KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

JEOFİZİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

KOCAELİ GÖLCÜK İLÇESİ ÇÖKÜNTÜ BÖLGESİ YEREL ZEMİN ÖZELLİKLERİNİN SİSMOLOJİK VE BİR BOYUTLU ZEMİN DAVRANIŞ ANALİZLERİ İLE KARŞILAŞTIRMALI OLARAK ARAŞTIRILMASI

Demet NAR

KOCAELİ 2016

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

JEOFİZİK MÜHENDİSLİĞİ

ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

KOCAELİ GÖLCÜK İLÇESİ ÇÖKÜNTÜ BÖLGESİ YEREL ZEMİN ÖZELLİKLERİNİN SİSMOLOJİK VE BİR BOYUTLU ZEMİN DAVRANIŞ ANALİZLERİ İLE KARŞILAŞTIRMALI OLARAK ARAŞTIRILMASI

DEMET NAR

Prof. Dr. Mithat Fırat ÖZER		
Danışman,	**Kocaeli Üniv.**	.....
Prof. Dr. Şerif BARIŞ		
Jüri Üyesi,	**Kocaeli Üniv.**	.....
Prof. Dr. Cengiz KURTULUŞ		
Jüri Üyesi,	**Kocaeli Üniv.**	.....
Prof. Dr. Bilge SİYAHİ		
Jüri Üyesi,	**Gebze Teknik Üniv.**	.....
Yrd.Doç.Dr. Özkan CORUK		
Jüri Üyesi,	**Kocaeli Üniv.**	.....

Tezin Savunulduğu Tarih: 14.04.2016

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Tez çalışmamdaki araştırmalarımda bana her türlü olanağı sağlayan danışman hocam Sayın Prof. Dr. Mithat Fırat ÖZER' e, tez çalışmam sırasında bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım Gebze Teknik Üniversitesi Deprem ve Yapı Mühendisliği Ana Bilim Dalı Öğretim Üyesi Sayın Prof. Dr. Bilge SİYAHİ' ye, tezimde çalışma alanında almış oldukları geoteknik ve jeofizik verilerini kullanmama izin veren Gürsu Mühendislik Şirketi'ne,

Tezin bitmesinde ve başarıya ulaşmasında büyük katkı sağlayan ve yardımını esirgemeyen sevgili arkadaşım Arş. Gör. Dr. Deniz ÇAKA' ya, verilerin analizi sırasında yardımcı olan Gebze Teknik Üniversitesi Deprem ve Yapı Mühendisliği Ana Bilim Dalı Arş. Gör. Ömer Berat POLAT' a ve isimlerini sayamadığım tezimin ortaya çıkmasında katkısı olan herkese,

Eğitim hayatım boyunca, maddi ve manevi açıdan her türlü desteklerini esirgemeyen anne ve babama, çalışmalarım boyunca sabır ve desteğini esirgemeyen sevgili eşim Onur' a ve hayatımın anlamı olan sevgili oğlum Toprak'a teşekkür ederim.

Nisan - 2016 Demet NAR

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR i
İÇİNDEKİLER ii
ŞEKİLLER DİZİNİ iv
TABLOLAR DİZİNİ x
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ xi
ÖZET xiii
ABSTRACT xiv
GİRİŞ 1
1. GÖLCÜK ÇÖKÜNTÜ BÖLGESİ 2
1.1.Bölgenin Genel Jeolojisi 3
1.1.1. Pamukova metamorfik topluluğu (Pm) 3
1.1.2. Bakacak formasyonu (Kb) 4
1.1.3. İncebel filişi (Ti) 5
1.1.4. Sarısu formasyonu (Ts) 5
1.1.5. Arslanbey formasyonu (Ta) 5
1.1.6. Alüvyon (Qal) 6
1.2. İnceleme Alanının Jeolojisi 6
1.3. Bölgede Yapılan Sismik Çalışmalar 7
1.4. Bölgenin Geoteknik Özellikleri 7
2. GÖLCÜK ÇÖKÜNTÜ BÖLGESİNİN DEPREMSELLİĞİ 10
2.1. Tarihsel Dönem Deprem Etkinliği 11
2.2. Aletsel Dönem Deprem Etkinliği 12
3. GÖLCÜK ÇÖKÜNTÜ BÖLGESİNİN DEPREM TEHLİKE ANALİZİ 17
3.1. Deterministik Deprem Tehlike Analizi 17
3.2. Probabilistik Deprem Tehlike Analizi 18
3.3. Deprem Oluşum Modelleri ve Deprem Tehlike Hesabı 20
3.3.1. Gutenberg-Richter modeli 21
3.4. Bölgenin Olasılıksal Deprem Tehlike Analizi 22
4. GÖLCÜK ÇÖKÜNTÜ BÖLGESİ İÇİN YAPILAN
SAHA DAVRANIŞ ANALİZLERİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ 27
4.1. Saha Davranış Analizi 27
4.1.1. Bir Boyutlu saha davranış analizi 29
4.1.1.1. Yer hareketi terminolojisi 30
4.1.1.2. Doğrusal (lineer) yaklaşım 31
4.1.1.3. Eşdeğer doğrusal yaklaşım 32
4.1.1.4. Doğrusal olmayan (non-lineer) yaklaşım 33
4.2. Bölgenin Saha Davranış Analizleri 34
4.2.1. Zemin profili oluşturmak için verilerin toplanması 34
4.2.2. Derlenen veriler doğrultusunda zemin profillerinin
oluşturulması 34
4.2.3. Analizde kullanılan deprem kayıtları 37
4.2.4. Çalışma yönteminde kullanılan program: DeepSoil 41
4.2.4.1. DeepSoil programının yapısı 41

4.2.4.2. DeepSoil programının kullanımı 42
4.3. Bulgu ve Sonuçların Değerlendirilmesi 45
5. SONUÇ VE ÖNERİLER 50
KAYNAKLAR 53
EKLER 56
KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER 157
ÖZGEÇMİŞ 158

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. İnceleme alanının yer bulduru haritası 2
Şekil 1.2. Bölgenin genel jeoloji haritası 4
Şekil 1.3. Şekil 1.3. Sismik kırılma ve sondaj kuyularının lokasyon haritası 8
Şekil 2.1. İnceleme alanının içinde yer aldığı Kocaeli ilinin deprem bölgeleri haritasındaki konumu 10
Şekil 2.2. 17 Ağustos 1999 deprem kırığı ve fay segmentleri 14
Şekil 2.3. Çalışma alanı ve civarında meydana gelen aletsel dönem depremlerin episantr dağılımı 16
Şekil 3.1. Deterministik deprem tehlike analizinin dört aşaması 18
Şekil 3.2. Probabilistik deprem tehlike analizinin dört aşaması 19
Şekil 3.3. İnceleme alanı ve civarında 1935-2015 yılları arasında oluşmuş 3 ve daha büyük magnitüdlü depremler 22
Şekil 3.4. İnceleme alanı çevresinde 1935-2015 yılları arasında oluşmuş 3 ve daha büyük depremlerin tekerrür sayılarına göre dağılım grafiği 23
Şekil 3.5. Gutenberg-Richter modeli için magnitüd-oluşum sayısı (büyüklük-sıklık) ilişkisi 24
Şekil 3.6. a) Magnitüd-deprem oluş sayısı arasındaki ilişki; b) Zaman-deprem oluş sayısı arasındaki ilişki 25
Şekil 3.7. a) Derinlik-deprem oluş sayısı arasındaki ilişki; b) Zamana göre kümülatif deprem oluş sayısı 26
Şekil 3.8 a) a ve b değerlerinin bulunması; b) Magnitüd-deprem yinelenme zamanı ilişkisi 26
Şekil 3.9. Magnitüd-deprem yıllık oluş olasılığı ilişkisi 26
Şekil 4.1. Saha davranış analizi işleyiş adımları 28
Şekil 4.2. G kayma modülü ve ξ sönüm oranlarının birim şekil değiştirme seviyesi (γ) ile ilişkisi 29
Şekil 4.3. Yer yüzeyine yakın kesimde yaklaşık olarak düşey dalga yayılması oluşturan kırılma süreci 30
Şekil 4.4. Yer tepkisi terminolojisi: a) anakaya üzerinde zemin; b) anakaya üzerinde zemin yok 30
Şekil 4.5. Saha davranış analizinin filtre sistemi olarak gösterilmesi 32
Şekil 4.6. Zeminlerin tekrarlı gerilme-şekil değiştirme davranışı (doğrusal olmayan model) 32
Şekil 4.7. Saha davranış analizi akış şeması 34
Şekil 4.8. Tek boyutlu dinamik zemin modeli 35
Şekil 4.9. Program tarafından çizilen "modül oranı-kesme gerilmesi" ve "sönümleme oranı-kesme gerilmesi" grafikleri 36

Şekil 4.10. Zemin tepki analizlerinde kullanılan 17 Ağustos 1999 ivme kaydı 38
Şekil 4.11. Zemin tepki analizlerinde kullanılan 13 Eylül 1999 ivme kaydı 39
Şekil 4.12. Zemin tepki analizlerinde kullanılan 11 Kasım 1999 ivme kaydı 40
Şekil 4.13. Analizde kullanılacak deprem kayıt dosyasının programa girilmesi 43
Şekil 4.14. Analiz tanıtımının yapıldığı pencere 43
Şekil 4.15. Zemin düşey kesitinin ve yapılması istenen analizlerin tanıtıldığı pencere 44
Şekil 4.16. Anakaya girdi bilgilerinin tanıtılması 44
Şekil 4.17. Analiz kontrol penceresi 45
Şekil A.1. Gürsu Sismik Şirketi tarafından yapılan 2/1 no' lu sondaj kuyusuna ait log 57
Şekil A.2. Gürsu Sismik Şirketi tarafından yapılan 2/1 no' lu sondaj kuyusuna ait log 58
Şekil A.3. Gürsu Sismik Şirketi tarafından yapılan 2/3 no' lu sondaj kuyusuna ait log 59
Şekil A.4. Gürsu Sismik Şirketi tarafından yapılan 8/1 no' lu sondaj kuyusuna ait log 60
Şekil A.5. Gürsu Sismik Şirketi tarafından yapılan 8/2 no' lu sondaj kuyusuna ait log 61
Şekil A.6. Gürsu Sismik Şirketi tarafından yapılan 8/3 no' lu sondaj kuyusuna ait log 62
Şekil A.7. Gürsu Sismik Şirketi tarafından yapılan 9/1 no' lu sondaj kuyusuna ait log 63
Şekil A.8. Gürsu Sismik Şirketi tarafından yapılan 9/2 no' lu sondaj kuyusuna ait log 64
Şekil A.9. Gürsu Sismik Şirketi tarafından yapılan 9/3 no' lu sondaj kuyusuna ait log 65
Şekil A.10. Gürsu Sismik Şirketi tarafından yapılan 11/1 no' lu sondaj kuyusuna ait log 66
Şekil A.11. Gürsu Sismik Şirketi tarafından yapılan 11/2 no' lu sondaj kuyusuna ait log 67
Şekil A.12. Gürsu Sismik Şirketi tarafından yapılan 11/3 no' lu sondaj kuyusuna ait log 68
Şekil A.13. Gürsu Sismik Şirketi tarafından yapılan 12/1 no' lu sondaj kuyusuna ait log 69
Şekil A.14. Gürsu Sismik Şirketi tarafından yapılan 12/2 no' lu sondaj kuyusuna ait log 70
Şekil A.15. Gürsu Sismik Şirketi tarafından yapılan 12/3 no' lu sondaj kuyusuna ait log 71
Şekil A.16. Gürsu Sismik Şirketi tarafından yapılan 13/1 no' lu sondaj kuyusuna ait log 72
Şekil A.17. Gürsu Sismik Şirketi tarafından yapılan 13/2 no' lu sondaj kuyusuna ait log 73
Şekil A.18. Gürsu Sismik Şirketi tarafından yapılan 13/3 no' lu sondaj kuyusuna ait log 74

Şekil A.19. Gürsu Sismik Şirketi tarafından yapılan 14/1 no' lu sondaj kuyusuna ait log 75
Şekil A.20. Gürsu Sismik Şirketi tarafından yapılan 14/2 no' lu sondaj kuyusuna ait log..... 76
Şekil A.21. Gürsu Sismik Şirketi tarafından yapılan 14/3 no' lu sondaj kuyusuna ait log..... 77
Şekil A.22. Gürsu Sismik Şirketi tarafından yapılan 15/1 no' lu sondaj kuyusuna ait log 78
Şekil A.23. Gürsu Sismik Şirketi tarafından yapılan 15/2 no' lu sondaj kuyusuna ait log..... 79
Şekil A.24. Gürsu Sismik Şirketi tarafından yapılan 15/3 no' lu sondaj kuyusuna ait log..... 80
Şekil B.1. Gürsu Sismik Şirketi tarafından yaptırılan laboratuvar deney sonuç raporları (SK1-SK3)..... 81
Şekil B.2. Gürsu Sismik Şirketi tarafından yaptırılan laboratuvar deney sonuç raporları (SK4-SK8)..... 82
Şekil B.3. Gürsu Sismik Şirketi tarafından yaptırılan laboratuvar deney sonuç raporları (SK9-SK11)..... 83
Şekil B.4. Gürsu Sismik Şirketi tarafından yaptırılan laboratuvar deney sonuç raporları (SK12-SK14)..... 84
Şekil B.5. Gürsu Sismik Şirketi tarafından yaptırılan laboratuvar deney sonuç raporları (SK15-SK16)..... 85
Şekil B.6. Gürsu Sismik Şirketi tarafından yaptırılan laboratuvar deney sonuç raporları (SK17-SK18)..... 86
Şekil C.1. SK1 lokasyonunda toplanan karşılıklı atışlı sismik kayıtlar ($P_{düz}$, P_{ters}, $S_{düz}$, S_{ters} verileri) 87
Şekil C.2. SK2 lokasyonunda toplanan karşılıklı atışlı sismik kayıtlar ($P_{düz}$, P_{ters}, $S_{düz}$, S_{ters} verileri) 88
Şekil C.3. SK3 lokasyonunda toplanan karşılıklı atışlı sismik kayıtlar ($P_{düz}$, P_{ters}, $S_{düz}$, S_{ters} verileri) 89
Şekil C.4. SK4 lokasyonunda toplanan karşılıklı atışlı sismik kayıtlar ($P_{düz}$, P_{ters}, $S_{düz}$, S_{ters} verileri) 90
Şekil C.5. SK5 lokasyonunda toplanan karşılıklı atışlı sismik kayıtlar ($P_{düz}$, P_{ters}, $S_{düz}$, S_{ters} verileri) 91
Şekil C.6. SK6 lokasyonunda toplanan karşılıklı atışlı sismik kayıtlar ($P_{düz}$, P_{ters}, $S_{düz}$, S_{ters} verileri) 92
Şekil C.7. SK7 lokasyonunda toplanan karşılıklı atışlı sismik kayıtlar ($P_{düz}$, P_{ters}, $S_{düz}$, S_{ters} verileri) 93
Şekil C.8. SK8 lokasyonunda toplanan karşılıklı atışlı sismik kayıtlar ($P_{düz}$, P_{ters}, $S_{düz}$, S_{ters} verileri) 94
Şekil C.9. SK9 lokasyonunda toplanan karşılıklı atışlı sismik kayıtlar ($P_{düz}$, P_{ters}, $S_{düz}$, S_{ters} verileri) 95
Şekil C.10. SK10 lokasyonunda toplanan karşılıklı atışlı sismik kayıtlar ($P_{düz}$, P_{ters}, $S_{düz}$, S_{ters} verileri) 96
Şekil C.11. SK11 lokasyonunda toplanan karşılıklı atışlı sismik kayıtlar ($P_{düz}$, P_{ters}, $S_{düz}$, S_{ters} verileri) 97
Şekil C.12. SK12 lokasyonunda toplanan karşılıklı atışlı sismik kayıtlar ($P_{düz}$, P_{ters}, $S_{düz}$, S_{ters} verileri) 98
Şekil C.13. SK13 lokasyonunda toplanan karşılıklı atışlı sismik kayıtlar

