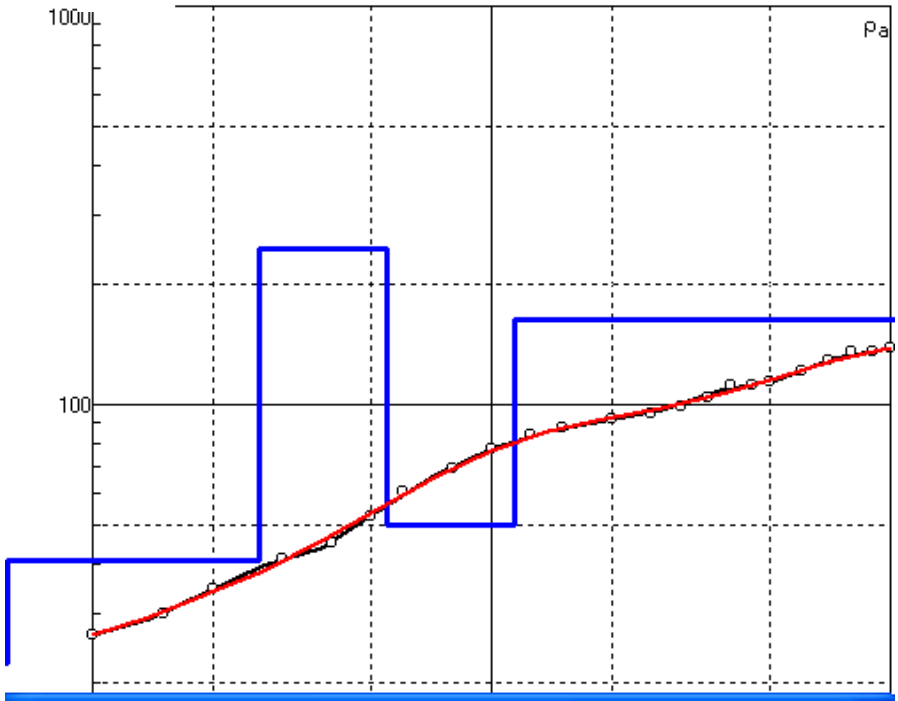
D10



Error = 2.14%

N	1	2	3	4	5	6
ρ	70.7	21.6	120	21.3	43.9	18.7
h	0.6	0.654	1.37	9.21	12.5	
d	0.6	1.25	2.62	11.8	24.3	
Alt	-0.6	-1.254	-2.624	-11.83	-24.33	

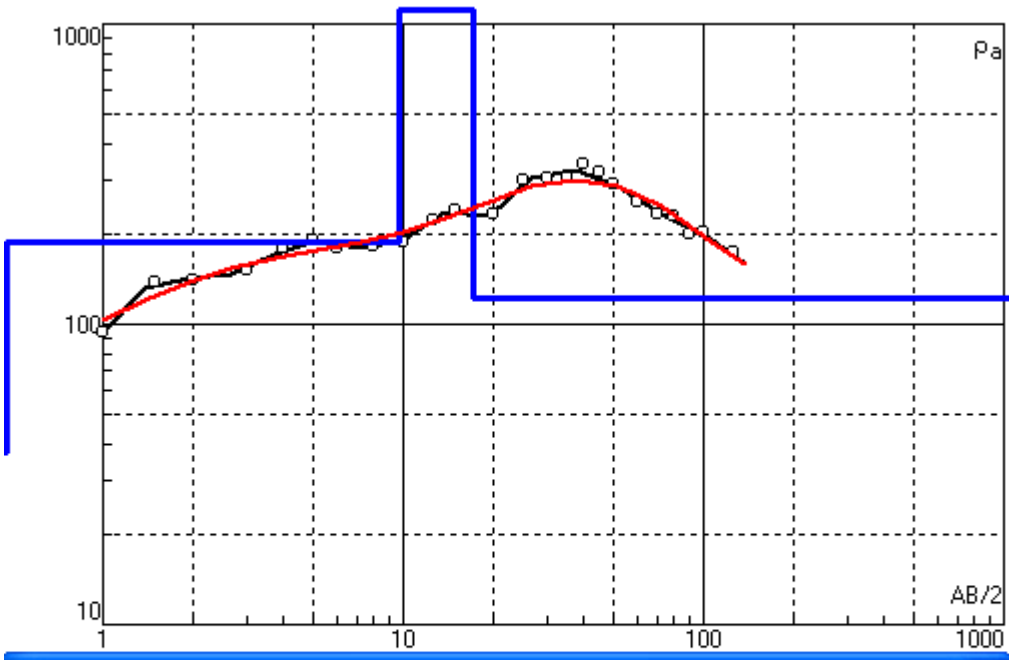
D11



Error = 1.5%

N	1	2	3	4	5
ρ	22.46	40.83	246.7	49.63	162.9
h	0.6	2.021	2.856	5.97	
d	0.6	2.621	5.477	11.45	
Alt	-0.6	-2.621	-5.477	-11.447	

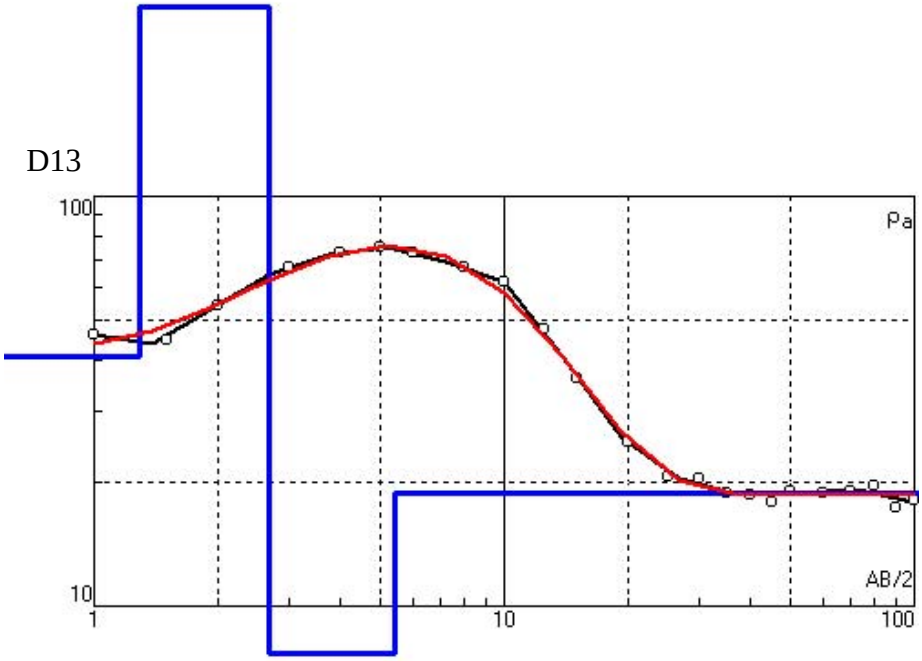
D12



Error = 6.09%

N	1	2	3	4
ρ	37.7	188	1119	122
h	0.204	9.42	7.4	
d	0.204	9.62	17	
Alt	-0.204	-9.624	-17.02	

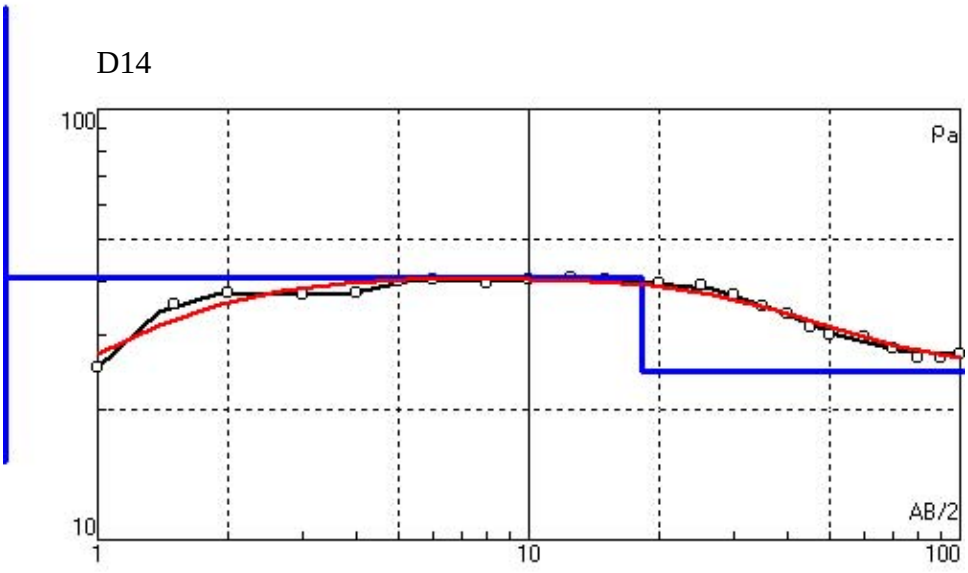
D13



Error = 3.52%

N	1	2	3	4
ρ	40.6	289	7.7	18.9
h	1.29	1.37	2.75	
d	1.29	2.66	5.41	
Alt	-1.29	-2.66	-5.41	

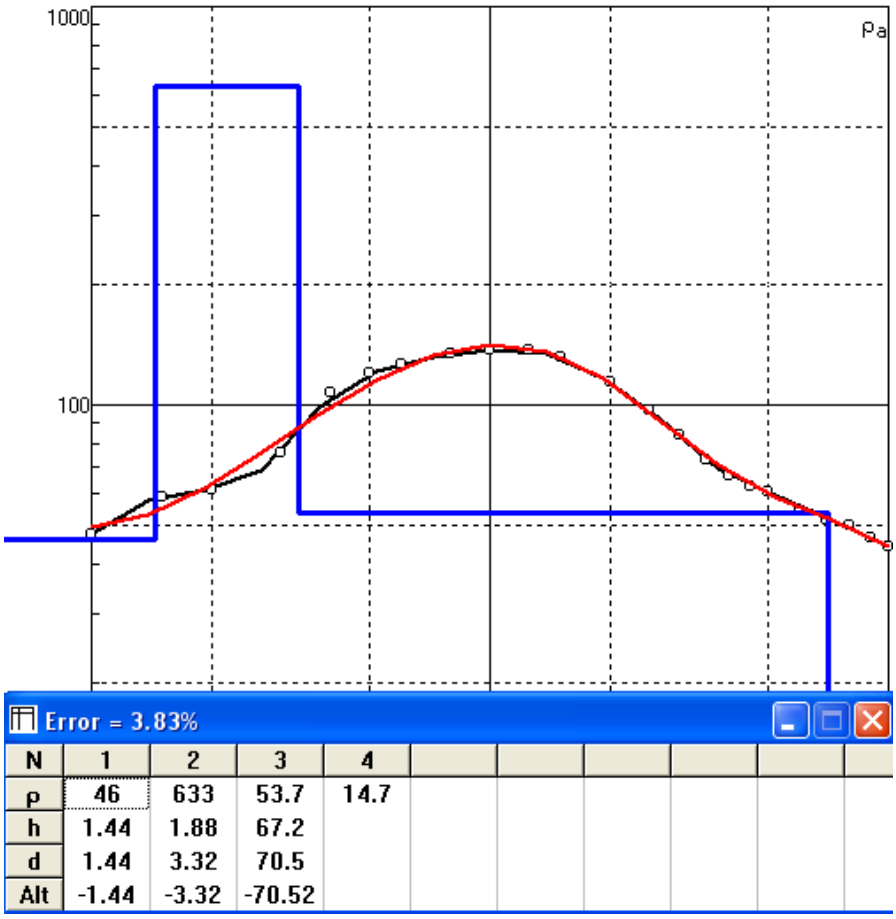
D14



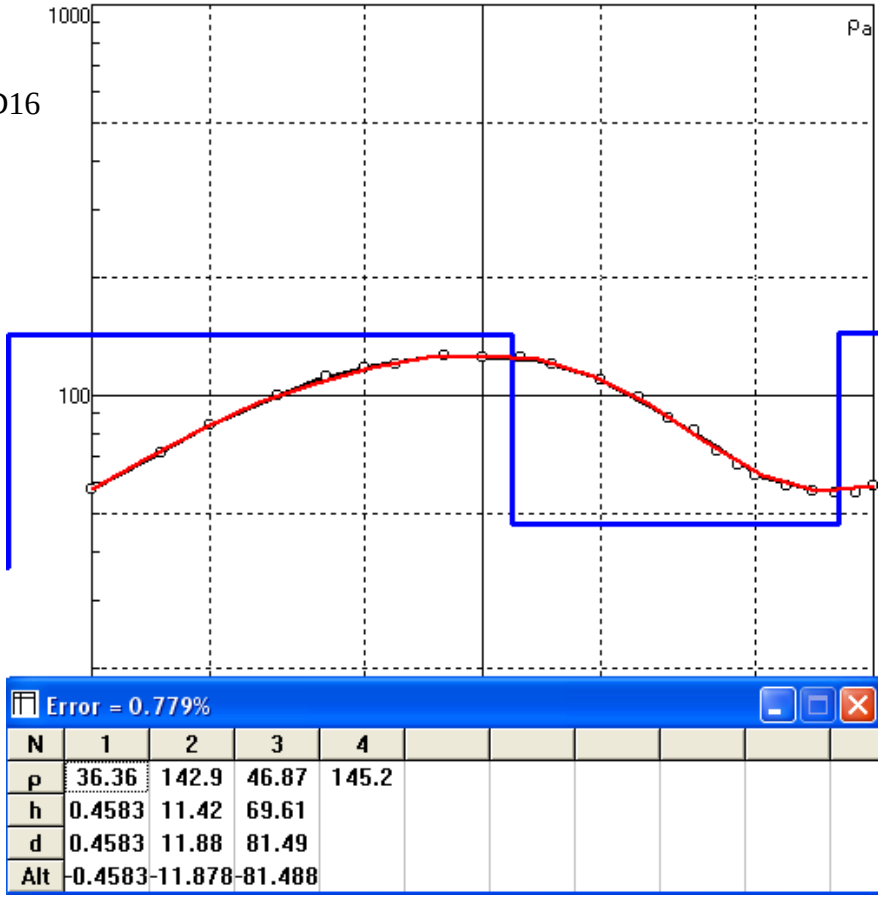
Error = 3.75%

N	1	2	3	4
ρ	15.2	172	40.7	24.5
h	0.387	0.114	17.8	
d	0.387	0.501	18.3	
Alt	-0.387	-0.501	-18.3	

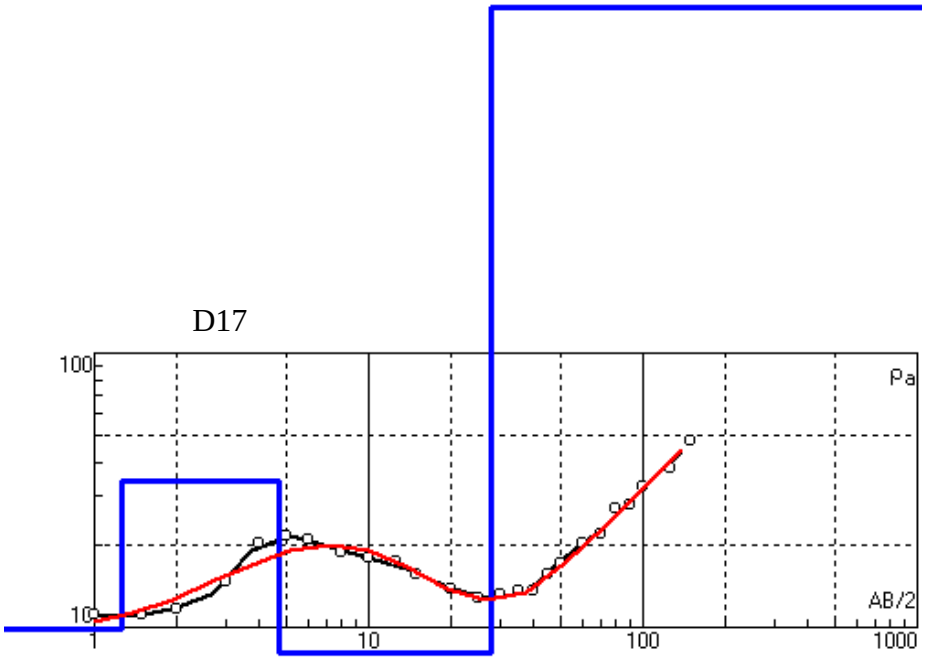
D15


1000
100
ρa
Error = 3.83%
N 1 2 3 4
ρ 46 633 53.7 14.7
h 1.44 1.88 67.2
d 1.44 3.32 70.5
Alt -1.44 -3.32 -70.52

D16


1000
100
ρa
Error = 0.779%
N 1 2 3 4
ρ 36.36 142.9 46.87 145.2
h 0.4583 11.42 69.61
d 0.4583 11.88 81.49
Alt -0.4583 -11.878 -81.488

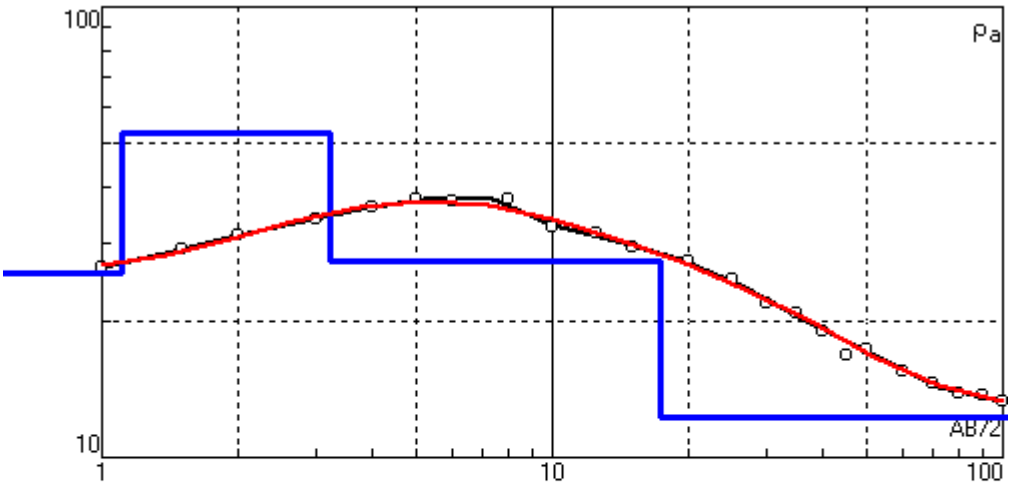
D17



Error = 5.92%

N	1	2	3	4
ρ	9.9	34	8.08	5288
h	1.25	3.48	23.1	
d	1.25	4.73	27.8	
Alt	-1.25	-4.73	-27.83	

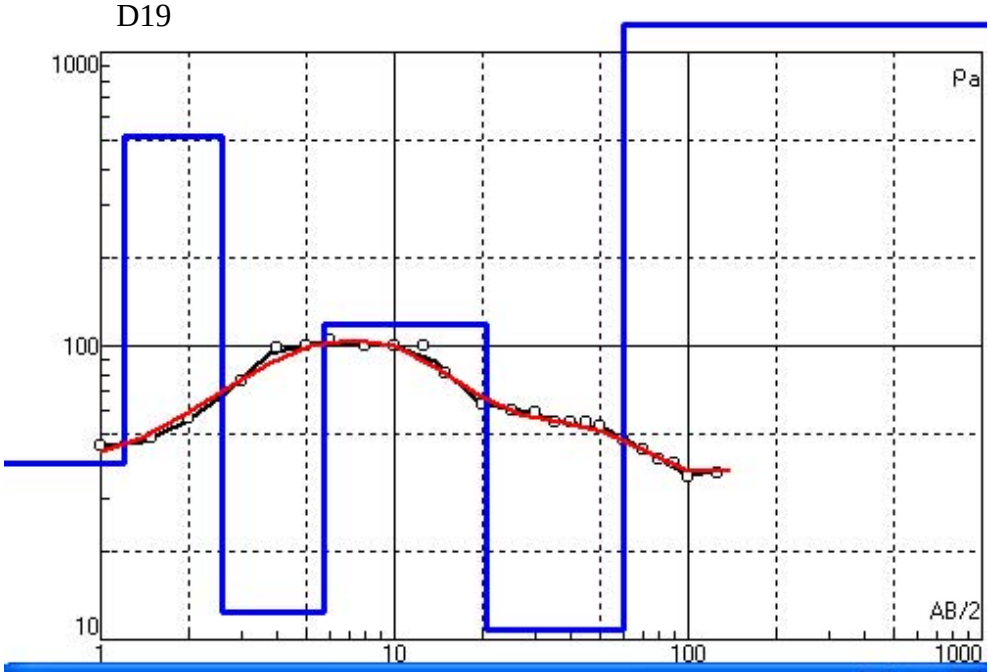
D18



Error = 1.55%

N	1	2	3	4
ρ	25.53	52.53	27.13	12.28
h	1.109	2.105	14.11	
d	1.109	3.214	17.32	
Alt	-1.109	-3.214	-17.324	

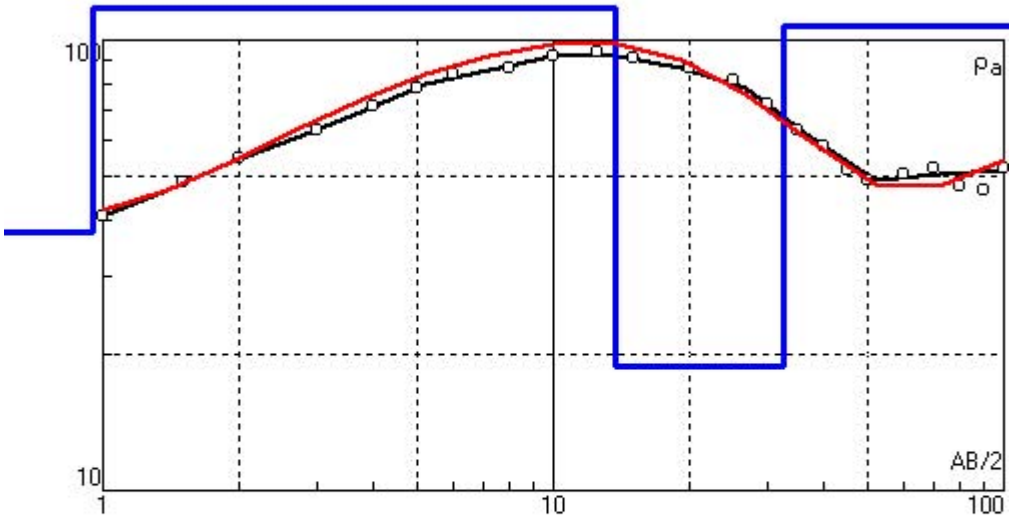
D19



Error = 3.78%

N	1	2	3	4	5	6
ρ	39.8	516	12.4	119	10.8	1232
h	1.21	1.38	3.13	14.8	39.5	
d	1.21	2.59	5.72	20.5	60	
Alt	-1.21	-2.59	-5.72	-20.52	-60.02	

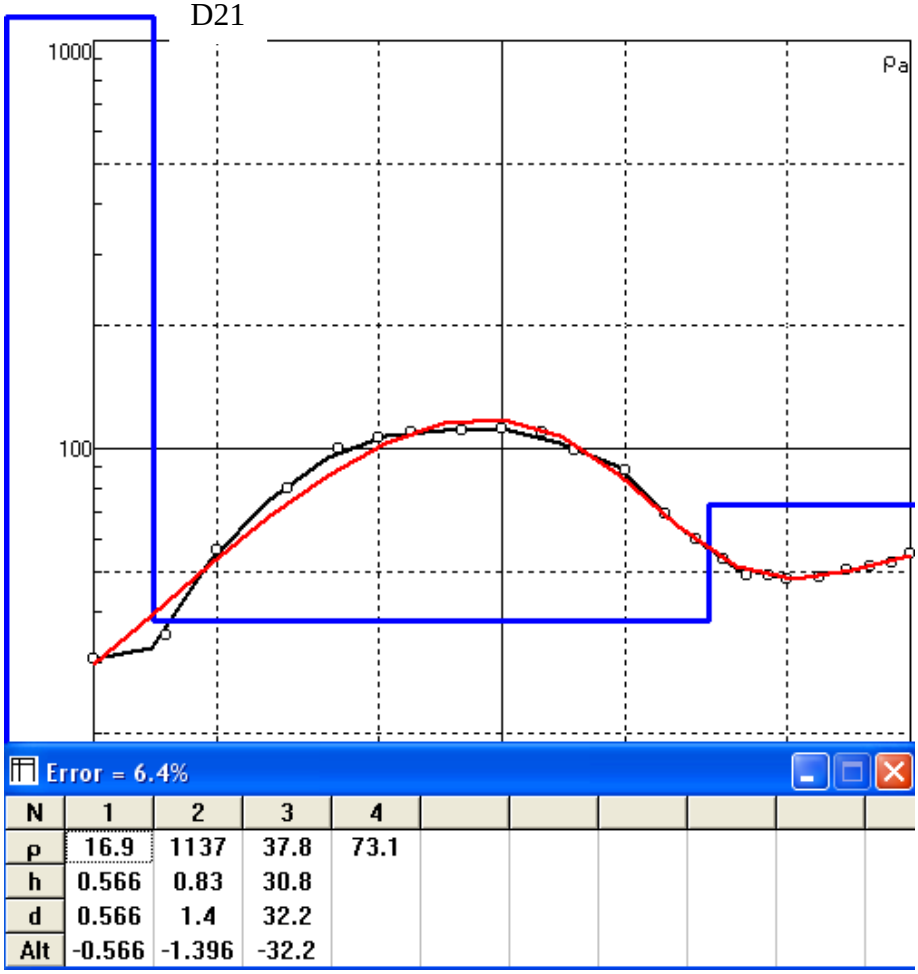
D20



Error = 4.66%

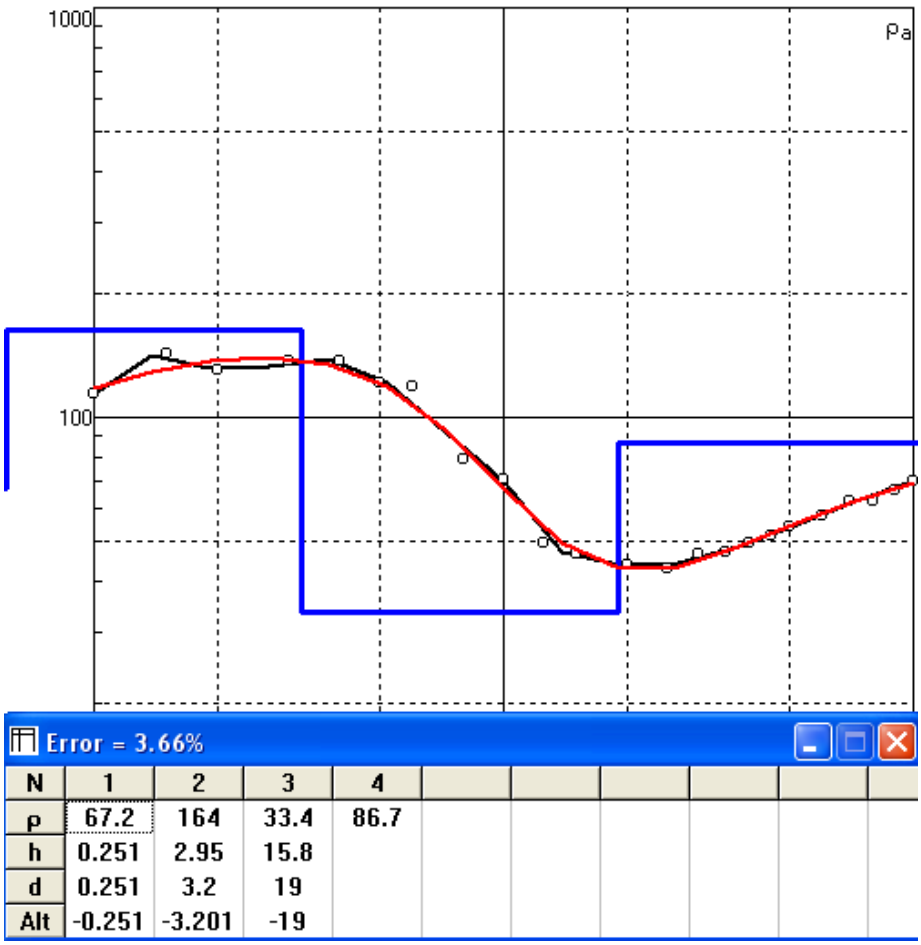
N	1	2	3	4
ρ	37.4	118	18.8	107
h	0.949	12.8	18.7	
d	0.949	13.7	32.4	
Alt	-0.949	-13.75	-32.45	

D21



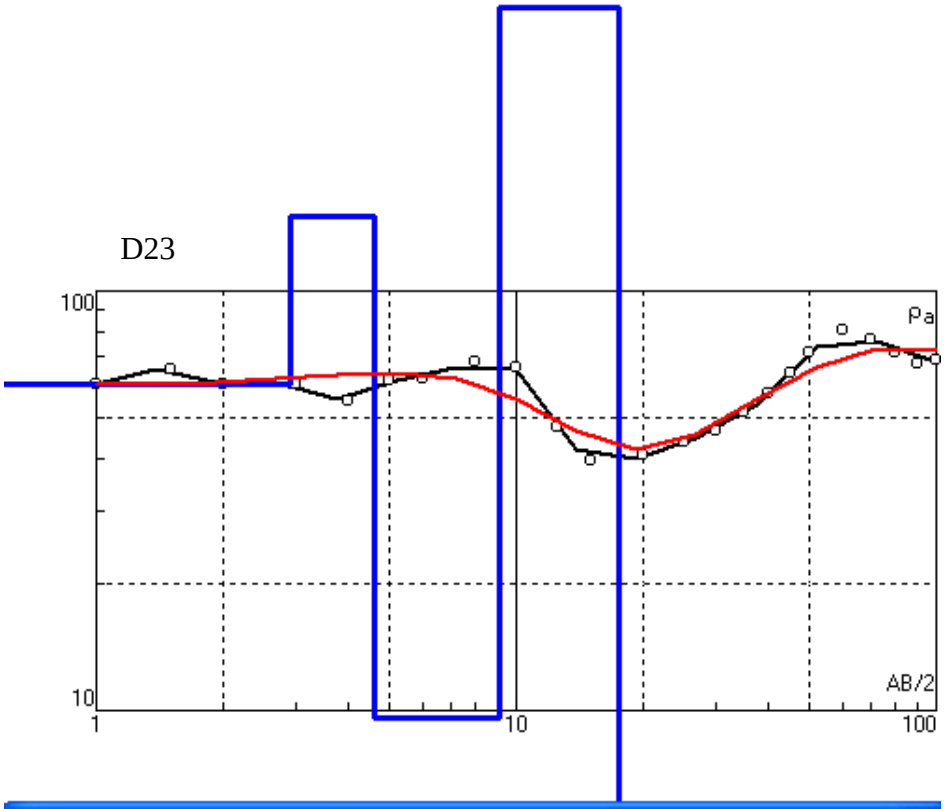
N	1	2	3	4
ρ	16.9	1137	37.8	73.1
h	0.566	0.83	30.8	
d	0.566	1.4	32.2	
Alt	-0.566	-1.396	-32.2	

D22



N	1	2	3	4
ρ	67.2	164	33.4	86.7
h	0.251	2.95	15.8	
d	0.251	3.2	19	
Alt	-0.251	-3.201	-19	

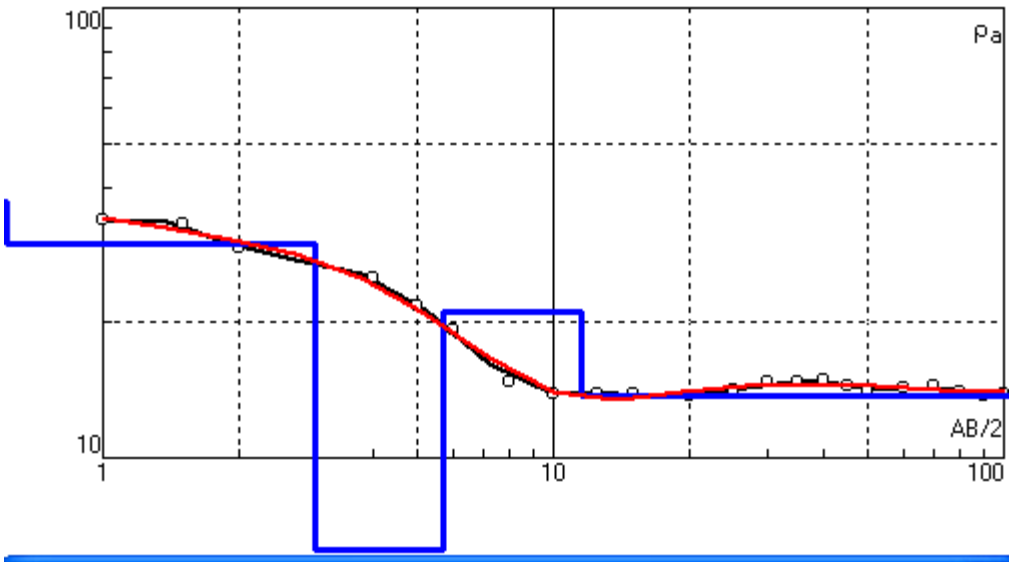
D23



Error = 7.64%

N	1	2	3	4	5
ρ	59.8	150	9.63	826	2.93
h	2.89	1.7	4.52	8.39	
d	2.89	4.59	9.11	17.5	
Alt	-2.89	-4.59	-9.11	-17.5	

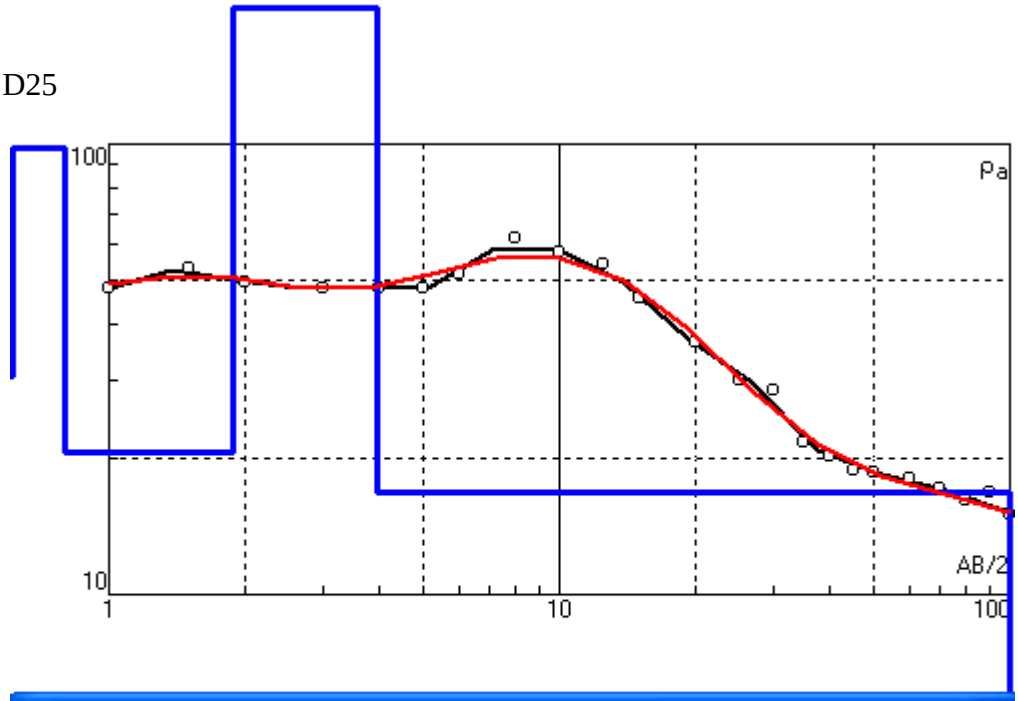
D24



Error = 2.08%

N	1	2	3	4	5
ρ	37	29.8	6.25	21.1	13.8
h	0.497	2.46	2.74	5.84	
d	0.497	2.96	5.7	11.5	
Alt	-0.497	-2.957	-5.697	-11.54	

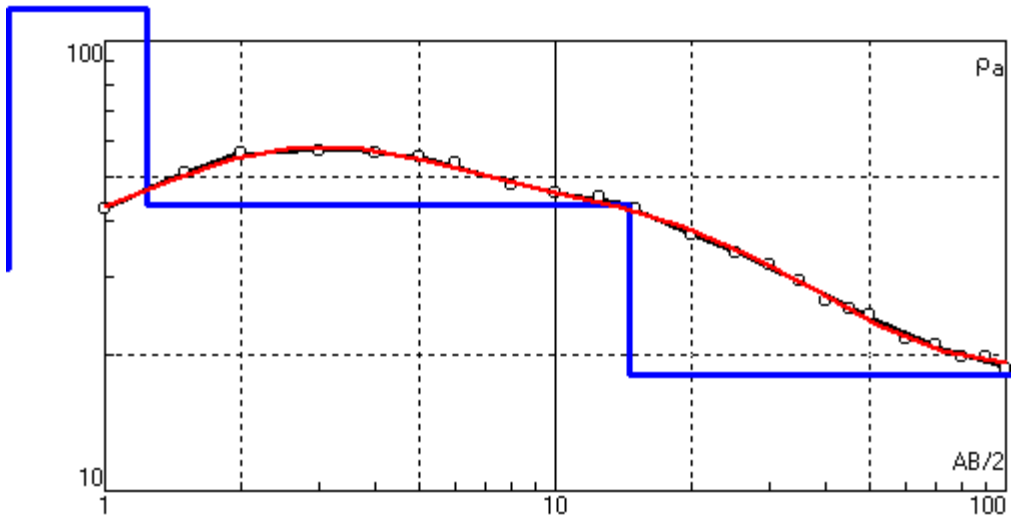
D25



Error = 3.27%

N	1	2	3	4	5	6
ρ	30.6	98.3	20.7	201	16.9	3.3
h	0.309	0.489	1.09	2.06	96.1	
d	0.309	0.798	1.89	3.95	100	
Alt	-0.309	-0.798	-1.888	-3.948	-100	

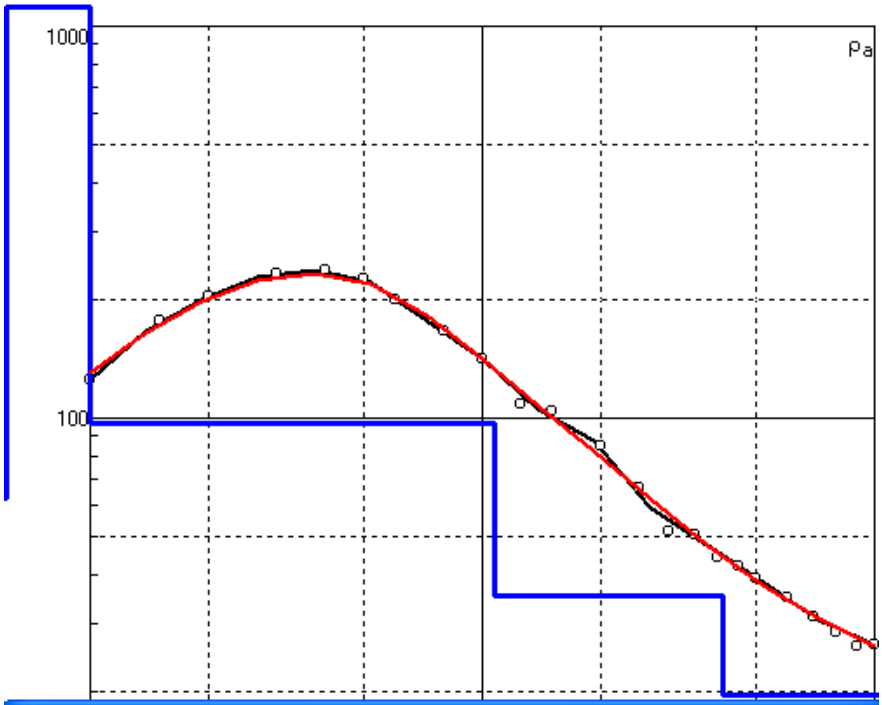
D26



Error = 1.52%

N	1	2	3	4
ρ	31.13	117.5	43.38	18.05
h	0.5433	0.6989	13.37	
d	0.5433	1.242	14.61	
Alt	-0.5433	-1.2422	-14.612	

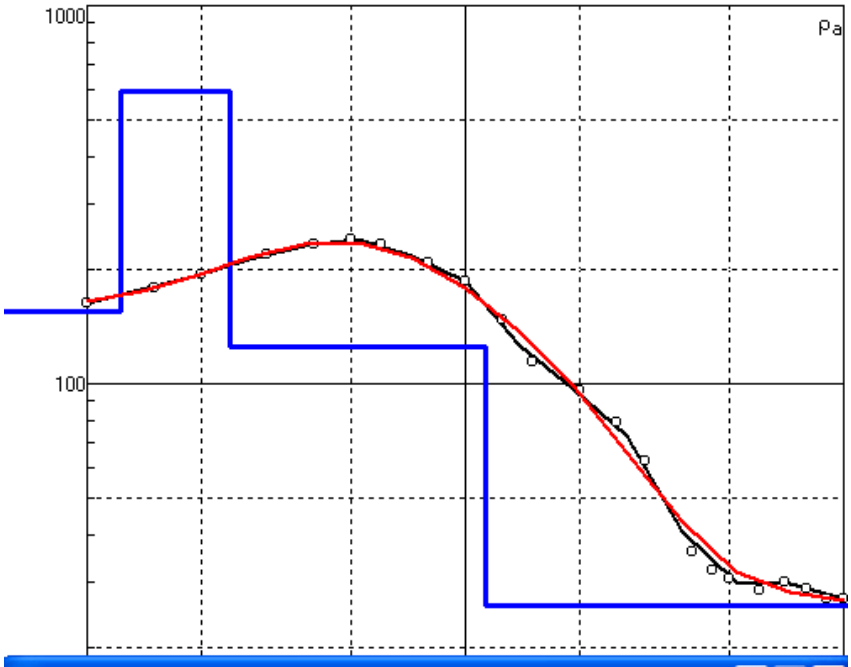
D27



Error = 2.82%

N	1	2	3	4	5
ρ	62.3	1119	96.9	35.2	19.6
h	0.403	0.596	9.76	30.1	
d	0.403	0.999	10.8	40.9	
Alt	-0.403	-0.999	-10.76	-40.86	

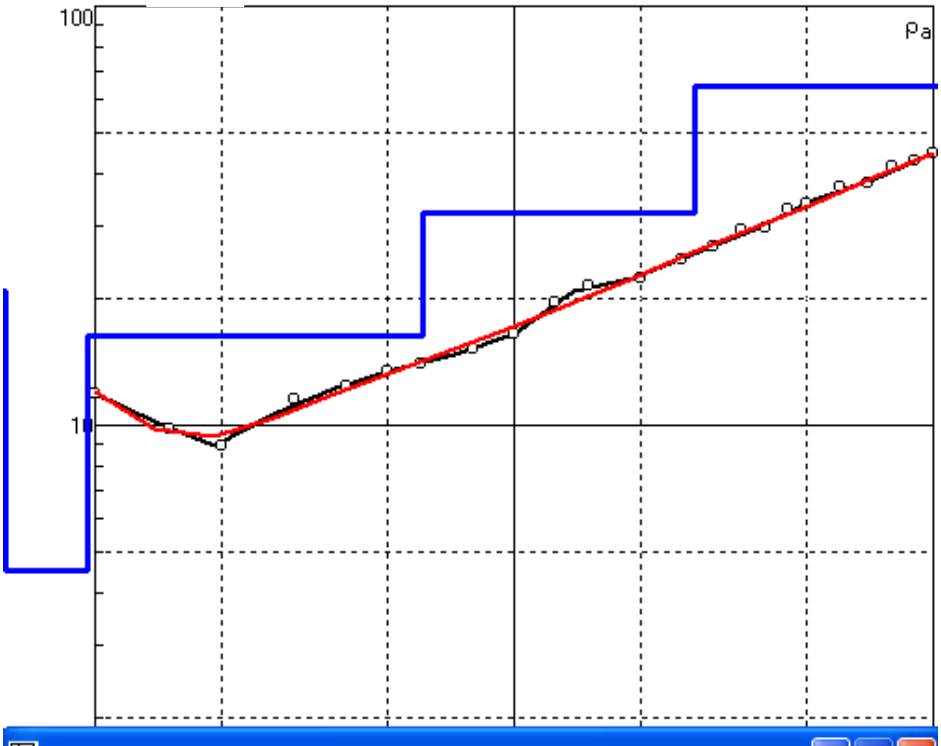
D28



Error = 4.57%

N	1	2	3	4
ρ	156	591	125	25.8
h	1.23	1.16	8.87	
d	1.23	2.39	11.3	
Alt	-1.23	-2.39	-11.26	

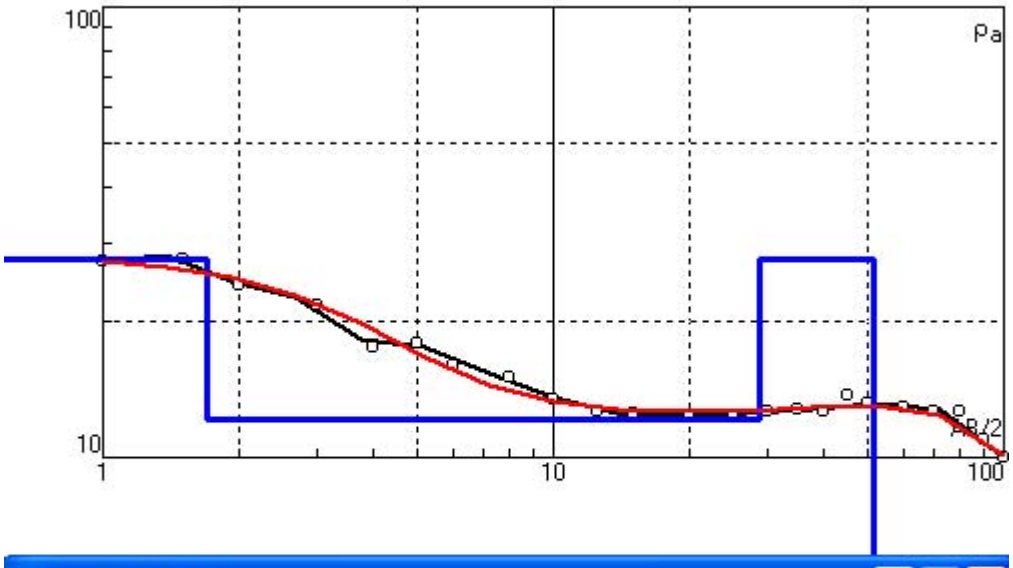
D29



Error = 2.88%

N	1	2	3	4	5
ρ	20.8	4.48	16.4	32.2	64.3
h	0.432	0.527	5.1	20.9	
d	0.432	0.959	6.06	27	
Alt	-0.432	-0.959	-6.059	-26.96	

D30

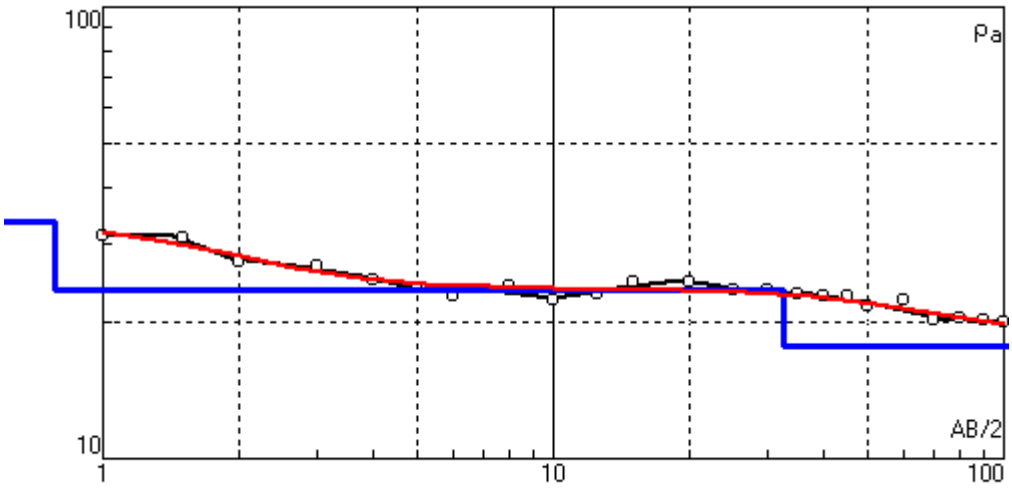


Error = 3.46%

N	1	2	3	4
ρ	27.6	12.2	27.6	0.331
h	1.7	27	22.9	
d	1.7	28.7	51.6	
Alt	-1.7	-28.7	-51.6	

D31

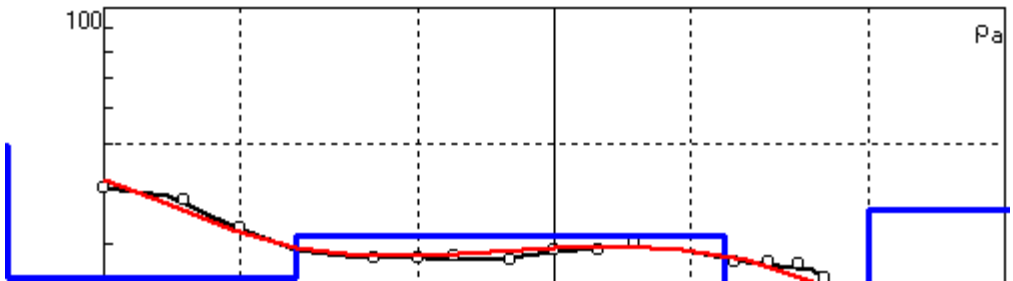
D31



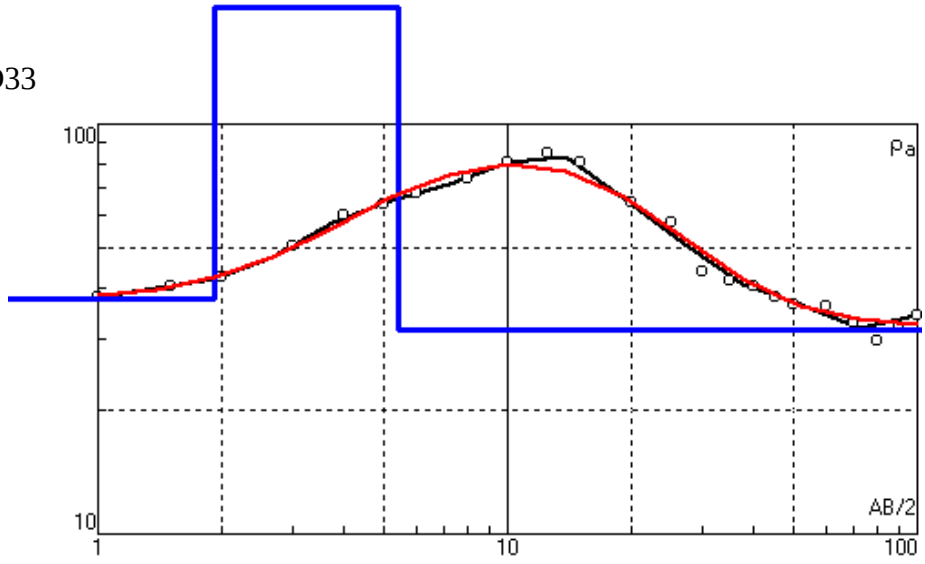
Error = 2.67%

N	1	2	3
ρ	33.6	23.6	17.8
h	0.779	31.8	
d	0.779	32.6	
Alt	-0.779	-32.58	

D32



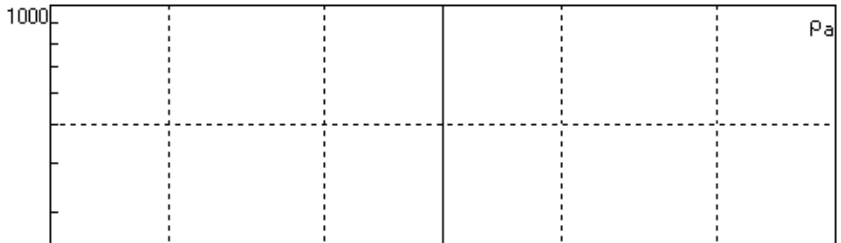
D33



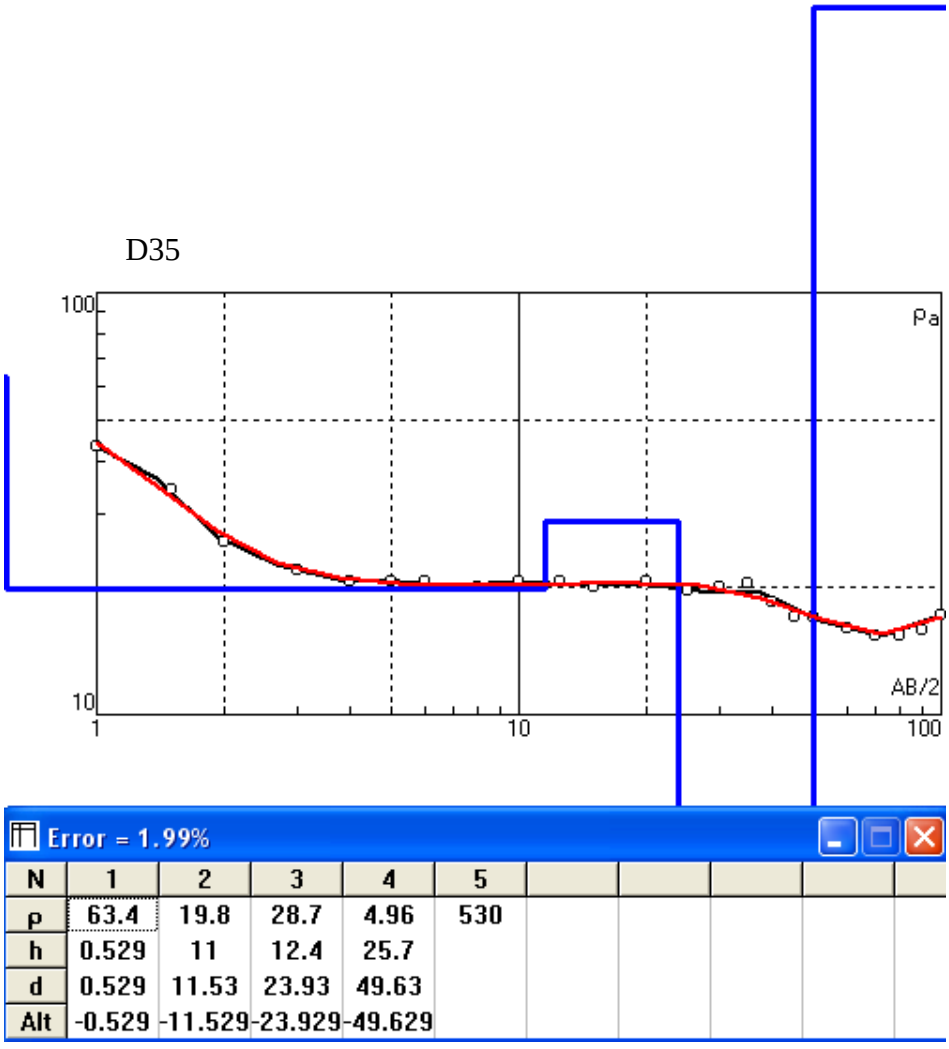
Error = 3.43%

N	1	2	3
ρ	37.3	192	31.5
h	1.92	3.47	
d	1.92	5.39	
Alt	-1.92	-5.39	

D34

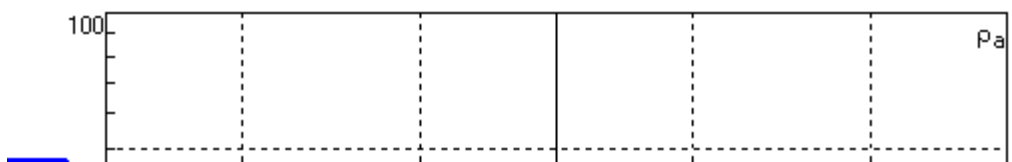


D35



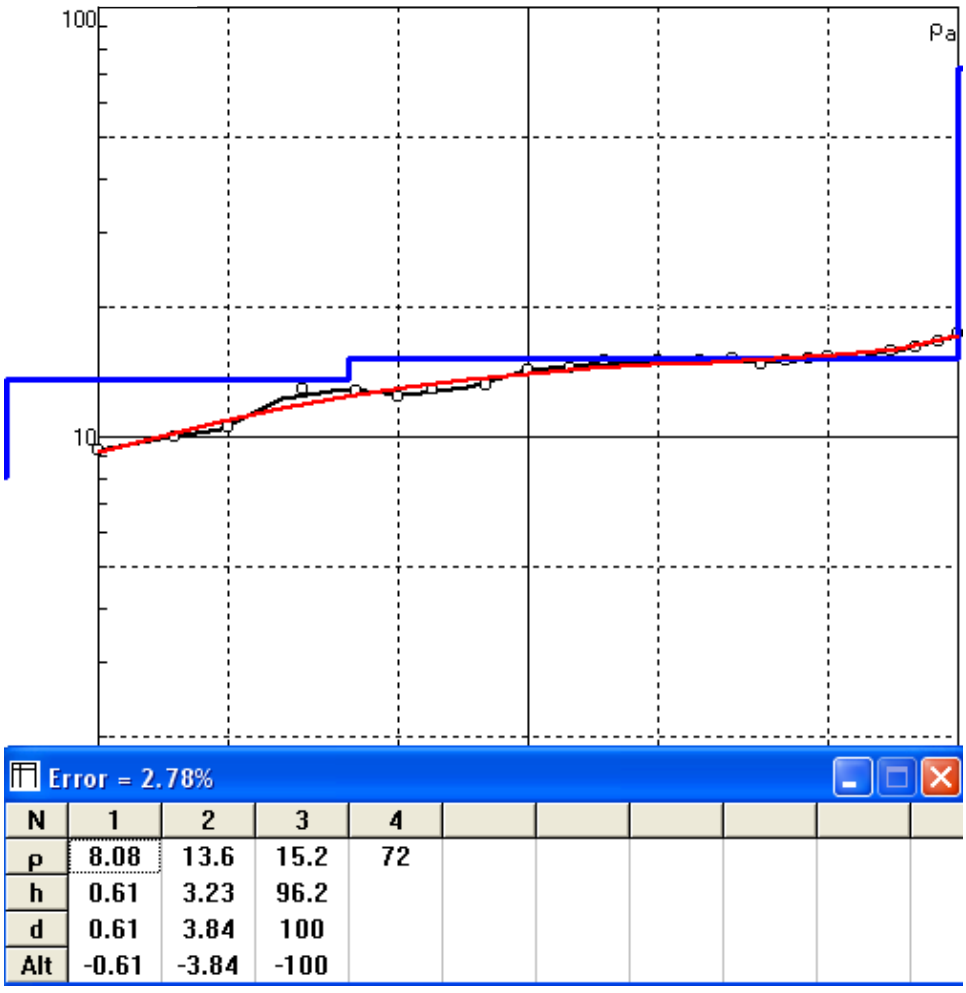
Error = 1.99%

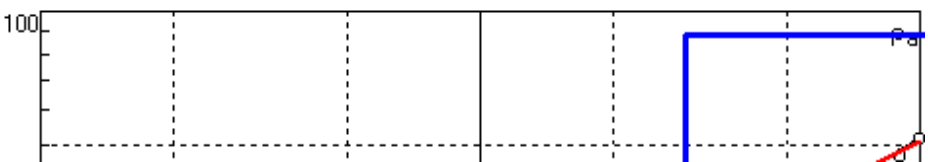
N	1	2	3	4	5
ρ	63.4	19.8	28.7	4.96	530
h	0.529	11	12.4	25.7	
d	0.529	11.53	23.93	49.63	
Alt	-0.529	-11.529	-23.929	-49.629	



D36

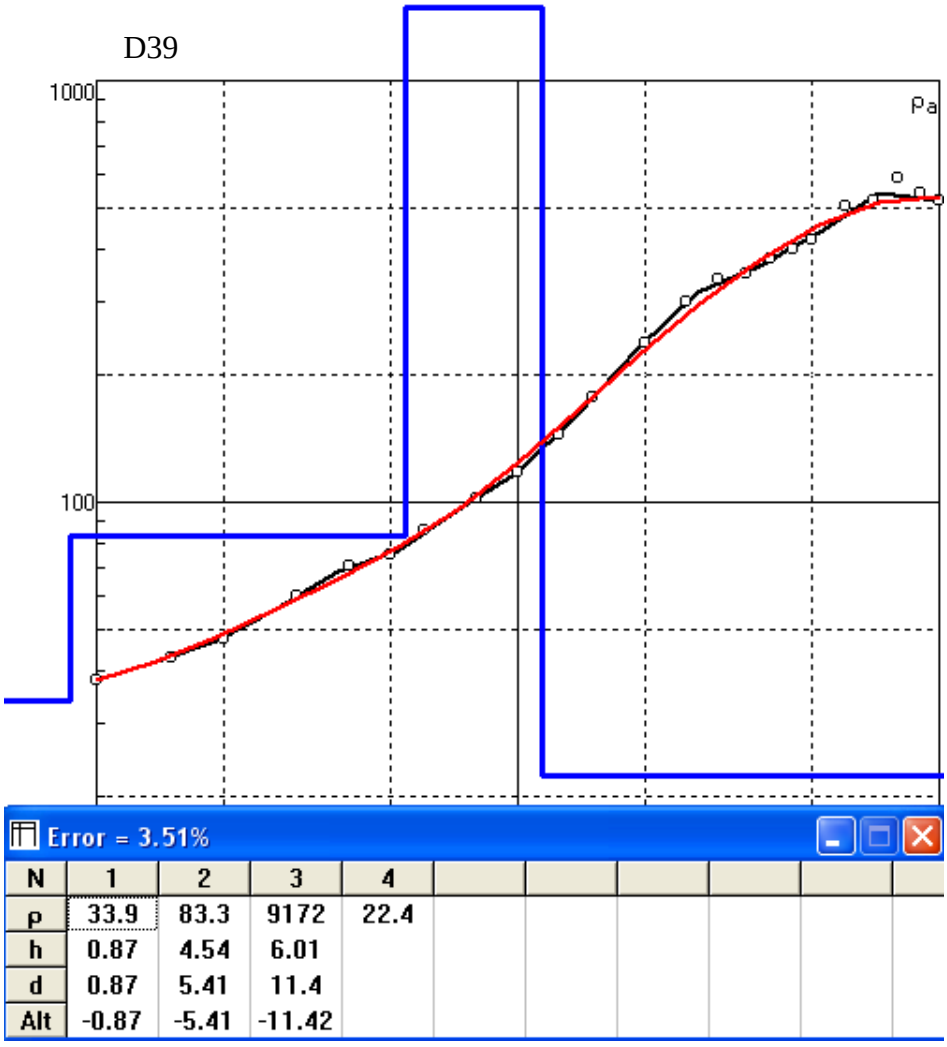
D37


100
10
ρa
Error = 2.78%
N 1 2 3 4
ρ 8.08 13.6 15.2 72
h 0.61 3.23 96.2
d 0.61 3.84 100
Alt -0.61 -3.84 -100

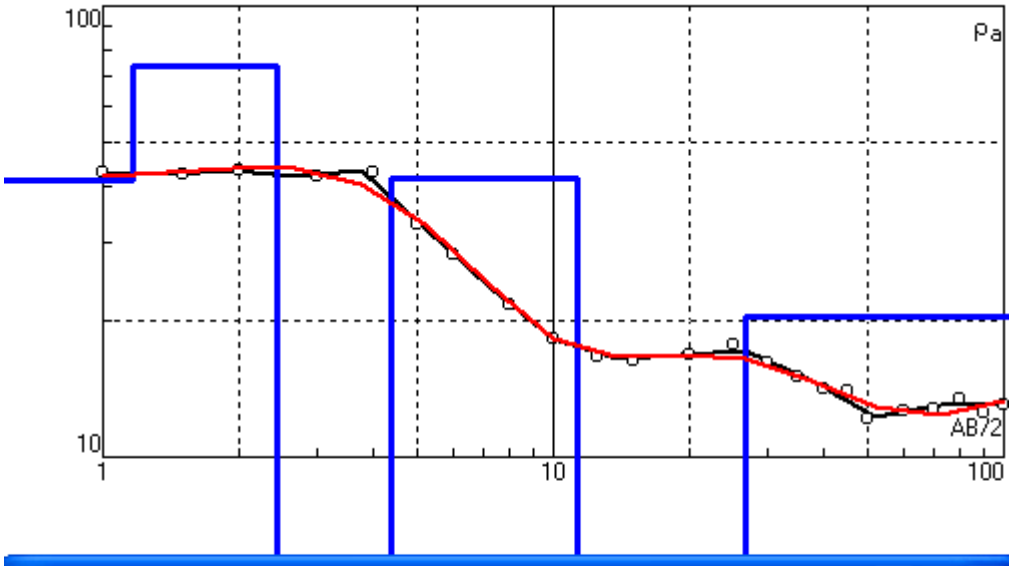

100
ρa

D38

D39


1000
100
Pa
Error = 3.51%
N 1 2 3 4
ρ 33.9 83.3 9172 22.4
h 0.87 4.54 6.01
d 0.87 5.41 11.4
Alt -0.87 -5.41 -11.42

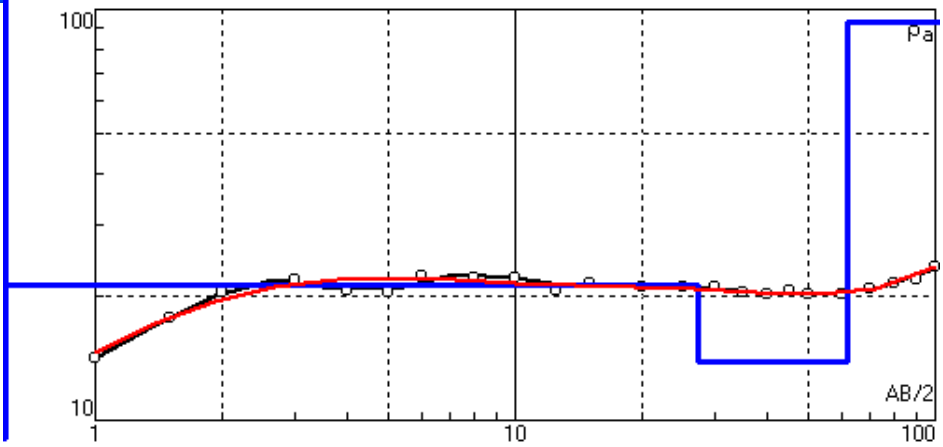
D40



Error = 3.39%

N	1	2	3	4	5	6
ρ	41.1	73.4	4.29	41.6	4.68	20.5
h	1.16	1.27	1.95	6.95	15.4	
d	1.16	2.43		11.3	26.7	
Alt	-1.16					

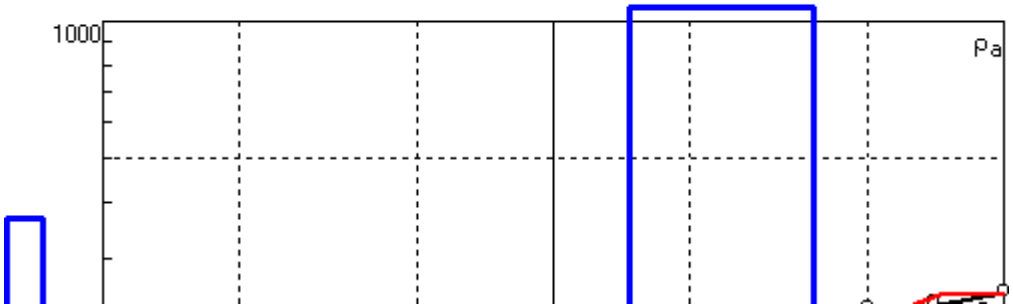
D41



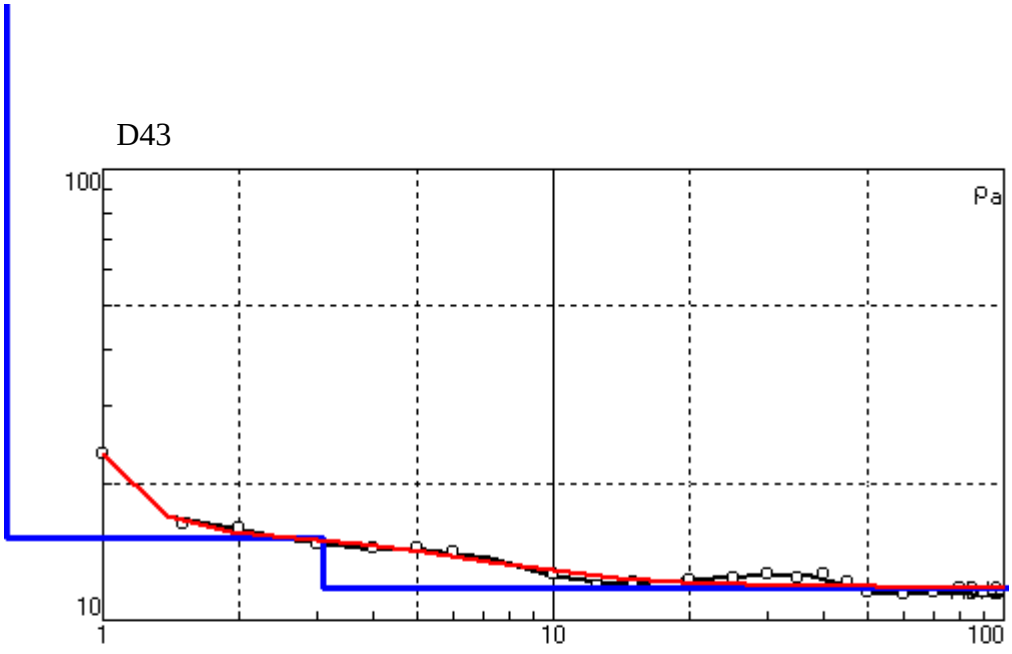
Error = 2.72%

N	1	2	3	4	5
ρ	9.06	125	21.3	13.9	93
h	0.471	0.134	26.6	34.8	
d	0.471	0.605	27.2	62	
Alt	-0.471	-0.605	-27.2	-62	

D42



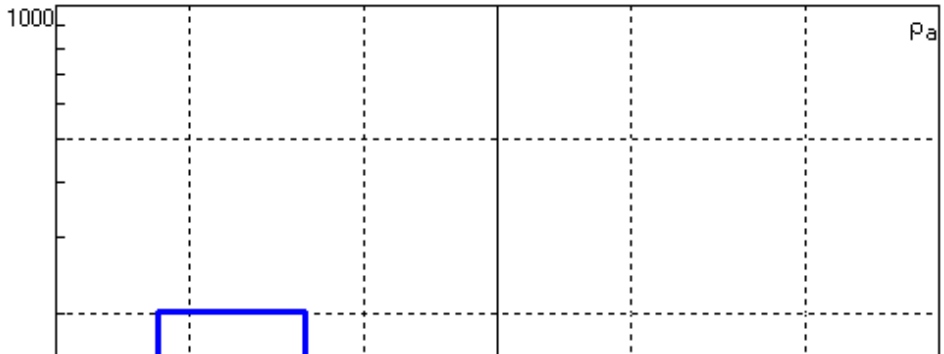
D43



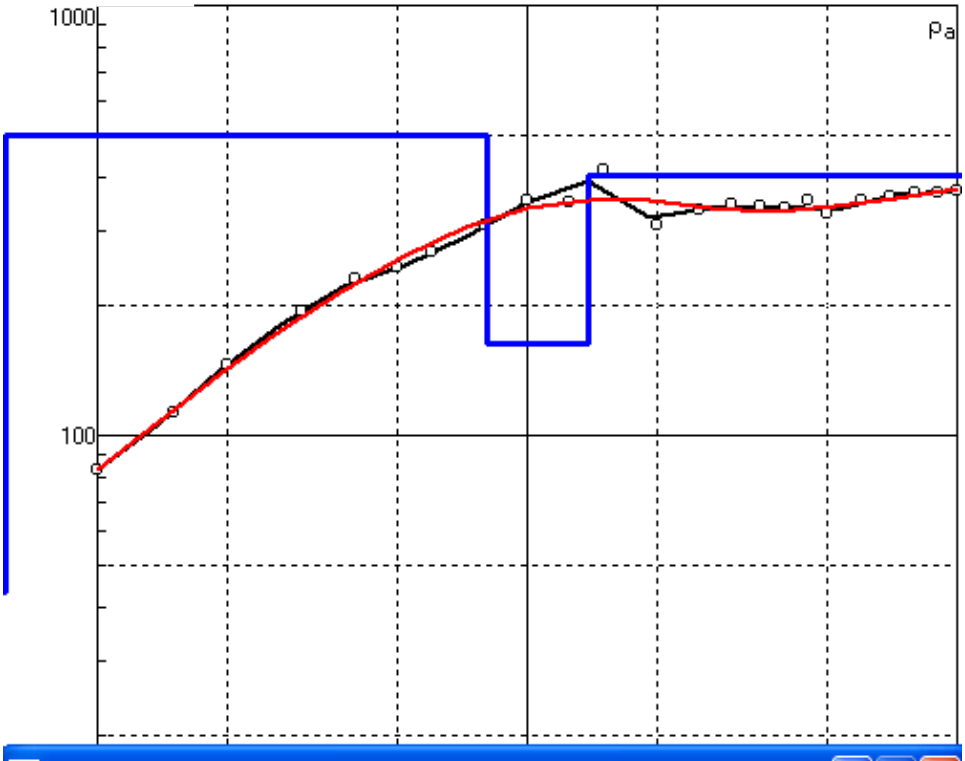
Error = 2.67%

N	1	2	3
ρ	252	15.2	11.8
h	0.214	2.87	
d	0.214	3.08	
Alt	-0.214	-3.084	

D44

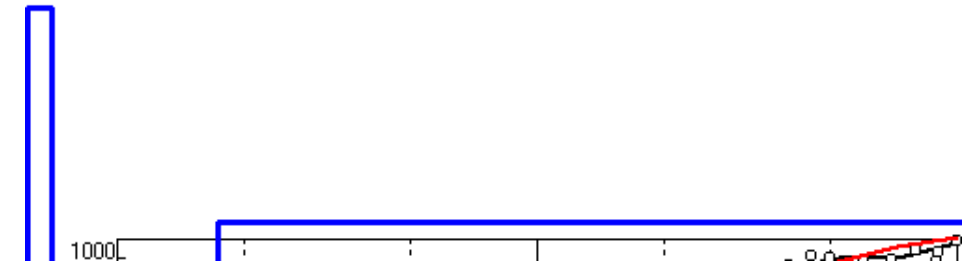


D45



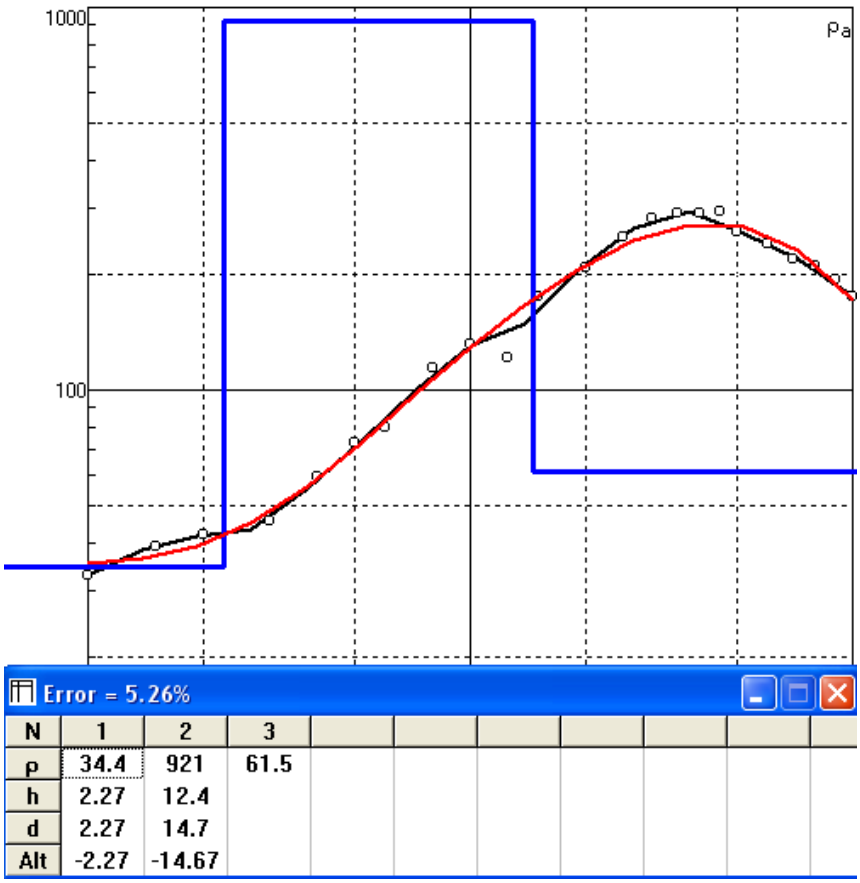
Error = 4.26%

N	1	2	3	4
ρ	43.2	500	163	404
h	0.457	7.57	5.91	
d	0.457	8.03	13.9	
Alt	-0.457	-8.027	-13.94	

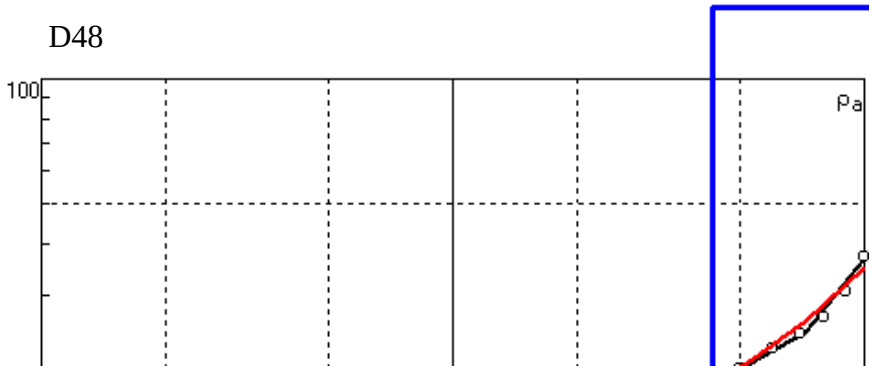


D46

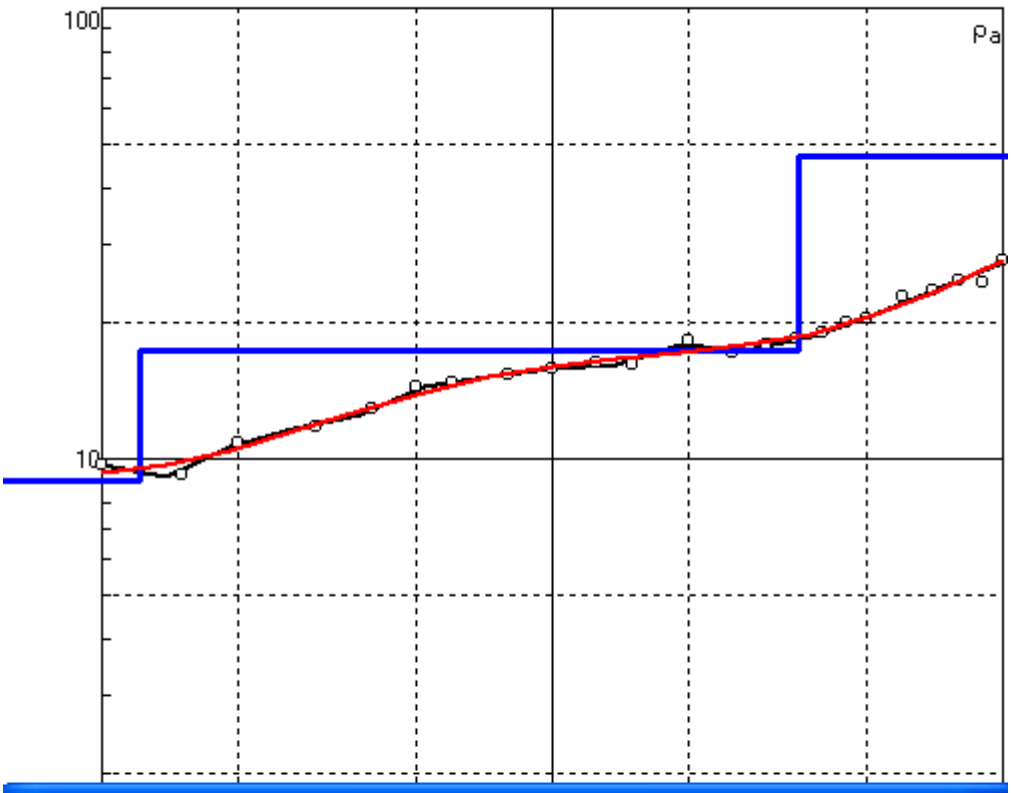
D47


1000
100
ρa
Error = 5.26%
N 1 2 3
ρ 34.4 921 61.5
h 2.27 12.4
d 2.27 14.7
Alt -2.27 -14.67