($P_{düz}$, P_{ters}, $S_{düz}$, S_{ters} verileri) 99
Şekil C.14. SK14 lokasyonunda toplanan karşılıklı atışlı sismik kayıtlar ($P_{düz}$, P_{ters}, $S_{düz}$, S_{ters} verileri) 100
Şekil C.15. SK15 lokasyonunda toplanan karşılıklı atışlı sismik kayıtlar ($P_{düz}$, P_{ters}, $S_{düz}$, S_{ters} verileri) 101
Şekil C.16. SK16 lokasyonunda toplanan karşılıklı atışlı sismik kayıtlar ($P_{düz}$, P_{ters}, $S_{düz}$, S_{ters} verileri) 102
Şekil C.17. SK17 lokasyonunda toplanan karşılıklı atışlı sismik kayıtlar ($P_{düz}$, P_{ters}, $S_{düz}$, S_{ters} verileri) 103
Şekil C.18. SK18 lokasyonunda toplanan karşılıklı atışlı sismik kayıtlar ($P_{düz}$, P_{ters}, $S_{düz}$, S_{ters} verileri) 104
Şekil C.19. SK19 lokasyonunda toplanan karşılıklı atışlı sismik kayıtlar ($P_{düz}$, P_{ters}, $S_{düz}$, S_{ters} verileri) 105
Şekil C.20. SK20 lokasyonunda toplanan karşılıklı atışlı sismik kayıtlar ($P_{düz}$, P_{ters}, $S_{düz}$, S_{ters} verileri) 106
Şekil C.21. SK21 lokasyonunda toplanan karşılıklı atışlı sismik kayıtlar ($P_{düz}$, P_{ters}, $S_{düz}$, S_{ters} verileri) 107
Şekil C.22. SK22 lokasyonunda toplanan karşılıklı atışlı sismik kayıtlar ($P_{düz}$, P_{ters}, $S_{düz}$, S_{ters} verileri) 108
Şekil C.23. SK23 lokasyonunda toplanan karşılıklı atışlı sismik kayıtlar ($P_{düz}$, P_{ters}, $S_{düz}$, S_{ters} verileri) 109
Şekil C.24. SK24 lokasyonunda toplanan karşılıklı atışlı sismik kayıtlar ($P_{düz}$, P_{ters}, $S_{düz}$, S_{ters} verileri) 110
Şekil C.25. SK25 lokasyonunda toplanan karşılıklı atışlı sismik kayıtlar ($P_{düz}$, P_{ters}, $S_{düz}$, S_{ters} verileri) 111
Şekil C.26. SK26 lokasyonunda toplanan karşılıklı atışlı sismik kayıtlar ($P_{düz}$, P_{ters}, $S_{düz}$, S_{ters} verileri) 112
Şekil C.27. SK27 lokasyonunda toplanan karşılıklı atışlı sismik kayıtlar ($P_{düz}$, P_{ters}, $S_{düz}$, S_{ters} verileri) 113
Şekil C.28. SK28 lokasyonunda toplanan karşılıklı atışlı sismik kayıtlar ($P_{düz}$, P_{ters}, $S_{düz}$, S_{ters} verileri) 114
Şekil D.1. SK1 sismik profiline ait yol-zaman grafikleri 115
Şekil D.2. SK2 sismik profiline ait yol-zaman grafikleri 115
Şekil D.3. SK3 sismik profiline ait yol-zaman grafikleri 116
Şekil D.4. SK4 sismik profiline ait yol-zaman grafikleri 116
Şekil D.5. SK5 sismik profiline ait yol-zaman grafikleri 116
Şekil D.6. SK6 sismik profiline ait yol-zaman grafikleri 117
Şekil D.7. SK7 sismik profiline ait yol-zaman grafikleri 117
Şekil D.8. SK8 sismik profiline ait yol-zaman grafikleri 117
Şekil D.9. SK9 sismik profiline ait yol-zaman grafikleri 118
Şekil D.10. SK10 sismik profiline ait yol-zaman grafikleri 118
Şekil D.11. SK11 sismik profiline ait yol-zaman grafikleri 118
Şekil D.12. SK12 sismik profiline ait yol-zaman grafikleri 119
Şekil D.13. SK13 sismik profiline ait yol-zaman grafikleri 119
Şekil D.14. SK14 sismik profiline ait yol-zaman grafikleri 119
Şekil D.15. SK15 sismik profiline ait yol-zaman grafikleri 120
Şekil D.16. SK16 sismik profiline ait yol-zaman grafikleri 120
Şekil D.17. SK17 sismik profiline ait yol-zaman grafikleri 120
Şekil D.18. SK18 sismik profiline ait yol-zaman grafikleri 121

Şekil D.19. SK19 sismik profiline ait yol-zaman grafikleri 121
Şekil D.20. SK20 sismik profiline ait yol-zaman grafikleri 121
Şekil D.21. SK21 sismik profiline ait yol-zaman grafikleri 122
Şekil D.22. SK22 sismik profiline ait yol-zaman grafikleri 122
Şekil D.23. SK23 sismik profiline ait yol-zaman grafikleri 122
Şekil D.24. SK24 sismik profiline ait yol-zaman grafikleri 123
Şekil D.25. SK25 sismik profiline ait yol-zaman grafikleri 123
Şekil D.26. SK26 sismik profiline ait yol-zaman grafikleri 123
Şekil D.27. SK27 sismik profiline ait yol-zaman grafikleri 124
Şekil D.28. SK28 sismik profiline ait yol-zaman grafikleri 124
Şekil F.1. SK-2' ye ait zemin profili 135
Şekil F.2. SK-8' e ait zemin profili 135
Şekil F.3. SK-9' a ait zemin profili 136
Şekil F.4. SK-11' e ait zemin profili 136
Şekil F.5. SK-12' ye ait zemin profili 137
Şekil F.6. SK-13' e ait zemin profili 137
Şekil F.7. SK-14' e ait zemin profili 138
Şekil F.8. SK-15' e ait zemin profili 138
Şekil G.1. SK-2' ye ait yüzey ivme grafiği (17.08.1999) 139
Şekil G.2. SK-8' e ait yüzey ivme grafiği (17.08.1999) 139
Şekil G.3. SK-9' a ait yüzey ivme grafiği (17.08.1999) 139
Şekil G.4. SK-11' e ait yüzey ivme grafiği (17.08.1999) 139
Şekil G.5. SK-12' ye ait yüzey ivme grafiği (17.08.1999) 140
Şekil G.6. SK-13' e ait yüzey ivme grafiği (17.08.1999) 140
Şekil G.7. SK-14' e ait yüzey ivme grafiği (17.08.1999) 140
Şekil G.8. SK-15' e ait yüzey ivme grafiği (17.08.1999) 140
Şekil H.1. SK-2' ye ait yüzey spektral ivme grafiği (17.08.1999)..... 141
Şekil H.2. SK-8' e ait yüzey spektral ivme grafiği (17.08.1999)..... 141
Şekil H.3. SK-9' a ait yüzey spektral ivme grafiği (17.08.1999)..... 142
Şekil H.4. SK-11' e ait yüzey spektral ivme grafiği (17.08.1999)..... 142
Şekil H.5. SK-12' ye ait yüzey spektral ivme grafiği (17.08.1999)..... 143
Şekil H.6. SK-13' e ait yüzey spektral ivme grafiği (17.08.1999)..... 143
Şekil H.7. SK-14' e ait yüzey spektral ivme grafiği (17.08.1999)..... 144
Şekil H.8. SK-15' e ait yüzey spektral ivme grafiği (17.08.1999)..... 144
Şekil I.1. SK-2' ye ait yüzey ivme grafiği (13.09.1999) 145
Şekil I.2. SK-8' e ait yüzey ivme grafiği (13.09.1999) 145
Şekil I.3. SK-9' a ait yüzey ivme grafiği (13.09.1999) 145
Şekil I.4. SK-11' e ait yüzey ivme grafiği (13.09.1999) 145
Şekil I.5. SK-12' ye ait yüzey ivme grafiği (13.09.1999) 146
Şekil I.6. SK-13' e ait yüzey ivme grafiği (13.09.1999) 146
Şekil I.7. SK-14' e ait yüzey ivme grafiği (13.09.1999) 146
Şekil I.8. SK-15' e ait yüzey ivme grafiği (13.09.1999) 146
Şekil İ.1. SK-2' ye ait yüzey spektral ivme grafiği (13.09.1999)..... 147
Şekil İ.2. SK-8' e ait yüzey spektral ivme grafiği (13.09.1999)..... 147
Şekil İ.3. SK-9' a ait yüzey spektral ivme grafiği (13.09.1999)..... 148
Şekil İ.4. SK-11' e ait yüzey spektral ivme grafiği (13.09.1999)..... 148
Şekil İ.5. SK-12' ye ait yüzey spektral ivme grafiği (13.09.1999)..... 149
Şekil İ.6. SK-13' e ait yüzey spektral ivme grafiği (13.09.1999)..... 149
Şekil İ.7. SK-14' e ait yüzey spektral ivme grafiği (13.09.1999)..... 150

Şekil İ.8. SK-15’ e ait yüzey spektral ivme grafiği (13.09.1999)..... 150
Şekil J.1. SK-2’ ye ait yüzey ivme grafiği (11.11.1999) 151
Şekil J.2. SK-8’ e ait yüzey ivme grafiği (11.11.1999) 151
Şekil J.3. SK-9’ a ait yüzey ivme grafiği (11.11.1999) 151
Şekil J.4. SK-11’ e ait yüzey ivme grafiği (11.11.1999) 151
Şekil J.5. SK-12’ ye ait yüzey ivme grafiği (11.11.1999) 152
Şekil J.6. SK-13’ e ait yüzey ivme grafiği (11.11.1999) 152
Şekil J.7. SK-14’ e ait yüzey ivme grafiği (11.11.1999) 152
Şekil J.8. SK-15’ e ait yüzey ivme grafiği (11.11.1999) 152
Şekil K.1. SK-2’ ye ait yüzey spektral ivme grafiği (11.11.1999)..... 153
Şekil K.2. SK-8’ e ait yüzey spektral ivme grafiği (11.11.1999)..... 153
Şekil K.3. SK-9’ a ait yüzey spektral ivme grafiği (11.11.1999)..... 154
Şekil K.4. SK-11’ e ait yüzey spektral ivme grafiği (11.11.1999)..... 154
Şekil K.5. SK-12’ ye ait yüzey spektral ivme grafiği (11.11.1999)..... 155
Şekil K.6. SK-13’ e ait yüzey spektral ivme grafiği (11.11.1999)..... 155
Şekil K.7. SK-14’ e ait yüzey spektral ivme grafiği (11.11.1999)..... 156
Şekil K.8. SK-15’ e ait yüzey spektral ivme grafiği (11.11.1999)..... 156

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 1.1. Zeminlerin kıvamlılık indisine göre sınıflandırılması 9
Tablo 2.1. İzmit Körfezi ve civarında olmuş önemli tarihsel depremler 11
Tablo 2.2. Marmara Denizi ve Doğu Marmara' nın önemli depremleri 15
Tablo 3.1. Probabilistik deprem tehlike analizi verileri ve sonuçları 23
Tablo 4.1. Analizleri yapılan sondaj kuyuları için elde edilen maksimum yatay yüzey ivme değerleri ve zeminlerin büyütme oranları 48
Tablo 4.2. Hesaplanan zemin hakim periyotları ve frekansları 49
Tablo E.1. SK1 profilinden elde edilen sismik parametreler 125
Tablo E.2. SK2 profilinden elde edilen sismik parametreler 125
Tablo E.3. SK3 profilinden elde edilen sismik parametreler 126
Tablo E.4. SK4 profilinden elde edilen sismik parametreler 126
Tablo E.5. SK5 profilinden elde edilen sismik parametreler 126
Tablo E.6. SK6 profilinden elde edilen sismik parametreler 127
Tablo E.7. SK7 profilinden elde edilen sismik parametreler 127
Tablo E.8. SK8 profilinden elde edilen sismik parametreler 127
Tablo E.9. SK9 profilinden elde edilen sismik parametreler 128
Tablo E.10. SK10 profilinden elde edilen sismik parametreler 128
Tablo E.11. SK11 profilinden elde edilen sismik parametreler 128
Tablo E.12. SK12 profilinden elde edilen sismik parametreler 129
Tablo E.13. SK13 profilinden elde edilen sismik parametreler 129
Tablo E.14. SK14 profilinden elde edilen sismik parametreler 129
Tablo E.15. SK15 profilinden elde edilen sismik parametreler 130
Tablo E.16. SK16 profilinden elde edilen sismik parametreler 130
Tablo E.17. SK17 profilinden elde edilen sismik parametreler 130
Tablo E.18. SK18 profilinden elde edilen sismik parametreler 131
Tablo E.19. SK19 profilinden elde edilen sismik parametreler 131
Tablo E.20. SK20 profilinden elde edilen sismik parametreler 131
Tablo E.21. SK21 profilinden elde edilen sismik parametreler 132
Tablo E.22. SK22 profilinden elde edilen sismik parametreler 132
Tablo E.23. SK23 profilinden elde edilen sismik parametreler 132
Tablo E.24. SK24 profilinden elde edilen sismik parametreler 133
Tablo E.25. SK25 profilinden elde edilen sismik parametreler 133
Tablo E.26. SK26 profilinden elde edilen sismik parametreler 133
Tablo E.27. SK27 profilinden elde edilen sismik parametreler 134
Tablo E.28. SK28 profilinden elde edilen sismik parametreler 134

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

A : Büyütme
a : Gutenberg-Richter İlişkisindeki Parametre
a_{max} : En Büyük Yüzey İvmesi, (g)
$a_{taban\ kayası}$: En Büyük Taban Kayası İvmesi, (g)
b : Gutenberg-Richter İlişkisindeki Parametre
CL : Düşük Plastisiteli Kil
d : Yoğunluk, (gr/cm^3)
E : Elastisite Modülü, (kg/cm^2)
f_0 : Hakim frekans, (Hz)
G : Kayma Modülü, (kg/cm^2)
G_{max} : En Büyük Kayma Modülü, (kg/cm^2)
G_{sec} : Sekant Kayma Modülü, (kg/cm^2)
G_{tan} : Tanjant Kayma Modülü, (kg/cm^2)
GM : Siltli Çakıl
H : Derinlik, (m)
h : Kalınlık, (m)
Ic : Kıvamlılık İndisi
K : Bulk Modülü, (kg/cm^2)
LL : Likit Limit, (%)
M : Depremin Magnitüdü (Büyüklüğü)
ML : Düşük Plastisiteli Silt
M_b : Cisim Dalgası Büyüklüğü
M_d : Süreye Bağlı Büyüklük
M_{max} : En Büyük Magnitüd (Büyüklük)
M_s : Yüzey Dalgası Büyüklüğü
M_w : Moment Büyüklüğü
N : Büyüklüğü M' ye eşit veya daha büyük olan depremlerin sayısı
N_2 : Maksimum Deprem Sayısı
$P_{düz}$: Düz Atıştan Elde Edilen P Dalgası Kaydı
P_{ters} : Ters Atıştan Elde Edilen P Dalgası Kaydı
PI : Plastisite İndisi, (%)
PL : Plastik Limit, (%)
$S_{düz}$: Düz Atıştan Elde Edilen S Dalgası Kaydı
S_{ters} : Ters Atıştan Elde Edilen S Dalgası Kaydı
SM : Siltli Kum
T_o : Hakim Titreşim Peryodu, (s)
T_2 : Zaman Aralığı, (yıl)
t : Zaman
V_p : P Dalga Hızı, (m/s)
V_s : Kayma Dalgası (S) Hızı, (m/s)
x : Yol (Uzaklık), (m)
w : Su Muhtevası, (%)
Z : Derinlik, (m)

γ : Birim Hacim Ağırlığı, (kN/m^3)
γ_c : Birim Şekil Değiştirme Seviyesi, (%)
ξ : Sönüm Oranı, (%)
σ : Poisson Oranı
τ : Kayma Gerilmesi, (kg/cm^2)

KISALTMALAR

ASTM : American Society for Testing and Materials (Birleştirilmiş Zemin Sınıflandırma Sistemi)
FFT : Fast Fourier Transform (Hızlı Fourier Dönüşümü)
KAF : Kuzey Anadolu Fayı
Kb : Bakacak Formasyonu
Pm : Pamukova Metamorfik Topluluğu
Qal : Alüvyon
SK : Sismik Kırılma
SK : Sondaj Kuyusu
SPT : Standart Penetrasyon Testi
Ta : Arslanbey Formasyonu
Ti : İncebel Filişi
Ts : Sarısu Formasyonu
YASS : Yeraltı Su Seviyesi

KOCAELİ GÖLCÜK İLÇESİ ÇÖKÜNTÜ BÖLGESİ YEREL ZEMİN ÖZELLİKLERİNİN SİSMOLOJİK VE BİR BOYUTLU ZEMİN DAVRANIŞ ANALİZLERİ İLE KARŞILAŞTIRMALI OLARAK ARAŞTIRILMASI

ÖZET

Tez çalışması kapsamında, 1999 depremi sonucu oluşan çökmeler, yanal yayılmalar ve büyütme gibi zemin hasarları, üst yapı hasarları ve bölgeye ait verilerin çokluğu nedeniyle Kocaeli ili "Gölcük İlçesi Çöküntü Bölgesi" için zemin büyütmelerinin belirlenmesi ve tepki spektrumlarının geliştirilmesi amacıyla gerekli yer yüzeyi hareketlerinin kestirilmesi için bir boyutlu zemin (saha) davranış analizi yapılmıştır. Amaca yönelik ilk olarak, çalışmaya konu olan bölgeden alınan sondaj verileri ve bölgede daha önce yapılmış olan sismik profillerden elde edilen S kayma dalga hızı değerleri kullanılarak zemin profili çıkarılmış ve bir boyutlu saha davranış analizi programı olan DeepSoil programı kullanılarak, Gölcük yöresinde oluşabilecek depremlere yönelik dinamik saha davranışı analizleri yapılmıştır. Analiz sonuçları tablo haline getirilerek irdelenmiştir. Elde edilen dinamik zemin davranışı analizi sonuçları mevcut deprem yönetmeliği olan Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik-2007'ye göre yorumlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Bir Boyutlu Analiz, DeepSoil, Deprem, Gölcük, Zemin (Saha) Davranış Analizi.

COMPARATIVE INVESTIGATION OF LOCAL GROUND FEATURES IN KOCAELİ GÖLCÜK COUNTY BASIN BY SEISMOLOGICAL AND ONE-DIMENSIONAL GROUND BEHAVIOR ANALYSIS

ABSTRACT

In the scope of the thesis, one dimensional site response analysis has been made in order to determine the ground amplification of Kocaeli "Gölcük District Rift Zone" and to improve design response spectrum. First of all, ground profiles were extracted by using the drilling data which were collected from the study area and shear wave velocity values that were obtained from seismic profiles in the region, and dynamic site response analysis was performed for earthquakes that may occur in Gölcük by using DeepSoil one dimensional site response analysis program. The analysis results were examined turned in tables. The results of soil site response analysis were interpreted in accordance with "The Regulations About to be Made in Earthquake Zones-2007".

Keywords: One Dimensional Analysis, DeepSoil, Earthquake, Gölcük, Site Response Analysis.

GİRİŞ

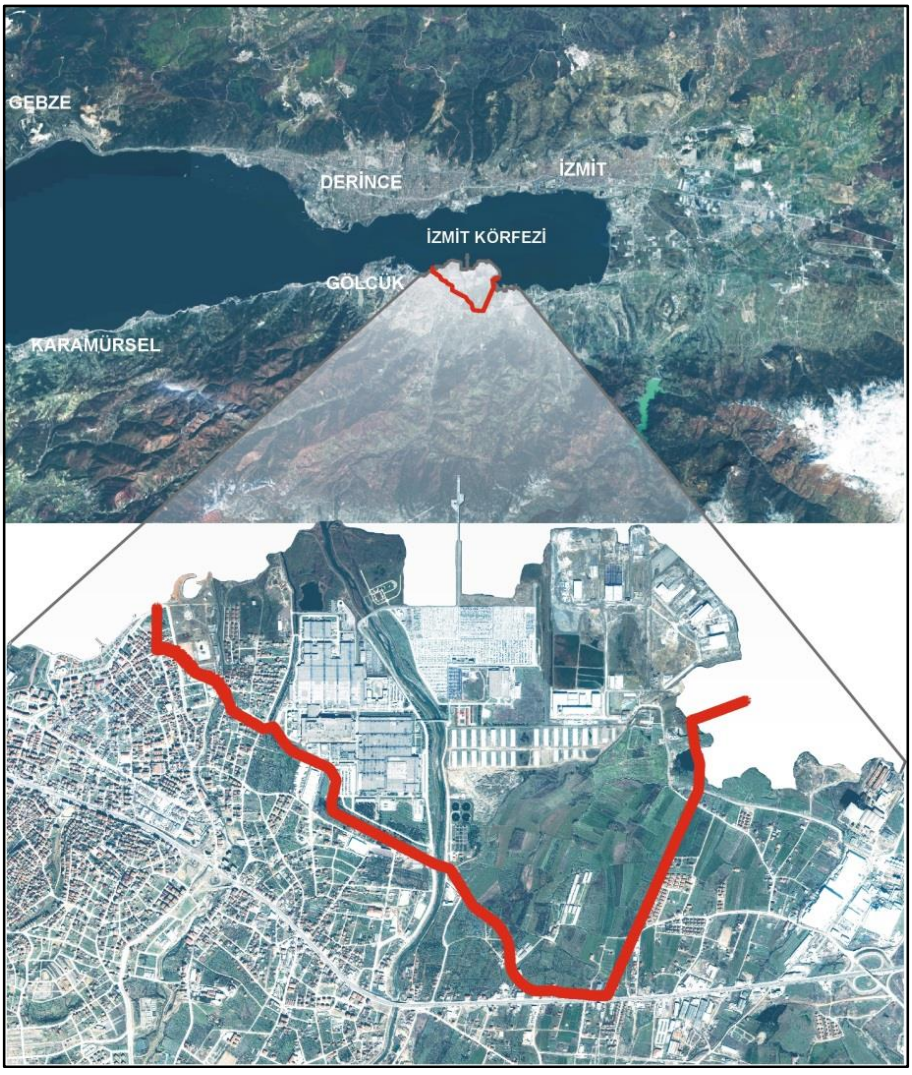
Geoteknik deprem mühendisliğinde en çok karşılaşılan problemlerden biri, yer tepkisinin değerlendirilmesidir. Deprem nedeniyle oluşan şekil değiştirmeler oldukça büyük olabilmektedir. Bu şekil değiştirmeler kayma modülünün azalmasına ve sönüm oranının artmasına neden olur (Seed ve Idriss, 1969; Hardin ve Drnevich, 1972). Bu etkiler de deprem yüklemesine maruz kalan zemin ortamında doğrusal olmayan (non-lineer) davranışlara yol açar. Bu tür doğrusal olmayan davranış, büyük depremlerde kaydedilen düşük büyütmeler ve zemine bağlı beklenen yüksek büyütme değerleri arasındaki fark olarak açıklanabilir (Seed ve Idriss, 1969). Doğrusal olmayan zemin (saha) davranışının genellikle anlaşılmasına karşın saha davranışını modelleyen yaklaşımlar geoteknik deprem mühendisliğinde halen çok uğraşılan konulardan biridir (Kramer, 1996). Tepki spektrumlarının geliştirilmesi için gerekli olan yer hareketi tahmininde, sıvılaşma tehlikelerinin değerlendirilmesi için dinamik gerilme ve birim şekil değiştirmelerin değerlendirilmesinde, toprak dolgular ve istinat yapılarının duraysızlığına yol açacak deprem kaynaklı kuvvetlerin bulunmasında saha davranış analizleri kullanılmaktadır. Zeminin genel durumu ve yerel jeolojik ve geoteknik özellikler, zeminin deprem sırasındaki davranışını önemli ölçüde etkilemektedir (Kramer, 1996).

Tez çalışması kapsamında, 1999 depremi sonucu oluşan çökmeler, yanal yayılmalar ve büyütme gibi zemin hasarları, üst yapı hasarları ve bölgeye ait verilerin çokluğu nedeniyle Kocaeli ili "Gölcük İlçesi Çöküntü Bölgesi" için zemin büyütmelerinin belirlenmesi ve tepki spektrumlarının geliştirilmesi amacıyla gerekli yer yüzeyi hareketlerinin kestirilmesi için bir boyutlu saha davranış analizi yapılmıştır.

Çalışma kapsamında, genel olarak Gölcük Bölgesinin jeolojik ve geoteknik özellikleri araştırılmış, bu araştırmalar ve eldeki veriler doğrultusunda çalışma alanının zemin profili elde edilmiştir. Bir boyutlu dinamik saha davranışı analizi DeepSoil (Hashash ve diğ., 2015) programı kullanılarak yapılmıştır.

1. GÖLCÜK ÇÖKÜNTÜ BÖLGESİ

İnceleme alanı; İzmit Körfezi'nin güney-güneybatısında ve Kocaeli İli, Yazlık, Hisareyn, İhsaniye, Yeniköy ve Gölcük İlçesi sınırları içinde yer alan 241 hektarlık bir alanı kapsamaktadır. Bölgenin hemen güneyinden D-130 İzmit-Yalova karayolu geçmektedir (Şekil 1.1.).



Şekil 1.1. İnceleme alanının yer bulduru haritası

1999 Kocaeli depremi, inceleme alanında önemli çökmelere neden olmuştur. Bölgenin güneyinden geçen Kavaklı Fayı boyunca 2,35 metreye varan düşey atımlar meydana gelmiştir. Ayrıca Gölcük doğu sahilinde denize doğru çökmeler oluşmuştur. Bu normal faylanmalar alansal bir çökme meydana getirmiş ve Kavaklı sahili yer yer sular altında kalarak, kıyı çizgisinde geniş bir alanda değişmeler olmuştur. Deprem öncesi ve sonrası batimetrik ölçümler kıyı yakınlarının 2-6 metre arasında çöktüğünü göstermektedir (Barka ve diğ, 2001). Bu veriler ve kısıtlar doğrultusunda çalışma alanı 'Gölcük Çöküntü Bölgesi' olarak tanımlanmıştır.

1.1. Bölgenin Genel Jeolojisi

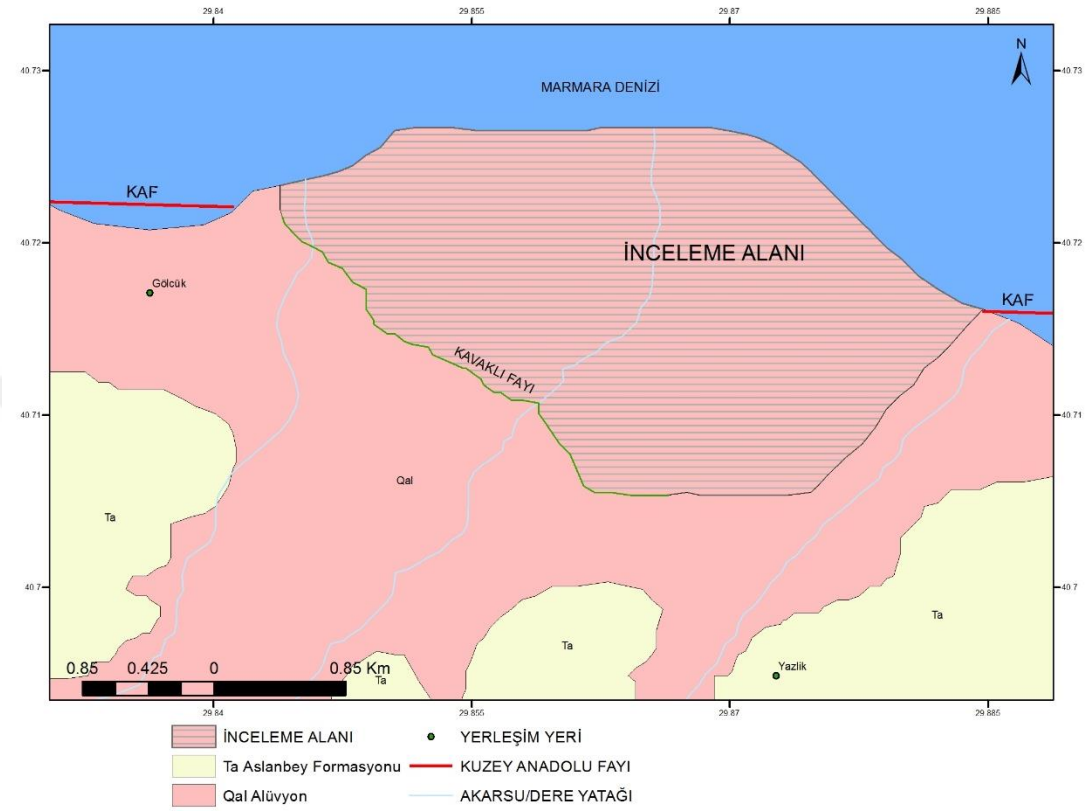
Çalışma alanının içinde yer aldığı Kocaeli ili, İzmit Körfezi'nin güneyinde yer alan Armutlu Yarımadası'nda bulunmakta ve yarımada Kuzey Anadolu Fayına ait kollarla sınırlandırılmaktadır. Çalışma alanı kuzeyde İstanbul zonuna, güneyde ise Sakarya zonuna ait kaya topluluklarının bir araya geldiği önemli bir konuma sahiptir (Göncüoğlu ve diğ., 1986).

Bölgede yer alan başlıca kaya birimleri Permiyen öncesinde oluşmuş Pamukova metamorfitleri, Üst Kretase yaşlı Bakacak formasyonu, Paleosen yaşlı İncebel filişi, Pliyosen yaşlı Arslanbey formasyonu, Eosen yaşlı Sarısu formasyonu ve Kuvaterner yaşlı alüvyondur. Bölgeye ait genel jeoloji haritası Şekil 1.2.'de sunulmuştur.

1.1.1. Pamukova metamorfik topluluğu (Pm)

Armutlu yarımadasının temelini oluşturan metamorfik birimler, inceleme alanının aktif tektonizmasına bağlı olarak oldukça fazla çeşitlilik göstermektedir. Metamorfizmanın derecesine göre Pamukova metamorfitleri ve İznik metamorfitleri olmak üzere iki temel topluluk belirlenmiştir. Bunlardan, düşük metamorfizma derecesine sahip olanı İznik metamorfik topluluğu, yüksek metamorfizma derecesine sahip olanı için de Pamukova metamorfik topluluğu adlanması kullanılmıştır (Göncüoğlu ve diğ., 1986). İnceleme alanında daha çok Pamukova metamorfik topluluğuna ait kaya birimleri yer almaktadır.

Birim; kırıntılı, karbonat ve volkanik kayalardan oluşmuş metamorfik bir istif niteliğinde olup, metakumtaşı, metagranit, metasilttaşı ve rekristalize kireçtaşlarından oluşmaktadır.



Şekil 1.2. Bölgenin genel jeoloji haritası

1.1.2. Bakacak formasyonu (Kb)

Yer yer geniş sahalarda yayılım gösteren Bakacak formasyonu beş farklı seri olarak ayırtlanmıştır. Bunlar genelde Üst Kretase'nin aynı katlarına ait olmakla birlikte farklı fasiyes özellikleri yansıtmaktadır. Bunun nedeni olarak; bunların bir kısmının birbirinden oldukça uzak yerlerde ve farklı ortam şartları altında oluşması gösterilmiştir (Akartuna, 1968).

Buna karşın özellikle yarımadanın doğu kesiminde Üst Kretase yaşlı bir birim bu serilerin hemen hepsini farklı düzeyler olarak kapsamaktadır. Bu nedenle, Armutlu yarımadasında yüzeyleyen Üst Kretase yaşlı filiş ve olistostromal nitelikli kayalar Bakacak formasyonu (Kb) olarak adlandırılmıştır (Göncüoğlu ve diğ., 1986).

Bakacak Formasyonu filiş ortamını yansıtmakta ve bu ortamın kayaçları silttaşı-kumtaşı-çakıltaşı-kiltaşı-killi kireçtaşı–marn–radyolarit ve volkanik kırıntılılardan oluşmaktadır. Pamuk Metamorfikleri ve İznik Metamorfikleri üzerine uyumsuzlukla gelen bu birim Üst kretase (Mesozoyik) yaşlı olarak kabul edilmektedir.

1.1.3. İncebel filişi (Ti)

Birim altta bir taban konglomerası seviyesi ile başlamakta ve genellikle tekdüze bir şekilde kumtaşı, çamurtaşı, marn ve çakıltaşı ardalanması ile devam etmektedir. Kumtaşları laminalı, derecelenmeli, tane destekli, bol kuvars taneli, volkanik ve metamorfik kaya parçalı türbiditik çökellerdir. İstif üst kesimlere doğru kireçtaşı ve çamurtaşı ardalanmasından oluşan bir nitelik kazanmaktadır. Birimin üzerine geçişli olarak Sarısu formasyonu gelmektedir (Göncüoğlu ve diğ., 1986).

1.1.4. Sarısu formasyonu (Ts)

Bu volkanik istif Armutlu yarımadasını kuzeydoğu-güneybatı yönünde yaklaşık ikiye bölmektedir. Volkanizmanın gelişme sürecine bağlı olarak formasyon, değişik yerlerde, değişik litolojilerin ardalanmasından meydana gelmektedir. Sarısu formasyonu metamorfik kayalar üzerinde genellikle 5-10 m kalınlıkta bir çökel düzeyi ile başlamakta ve bu düzey konglomera, çamurtaşı, kumtaşı ve kireçtaşı gibi litolojilerden oluşmaktadır. Bütün bu istif, özellikle üst düzeylerinde gözlenen bazalt dayklarıyla kesilmektedir (Göncüoğlu ve diğ., 1986).