D48


100
ρa

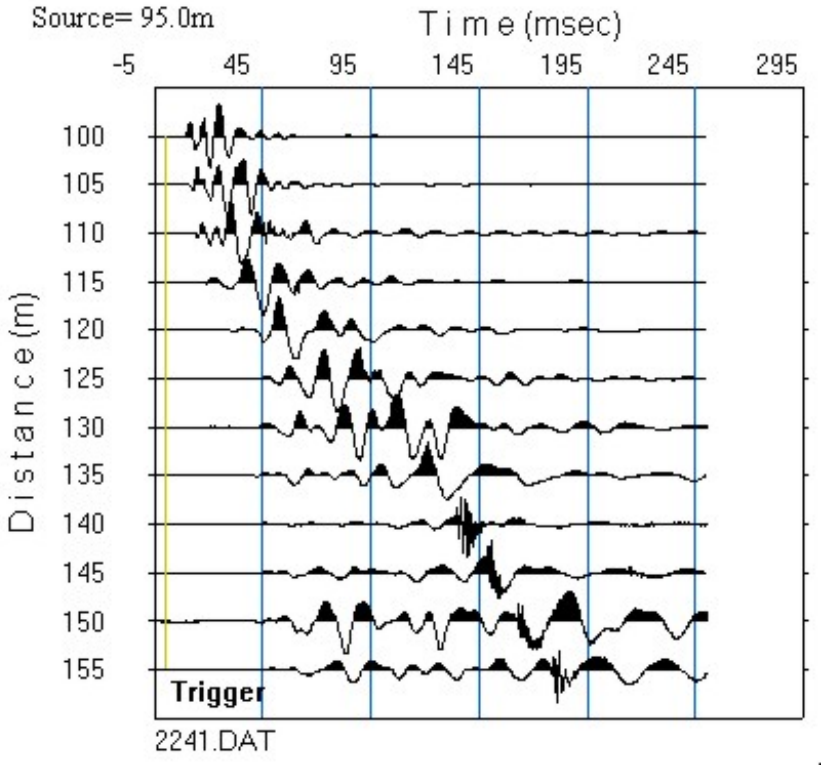
D49

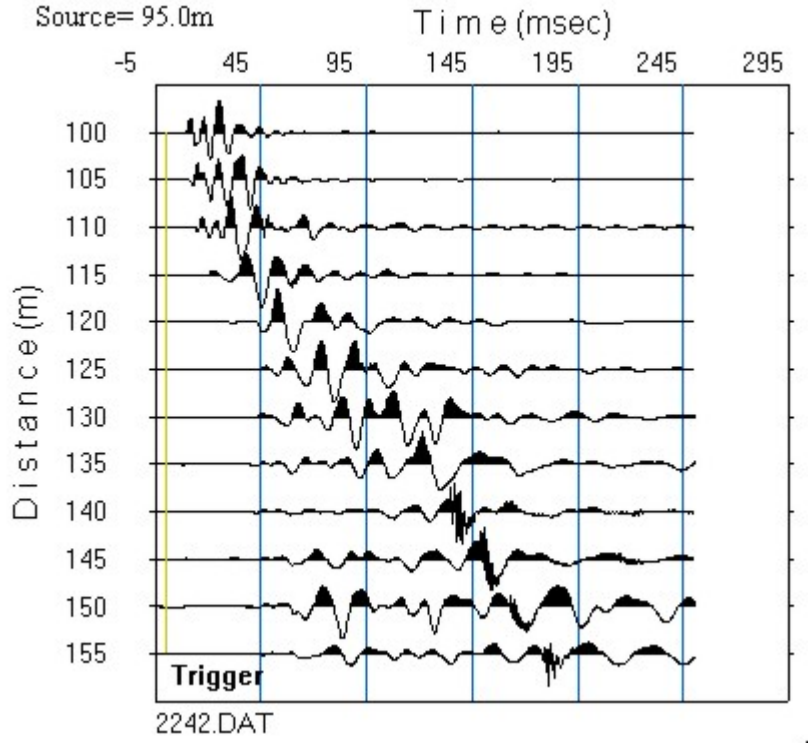


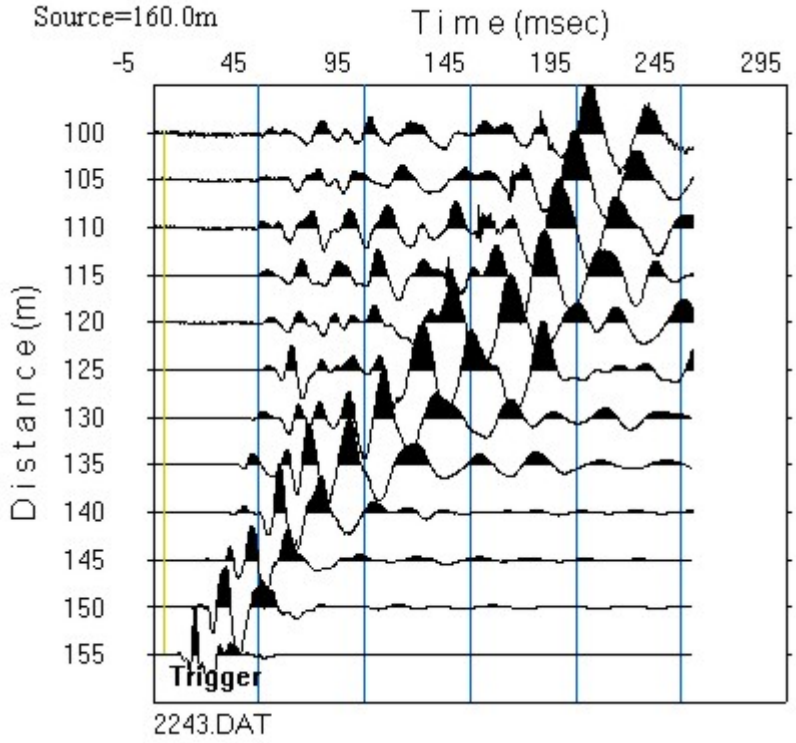
Error = 2.67%

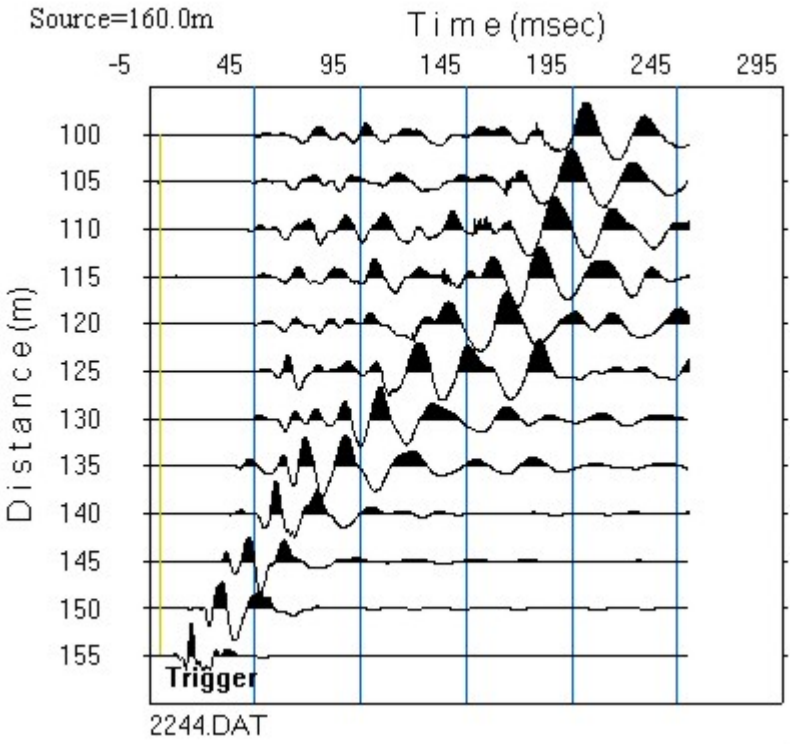
N	1	2	3
ρ	8.97	17.4	46.8
h	1.22	33.9	
d	1.22	35.1	
Alt	-1.22	-35.12	

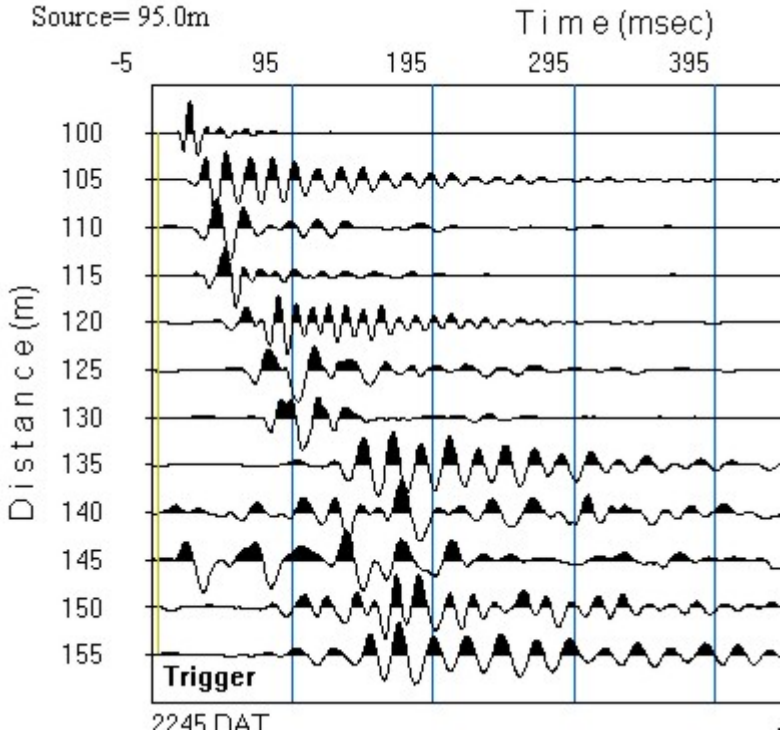
EK 7. SİSMİK KIRILMA

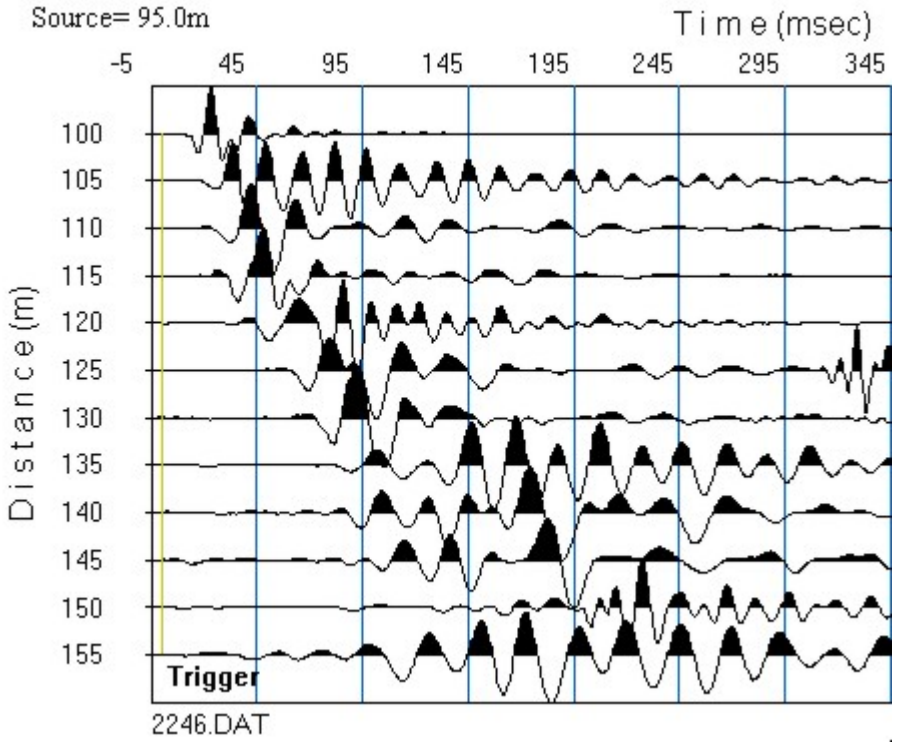

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2241.DAT

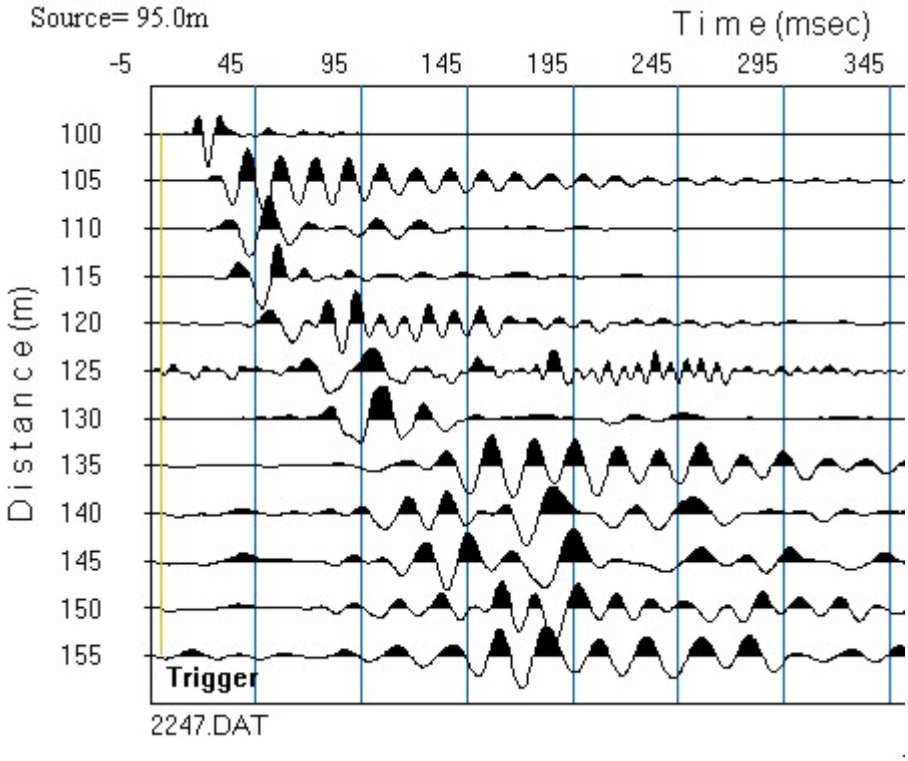

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2242.DAT

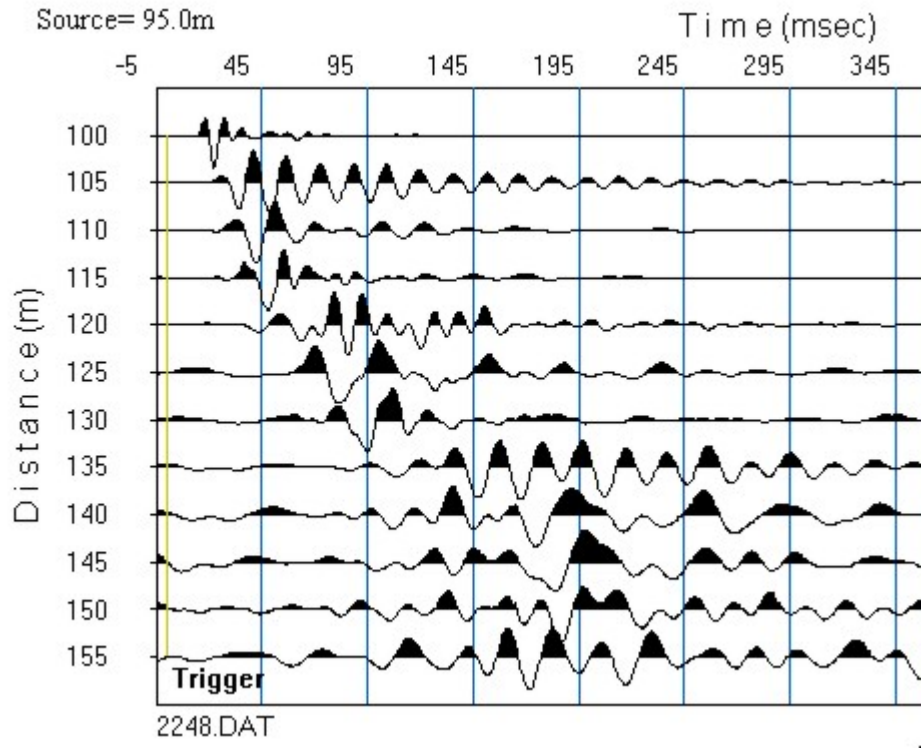

Source=160.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance (m)
Trigger
2243.DAT

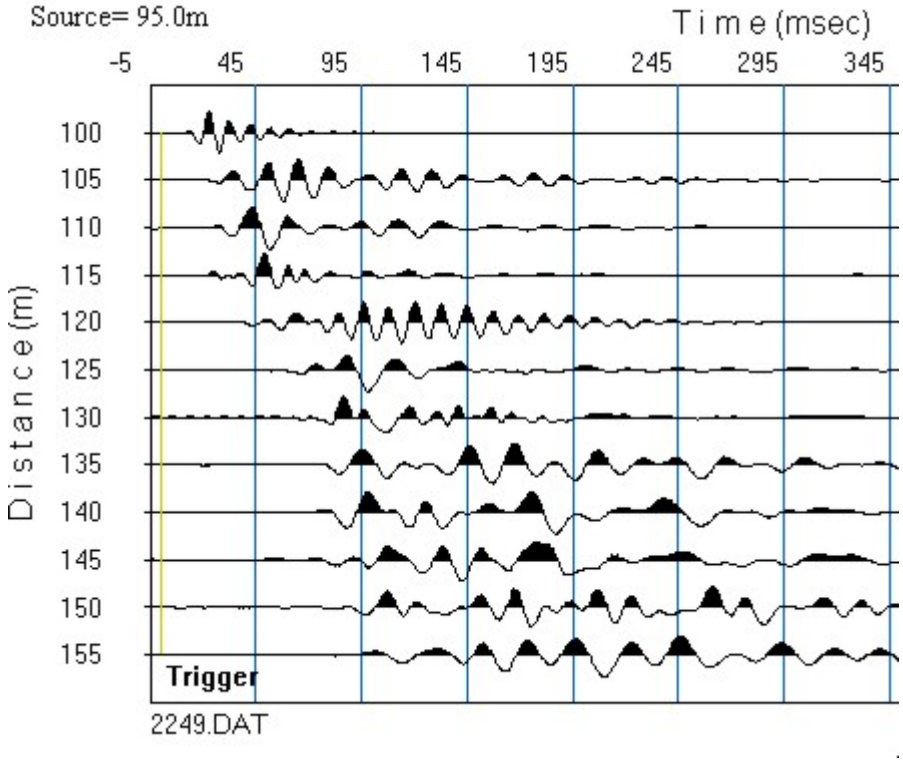

Source=160.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance (m)
Trigger
2244.DAT

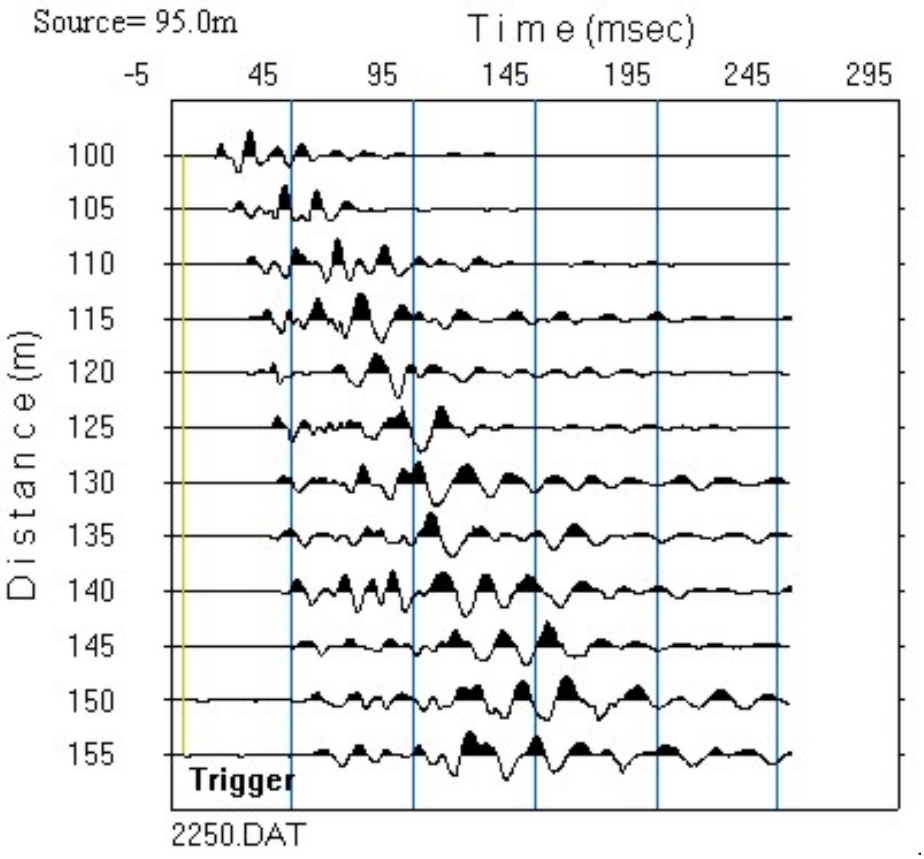

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
95
195
295
395
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance (m)
Trigger
2245.DAT

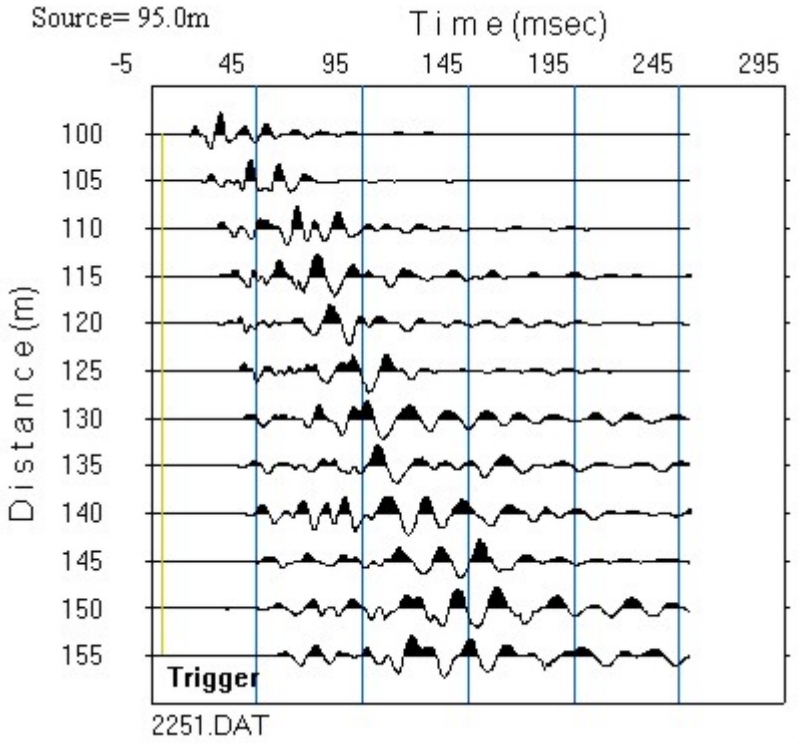

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
345
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance (m)
Trigger
2246.DAT

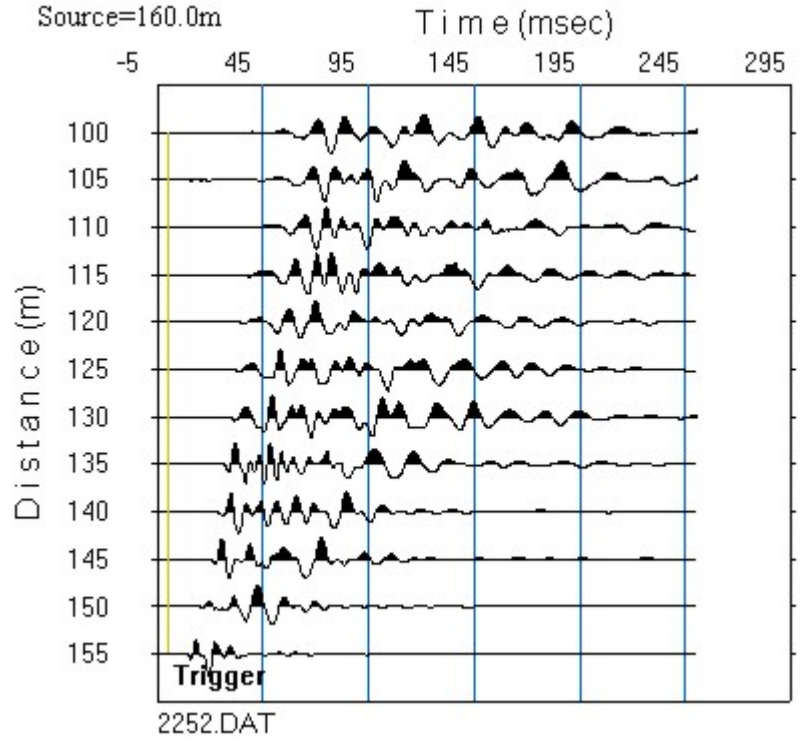

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
345
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2247.DAT

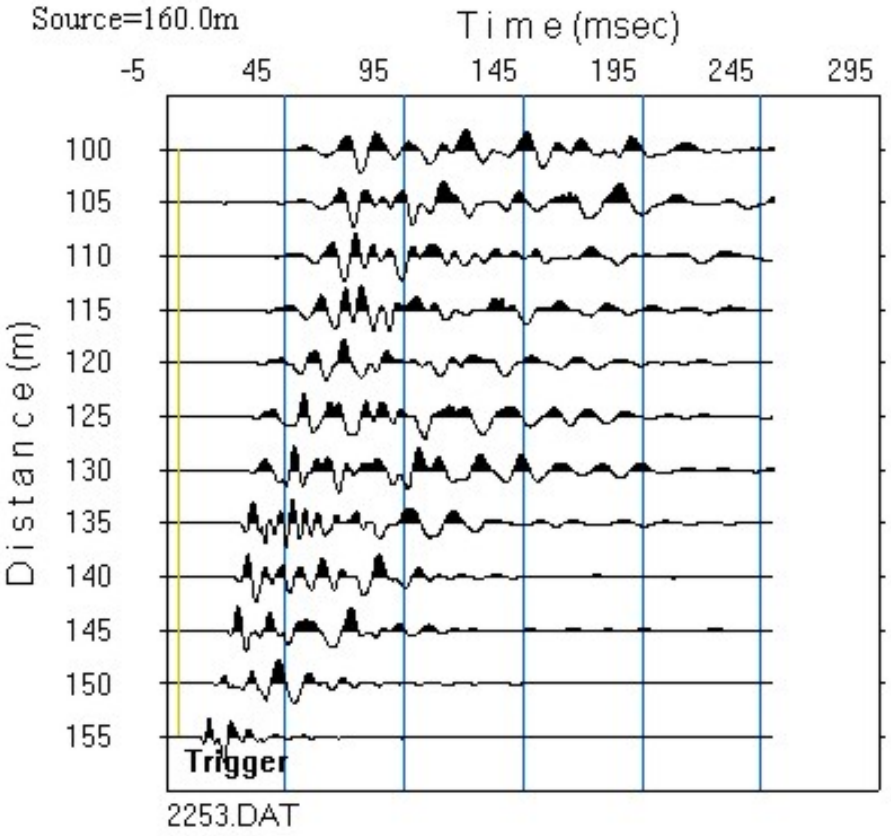

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
345
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2248.DAT

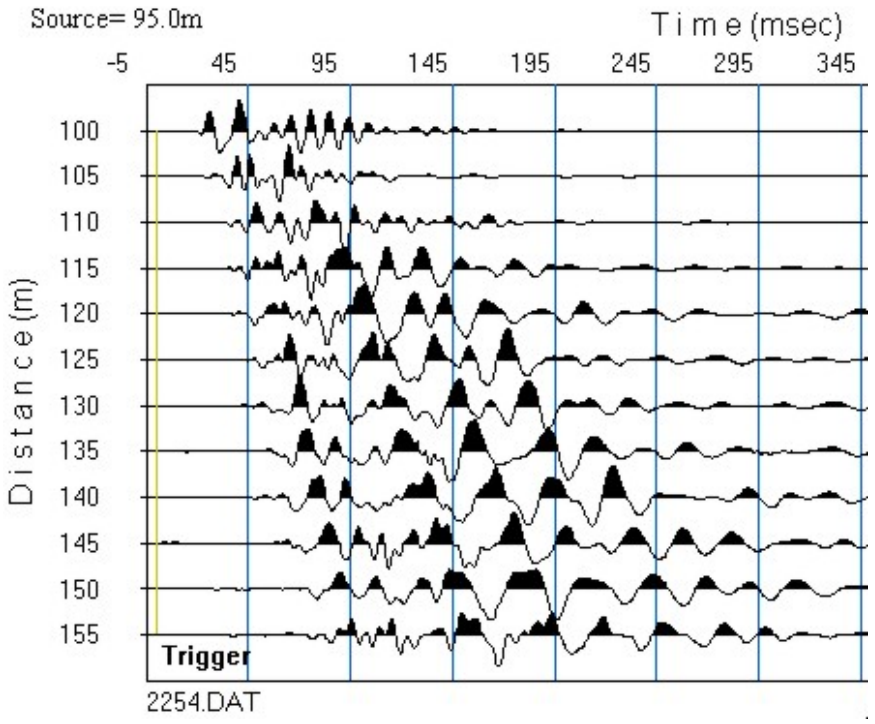

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
345
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2249.DAT

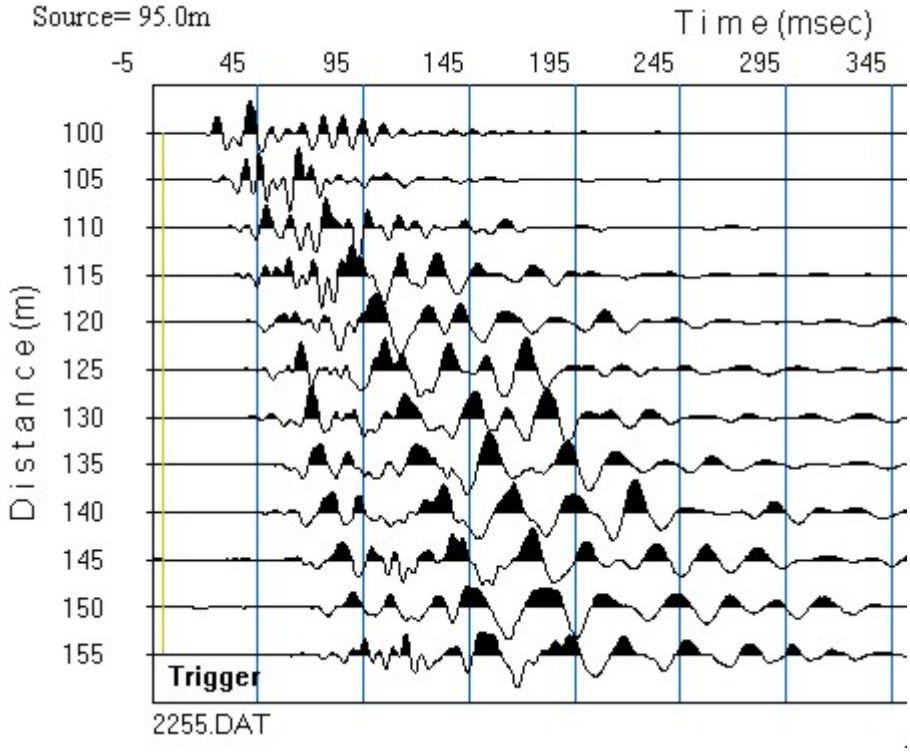

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2250.DAT

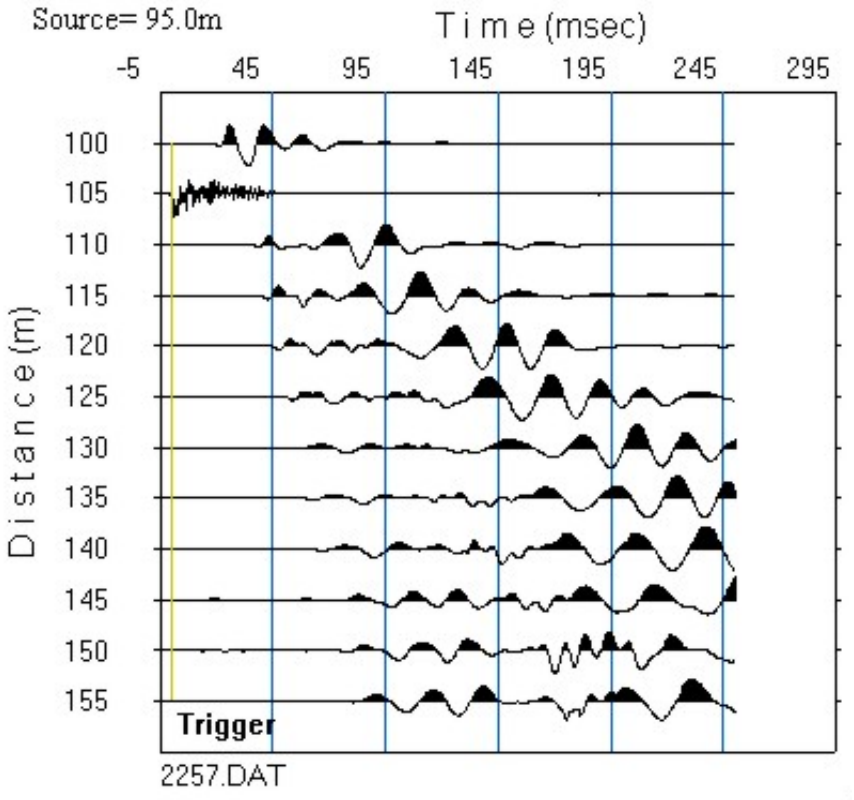

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2251.DAT

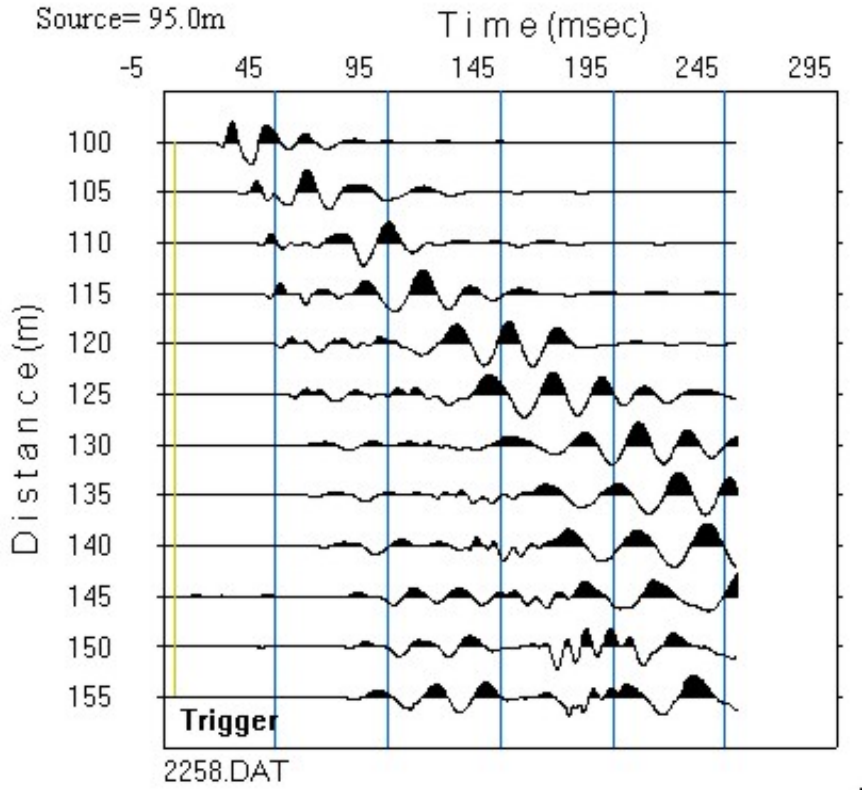

Source=160.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2252.DAT

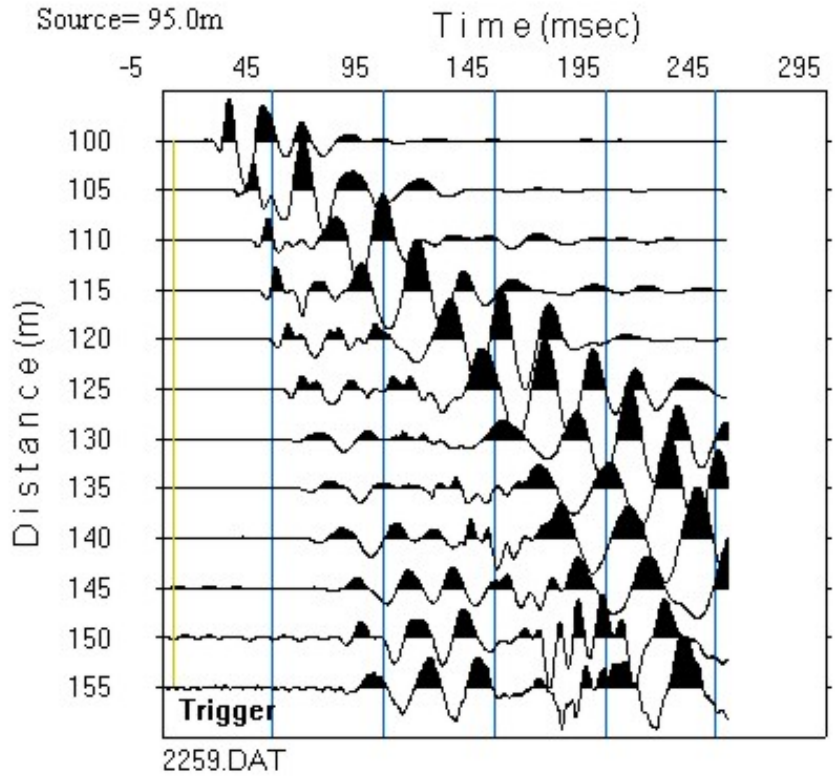

Source=160.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2253.DAT

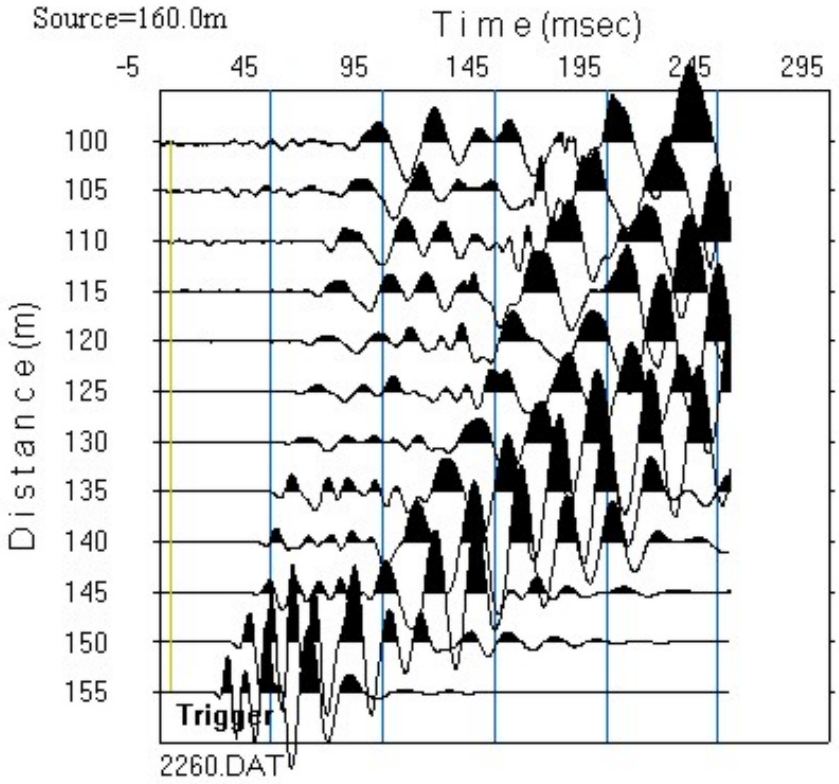

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
345
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2254.DAT

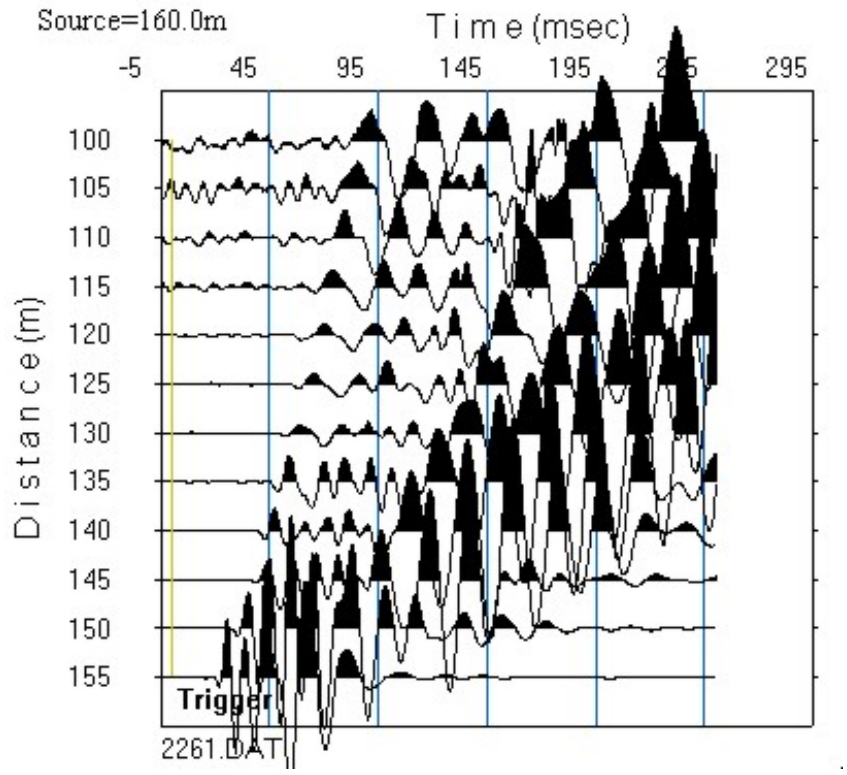

Source= 95.0m
T i m e (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
345
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
D i s t a n c e (m)
Trigger
2255.DAT

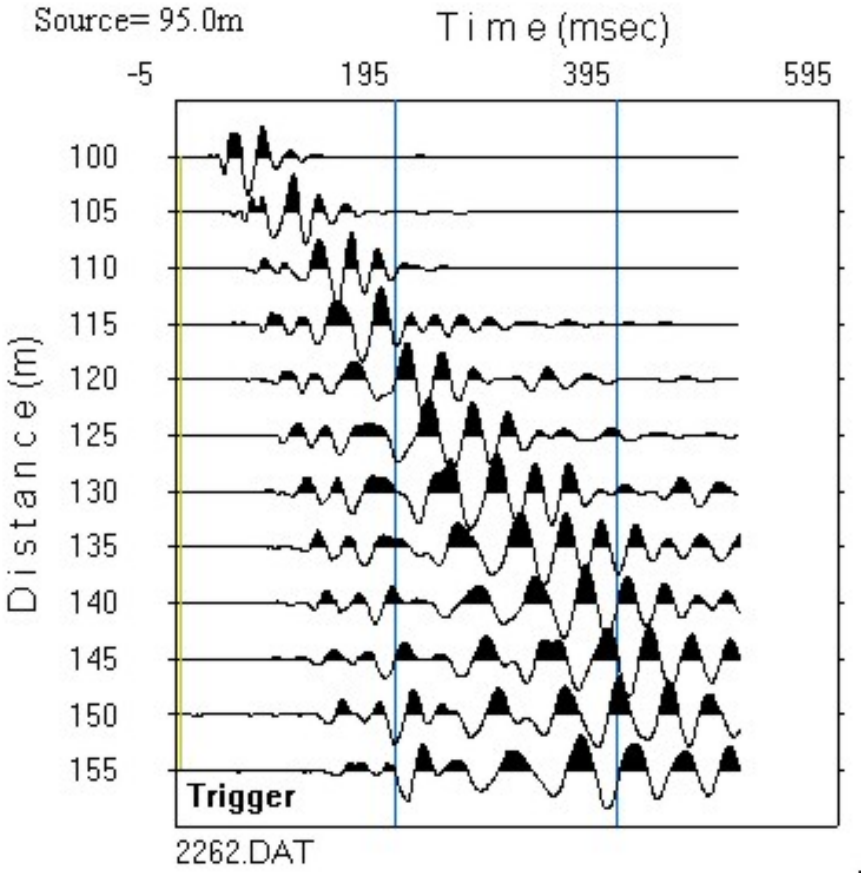

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance (m)
Trigger
2257.DAT

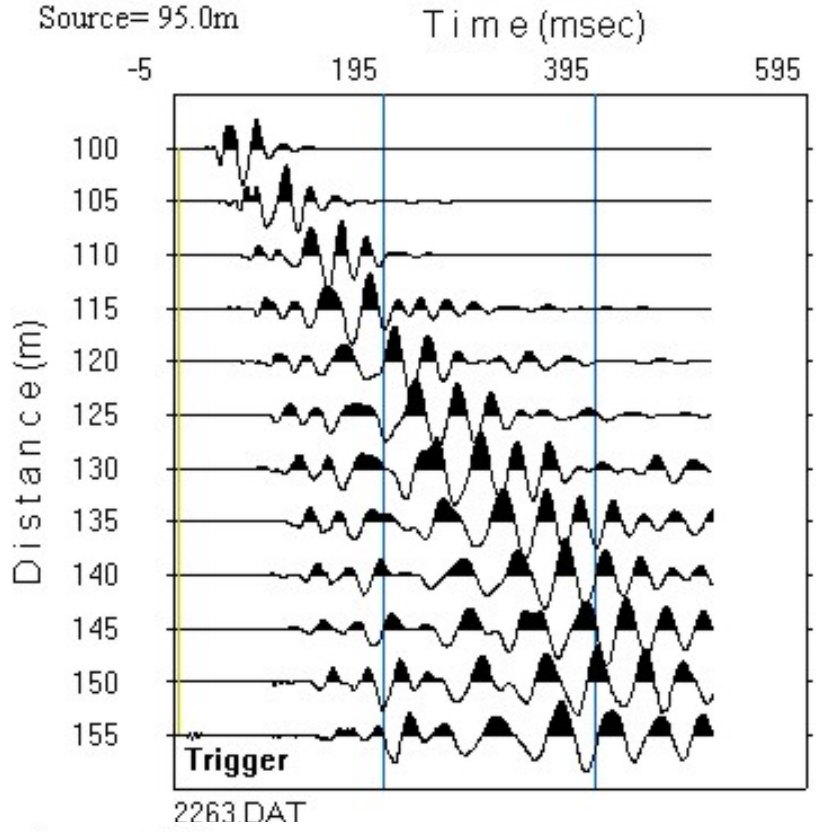

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance (m)
Trigger
2258.DAT

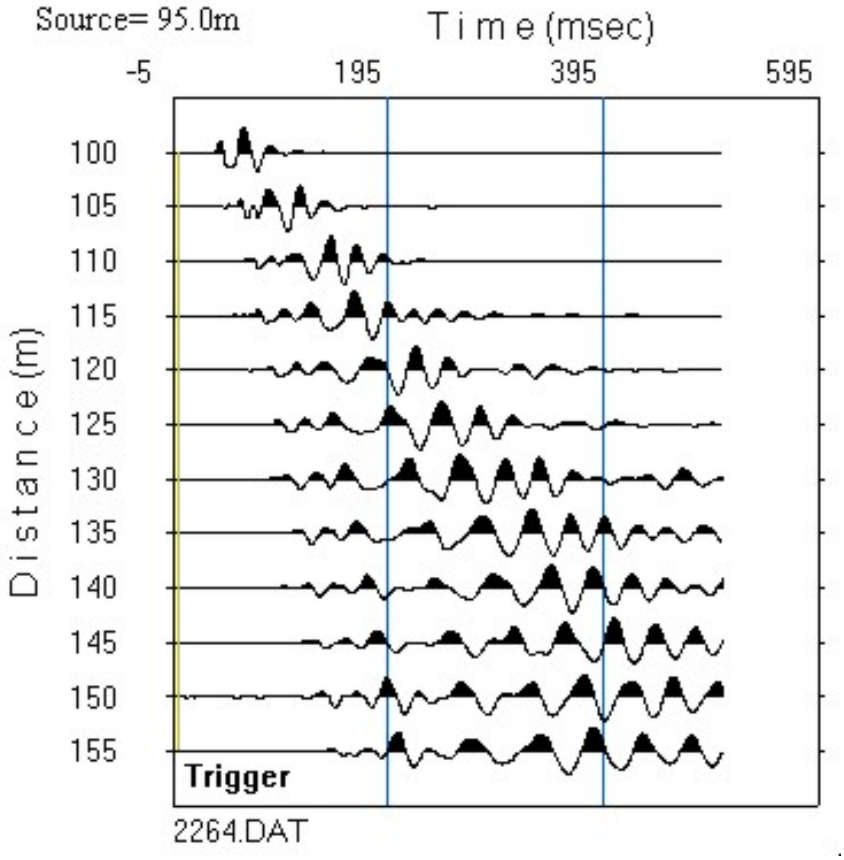

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance (m)
Trigger
2259.DAT

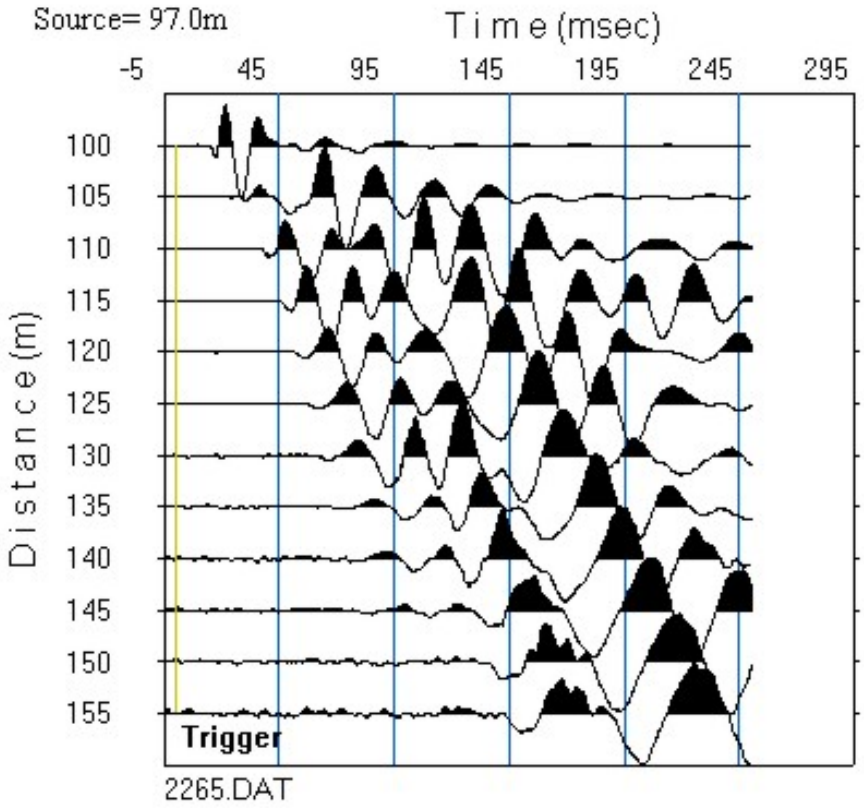

Source=160.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance (m)
Trigger
2260.DAT

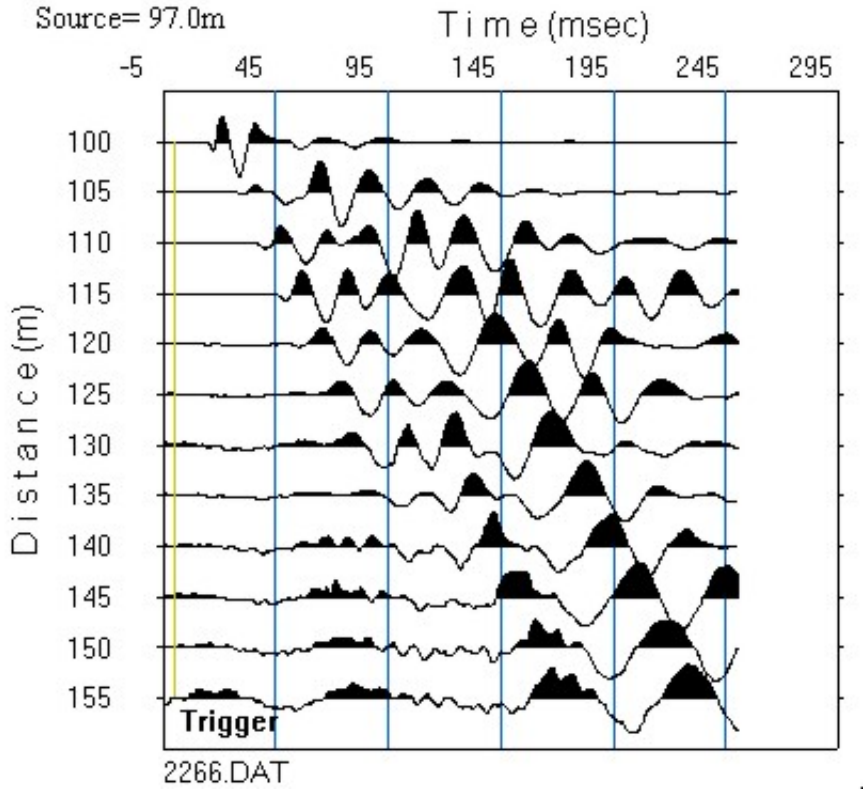

Source=160.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
295
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2261.DAT

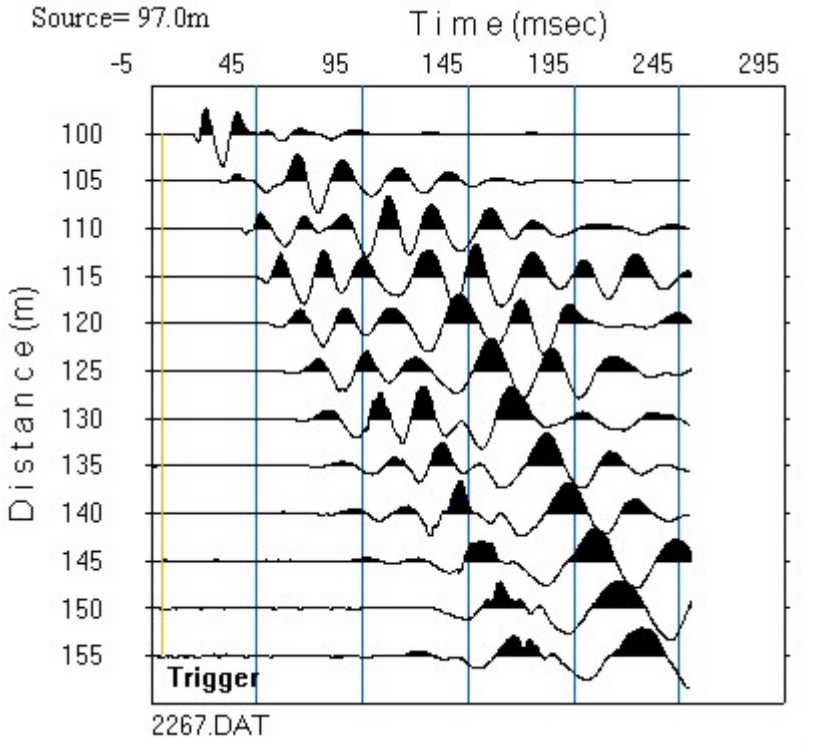

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
195
395
595
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2262.DAT

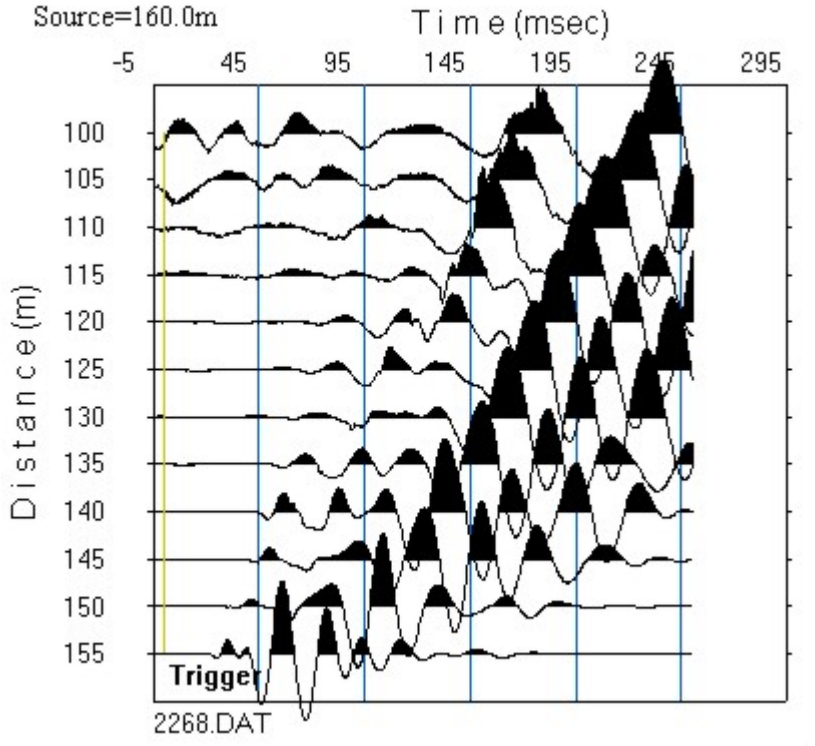

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
195
395
595
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance (m)
Trigger
2263.DAT

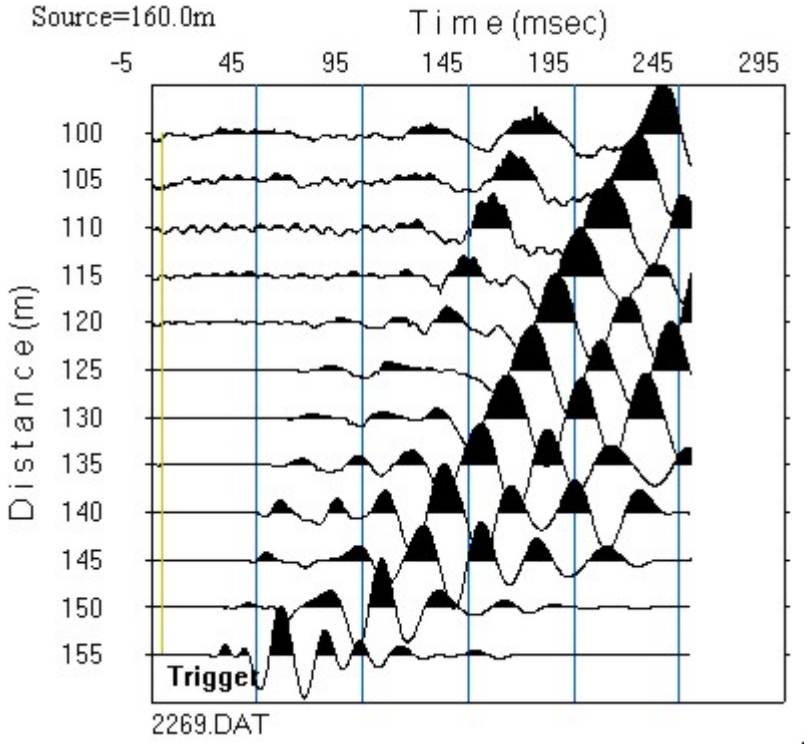

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
195
395
595
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance (m)
Trigger
2264.DAT

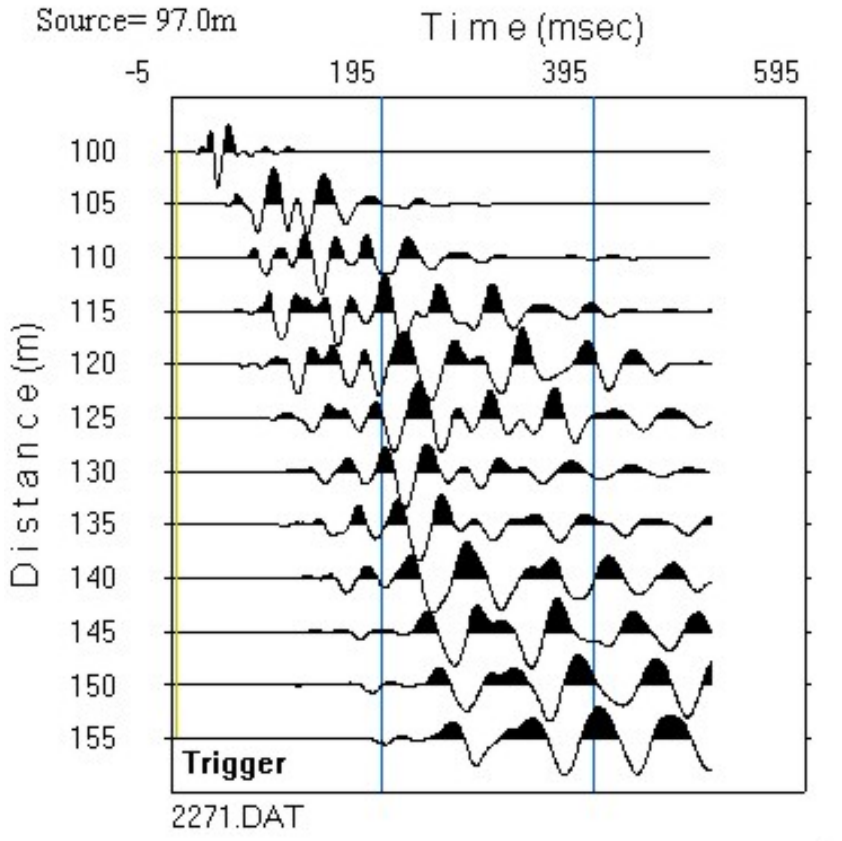

Source= 97.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance (m)
Trigger
2265.DAT

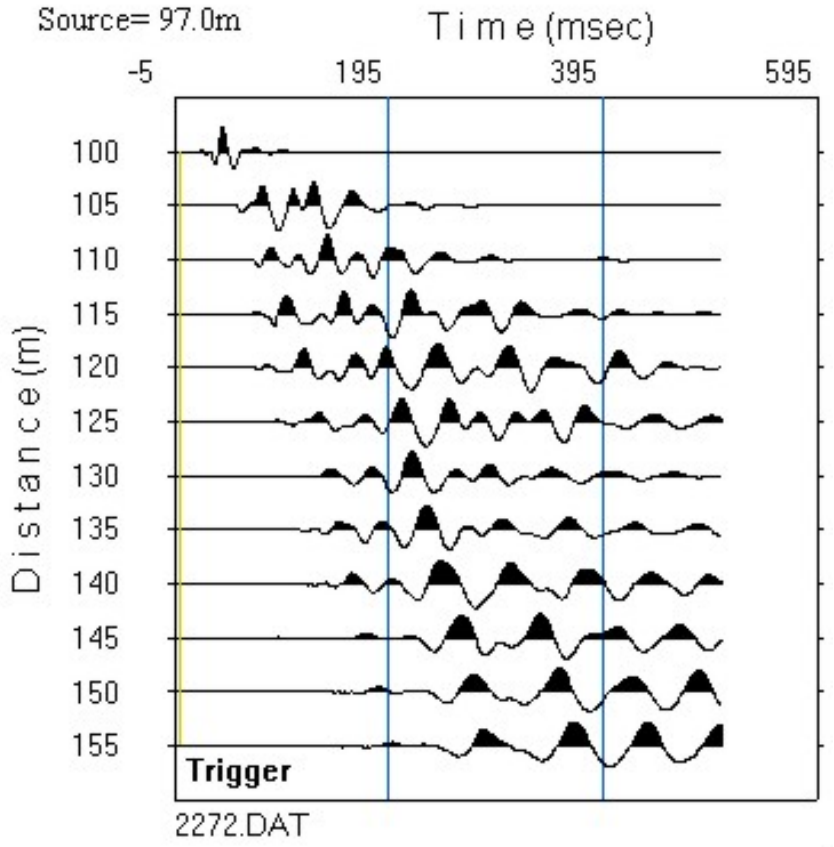

Source= 97.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance (m)
Trigger
2266.DAT

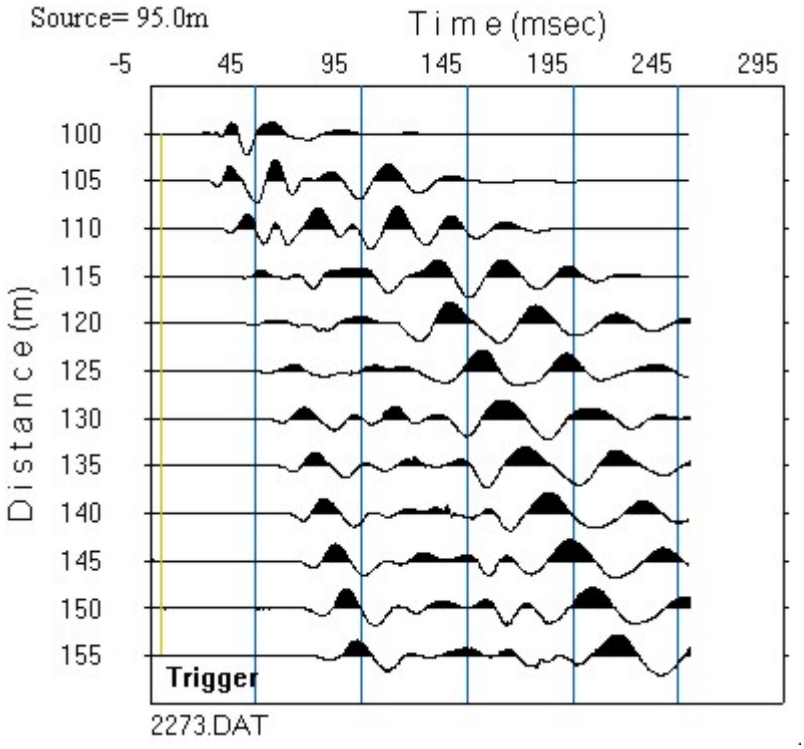

Source= 97.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance (m)
Trigger
2267.DAT

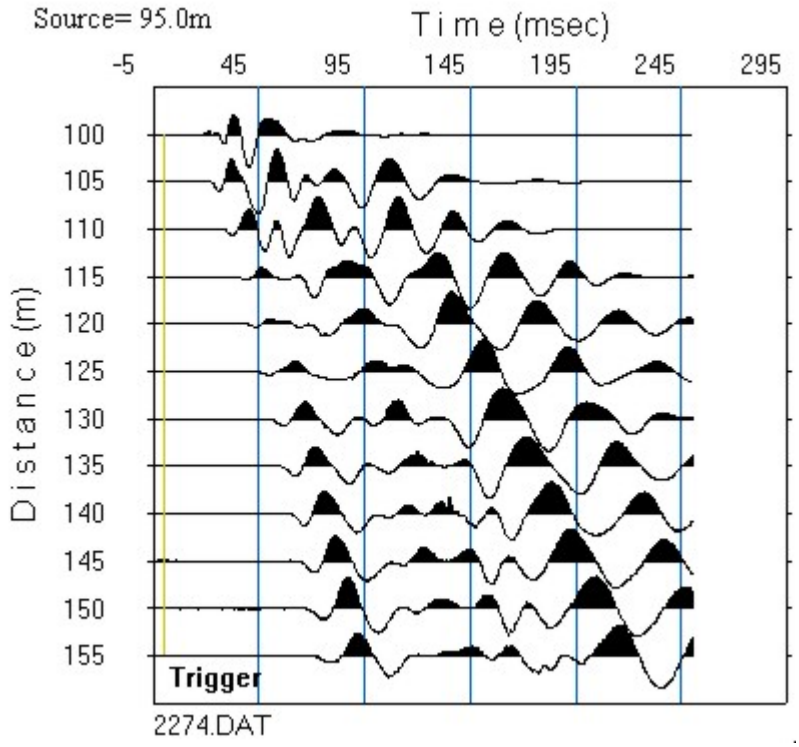

Source=160.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance (m)
Trigger
2268.DAT

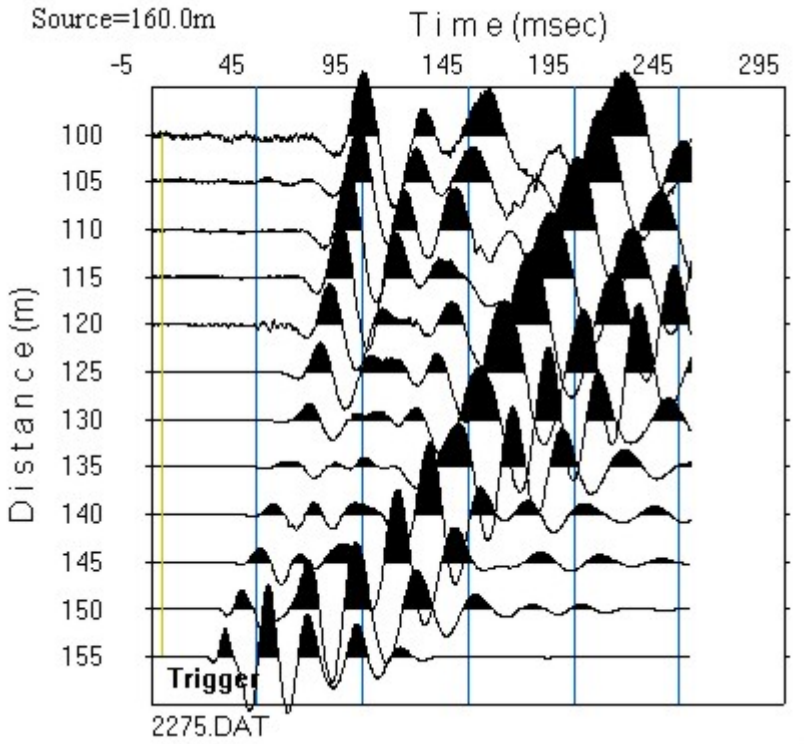

Source=160.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2269.DAT

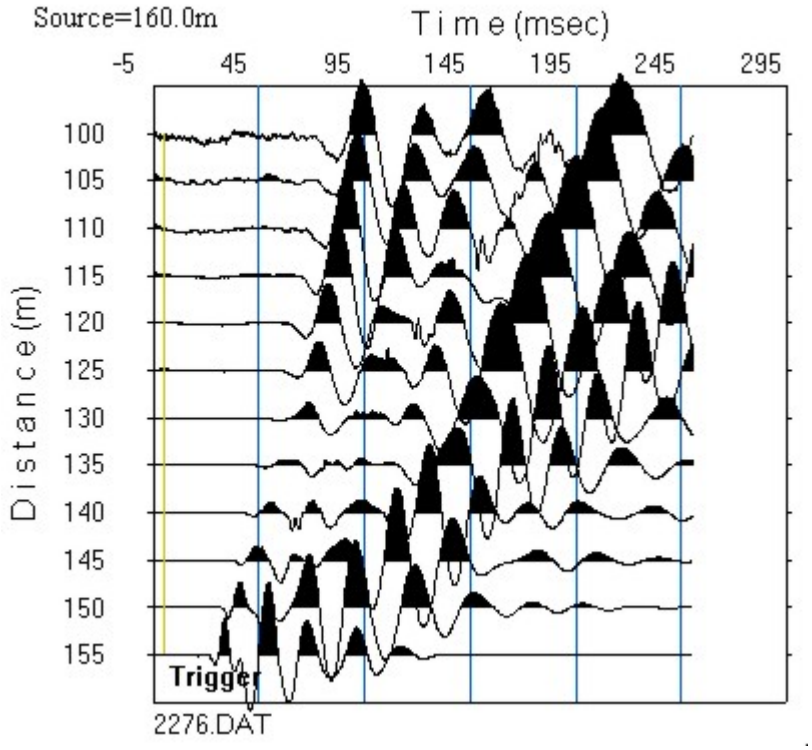

Source= 97.0m
Time (msec)
-5
195
395
595
Distance(m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2271.DAT

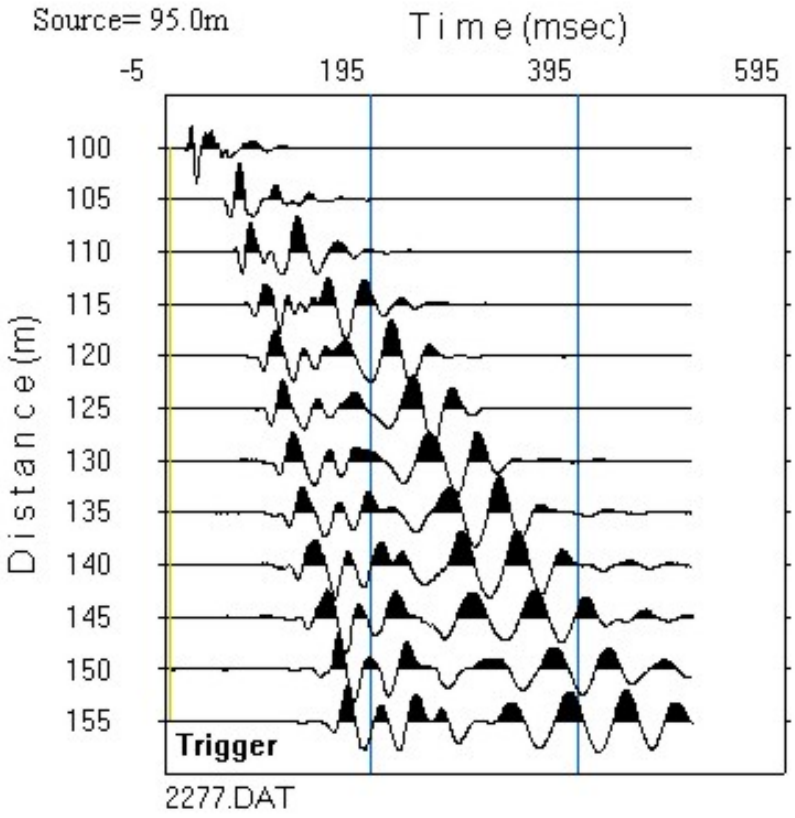

Source= 97.0m
Time (msec)
-5
195
395
595
Distance(m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2272.DAT

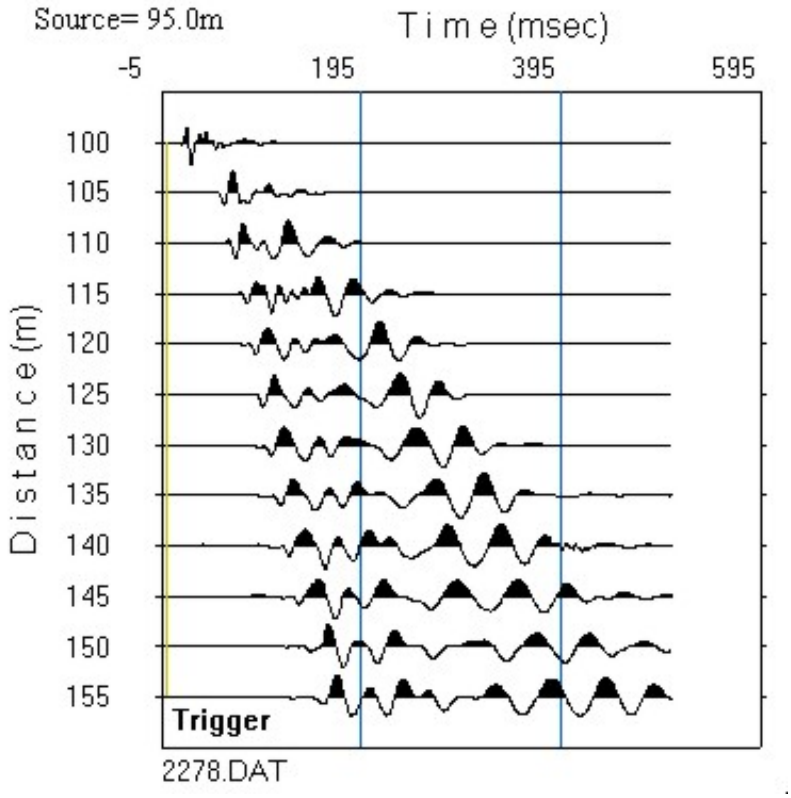

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance (m)
Trigger
2273.DAT

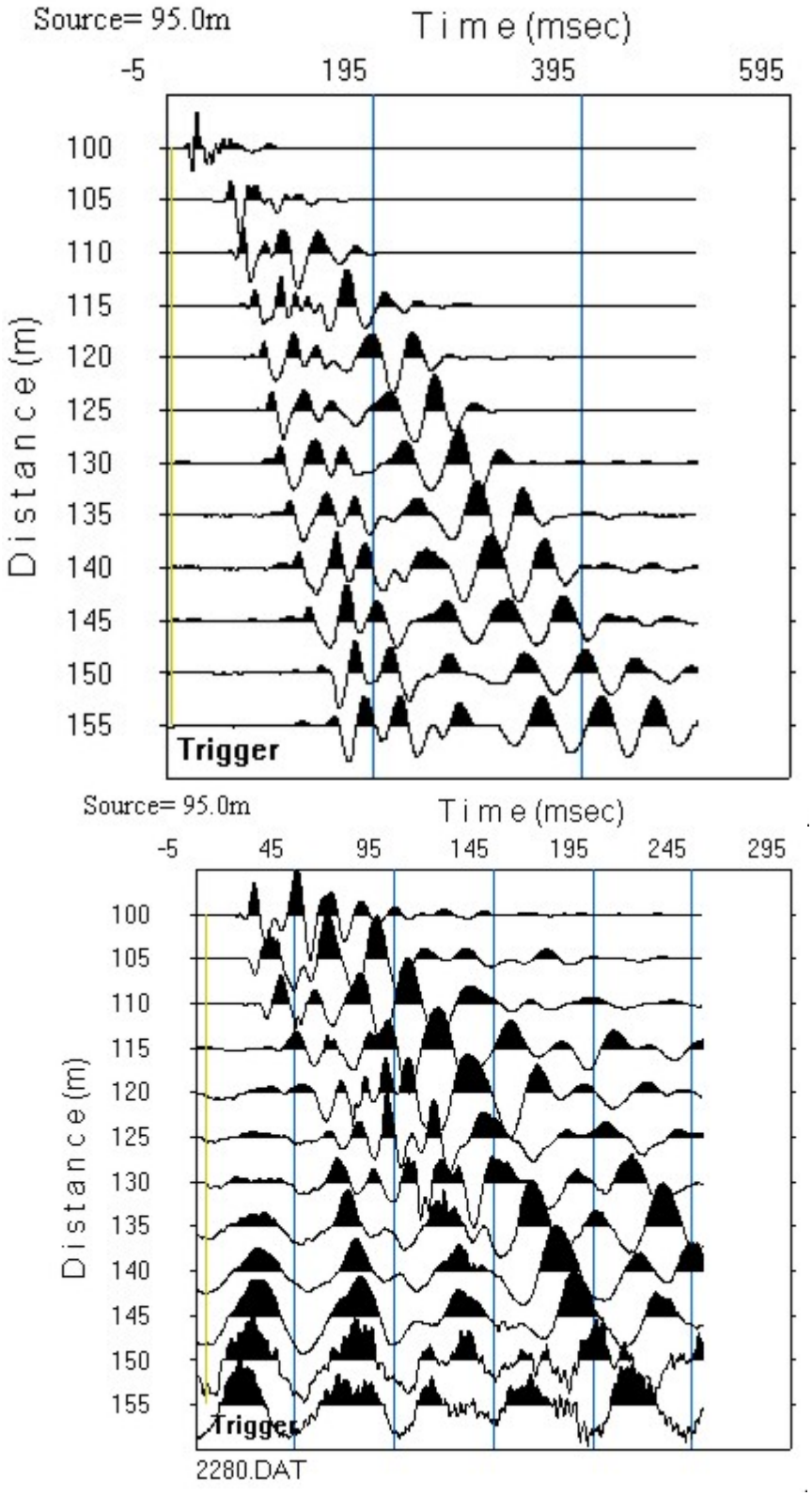

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance (m)
Trigger
2274.DAT

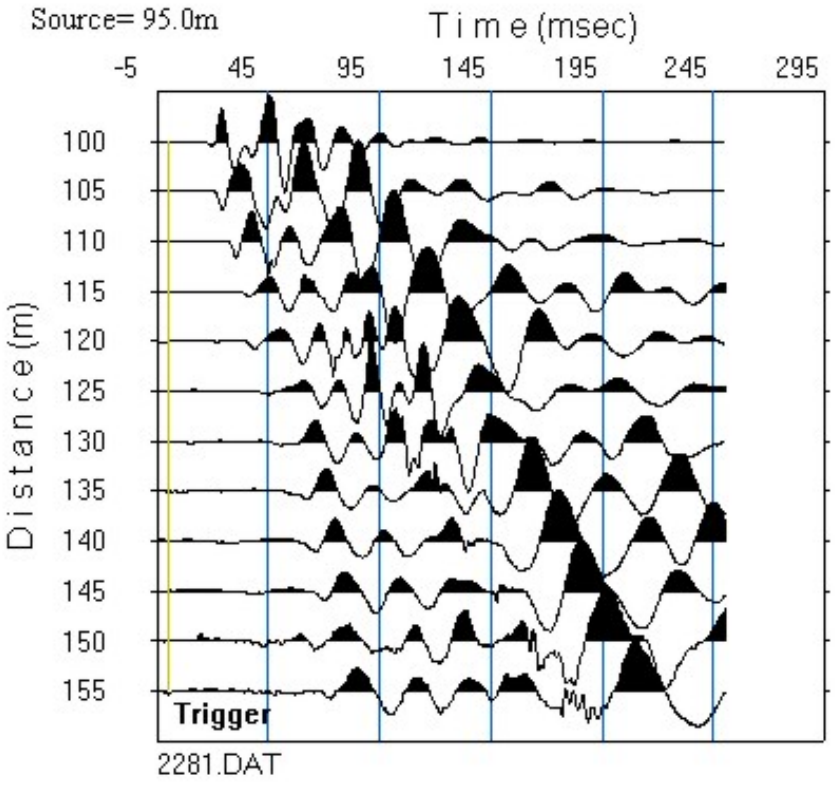

Source=160.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance (m)
Trigger
2275.DAT