1.1.5. Arslanbey formasyonu (Ta)

Bölgenin morfotektonik yapısına uygun olarak yüksek topoğrafyadan düşük topoğrafyaya doğru, iri ve düzensiz boylanmalı çakıltaşları, yassı, yuvarlak ve ince çakıltaşı-kum, kum-kil, kötü boylanmalı çakıl ve kil-silt şeklindedir (Doğan,1998).

Birim stratigrafik olarak üç farklı çökel topluluğundan oluşmaktadır. Malzeme akıntısı çökelleri, kanal ve elek çökelleri, taşkın çökelleri şeklindedir (Doğan,1998).

1.1.6. Alüvyon (Qal)

Alüvyonu oluşturan birimler çakıl, kum, silt ve kil boyutunda olup, bölgedeki daha yaşlı kayaç parçalarının bozuşması, ufalanması ve taşınması ile oluşmuştur. Çakıllar, Arslanbey formasyonu'nun yuvarlaklaşmış çakıllarıdır. Birimin yaşı Kuvaterner'dir.

İnceleme alanının da yer aldığı Gölcük ve çevresinde, alüviyal çökeller tüm yaşlı birimleri uyumsuz olarak örtmektedir. Bu çökeller fan-delta ortamında depolanmış çökelleri oluşturmakta ve temel kayaçları oluşturan metamorfik ve volkanik kayaçlardan türemişlerdir (Barka ve diğ., 2001).

1.2. İnceleme Alanının Jeolojisi

İnceleme alanı genç bir delta üzerinde oturmaktadır. İhsaniye çevresi Armutlu yarımadasının yüksek kesimlerinden gelen yüksek enerjili nehirlerin oluşturduğu fan delta özelliğinde bir jeolojiye sahiptir. Bu deltayı Hisar, Kazaklı, Batak ve Yeniköy dereleri oluşturmaktadır. Delta bugünkü şeklini Holosen dönemde bütün dünyada suların yükselmesi ile son 6000–7000 yıl içinde almıştır (Barka ve diğ. 2001).

Deltayı oluşturan ana derelerden biri Asar deresi olup, inceleme alanının yaklaşık ortasından geçmektedir. Dere, getirdiği çökelleri foreset olarak yığmaktadır. Açık denize doğru bu tabakalar yataya yakın bir konumda depolanarak alt tabakaları oluşturmakta ve nehirlerin denize ulaşmadan çökelttiği çakıl kum ise üst tabakaları meydana getirmektedir. İnceleme alanında yapılan sondajlarda yersel olarak kum, çakıl, silt ve killi seviyelerin yanal ve düşey olarak geçişli olduğu anlaşılmaktadır.

17 Ağustos 1999 Depremi sırasında meydana gelen kırığın üst kısmında daha çok kaba malzemeden oluşan 2000 yıldan daha eski malzeme yer almaktadır. Delta kıyı şekli 17 Ağustos depremi sonrasında değişmiştir. Bunun sonucunda kıyı bazı yerlerde 500 m den fazla içeri girmiştir. Deltayı besleyen ana akarsuların denize ulaştığı yerlerde geniş çaplı yanal yayılmalar meydana gelmiştir. Bu alanlarda kıyı sahil çizgisine paralel birçok kırıkla parçalanmıştır (Barka ve diğ., 2001).

Farklı boyuttaki bu kırıntılar çökelme ortamına bağlı olarak yer yer devamlılık sunmakta ve çoğunlukla ara düzeyler ve mercekler şeklinde görülmektedir. İnceleme alanında yapılan sondajlarda bu düzeyler farklı seviyelerde kesilmiştir. Sondajlar

yardımıyla yanal ve düşey değişimleri izlenen bu düzeyler, yüzeyden derine doğru genelde ince taneli düzeyde orta katı-sert kıvamda, iri taneli düzeyler ise gevşek-çok sıkı sıkılıktadır. Bu özellikler zemin tabakasının mühendislik özelliklerini kontrol etmektedir.

1.3. Bölgede Yapılan Sismik Çalışmalar

İnceleme alanı ve yakın civarında oluşabilecek depremlerde zeminin davranış özelliklerinin, deprem anında zemin yapı etkileşimi açısından değerlendirilmesinde sismik parametreler planlama açısından ve deprem hasarlarının en aza indirilmesi açısından önem arz etmektedir.

İnceleme alanının saha davranış özelliklerini belirleyebilmek için Kocaeli Büyükşehir Belediyesi ile Kocaeli Üniversitesi, Yer ve Uzay Bilimleri Araştırma Merkezi'nin ve Gürsu Mühendislik şirketinin bölgede 2008 yılında yapmış olduğu 28 adet sismik kırılma verisinden elde edilen kayma dalgası hız (V_s) değerlerinden yararlanılmıştır. Şekil 1.3.' te sismik kırılma profillerinin lokasyon haritası gösterilmiştir. 28 adet sismik kırılma profiline ait karşılıklı atışlı sismik kayıtlar, bu kayıtlara ait yol-zaman grafikleri ve mühendislik parametreleri sırasıyla EK-C, EK-D ve EK-E' de verilmiştir.

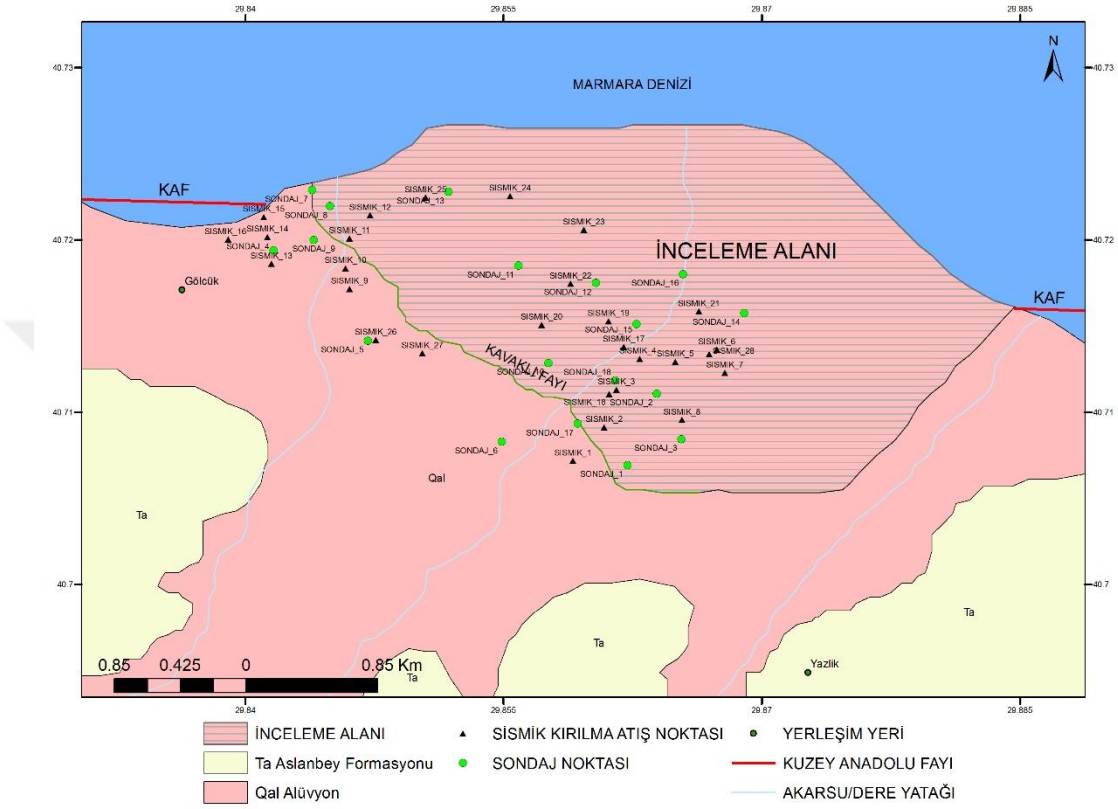
1.4. Bölgenin Geoteknik Özellikleri

Geoteknik çalışmalar kapsamında, Gürsu Mühendislik şirketinin bölgede açmış olduğu sondaj kuyularından (15-40 m değişen derinliklerde) ve yaptırmış olduğu laboratuvar çalışmalarının sonuçlarından elde edilen veriler ile zeminin tabakalanma durumu belirlenmiştir.

Yapılan 18 adet sondajdan 10 tanesinin derinlikleri yeterli olmadığından sadece 8 adet sondaj verisinin kullanımı (derinlikleri $\geq$ 40 m) tez çalışması için yeterli görülmüştür. Şekil 1.3.' te Gürsu Mühendislik şirketinin bölgede açmış olduğu sondaj kuyularının lokasyon haritası gösterilmiştir. Zemin profillerinin oluşturulması için yapılan sondajlardan sadece SK-2, SK-8, SK-9, SK-11, SK-12, SK-13, SK-14 ve SK-15 no'lu sondaj logları kullanılmıştır. Bu loglar EK-A' da verilmiştir.

Açılan sondajlardan yapılan SPT deneylerinde darbe sayılarının (N30) ince taneli malzemelerden oluşan kesimlerde 2–50+, iri taneli malzemelerden oluşan kesimlerde

3–50+ arasında değiştiği belirlenmiştir. Elde edilen darbe sayıları değerlendirildiğinde zeminin, iri taneli malzemelerden (kum) oluşan kesimlerinde (kohezyonsuz seviyeler) gevşek–çok sıkı kumlar ve ince taneli malzemelerden (kil+silt) oluşan kesimlerinde (kohezyonlu seviyeler) yumuşak–sert kıvam aralığında olduğu belirlenmiştir.



Şekil 1.3. Sismik kırılma ve sondaj kuyularının lokasyon haritası

Laboratuvarda yapılan atterberg limitleri ve su içeriği deney sonuçlarında elde edilen likit limit, plastisite indisi ve su içeriği değerleri kullanılarak yukarıda yapılan hesaplamalar sonucunda kıvamlılık indisi değerleri ve bu değerler sonucunda zeminin kıvamı belirlenmiştir. Kıvamlılık indisine göre yapılan değerlendirmede zeminin çok yumuşak–çok sert kıvam aralığında olduğu belirlenmiştir. Bazı seviyelerde Ic değeri sıfırdan düşük çıkmıştır. Bu durum zeminin bazı seviyelerde suya aşırı doygun olduğunu göstermektedir. Zeminlerin kıvamlılık indisine göre sınıflandırılması Tablo1.1.'de verilmiştir.

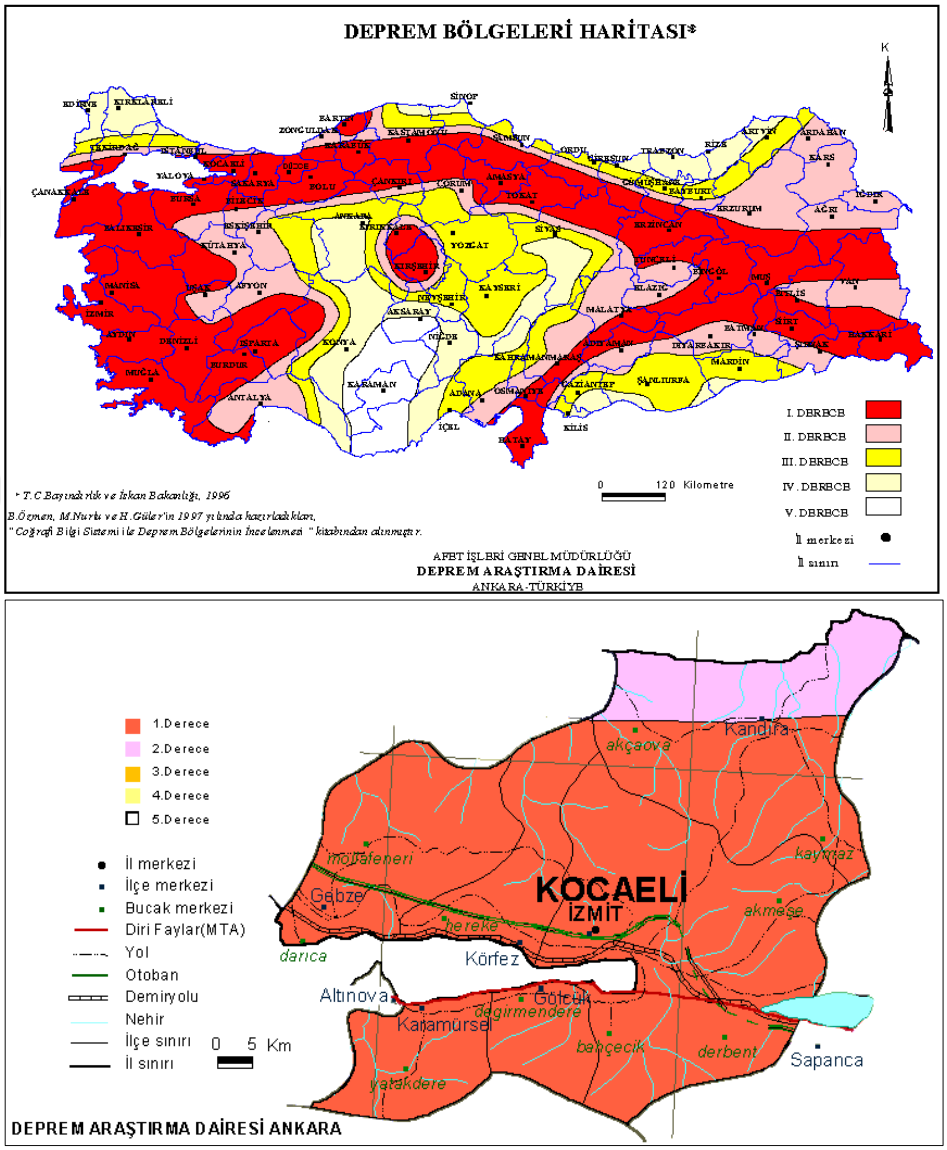
Zemin profillerinin oluşturulması için kullanılan laboratuvar deneyleri sonuç raporları (Gürsu Sismik şirketi tarafından yaptırılmış) EK-B' de verilmiştir.

Tablo 1.1. Zeminlerin kıvamlılık indisine göre sınıflandırılması

Kıvamlılık İndisi (I_C)	Sınıflama
<0,05	Çok yumuşak
0,05-0,25	Yumuşak
0,25-0,75	Sıkı
0,75-1,00	Sert
>1,00	Çok sert

2. GÖLCÜK ÇÖKÜNTÜ BÖLGESİNİN DEPREMSELLİĞİ

İnceleme alanı, Kuzey Anadolu Fay Sistemi'nin kuzey koluna ait Tepatarla ile Gölcük segmentleri arasında gelişen küçük bir çek-ayır havza içerisinde bulunmakta ve I. derece tehlikeli deprem kuşağı içinde yer almaktadır (Şekil 2.1.).



Şekil 2.1. İnceleme alanının içinde yer aldığı Kocaeli ilinin deprem bölgeleri haritasındaki konumu (URL-1)

2.1. Tarihsel Dönem Deprem Etkinliği

İnceleme alanının içinde yer aldığı İzmit Körfezi ve Marmara Denizi'nde tarihsel dönemde önemli yıkıcı depremler meydana gelmiştir. MS 00 ile MS 1900 yılları arasında İzmit ve civarında şiddetleri VI ve daha büyük 18 deprem olmuştur (Tablo 2.1.). Bu depremlerden son 500 yılda bu alanda etkili olduğu bilinen en önemli deprem 1509 ve 1719 depremleridir.

Tablo 2.1. İzmit Körfezi ve civarında olmuş önemli tarihsel depremler

170 (VIII)	359 (VIII)	467 (VI)	1509	1878 (VIII)
268 (VIII)	362 (VIII)	488 (VIII)	1672 (VIII)	1894
350 (VIII)	446 (VIII)	500 (VIII)	1719 (IX)	
358 (IX)	447 (IX)	740 (VIII)	1754 (IX)	

10 Eylül 1509 tarihinde, sabah saat 04.00 da, Doğu Marmara Bölgesi'nde son 500 yıl içerisinde olan en büyük ve en yıkıcı deprem Marmara Denizi'nde meydana gelmiştir. Deprem çok geniş bir alanda yıkıma neden olmuştur. Depremde en fazla hasar İstanbul'da meydana gelmiştir. Deprem, 1000'den daha fazla evde hasar meydana getirmiştir. İstanbul ve Pera'da hasar görmemiş tek bir ev bile kalmamıştır. Şehirde yaklaşık 4000-5000 (tahmini nüfus, 35.000 hanede 160.000) insan hayatını yitirmiştir. Depremde 10.000 kişi yaralanmıştır. Deprem İzmit'te 5 cami ve 300 evin tamamen yıkılmasına neden olmuştur. 1509 depremi "Küçük Kıyamet" olarak tarihsel kayıtlara geçmiş olup, büyüklüğünün (magnitüdünün) M=7,6 civarında olduğu tahmin edilmektedir (Sakin, 2009).

24 Mayıs 1719 depremi, Marmara Denizi'nin doğusunda daha çok İzmit ve yakın çevresinde etkili olan bu depremde yaklaşık 6 bin kişinin hayatını kaybettiği sanılmaktadır. Deprem İzmit, Gölcük, Yalova, Karamürsel, Sapanca, Düzce ve Adapazarı'nda önemli hasara yol açmıştır. Deprem İstanbul'da da hasar yapmıştır. Kayıtlarda İzmit, Gölcük ve Karamürsel'in büyük bir bölümünün yıkıldığı, Yalova'nın ise yarısının hasar gördüğü anlaşılmaktadır. Hasar durumundan depremin XI

şiddetinde ve magnitüdünün ise 7,5 civarında olduğu söylenebilir. Bu depremde 17 Ağustos 1999 depreminde kırılan fayın hareket ettiği tahmin edilmektedir (Efe, 2000).

2 Eylül 1754 depremi, İzmit körfezi civarında etkili olan ve İstanbul'da da önemli hasar yapan bu depremin odak merkezinin Çınarcık olduğu tahmin edilmektedir. Depremdeki kayıplar, büyüklük ve şiddetle ilgili veri azdır. Depremin Karadeniz Ereğlisi, Geyve, Bursa, İzmit, Yalova ve İstanbul'da hasar yaptığı katılardan anlaşılmaktadır. Fakat hasarın İzmit civarında yoğunlaştığı görülmektedir. Depremin tahmini büyüklüğü M=7,0, şiddeti ise IX civarındadır (Efe, 2000).

22 Mayıs 1766 depremi, İstanbul'da önemli hasara neden olan bu depremin şiddetinin X, büyüklüğünün ise M=7,2 civarında olduğu tahmin edilmektedir. Deprem İstanbul'un Büyük Çekmece ve Küçük Çekmece bölgelerinde önemli hasara neden olmuştur. Depremin merkezinin Silivri-Tekirdağ arasında, Marmara Denizi içinde olduğu tahmin edilmektedir. Bu deprem İzmit'te az hasar meydana getirmiştir (Efe, 2000).

10 Temmuz 1894 depremi, İstanbul'dan Adapazarı'na kadar geniş bir alanda etkili olan bu depremde kayıtlara göre 363 kişi ölmüştür. Deprem Büyükada, Heybeli ve Kınalı adada önemli hasara ve can kaybına neden olmuştur. Bu depremde Ambarlı, Avcılar, Küçük Çekmece ve Büyük Çekmece'de de arazide yarıklar oluşmuştur. Adalar'da deniz dalgaları önemli hasar meydana getirmiştir. İzmit körfezi ve çevresinde pek önemli hasar oluşturmayan bu depremin X-XI şiddetinde ve magnitüdünün ise 7,5 civarında olduğu tahmin edilmektedir (Efe, 2000).

2.2. Aletsel Dönem Deprem Etkinliği

17 Ağustos 1999 İzmit Körfezi depremi, Kuzey Anadolu Fayı'nın (KAF) Gölyaka-Karamürsel arasında uzanan yaklaşık 130-150 km uzunlukta çok segmentli bir kırılmaya neden olmuştur (Şekil 2.2.). Kırık doğrultusu, genel olarak K80-85D-DB olarak ölçülmüştür. Dış merkezi Gölcük olan ilk ana şok, Gölcük-Sapanca Gölü arasında uzanan 40 km'lik bölümü ve Gölcük-Karamürsel arasında deniz içinde uzanan 20-30 km'lik bölümü; dış-merkezi Sapanca Gölü-Akyazı arasında kalan ikinci ana şok ise Sapanca Gölü-Gölyaka arasında uzanan 50 km'lik bölümü kırmıştır. Her iki yırtılmanın dış-merkez ortada olacak şekilde iki yönde yayıldığı düşünülmektedir.

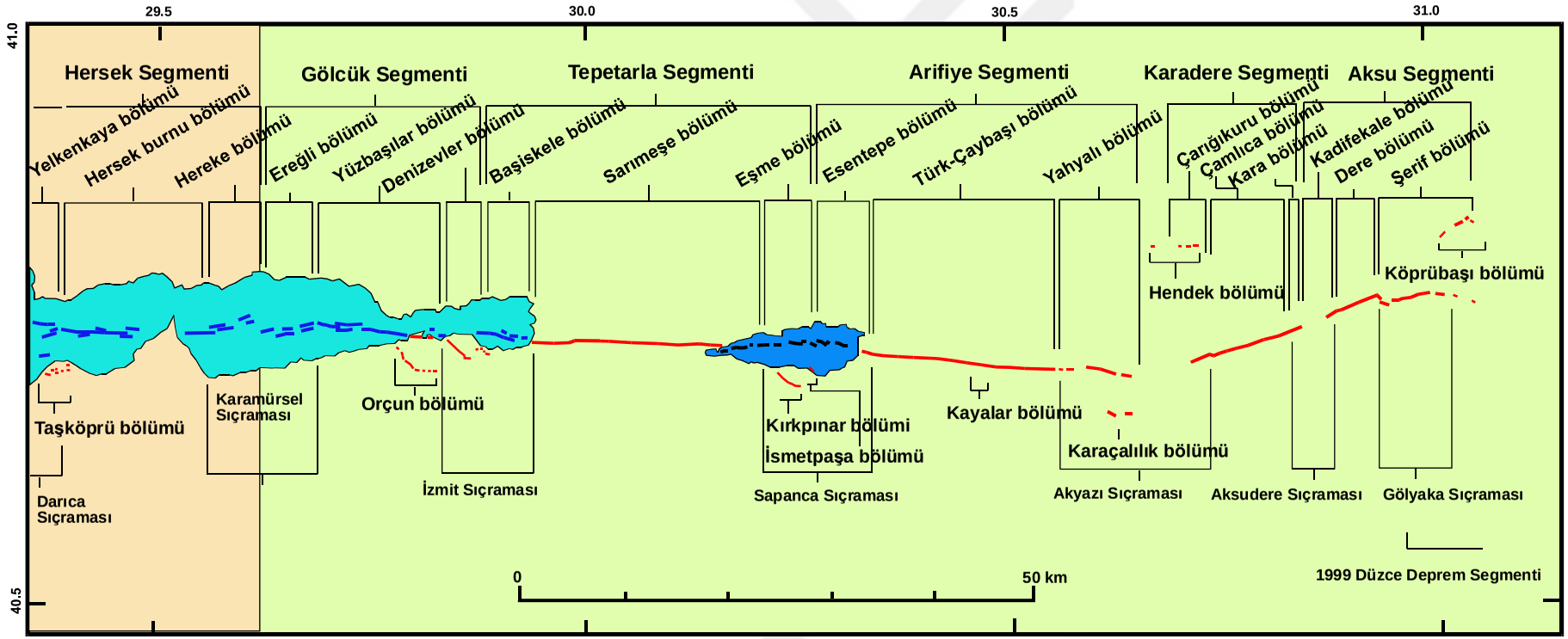
Çünkü ilk şok 3 m'lik sağ yönlü yatay atıma, ikinci şok 1,5 m'lik yatay atıma neden olmuş ve iki kırığın çakışma bölgesinde 4.5 m'lik yatay atım ölçülmüştür (Demirtaş ve diğ., 1999).

Bu verilere göre Doğu Marmara Bölgesini etkileyen benzer özellikteki yıkıcı depremler Mudurnu Vadisi'ndeki KAF boyunca 1668 yılında ve Gölcük Fayı'ndaki 25 Mayıs 1719 (Ambraseys ve Jackson, 2000) tarihinde olmuştur (Tablo 2.2.). Bu veriler tarihsel depremlerin yinelenme süresini KAF boyunca 288 ± 12 yıl ve Gölcük Fayı'nda 280 yıl olarak vermektedir (Herece, 2003).

1999 depreminde Gölcük ve Düzce faylarında oluşan sağ-yanal ötelenmeler ile benzer özellikleri taşıyan tarihsel depremler, Gölcük Fayı'nda depremlerin yinelenme süresini 280 yıl, fayın kayma hızını 17,1±4 mm/yıl, Aksu Fayı'nda yinelenme süresini 280 yıl kayma hızını 5,3 mm/yıl ve Düzce Fayı'nda yinelenme süresi 300±60 yıl olabileceğini göstermektedir (Herece, 2003).

İzmit Körfezi ve İzmit ilçesi ve çevresinde aletsel dönemde, 1900-1999 ve 1900-2008 yılları arasındaki büyüklüğü (magnitüdü) 1,0 <M <8,0 ve 4,0 < M < 8,0 arasında değişen depremlerin dış merkez dağılımı haritaları aşağıda gösterilmektedir (Şekil 2.3.).

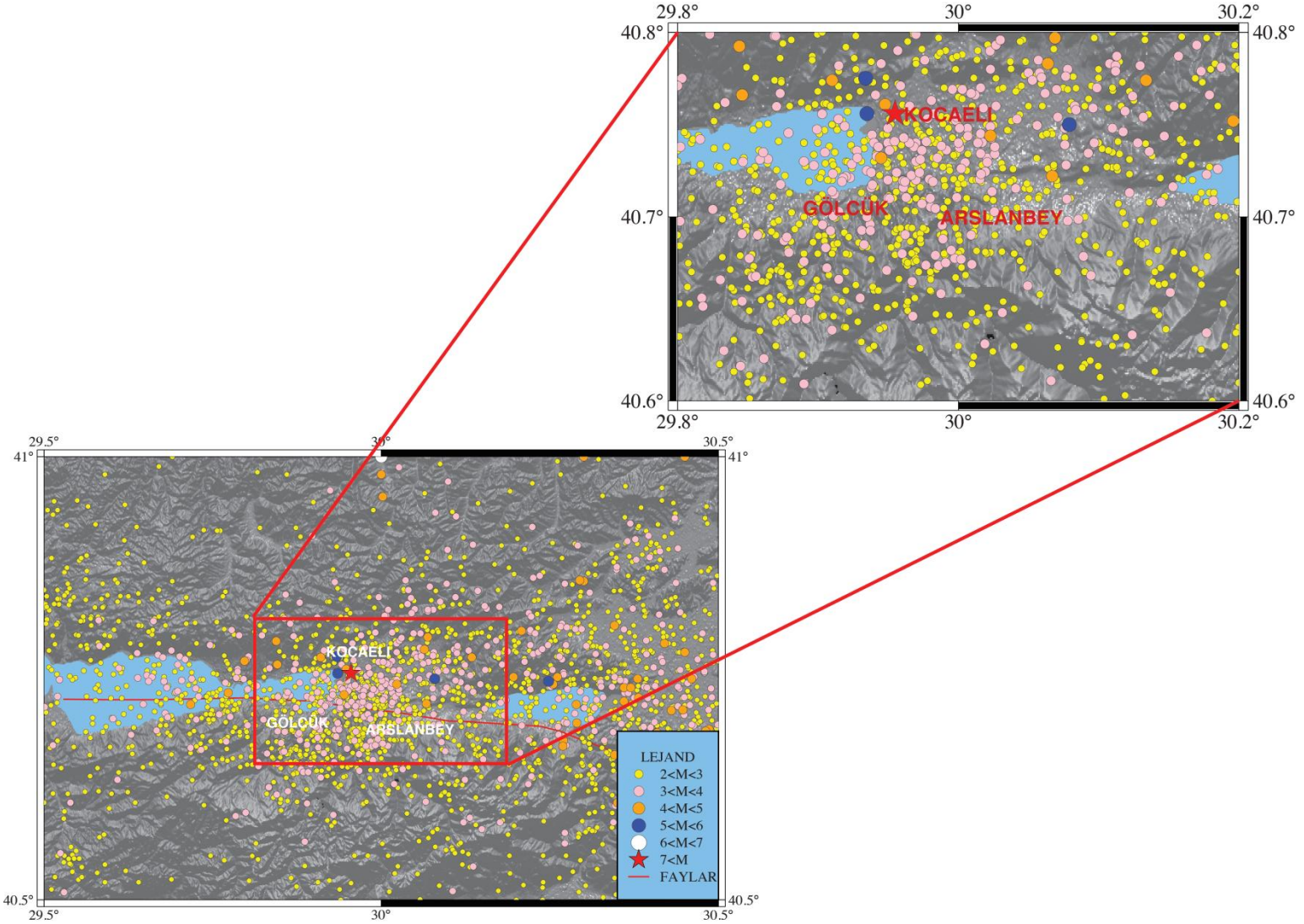
1999 depremi sonrası artçı-depremler özellikle İzmit Körfezi doğusu ve Çınarcık açıklarında yoğunlaşmıştır. Bu kesimler 17 Ağustos 1999 depreminin ana şoku ve deprem kırığının batı ucuna karşılık gelmektedir. 1999 depremi öncesi dönemde deprem sayılarında belirgin bir farklılık görülmekle beraber, bu farklılığın bir kısmı deprem etkinliğinden kaynaklanabilir. Ancak bu farklılığın önemli bir kısmı 1960'lı yıllardan sonra deprem istasyonlarının artmasından ileri gelmektedir. 1999 depremi öncesi, 1999 depremi ana şokunun olduğu İzmit Körfezi doğusunda önemli bir yoğunluk görülmektedir.



Şekil 2.2. 17 Ağustos 1999 deprem kırığı ve fay segmentleri (Emre ve diğ., 2003)

Tablo 2.2. Marmara Denizi ve Doğu Marmara'nın önemli depremleri (Herece, 2003)

Deprem Tarihi	**Depremin Büyüklüğü**	**Depremin Oluştuğu Fay**	**Deprem Hakkında Genel Bilgiler**
25 Mayıs 1719	M=7,4	Gölcük Fayı	Yalova-Düzce arasında etkili olmuş, 6000 can kaybı olmuş ve çok ağır hasar gelişmiş. İstanbul'da 40 cami ve 27 kule yıkılmış.
2 Eylül 1754	M>7,0	Doğu Marmara Fayı	İzmit Körfezi'nde etkili olmuş, 2.000 can kaybı olmuş ve çok sayıda köy yıkılmış. Deniz geri çekilmiş.
19 Nisan 1878	6<M<7	İzmit-Akyazı Arası	İzmit ile Akyazı arasında etkili olmuş, lokal olarak Eşme, Sapanca ve Akyazı etkilenmiş. İzmit Körfezi'nde deniz kabarması olmuş.
10 Temmuz 1894	M>7.0	Doğu Marmara Fayı	Heybeli Ada, Yalova ve Sapanca'da etkili olmuş. Sakarya Nehri'nde yatak taşması ve kum fışkırmaları meydana gelmiş, Sapanca'da 990, Adapazarı'nda 83 ve İstanbul'da 276 can kaybı olmuş.



Şekil 2.3. Çalışma alanı ve civarında meydana gelen aletsel dönem depremlerin episantr dağılımı (URL-2)

3. GÖLCÜK ÇÖKÜNTÜ BÖLGESİNİN DEPREM TEHLİKE ANALİZİ

Deprem tehlikesi, hasar ve can kaybı yaratabilecek büyüklükte bir depremden kaynaklanan yer hareketinin belli bir yerde ve belli bir zaman periyodu içerisinde belirlenmesi olarak tanımlanır ve deprem nedeni ile hasar, mal ve can kaybı ihtimali olarak tanımlanan, deprem riski kavramının önemli bir öğesini oluşturur.

Deprem tehlike analizi, belirli bir sahadaki yer sarsıntısı tehlikesinin nicel olarak hesaplanması olup, deterministik (tanımsal) ve probabilistik (olasılıksal) olmak üzere iki farklı yöntemle yapılabilir.

Belirli bir saha veya bölgede deprem tehlike analizleri yapabilmek için, sismik aktivitenin muhtemel tüm kaynakları teşhis edilmeli ve bunların gelecekte deprem oluşturma potansiyeli olasılığa bağlı olarak değerlendirilmelidir (URL-3).