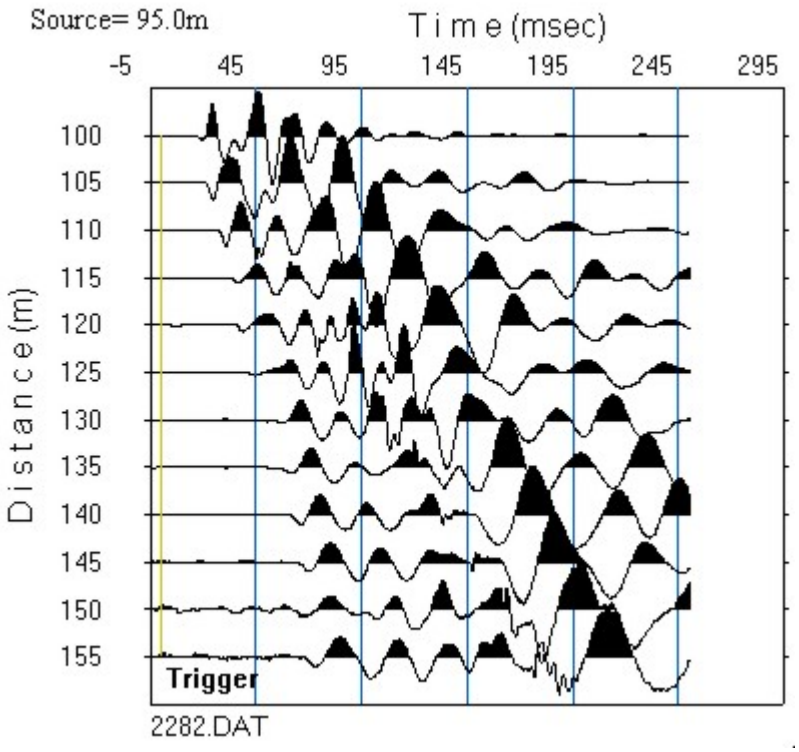

Source=160.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance (m)
Trigger
2276.DAT

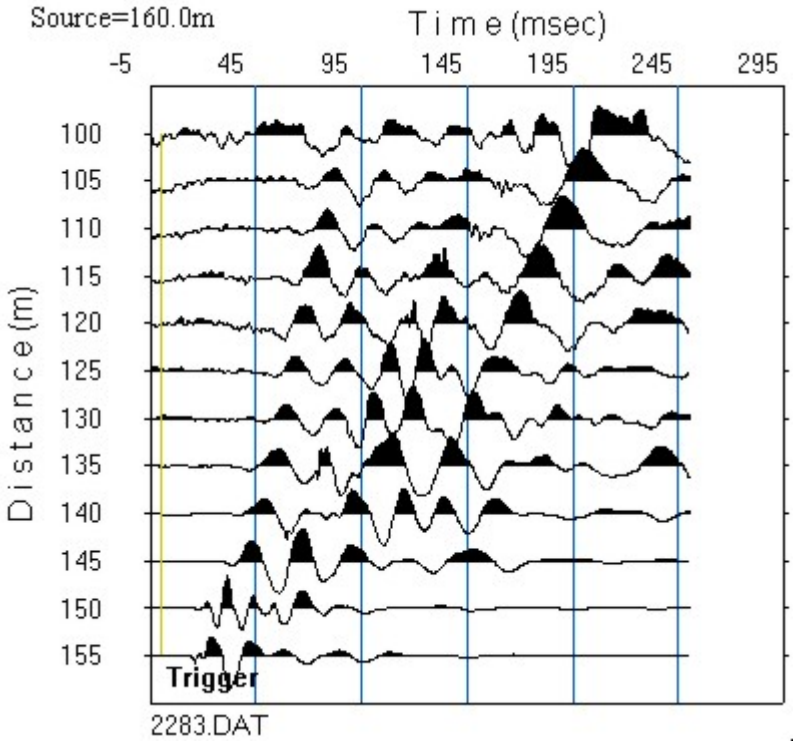

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
195
395
595
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2277.DAT

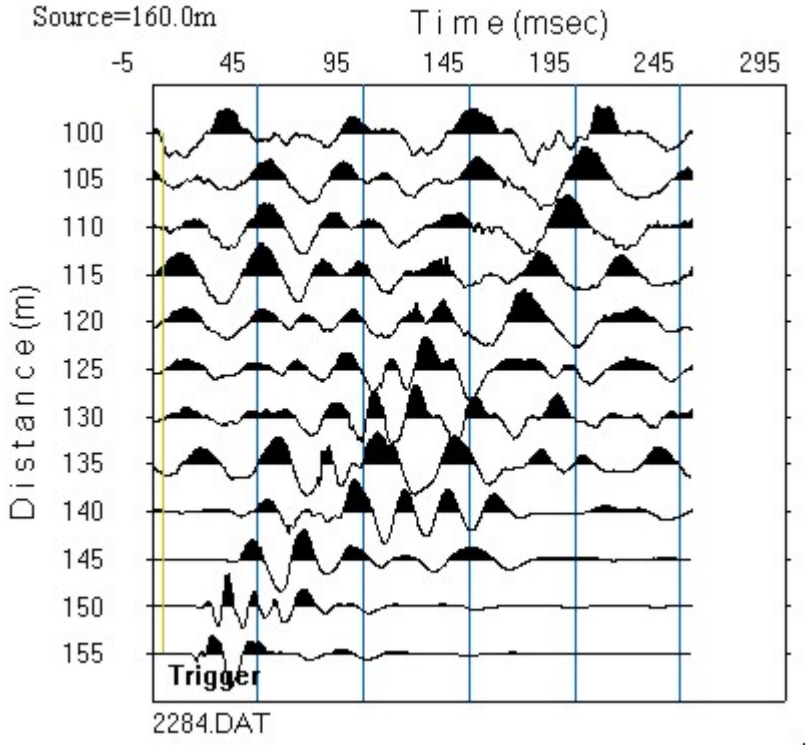

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
195
395
595
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2278.DAT

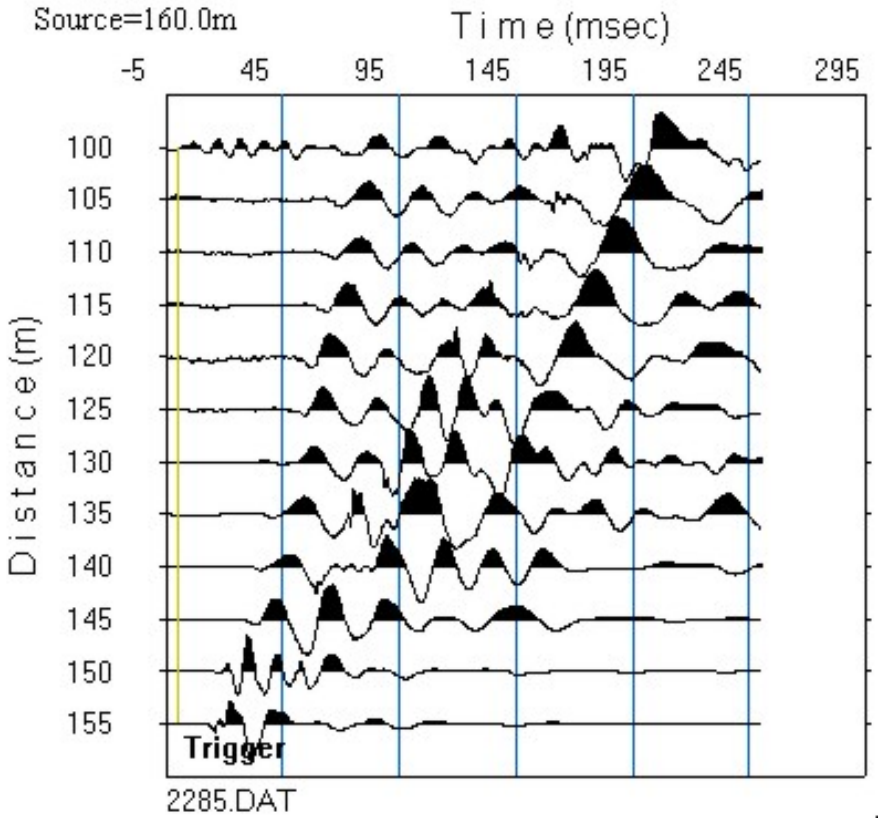

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
195
395
595
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance (m)
Trigger
Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance (m)
Trigger
2280.DAT

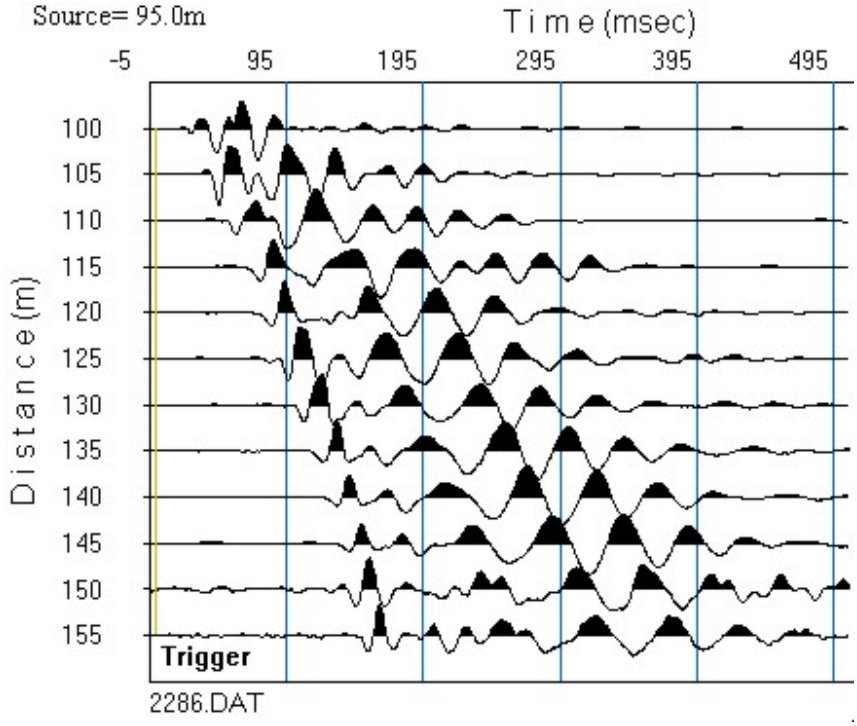

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2281.DAT

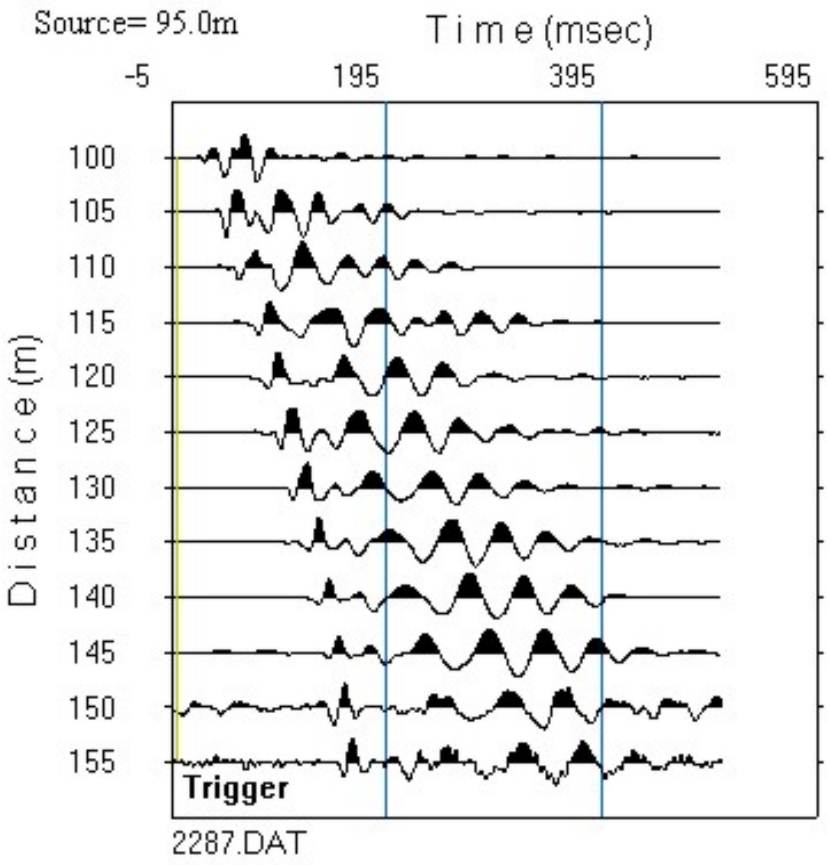

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2282.DAT

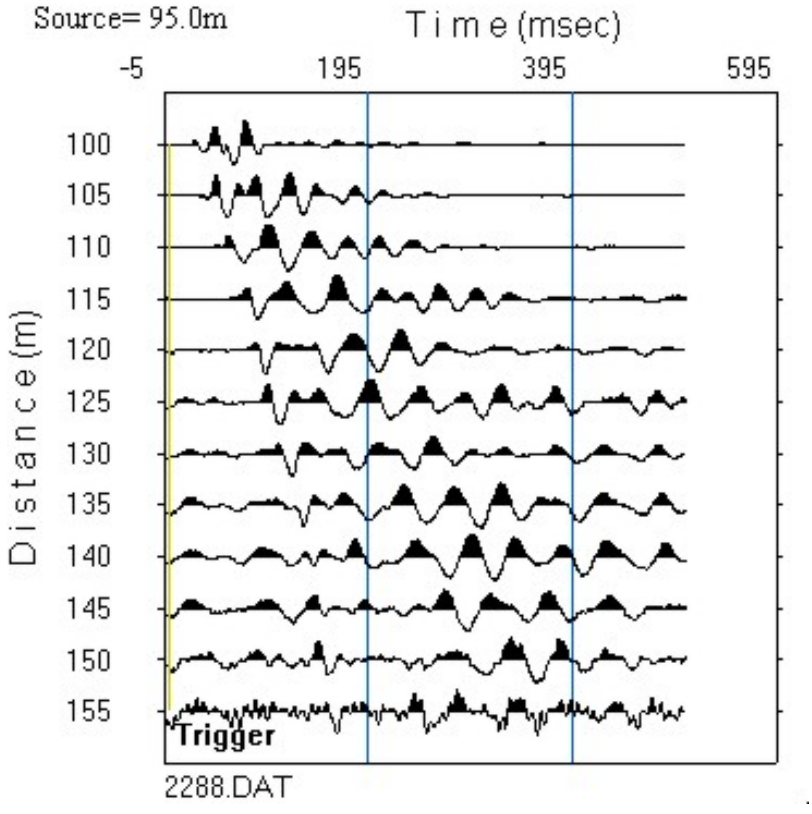

Source=160.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance (m)
Trigger
2283.DAT

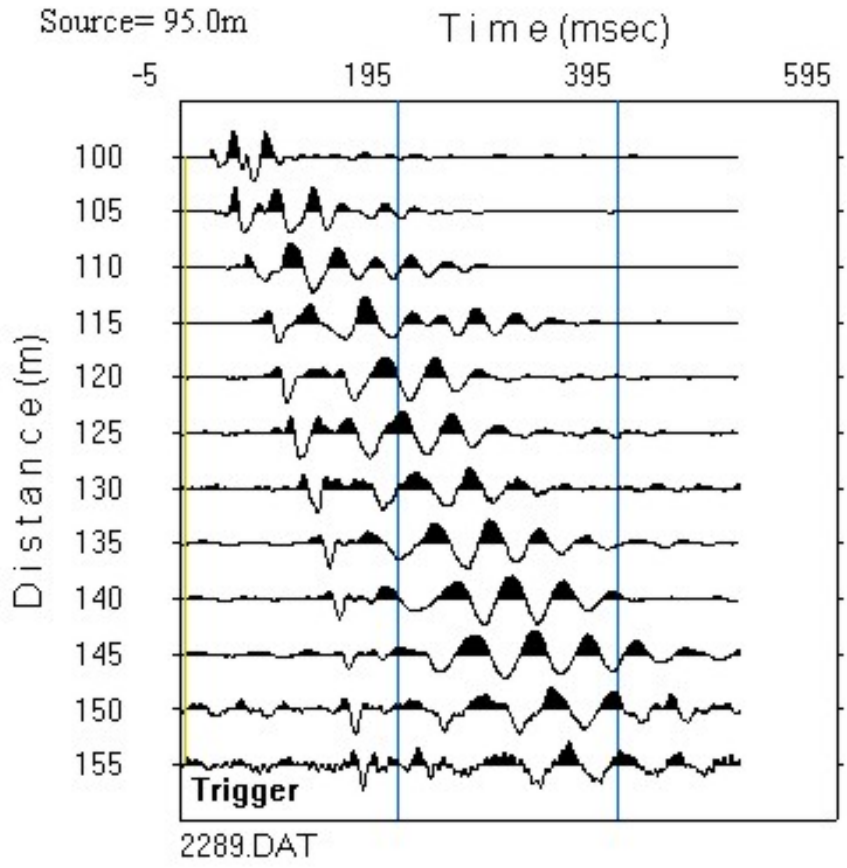

Source=160.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance (m)
Trigger
2284.DAT

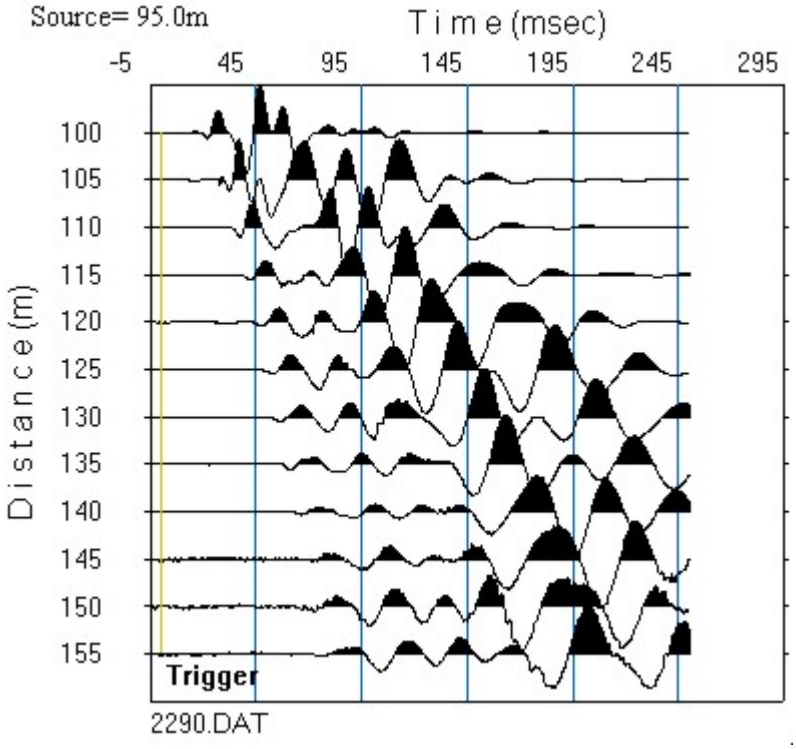

Source=160.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2285.DAT

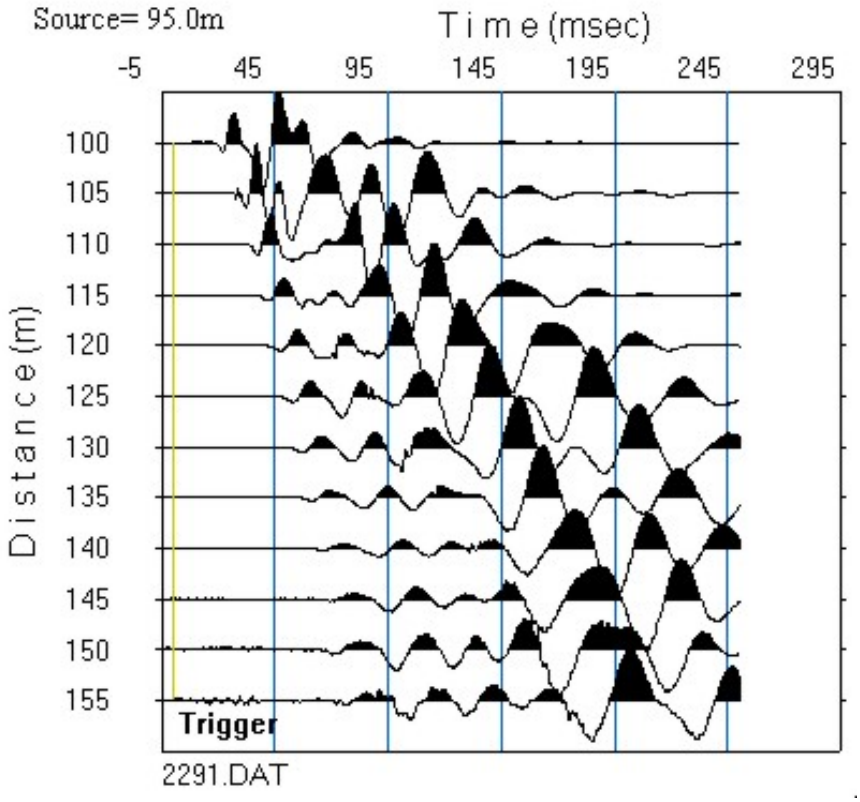

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
95
195
295
395
495
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2286.DAT

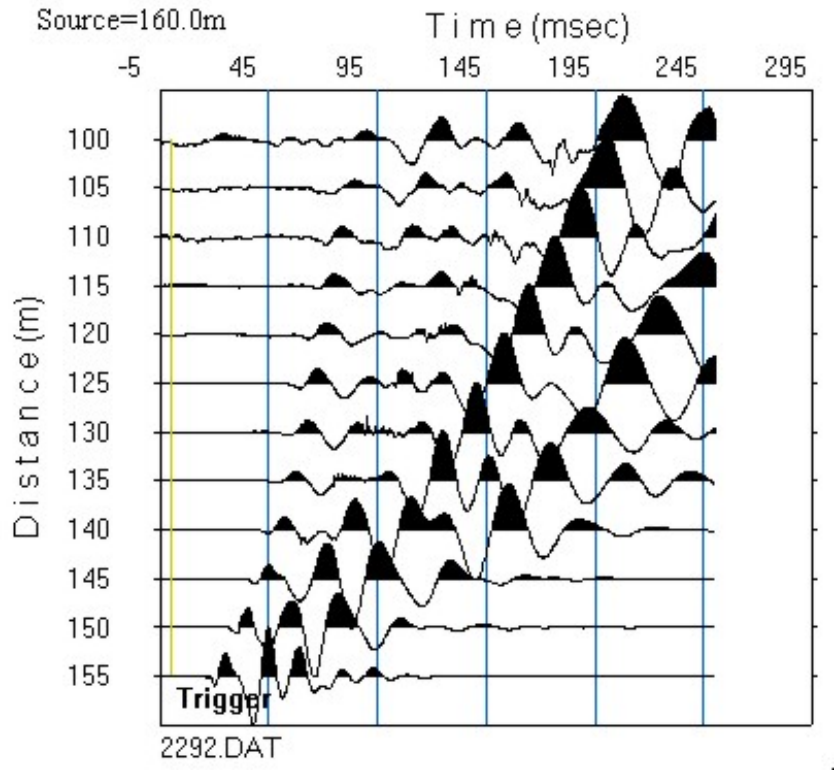

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
195
395
595
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2287.DAT

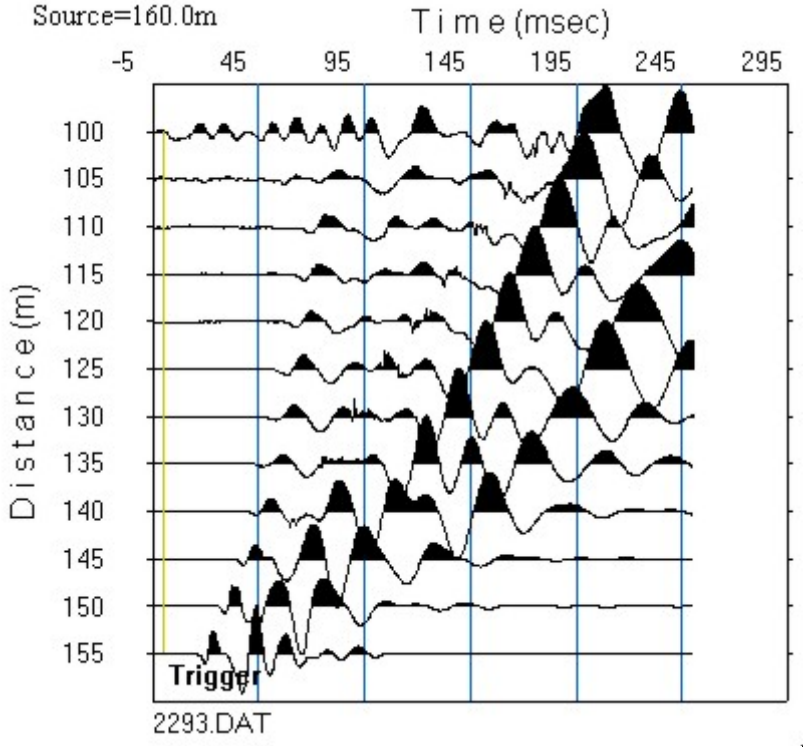

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
195
395
595
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2288.DAT

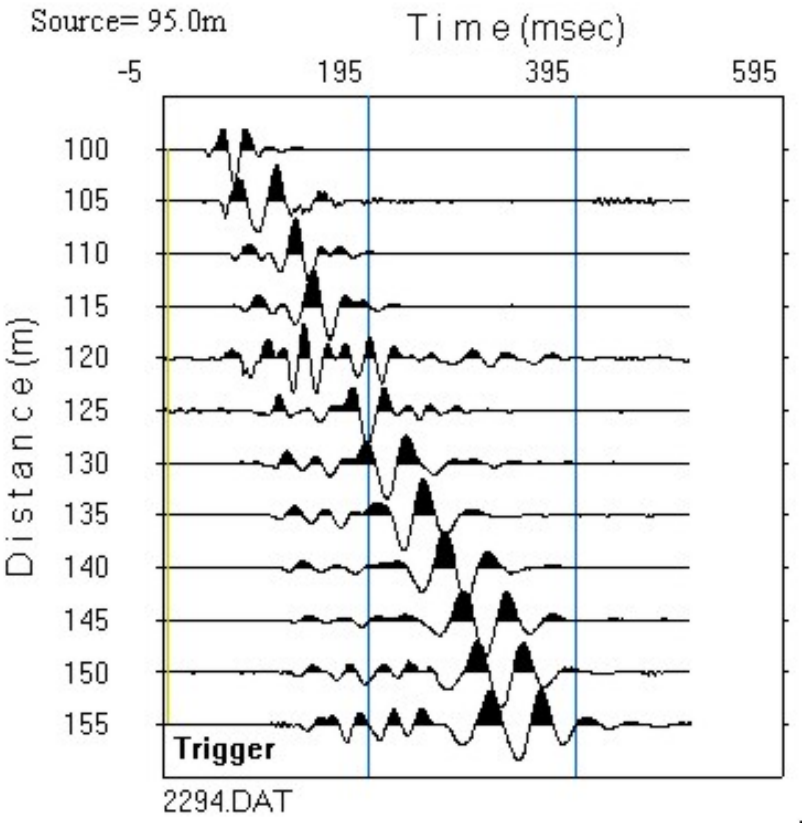

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
195
395
595
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2289.DAT

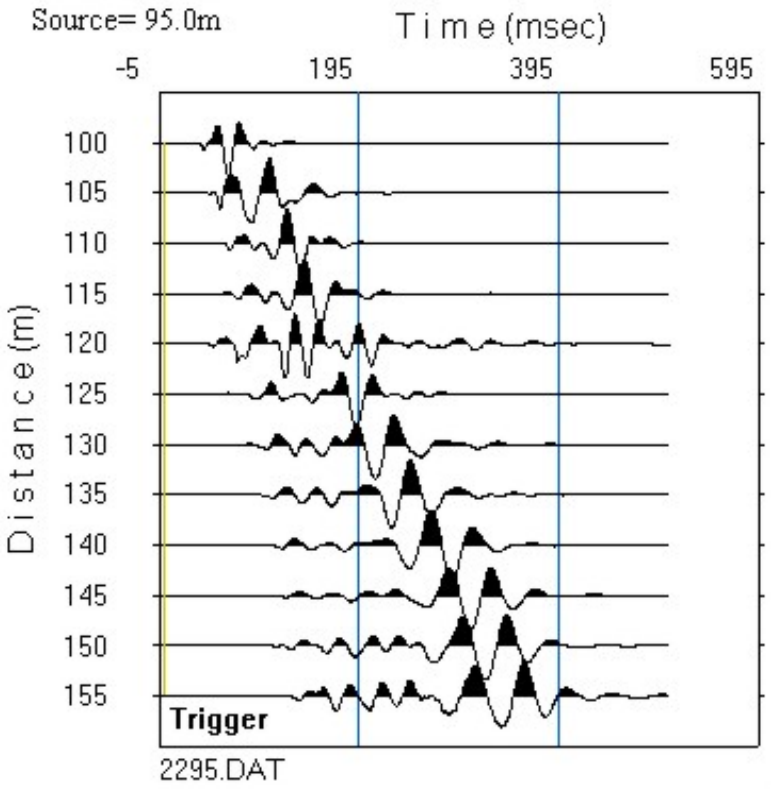

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2290.DAT

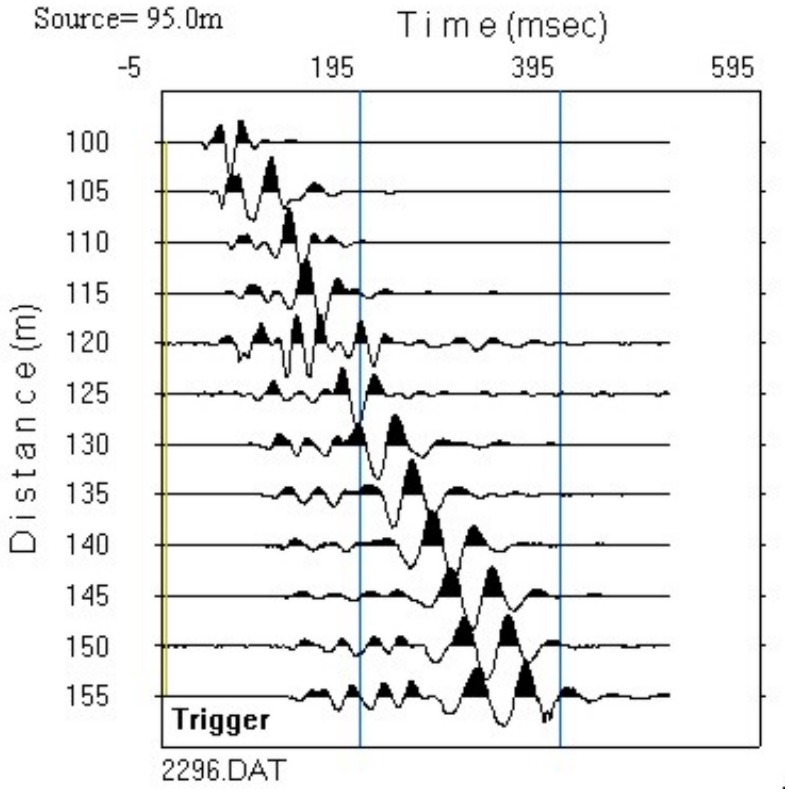

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
Distance(m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2291.DAT

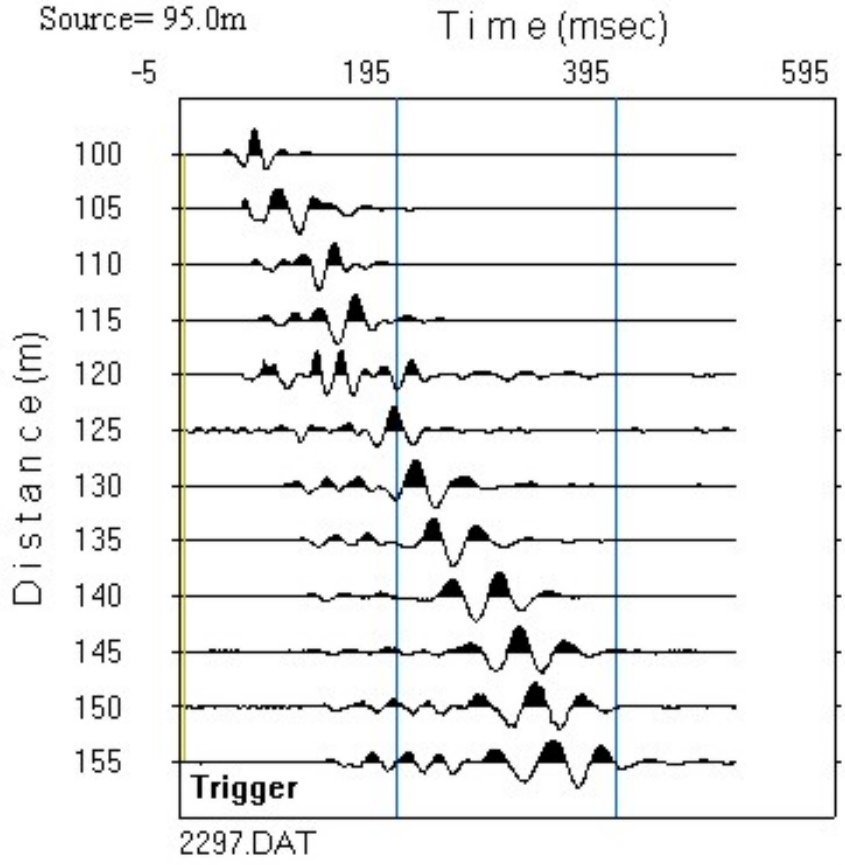

Source=160.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
Distance(m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2292.DAT

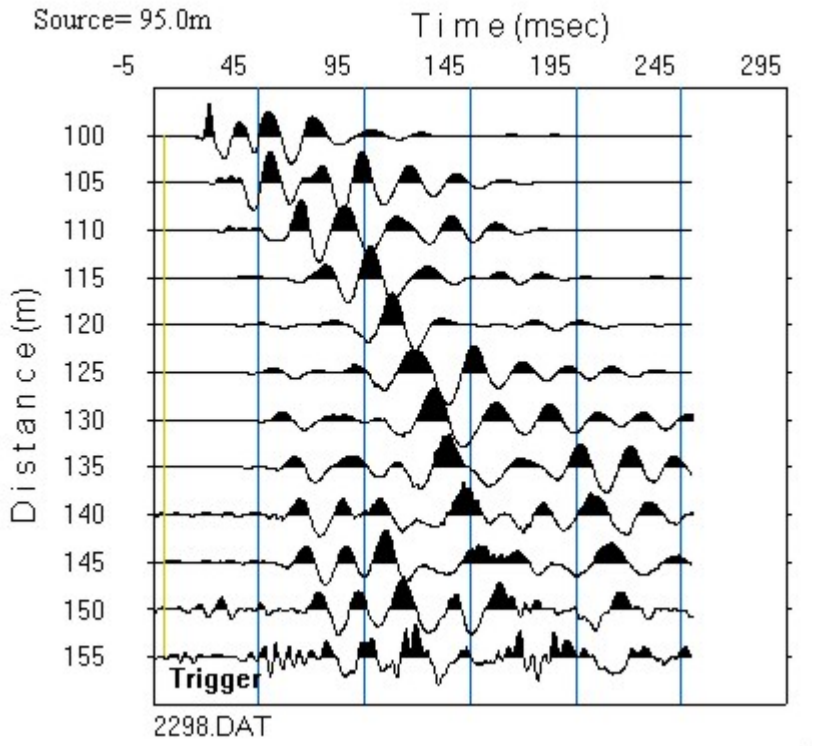

Source=160.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance (m)
Trigger
2293.DAT

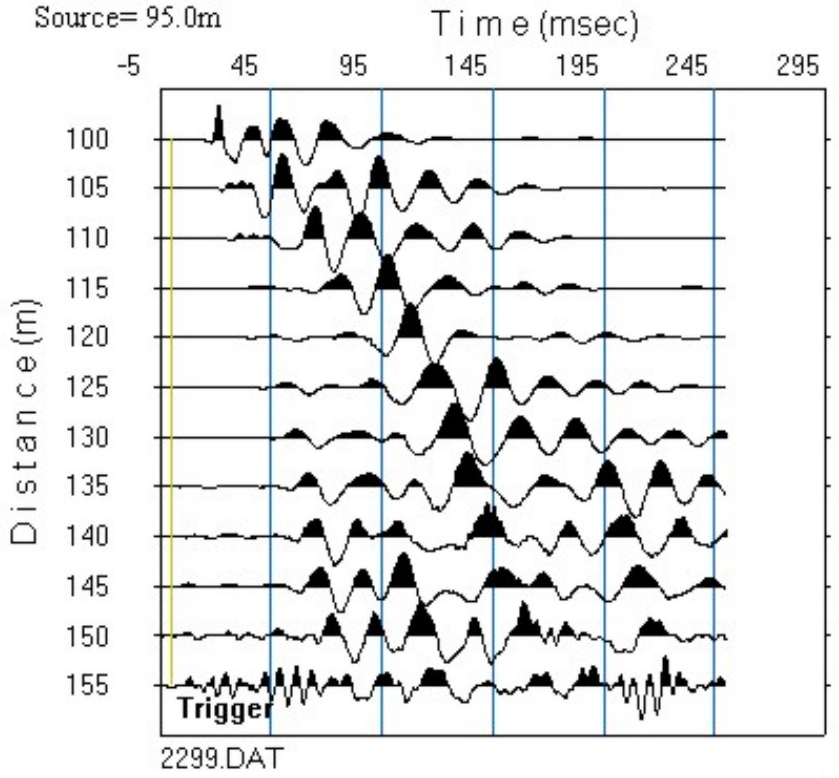

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
195
395
595
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance (m)
Trigger
2294.DAT

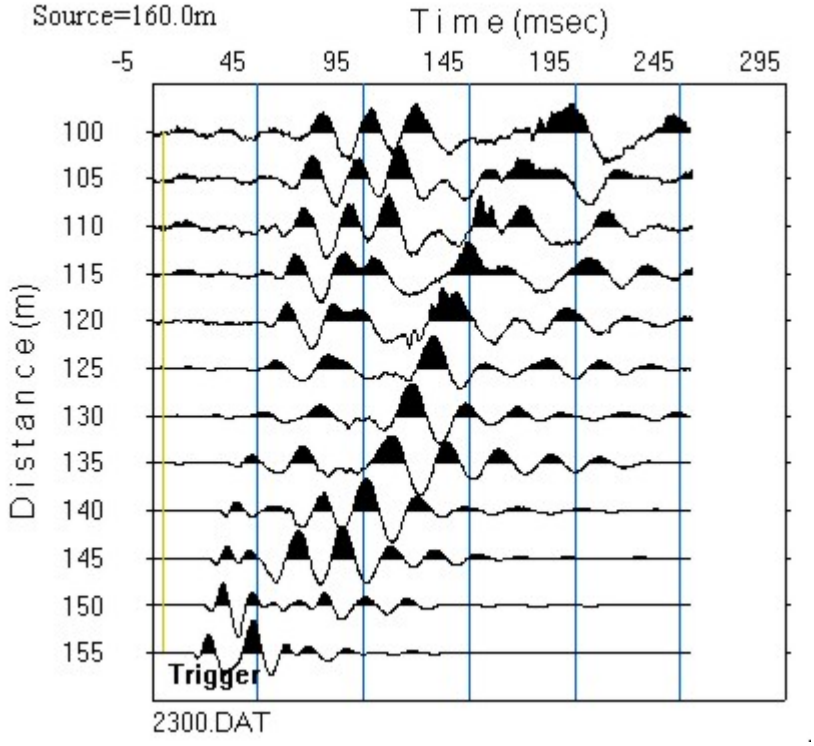

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
195
395
595
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance (m)
Trigger
2295.DAT

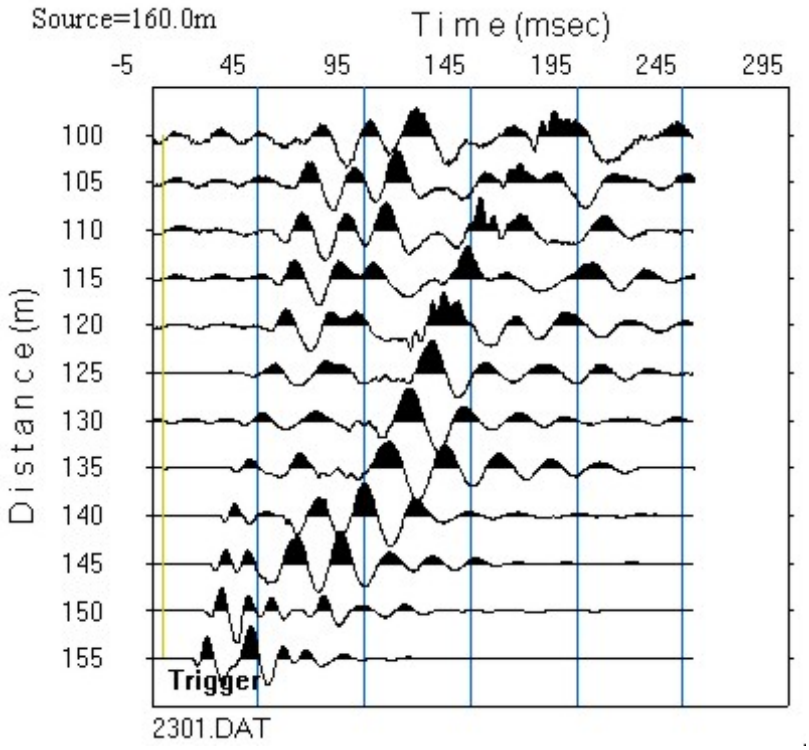

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
195
395
595
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance (m)
Trigger
2296.DAT

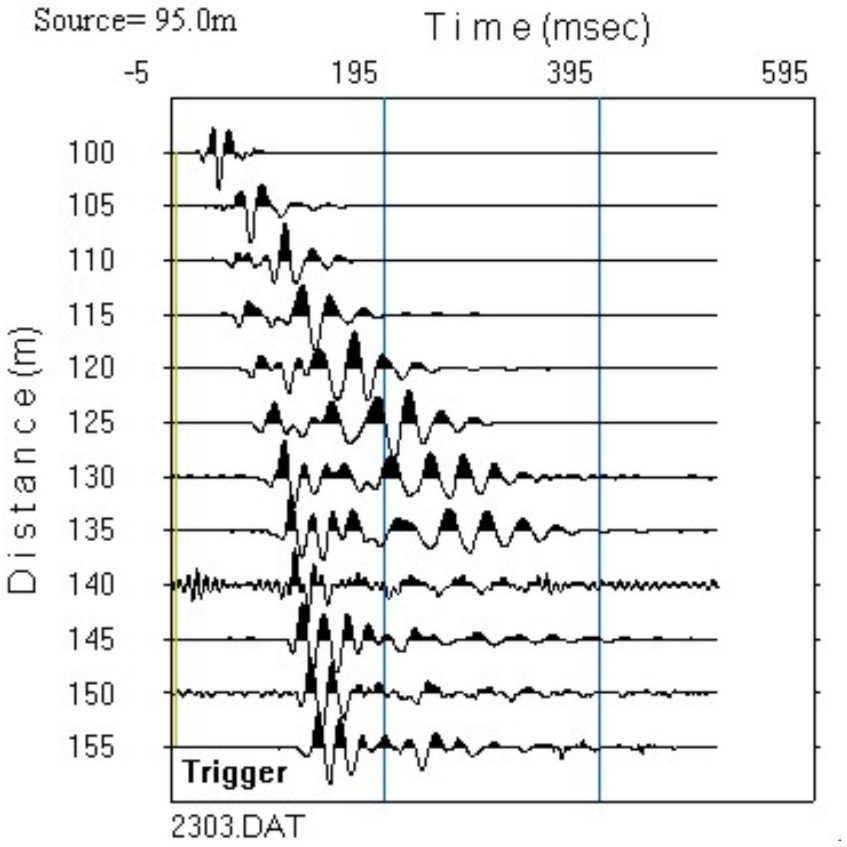

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
195
395
595
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance(m)
Trigger
2297.DAT

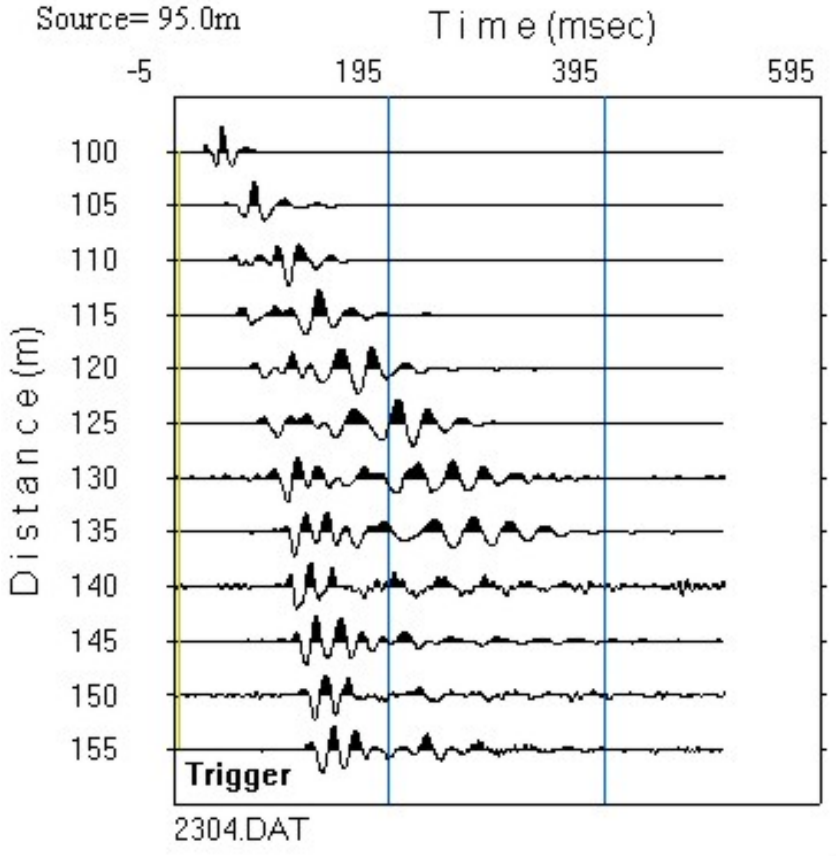

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance(m)
Trigger
2298.DAT

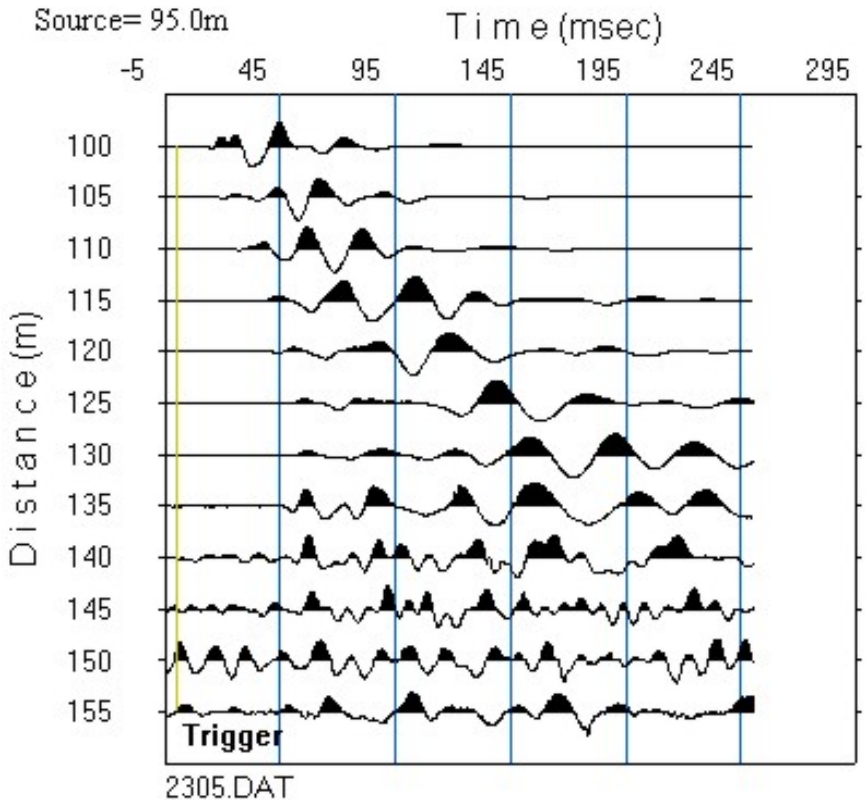

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance(m)
Trigger
2299.DAT

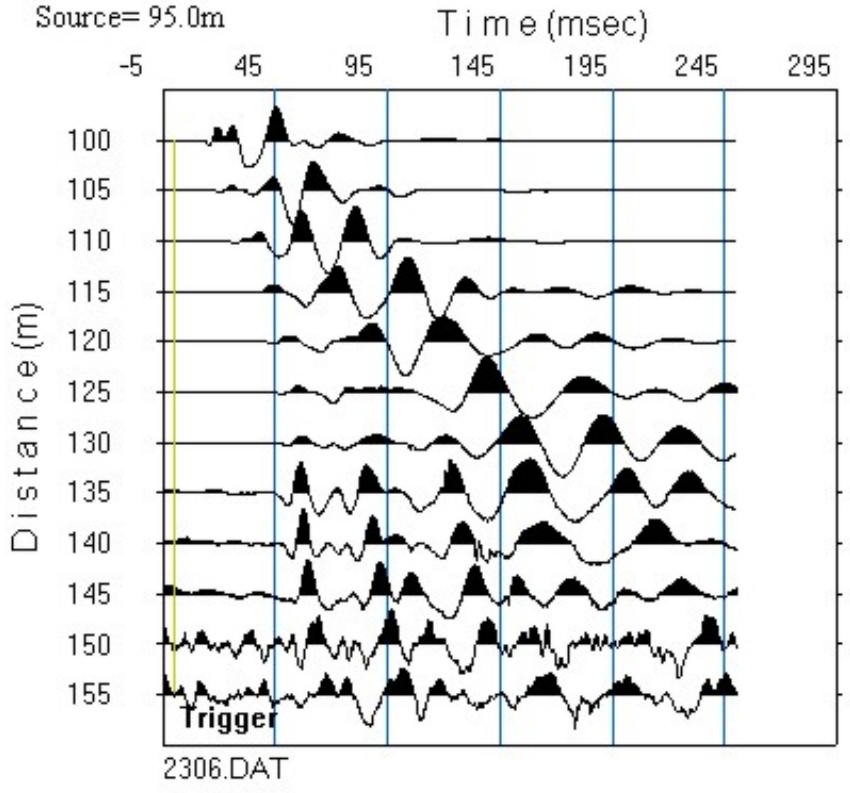

Source=160.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance(m)
Trigger
2300.DAT

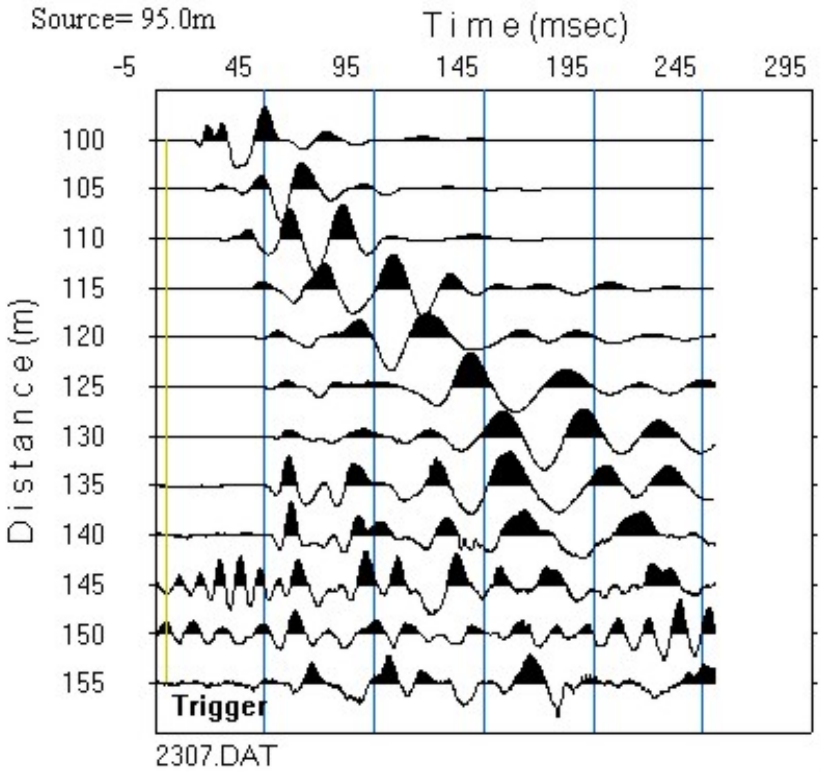

Source=160.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2301.DAT

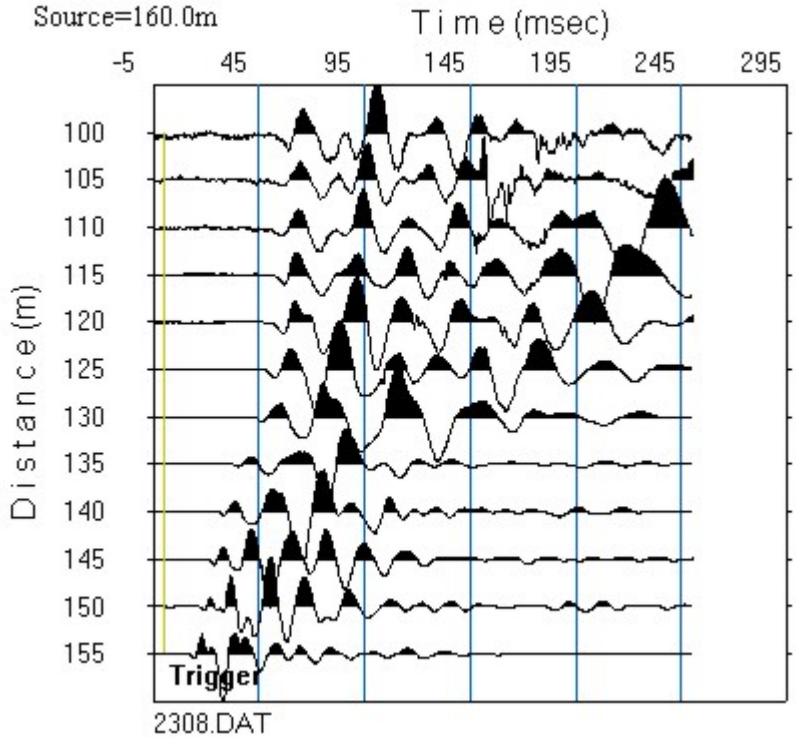

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
195
395
595
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2303.DAT

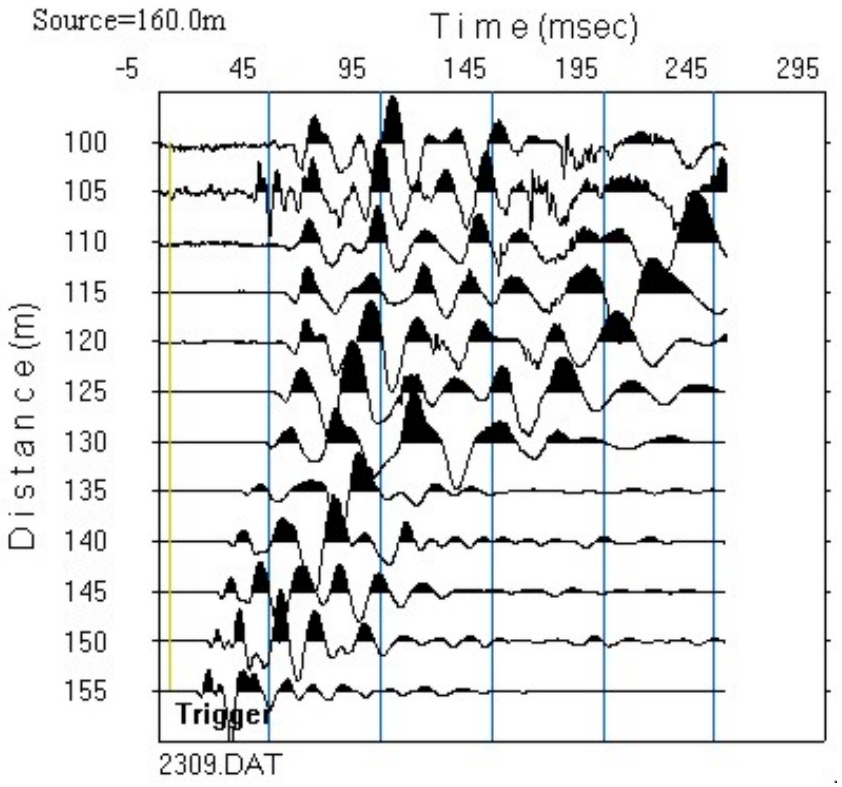

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
195
395
595
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2304.DAT

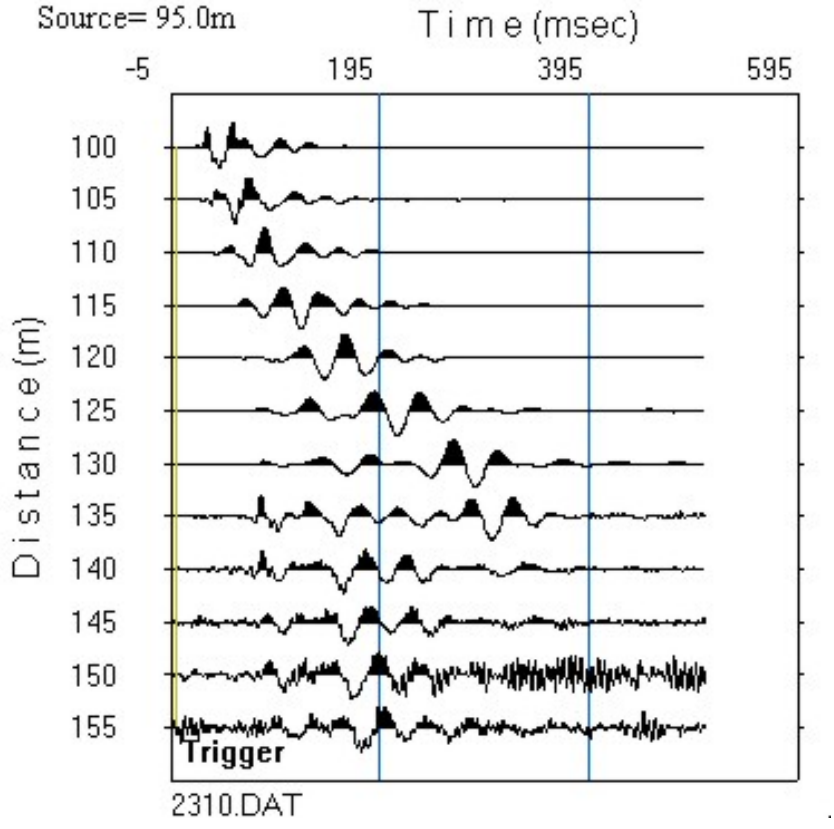

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
Distance(m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2305.DAT

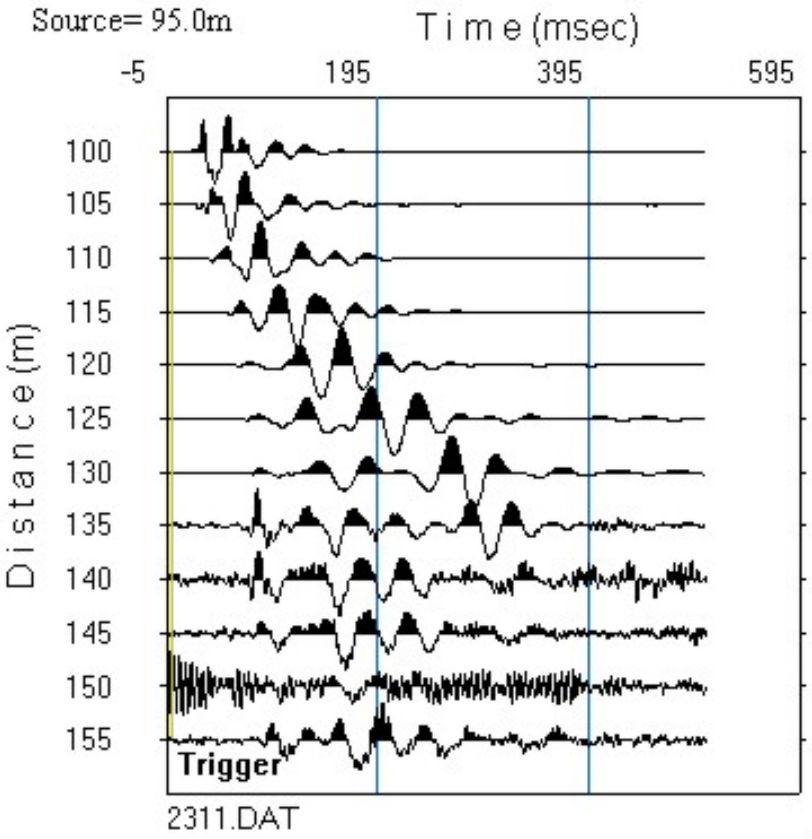

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
Distance(m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2306.DAT

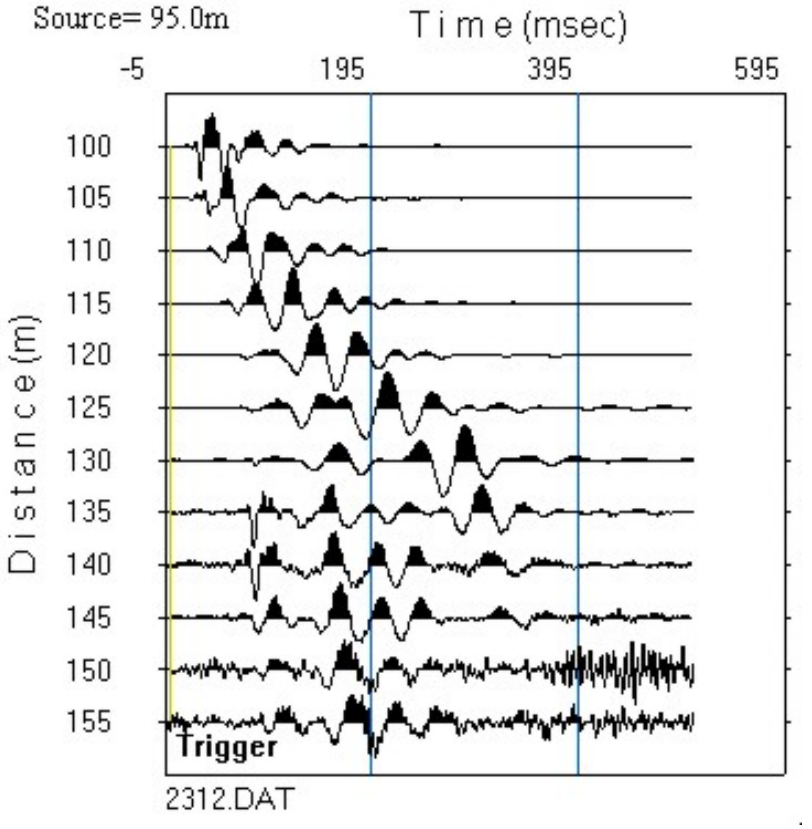

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2307.DAT

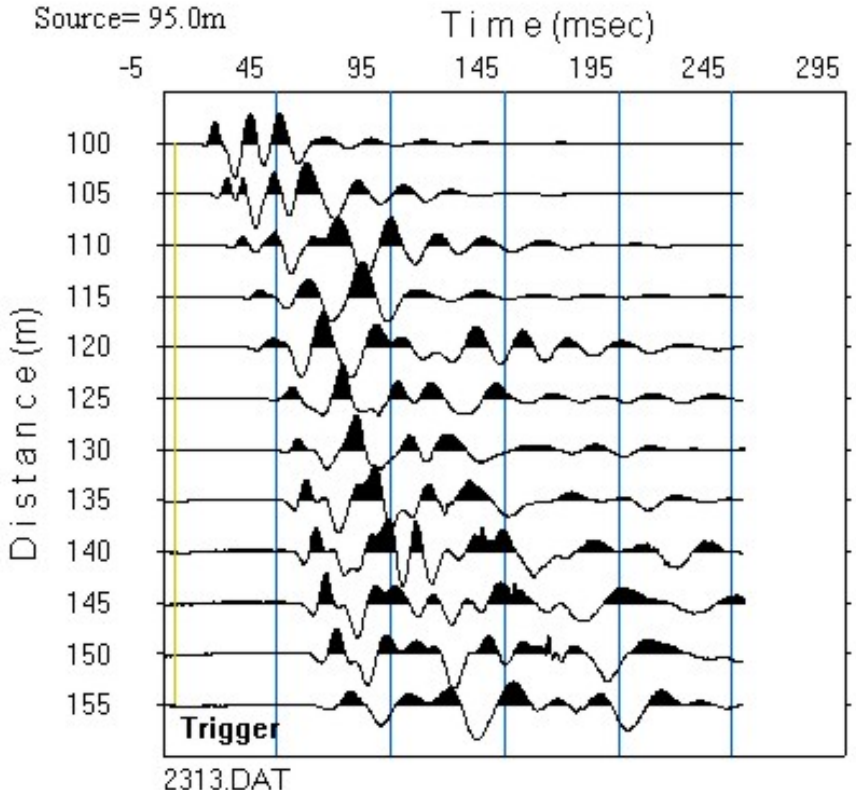

Source=160.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2308.DAT

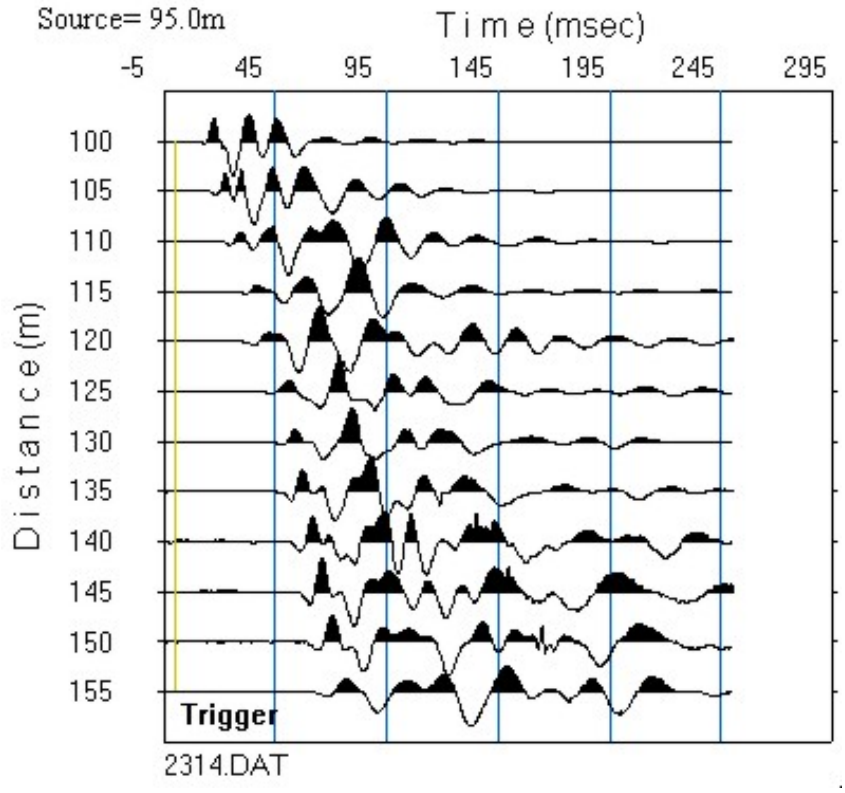

Source=160.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2309.DAT

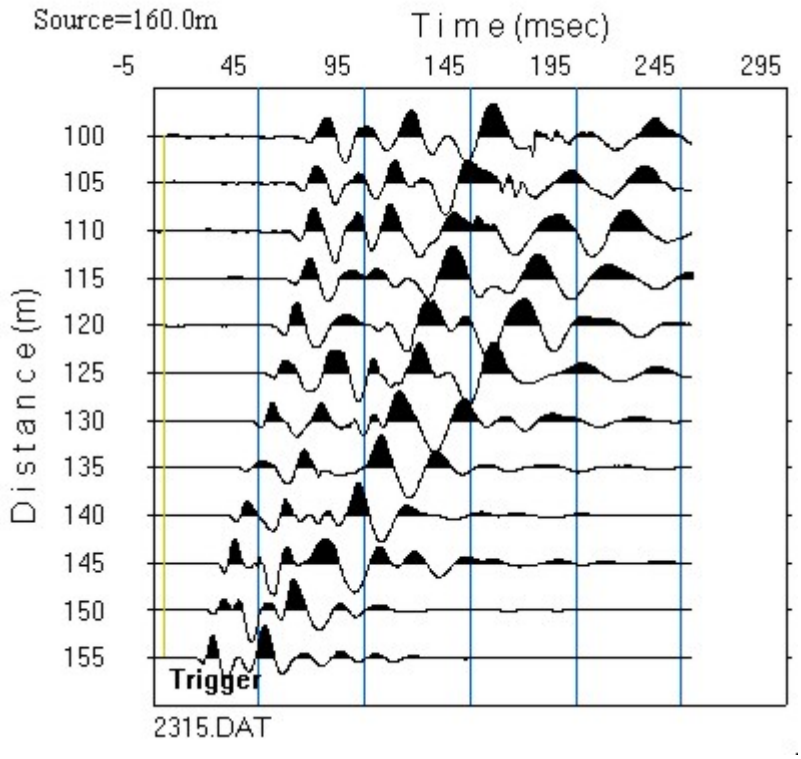

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
195
395
595
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2310.DAT

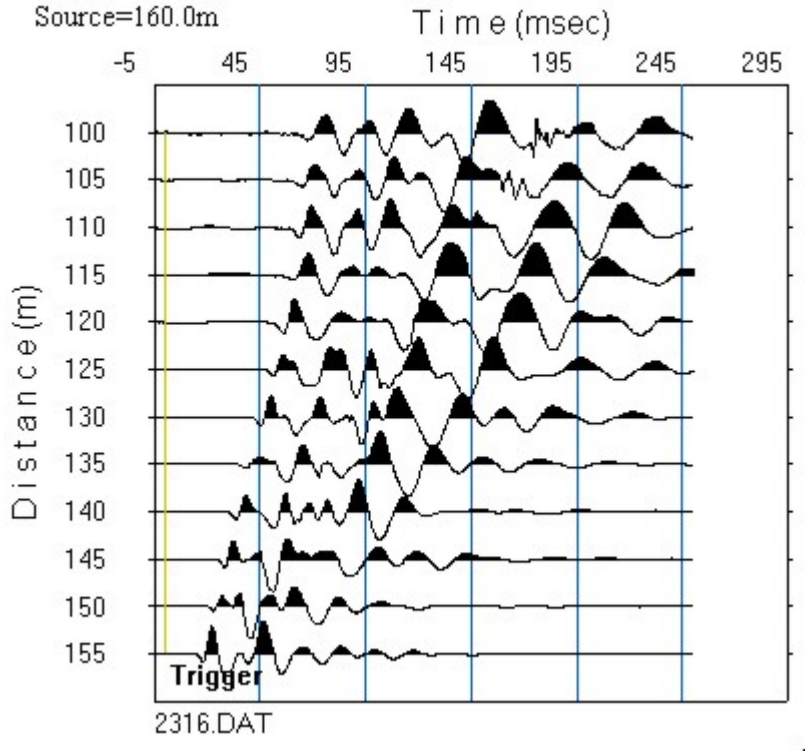

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
195
395
595
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance (m)
Trigger
2311.DAT

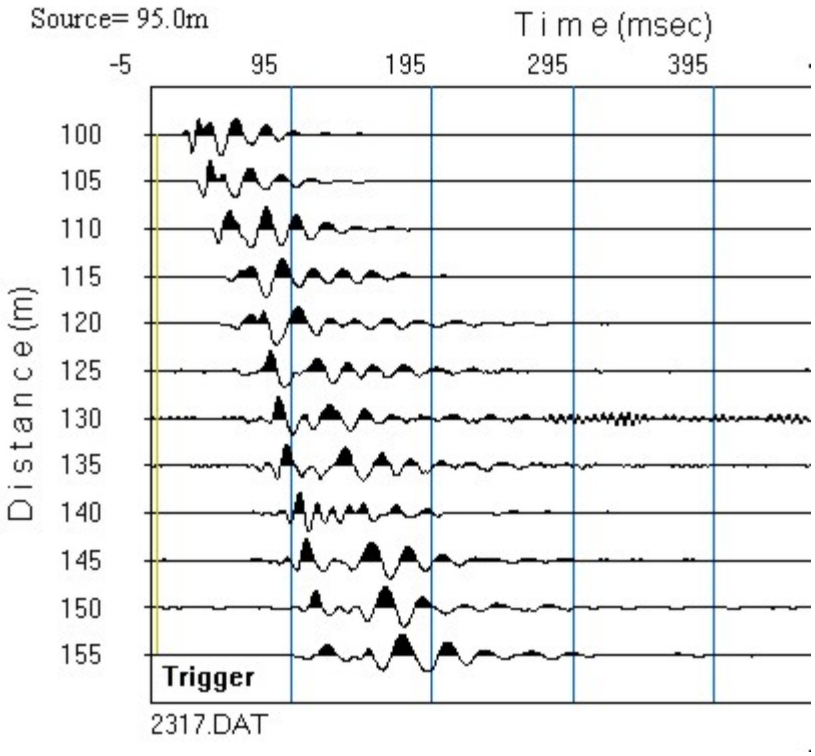

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
195
395
595
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance (m)
Trigger
2312.DAT

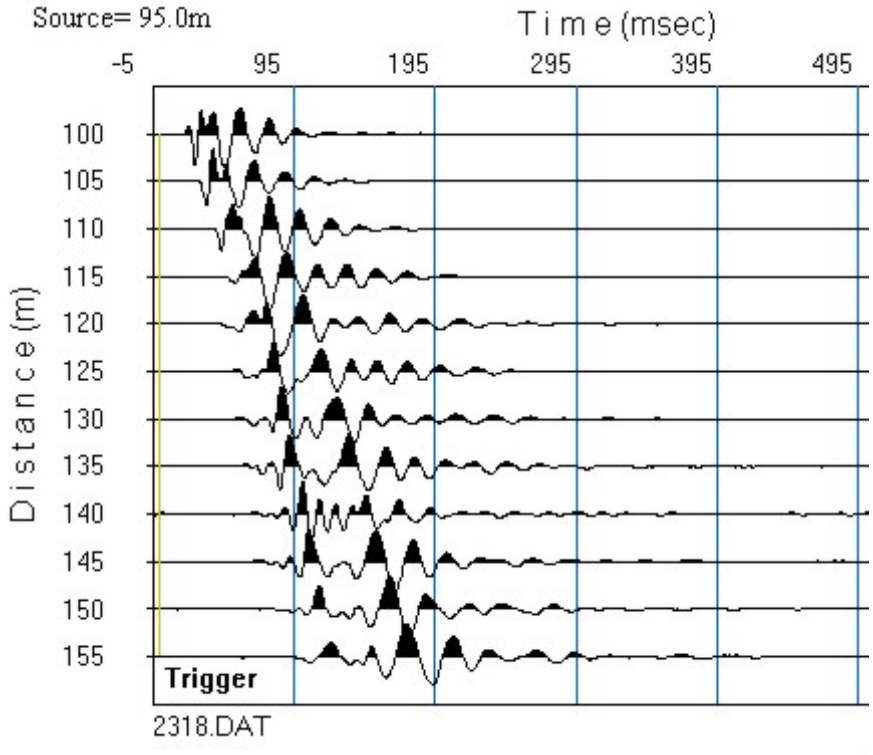

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2313.DAT

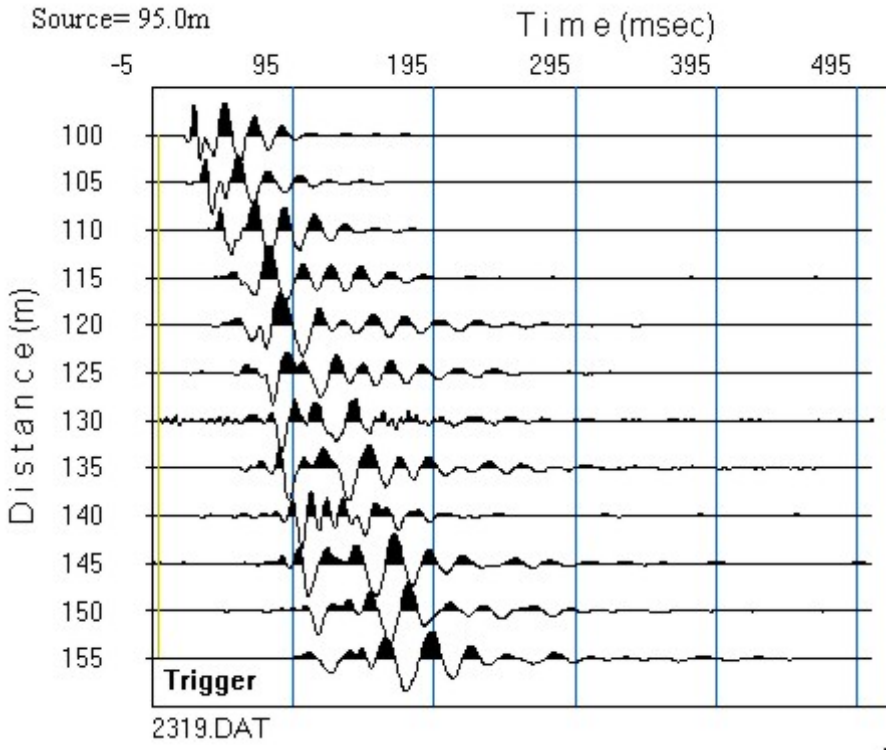

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2314.DAT

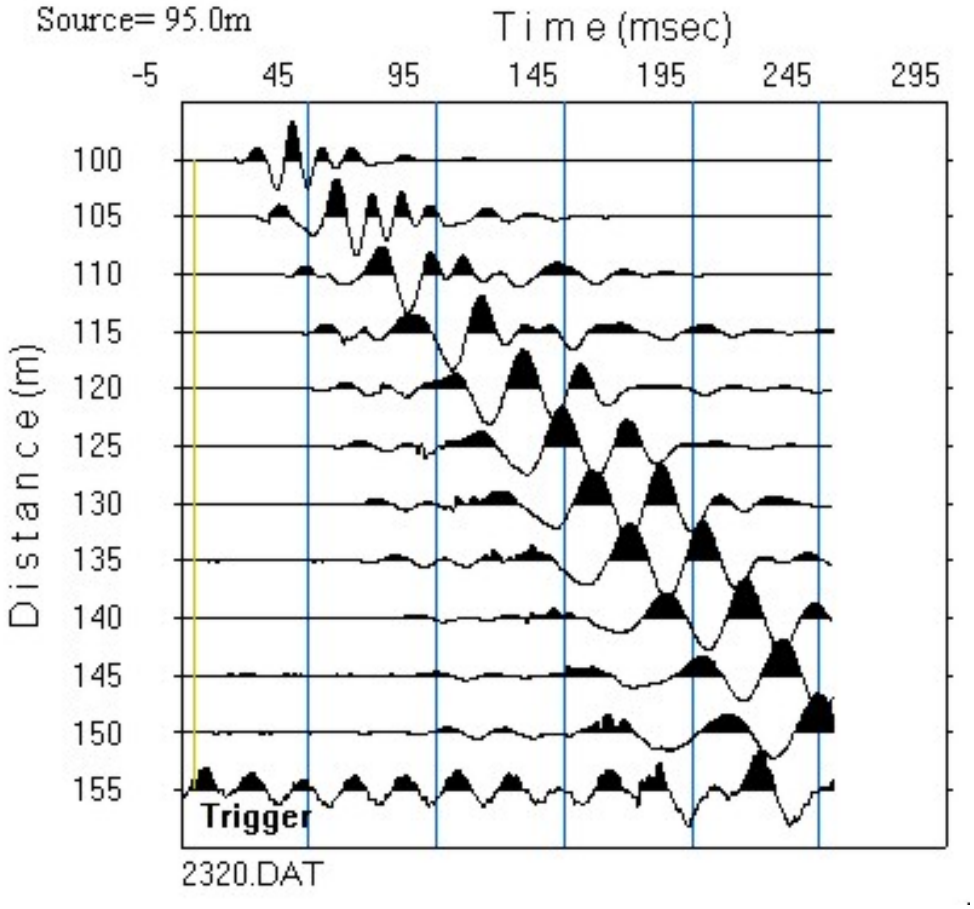

Source=160.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
Distance(m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2315.DAT