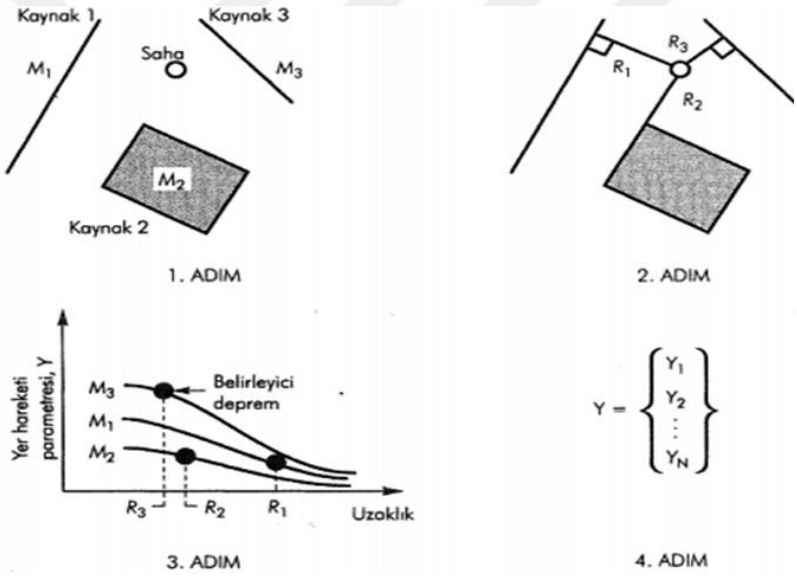
3.1. Deterministik Deprem Tehlike Analizi

Bir deterministik deprem tehlike analizinde belirli bir sismik senaryo geliştirilir ve yer hareketi tehlikesinin değerlendirilmesi buna göre yapılır. Senaryo depremde, belirli bir bölgede ve belirli bir büyüklükte depremin oluşması ön şartı vardır (Kramer, 1996). Pratikte deterministik deprem tehlike analizleri her bir kaynak zonundaki olası en büyük magnitüdlü depremin olası en kısa uzaklıkta olacağını varsaymaktadır. Tipik bir deterministik deprem tehlike analizi dört adımlı bir işlem olarak tanımlanabilir (Reiter, 1990):

- Proje sahasında önemli yer hareketi oluşturabilecek tüm deprem kaynaklarının tespit edilmesi ve özelliklerinin ortaya konulması. Her kaynağın geometrisinin ve deprem potansiyelinin tanımlanması bu özelliklere dahildir.
- Her kaynak için kaynak-saha uzaklık parametresinin seçimi. Çoğu deterministik deprem tehlike analizlerinde kaynak ile proje sahası arasındaki en kısa mesafe seçilir. Daha sonraki adımlarda kullanılan azalım ilişkilerindeki mesafe ölçütüne bağlı olarak dışmerkez veya içmerkez uzaklığı kullanılabilir.

- Proje sahasında genellikle belirli bir yer hareketi parametresi ile ifade edilen belirleyici depremin (yani, en kuvvetli sarsıntıyı üretecek depremin) seçimi. Bu seçim, birinci adımda tespit edilen ve ikinci adımdaki mesafede oluşacağı varsayılan depremlerin oluşturacağı sarsıntı düzeyleri kararlaştırılarak yapılır. Belirleyici deprem (genellikle magnitüd şeklinde ifade edilen) boyutu ve proje alanına olan uzaklığı ile tanımlanır.
- Proje alanındaki tehlike, genellikle belirleyici depremin sahada oluşturacağı yer hareketi cinsinden, kesin olarak tanımlanır. Bir sismik tehlikeyi karakterize etmede en çok kullanılan parametreler pik ivme, pik hız ve tepki spektrumu ordinatlarıdır.

Şekil 3.1.'de deterministik deprem tehlike analizi işleyişi şematik olarak verilmiştir.

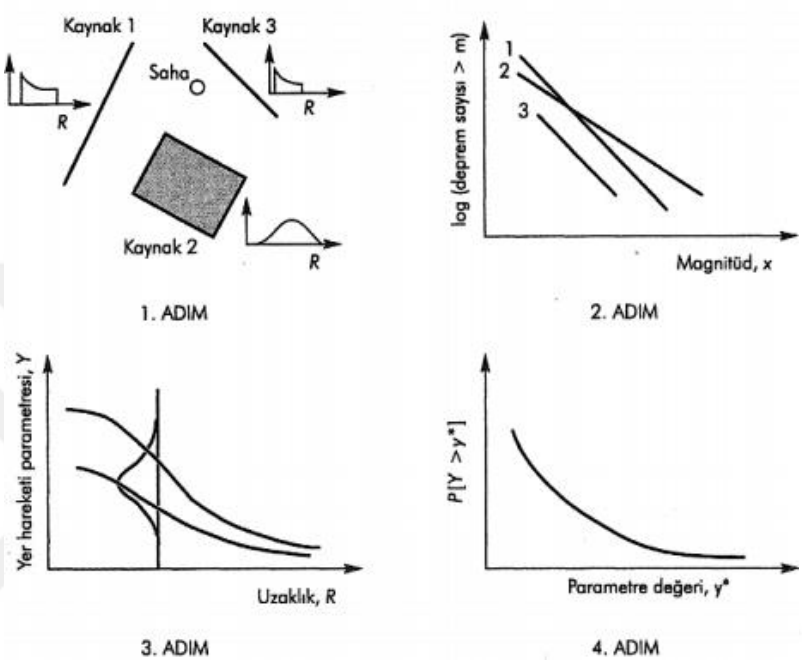


Şekil 3.1. Deterministik deprem tehlike analizinin dört aşaması (Kramer, 1996)

3.2. Probabilistik Deprem Tehlike Analizi

Probabilistik kavramların geçtiğimiz 20 ile 30 yılda kullanımıyla birlikte deprem boyutu, yeri ve tekrarlanma aralığı ve deprem büyüklüğü ile lokasyonuna bağlı olarak yer hareketi özelliklerinde meydana gelen değişimlerde karşılaşılan belirsizlikler, sismik tehlikelerin değerlendirilmesinde hesaba katılmaya başlanmıştır (Kramer,1996). Probabilistik deprem tehlike analizi ile bu belirsizlikler tespit edilebilmekte, nicel olarak değerlendirilebilmekte ve sismik tehlikeyi daha sağlıklı olarak ortaya koymada akılcı bir şekilde birleştirilebilmektedir. Probabilistik deprem

tehlike analizinin kavramlarını ve mekaniğini anlamak için olasılık teorisinin temel kavramlar ve terminolojisiyle aşina olmak gerekir (Kramer, 1996). Probabilistik deprem tehlike analizi, Şekil 3.2.'de gösterilen ve her biri deterministik deprem tehlike analizindeki adımlar ile bir ölçüde benzerlik gösteren dört aşamalı bir işlem olarak tanımlanabilir (Reiter, 1990):



Şekil 3.2. Probabilistik deprem tehlike analizinin dört aşaması (Reiter, 1990)

- Deprem kaynaklarının tespit edilmesi ve özelliklerinin belirlenmesi olan birinci adım, kaynak içindeki potansiyel yırtılma yerlerinin olasılık dağılımların karakterize edilmesi şartı hariç, deterministik deprem tehlike analizinin birinci adımı ile özdeştir. Çoğu zaman her kaynak zonuna tek düze olasılık dağılımı uygulanır. Bu dağılımlar daha sonra kaynak-saha mesafesinin olasılık dağılımlarını elde etmek üzere kaynak geometrisi ile birleştirilmektedir. Deterministik deprem tehlike analizi ise, her kaynağın proje alanına en yakın noktasında deprem oluşma olasılığını kabul etmekte diğer tüm noktalarda sıfır sayılmaktadır.
- Bir sonraki adımda, depremsellik veya deprem tekrarlanmasının zamansal dağılımı ortaya konulur. Belirli bir deprem büyüklüğünün aşılacağı ortalama oranı tanımlayan tekrarlanma ilişkisi, her kaynak zonunun depremselliğini belirlemede kullanılır. Tekrarlama ilişkisi ile maksimum büyüklükteki deprem belirlenebilirse de

deterministik deprem tehlike analizinlerinde olduğu gibi maksimum deprem büyüklüğü bulunan değer ile sınırlı değildir.

- Kaynak alanının herhangi bir noktasında oluşabilecek herhangi bir büyüklükteki depremin proje alanında üreteceği yer hareketi, azalım ilişkileri kullanılarak belirlenmelidir. Probabilistik deprem tehlike analizinde azalım ilişkisine özgü belirsizlikler de hesaba katılır.
- Son olarak, deprem lokasyonu, deprem büyüklüğü ve yer hareketinin kestirilmesi ile ilgili belirsizlikler birleştirilerek, belirli bir zaman aralığında yer hareketi parametresinin aşılma ihtimali elde edilir.

3.3. Deprem Oluşum Modelleri ve Deprem Tehlike Hesabı

Bir bölgenin sismik aktivitesini göstermek için geleneksel olarak harita üzerine deprem dış merkezleri çizilmektedir. Bu dış merkezler depremlerin büyüklüklerine göre farklı sembollerle çizilerek hangi bölgenin daha tehlikeli olduğu ortaya konabilir. Deprem tehlikesinin tanımlanması ve sismotektonik haritaların hazırlanması kullanılan veriye ve yönteme oldukça bağlıdır. Deprem verisinin istatistiksel analizi bir bölgedeki deprem riski ve tehlikesi tanımı için faydalı bilgiler sağlar. Zaman ve coğrafik koordinatlarda deformasyon enerjisi dağılımı, şiddet ve deprem büyüklüğü olarak tanımlanan deprem verisi tehlikenin bir ölçüsü olarak kullanılabilir (URL-3).

Deprem riski veya deprem tehlikesi çalışmalarında kullanılacak deprem kataloğunun homojen ve sürekli olması gereklidir. Aksi durumda hesaplanacak parametreler güvenli olmayacaktır. Verinin homojen olması ve kullanılan katalogdaki depremlerin aynı tür magnitüd değerleri ile tanımlanmış olması gerekir. Pratikte bu mümkün olmadığından, literatürde geliştirilmiş değişik magnitüd türleri ve/veya magnitüd-şiddet arasındaki ampirik ilişkiler kullanılarak homojen hale getirilebilir. Verinin sürekli olması, kullanılan zaman aralığında veride herhangi bir kesintinin olmaması anlamına gelmektedir (URL-3). Bu şekilde hazırlanmış bir veri seti kullanılarak her hangi bir bölgenin deprem potansiyeli,

- a ve b katsayıları (Gutenberg-Richter ilişkisi),
- geri dönüşüm periyotları ve oluşma olasılıkları,
- beklenen maksimum magnitüd,

- sismik durgunluk veya sismik aktivite

gibi parametreler hesaplanarak ortaya konabilir.

Deprem aktivitesi yoğun olan bölgelerde yapılan tehlike analizleri depremlerin oluş sıklıklarının ve tekrarlanma periyotlarının belirlenmesi açısından önem kazanmaktadır. Bu amaçla çeşitli modeller oluşturulmuş olup, bunların bir kısmı istatistiksel yöntemleri içermektedir. Gamma ve Weibull dağılımları ile Markov, Poisson ve Gumbel bu amaçla en sık kullanılan modellerdir. Elastik yenilenme (rebound) teorisine göre, herhangi bir fay üzerinde veya fay kesiminde meydana gelen depremler tarihsel depremlerle ilişkilidir. Üstel fonksiyonu kullanan hiçbir sismik tehlike değerlendirmesi literatürde mevcut değildir.

Tez çalışmasında Gutenberg-Richter modeli kullanılarak tehlike çalışması yapılmıştır.

3.3.1. Gutenberg-Richter modeli

Bir ana şokun oluşumundan sonra büyük artçı şokların sıkça olmadığı bilinir. Sayısal olarak, artçı şokların magnitüdü ne kadar büyük olursa sayıları da üstel olarak azalır. Bu ampirik yasa Gutenberg-Richter (G-R) ilişkisi olarak adlandırılır (Gutenberg ve Richter, 1944) ve matematiksel açıklaması;

$$\text{Log } N=\alpha-bM \tag{3.1}$$

şeklinde ifade edilir.

Burada,

a terimi; tüm artçı şok aktivitesini ifade eder. a değerinin büyük olması incelenen bölgedeki deprem sayısının yüksek olduğunu gösterir.

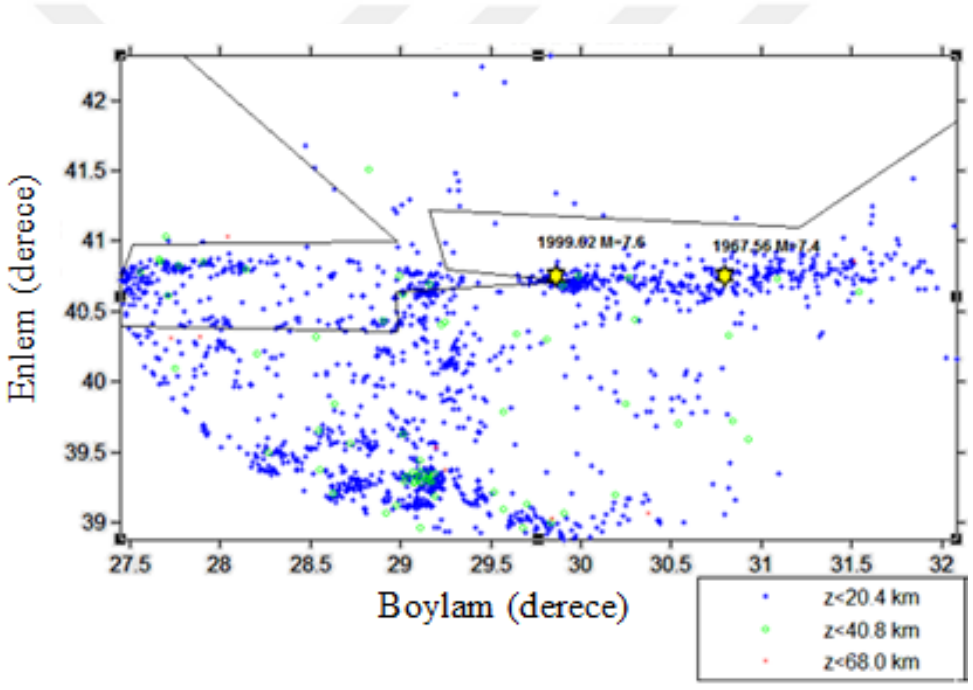
b terimi; küçük artçı şokların sayısının büyük artçı şokların sayısına oranıyla oldukça ilişkilidir ve büyük b-değerleri büyük depremlerin sayısının nispeten azaldığı anlamına gelir.

N terimi; incelenen bölgede dikkate alınan zaman aralığında oluşmuş toplam deprem (magnitüdü M'ye eşit veya daha büyük olan depremlerin) sayısıdır.

3.4. Bölgenin Olasılıksal Deprem Tehlike Analizi

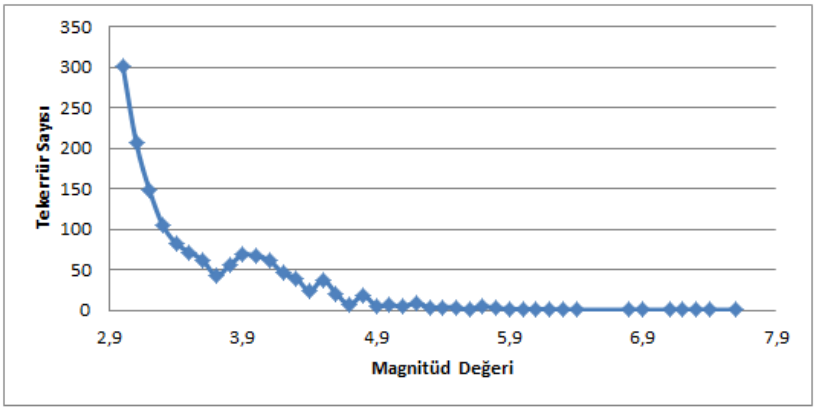
Gölcük çöküntü bölgesinin deprem tehlike analizi probabilistik (olasılıksal) yaklaşımı ile Gutenberg-Richter modeli kullanılarak yapılmıştır. Z-MAP programı kullanılarak da analiz gerçekleştirilmiş ve her iki analizden elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Çöküntü bölgesinin tehlike analizi için, inceleme alanına göre, yaklaşık 100 km yarıçapındaki alan içinde (Şekil 3.3.), 1935-2015 yılları arasında oluşmuş 3 ve daha büyük magnitüdlü deprem kayıtları kullanılmıştır. Bu deprem kayıtları Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Entitüsü Ulusal Deprem İzleme Merkezi'nden (URL-5) temin edilmiştir.



Şekil 3.3. İnceleme alanı ve civarında 1935-2015 yılları arasında oluşmuş 3 ve daha büyük magnitüdlü depremler

İnceleme alanında 1935-2015 zaman aralığında oluşmuş 3 ve daha büyük depremlerin tekerrür sayılarına göre dağılım grafiği, Şekil 3.4'te verilmiştir.