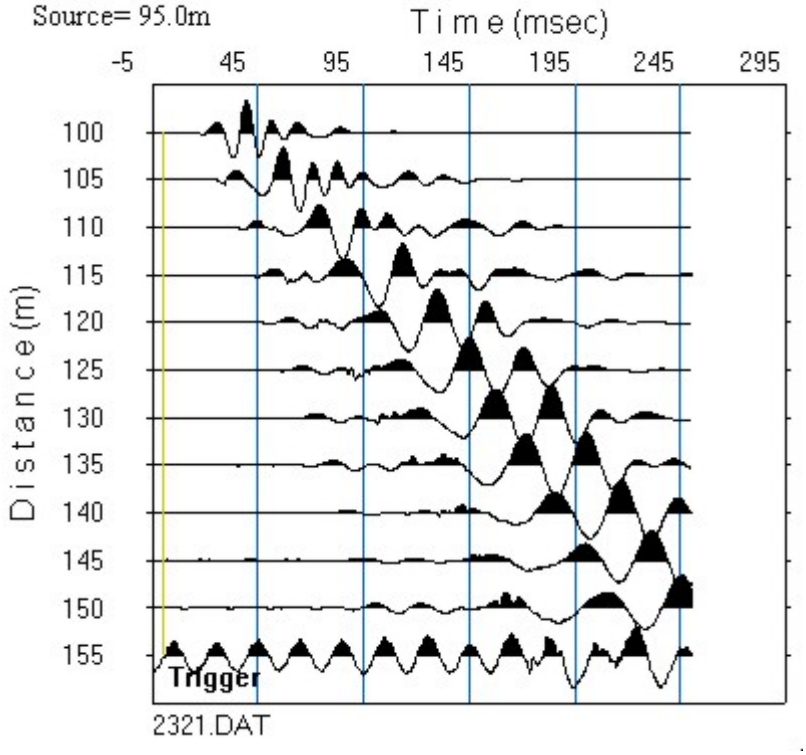

Source=160.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
Distance(m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2316.DAT

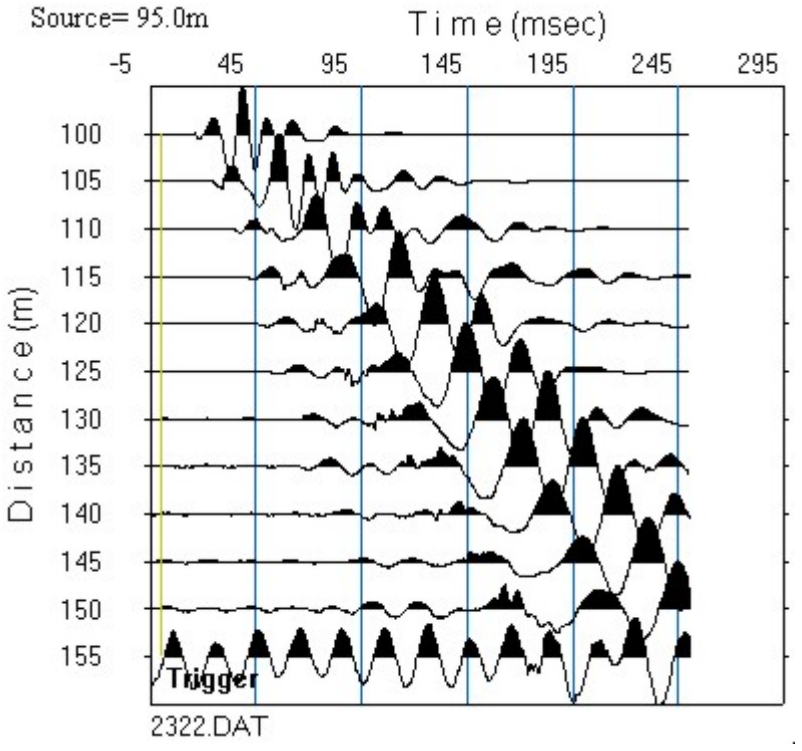

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
95
195
295
395
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2317.DAT

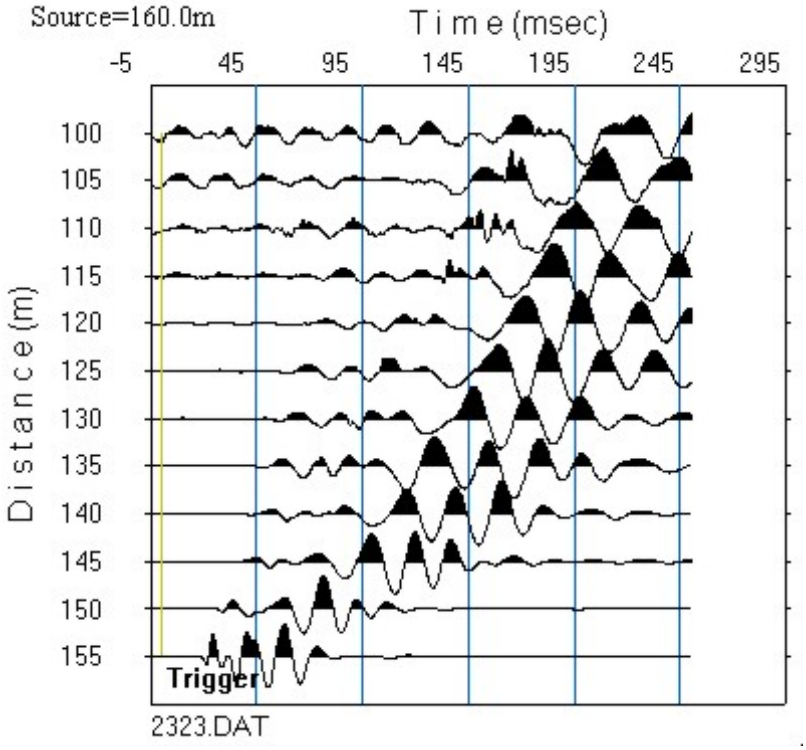

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
95
195
295
395
495
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2318.DAT

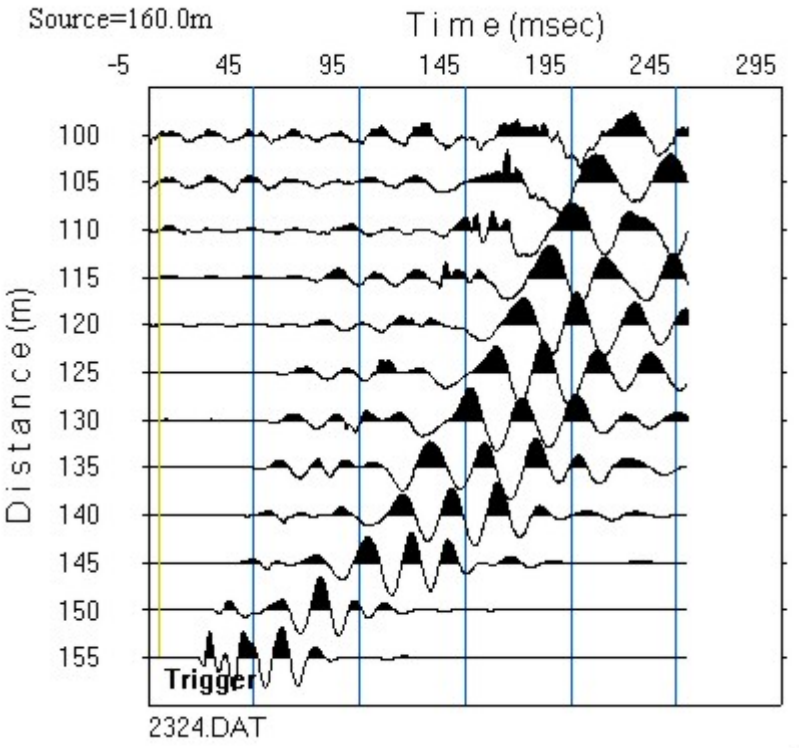

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
95
195
295
395
495
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2319.DAT

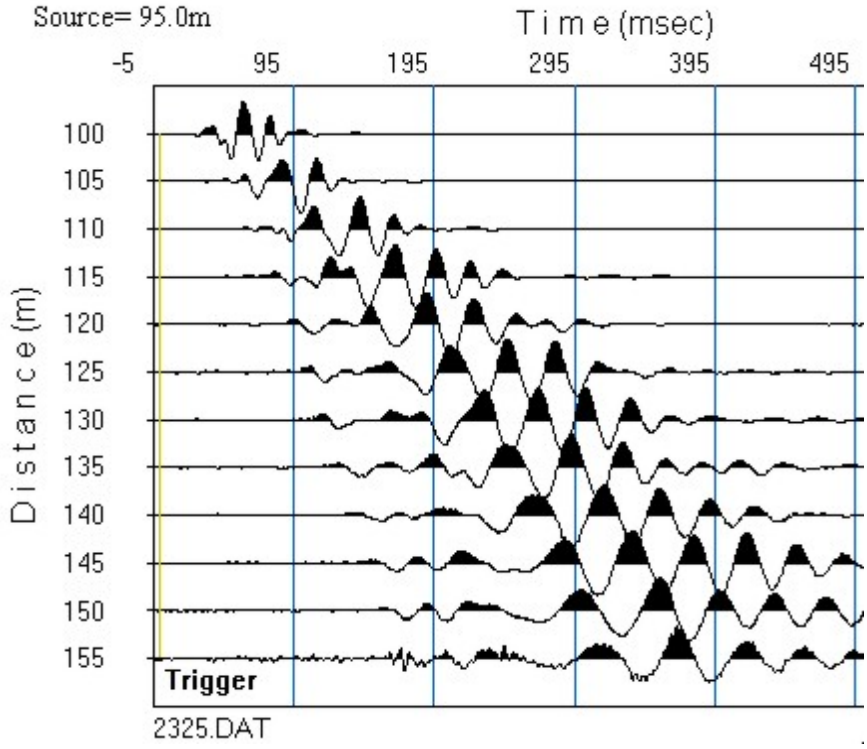

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2320.DAT

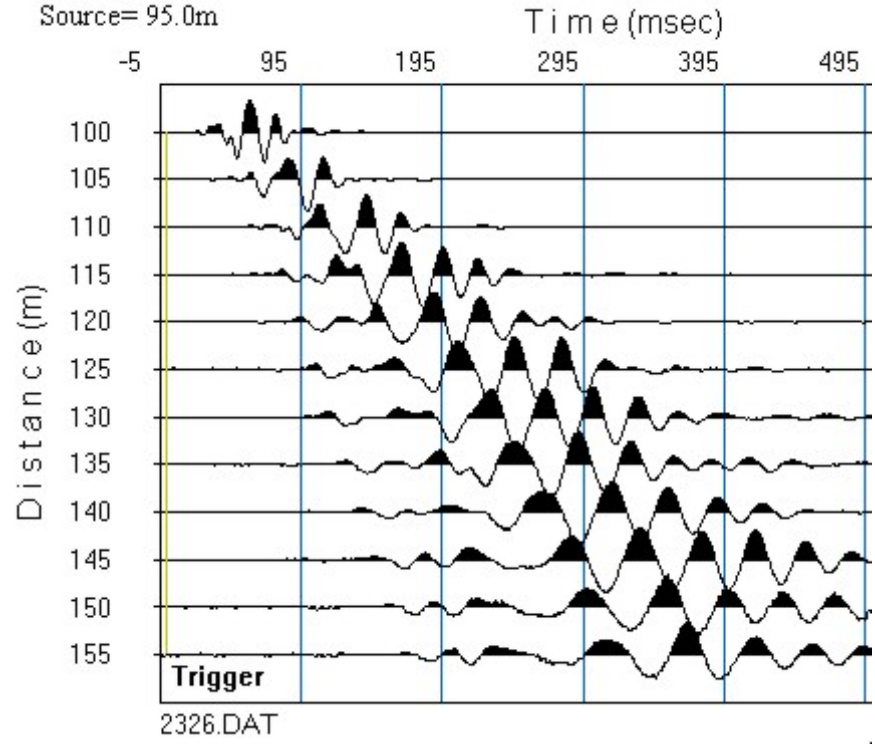

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2321.DAT

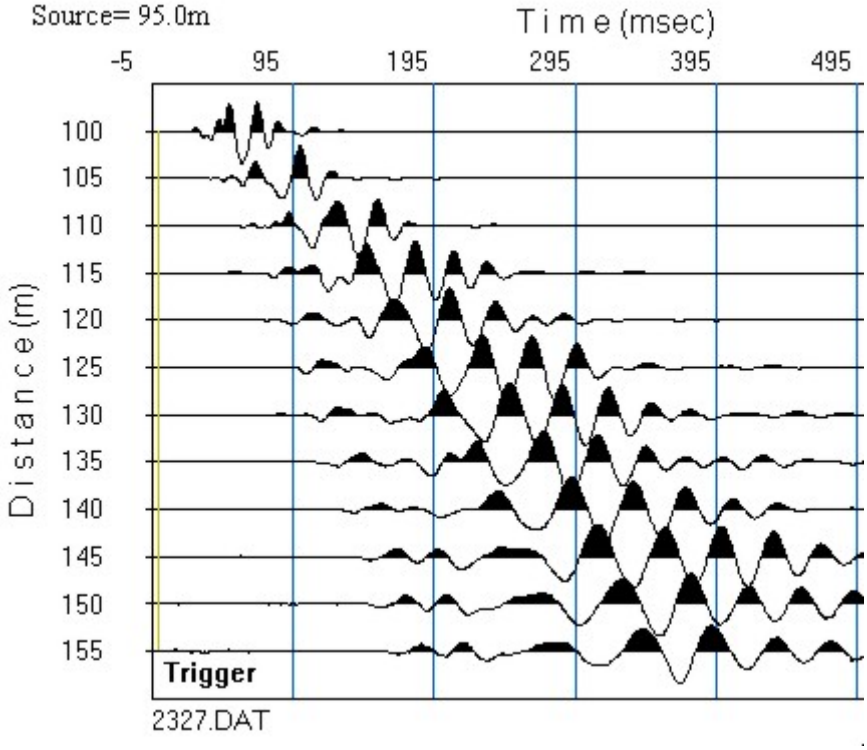

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2322.DAT

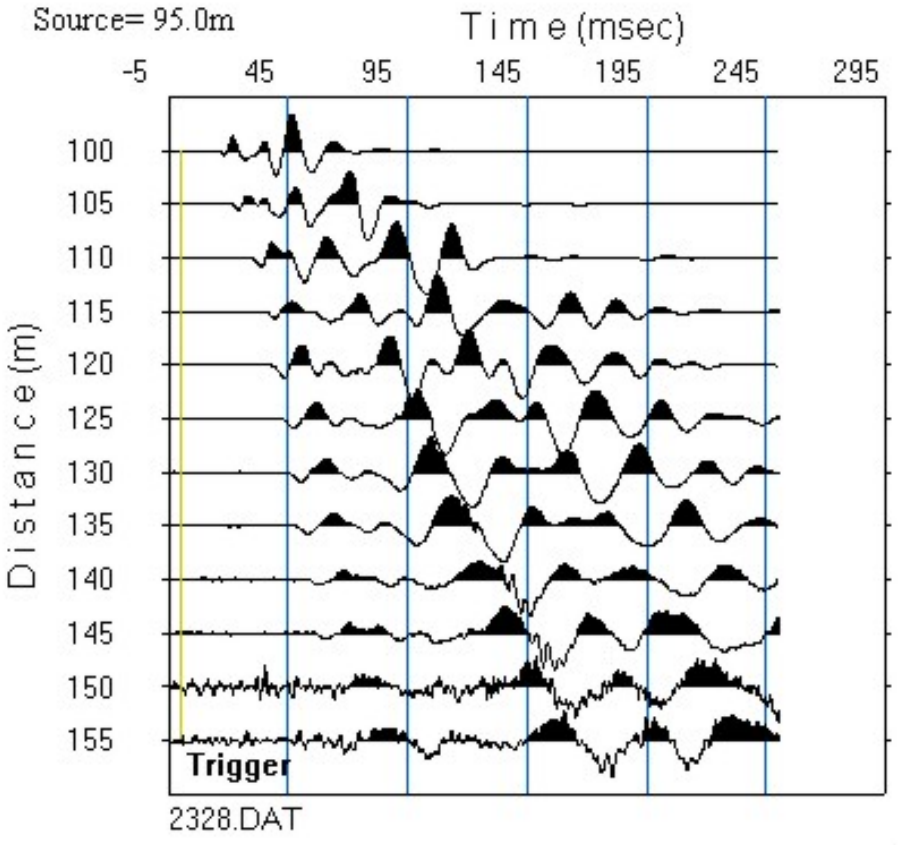

Source=160.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2323.DAT

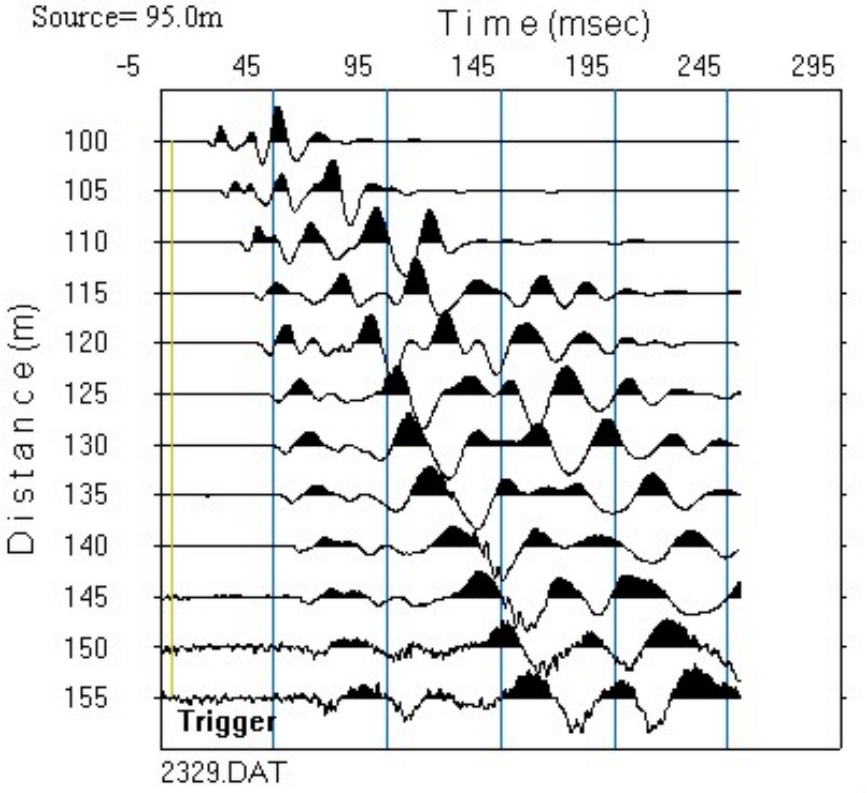

Source=160.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2324.DAT

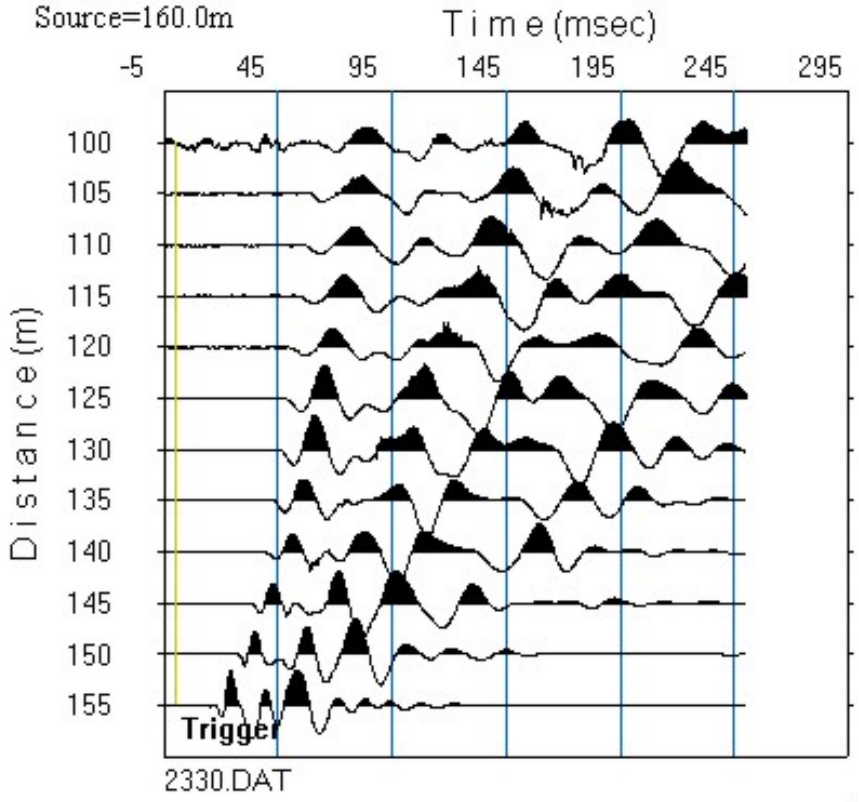

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
95
195
295
395
495
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance (m)
Trigger
2325.DAT

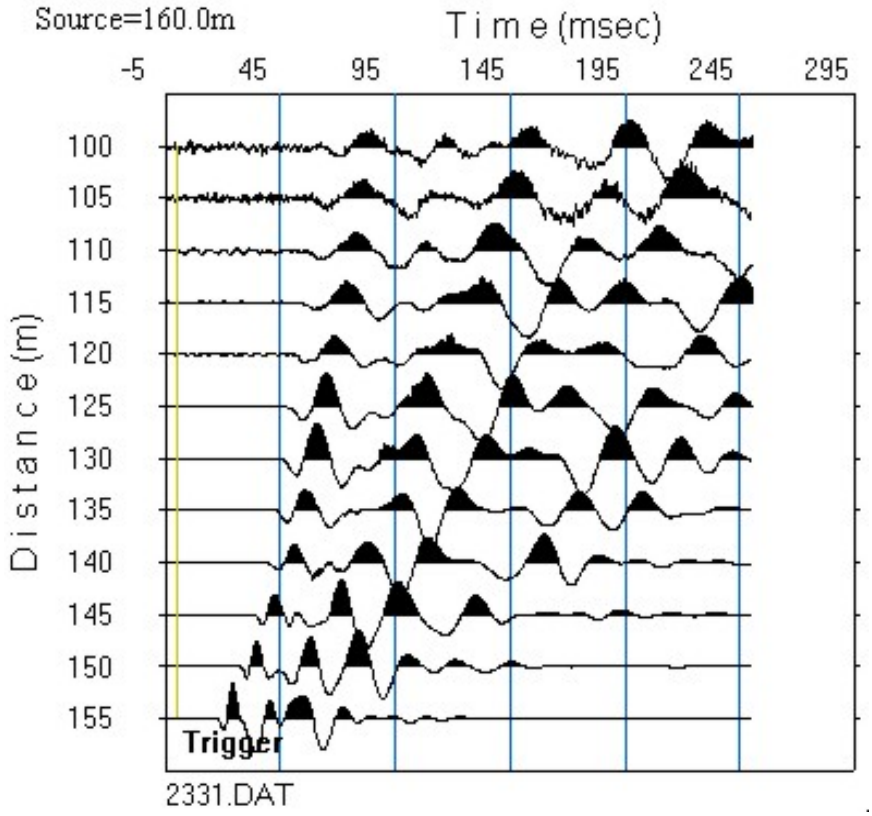

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
95
195
295
395
495
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance (m)
Trigger
2326.DAT

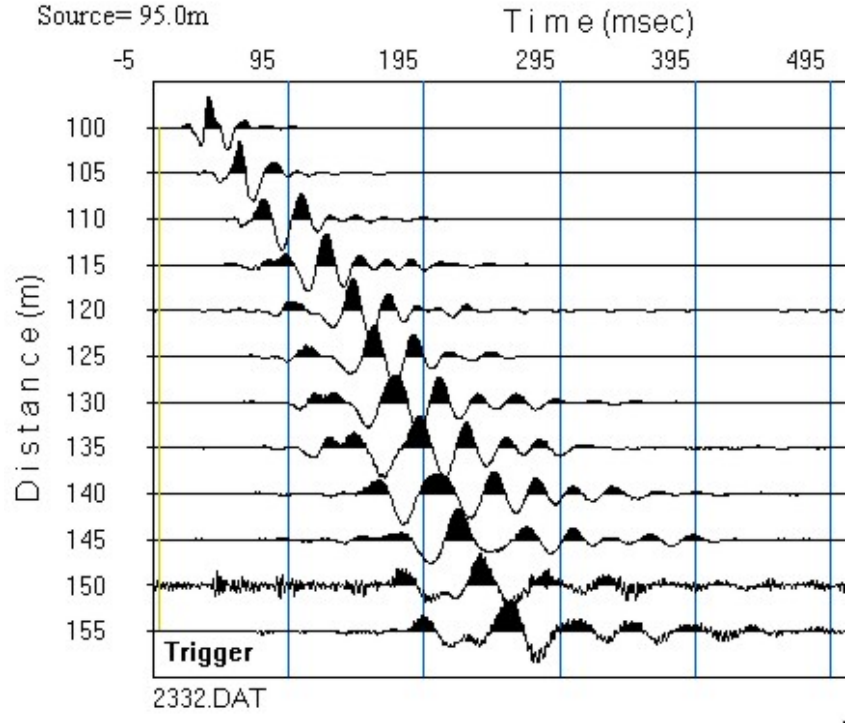

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
95
195
295
395
495
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance (m)
Trigger
2327.DAT

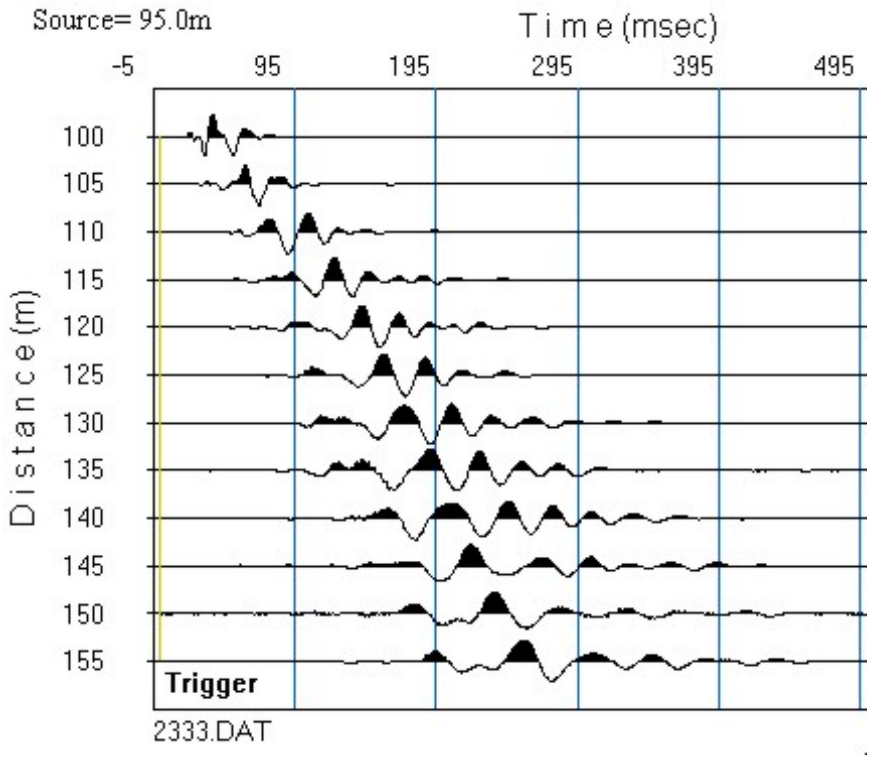

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance (m)
Trigger
2328.DAT

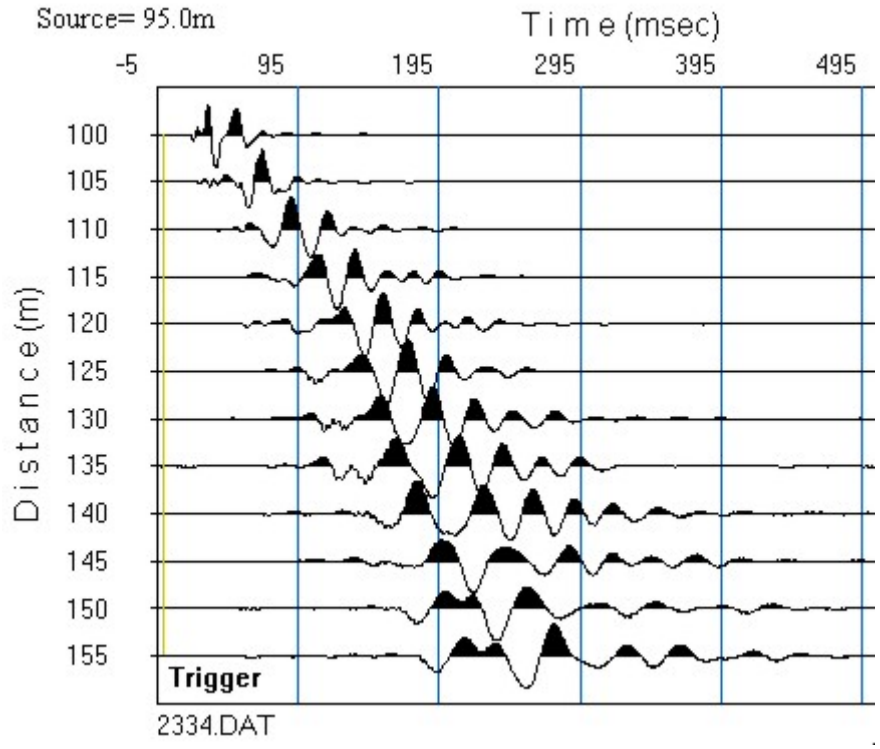

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance(m)
Trigger
2329.DAT

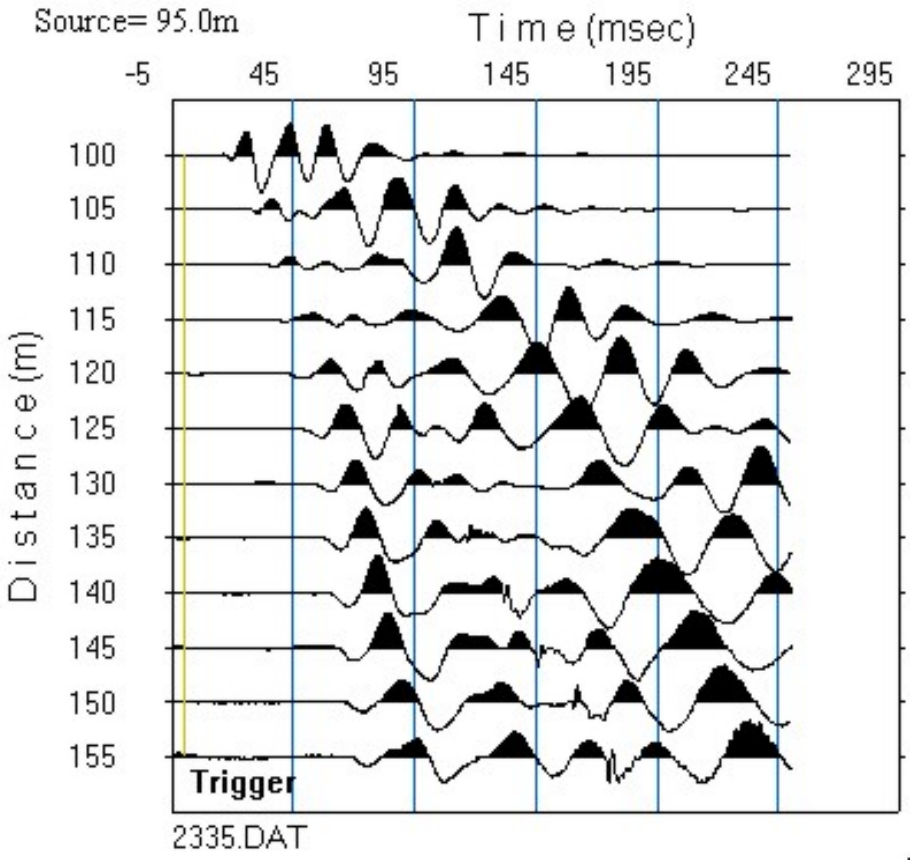

Source=160.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance(m)
Trigger
2330.DAT

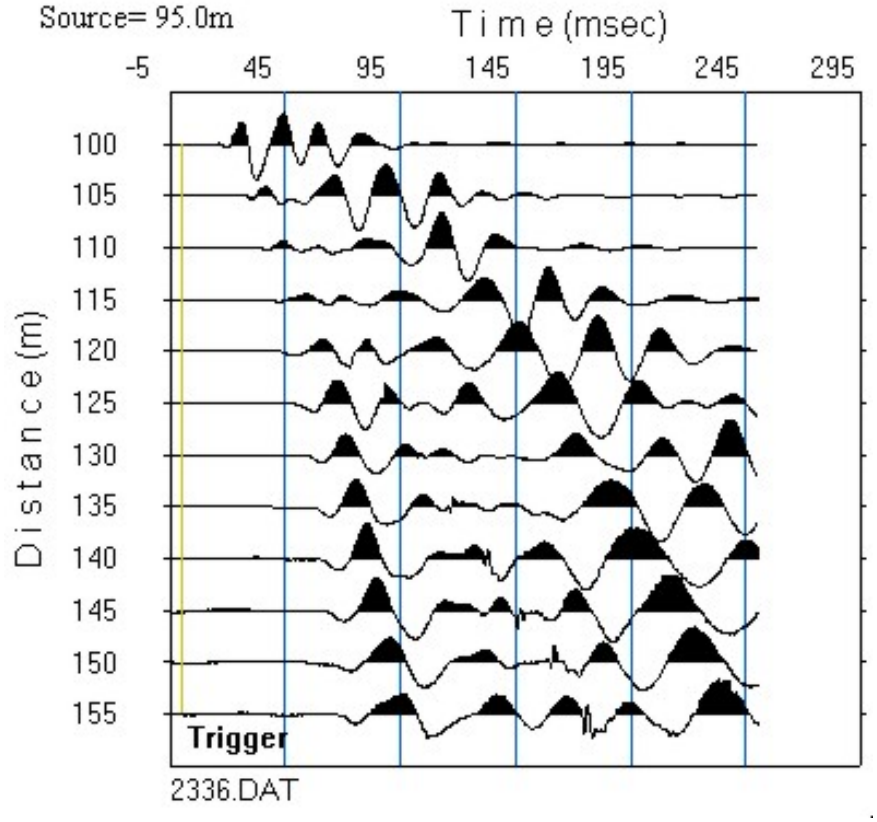

Source=160.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2331.DAT

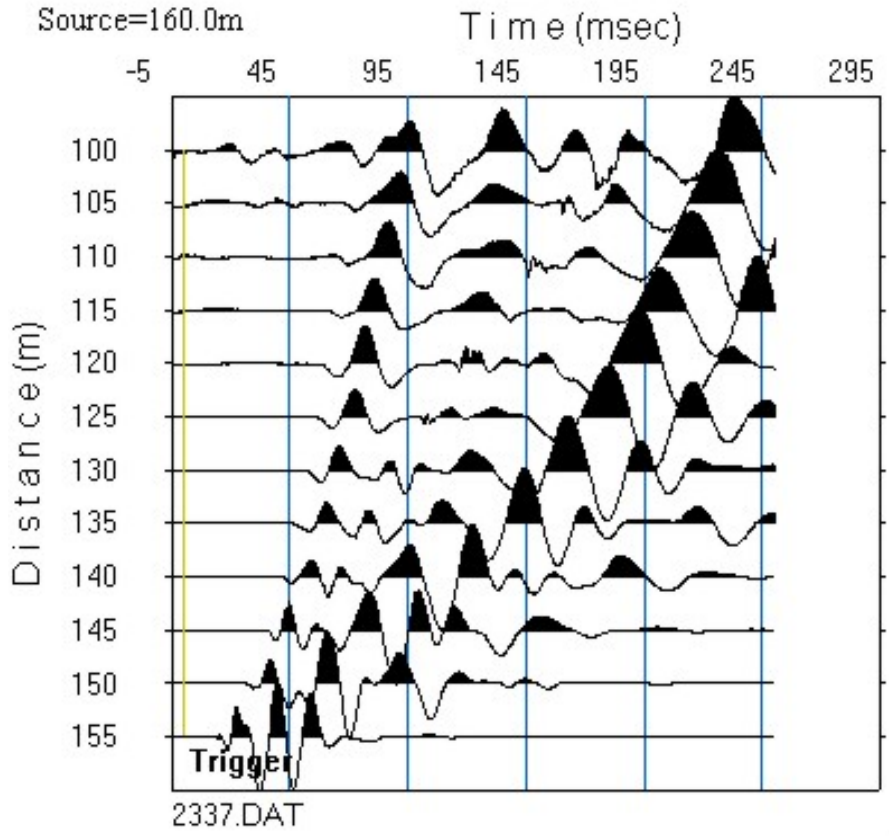

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
95
195
295
395
495
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2332.DAT

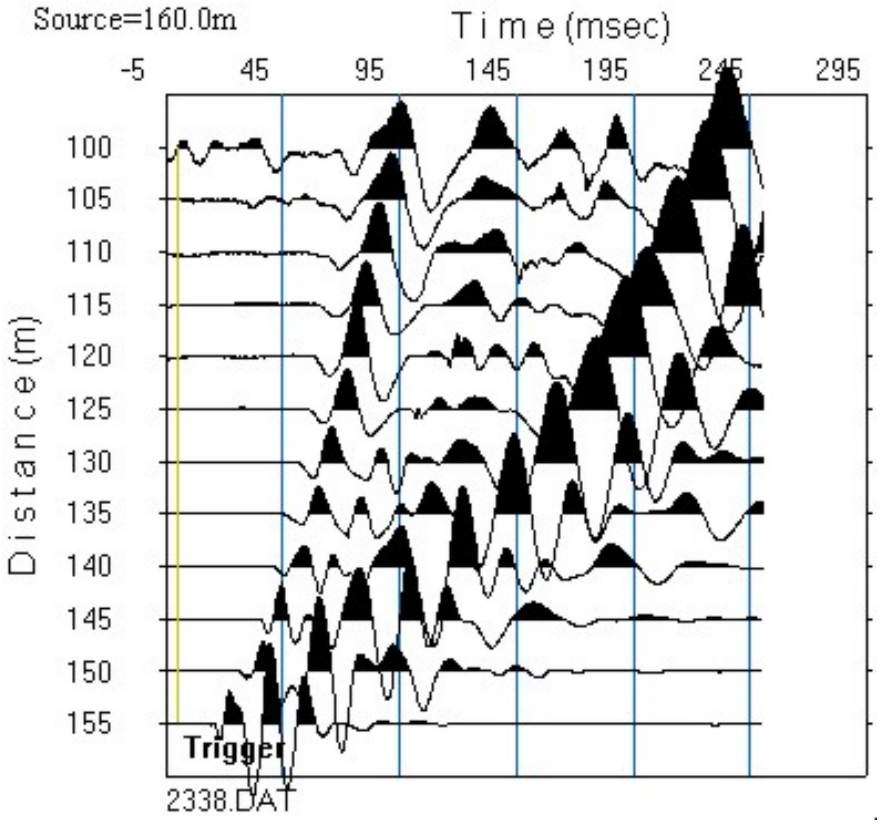

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
95
195
295
395
495
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2333.DAT

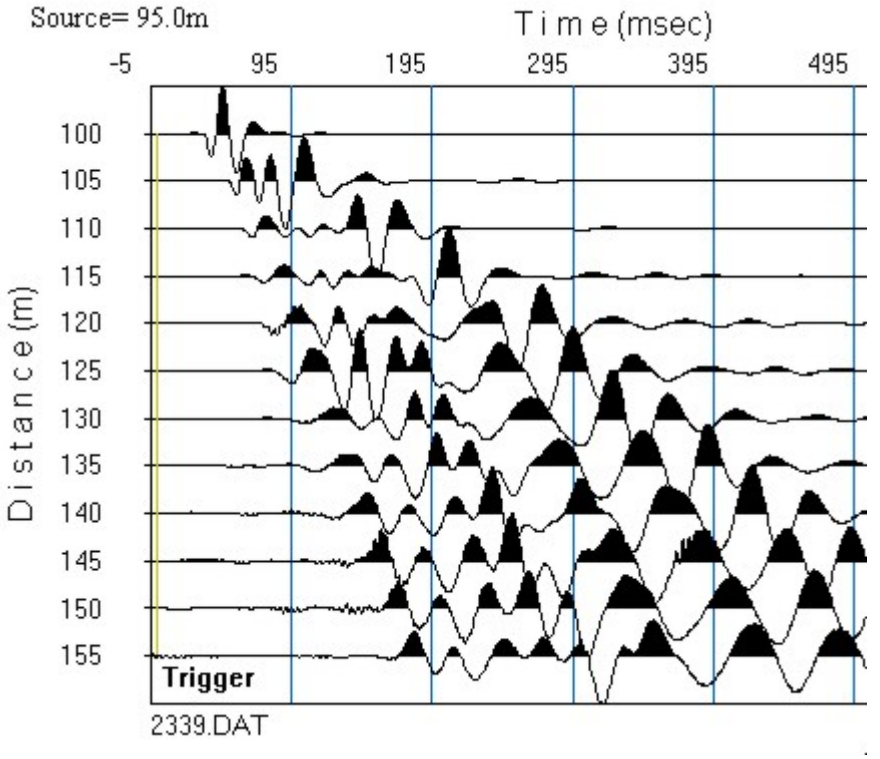

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
95
195
295
395
495
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2334.DAT

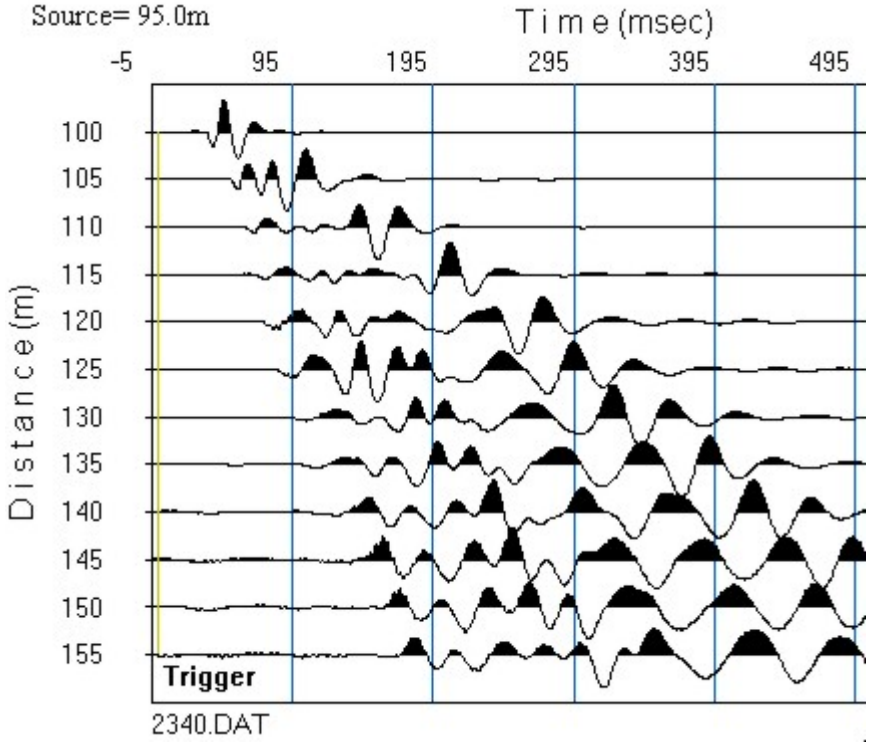

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2335.DAT

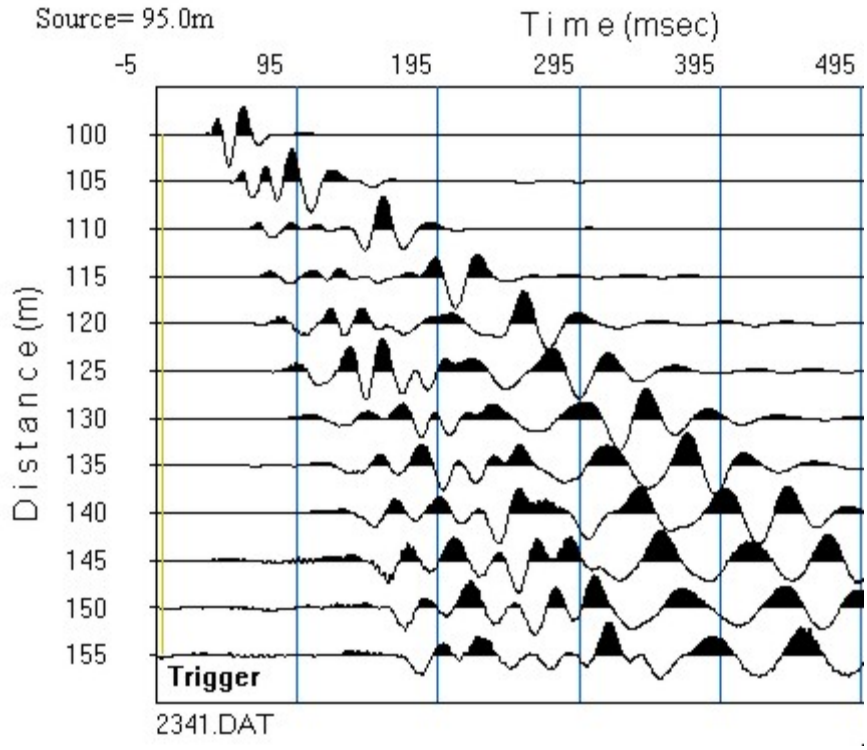

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2336.DAT

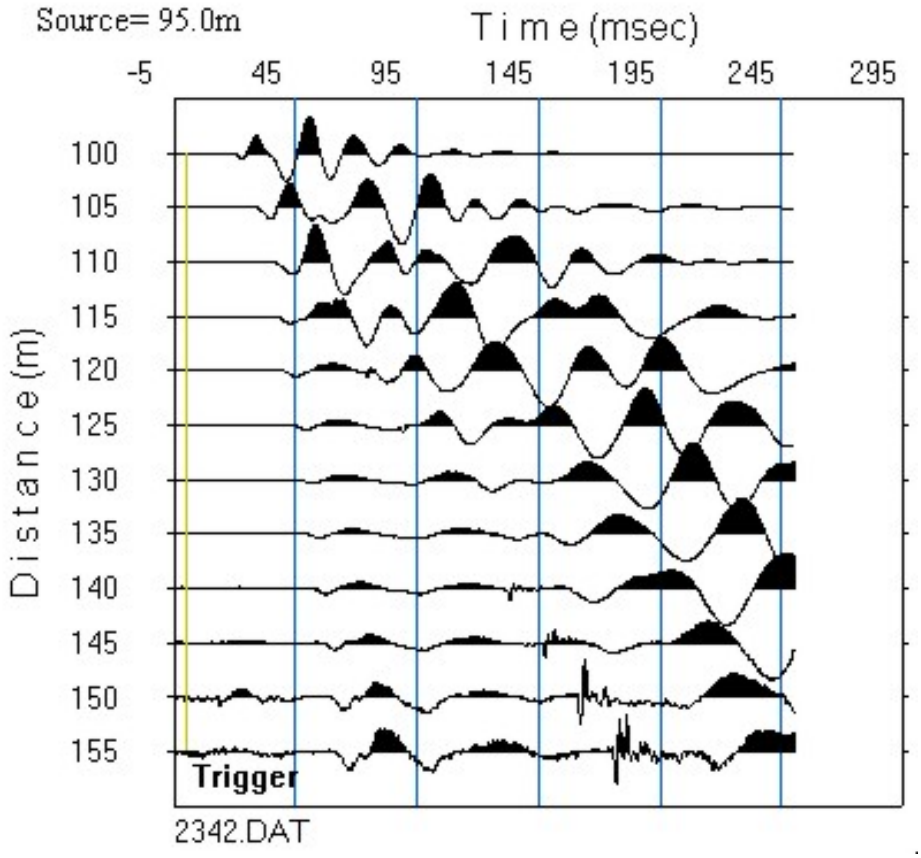

Source=160.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2337.DAT

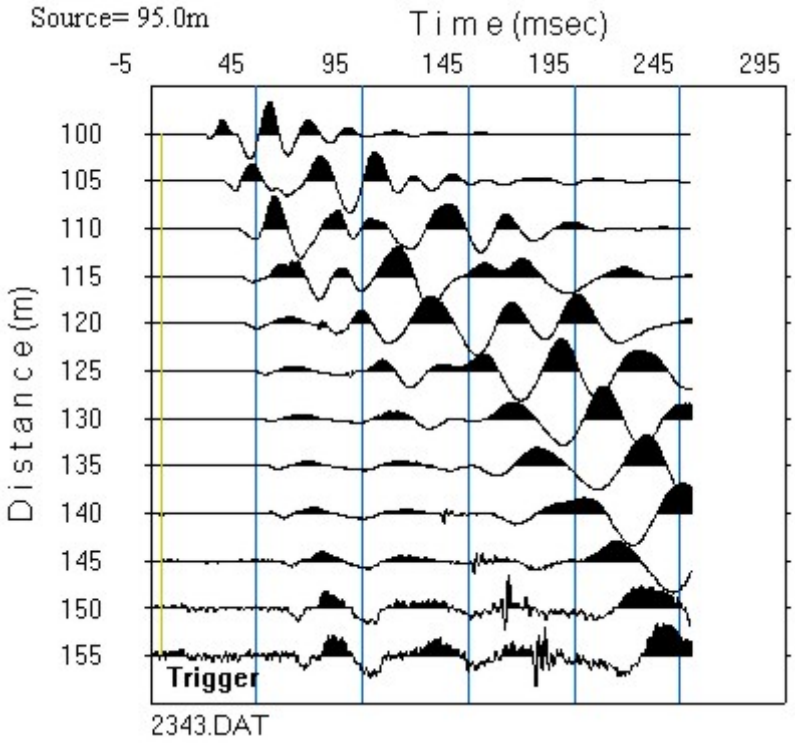

Source=160.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2338.DAT

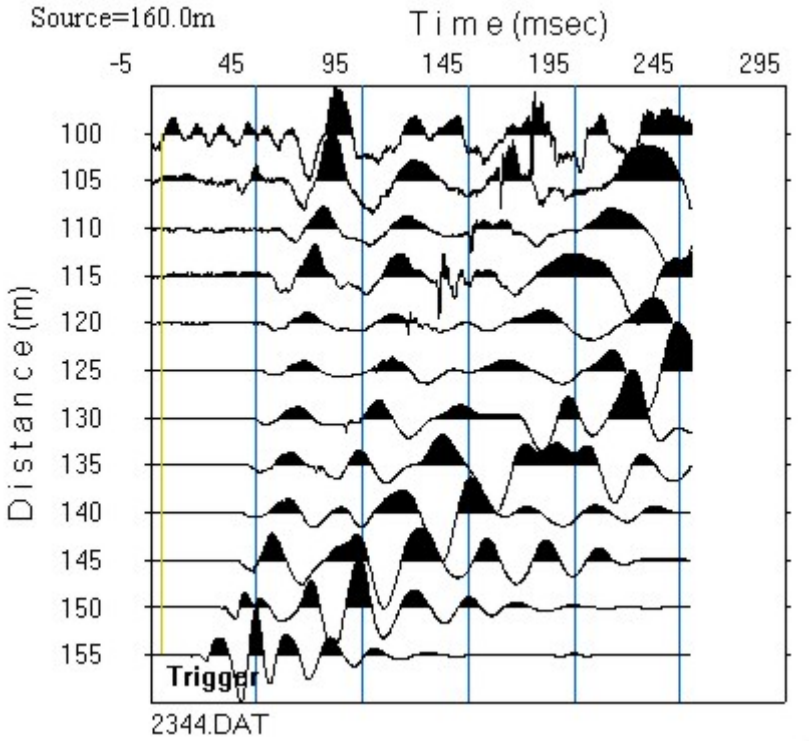

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
95
195
295
395
495
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2339.DAT

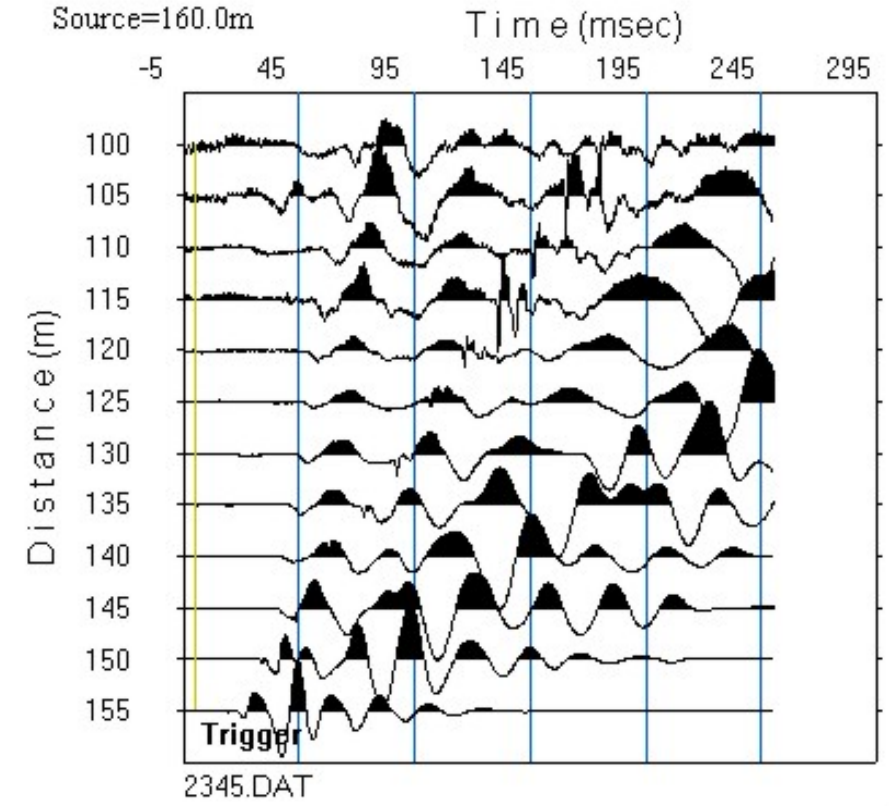

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
95
195
295
395
495
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2340.DAT

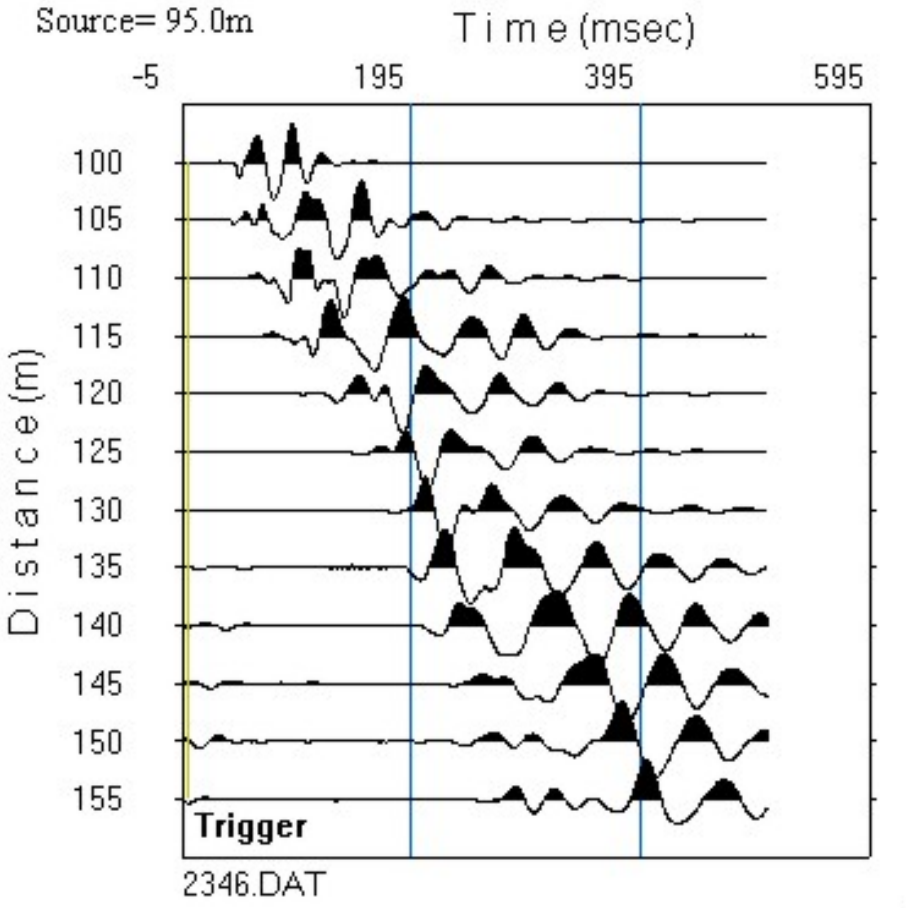

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
95
195
295
395
495
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance (m)
Trigger
2341.DAT

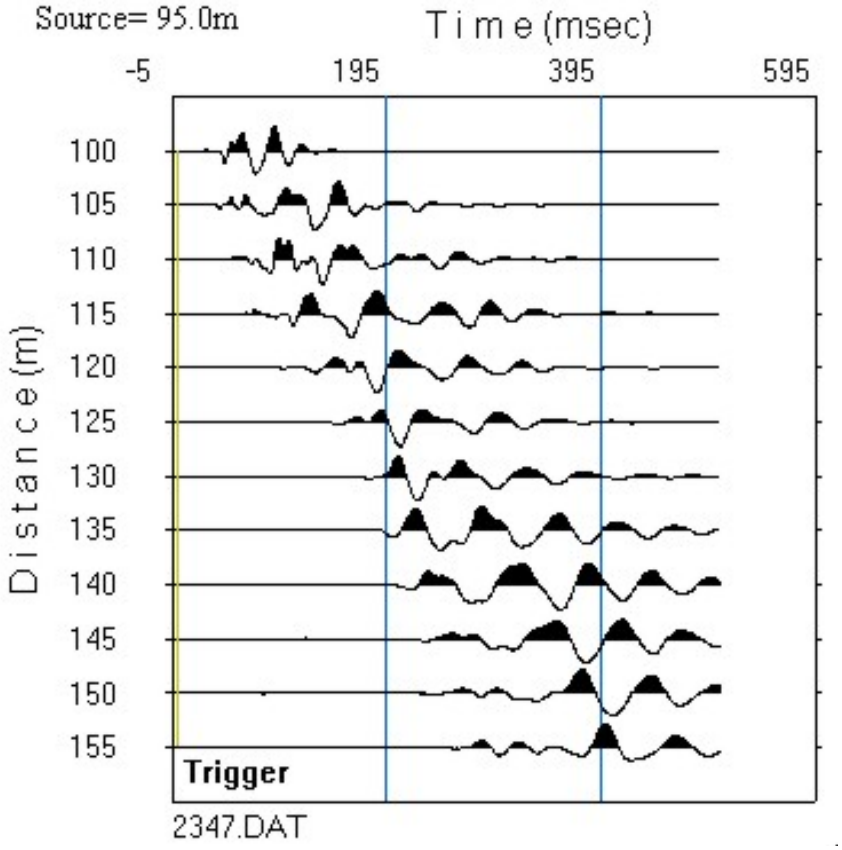

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance (m)
Trigger
2342.DAT

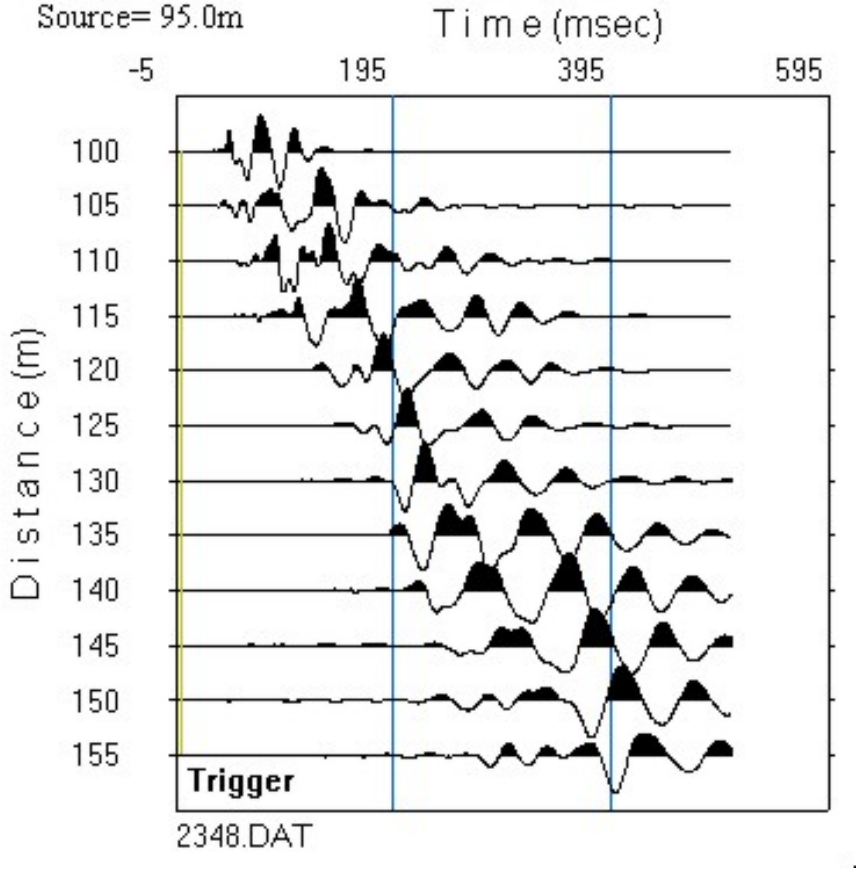

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance (m)
Trigger
2343.DAT

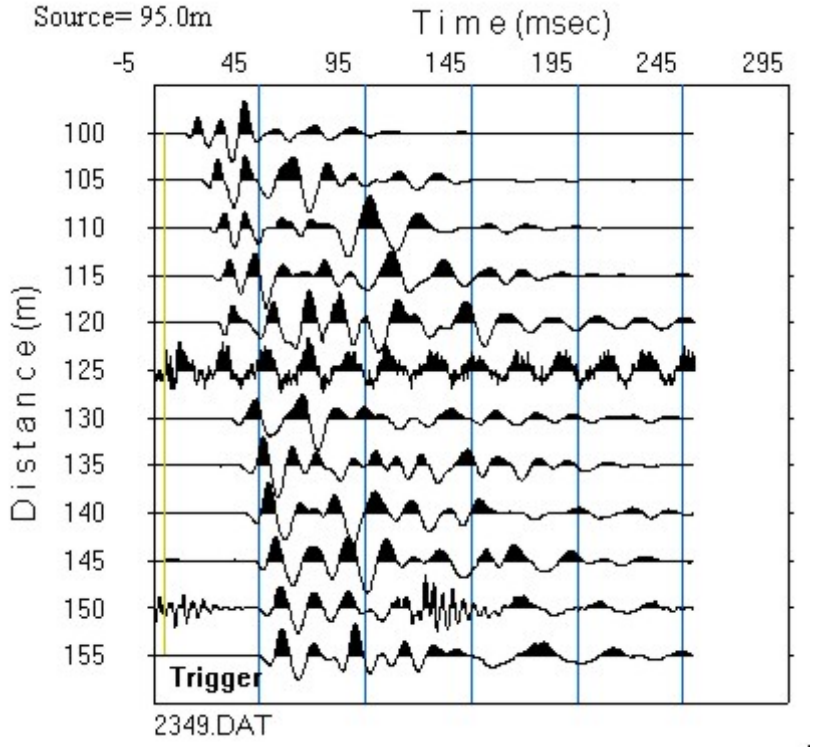

Source=160.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance (m)
Trigger
2344.DAT

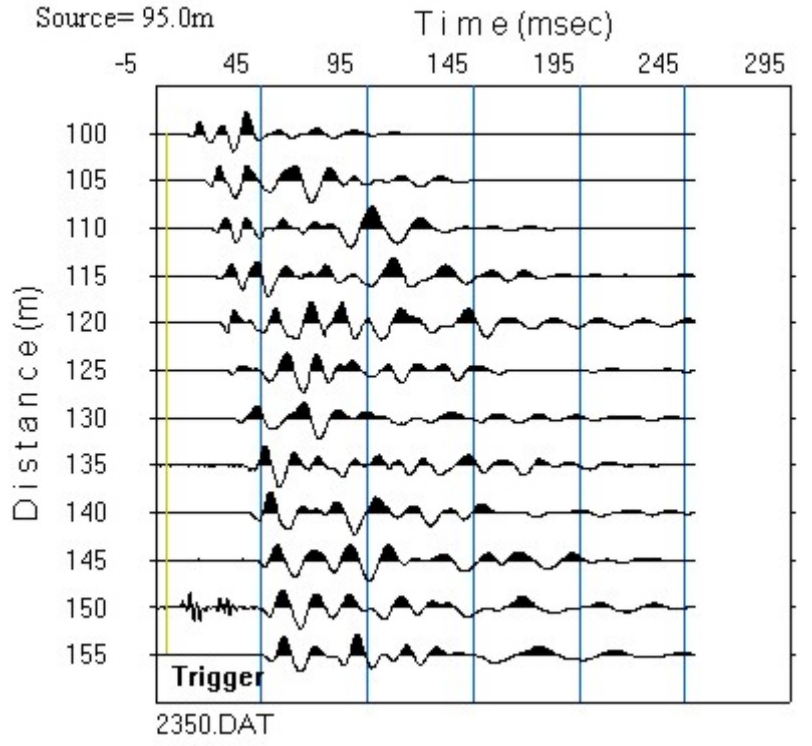

Source=160.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
Distance(m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2345.DAT

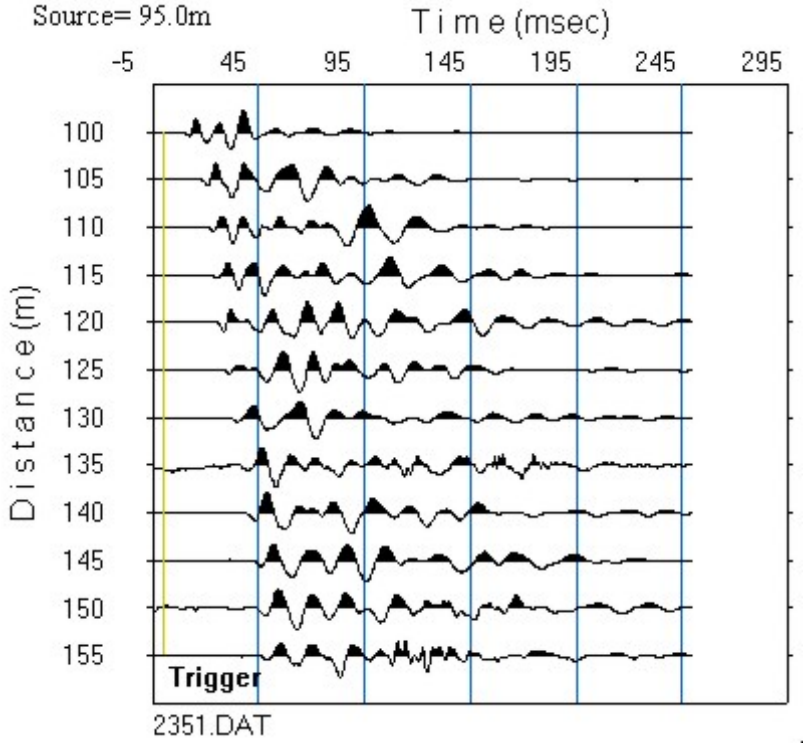

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
195
395
595
Distance(m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2346.DAT

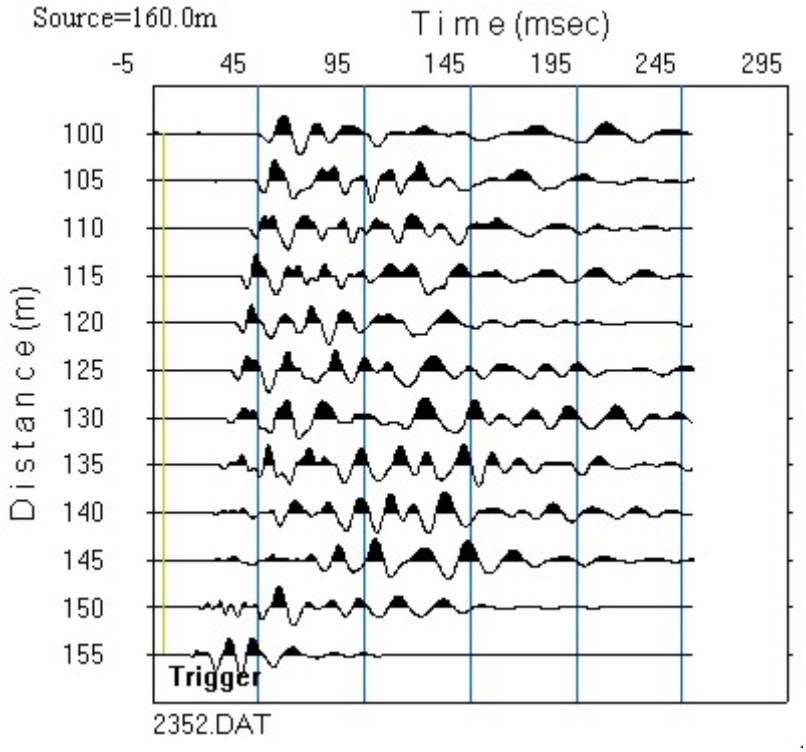

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
195
395
595
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance (m)
Trigger
2347.DAT

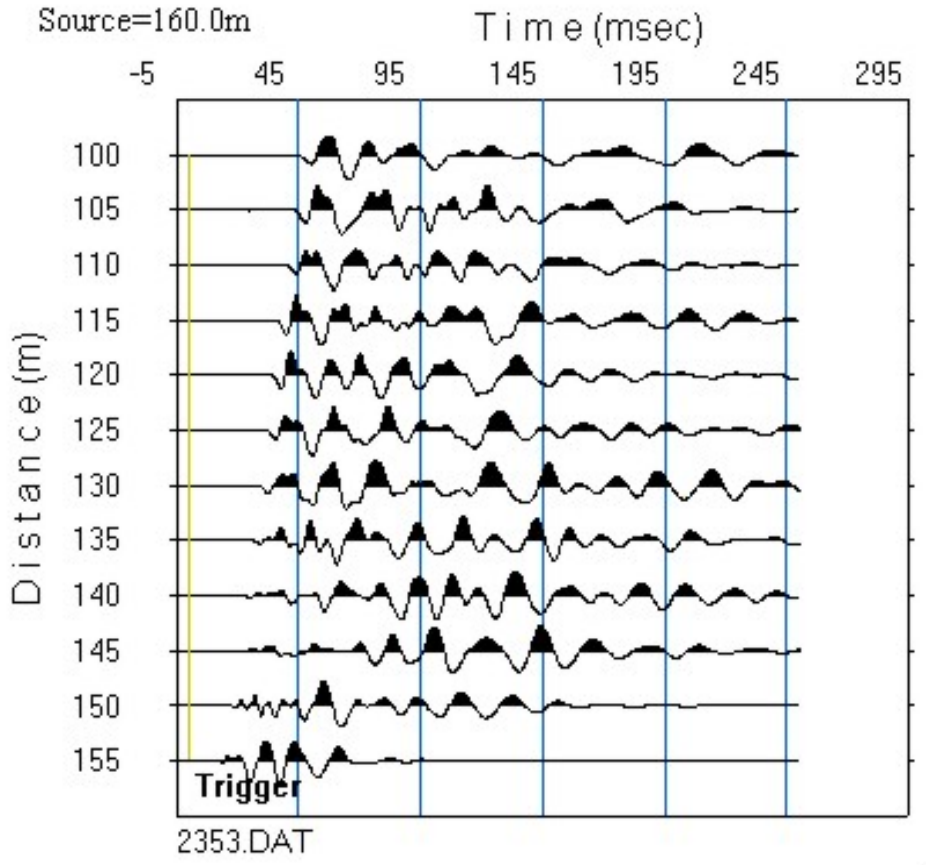

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
195
395
595
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance (m)
Trigger
2348.DAT

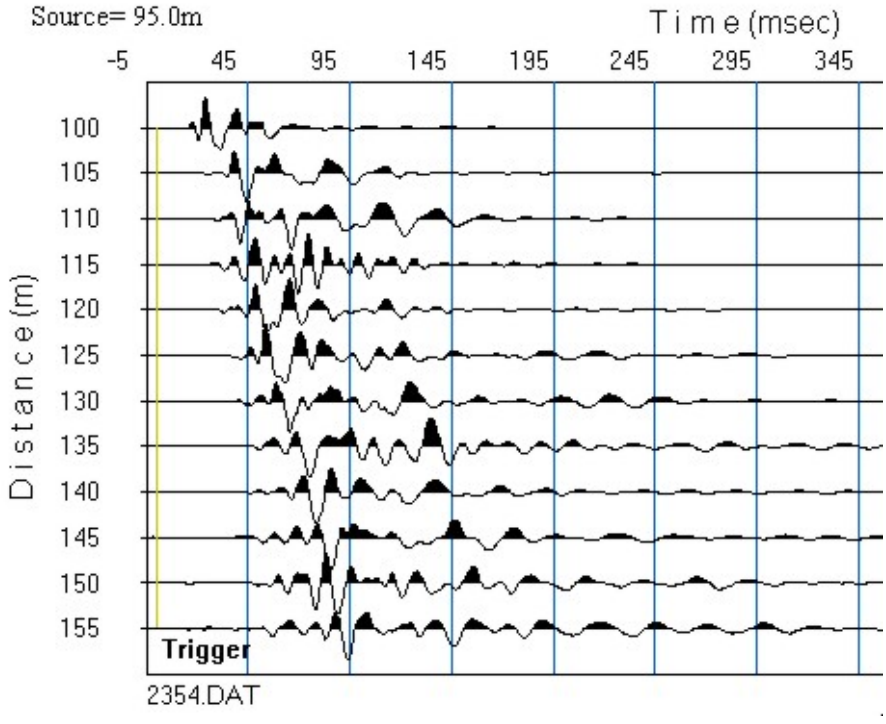

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2349.DAT

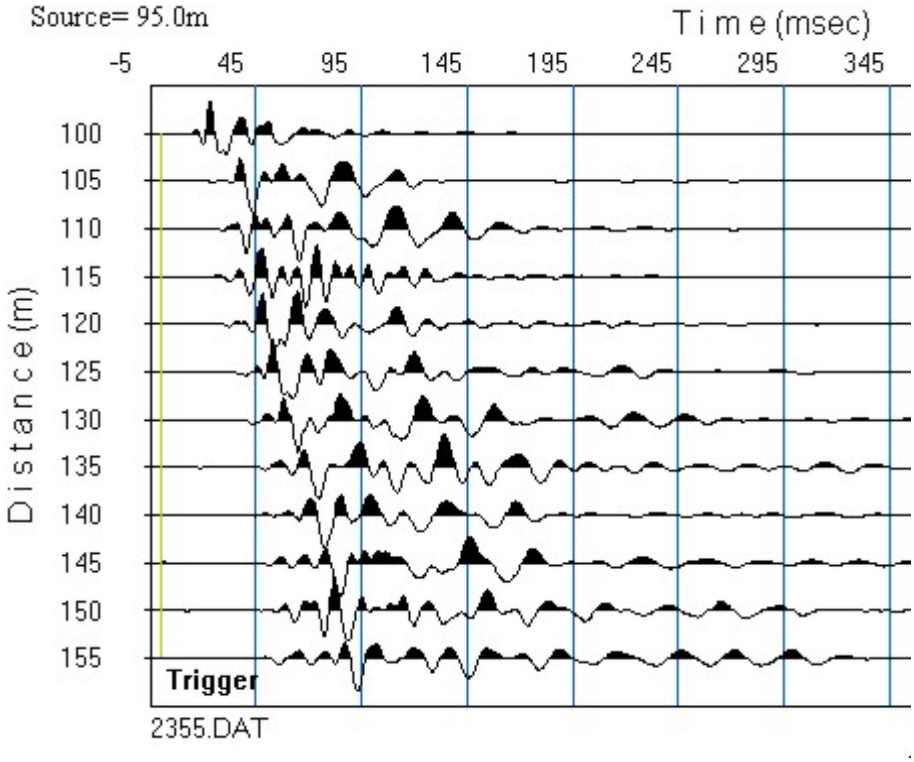

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2350.DAT

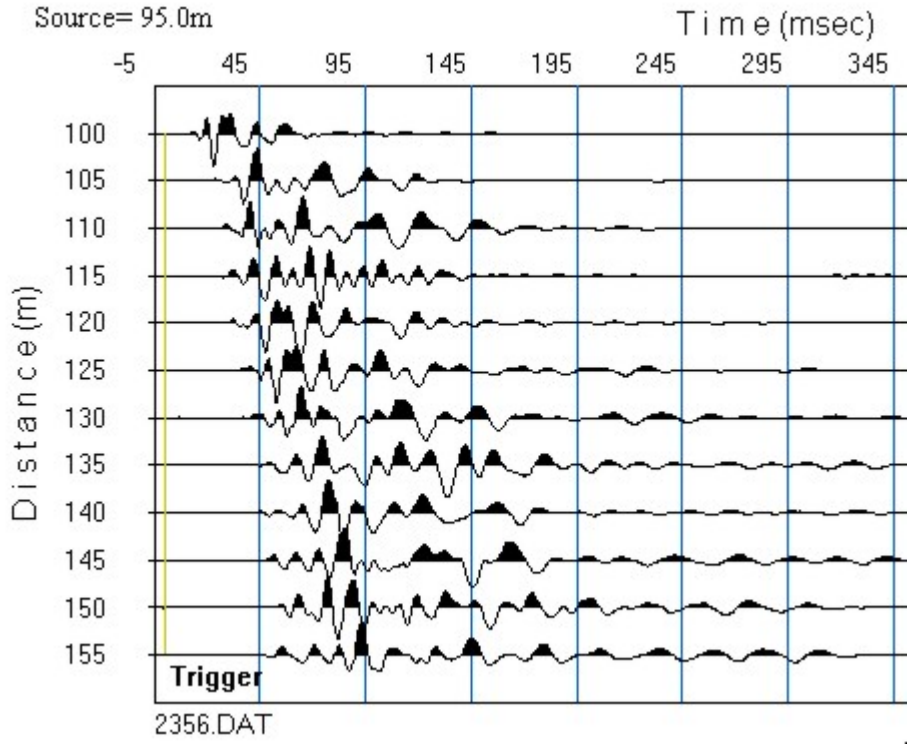

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2351.DAT

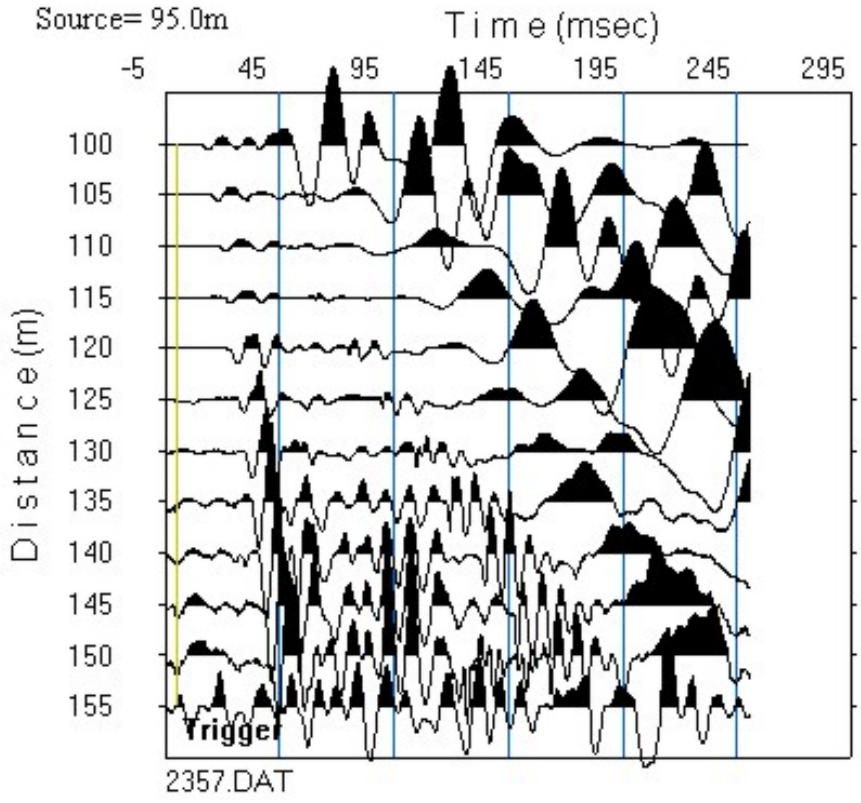

Source=160.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2352.DAT

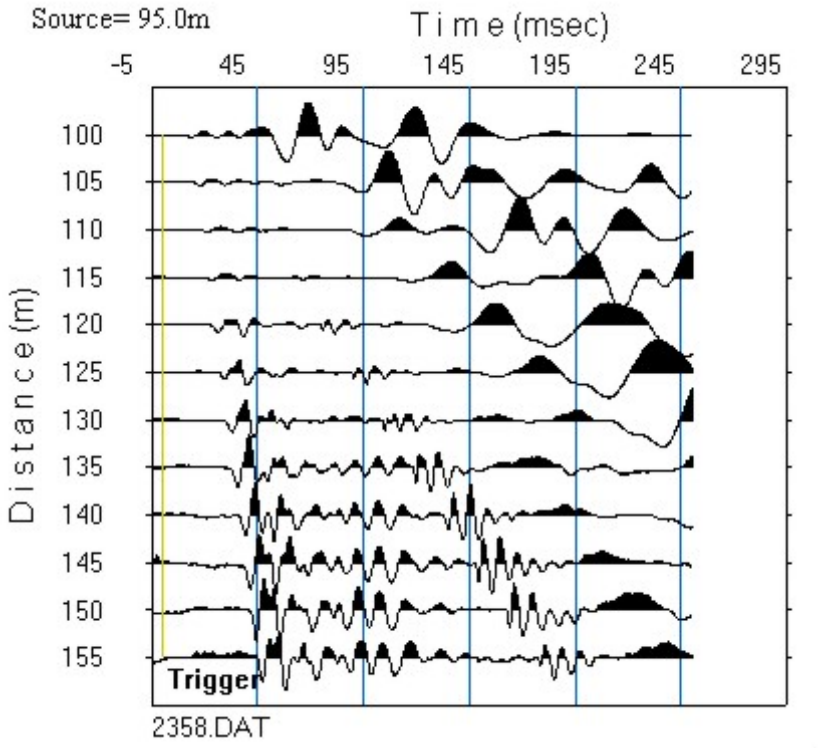

Source=160.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance(m)
Trigger
2353.DAT

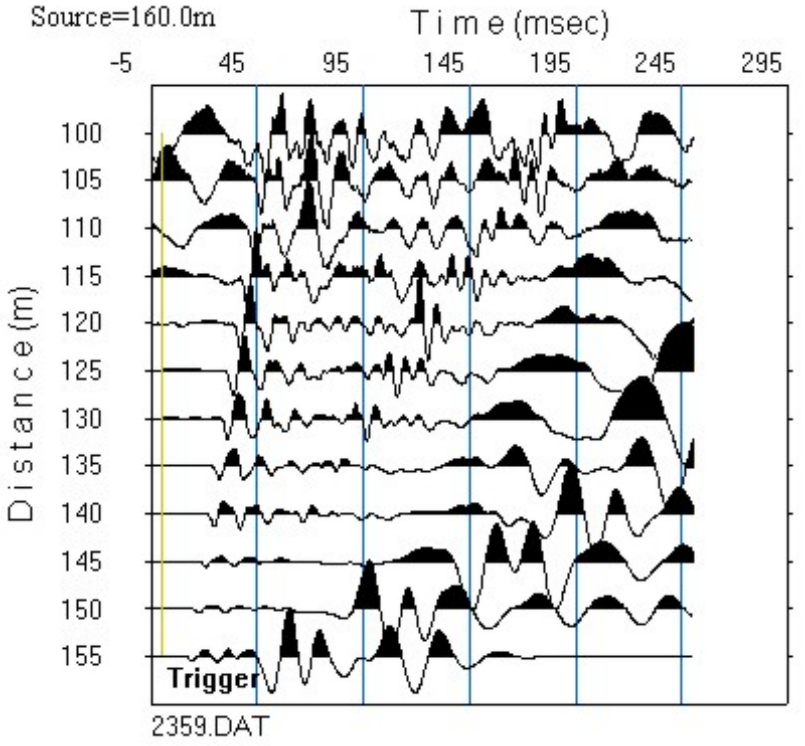

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
345
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance(m)
Trigger
2354.DAT

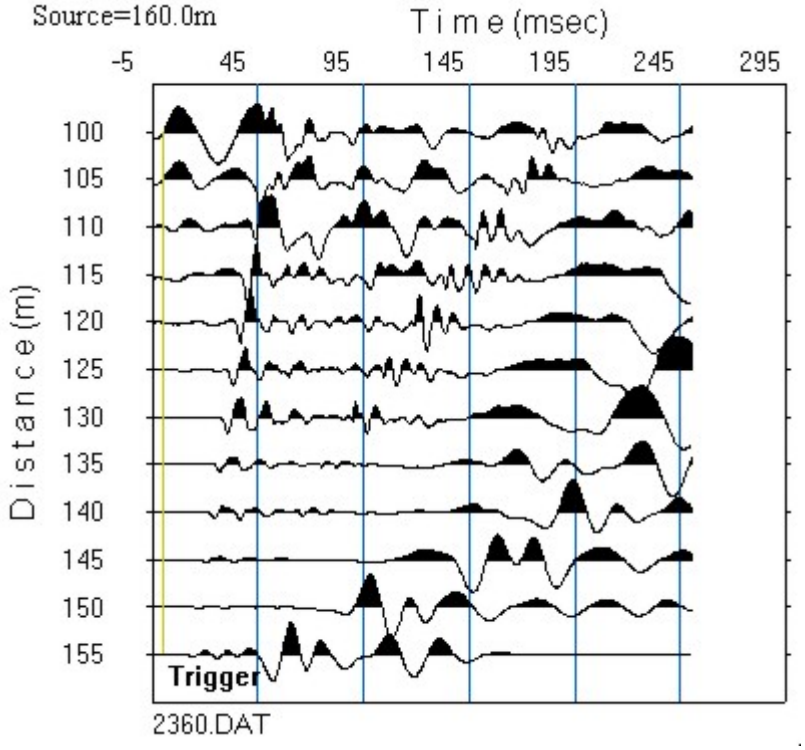

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
345
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2355.DAT

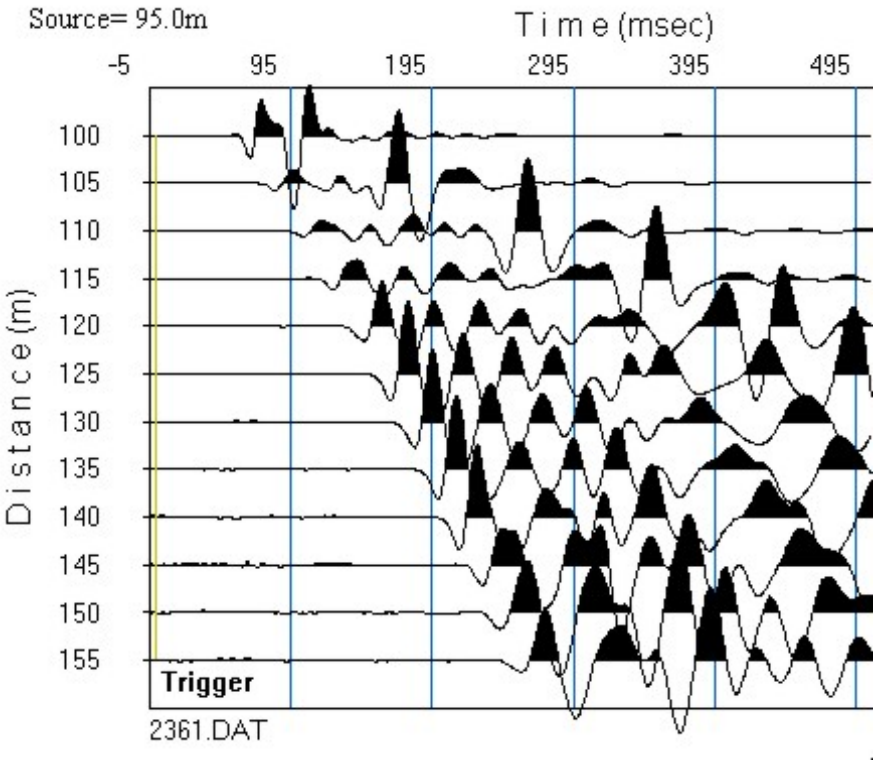

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
345
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2356.DAT

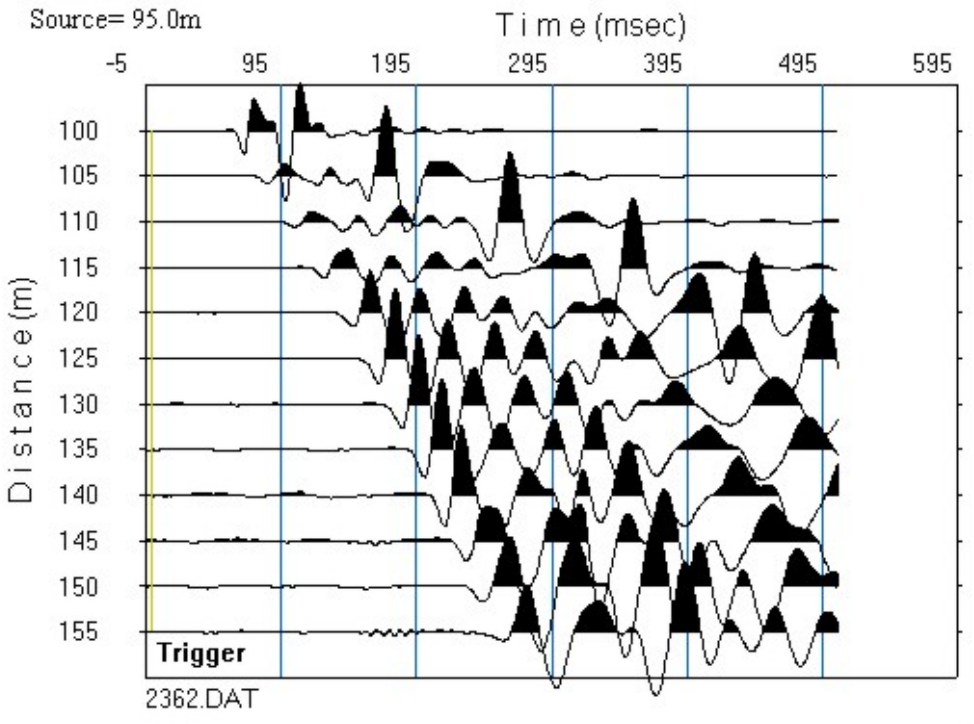

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2357.DAT

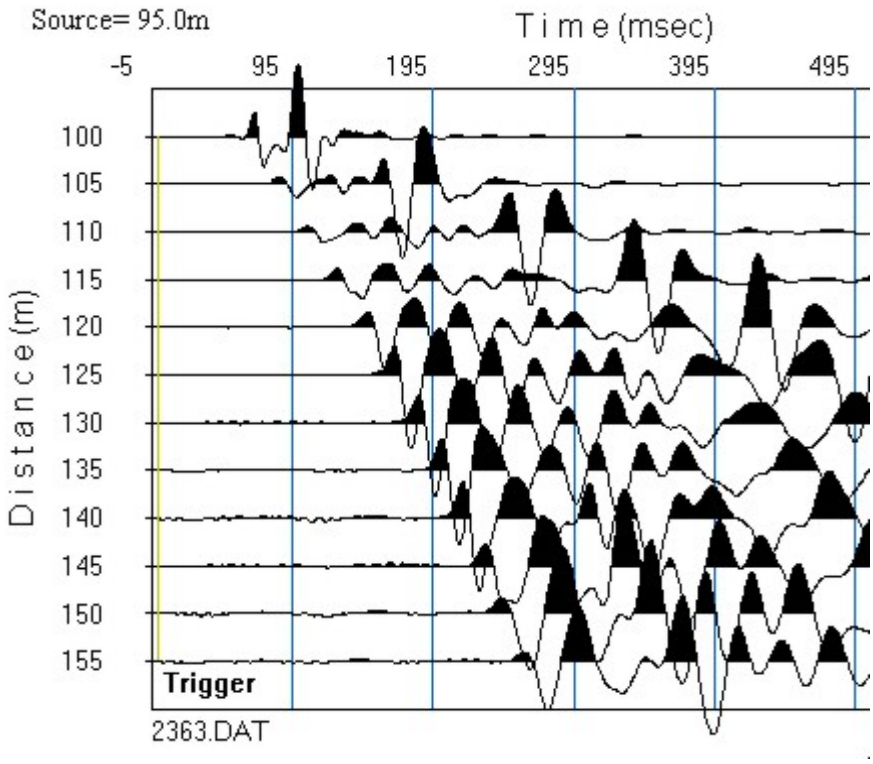

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2358.DAT

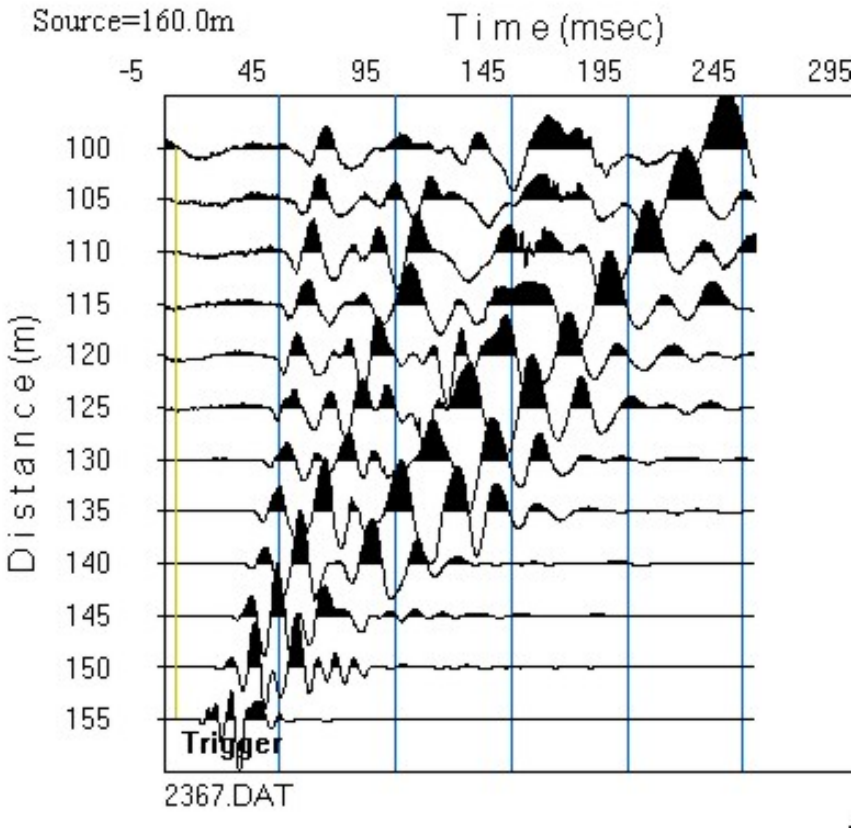

Source=160.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance (m)
Trigger
2359.DAT

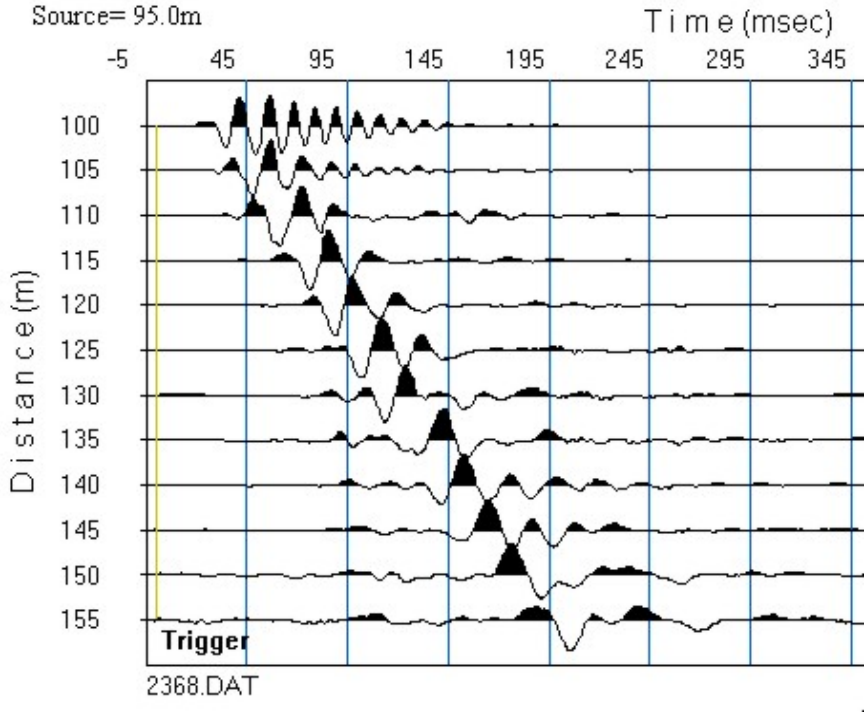

Source=160.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance (m)
Trigger
2360.DAT

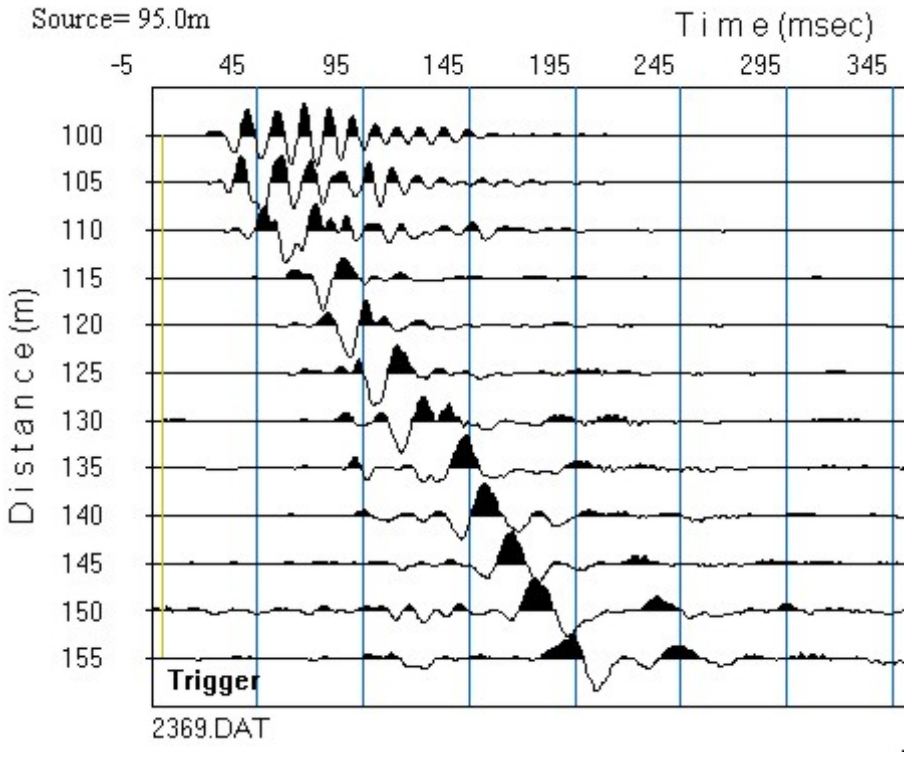

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
95
195
295
395
495
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2361.DAT

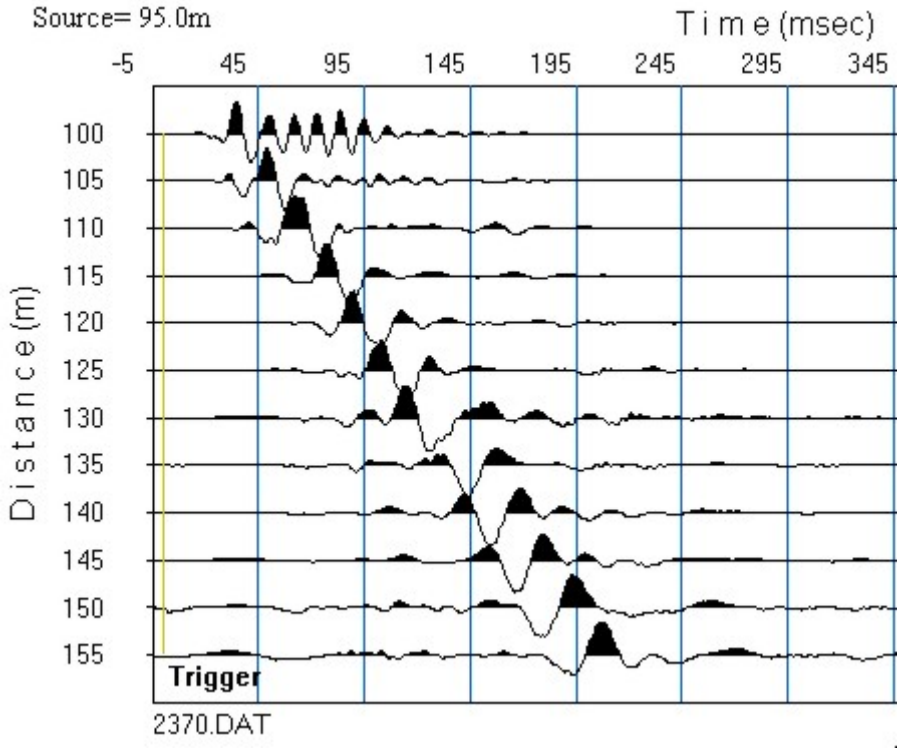

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
95
195
295
395
495
595
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2362.DAT

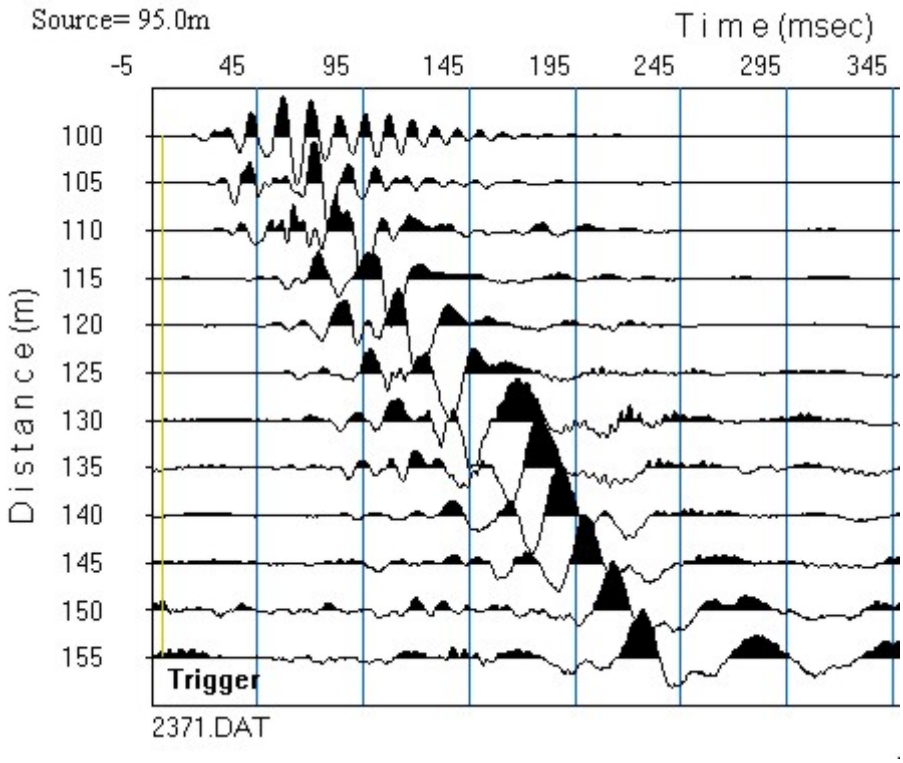

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
95
195
295
395
495
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2363.DAT

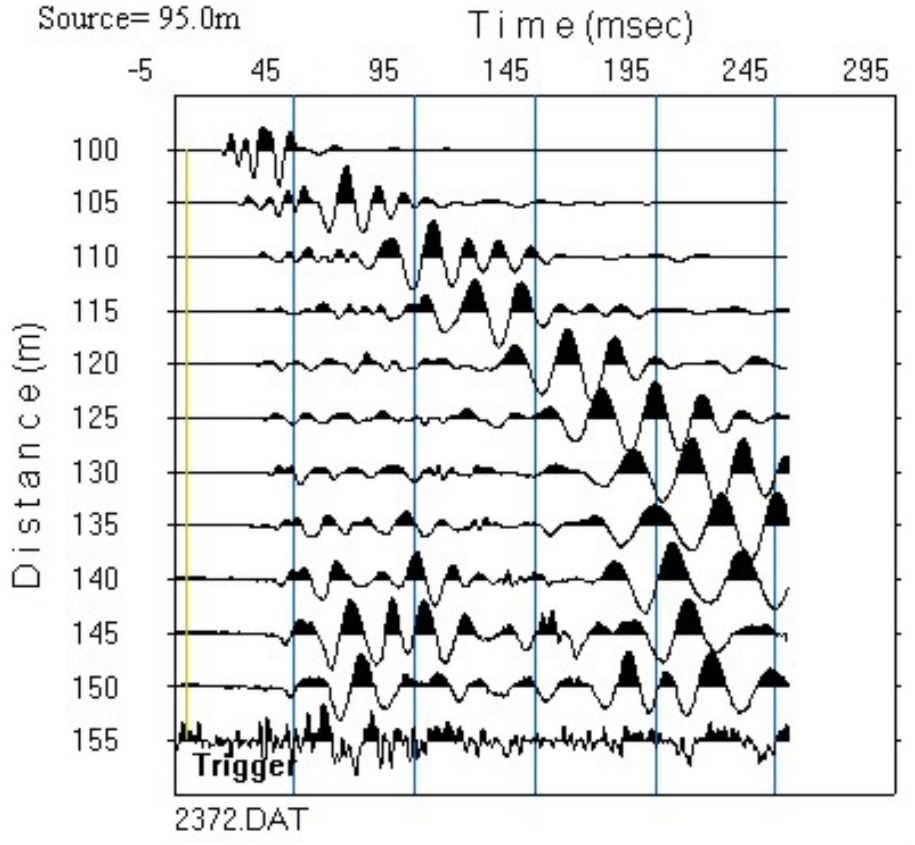

Source=160.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2367.DAT

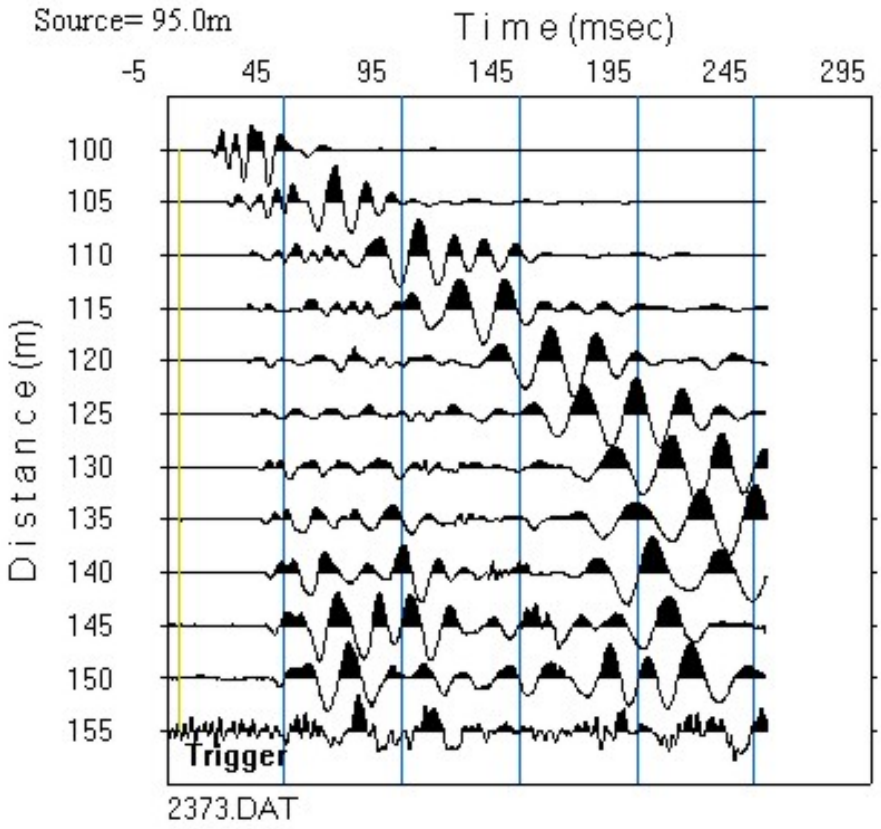

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
345
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2368.DAT

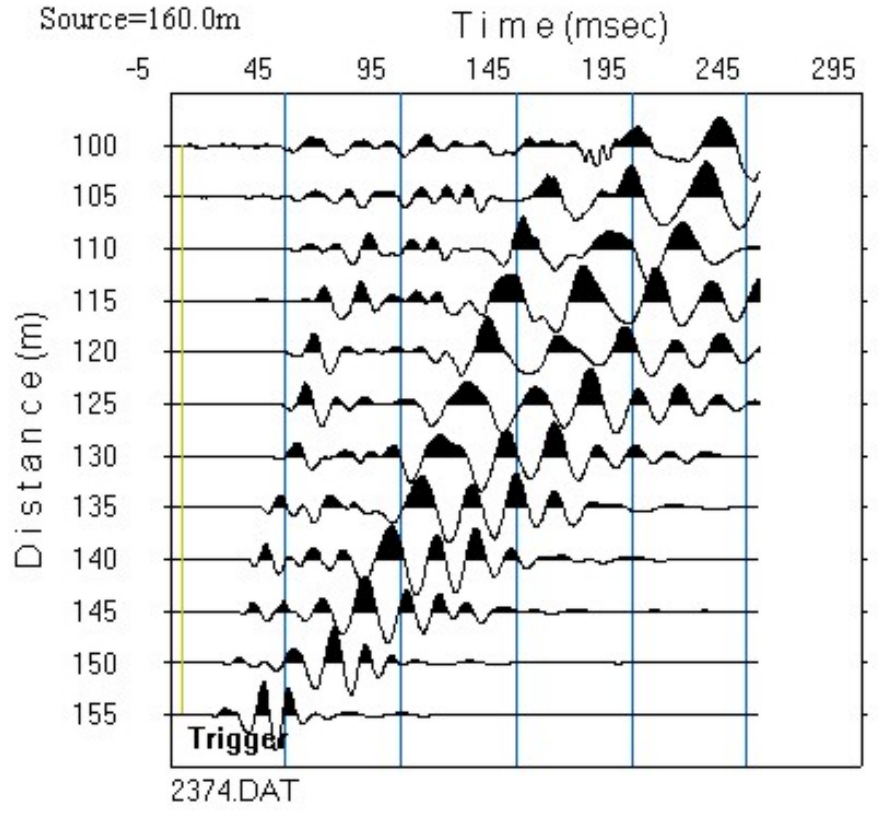

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
345
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2369.DAT

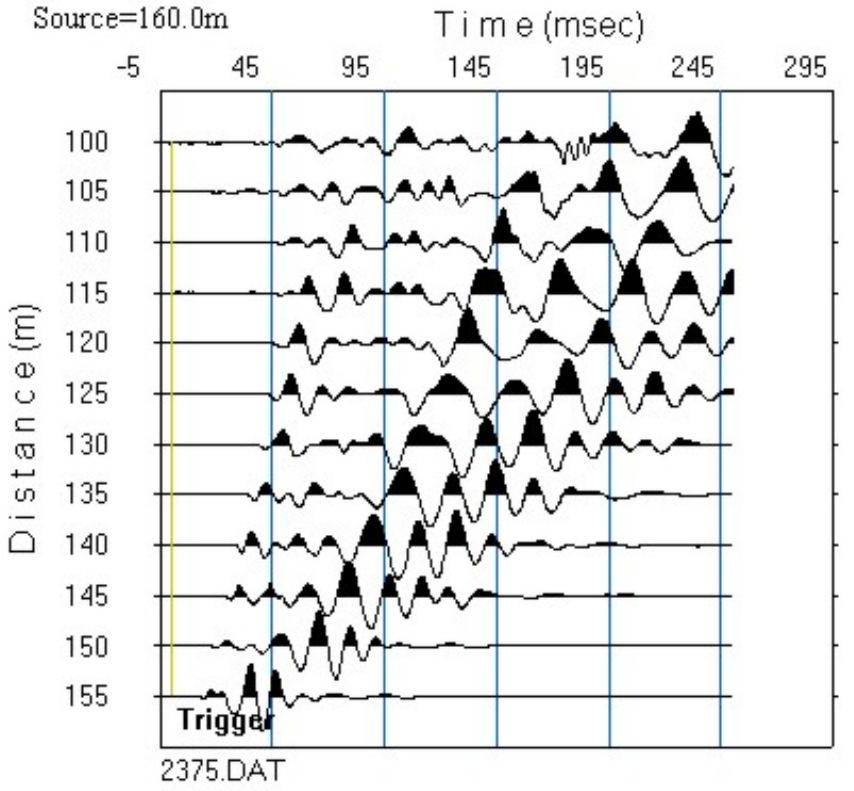

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
345
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2370.DAT

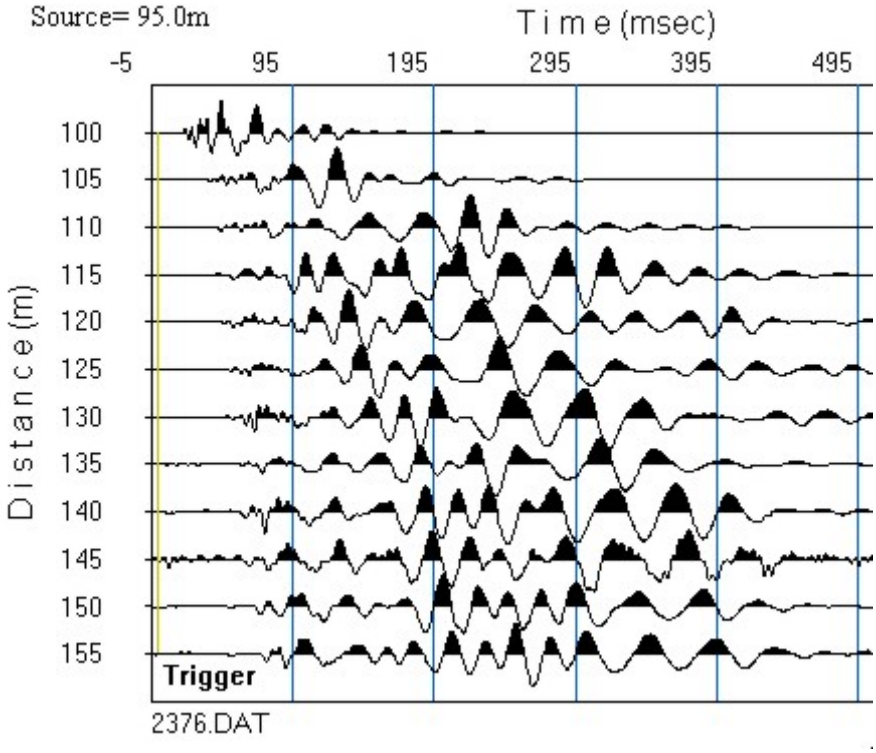

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
345
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2371.DAT

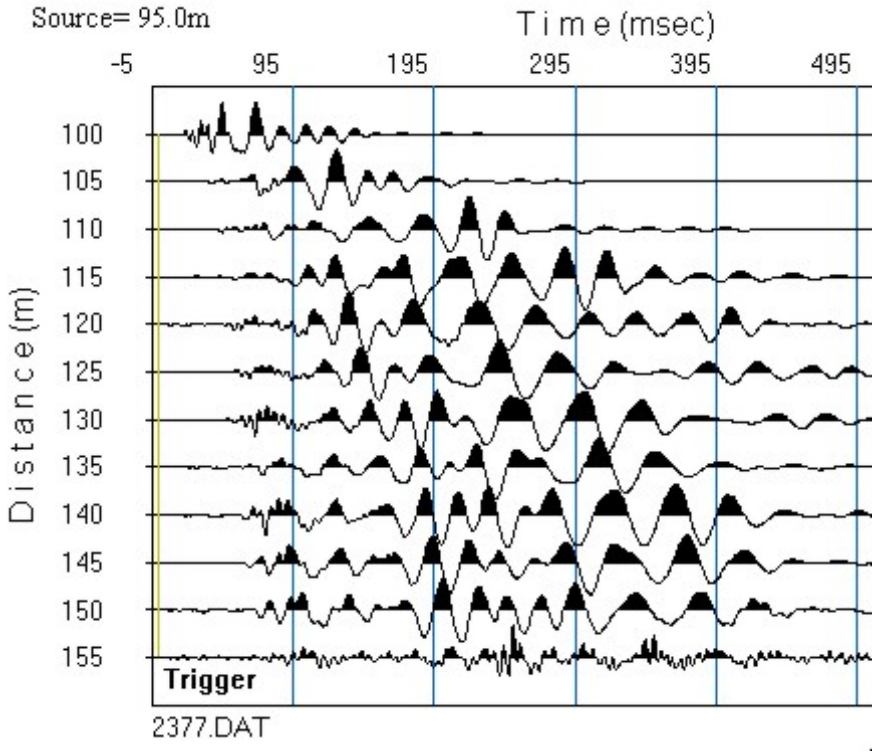

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2372.DAT

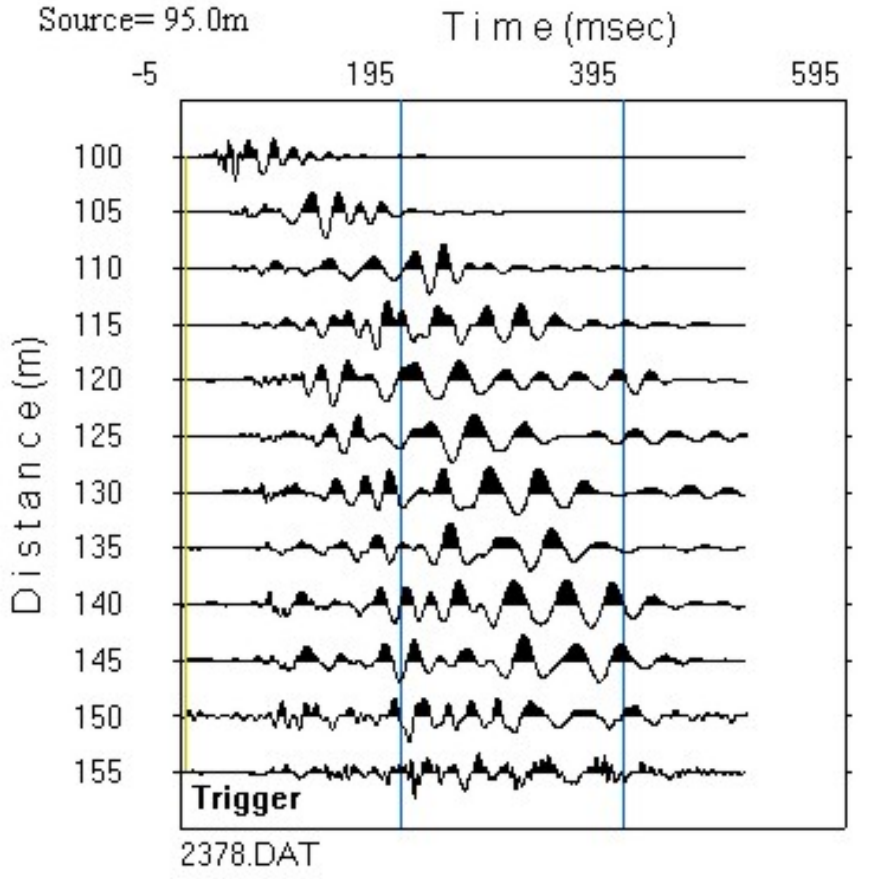

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance (m)
Trigger
2373.DAT

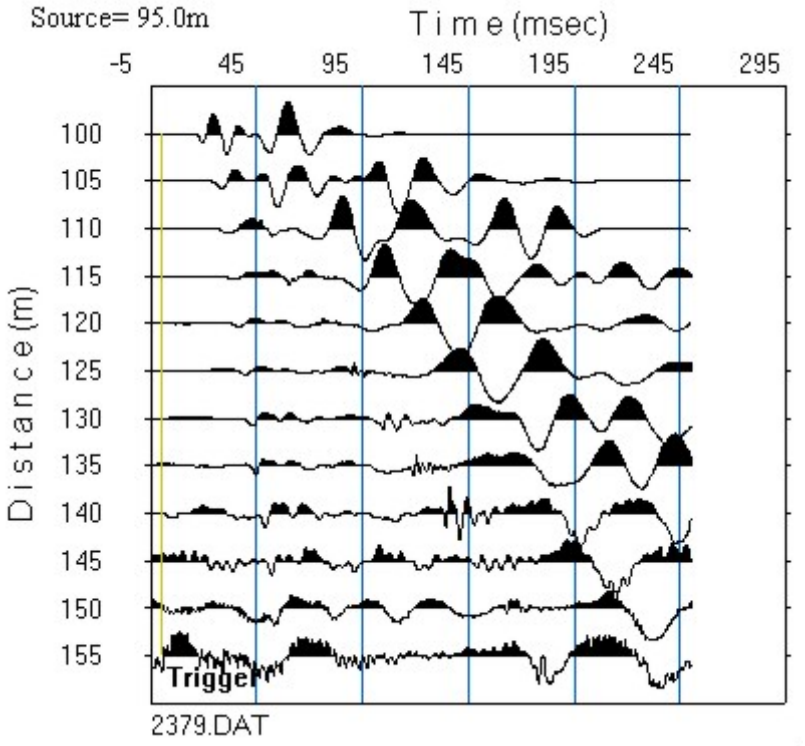

Source=160.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance (m)
Trigger
2374.DAT

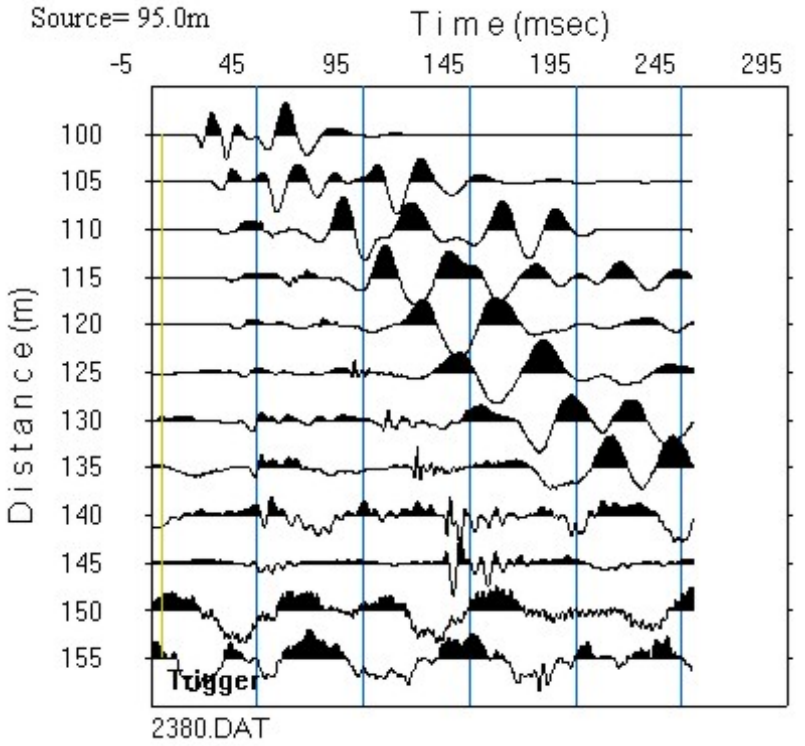

Source=160.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2375.DAT

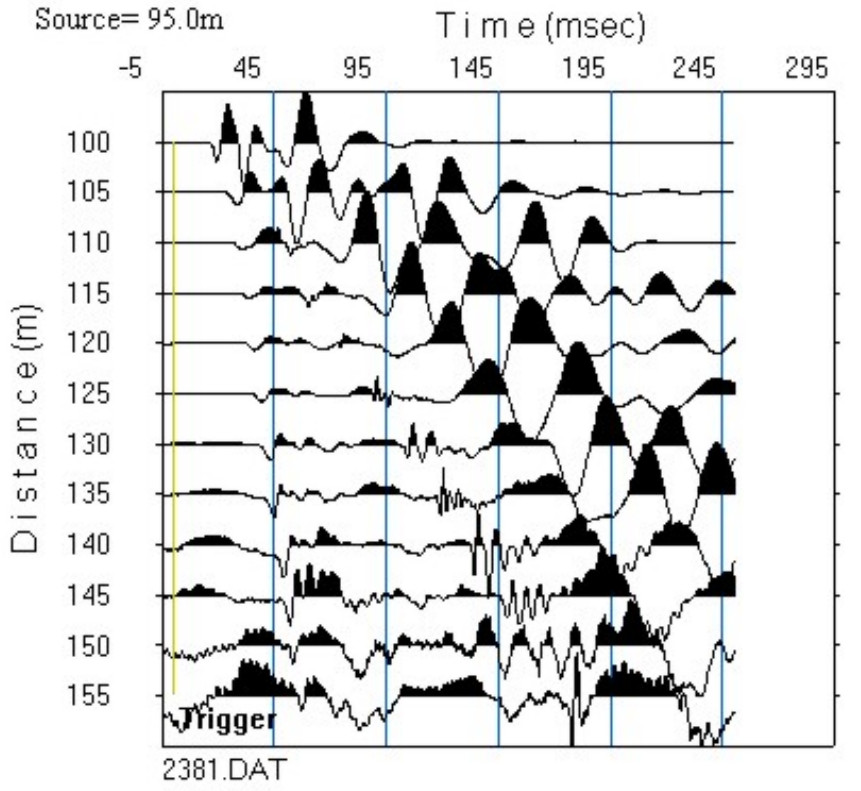

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
95
195
295
395
495
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2376.DAT

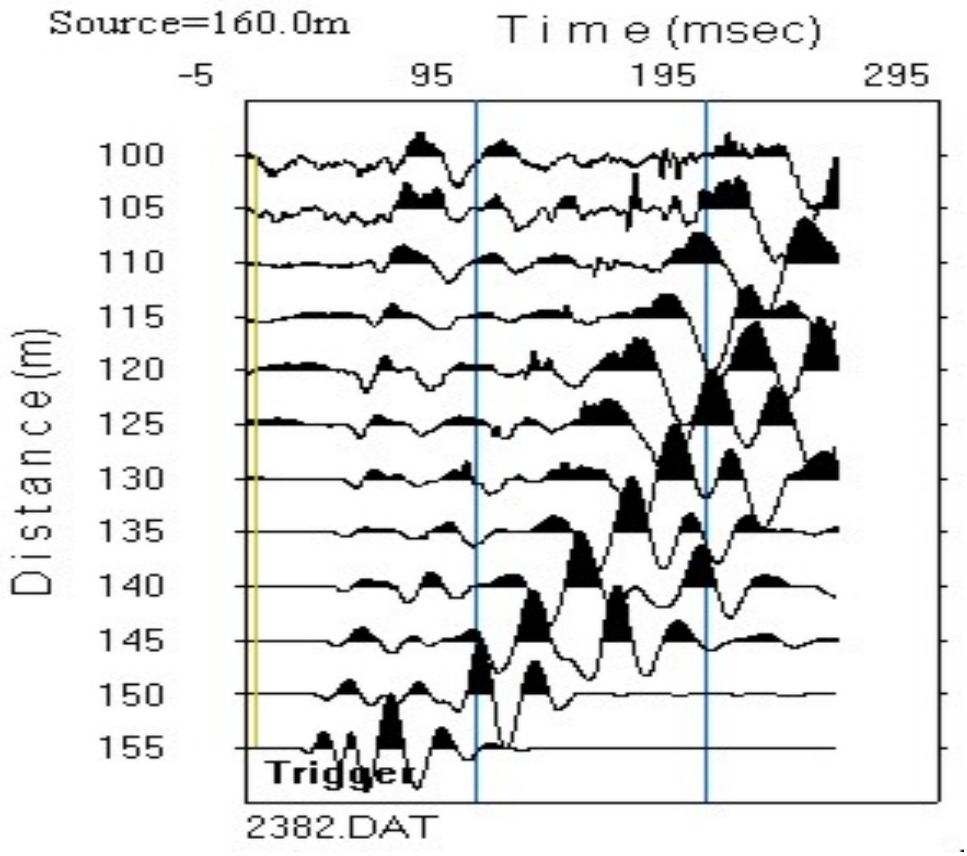

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
95
195
295
395
495
Distance(m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2377.DAT

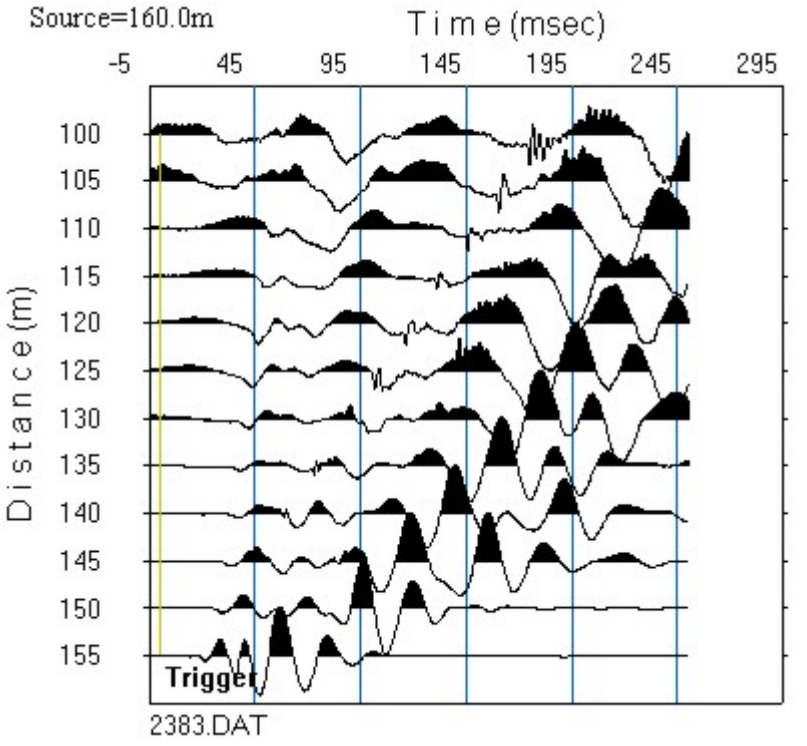

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
195
395
595
Distance(m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2378.DAT

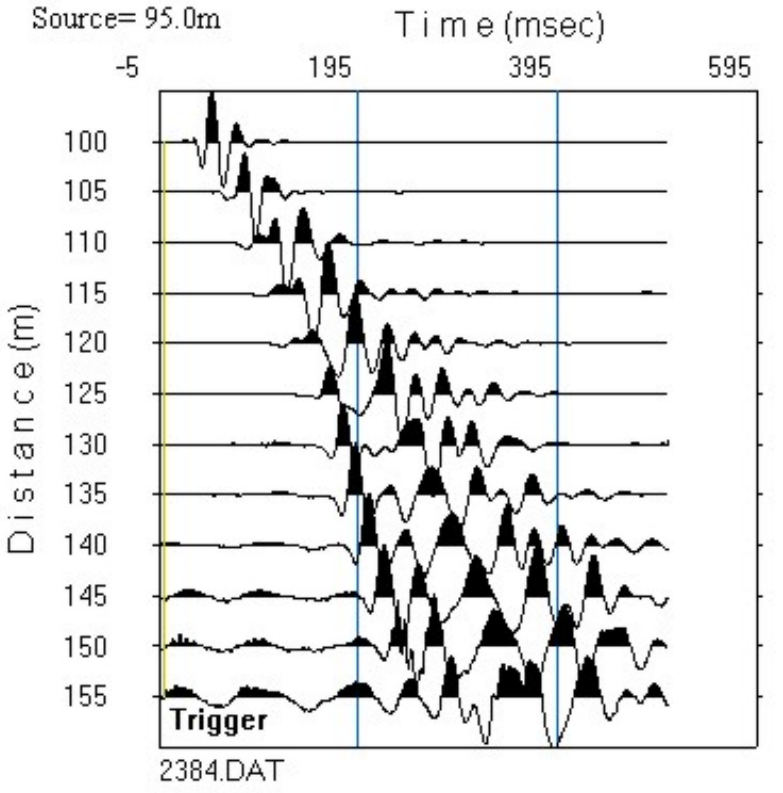

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2379.DAT

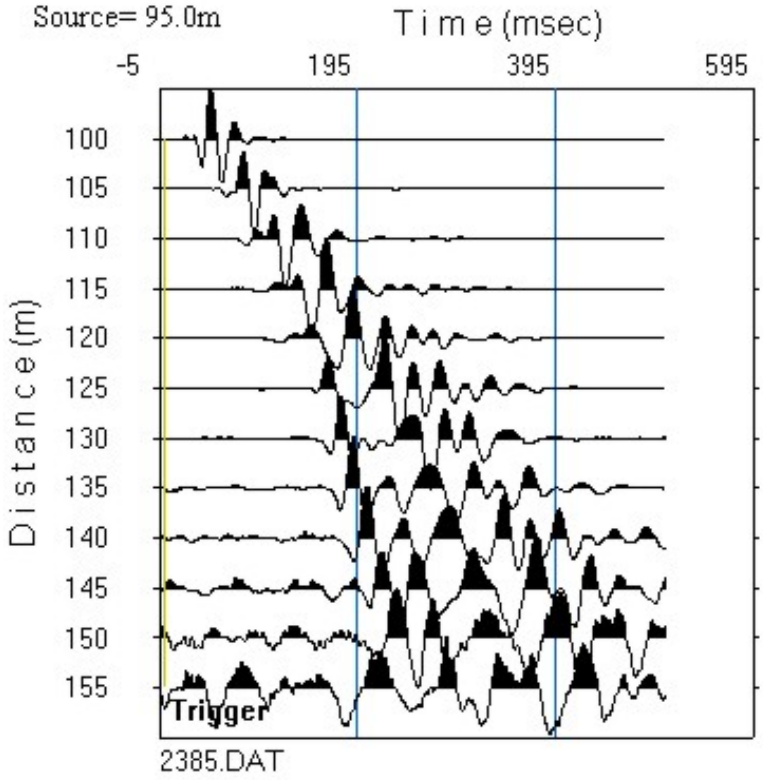

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2380.DAT

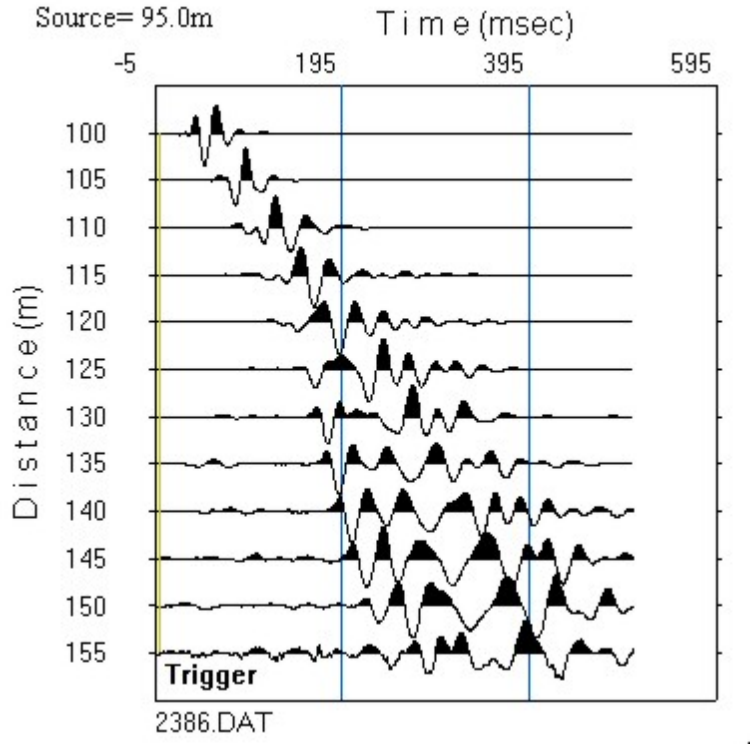

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
Distance(m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2381.DAT

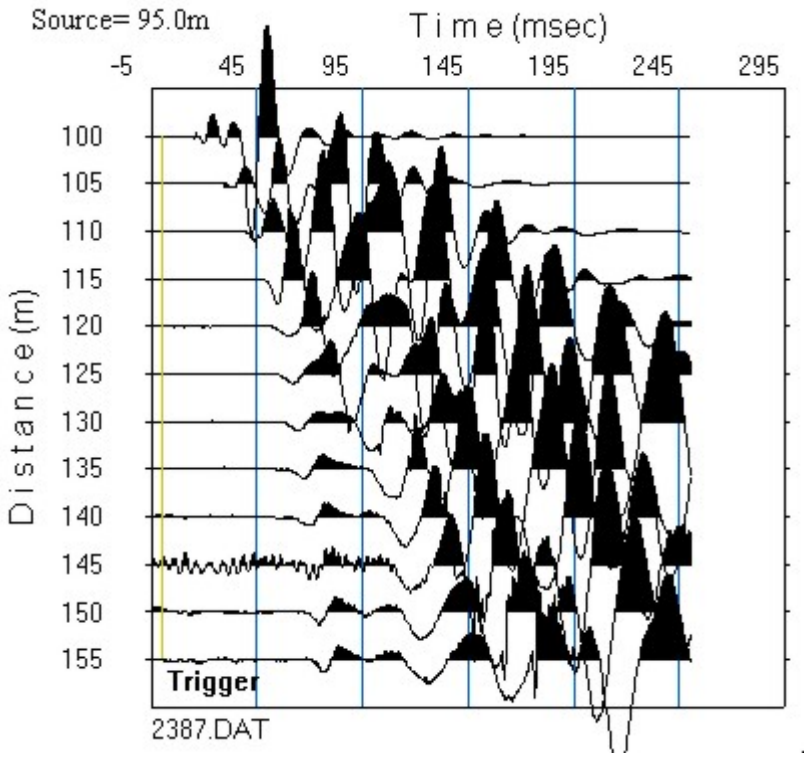

Source=160.0m
Time (msec)
-5
95
195
295
Distance(m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2382.DAT

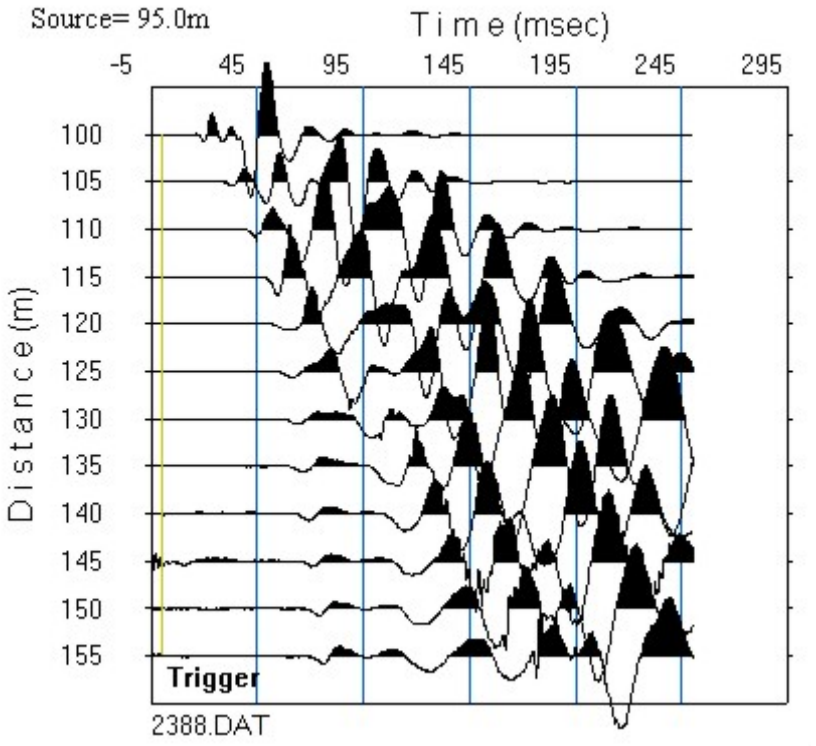

Source=160.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
Distance(m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2383.DAT

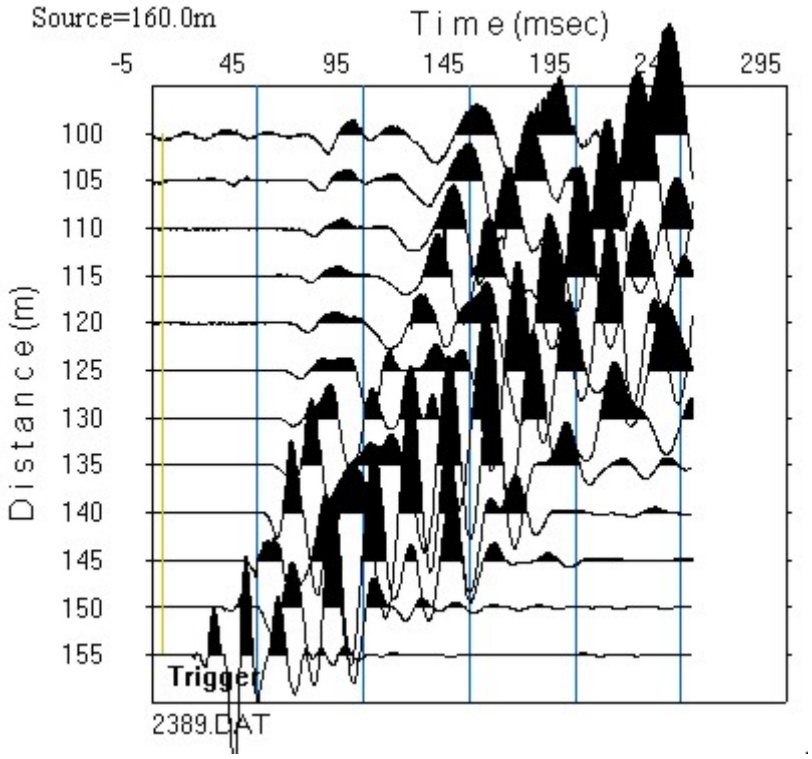

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
195
395
595
Distance(m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2384.DAT

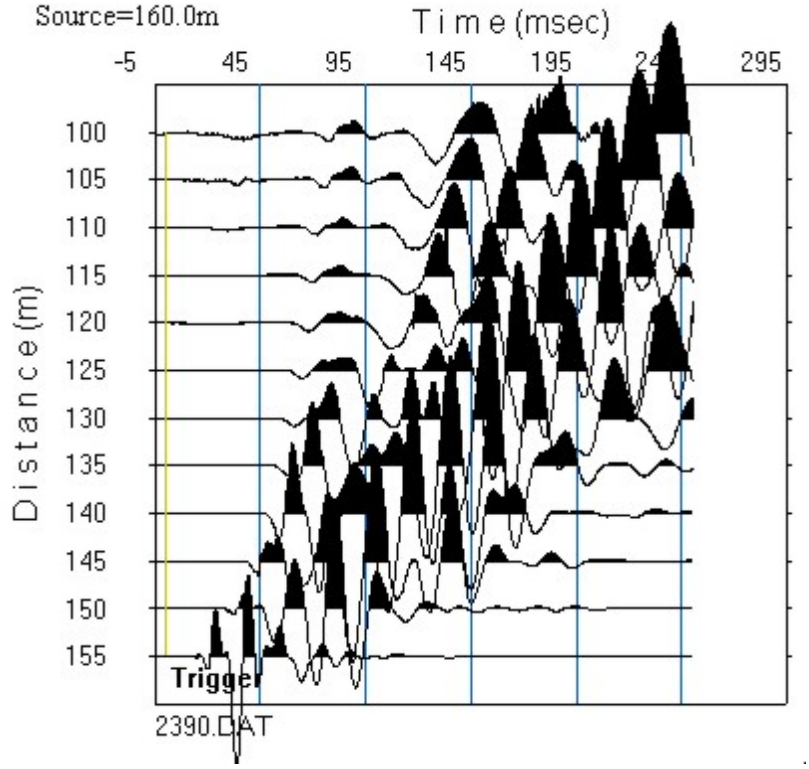

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
195
395
595
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance (m)
Trigger
2385.DAT

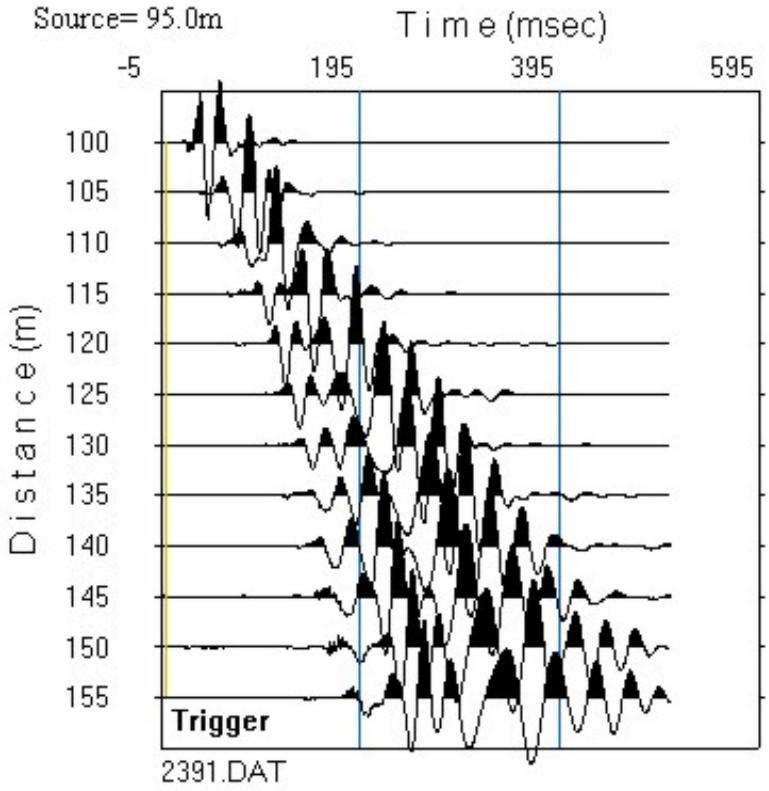

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
195
395
595
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance (m)
Trigger
2386.DAT

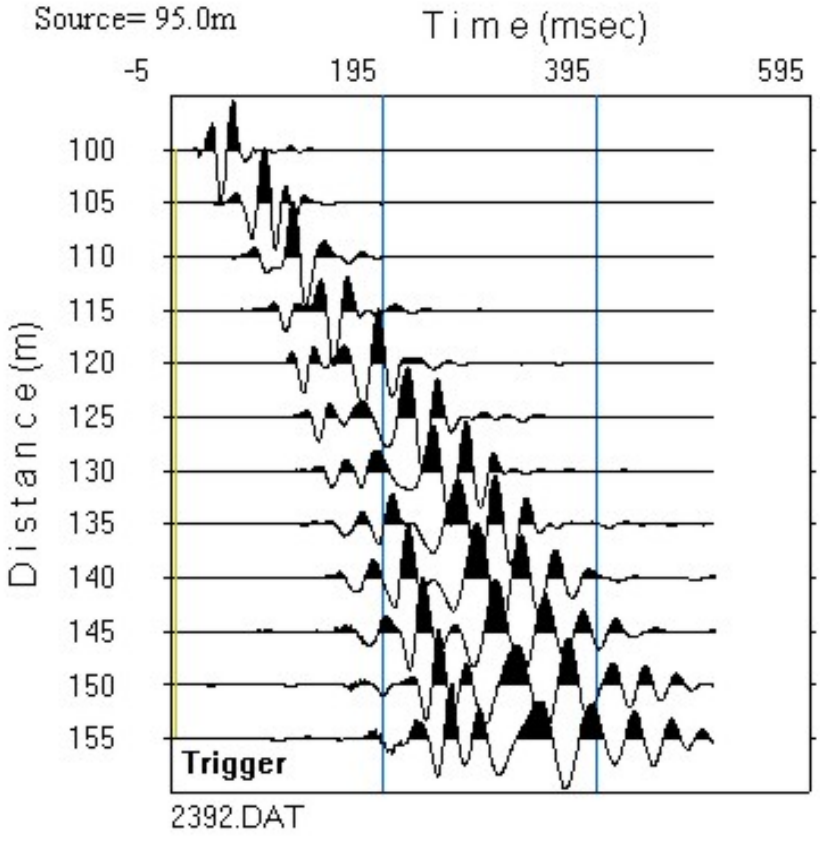

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance (m)
Trigger
2387.DAT

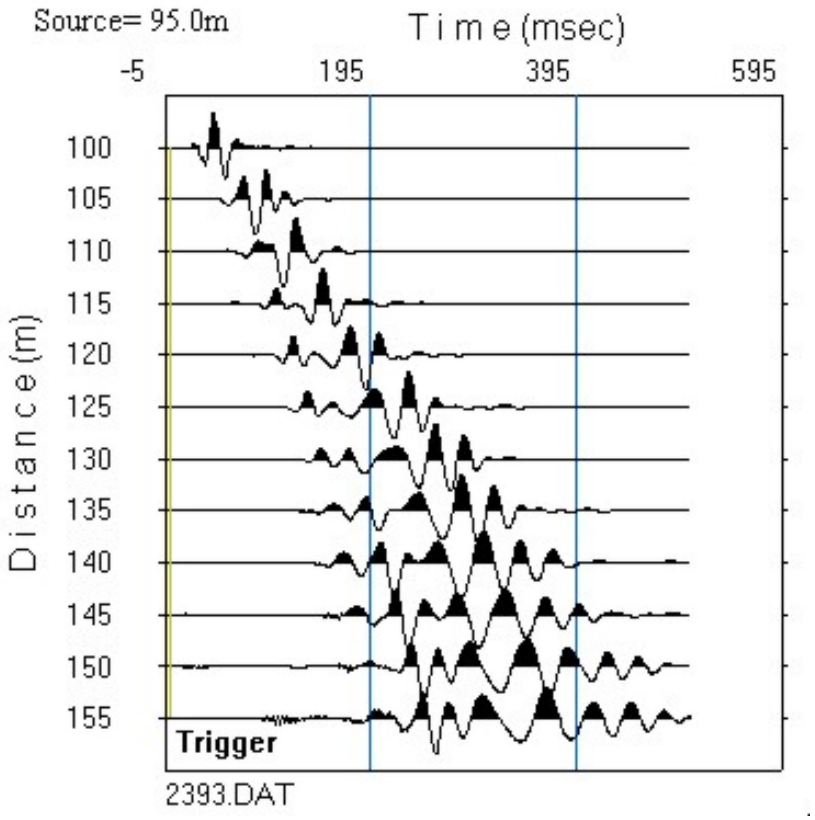

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance (m)
Trigger
2388.DAT

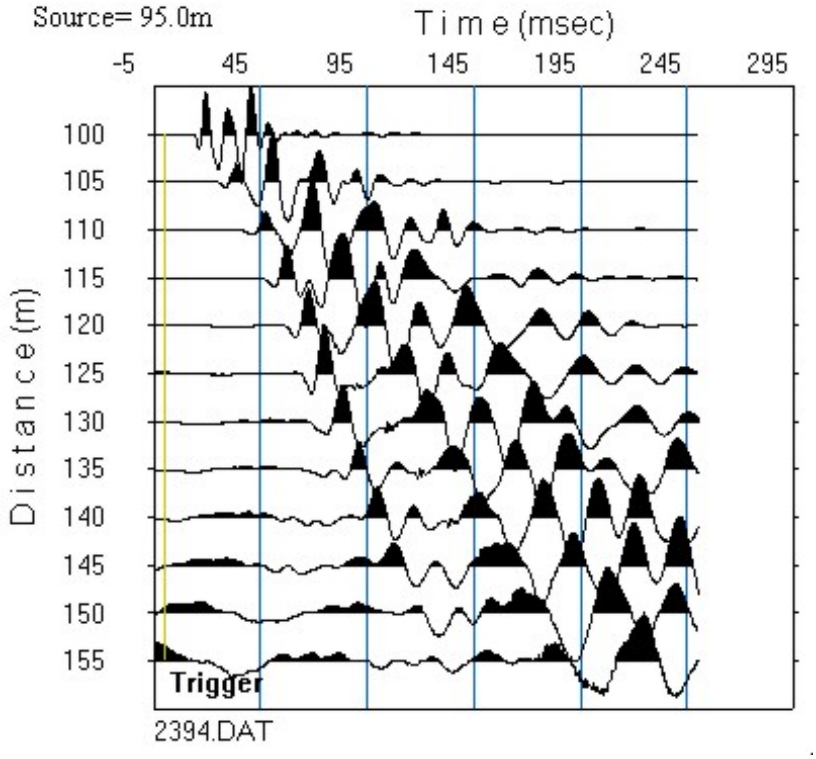

Source=160.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
295
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance (m)
Trigger
2389.DAT

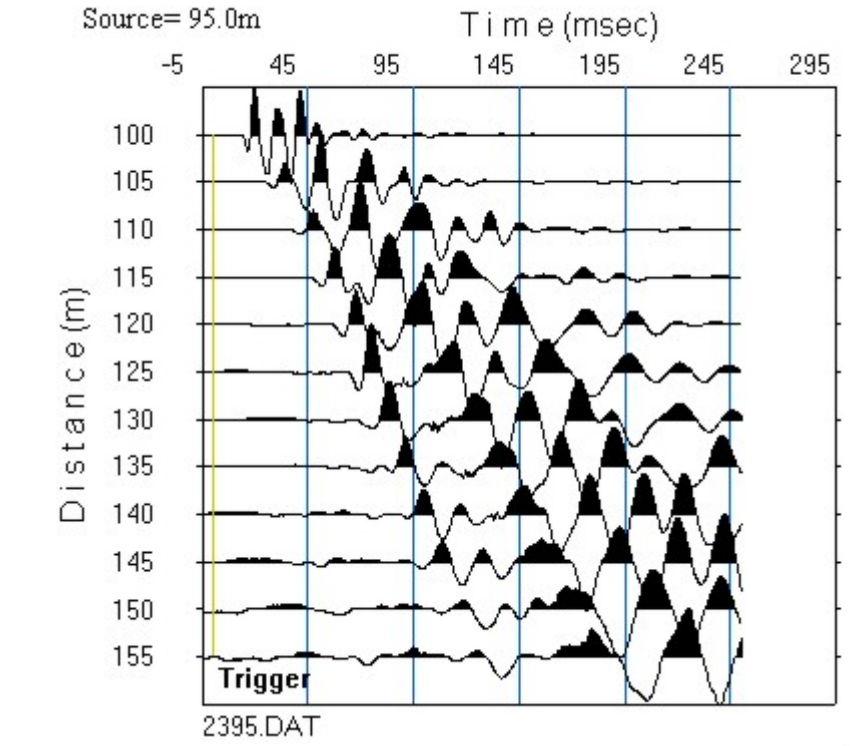

Source=160.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
295
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance (m)
Trigger
2390.DAT

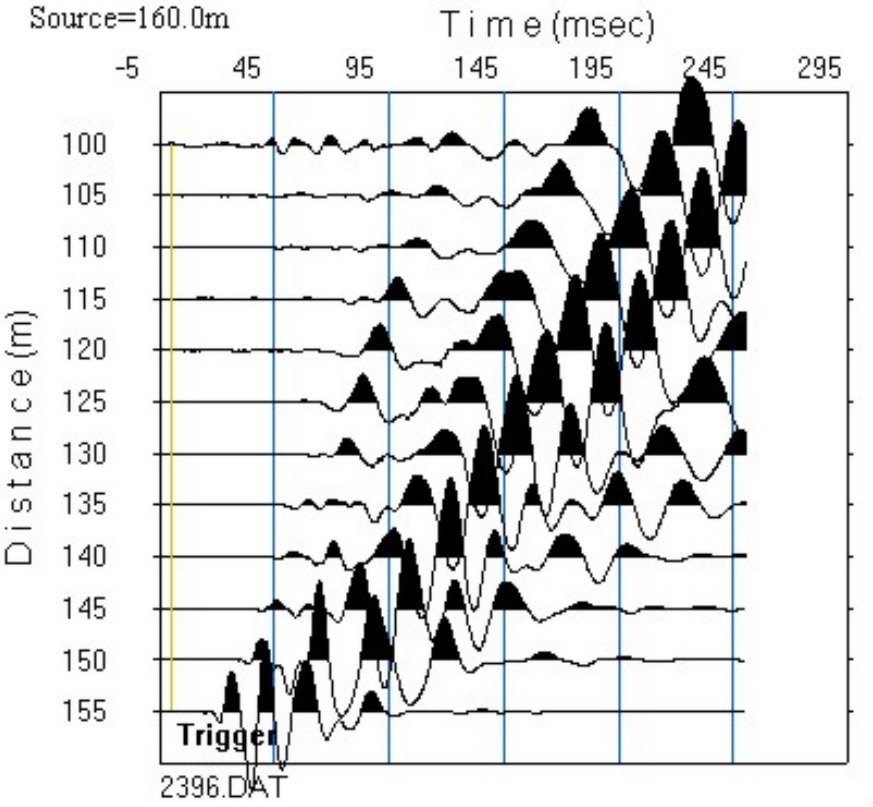

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
195
395
595
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2391.DAT