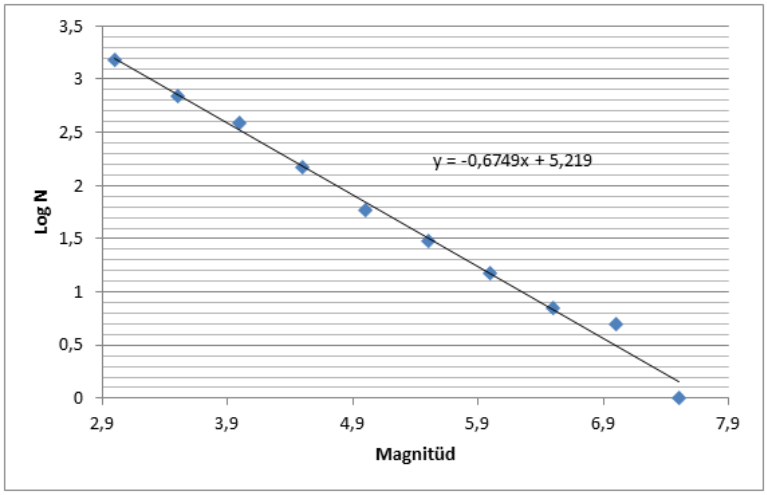
Şekil 3.4. İnceleme alanı çevresinde 1935-2015 yılları arasında oluşmuş 3 ve daha büyük depremlerin tekerrür sayılarına göre dağılım grafiği

İnceleme alanının yaklaşık 100 km civarındaki 3'ten büyük deprem kayıtları kullanılarak, inceleme alanı için Gutenberg-Richter modeli kullanılarak probabilistik deprem tehlike analizi yapılmış ve analiz veri girişleri ve sonuçları Tablo 3.1.'de yer verilmiştir.

Tablo 3.1. Probabilistik deprem tehlike analizi verileri ve sonuçları

Magnitüd aralıkları	3≤M<3,5	3,5≤M<4	4≤M<4,5	4,5≤M<5	5≤M<5,5	5,5≤M<6	6≤M<6,5	6,5≤M<7	7≤M<7,5	7,5≤M<8
N (Oluş Sayıları)	844	302	239	91	29	15	8	2	4	1
∑N (Kümülatif Oluş Sayıları)	1535	691	389	150	59	30	15	7	5	1
LogN	3,1861	2,8395	2,5899	2,1761	1,7709	1,4771	1,1761	0,8451	0,6989	0
Magnitüd	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5

Gutenberg ve Richter (1944)'in ortaya koyduğu büyüklük-sıklık (magnitüd-oluşum sayısı) ilişkisi deprem tehlike çalışmalarının temelini oluşturur. En küçük kareler yöntemiyle büyüklük-sıklık ilişkileri belirlenmiştir (Şekil 3.5.).



Şekil 3.5. Gutenberg-Richter modeli için magnitüd-oluşum sayısı (büyüklük-sıklık) ilişkisi (a=5,219, b=0,6749)

Gölcük ilçesi merkeze alınarak 100 km yarıçapındaki alan için; 1935-2015 yılları arasında meydana gelen magnitüdü 3 ve daha büyük depremler kullanılarak Gutenberg–Richter yöntemiyle (3.1. bağıntısı yardımıyla) olasılıksal deprem tehlike analizi yapılmıştır. Tehlike analizinde ilgili yılar içinde meydana gelen "tüm artçı şok kayıtları" da kullanıldığı için b değeri yüksek çıkmıştır. 80 yıl içerisinde en büyük magnitüd değeri, 80 yıl içerisinde oluşabilecek maksimum deprem sayısı, 50 yıl içerisinde 1 defa oluşabilecek maksimum olası deprem büyüklüğü ve her yıl meydana gelebilecek maksimum olası deprem büyüklüğü hesaplanmıştır. Hesaplanan bu tehlike değerlerinin elde edilişi sırasıyla aşağıda verilmiştir.

Çalışma için kullanılacak zaman aralığı (T_2);

T_2=2015–1935=80 yıldır.

80 yıl içindeki en büyük magnitüd değeri;

$$M_{max}=a/b \qquad (3.2)$$

M_{max}=5,219/0,6749=7,74'tür.

80 yıl içinde oluşabilecek maksimum deprem sayısı (N_2);

$$N_2 = 10^a \quad (3.3)$$

$N_2=10^{5,219}=165577$ adettir.

50 yıl içerisinde 1 defa oluşabilecek (T_1=50 yıl, N_1=1 defa) maksimum olası deprem büyüklüğü (M_{max});

$$M_{max}=[a+\log(T1/T2)]/b \quad (3.4)$$

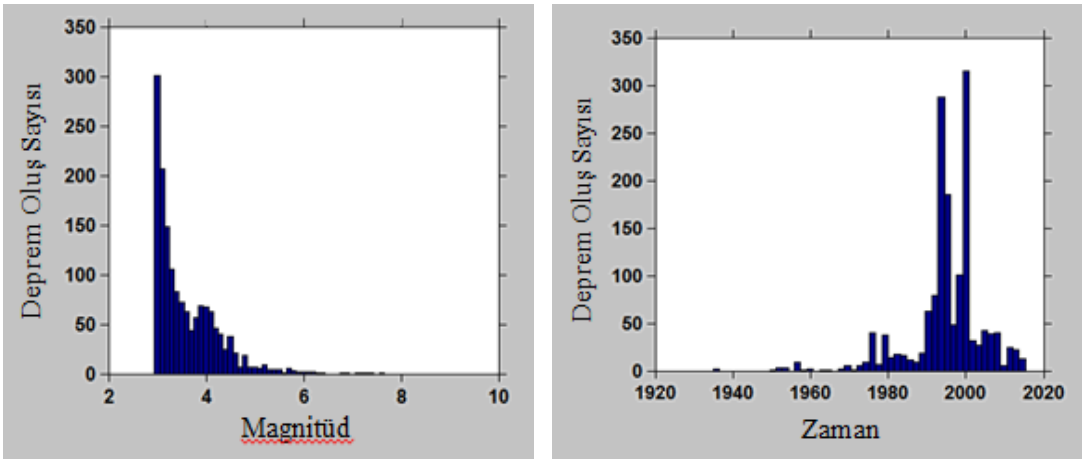
$M_{max}=[5,219+\log(50/80)]/0,6749]=7,44$'tür.

Her yıl meydana gelebilecek maksimum olası deprem büyüklüğü;

$$M_{max}=[a-\log(T_2)]/b \quad (3.5)$$

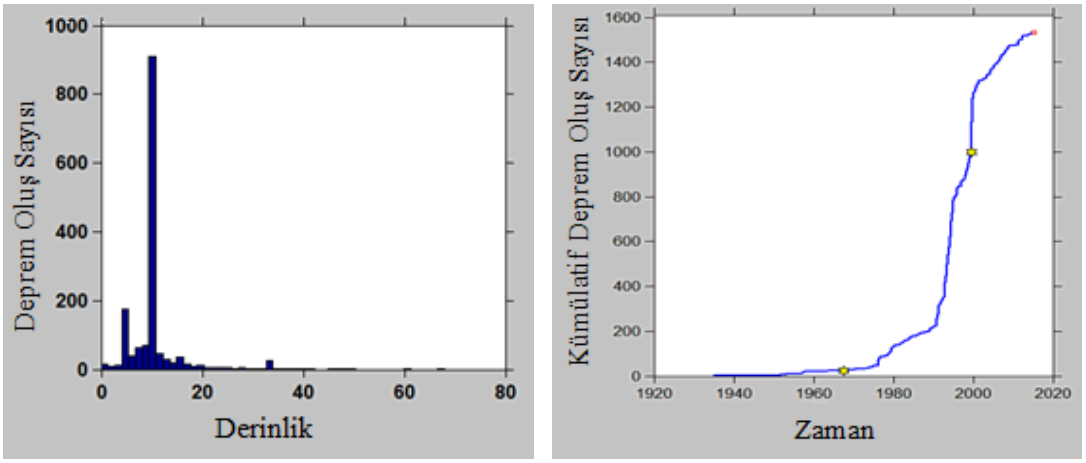
$M_{max}=[5,219-\log(80)]/0,6749]=4,9$'dur.

Z-MAP programı kullanılarak yapılan analiz sonucunda elde edilen magnitüd-deprem oluş sayısı arasındaki, zaman-deprem oluş sayısı arasındaki ve derinlik-deprem oluş sayısı arasındaki ilişkilerini, zamana göre kümülatif deprem oluş sayısını, a ve b değerlerini, magnitüd-deprem tekerrür zaman ilişkisini ve magnitüd-deprem yıllık oluş olasılığı ilişkisini gösteren grafikler sırasıyla aşağıda verilmiştir (Şekil 3.6.-9.).



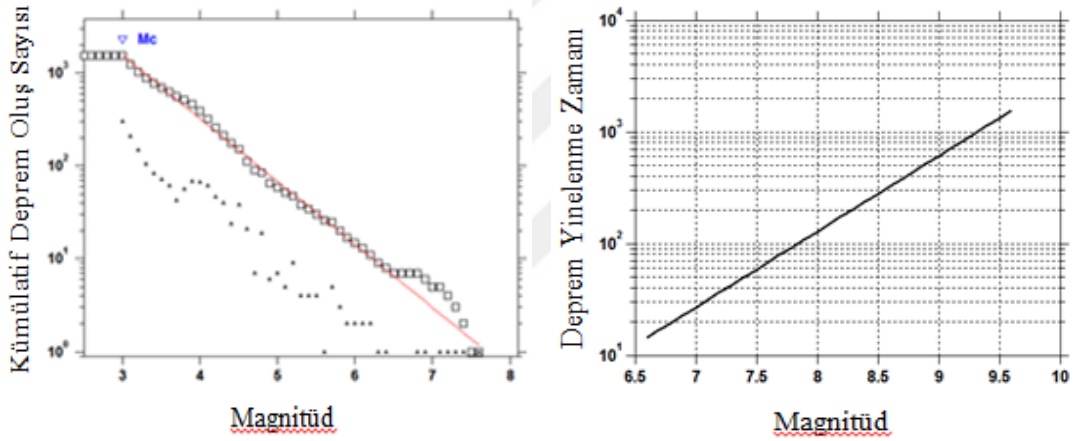
a) b)

Şekil 3.6. a) Magnitüd-deprem oluş sayısı arasındaki ilişki; b) Zaman-deprem oluş sayısı arasındaki ilişki



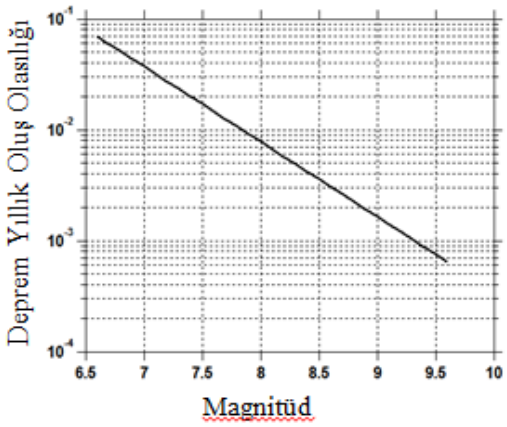
a) b)

Şekil 3.7. a) Derinlik-deprem oluş sayısı arasındaki ilişki; b) Zamana göre kümülatif deprem oluş sayısı



a) b)

Şekil 3.8 a) a ve b değerlerinin bulunması; b) Magnitüd-deprem yinelenme zamanı ilişkisi



Şekil 3.9. Magnitüd-deprem yıllık oluş olasılığı ilişkisi

4. GÖLCÜK ÇÖKÜNTÜ BÖLGESİ İÇİN YAPILAN SAHA DAVRANIŞ ANALİZLERİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ

Yerel zemin koşullarının deprem hasarı üzerindeki etkisi uzun yıllardır bilinmekte ve yer hareketinin tahmini için sayısal yöntemlerin geliştirilmesinde sismologlar ve geoteknik deprem mühendisleri çaba göstermektedir. Tepki spektrumlarının geliştirilmesi için gerekli yer yüzeyi hareketlerinin kestirilmesinde, sıvılaşma tehlikelerinin değerlendirilmesinde gerekli dinamik gerilme ve birim deformasyonların değerlendirilmesinde ve toprak dolgular ile zemin istinad yapılarının duraysızlığına yol açacak deprem kaynaklı kuvvetlerin belirlenmesinde saha davranış analizleri kullanılmaktadır (Kramer, 1996).

4.1. Saha Davranış Analizi

İdeal şartlar altında eksiksiz bir saha davranış analizinde deprem kaynağındaki yırtılma mekanizması, gerilme dalgalarının yer içinde yayılarak belirli bir sahanın altındaki anakayanın tepesine ulaşması modellenir ve yer yüzeyindeki hareketin anakaya üzerindeki zeminler tarafından nasıl etkilendiği belirlenir (Kramer, 1996).

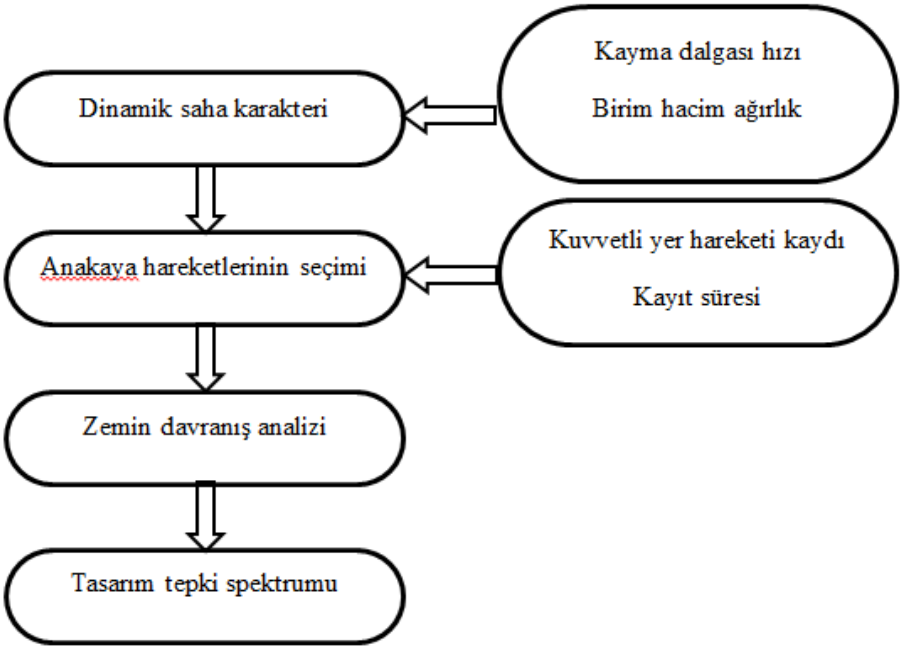
Yerel zemin şartlarının kuvvetli yer hareketi üzerine etkisini kestirmede zaman içinde çok sayıda teknik geliştirilmiştir. İki ve üç boyutlu teknikler bir boyutlu tekniklerin nispeten kolay uzanımları olmasına rağmen, bu teknikler çoğu zaman ele aldıkları problemin boyutuna göre gruplandırılmaktadır (Kramer, 1996).

Gerçekte fay kırılma mekanizmasının çok karmaşık ve kaynaktan ortama dalga aktarılmasının belirsiz olması, kabuksal hız ve sönüm karakteristiklerinin yeterince bilinememesi, deprem kaynağı ve yer yüzeyi arasındaki enerji transferinin belirsizliği nedeniyle mühendislik uygulamalarında bu davranış modeli kullanışlı olmamaktadır (Kramer, 1996). Bu nedenlerle saha davranışının analizi problemi zemin tabakalarının anakayadan iletilen deprem dalgalarına verdiği tepkinin belirlenmesi olarak basitleştirilmektedir.

Saha davranış analizi birçok disiplinle çalışmayı gerektirir. İyi bir saha davranış analizi için, detaylı geoteknik verilerine, jeofizik parametrelerine, jeoloji bilgisine, spesifik deprem ivme kayıtlarına (gerçek ya da yapay deprem kaydı), anakaya derinliğine ve yer altı su seviyesine ihtiyaç duyulmaktadır.

Saha davranış analizlerinin yapılabilmesi için sırasıyla; en büyük yer ivmesinin seçilmesi, tasarım yer hareketinin seçilmesi, zemin tabakalarının dinamik özelliklerinin seçilmesi ve dinamik davranış analiz yönteminin seçilmesi gerekmektedir.