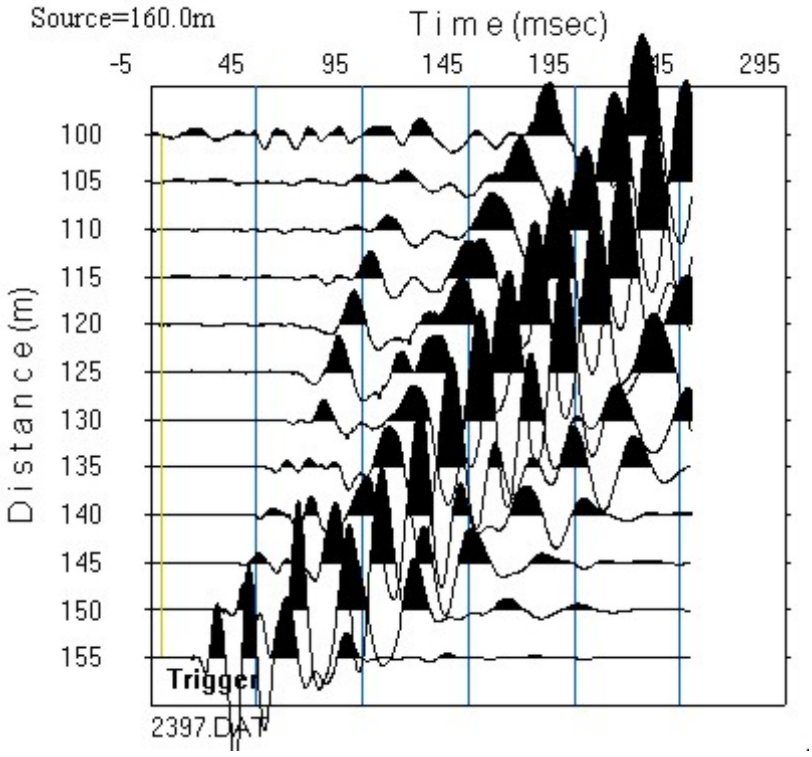

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
195
395
595
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2392.DAT

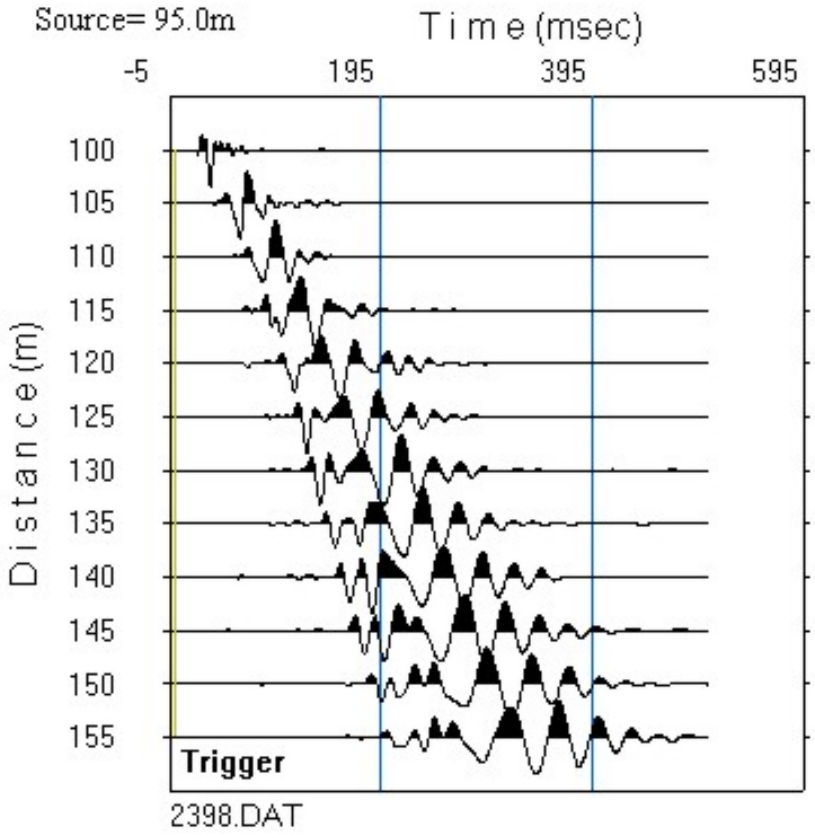

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
195
395
595
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance (m)
Trigger
2393.DAT

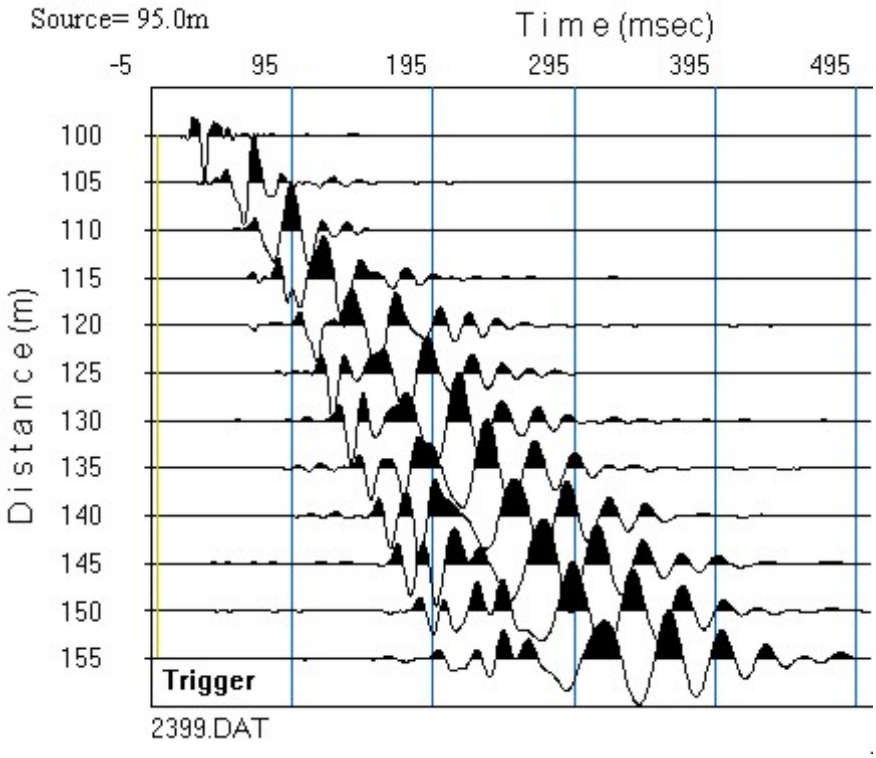

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance (m)
Trigger
2394.DAT

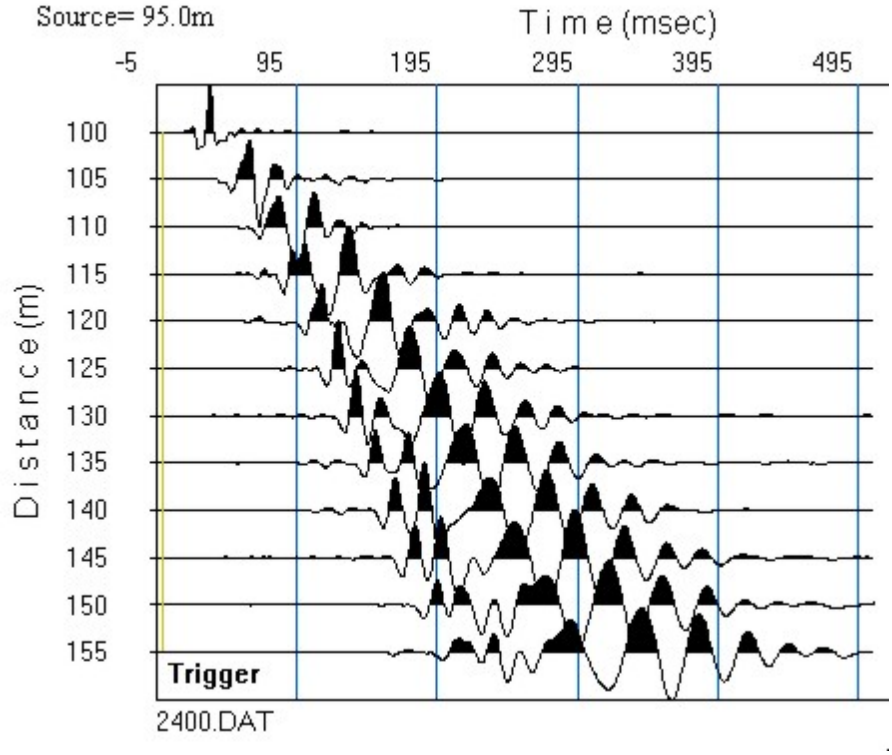

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance (m)
Trigger
2395.DAT

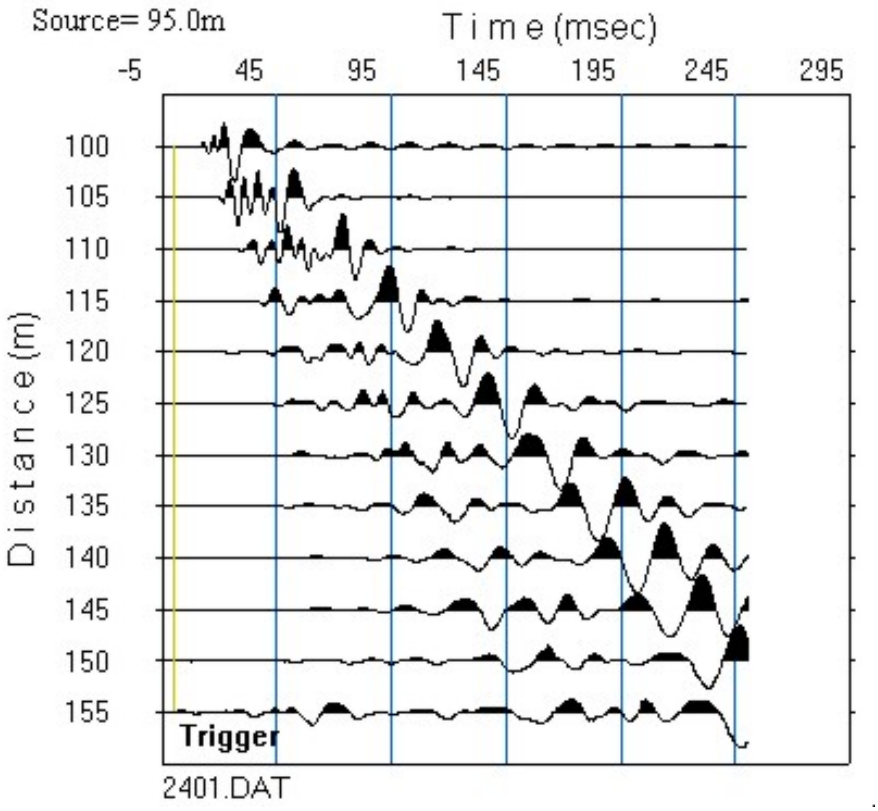

Source=160.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance (m)
Trigger
2396.DAT

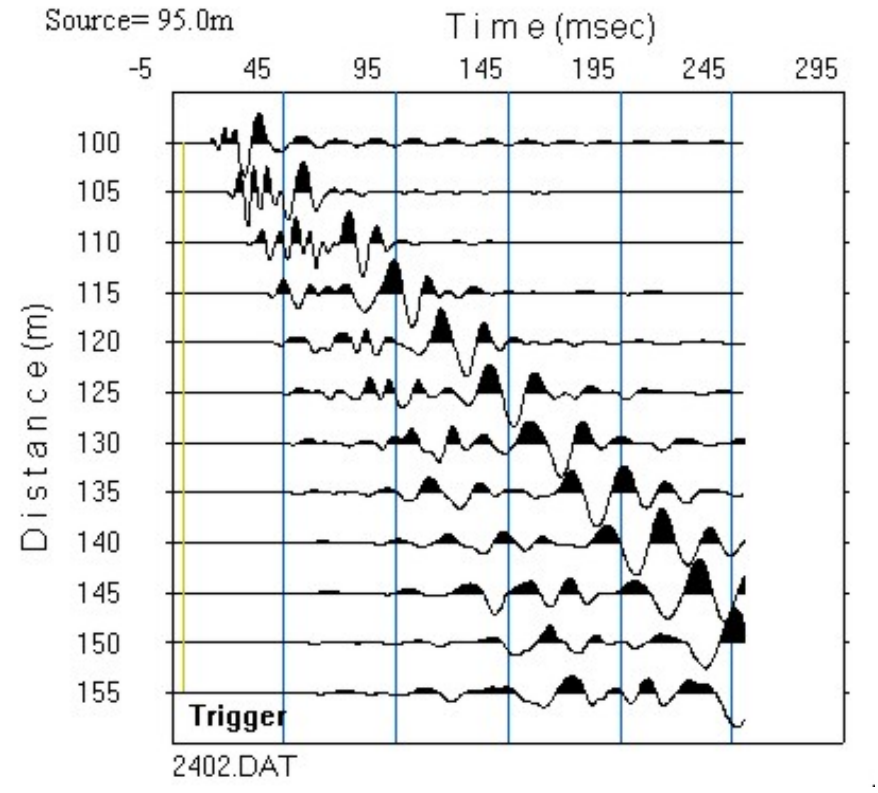

Source=160.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
295
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2397.DAT

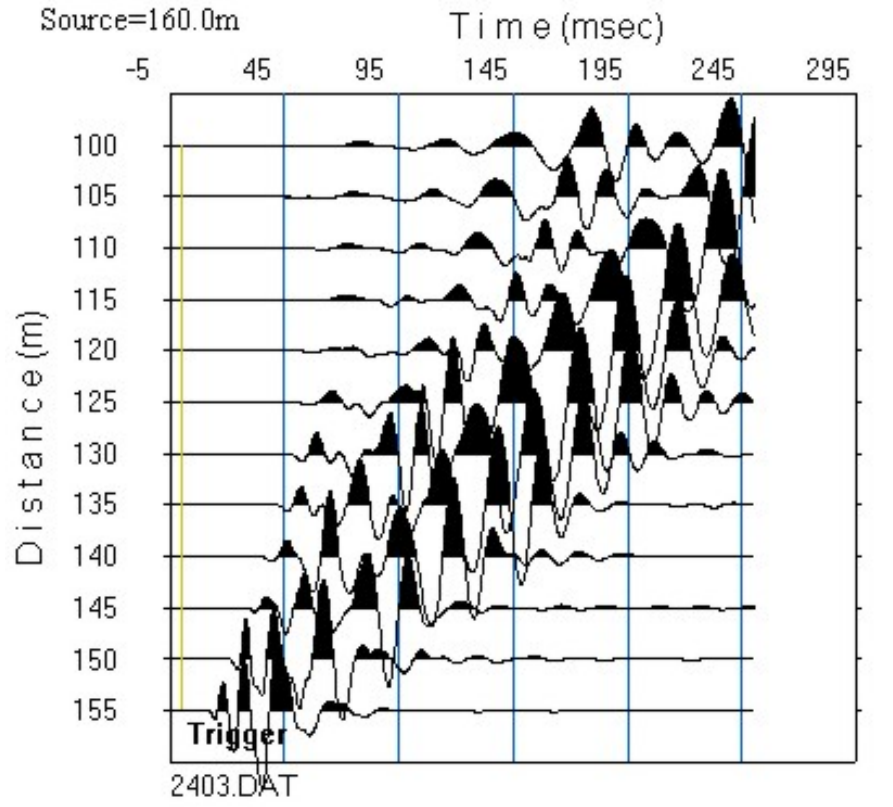

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
195
395
595
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2398.DAT

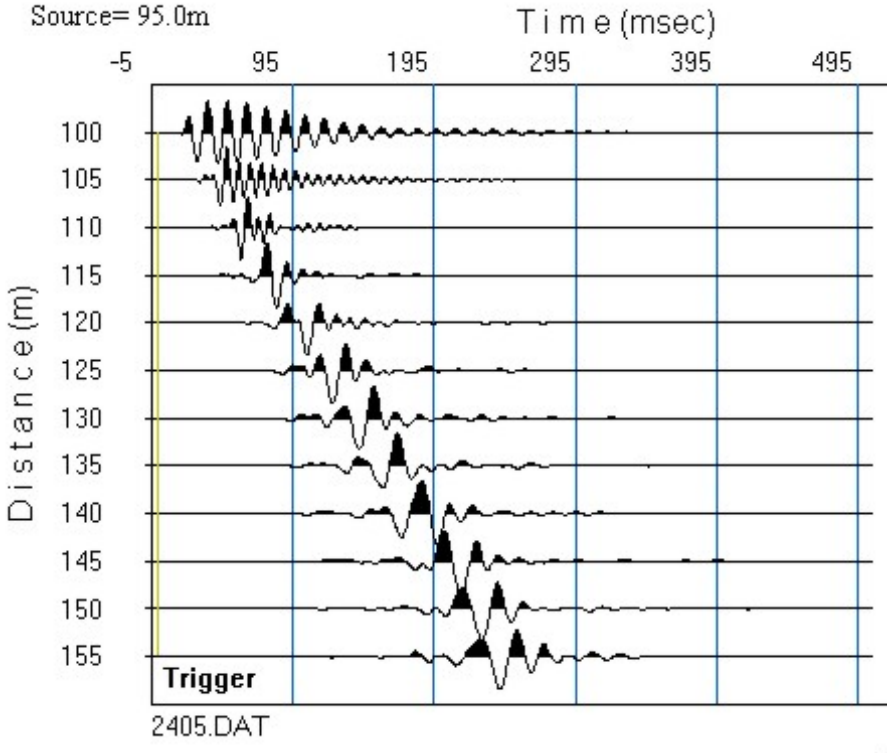

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
95
195
295
395
495
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance (m)
Trigger
2399.DAT

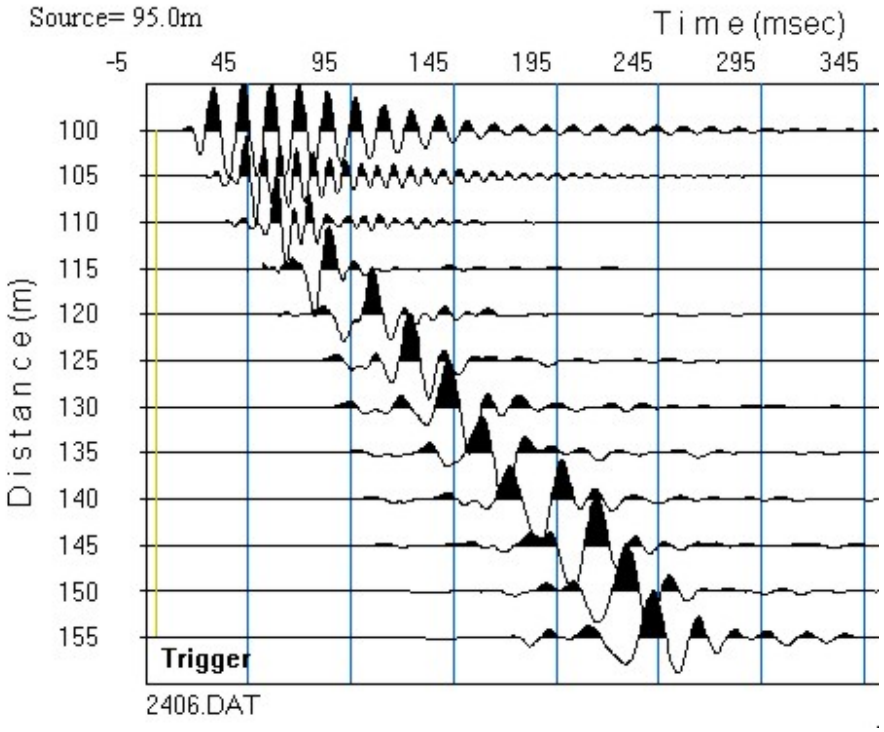

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
95
195
295
395
495
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance (m)
Trigger
2400.DAT

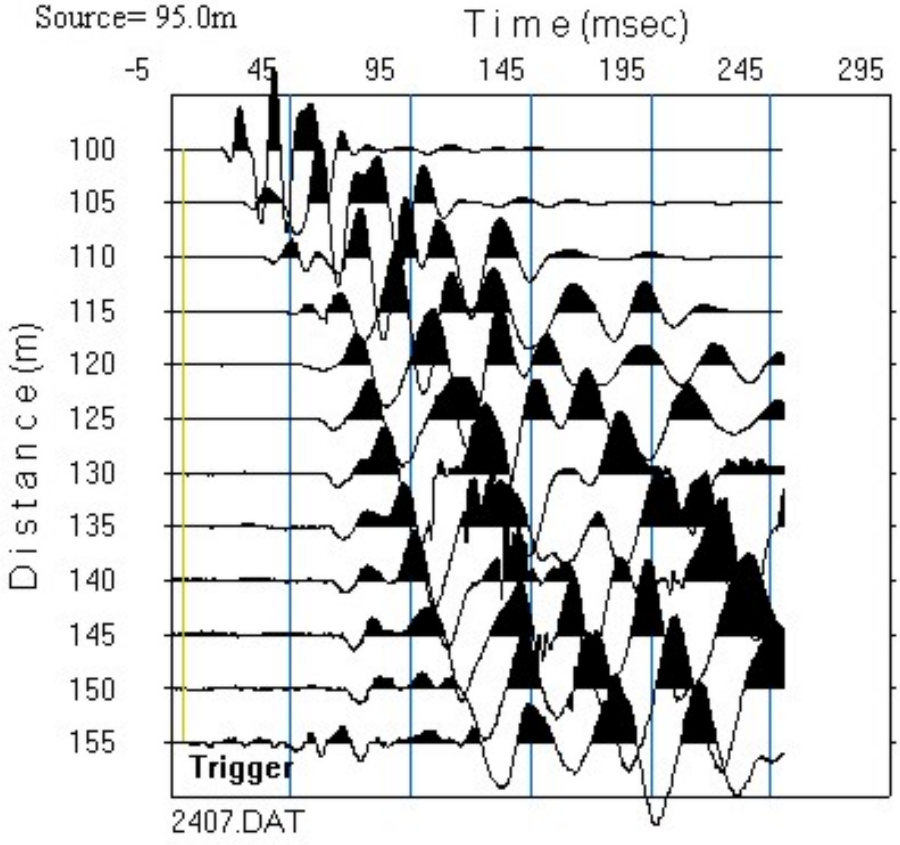

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
Distance(m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2401.DAT

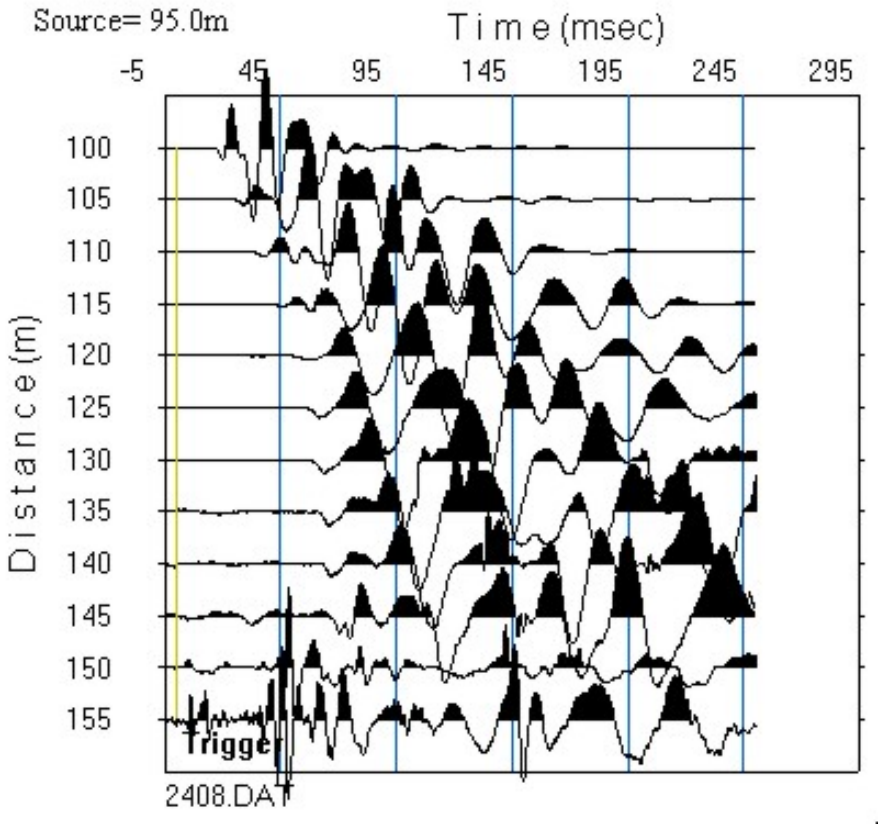

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
Distance(m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2402.DAT

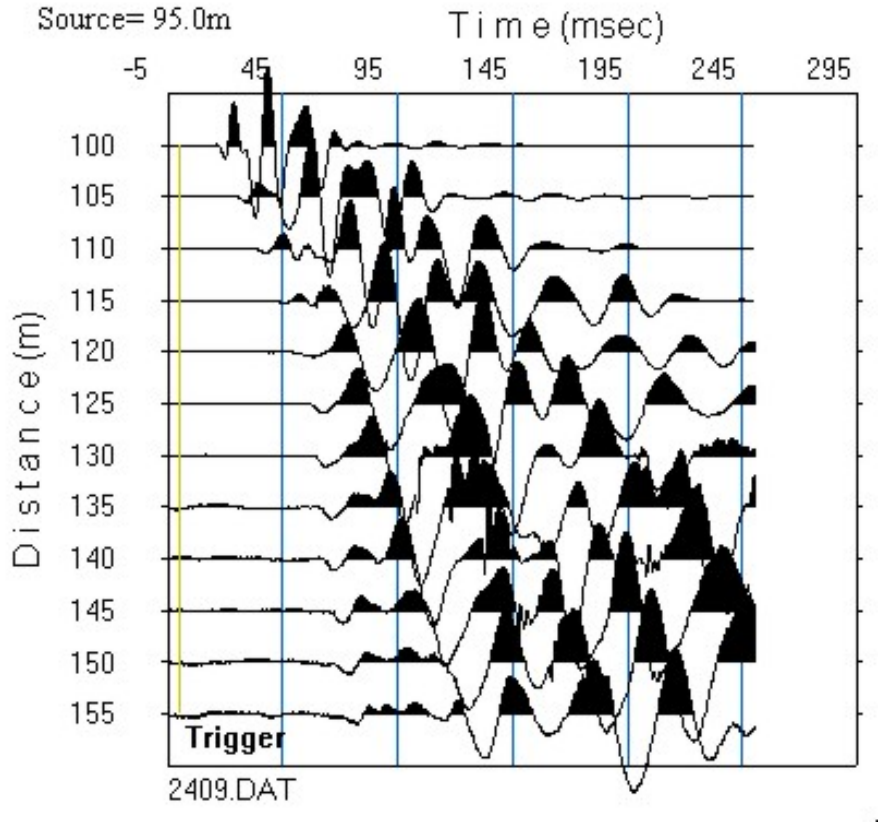

Source=160.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance(m)
Trigger
2403.DAT

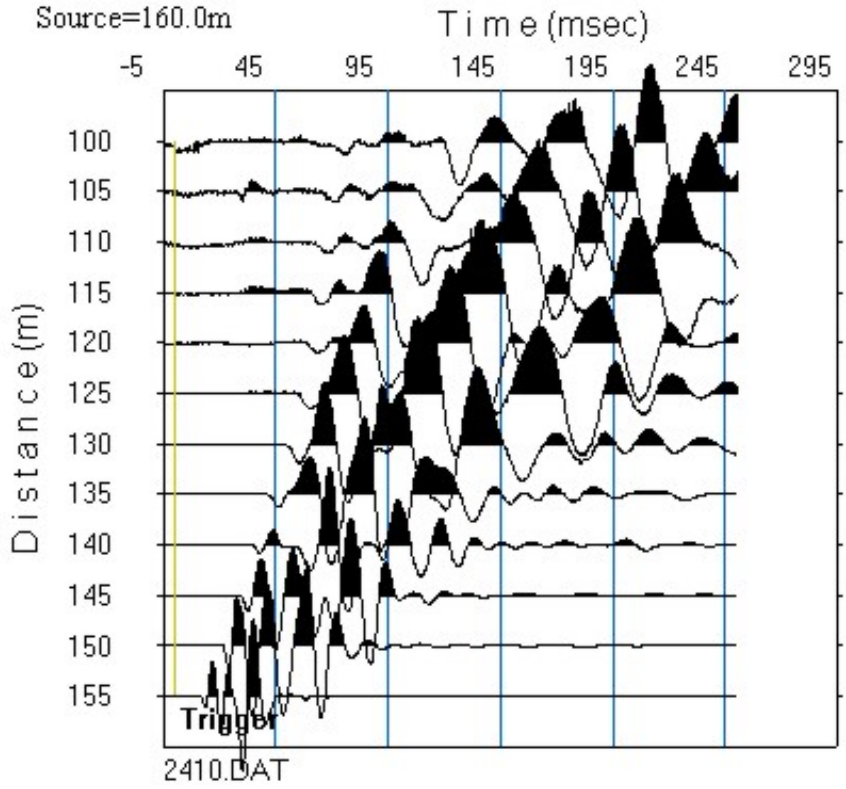

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
95
195
295
395
495
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance(m)
Trigger
2405.DAT

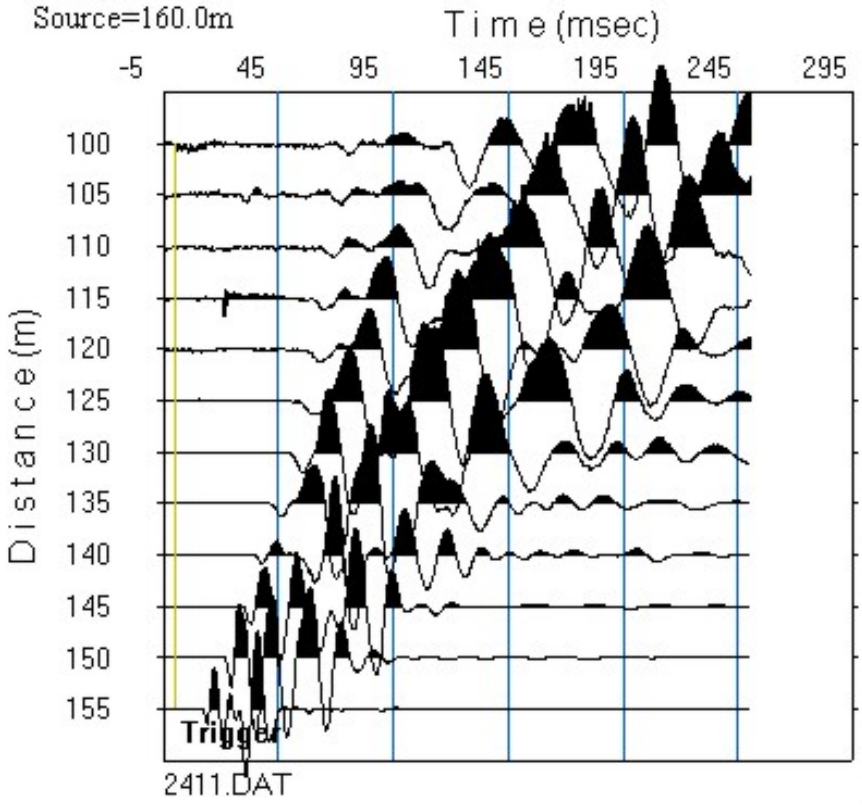

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
345
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2406.DAT

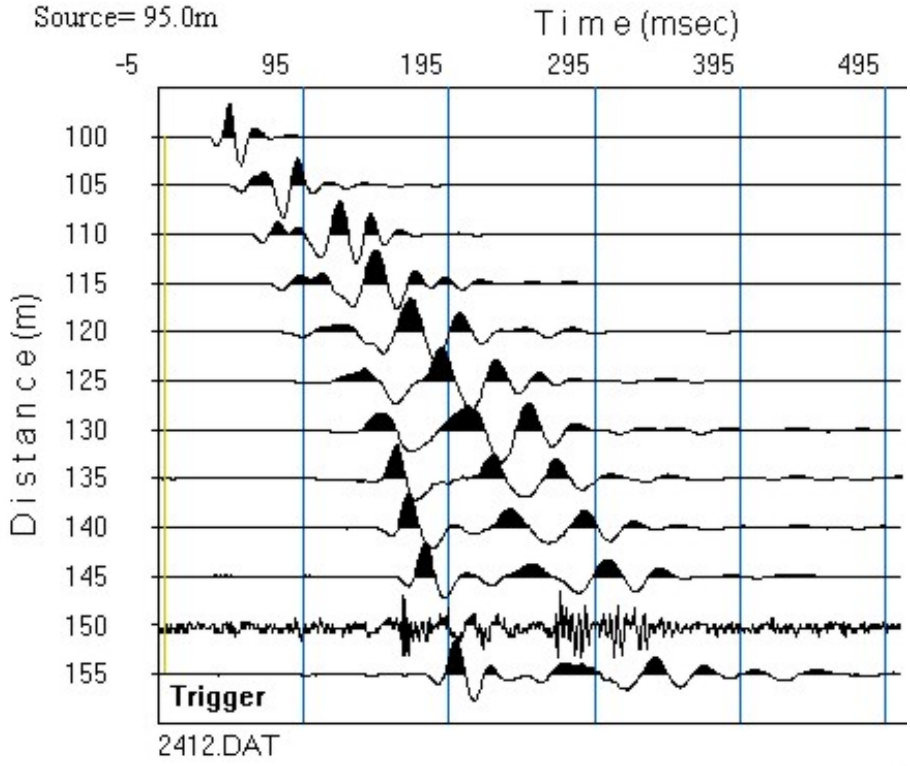

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2407.DAT

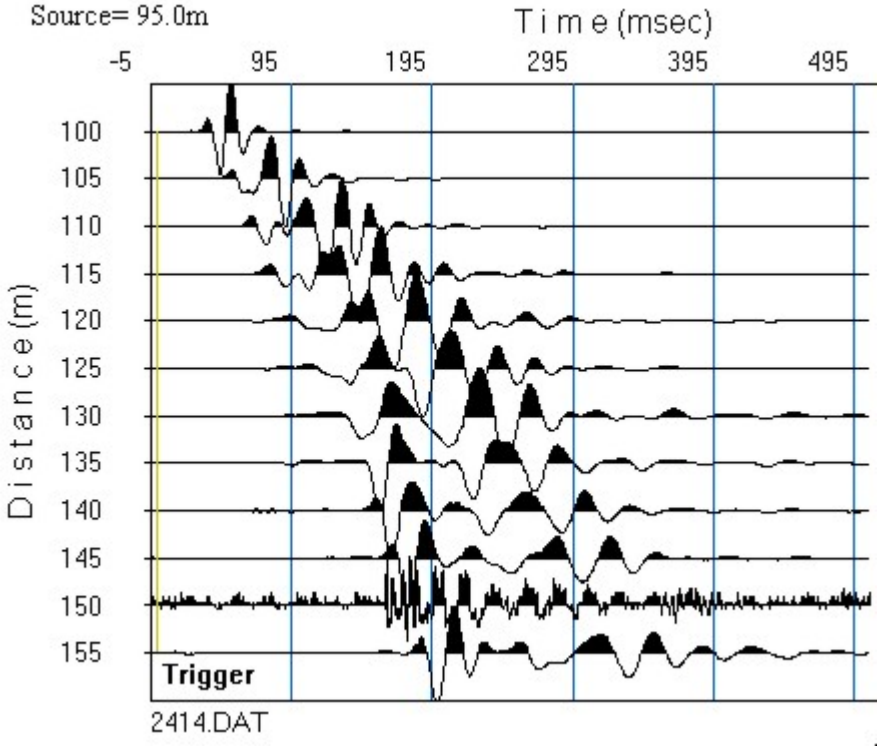

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance (m)
Trigger
2408.DAT

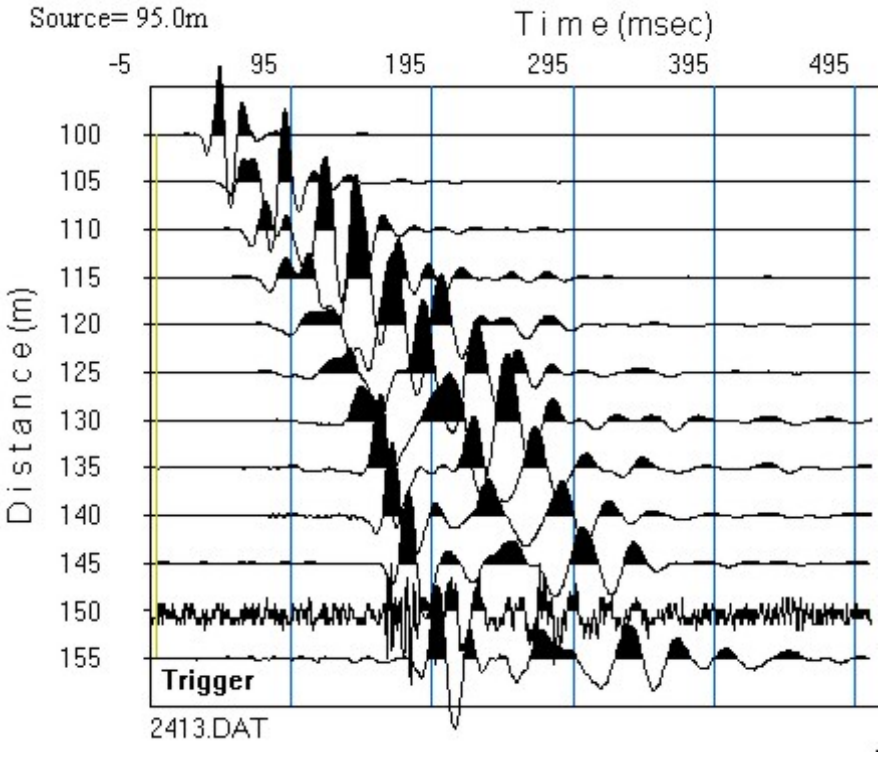

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance (m)
Trigger
2409.DAT

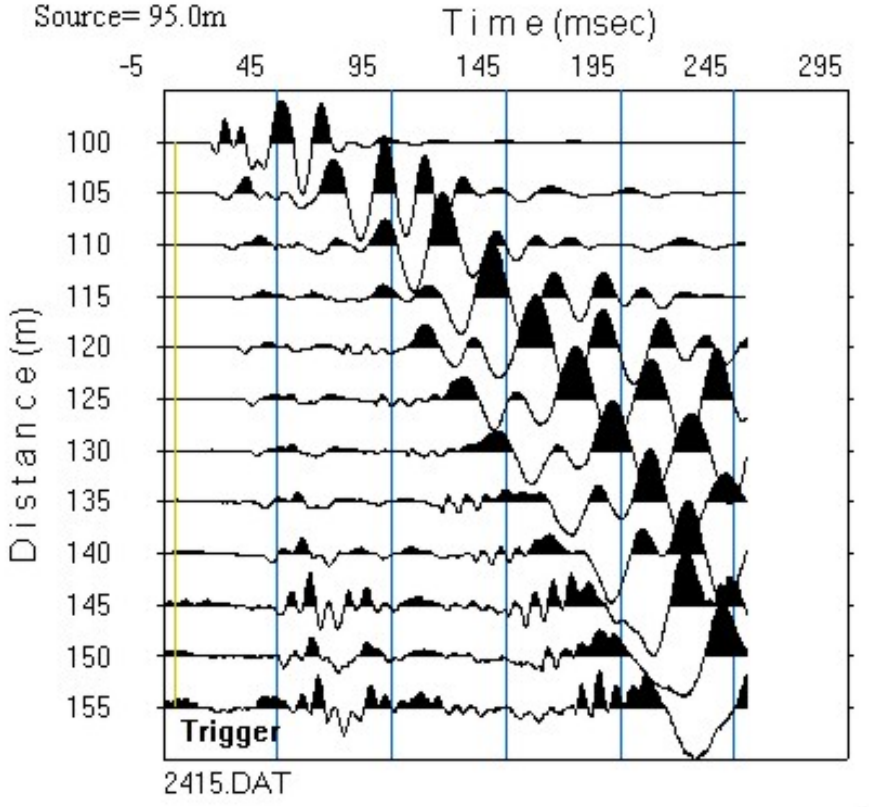

Source=160.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
Distance(m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2410.DAT

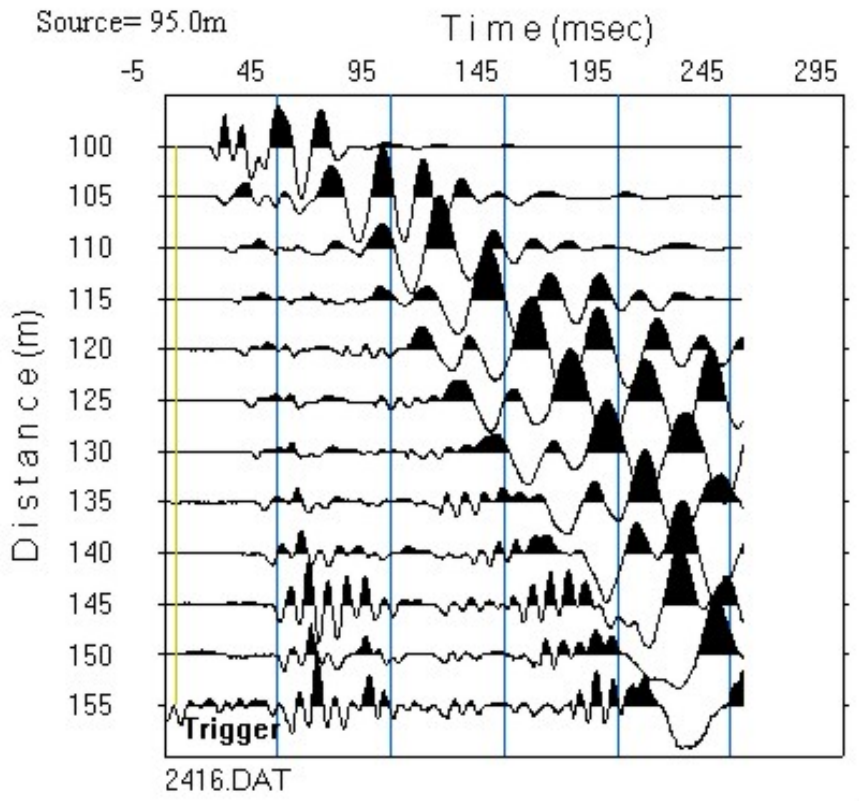

Source=160.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
Distance(m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2411.DAT

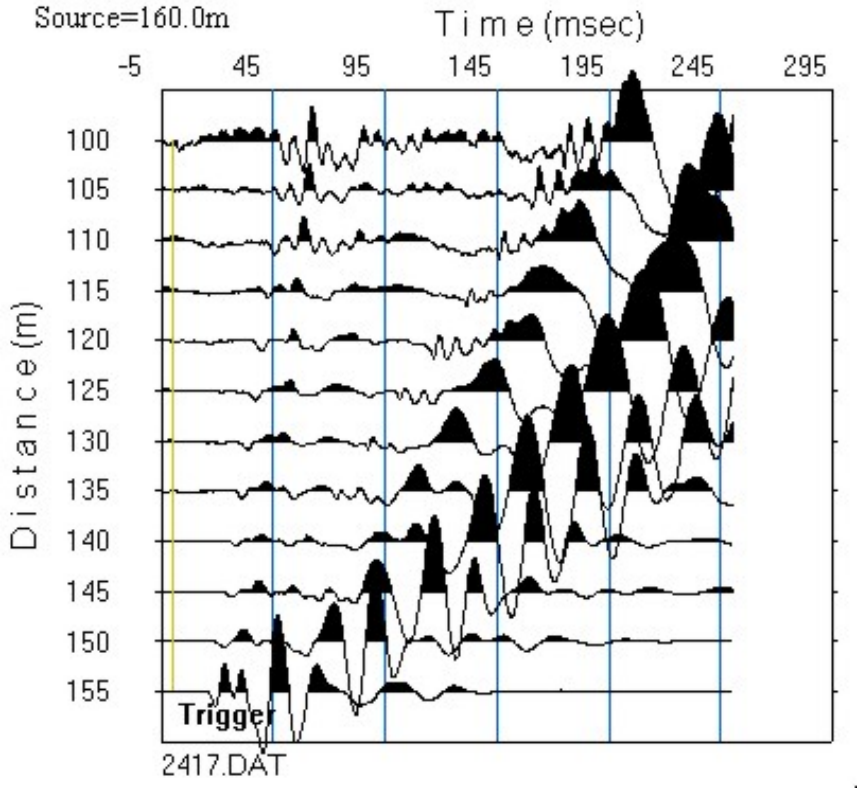

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
95
195
295
395
495
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2412.DAT

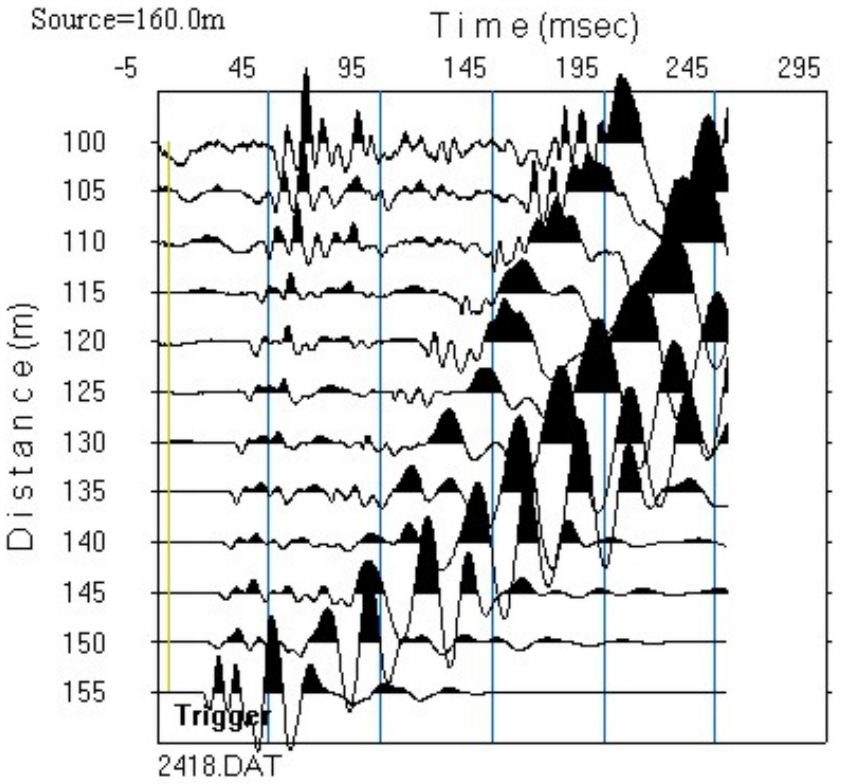

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
95
195
295
395
495
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2414.DAT

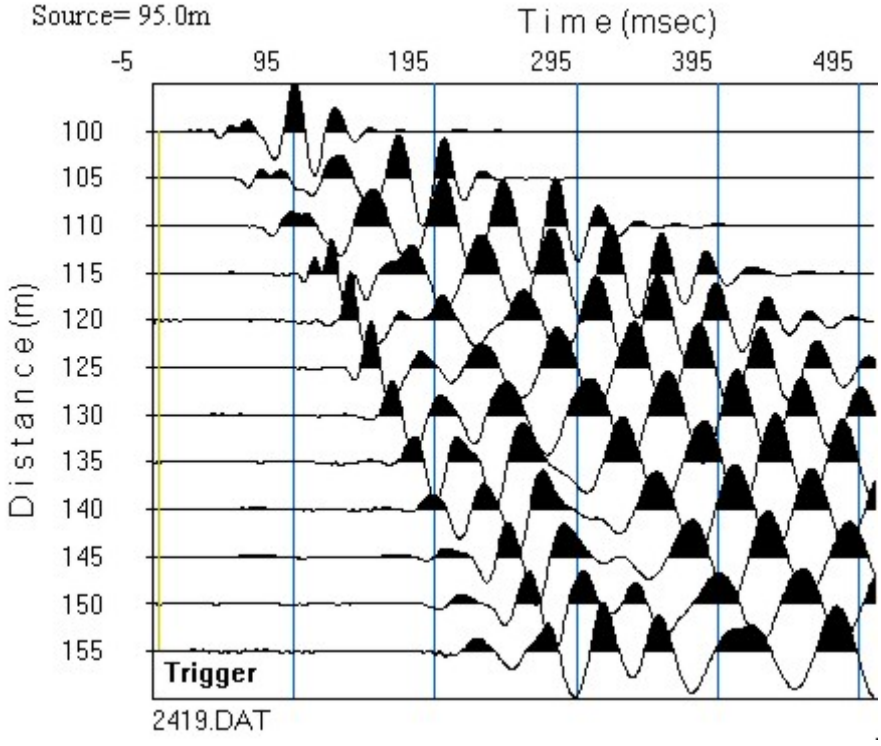

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
95
195
295
395
495
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance(m)
Trigger
2413.DAT

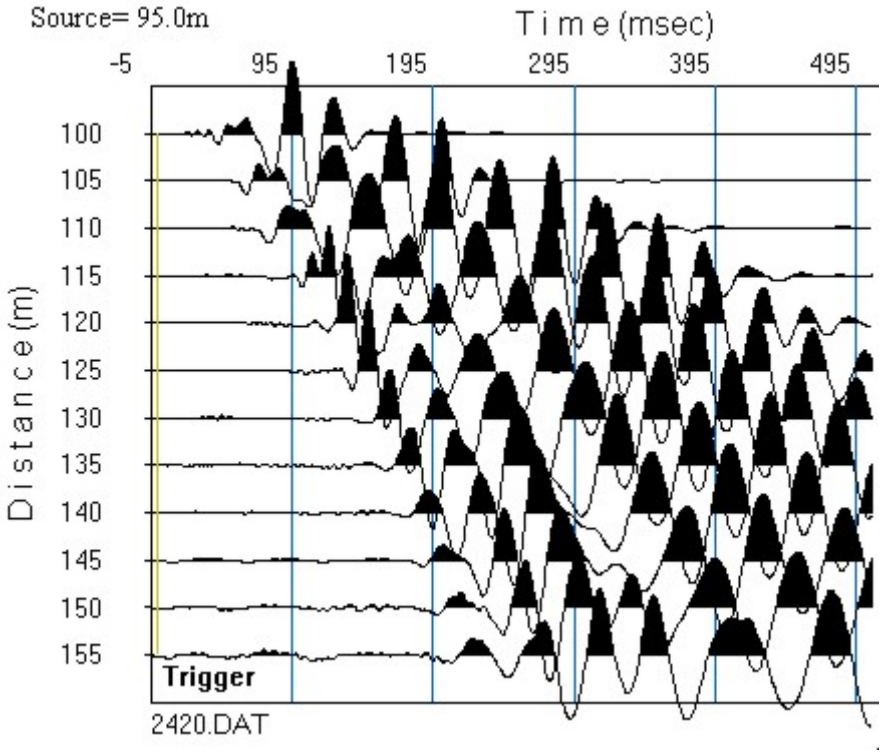

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance(m)
Trigger
2415.DAT

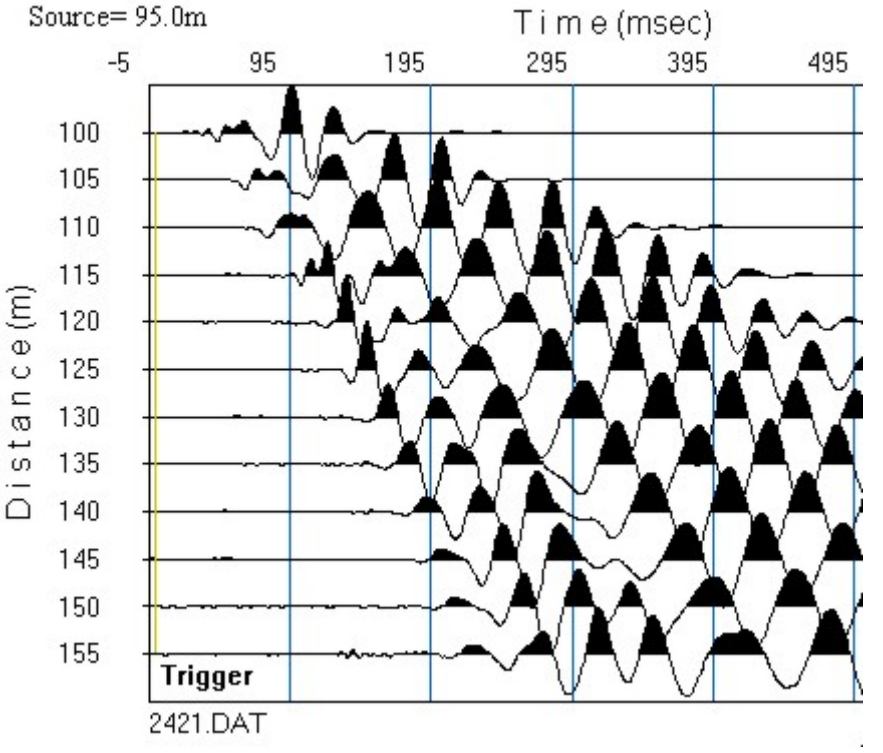

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2416.DAT

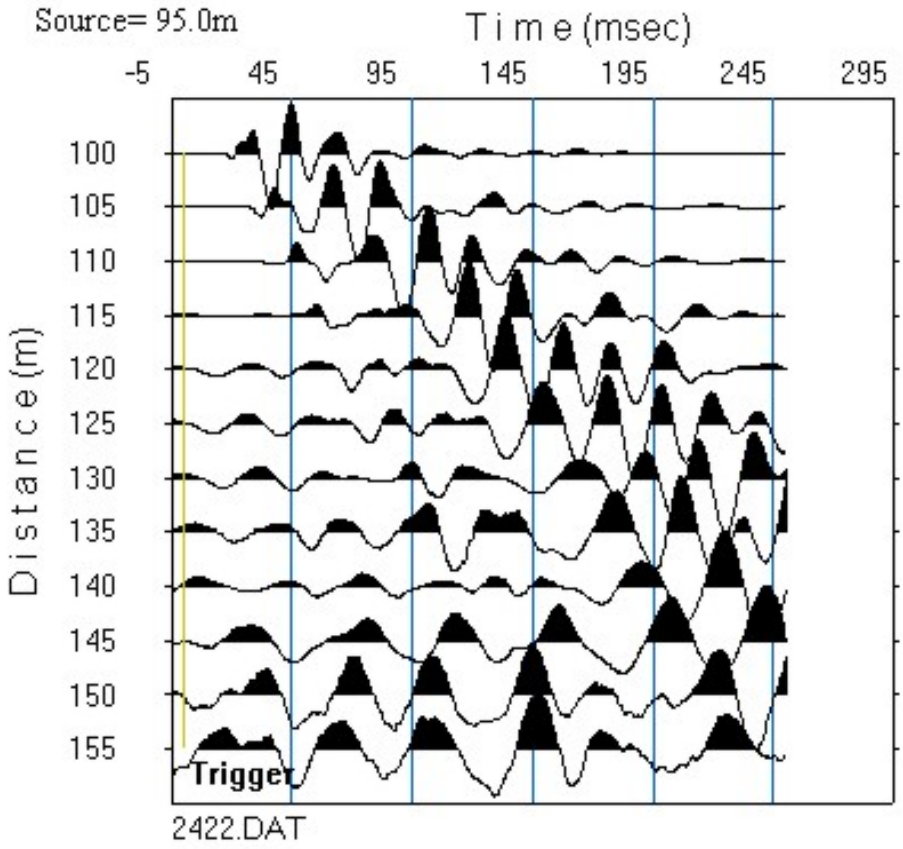

Source=160.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2417.DAT

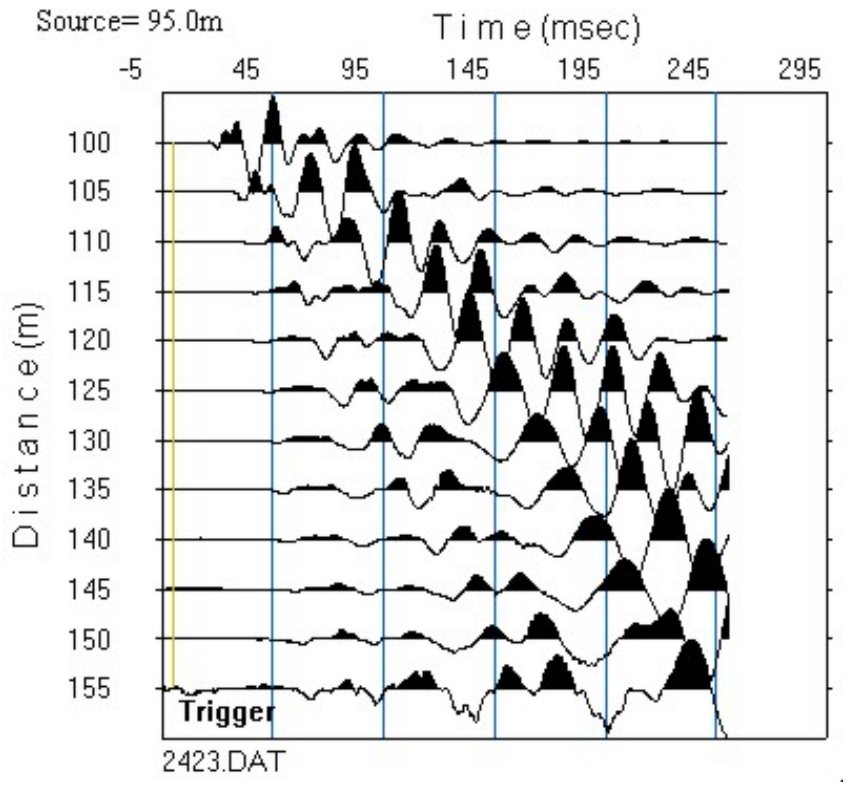

Source=160.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
Distance(m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2418.DAT

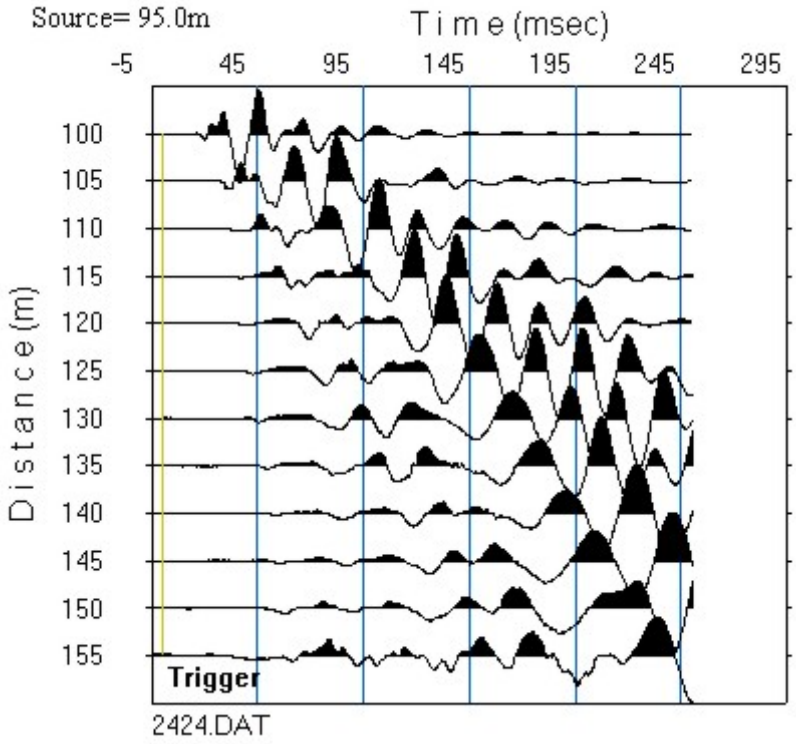

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
95
195
295
395
495
Distance(m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2419.DAT

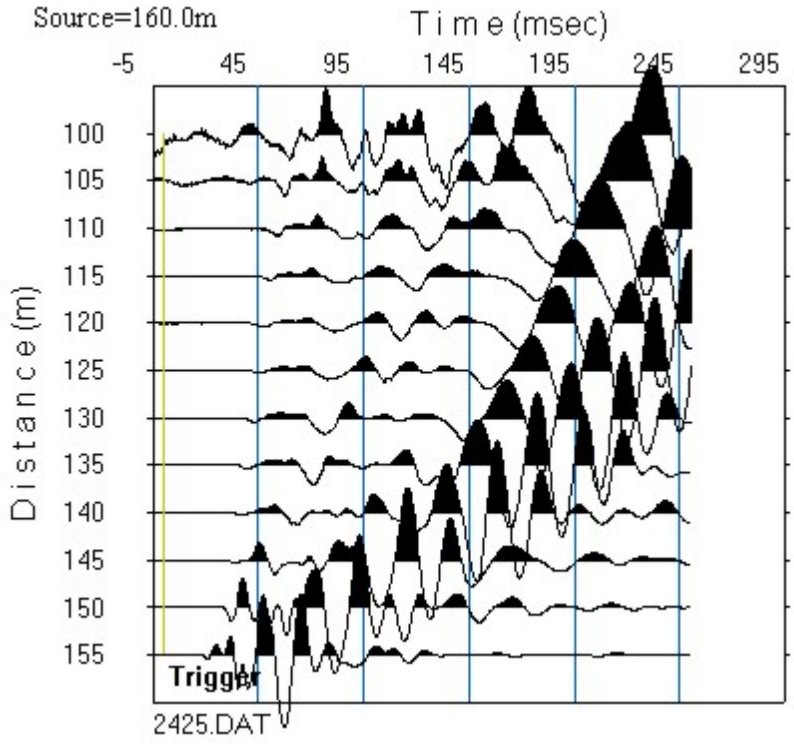

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
95
195
295
395
495
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2420.DAT

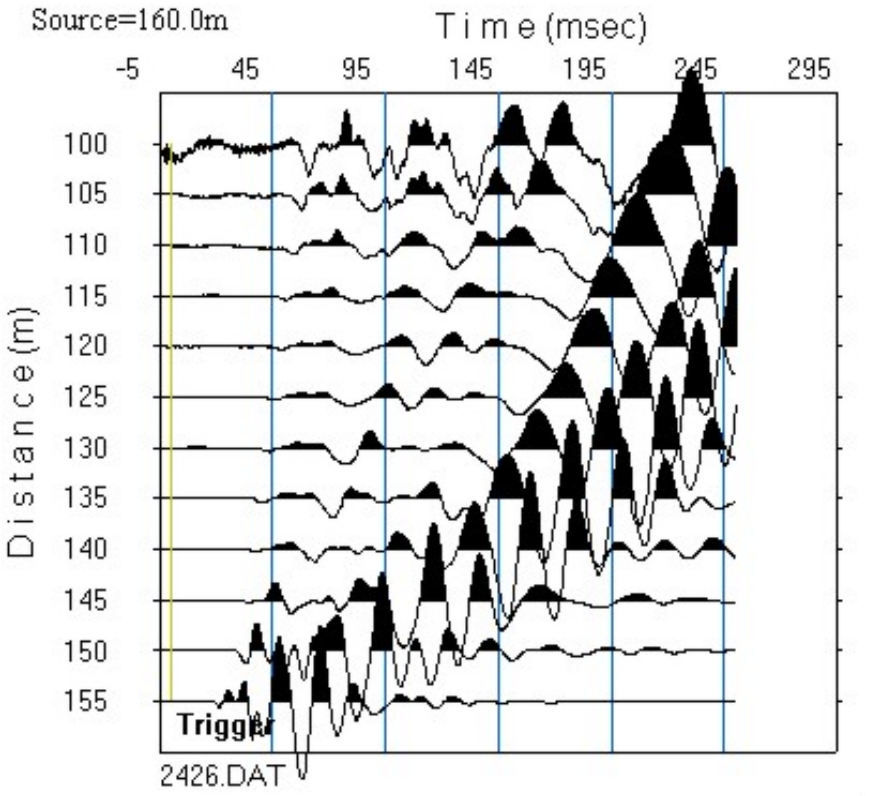

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
95
195
295
395
495
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2421.DAT

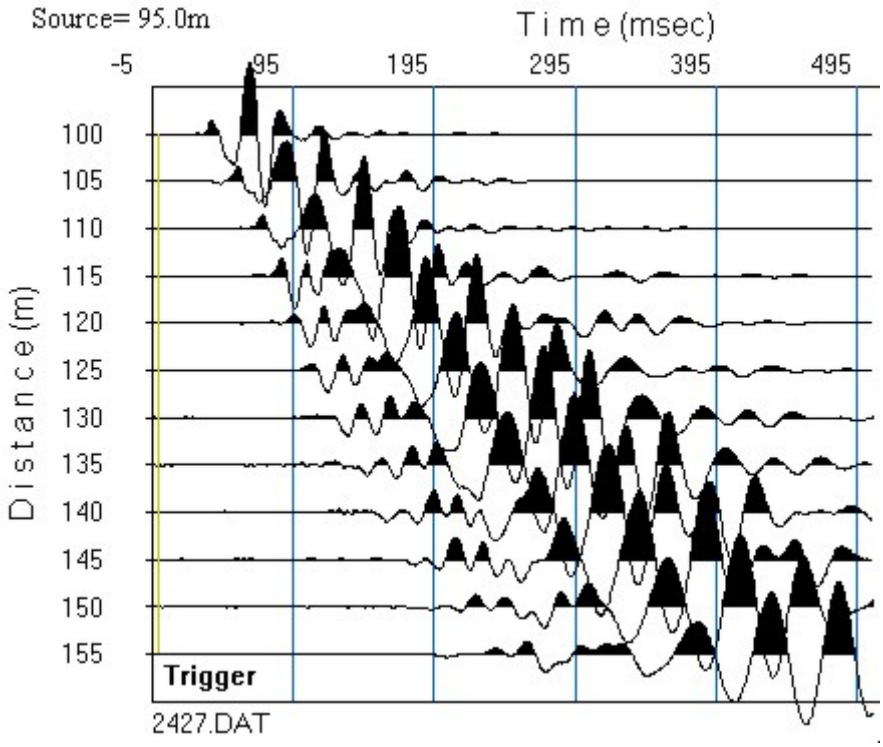

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance (m)
Trigger
2422.DAT

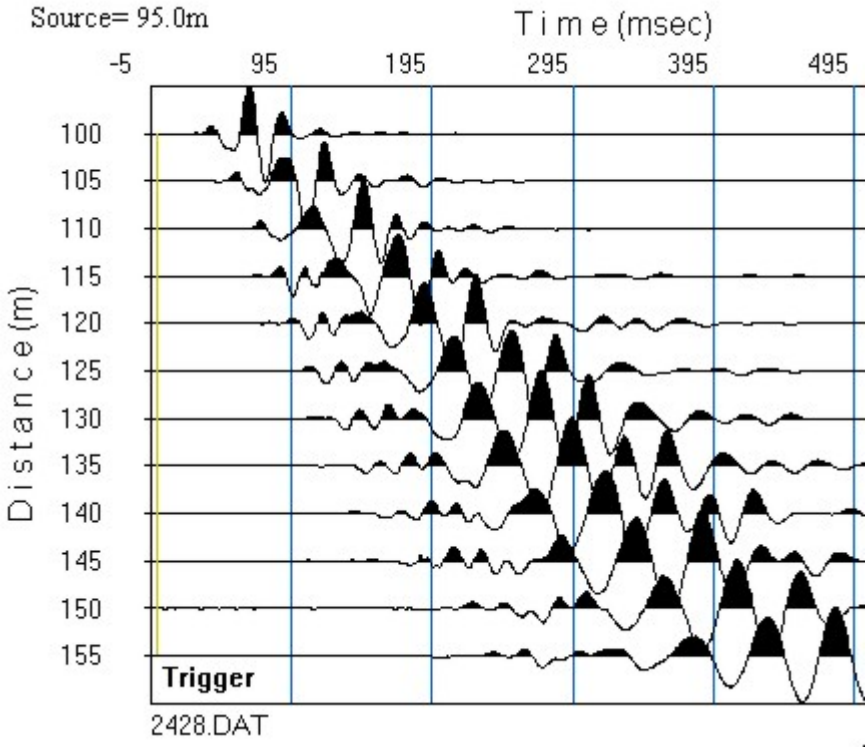

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance (m)
Trigger
2423.DAT

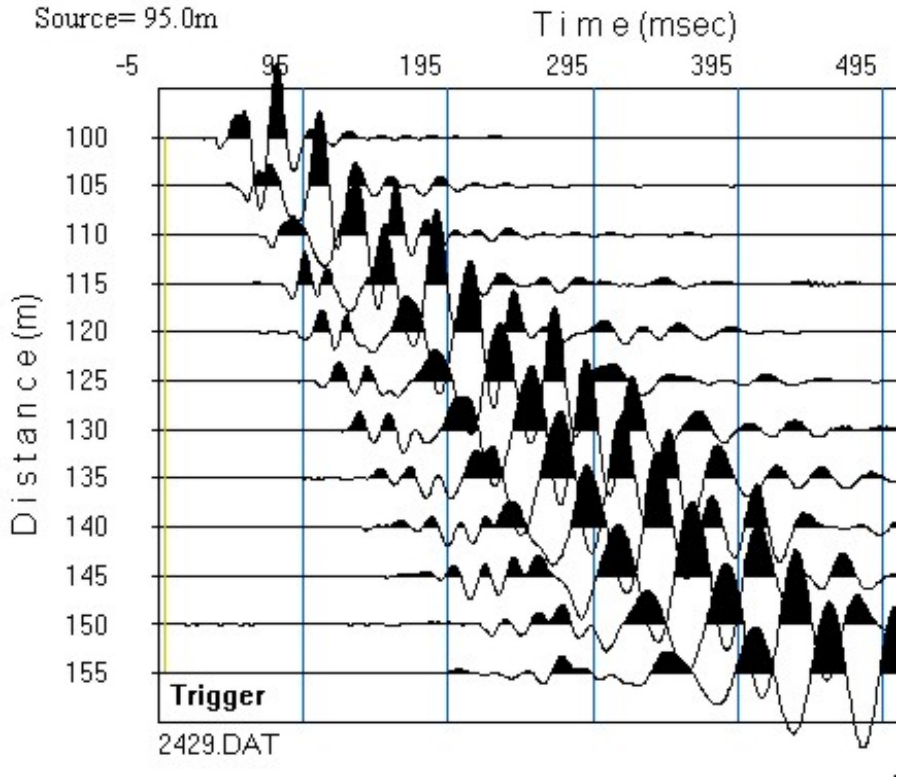

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance (m)
Trigger
2424.DAT

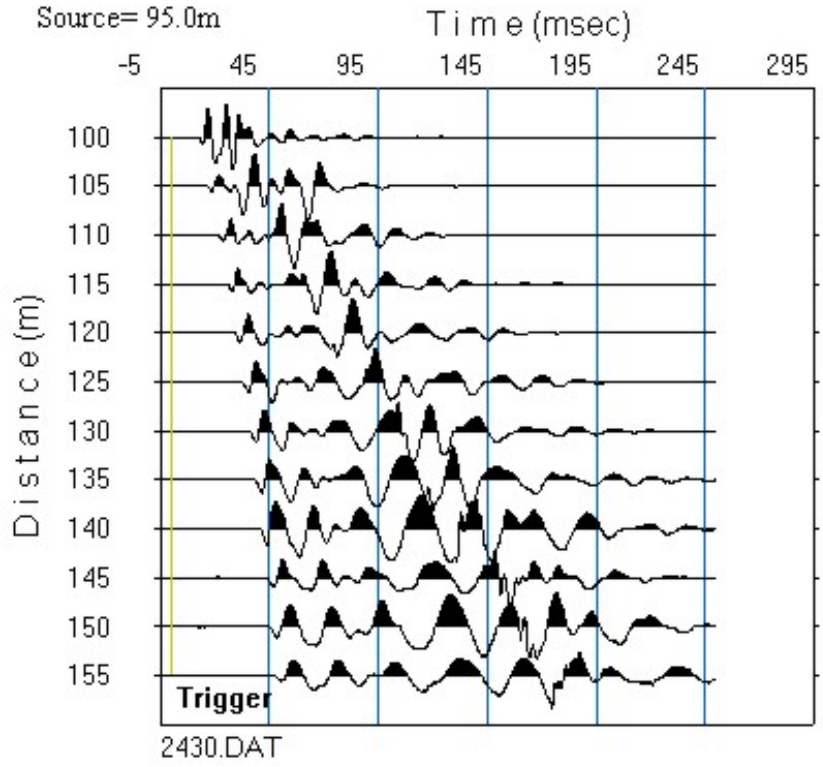

Source=160.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance (m)
Trigger
2425.DAT

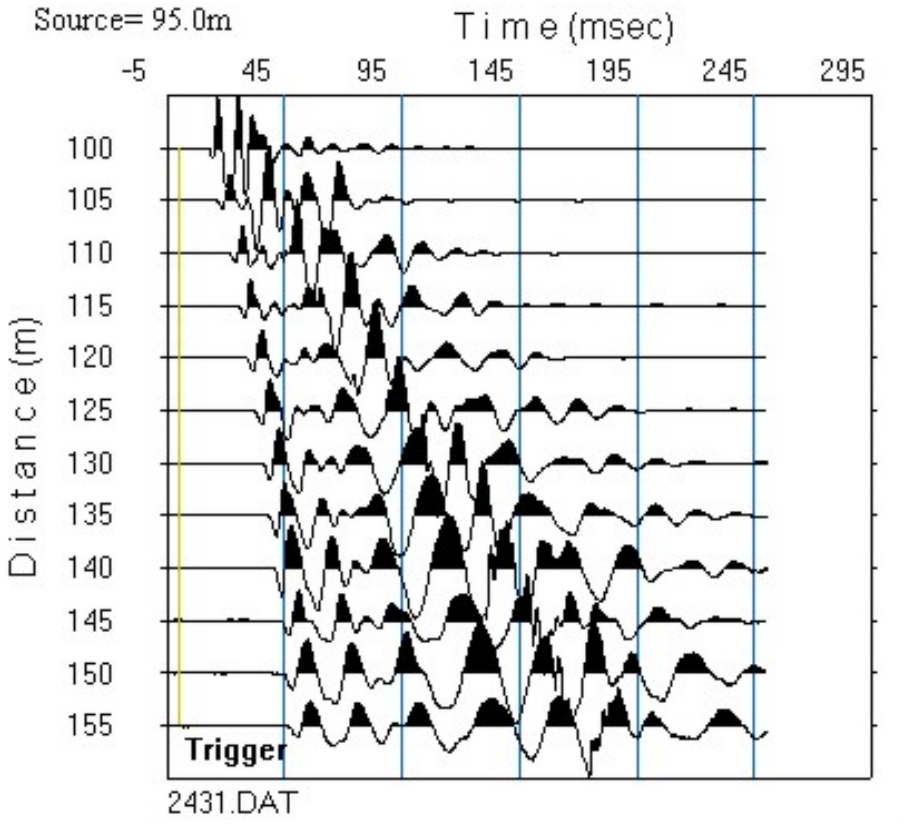

Source=160.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2426.DAT

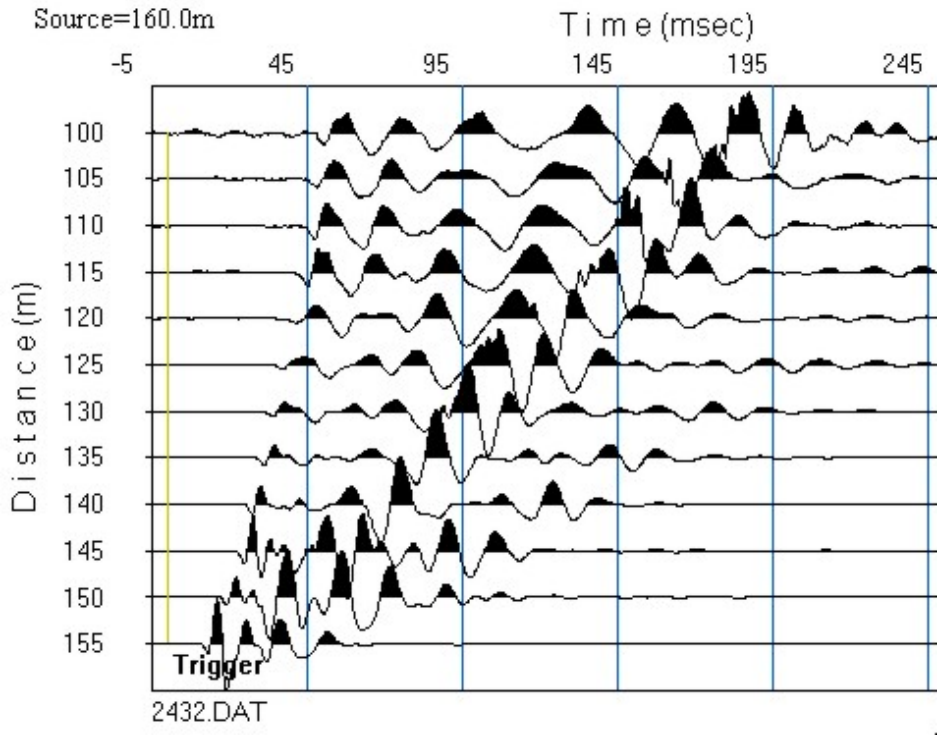

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
95
195
295
395
495
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2427.DAT

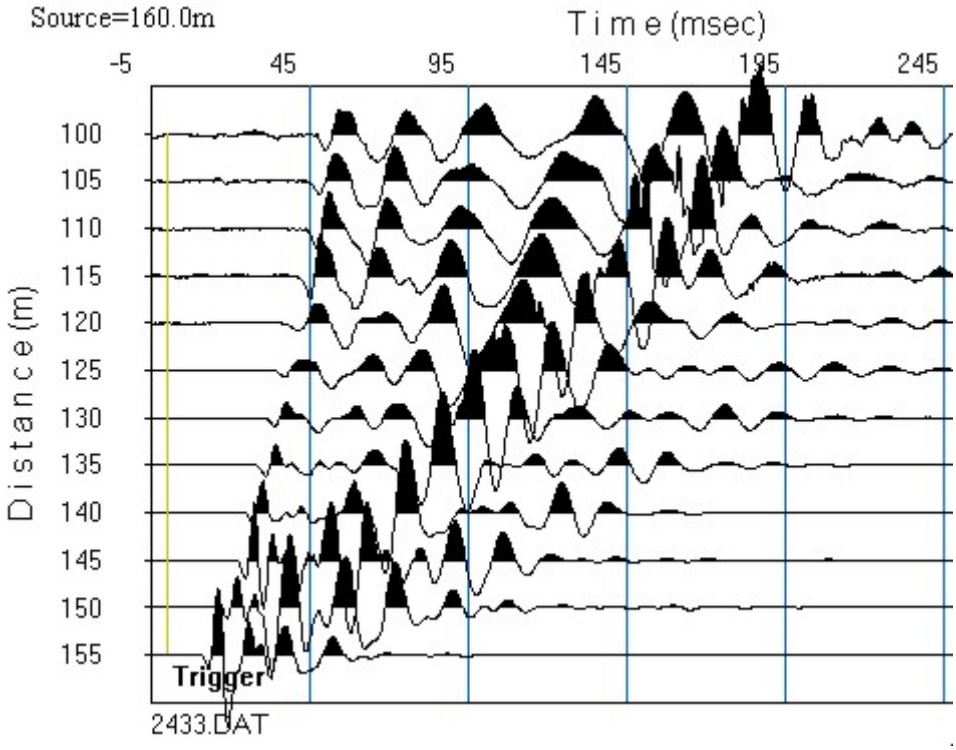

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
95
195
295
395
495
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2428.DAT

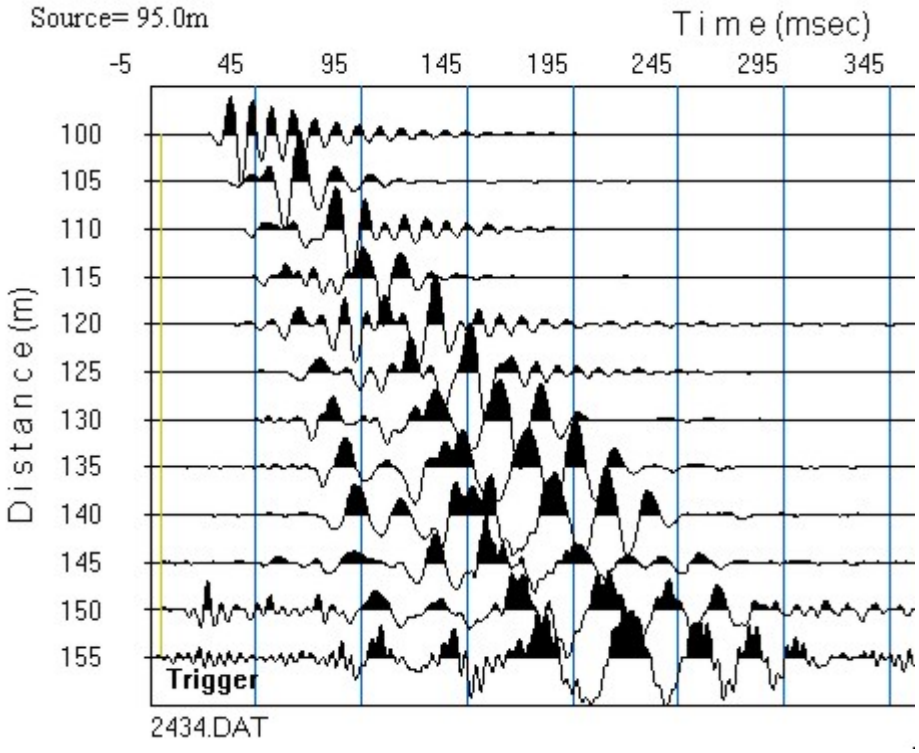

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
95
195
295
395
495
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2429.DAT

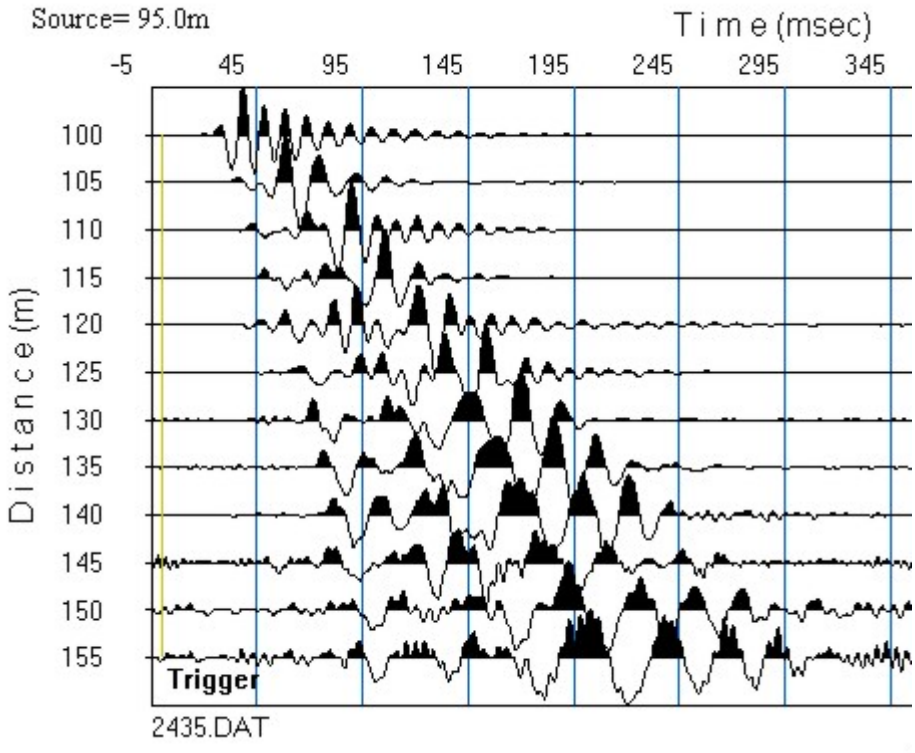

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2430.DAT

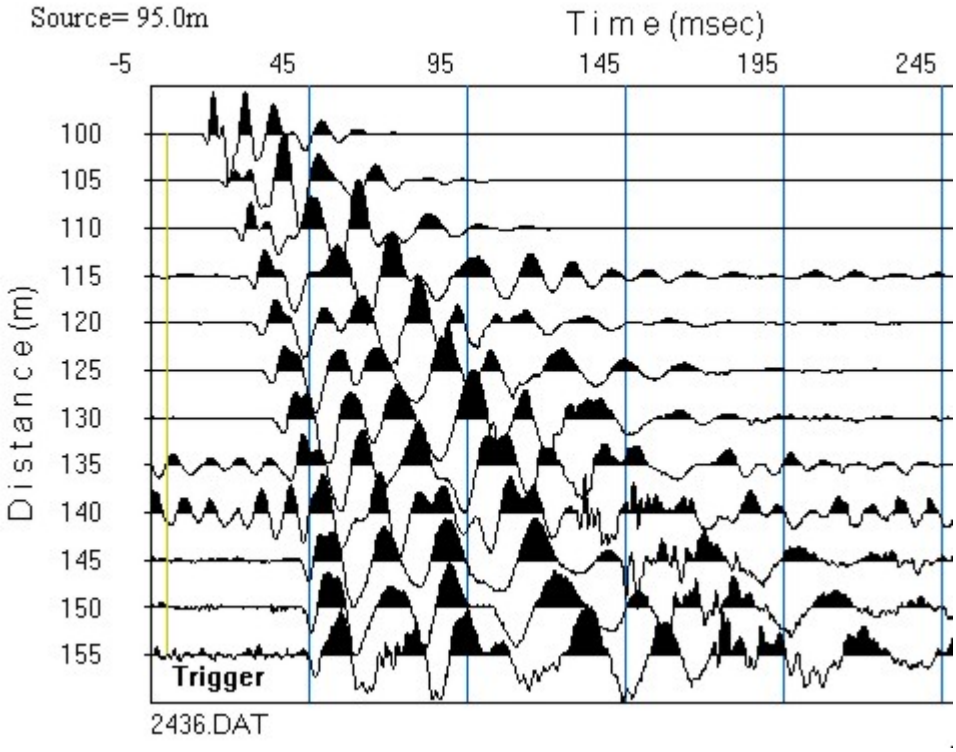

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2431.DAT

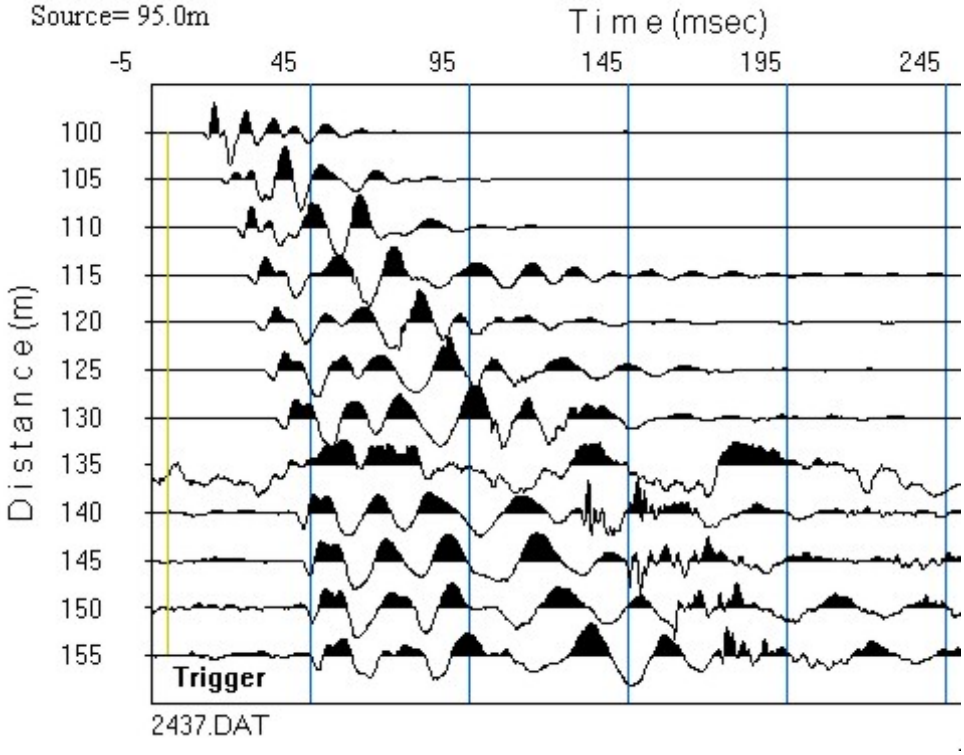

Source=160.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
Distance(m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2432.DAT

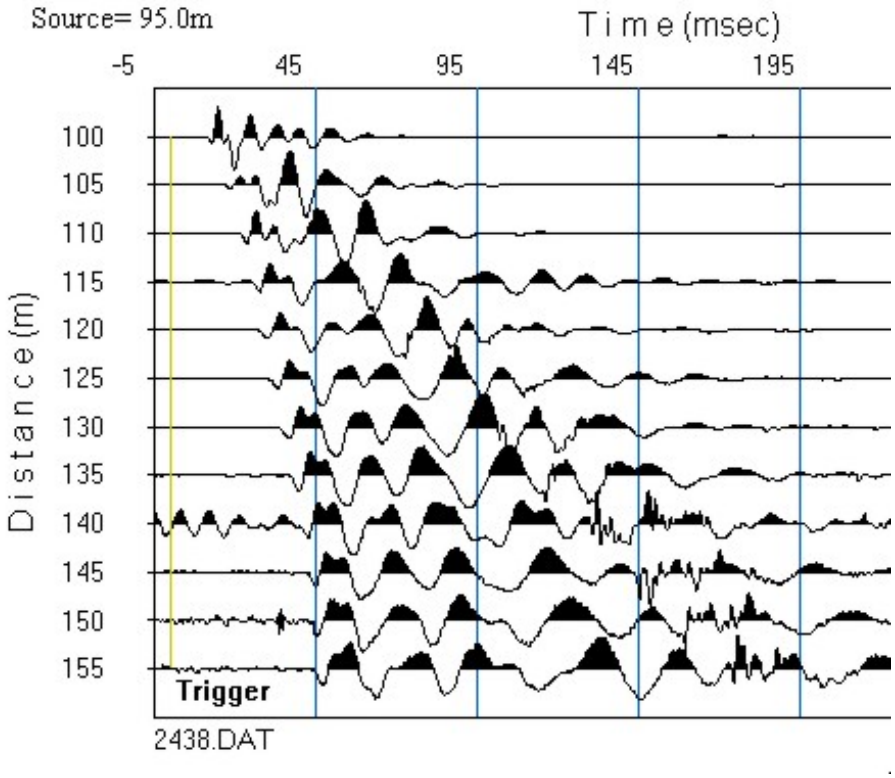

Source=160.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
Distance(m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2433.DAT

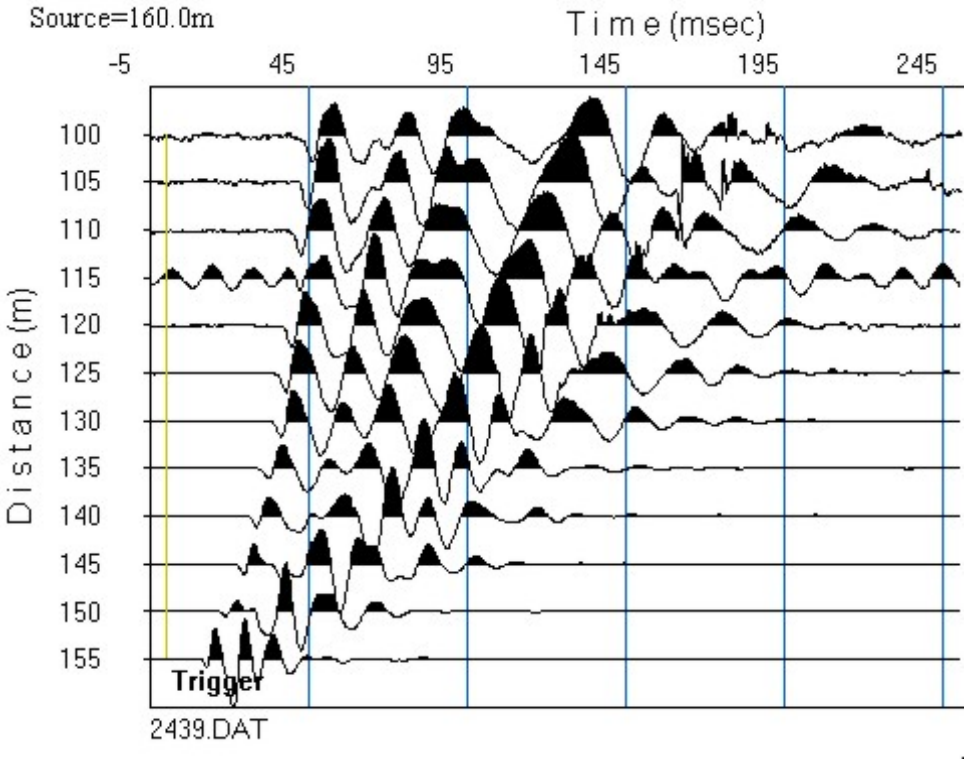

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
345
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance (m)
Trigger
2434.DAT

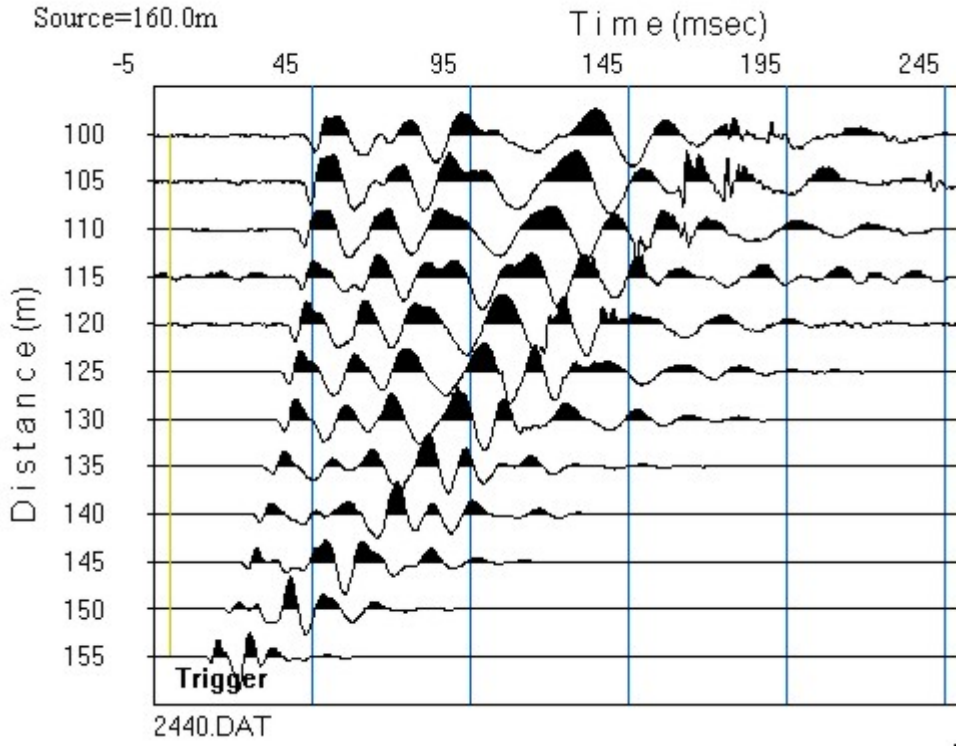

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
345
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance (m)
Trigger
2435.DAT

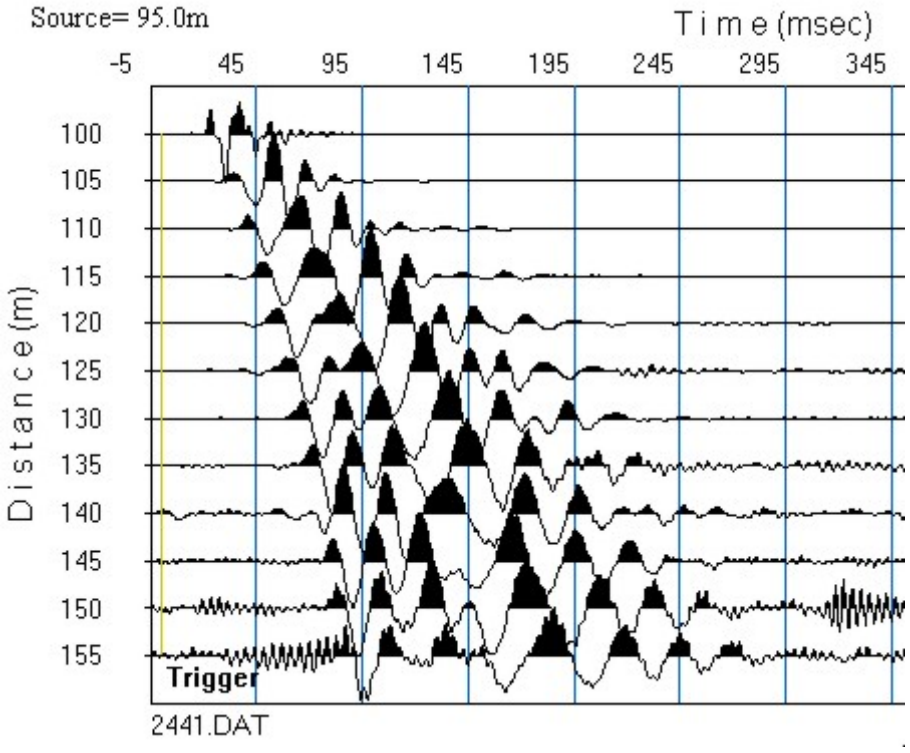

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance (m)
Trigger
2436.DAT

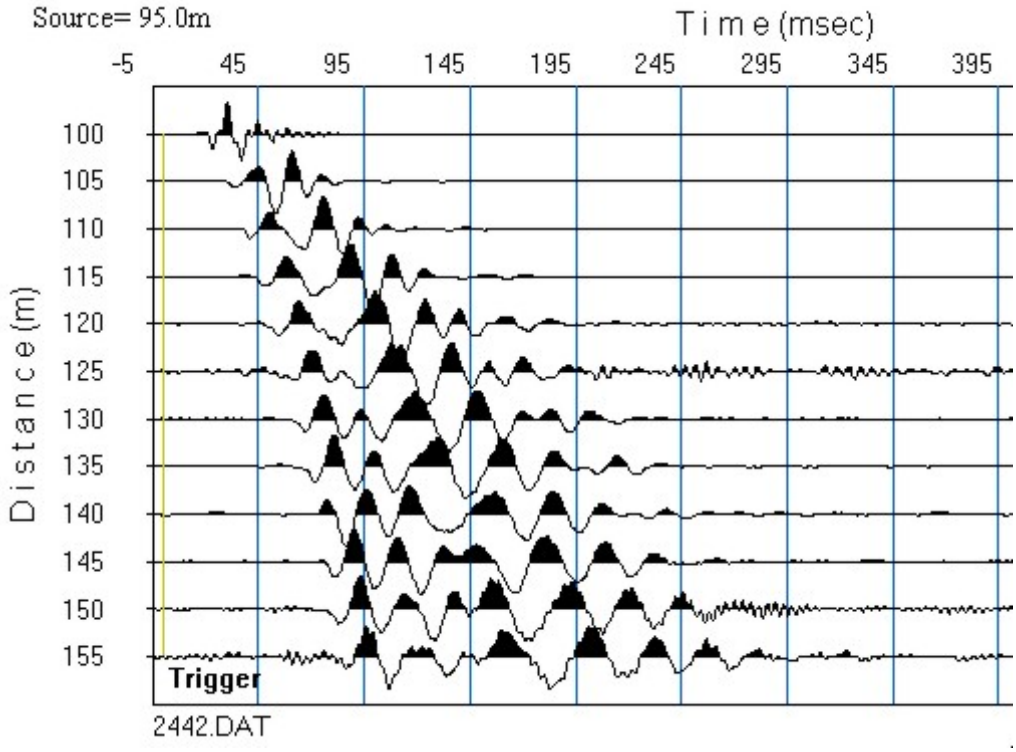

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance (m)
Trigger
2437.DAT

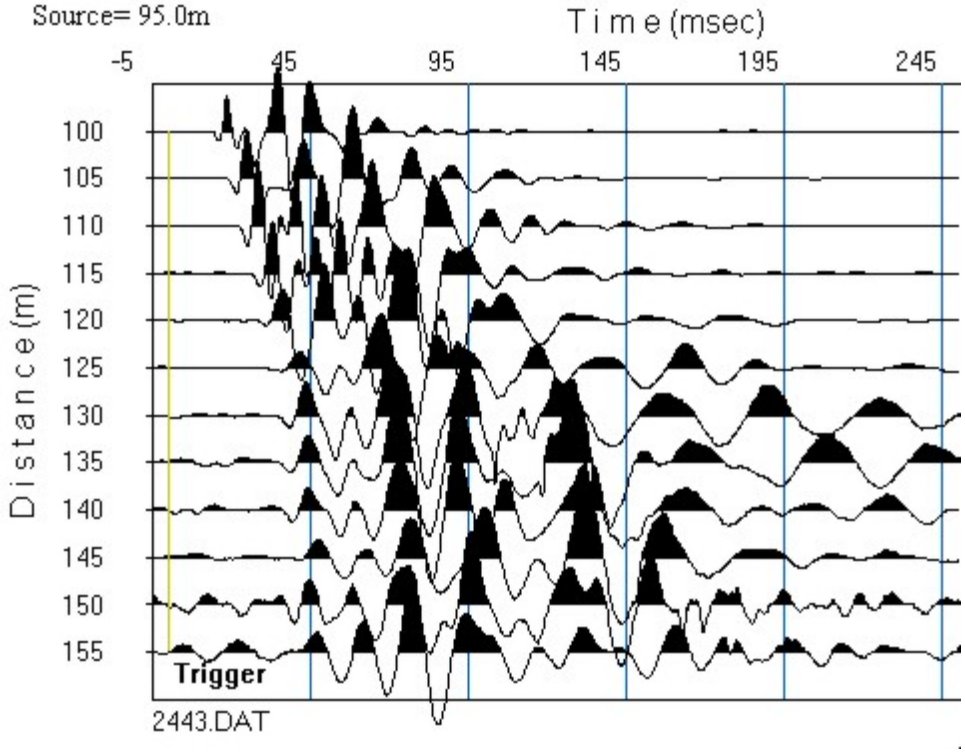

Source= 95.0m
T i m e (msec)
-5
45
95
145
195
D i s t a n c e (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2438.DAT

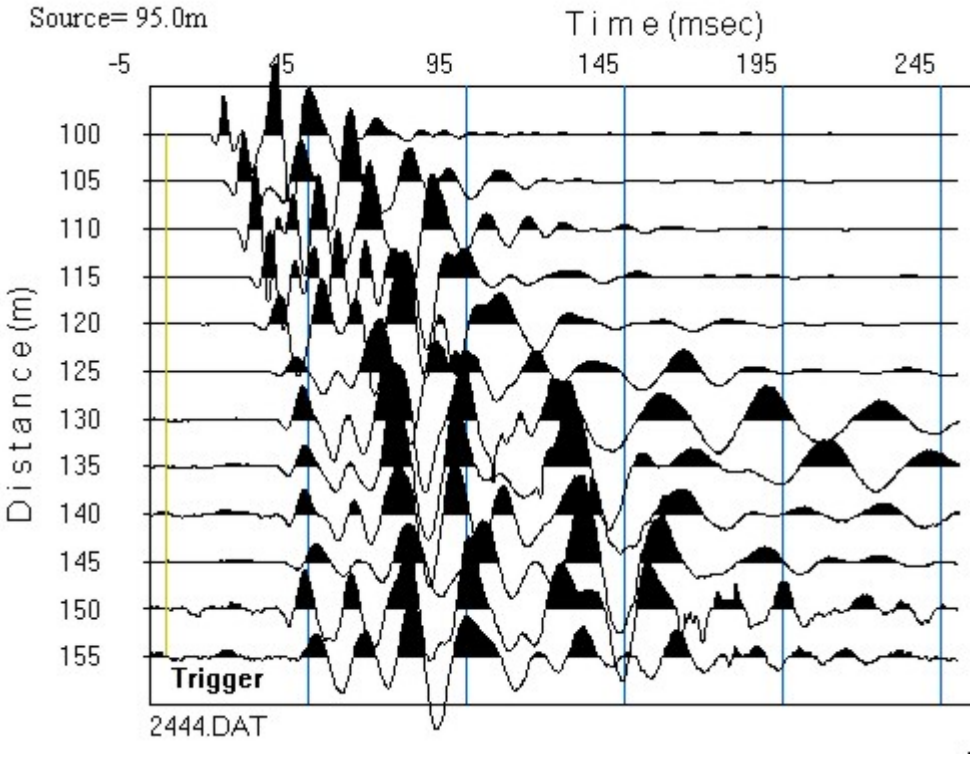

Source=160.0m
T i m e (msec)
-5
45
95
145
195
245
D i s t a n c e (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2439.DAT

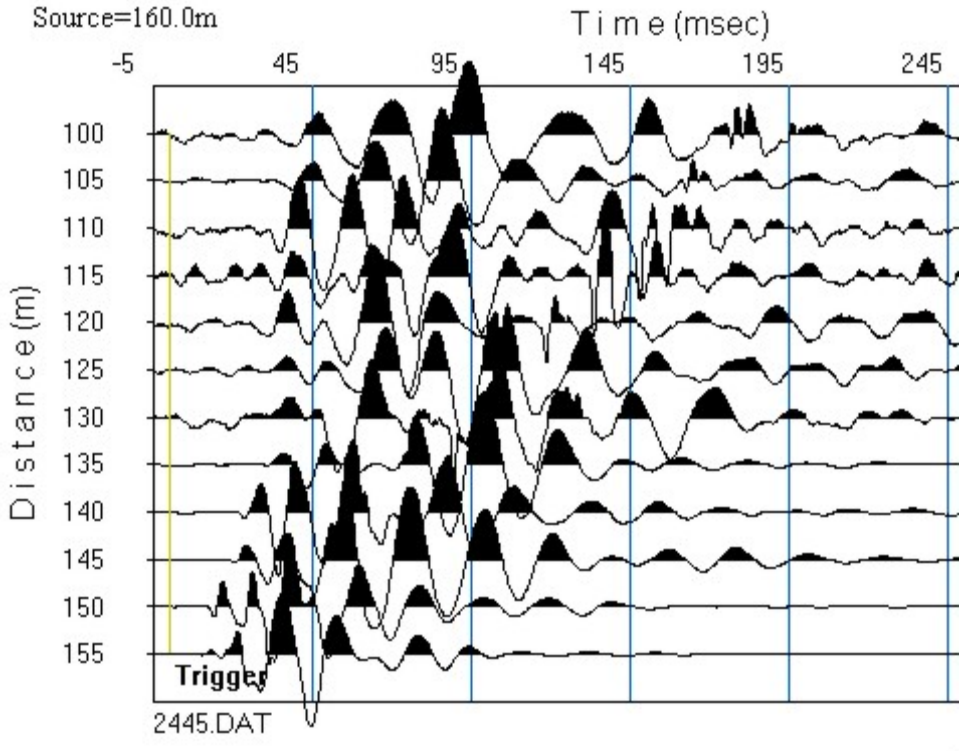

Source=160.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance (m)
Trigger
2440.DAT

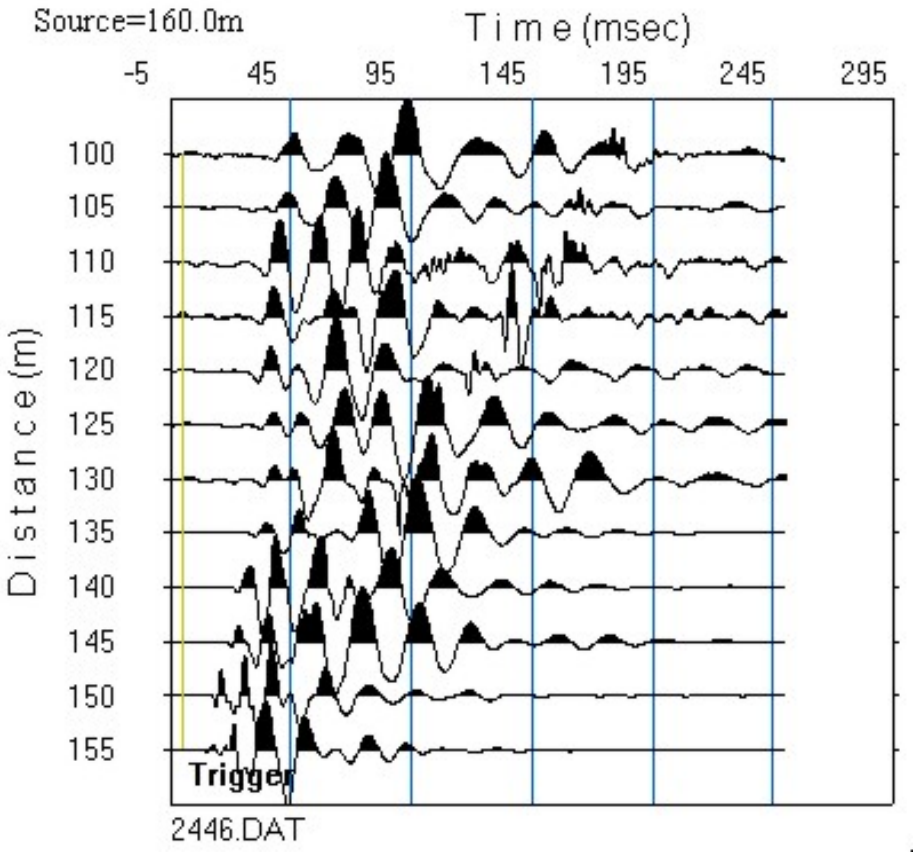

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
345
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance (m)
Trigger
2441.DAT

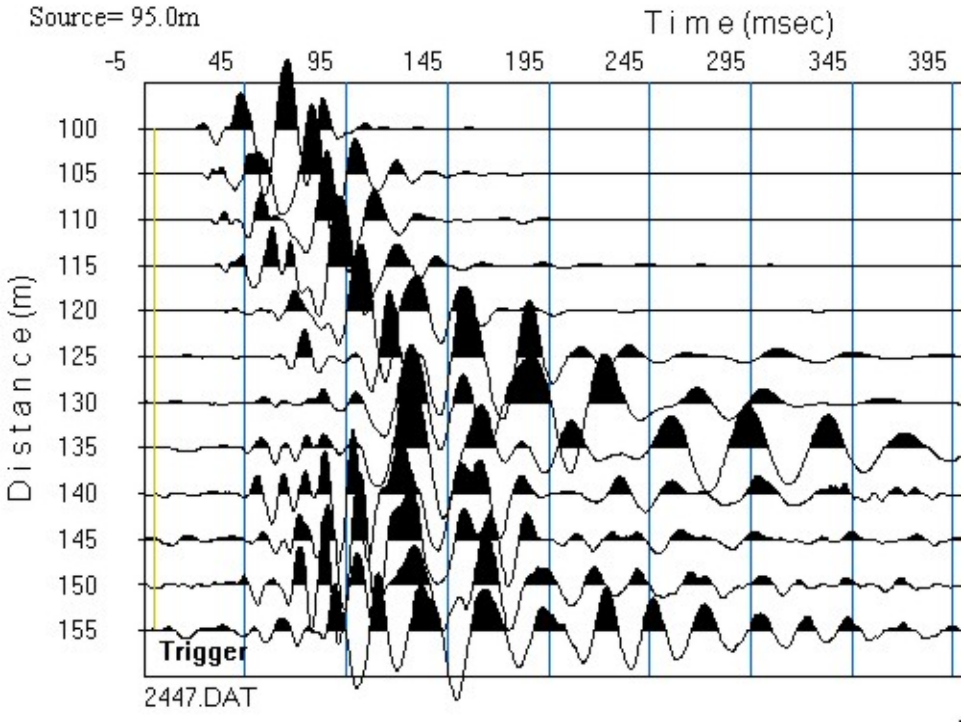

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
345
395
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2442.DAT

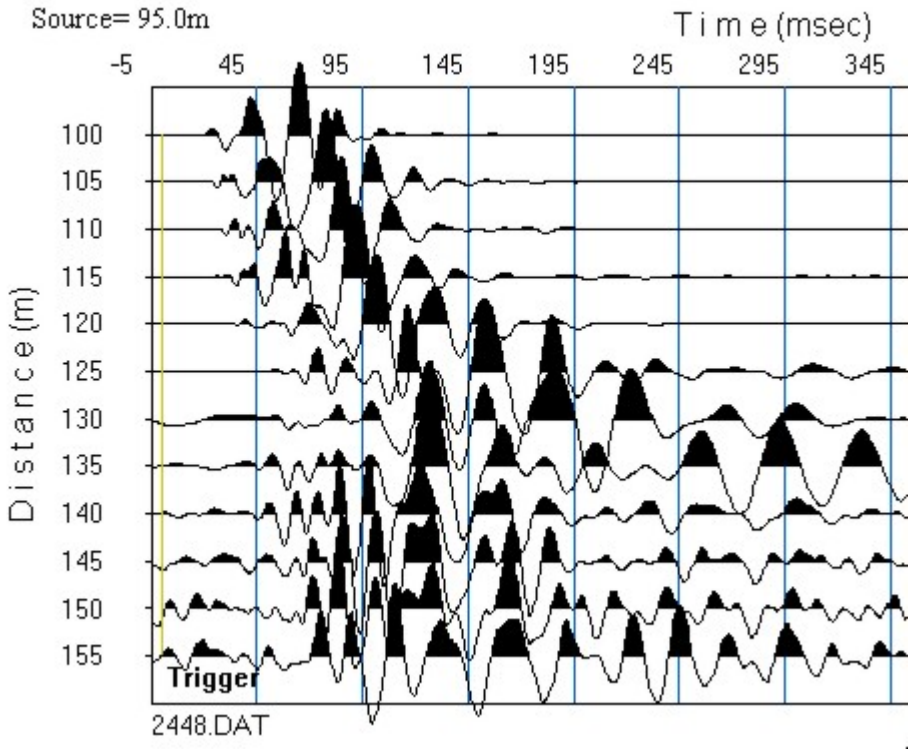

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2443.DAT

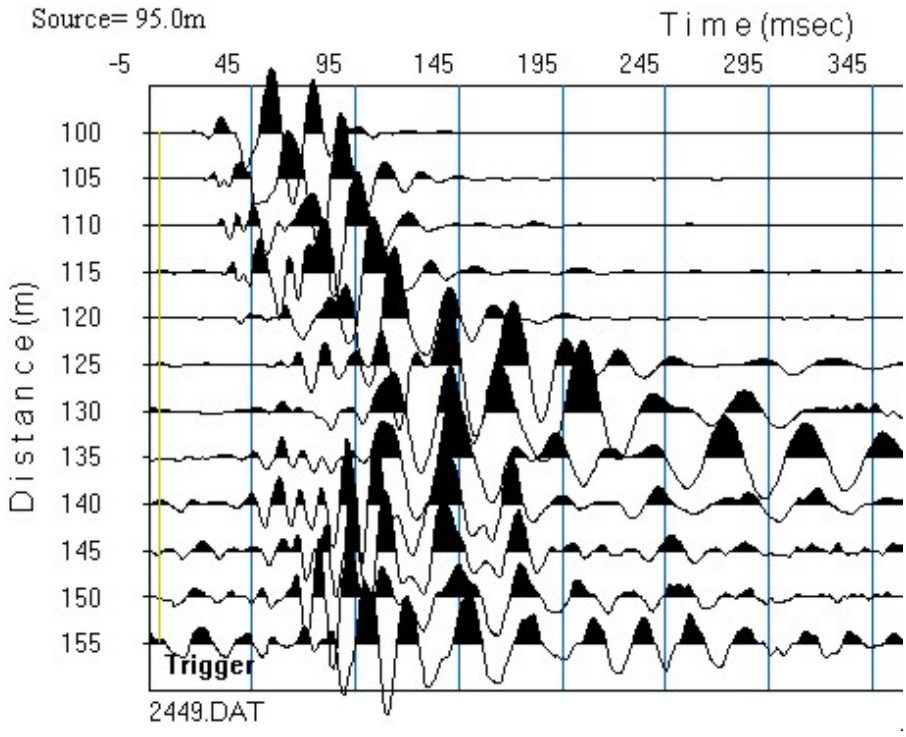

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance(m)
Trigger
2444.DAT

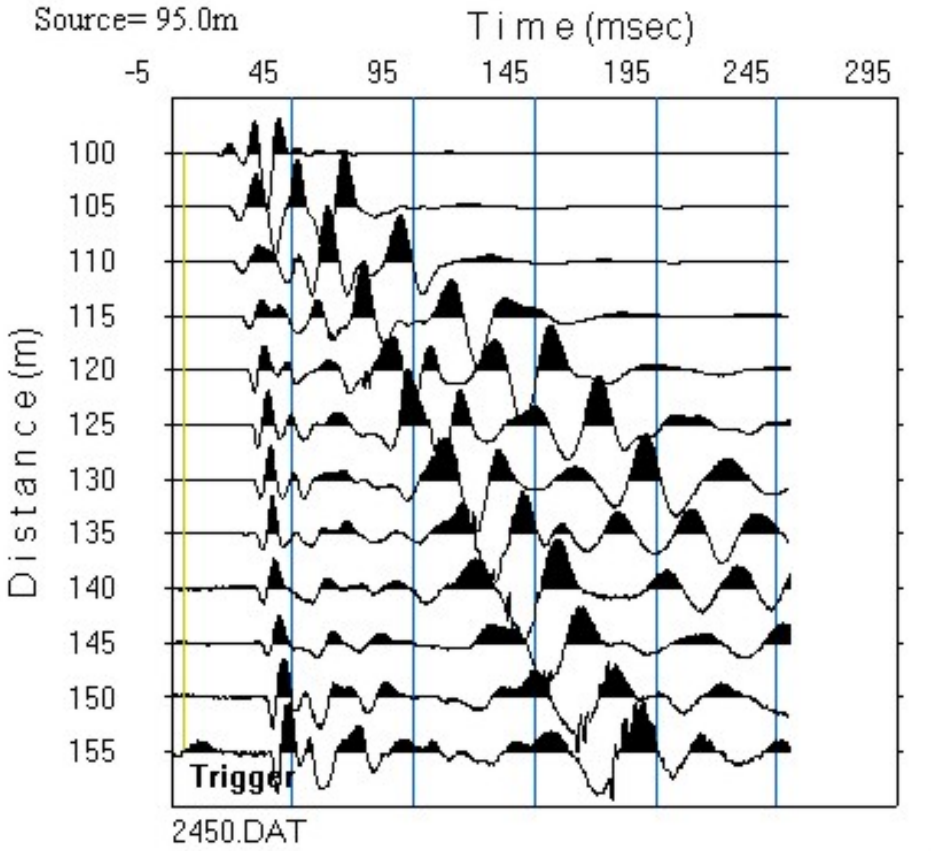

Source=160.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance(m)
Trigger
2445.DAT

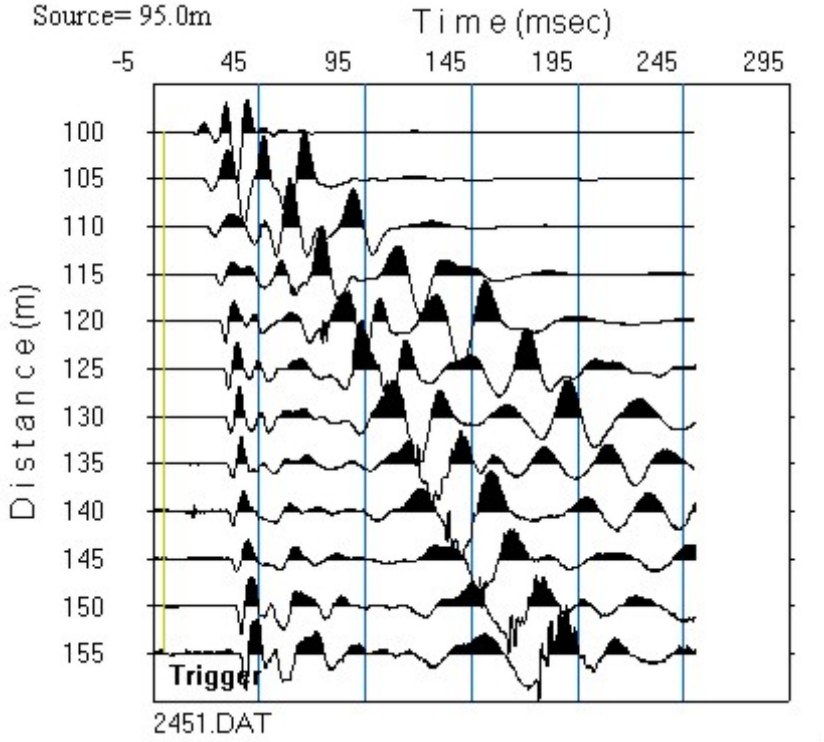

Source=160.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance(m)
Trigger
2446.DAT

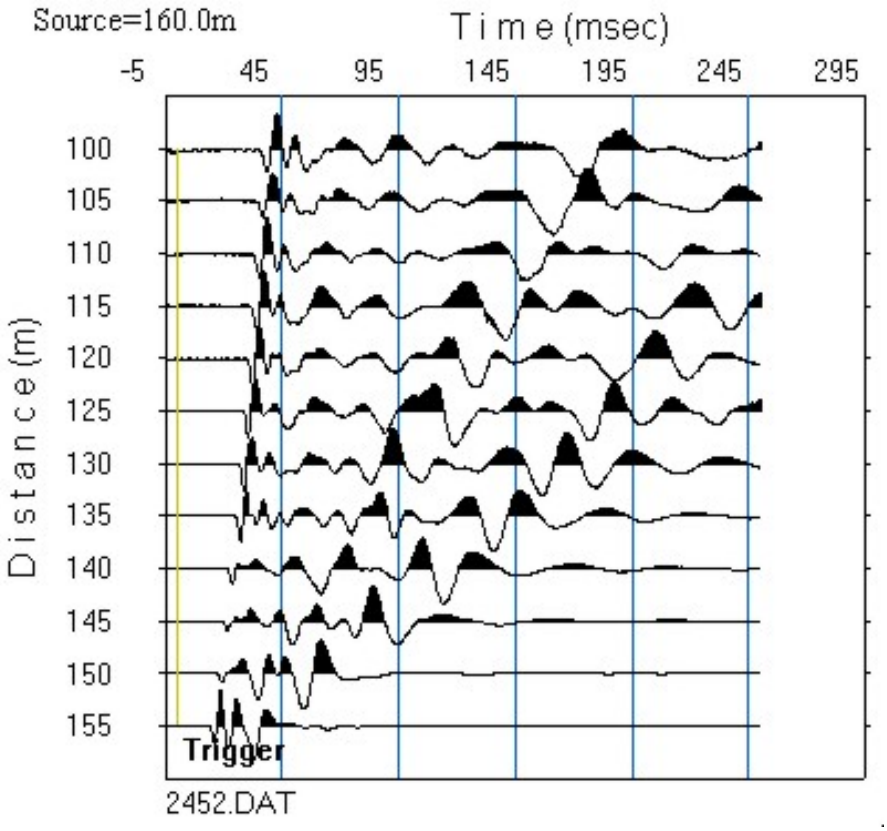

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
345
395
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance(m)
Trigger
2447.DAT

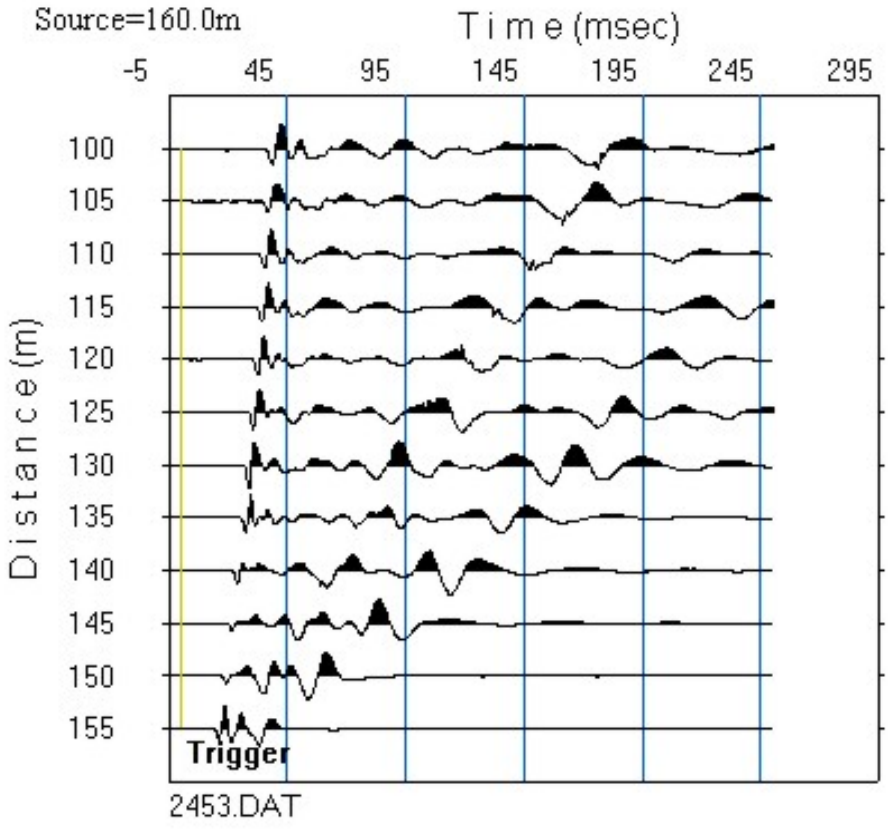

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
345
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2448.DAT

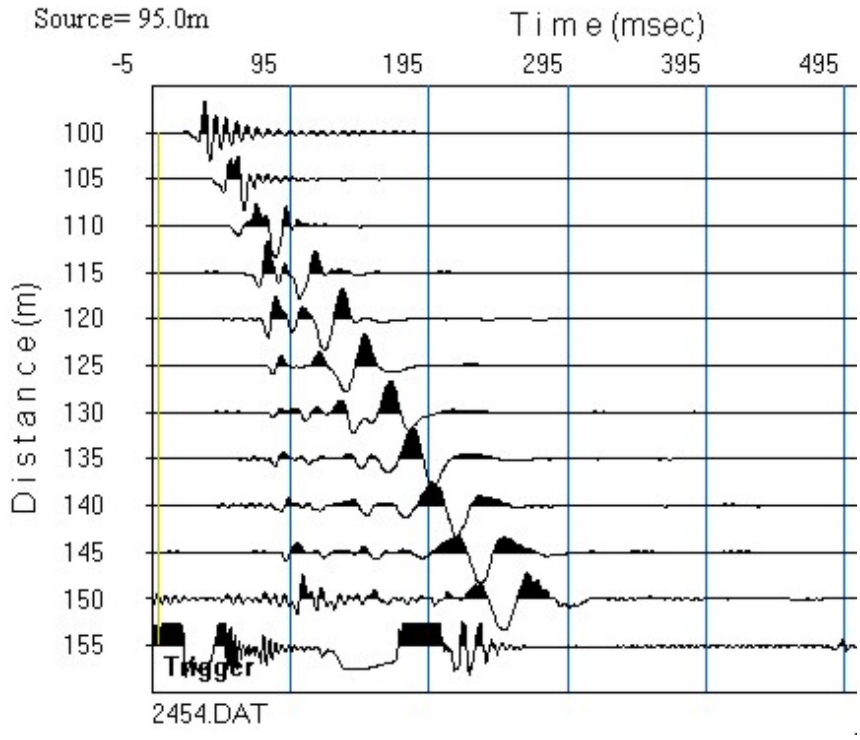

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
345
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2449.DAT

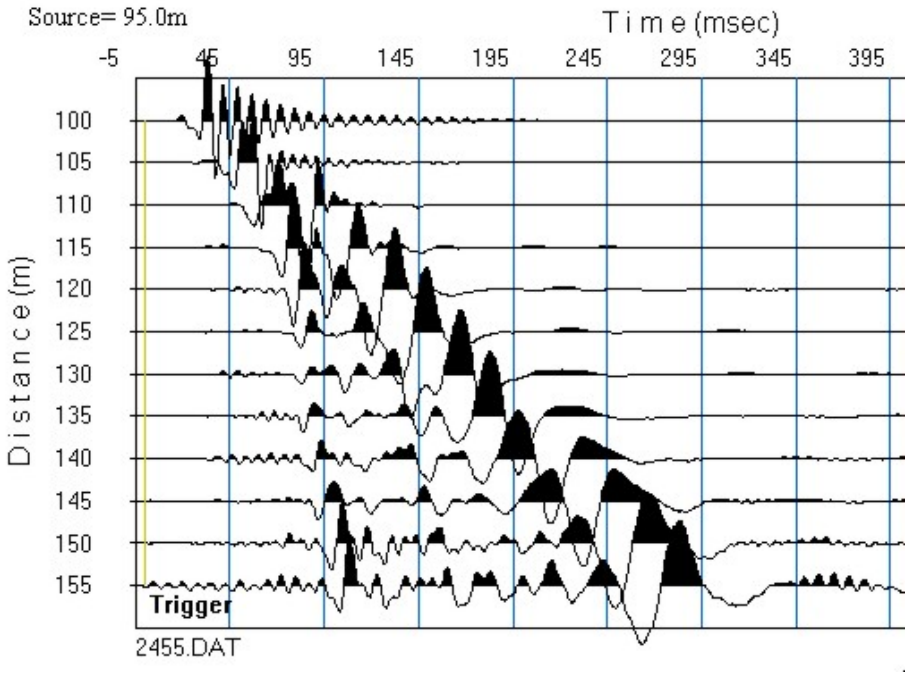

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance (m)
Trigger
2450.DAT

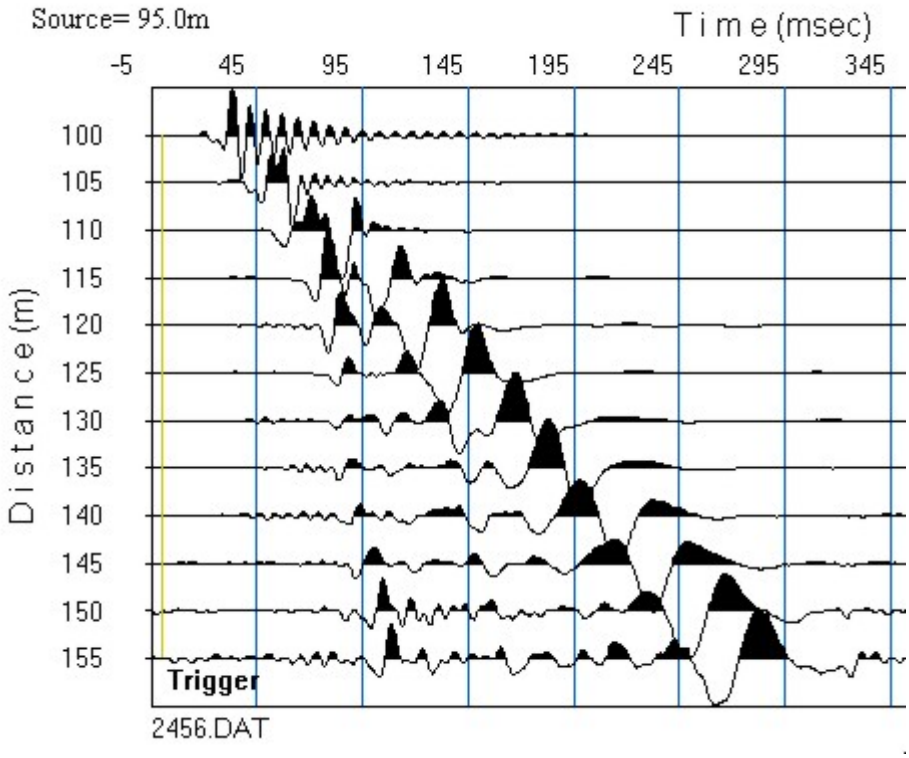

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance (m)
Trigger
2451.DAT

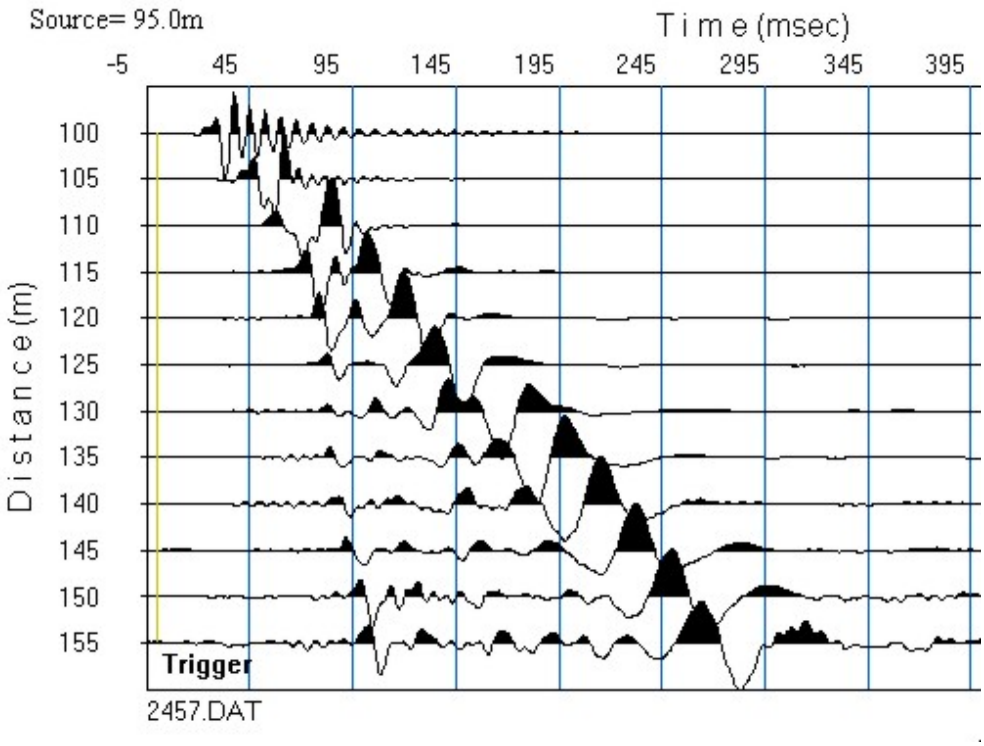

Source=160.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
Distance(m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2452.DAT

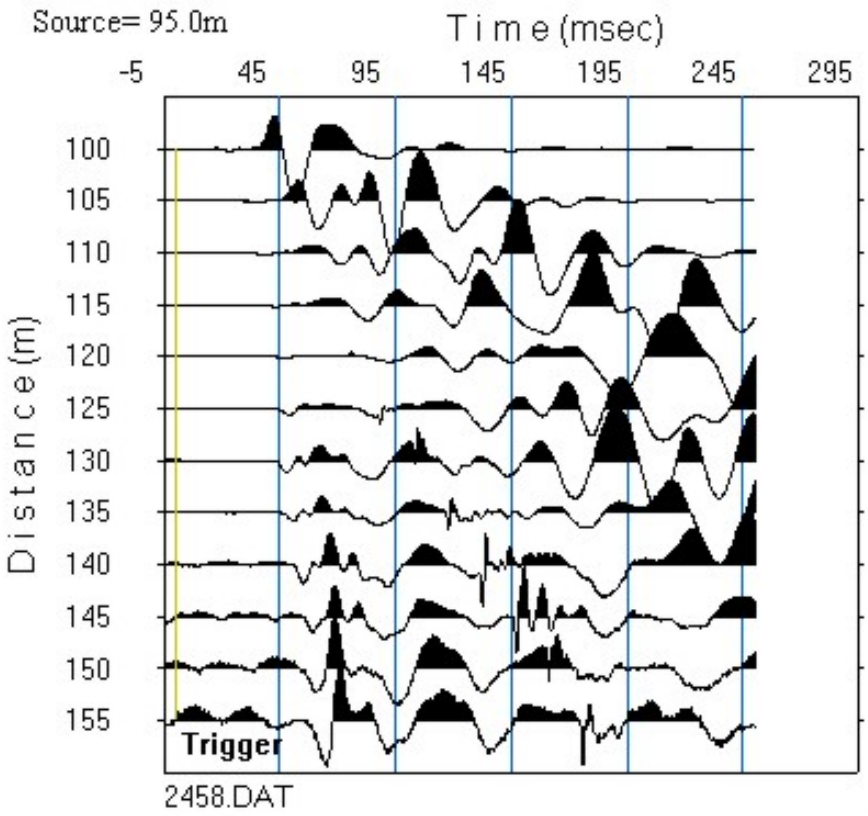

Source=160.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
Distance(m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2453.DAT

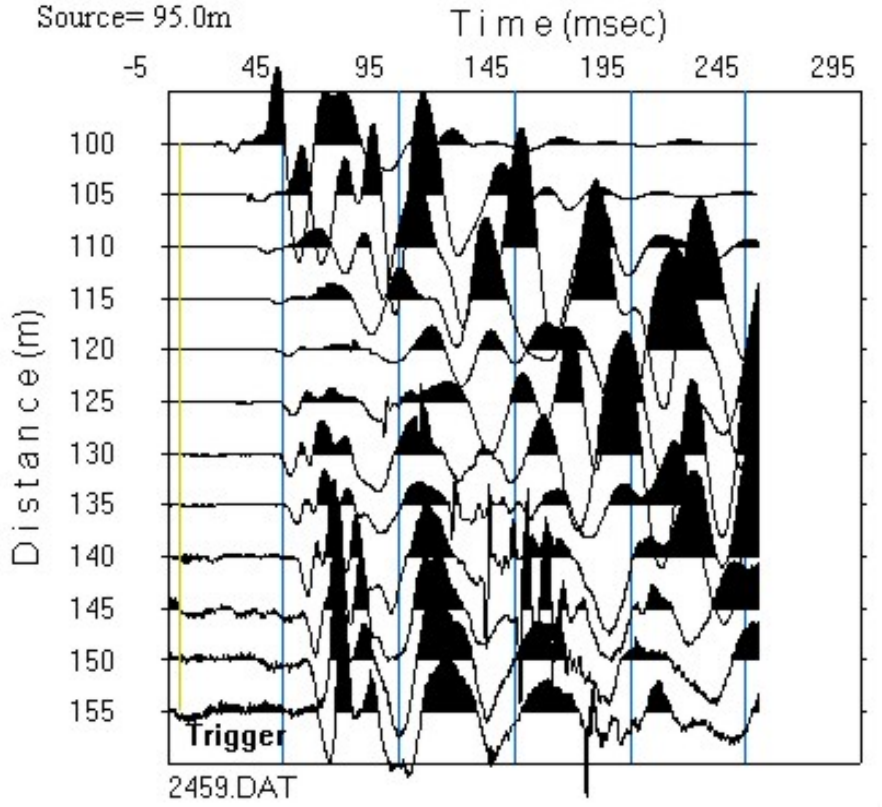

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
95
195
295
395
495
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2454.DAT

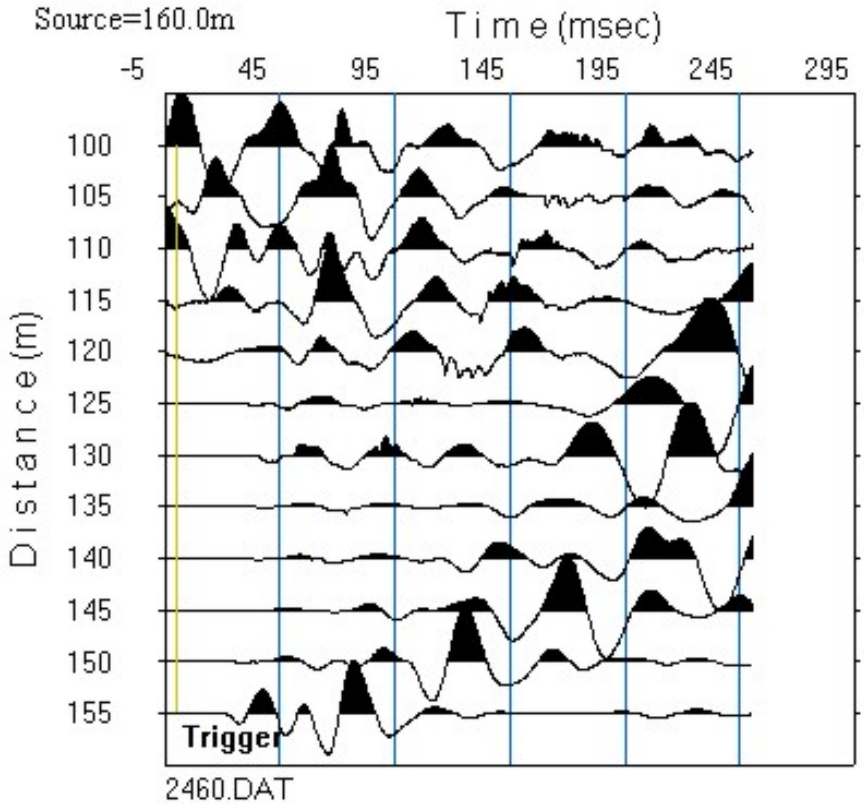

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
345
395
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2455.DAT

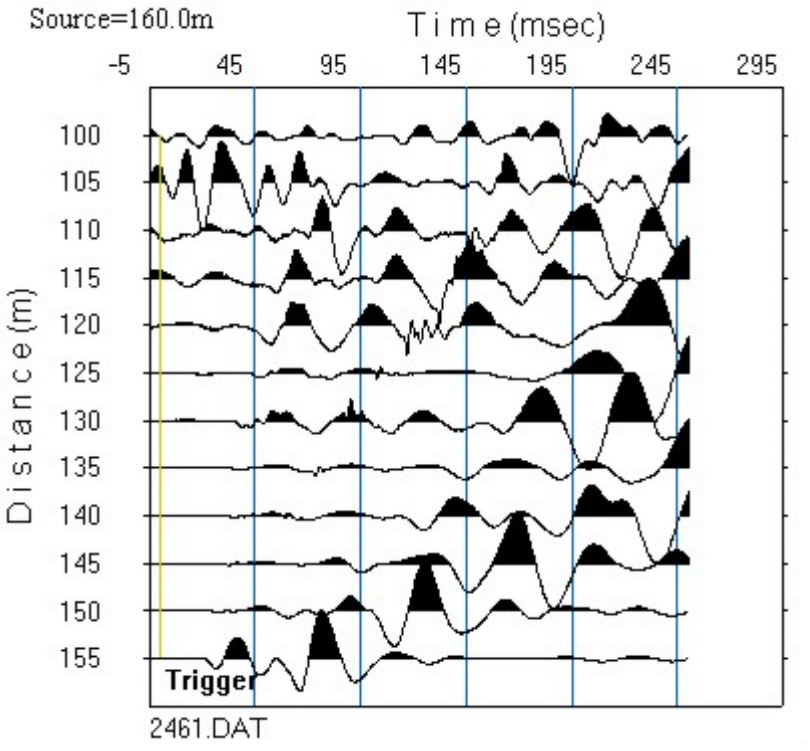

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
345
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance (m)
Trigger
2456.DAT

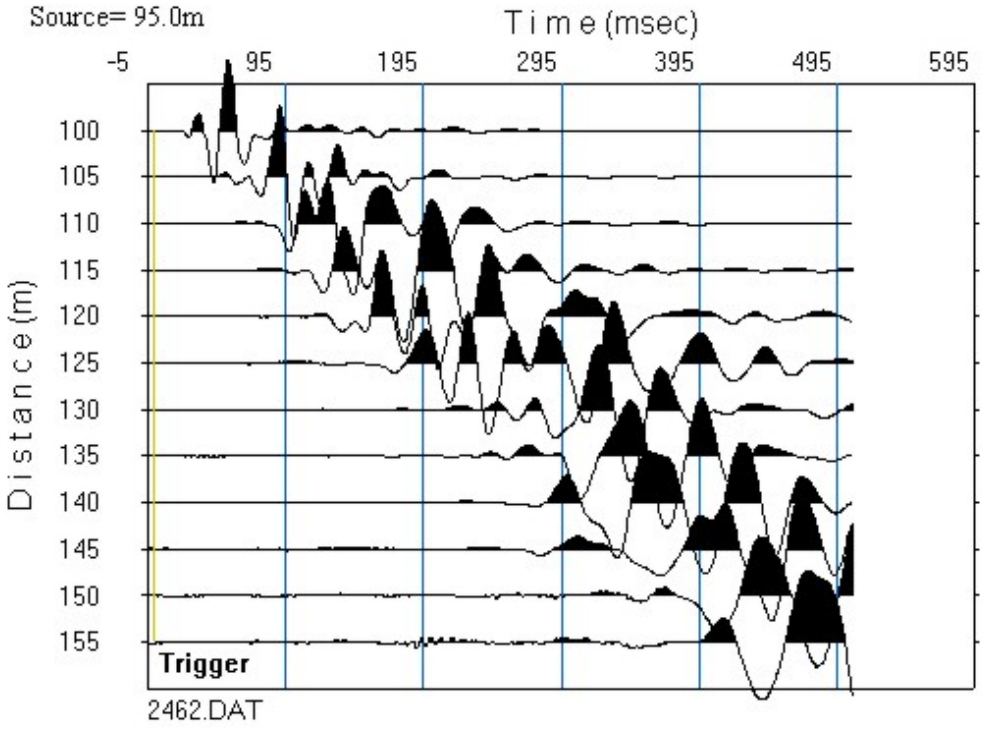

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
345
395
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance (m)
Trigger
2457.DAT

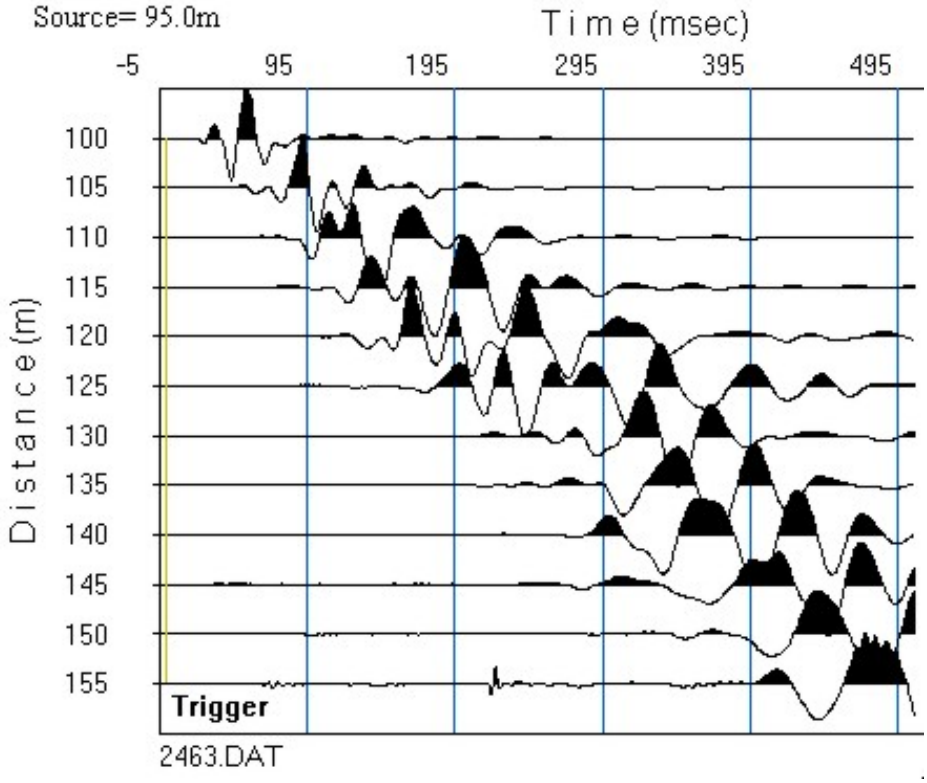

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2458.DAT

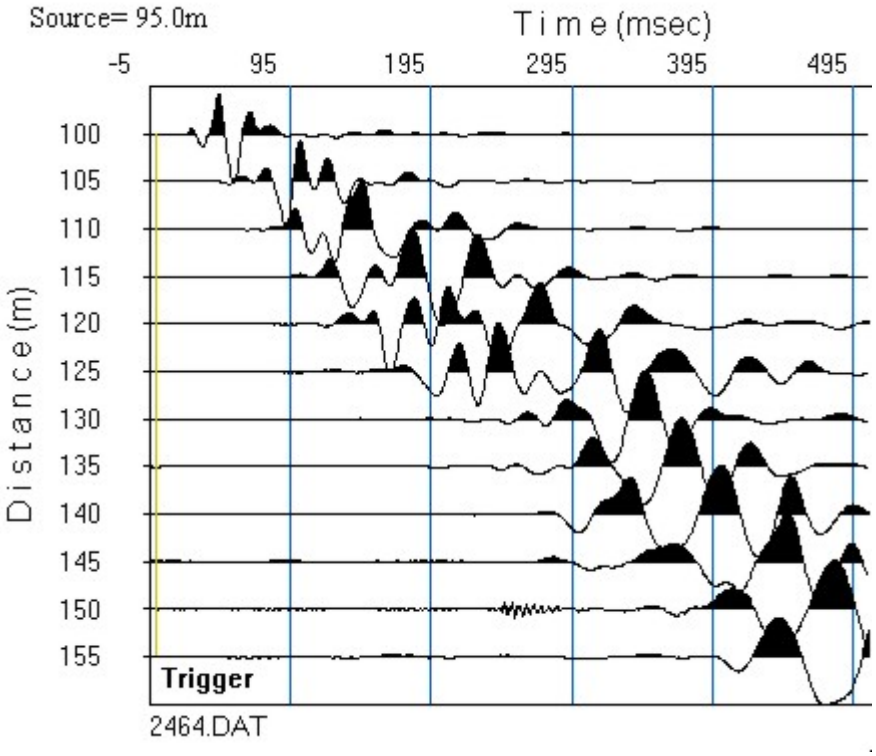

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2459.DAT

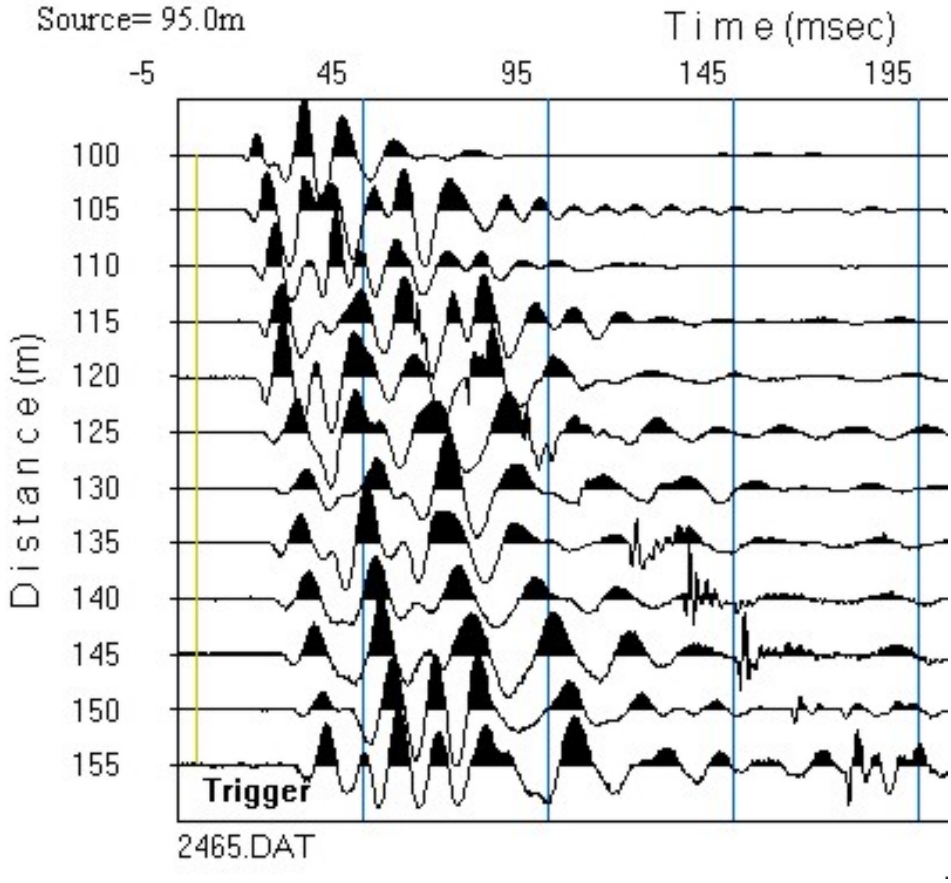

Source=160.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2460.DAT

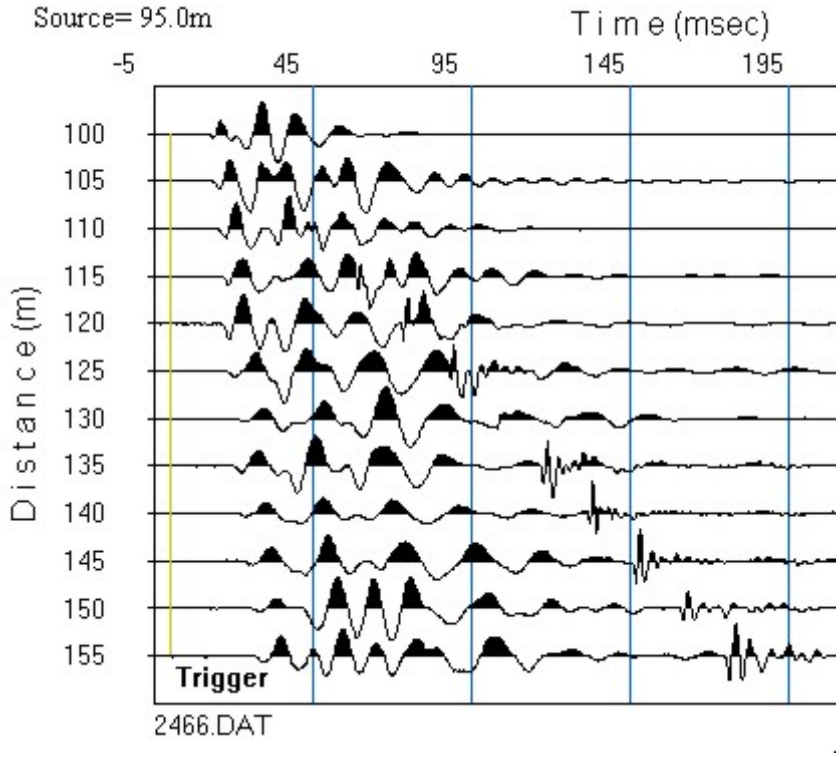

Source=160.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2461.DAT

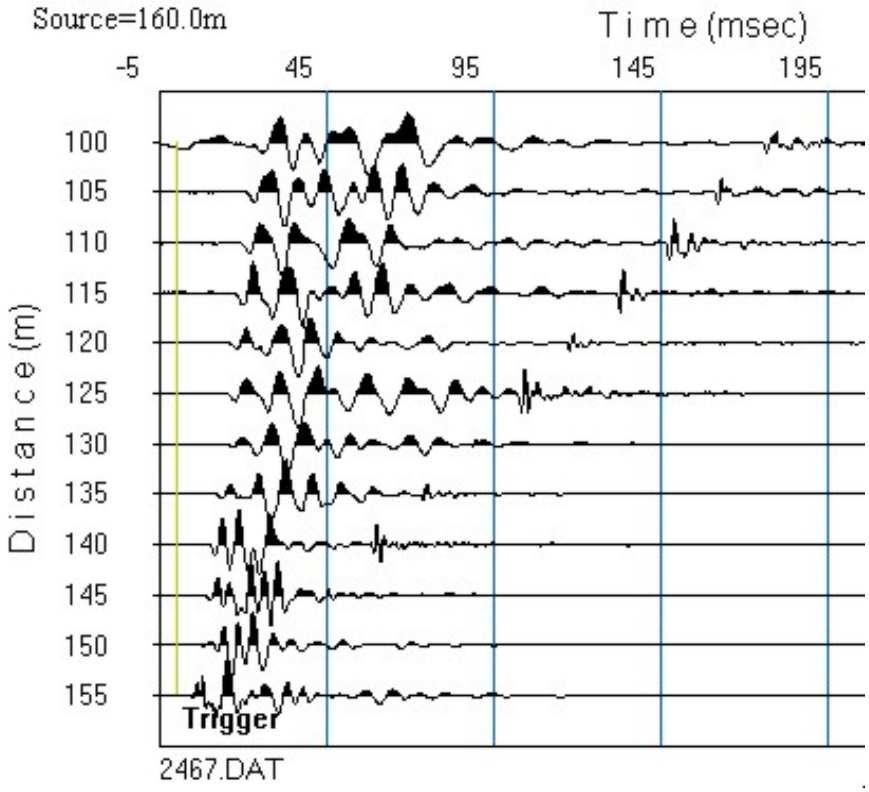

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
95
195
295
395
495
595
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance (m)
Trigger
2462.DAT

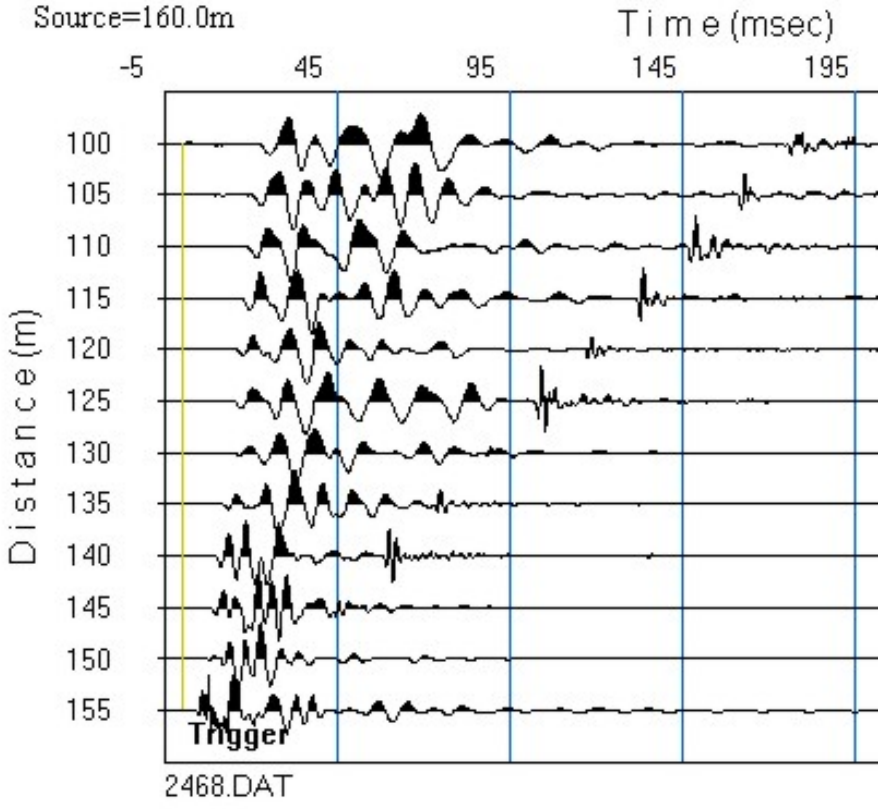

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
95
195
295
395
495
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance (m)
Trigger
2463.DAT

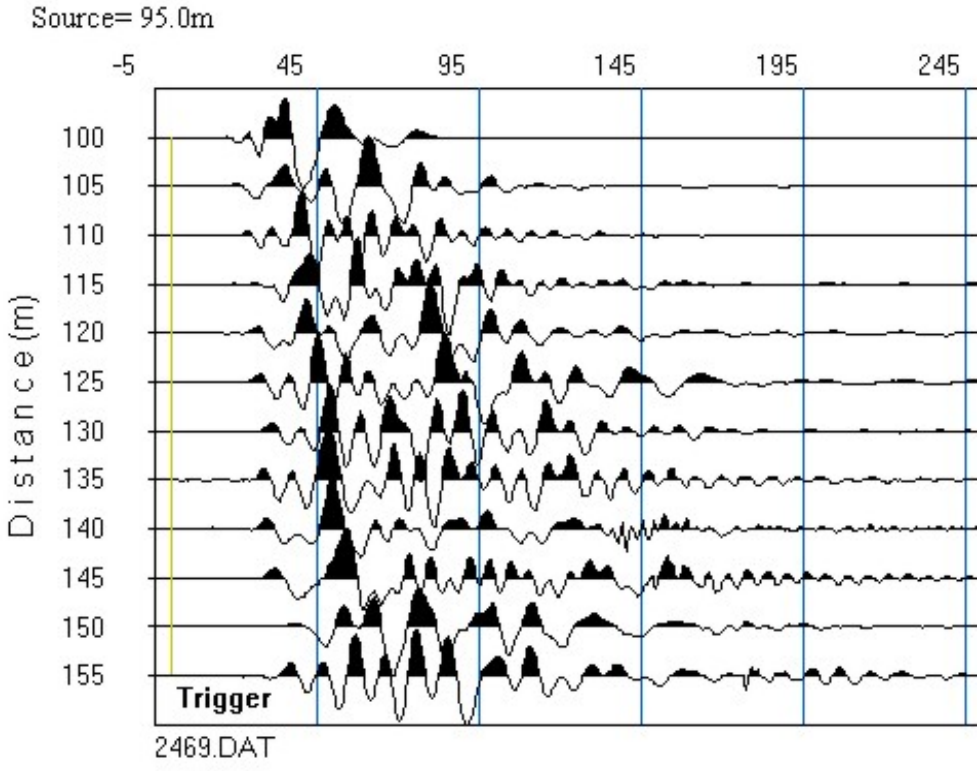

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
95
195
295
395
495
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance (m)
Trigger
2464.DAT

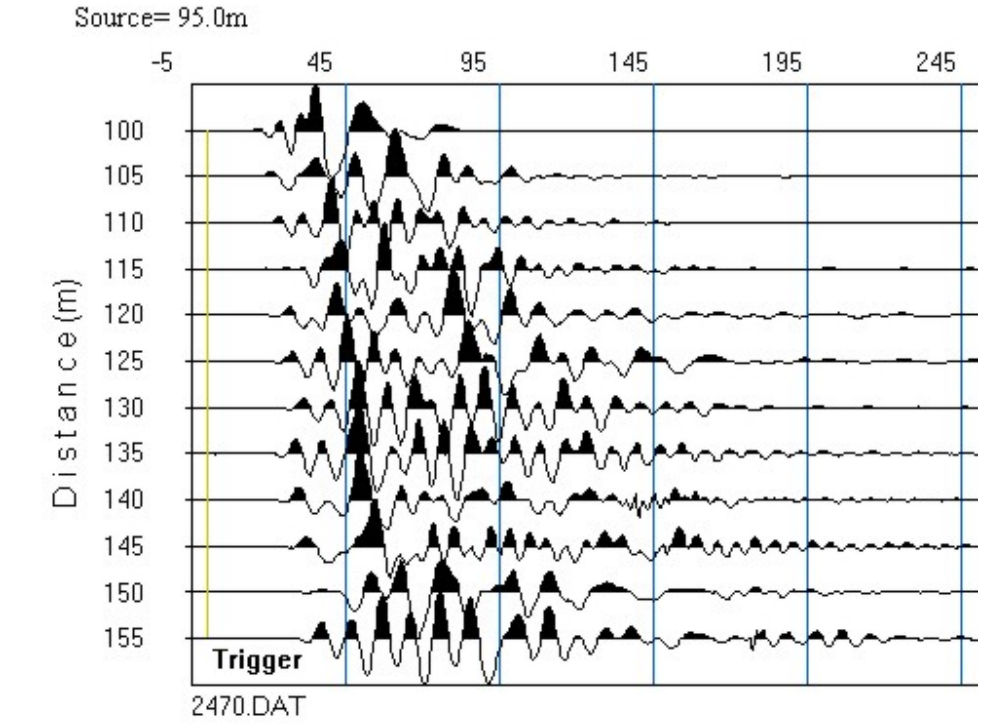

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance (m)
Trigger
2465.DAT

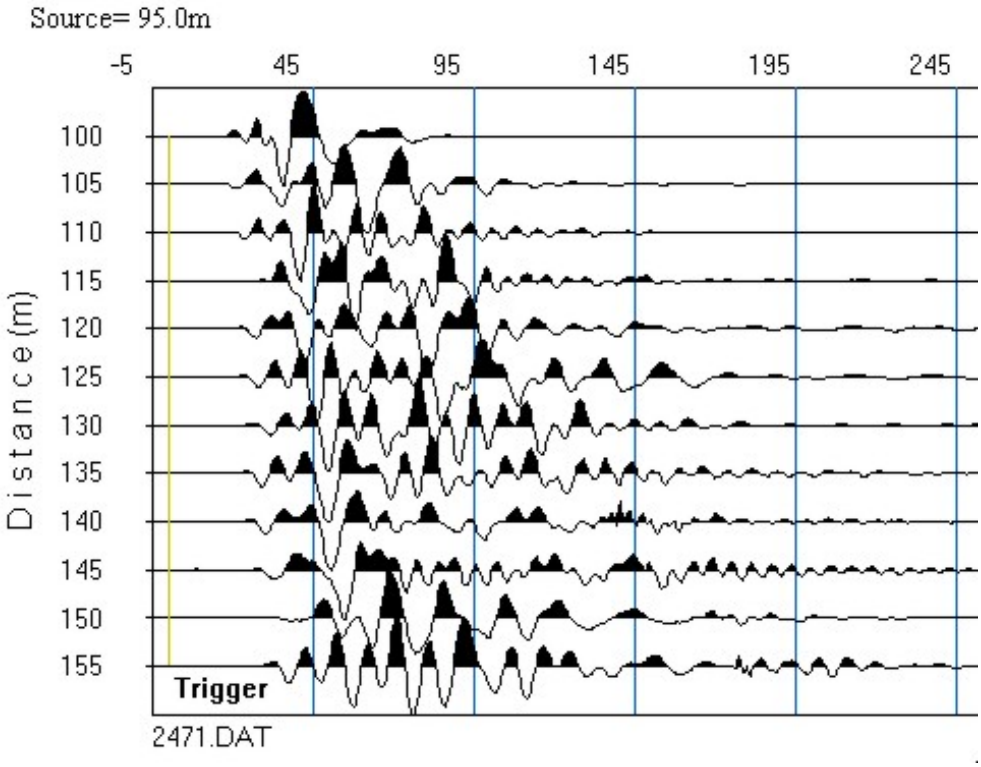

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance (m)
Trigger
2466.DAT

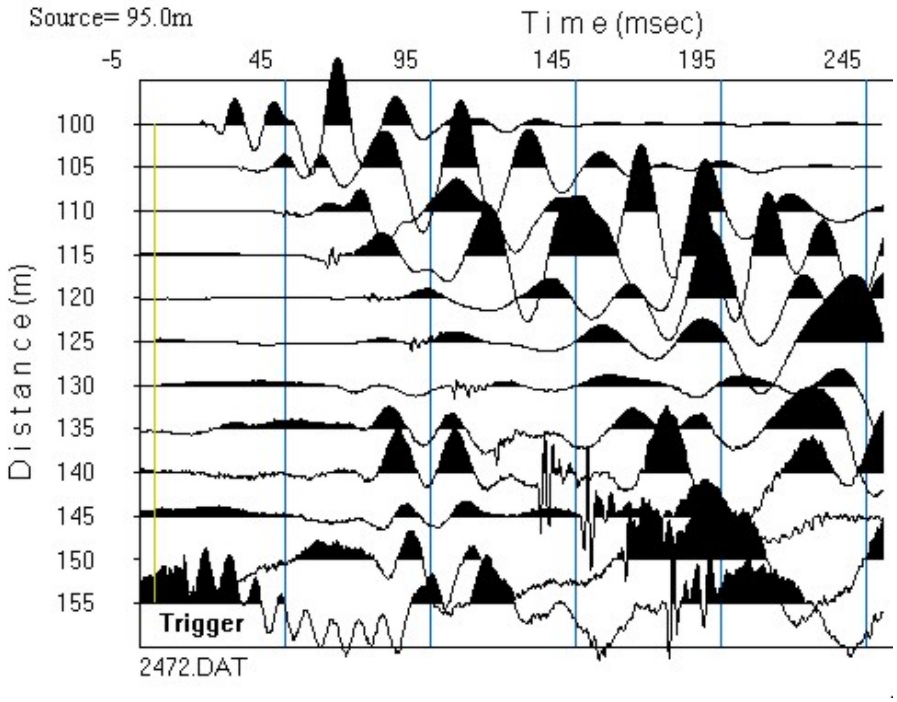

Source=160.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance (m)
Trigger
2467.DAT

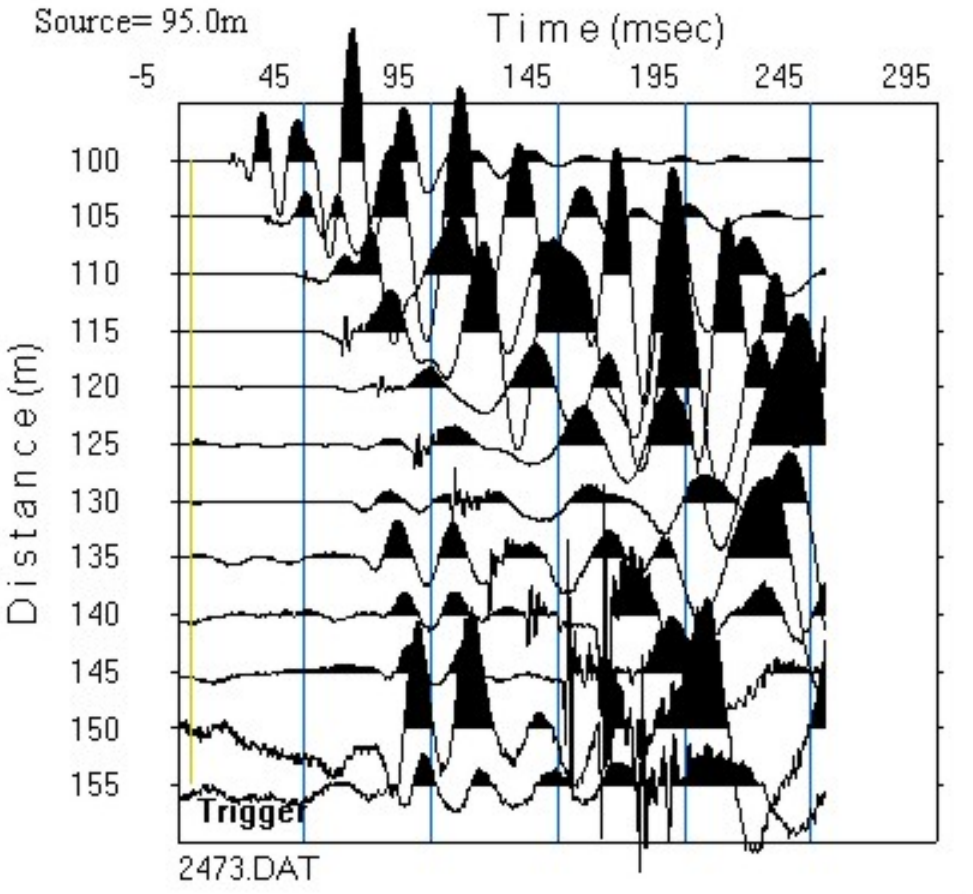

Source=160.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2468.DAT

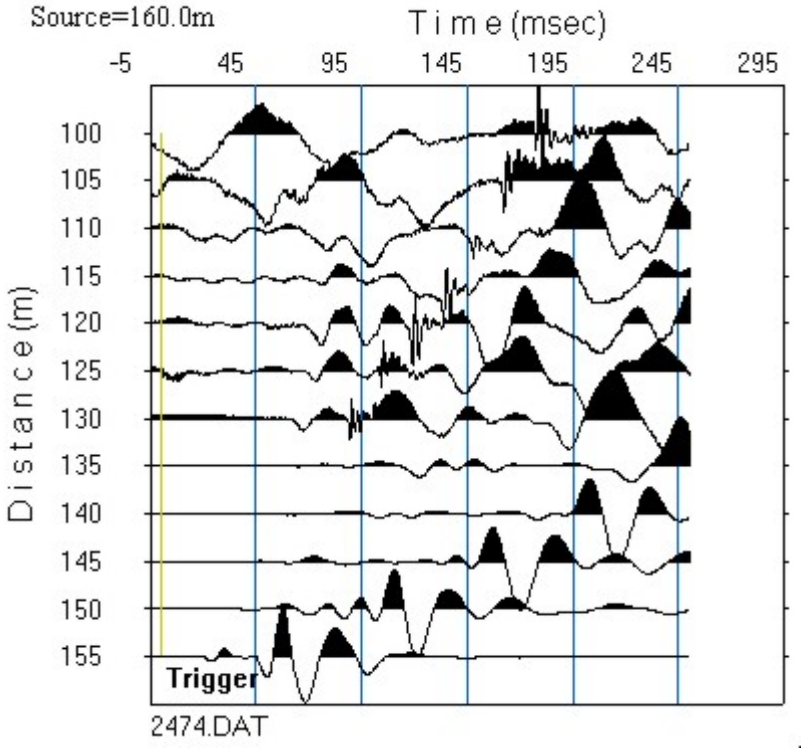

Source= 95.0m
-5
45
95
145
195
245
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2469.DAT

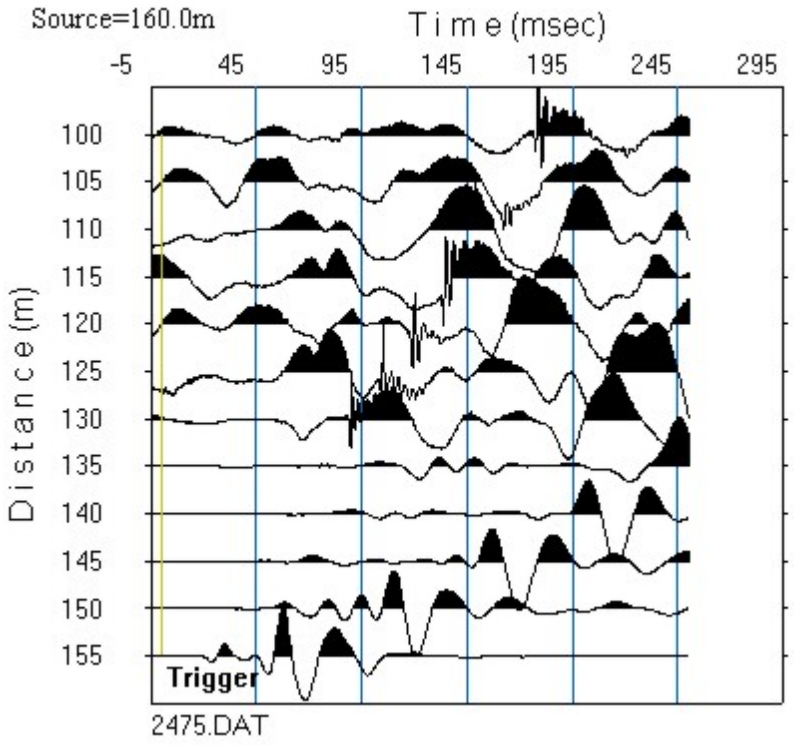

Source= 95.0m
-5
45
95
145
195
245
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance(m)
Trigger
2470.DAT

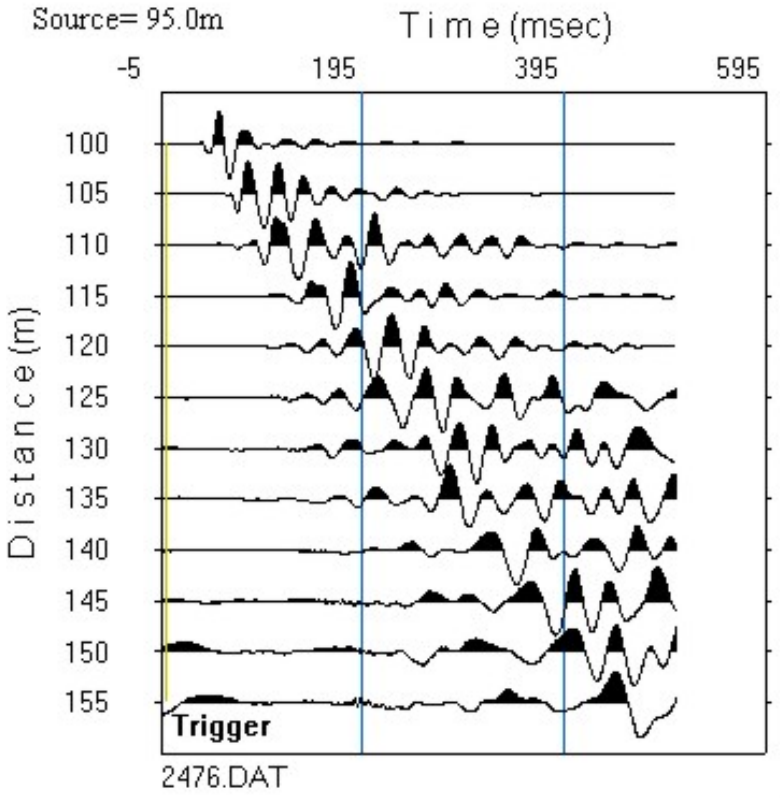

Source= 95.0m
-5
45
95
145
195
245
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance(m)
Trigger
2471.DAT

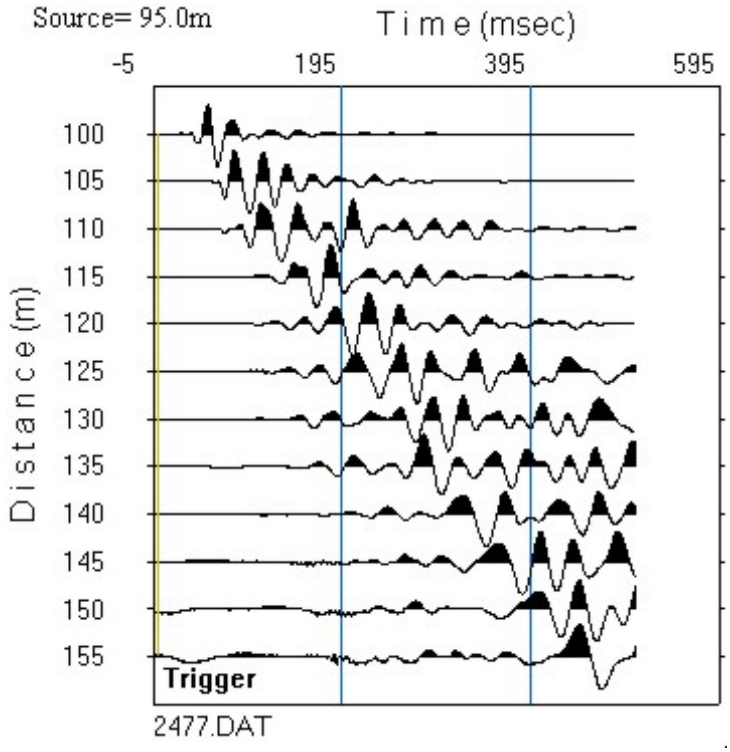

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2472.DAT

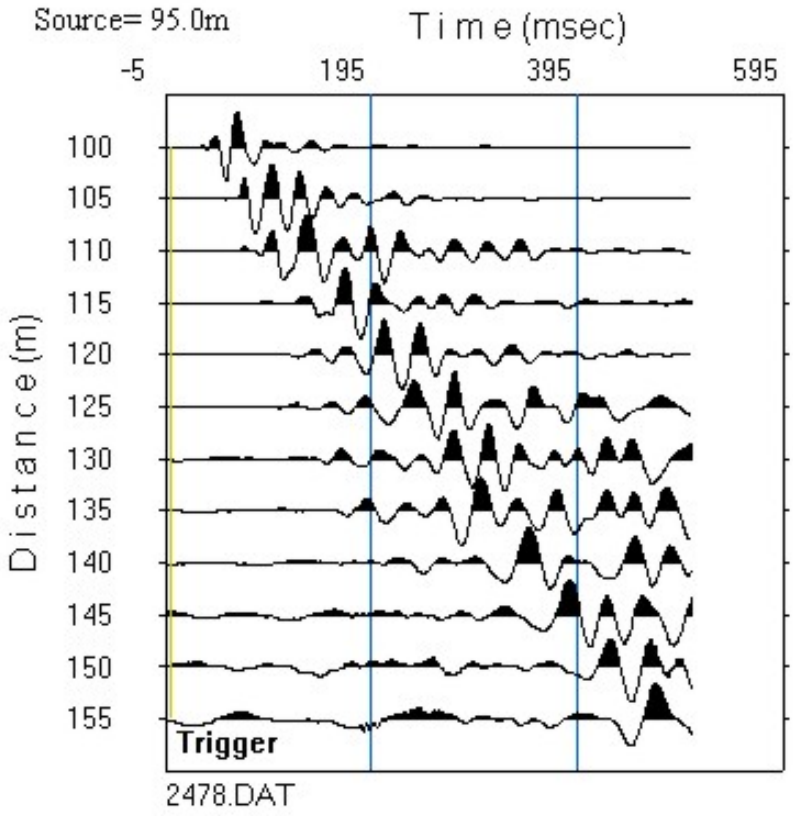

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2473.DAT

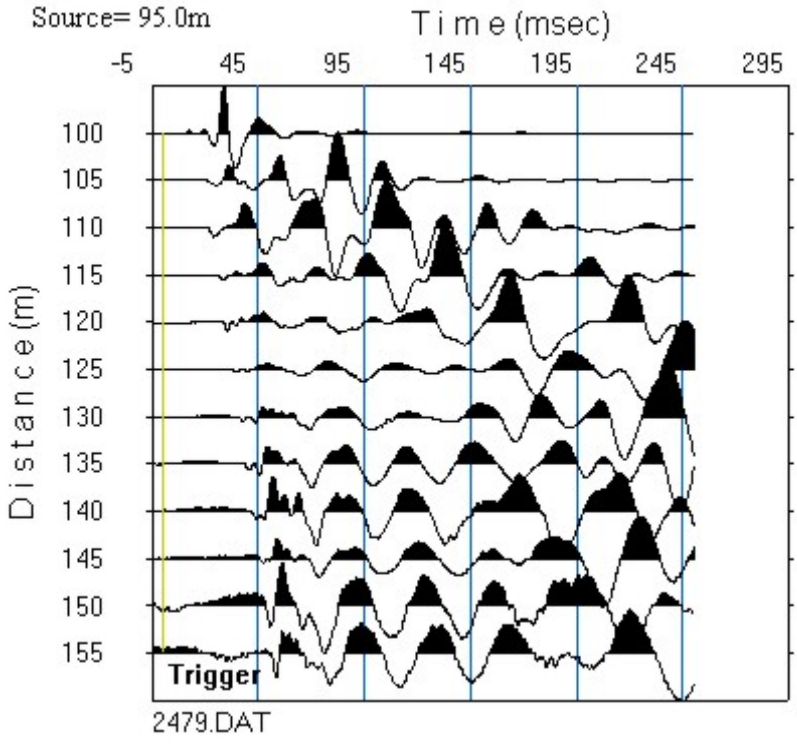

Source=160.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2474.DAT

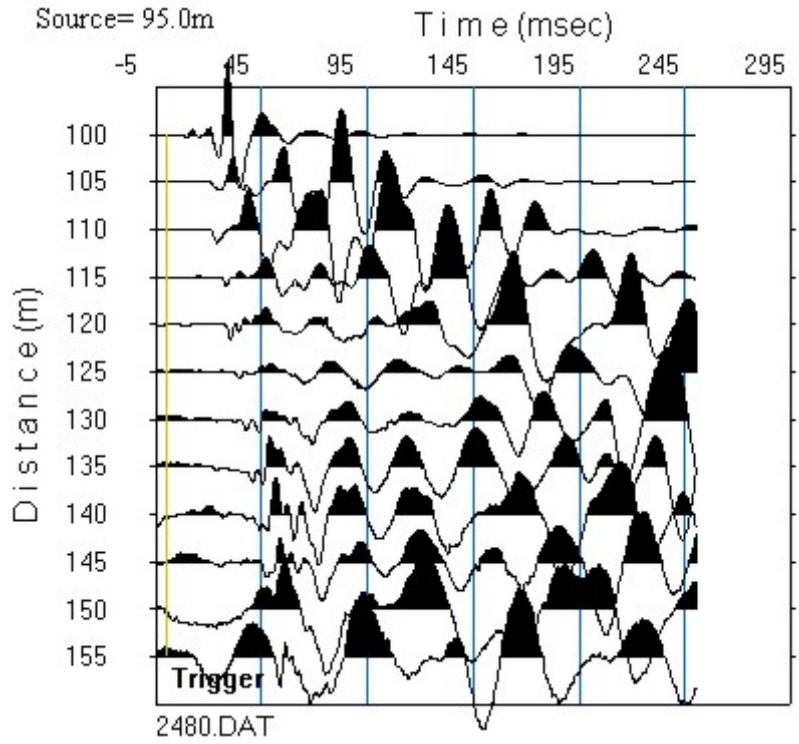

Source=160.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2475.DAT

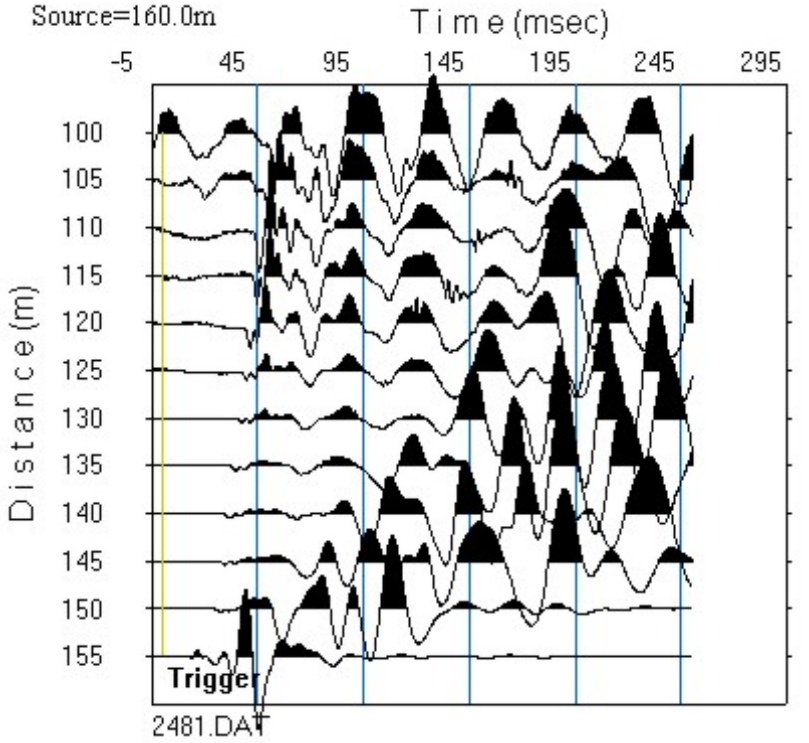

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
195
395
595
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance (m)
Trigger
2476.DAT

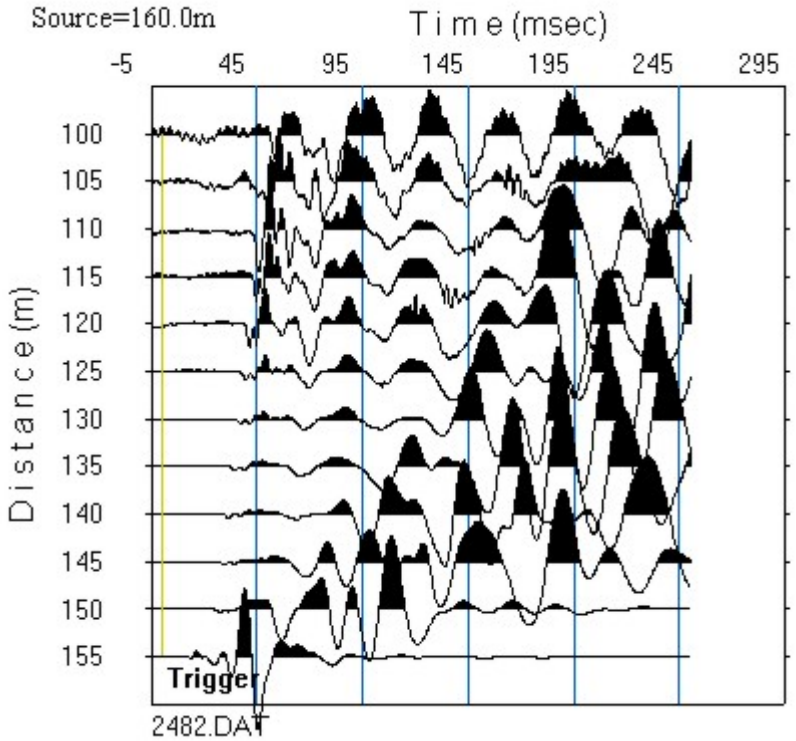

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
195
395
595
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance (m)
Trigger
2477.DAT

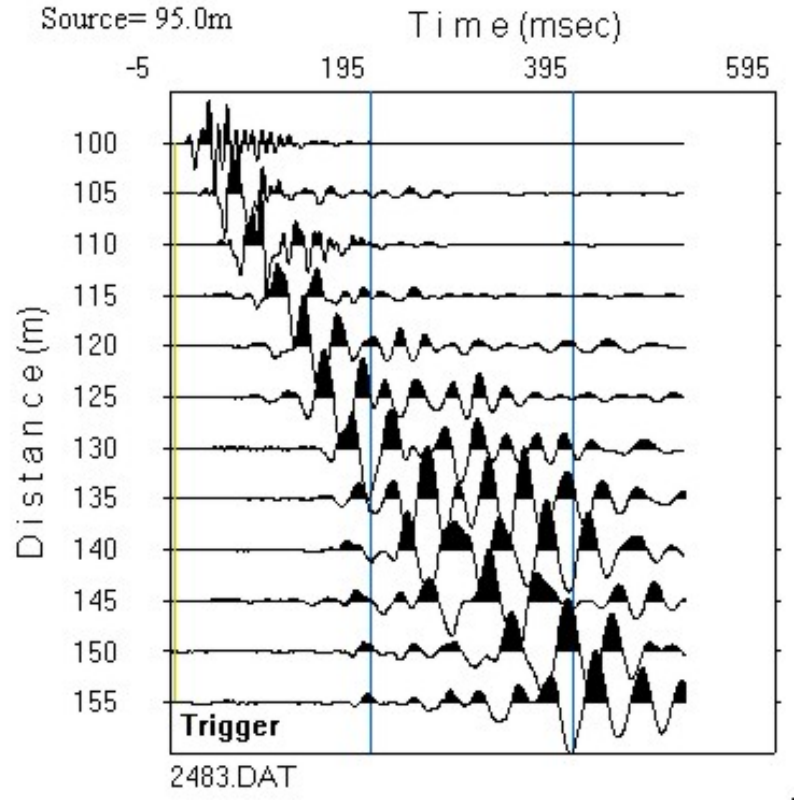

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
195
395
595
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2478.DAT

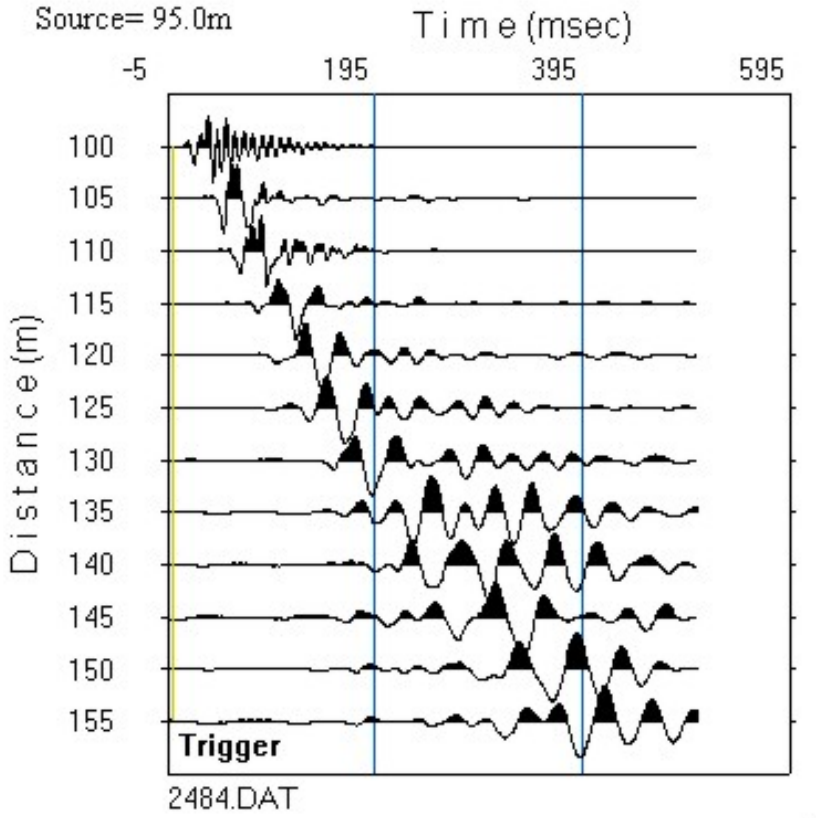

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2479.DAT

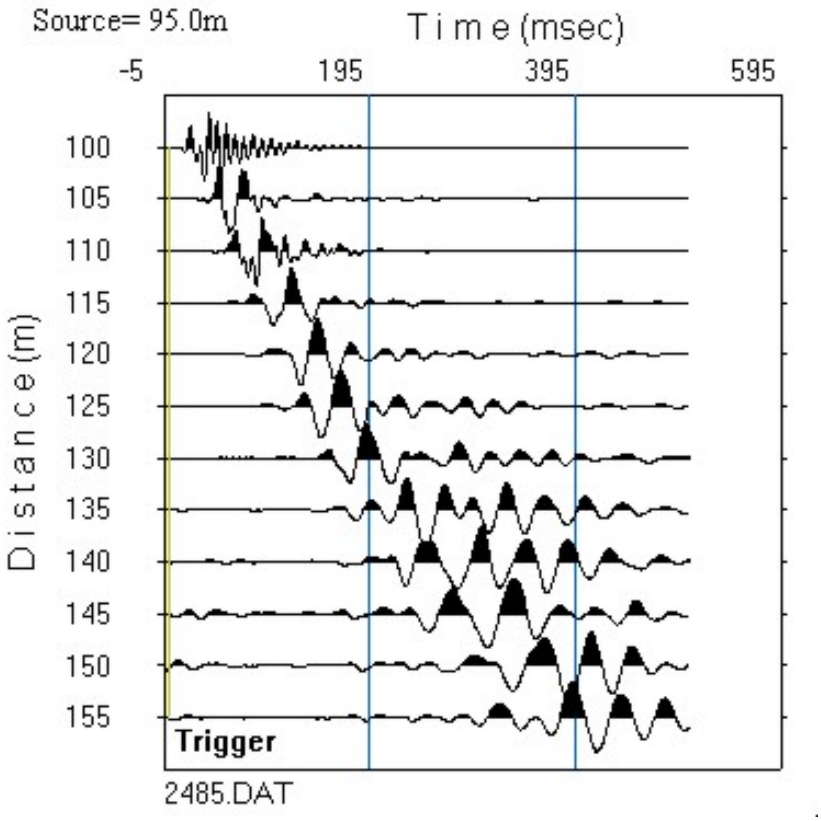

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance(m)
Trigger
2480.DAT

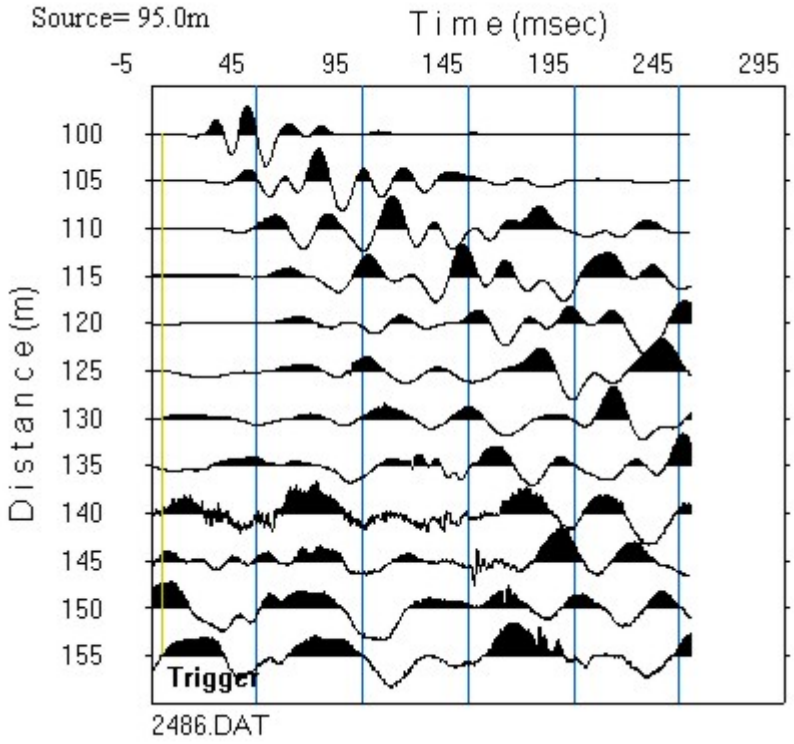

Source=160.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance(m)
Trigger
2481.DAT

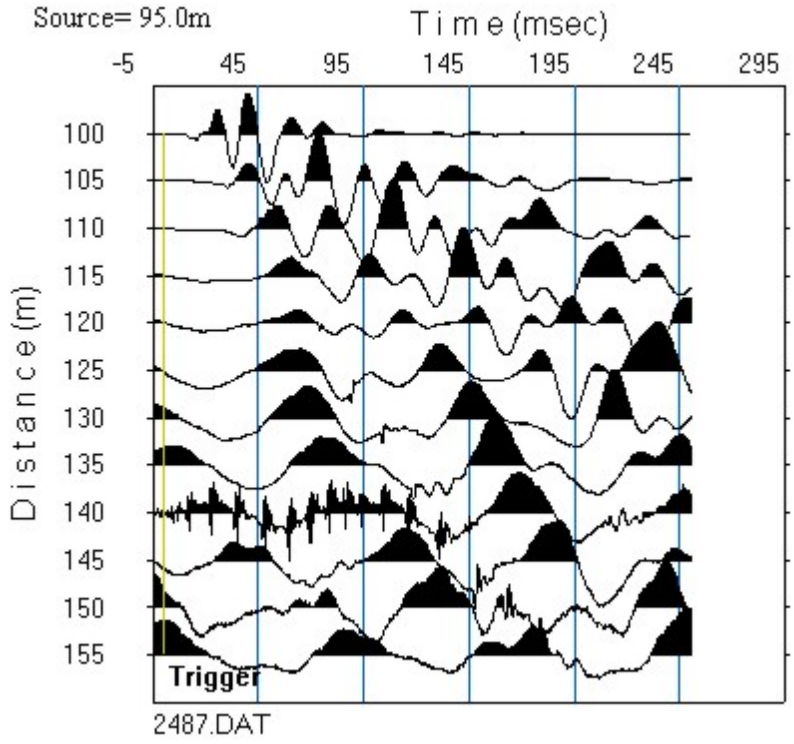

Source=160.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance(m)
Trigger
2482.DAT

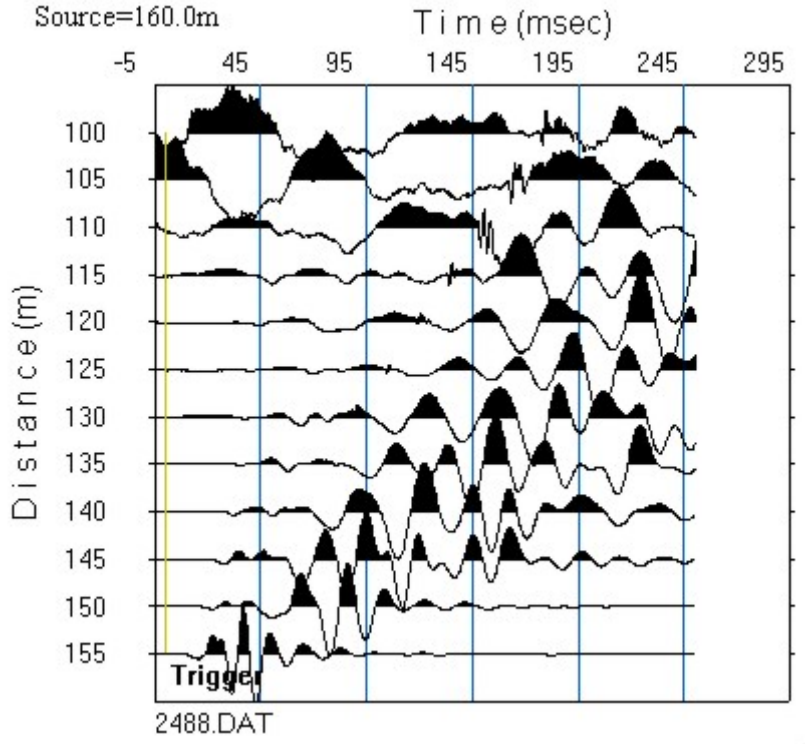

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
195
395
595
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance(m)
Trigger
2483.DAT

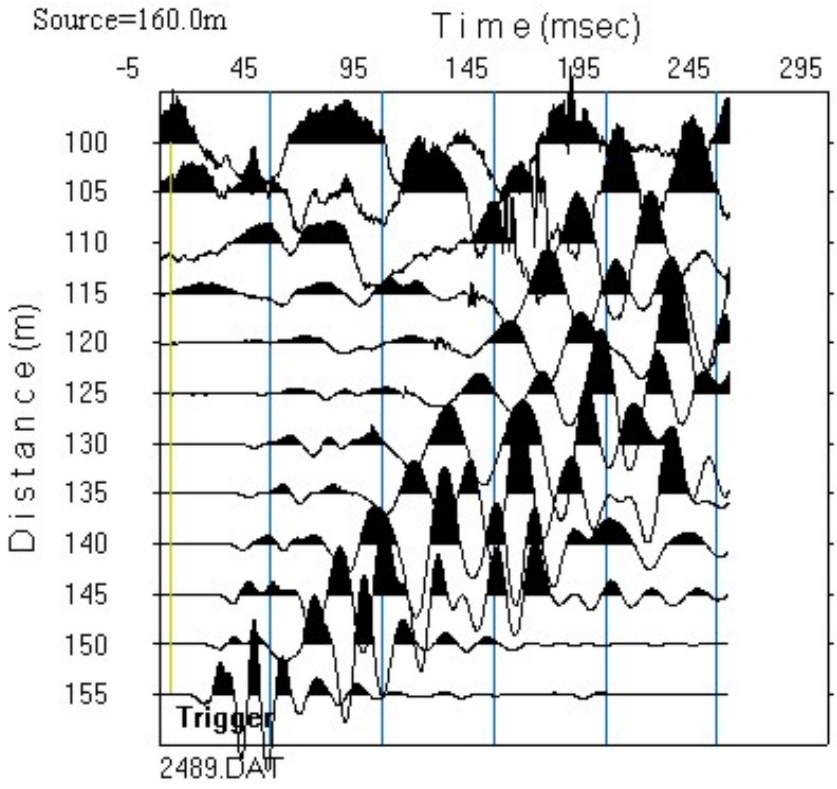

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
195
395
595
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance(m)
Trigger
2484.DAT

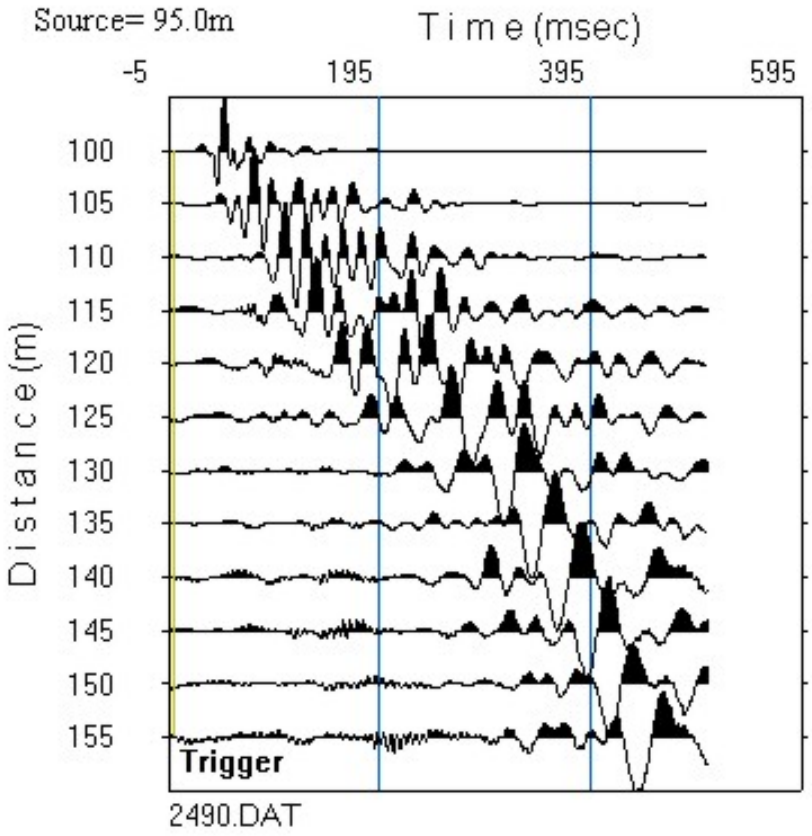

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
195
395
595
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance(m)
Trigger
2485.DAT

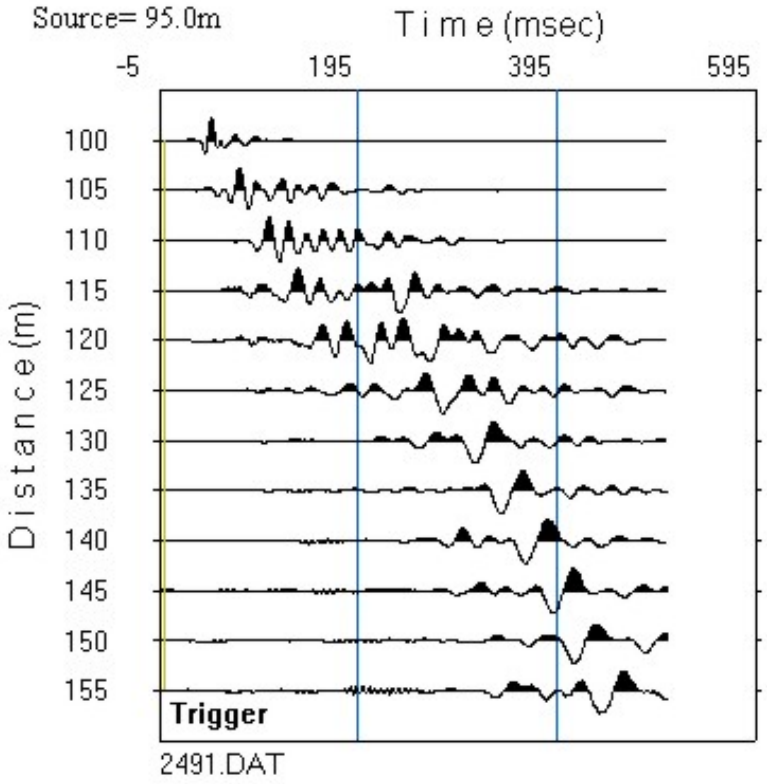

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance (m)
Trigger
2486.DAT

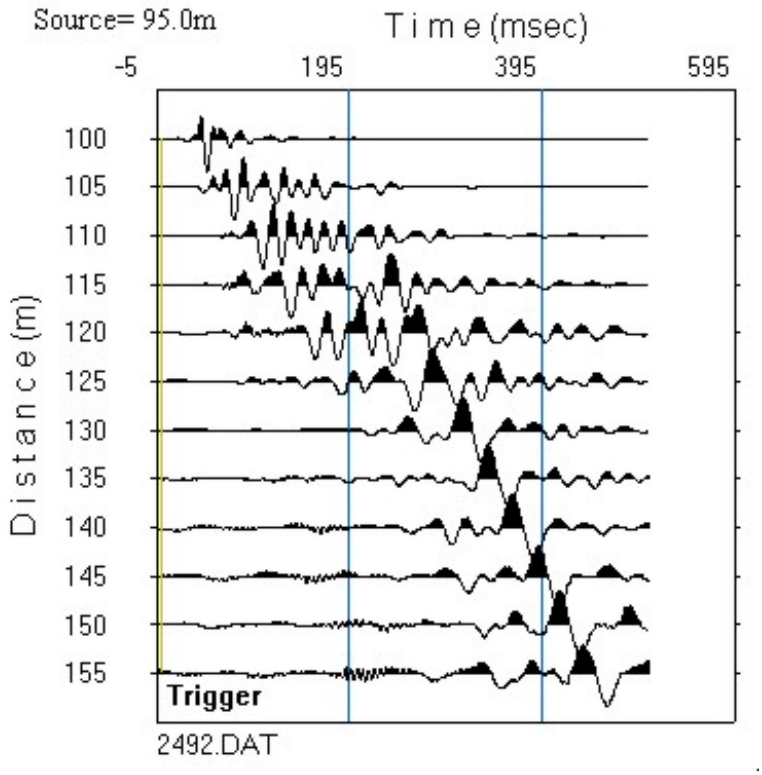

Source= 95.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance (m)
Trigger
2487.DAT


Source=160.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2488.DAT


Source=160.0m
Time (msec)
-5
45
95
145
195
245
295
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2489.DAT


Source= 95.0m
Time (msec)
-5
195
395
595
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance(m)
Trigger
2490.DAT


Source= 95.0m
Time (msec)
-5
195
395
595
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Distance(m)
Trigger
2491.DAT


Source= 95.0m
Time (msec)
-5
195
395
595
Distance (m)
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
Trigger
2492.DAT

ÖZGEÇMİŞ



Adı Soyadı : Öznur KARACA

Doğum Yeri ve Yılı: İzmir-1972

Medeni Hali : Bekar

Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : İzmir Eşrefpaşa Lisesi-1990

Lisans : DokuzEylül Üniversitesi-1997

Yüksek Lisans : Çukurova Üniversitesi-2001

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl:
Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi,
Jeoloji Mühendisliği Bölümü/2000-

SCI, SSCI Ve AHCI Tarafından Taranan Dergilerde Yayımlanan Teknik Not, Editöre Mektup, Tartışma, Vakıa Takdimi Ve Özet Türünden Yayınlar Dışındaki Makale

1. Gül, A., Örücü, Ö., K. ve **Karaca, Ö.**, 2006. An Approach For Recreation Suitability Analysis to Recreation Planning in Golcuk Nature Park, Environmental Management, Volume 37, Number 5, p:606 – 625.

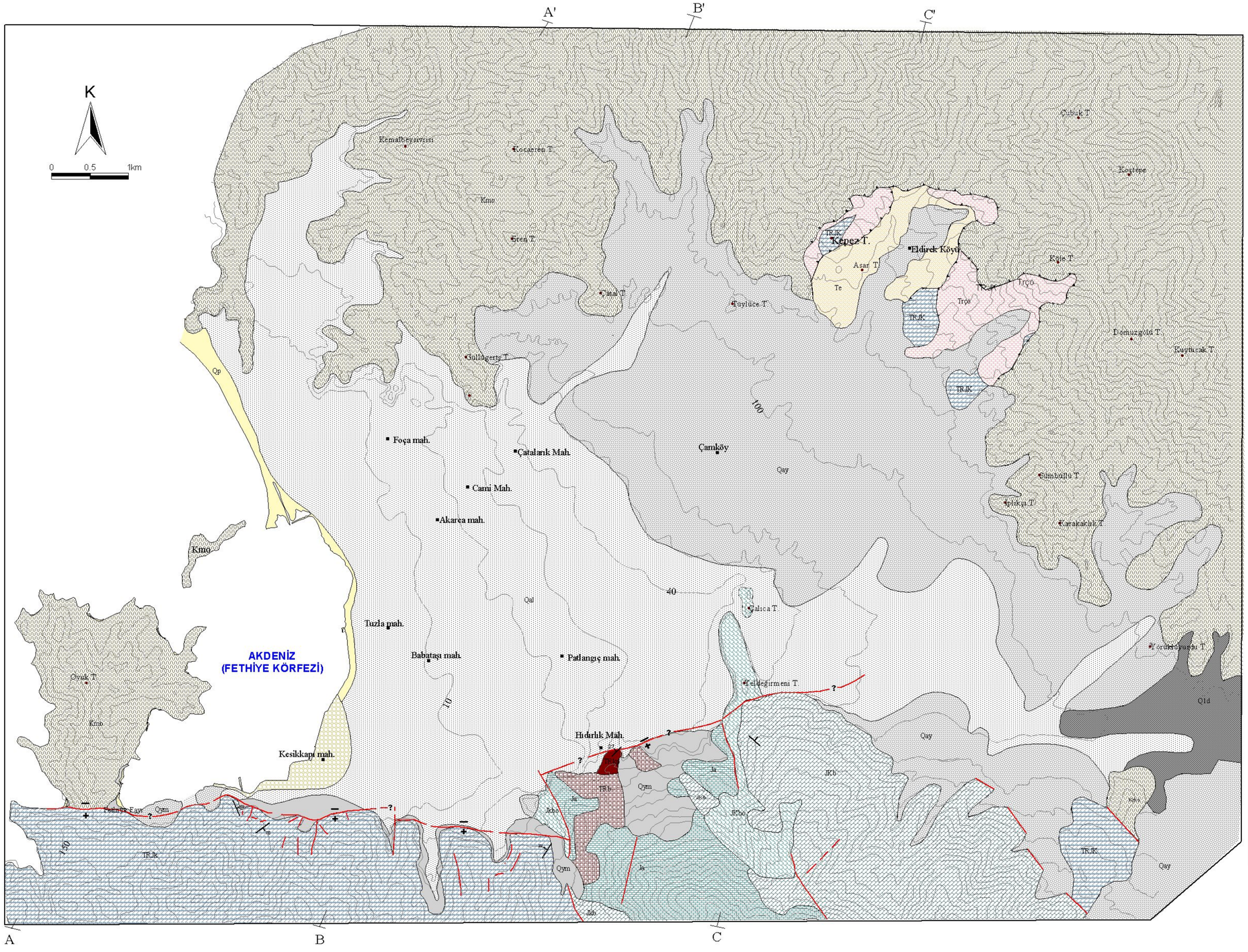
Uluslararası Toplantıda Sunularak Özet Metin Olarak Yayımlanan Bildiri

1. **Karaca, Ö.**, Ertunç., A., 2001. The Application of Geographical Information System On A Pilot Area, 4th International Symposium on Eastern Mediterranean Geology, 21-25 May 2001, Isparta, Abstracts, p. 170.
2. **Karaca, Ö.**, Ertunç., A. and Şener, E., 2001. The Application of Geographical Information System and Remote Sensing on Suleyman Demirel University Campus Site, 4th International Symposium on Eastern Mediterranean Geology, 21-25 May 2001, Isparta, Abstracts, p. 170.
3. **Karaca, Ö.**, Ertunç., A. and Şener, E., 2001. The Application of Disaster Information System (DIS) for Earthquakes by Using Geographical Information System (GIS) with Special Reference to The Settlement Area of Burdur Province, Fourth International Turkish Geology Symposium, 24-28 September 2001, Adana, Abstracts, p. 337.

4. Şener, E., Cengiz, O., **Karaca, Ö.**, 2003. Senirkent (Isparta) Çevresinin Jeolojik ve Tektonik Özelliklerinin Uzaktan Algılama Yöntemleri Kullanılarak Belirlenmesi, 20. Yıl Jeoloji Sempozyumu, Isparta.
5. Gül, A., Örücü, Ö., K. ve **Karaca, Ö.**, 2005. Korunan Alanlarda Rekreasyon Uygunluk Analizi ile Potansiyel Alanların Belirlenmesi (Gölcük Tabiat Parkı Örneği), Korunan Doğal Alanlar Sempozyumu, Sempozyumu Sözlü Bildiri Kitabı, s:423-432.
6. Cengiz, O. and **Karaca, Ö.**, 2005. Lineament Analysis On Satellite Image of Sultandağı Region (SW Turkey), International Earth Sciences Colloquium on the Aegean Regions, IESCA 2005, October, 4-7, Izmir-Turkey, Abstracts, p. 22-23.

Uluslararası Toplantıda Sunularak Tam Metin Olarak Yayımlanan Bildiri

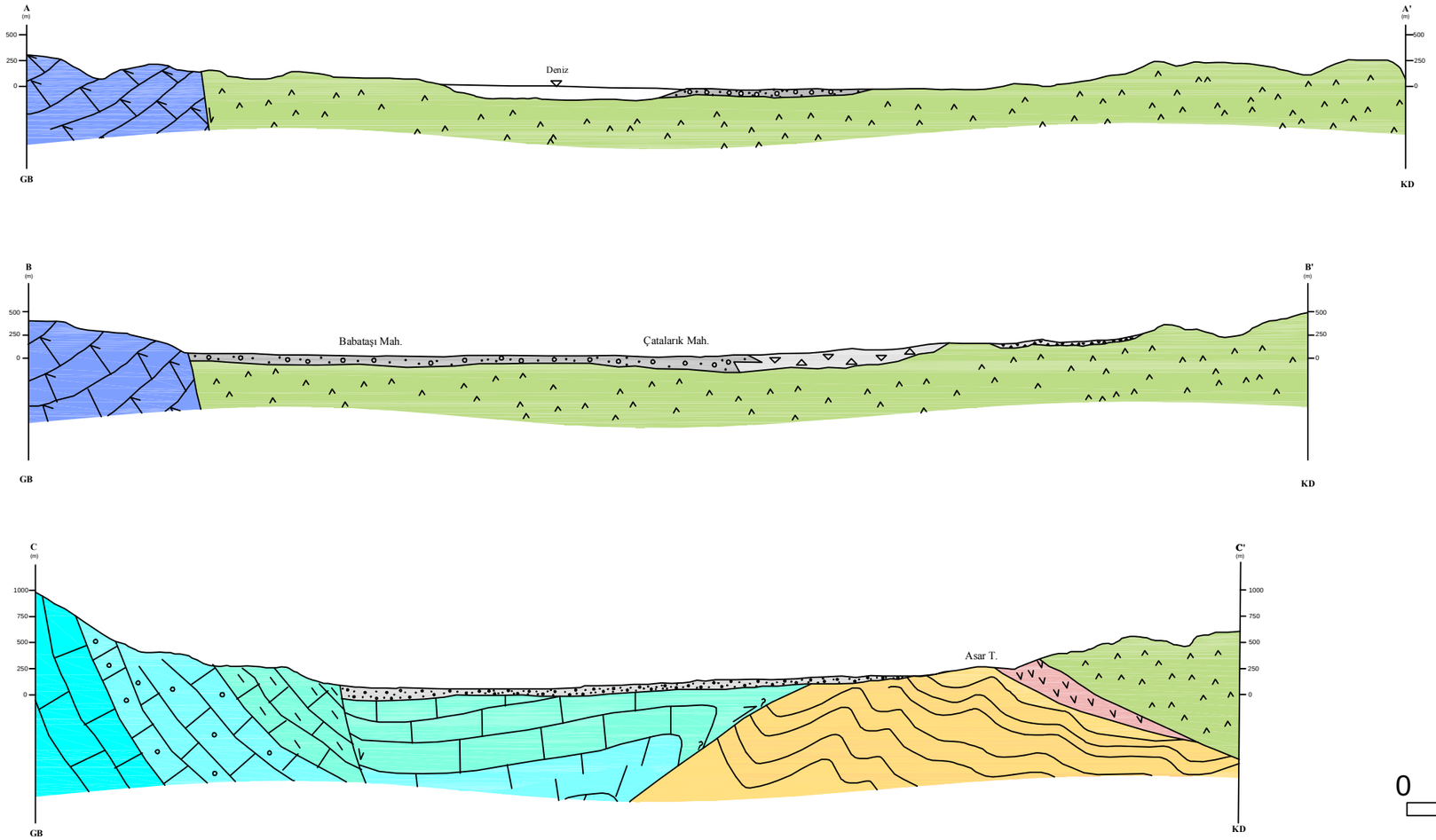
1. **Karaca, Ö.**, 2006. The Effect of Groundwater to Urbanization: A case Study From Fethiye, Turkiye. The III Internatioanl Scientific and Practical Conference. "Use of The Water Resources and Its Integretional Management Processes" p. 132, Baku, 6-7 July, 2006.



AÇIKLAMALAR

- **Kuvaterner**
  - Suni Dolgu
  - Qal — Alüvyon
  - Qp — Plaj Çökeli
  - Qay — Alüvyon Yelpazesi
  - Qym — Yamaç Molozu
  - Qld — Düzçam Formasyonu
- **Kretase**
  - Kmo — Marmaris Peridotiti
  - Trç — Çövenliyayla Formasyonu
- **Triyas**
  - TRJK — Kayaköy Dolomiti
- **Üst Triyas - Üst Kretase**
  - JKb — Babadağ Formasyonu
  - JKbo — Babadağ Formasyonu Oolitik Kireçtaşı Üyesi
  - Ja — Ağaçlı Formasyonu
  - TRk — Belenkavak Formasyonu
  - Kkp — Karapınar Formasyonu
- **Üst Eosen**
  - Te — Elmalı Formasyonu
- Tepe
- Dere
- Fay
- Olası fay
- Bindirme fayı
- 20 — Tabaka Doğrultu

Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü	
Bölüm	Jeoloji Mühendisliği A.B.D.
Konu	Fethiye Yerleşim Alanı Zeminlerinin Mühendislik Özelliklerinin Belirlenmesi ve Jeoteknik Haritalarının Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Kullanılarak Hazırlanması
Hazırlayan	Öznur KARACA
Danışman	Prof.Dr. Remzi KARAGÜZEL
Başlık	Fethiye ve Çevresinin Jeoloji Haritası (Şenel, 1997'den düzenlenerek)
Tarih: Temmuz 2007	Ölçek: 1/25000 EK-1



AÇIKLAMALAR

Kuvaterner
- Alüvyon
- Alüvyon Yelpazesi

Kretase
- Marmaris Peridotiti

Orta-Üst Triyas
- Çövenliyayla Formasyonu

Üst Triyas-Liyas
- Kayaköy Dolomiti

Geç Lütesiyen-Erken Burdigaliyen
- Elmalı Formasyonu

Teorsiyen-Maastrihtiyen
- Babadağ Formasyonu
- Babadağ Formasyonu Oolitik Kireçtaşı Üyesi

Liyas
- Ağaçlı Formasyonu

0 1 2 km

Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü		
Bölüm	Jeoloji Mühendisliği A.B.D.	
Konu	Fethiye Yerleşim Alanı Zeminlerinin Mühendislik Özelliklerinin Belirlenmesi ve Jeoteknik Haritalarının Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Kullanılarak Hazırlanması	
Hazırlayan	Özmur KARACA	
Danışman	Prof.Dr. Remzi KARAGÜZEL	
Başlık	Jeolojik Enine Kesitleri	
Tarih: Temmuz 2007	Ölçek: 1\25.000	EK - 2

AÇIKLAMALAR

- Çalışma kapsamında yapılan sondaj noktaları
- CPT noktaları
- Düşey Elektrik Sondajı ölçüm noktaları
- Sismik kırılma ölçüm noktaları
- Önceden yapılmış temel sondaj noktaları
- Su Sondajları
- Eşyükselti eğrisi
- Kesit çizgisi

K

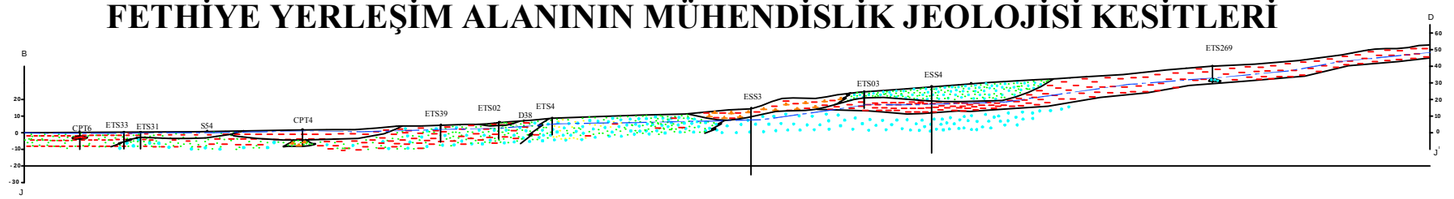
0 0.5 1 km

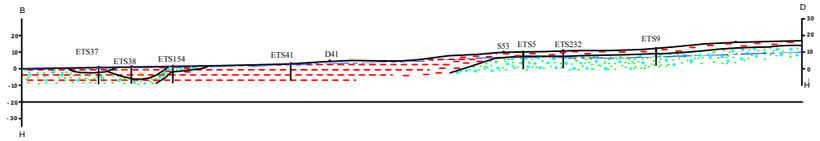
Fethiye Mah.
Çatalarık Mah.
Cami Mah.
Akarca Mah.
Tuzla Mah.
Patlangıç Mah.
Hıdırlık Mah.
Kesikkapı Mah.
FETHİYE KÖRFEZİ
Fethiye-Antalya
Calis-Sahil yolu
Stadyum
Ormanİdaresi
Verem Dairesi
Hükümet Konağı
Tükekulu
Hıdırlık
Boratüm Gol Liseli
TCK
DSİ

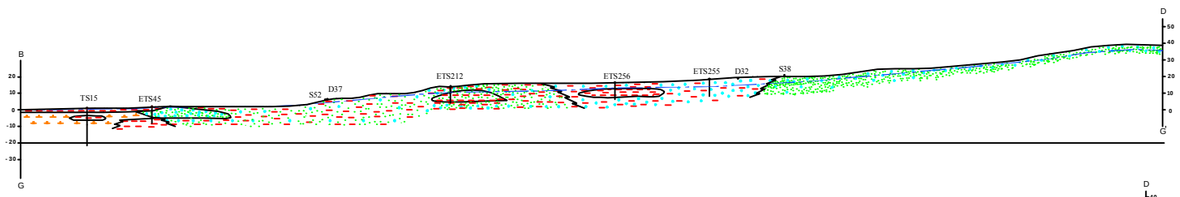
Süleyman Demirel Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü

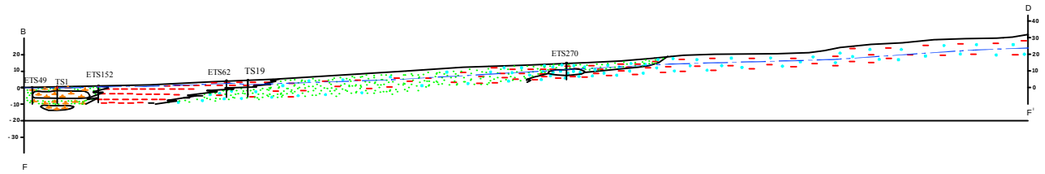
Bölüm	Jeoloji Mühendisliği A.B.D.
Konu	Fethiye Yerleşim Alanı Zeminlerinin Mühendislik Özelliklerinin Belirlenmesi ve Jeoteknik Haritalarının Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Kullanılarak Hazırlanması
Hazırlayan	Öznur KARAÇA
Danışman	Prof.Dr. Remzi KARAGÜZEL
Başlık	Araştırma Noktaları Lokasyon Haritası
Tarih: Temmuz 2007	Ölçek: 1/10000 EK 3

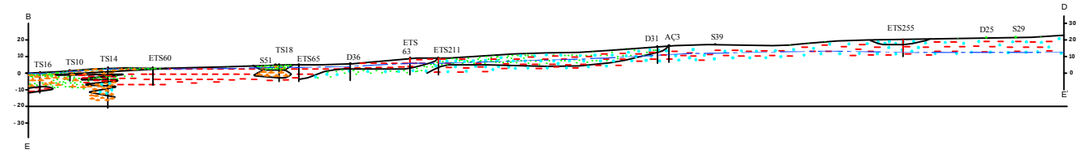
FETHİYE YERLEŞİM ALANININ MÜHENDİSLİK JEOLOJİSİ KESİTLERİ

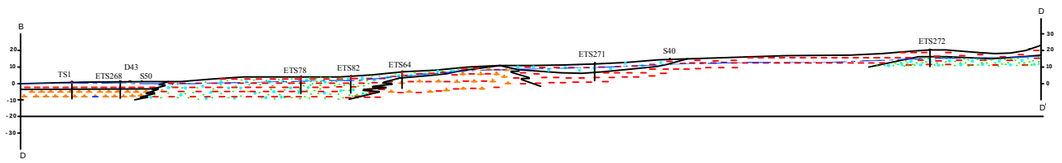


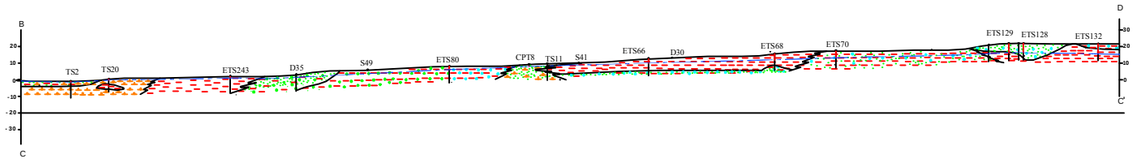


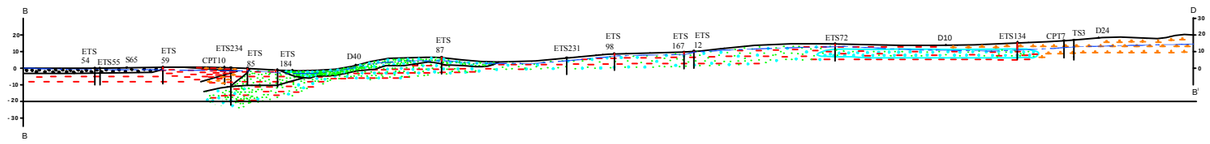


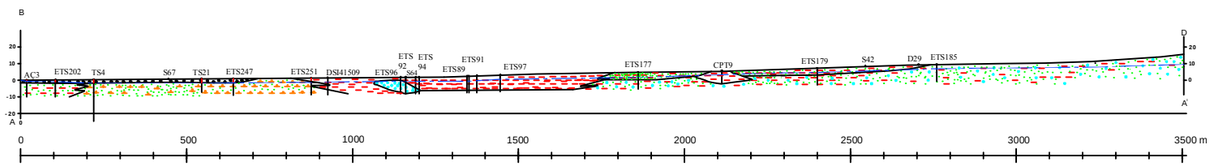






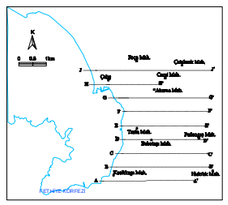






AÇIKLAMALAR

- Kil
- Silt
- Kum
- Çakıl
- Dolgu
- Yeraltısuyu seviyesi
- Litofasiyes Sınırları
- ETS 30 - Önceki Temel Sondajı
- TS10- Bu çalışmada yapılan temel sondajlar
- CPT 1- Konik Penetrasyon Testi
- S1 - Sismik kırılma
- D1 - Düşey elektrik sondajı



Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü		
Bölüm	Jeoloji Mühendisliği A.B.D.	
Konu	Fethiye Yerleşim Alanı Zeminlerinin Mühendislik Özelliklerinin Belirlenmesi ve Jeoteknik Haritalarının Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Kullanılarak Hazırlanması	
Hazırlayan	Öznur KARACA	
Danışman	Prof.Dr. Remzi KARAGÜZEL	
Başlık	Mühendislik Jeolojisi Kesitleri	
Tarih: Temmuz 2007	Ölçek: 1\10.000	EK - 8

K

0 0.5 1 km

Foça Mah.

Çatalarık Mah.

Çamı Mah.

Akarca Mah.

Tuzla Mah.

Patlangıç Mah.

Babataşı Mah.

Kesikkapı Mah.

Hıdırlık Mah.

Muğla Yolu

Fethiye-Antalya

FETHİYE KÖRFEZİ

J J'

H H'

G G'

F F'

E E'

D D'

C C'

B B'

A A'

AÇIKLAMALAR

4 m derinlikteki zonlar

1,5 m derinlikteki zonlar

4 m derinlikteki birim sınırları

Dolgu

Kil

Kum-Kil-Çakıl

Silt

Çakıl

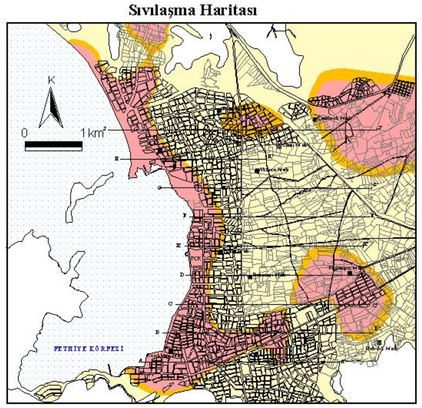
Kum

Temel Kaya

Eşyükselti eğrileri

Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü		
Bölüm	Jeoloji Mühendisliği A.B.D.	
Konu	Fethiye Yerleşim Alanı Zeminlerinin Mühendislik Özelliklerinin Belirlenmesi ve Jeoteknik Haritalarının Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Kullanılarak Hazırlanması	
Hazırlayan	Öznur KARACA	
Danışman	Prof.Dr. Remzi KARAGÜZEL	
Başlık	Fethiye Yerleşim Alanı Mühendislik Jeolojisi Haritası	
Tarih: Temmuz 2007	Ölçek: 1/10000	EK-9

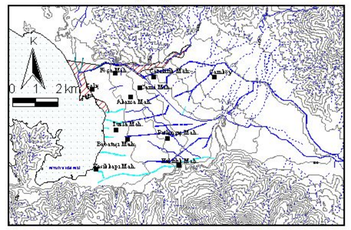
Sıvılaşma Haritası



Açıklamalar

- Fs<1 Kolay sıvılaşır
- 1.0<Fs<1.2 Kritik bölge
- Fs>1.2 Sıvılaşma Potansiyeli yok
- Kesit Doğrultusu
- Temel kaya

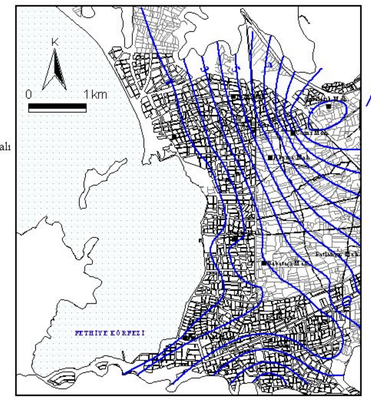
Drenaj Ağı Haritası



Açıklamalar

- Eşyükselti Eğrisi
- Sulama kanalı
- Kurutma Kanalı
- Taşkın Önleme Kanalı
- Drenaj Ağları
- Taşkın alan sınırı

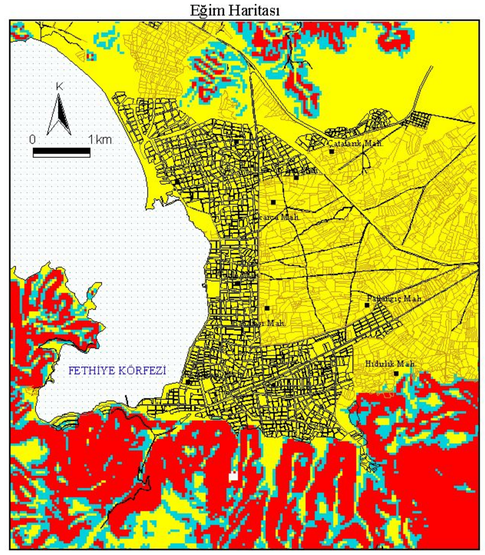
Yeraltısuyu Yüzeyden Derinlik Haritası



Açıklamalar

- Yeraltısuyu yüzeyden derinlik eğrisi

Eğim Haritası

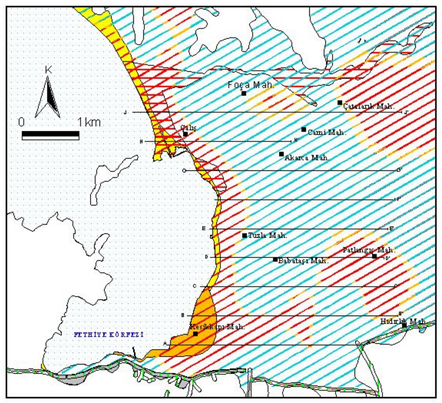


Açıklamalar

Eğim Durumu (Derece)

- 0-10
- 11-17
- >17

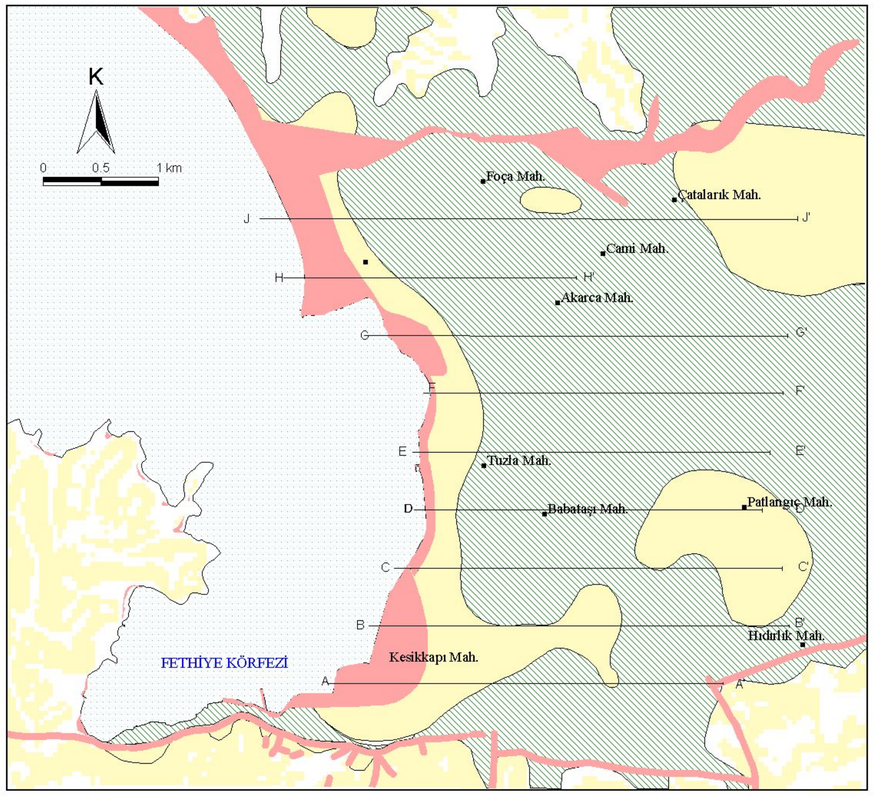
Fay Hatları, Taşkın Alanı, Sıvılaşma Potansiyeli ve Dolgu Sahasını Gösteren Tehlike Haritası



Açıklamalar

- Kolay sıvılaşır
- Kritik bölge
- Sıvılaşmaz
- Taşkın alanı
- Plaj çökelleri
- Dolgu sahası
- Temel kaya
- Tampon bölge
- Fay
- Olası Fay
- Kesit Doğrultusu

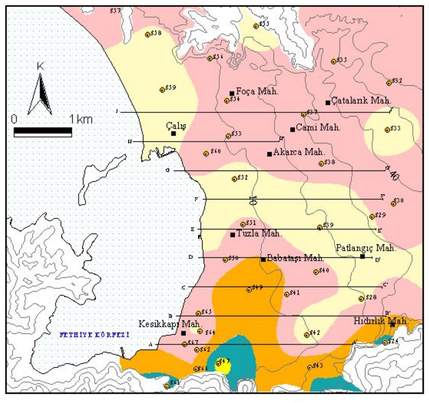
Yerleşime Uygunluk Haritası



AÇIKLAMALAR

- ÜOA
- ÖUA-1
- ÖUA-2
- UA
- Kesit çizgisi

Zemin Deprem Büyütmesi Haritası

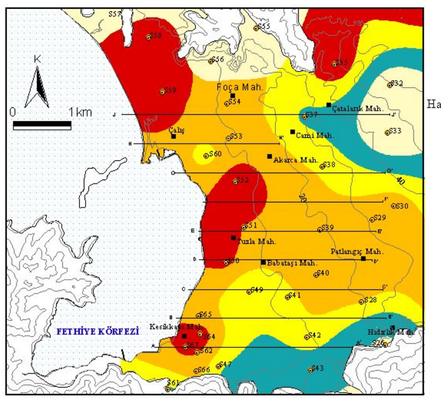


Açıklamalar

Zemin deprem büyütmesi

- 1.4
- 1.6
- 1.8
- 2.0
- 2.2
- Kesit Doğrultusu

Hakim Periyot Haritası

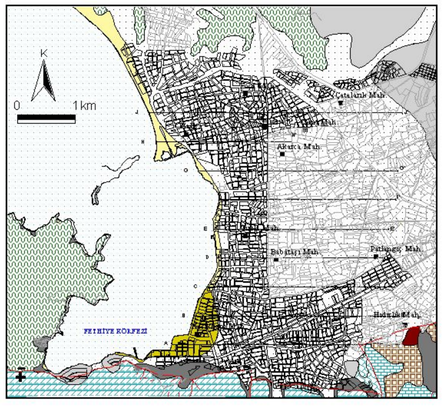


Açıklamalar

Hakim titreşim periyodu (sn)

- 0,1
- 0,2
- 0,3
- 0,4
- 0,5
- 0,6
- Kesit Doğrultusu

Jeoloji Haritası



AÇIKLAMALAR

- Plaj Çökeli
- Suni Dolgu
- Alüvyon
- Alüvyon Yelpazesi
- Yamaç Molozu
- Marmaris Peridotiti
- Kayaköy Dolomiti
- Babadağ Formasyonu
- Babadağ Formasyonu Oolitli Kireçtaşı Üyesi
- Ağaçlı Formasyonu
- Belenkavak Formasyonu
- Karapınar Formasyonu
- Fay
- Olası Fay

Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü		
Bölüm	Jeoloji Mühendisliği A.B.D.	
Konu	Fethiye Yerleşim Alanı Zeminlerinin Mühendislik Özelliklerinin Belirlenmesi ve Jeoteknik Haritalarının Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Kullanılarak Hazırlanması	
Hazırlayan	Öznur KARACA	
Danışman	Prof.Dr. Remzi KARAGÜZEL	
Başlık	Fethiye Yerleşim Alanı Yerleşime Uygunluk Haritası	
Tarih: Temmuz 2007		EK-10