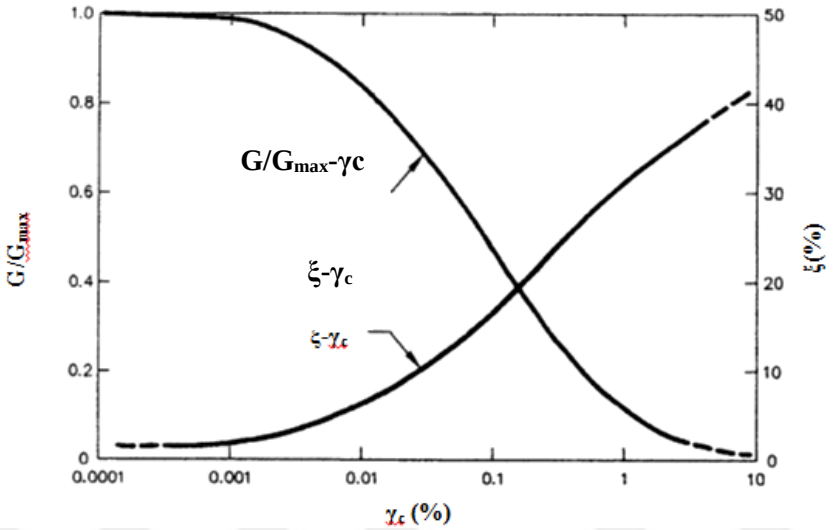
Saha davranış analizinin işleyiş adımları Şekil 4.1.'de verilmiştir.



Şekil 4.1. Saha davranış analizi işleyiş adımları

- En büyük yer ivmesi, hakim periyot ve etkime süresi gibi deprem özellikleri, beklenebilecek en büyük deprem magnitüdü, sahanın aktif fay hatlarına uzaklığı ve faylanma mekanizmasını dikkate alan ampirik bağıntı ve grafiklerden veya sismik tehlike analizlerinden yararlanılarak seçilebilmektedir (URL-4).
- İstenilen özelliklere sahip bir tasarım yer hareketi, geçmişte benzer zemin koşullarına sahip bölgelerde kaydedilmiş kuvvetli deprem ivme kayıtlarından veya sismik tehlike analizlerinden faydalanılarak yapay olarak üretilmiş ivme kayıtlarından yararlanılarak seçilebilmektedir (URL-4).

- Temel zeminini oluşturan tabakaların laboratuvar veya arazi deneyleri ile ampirik bağıntılardan G kayma modülü ve ξ sönüm oranlarının birim şekil değiştirme seviyesi (γ) ve arazi gerilme koşullarına göre değişimi belirlenir (Şekil 4.2.) (URL-4).
- Taban kayada oluşan yer hareketinin etkisi altında zemin tabakalarının davranışının analizi ve yer hareketi üzerinde zemin özelliklerinin frekans alanındaki etkilerinin hesaplanması yapılır (URL-4).

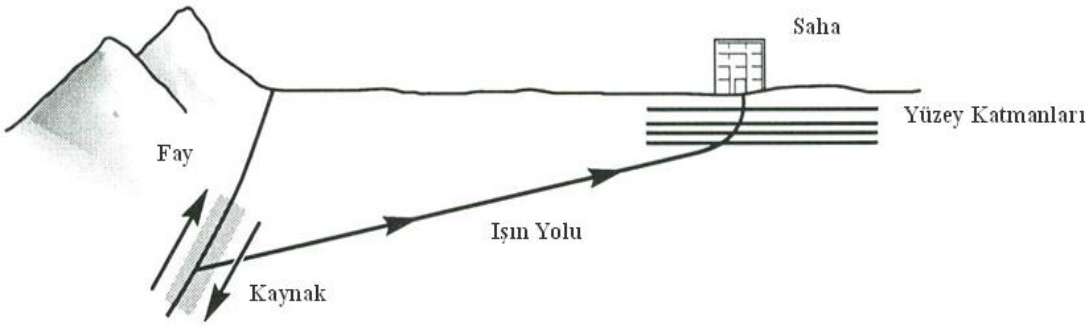


Şekil 4.2. G kayma modülü ve ξ sönüm oranlarının birim şekil değiştirme seviyesi (γ_c) ile ilişkisi

Tez çalışmasında, çalışma alanındaki yayılmalar ve çökmeler sebebiyle saha davranış analizi yöntemlerinden bir boyutlu lineer saha davranış analizinin yapılmasına karar verilmiştir.

4.1.1. Bir Boyutlu saha davranış analizi

Yer yüzeyi altında bir fay yırtıldığı zaman, cisim dalgaları kaynaktan tüm yönlere dağılır. Farklı jeolojik birimlerin sınırlarına eriştiklerinde yansır ve kırılır. Sığ derinlikteki birimlerin dalga iletme hızları daha derinde bulunanlarınkinden genellikle daha düşük olduğundan, yatay katman sınırına çarpan eğimli ışınlar genellikle daha düşey bir konuma doğru kırılırlar (Kramer, 1996). Işın yer yüzeyine ulaşana kadar meydana gelen kırılmalar bunların çoğu zaman düşeye yakın yönde kırılmalarına neden olur (Şekil 4.3.).



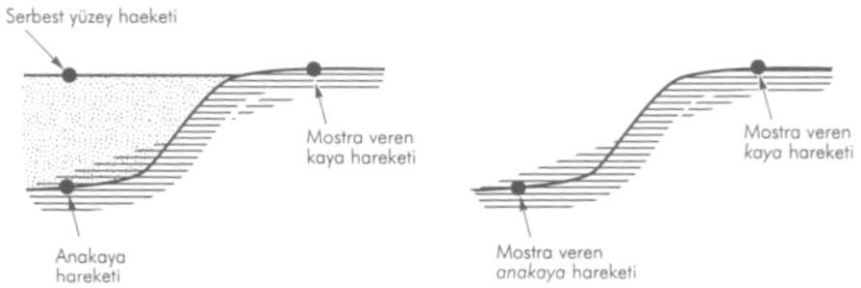
Şekil 4.3. Yer yüzeyine yakın kesimde yaklaşık olarak düşey dalga yayılması oluşturan kırılma süreci (Kramer, 1996-Değiştirilmiş)

Bir boyutlu saha davranış analizlerinde; zemin ve anakaya yüzeylerinin yatay yönde sonsuz uzanımlı olduğu, zemin yüzeyinin düz olduğu, zemin tepkisine anakayadan düşey yönde yayılan SH dalgalarının neden olduğu kabul edilir (Kramer, 1996).

4.1.1.1. Yer hareketi terminolojisi

Zemin tepki analizlerinde, yer hareketini açıklamada yaygınca kullanılan birkaç terim vardır. Bunlar;

- serbest yüzey hareketi,
- anakaya hareketi,
- mostra veren anakaya hareketidir.



a) b)

Şekil 4.4. Yer tepkisi terminolojisi: a) anakaya üzerinde zemin; b) anakaya üzerinde zemin yok. Düşey ölçek büyütülmüştür (Kramer, 1996)

Şekil 4.4.'e göre ana kaya tabakası üzerinde zemin tabakalarının varlığı durumunda, üst yüzeydeki hareket serbest yüzey hareketidir. Zemin tabakasının temelindeki yani ana kaya tabakasının üst yüzeyindeki hareket ana kaya hareketi olarak tanımlanır.

Yüzeyde açığa çıkmış olan bir ana kaya hareketi mostra veren kaya hareketi ile adlandırılır. Ve eğer ana kaya tabakası üzerinde zemin tabakaları yok ise mostra veren ana kaya hareketi tanımı yapılır.

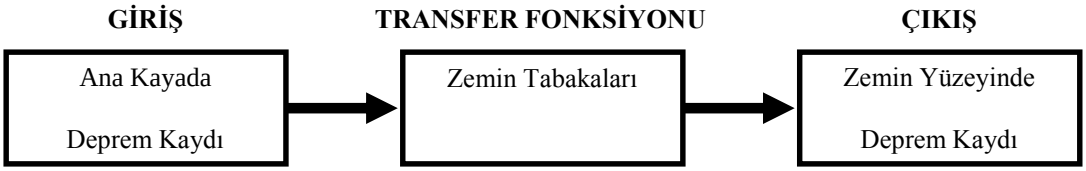
Bir boyutlu saha davranış analizinde iki farklı problemle karşılaşılabilir:

- Anakaya hareketi biliniyor ve zemin yüzündeki deprem hareketi tahmin edilmek isteniyor.
- Benzer koşullardaki bir arazideki serbest yüzey hareketi biliniyor ve yine serbest yüzey hareketi tahmin edilmek isteniyor.

Bir boyutlu saha davranış analizi doğrusal yaklaşım (lineer elastik) ve doğrusal olmayan yaklaşım (non lineer) olmak üzere iki şekilde yapılabilir.

4.1.1.2. Doğrusal (lineer) yaklaşım

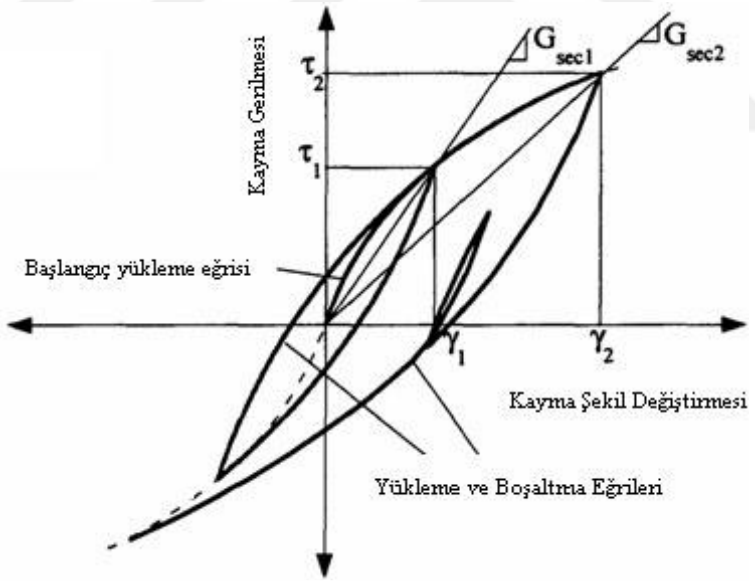
Saha davranış analizi yaklaşımlarının önemli bir kısmı transfer fonksiyonlarına dayanır. Bu fonksiyonlar anakaya ivme kaydı gibi girdi (input) hareketi parametrelerinin yerdeğiştirme, hız, ivme, kayma gerilmesi ve kayma birim şekil değiştirme gibi tepki parametrelerini hesaplamada kullanılır. Yaklaşım süperpozisyon ilkesine dayalı olduğundan doğrusal sistemlerin analizi ile sınırlıdır. Doğrusal olmayan yaklaşım olarak da eşdeğer doğrusal zemin özellikleri iteratif işlem kullanılarak analiz edilir (Kirkit ve diğ., 2010). Transfer fonksiyonunun hesaplama işlemlerinde kompleks sayılar kullanılmasına rağmen yaklaşım oldukça basittir. Öncelikle bilinen bir anakaya girdi hareketi ivme-zaman kaydı kullanılır. Bu kayıt FFT (Fast Fourier Transform) işlemi yapılarak Fourier serisine (frekans tanım alanında) dönüştürülür. Dönüştürülmüş serideki her terim zeminin transfer fonksiyonu ile çarpılır. Daha sonra zemin yüzeyi çıktı (output) hareketi frekans tanım alanında Fourier serisi olarak elde edilir. Bu hareketin ters FFT'si alınarak zaman tanım alanındaki yüzey çıktı hareketi elde edilir. Transfer fonksiyonu; rijit kaya, sönümsüz zemin, rijit kaya, sönümlü zemin v.s gibi farklı zemin ve kaya koşulları için elde edilebilir (Şekil 4.5.).



Şekil 4.5. Saha davranış analizinin filtre sistemi olarak gösterilmesi (Yalçınkaya, 2004)

4.1.1.3. Eşdeğer doğrusal yaklaşım

Zeminlerin depremler sırasında doğrusal olmayan davranış gösterdiği bilindiğinden, çoğu uygulamadan gelen örneklerde saha davranışını uygun şekilde tahmin edebilmek için doğrusal yaklaşımın değiştirilmesi gerekmektedir. Tekrarlı yüklenmiş zeminlerin doğrusal olmayan histeretik gerilme-şekil değiştirme davranışları da gerçekte eşdeğer doğrusal zemin özellikleri ile yaklaşık olarak temsil edilebilir (Kirkit ve diğ., 2010). Zeminlerin tekrarlı gerilme-şekil değiştirme davranışını tanımlamak için doğrusal olmayan model Şekil 4.6.'da gösterilmiştir.



Şekil 4.6. Zeminlerin tekrarlı gerilme-şekil değiştirme davranışı (doğrusal olmayan model) (Kirkit ve diğ., 2010)

Eşdeğer doğrusal kayma modülü, G, genellikle sekant kayma modülü olarak ele alınır. Eşdeğer doğrusal sönüm oranı, ξ ise gerçek histerisiz ilmeğindeki tek bir çevrimdeki enerji kaybına neden olan sönüm oranıdır. Eşdeğer doğrusal yaklaşımda iterasyon işlemleri aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Her tabaka için G ve ξ'nin başlangıç değerleri alınır.

- Bu değerler zemin tepkisini ve her tabakaya ait kayma birim şekil değiştirmeyi hesaplamada kullanılır.
- Her tabakada efektif kayma şekil değiştirmesi maksimum şekil değiştirmeden hesaplanır.
- Efektif kayma şekil değiştirmesi yeni eşdeğer doğrusal değerler olarak yeni bir iterasyona bağlanır.
- Peş peşe gelen iki iterasyon arasındaki hesaplanan kayma modülleri ve sönüm oranları arasındaki fark, belirlenen bir farkın altına düştüğünde iterasyon durdurulur.

4.1.1.4. Doğrusal olmayan (non-lineer) yaklaşım

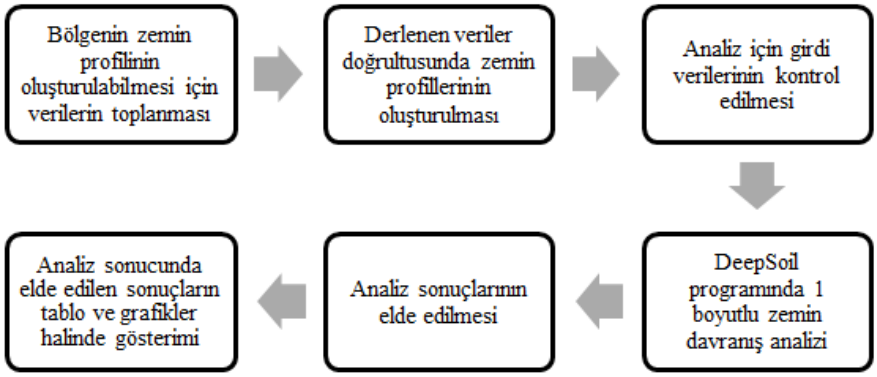
Eşdeğer doğrusal yaklaşım hesaplama açısından uygun olmasına ve pek çok pratik problem için makul sonuçlar vermesine rağmen, sismik yer tepkisinin doğrusal olmayan gerçek davranışını yaklaşık olarak veren bir yöntemden ibarettir. Bir zeminin doğrusal olmayan gerçek davranışını analiz etmede alternatif bir yöntem, zaman tanım alanında doğrudan sayısal entegrasyonun kullanımıdır. Hareket denklemini küçük adımlarla entegre etmek suretiyle, herhangi bir doğrusal veya doğrusal olmayan gerilme-birim deformasyon modeli veya ileri yapıcı model kullanılabilir. Her zaman adımın başlangıcında adımda kullanılacak uygun doğrusal olmayan ve de elastik olmayan gerilme-birim deformasyon ilişkisi, küçük artışlı doğrusal adımlardan bir set ile takip edilebilir (Kramer, 1996).

Doğrusal olmayan bir boyutlu yer tepki analizi konusunda yaygın olarak kullanılan bilgisayar programları vardır. Bunlardan bazıları, CHARSOIL (Streter ve diğ., 1973), DESRA-2 (Lee ve Finn, 1978), DYNAID (Prevost, 1989), MASH (Martin ve Seed, 1978), NONLI3 (Joyner, 1977) ve TESS1 (Pyke, 1985) isimli programlardır.

Tez çalışmasında, bir boyutlu dinamik saha davranışı analizi DeepSoil (Hashash ve diğ., 2015) programı kullanılarak yapılmıştır.

4.2. Bölgenin Saha Davranış Analizleri

Bölgenin saha davranış analizi, Şekil 4.7.'deki adımlar izlenerek gerçekleştirilmiştir.



Şekil 4.7. Saha davranış analizi akış şeması

4.2.1. Zemin profili oluşturmak için verilerin toplanması

Zemin profillerinin oluşturulması için ilk etapta, Gürsu Mühendislik şirketinin bölgede açmış olduğu sondaj kuyularından ve yaptırmış olduğu laboratuvar çalışmalarının sonuçlarından elde edilen veriler derlenmiştir. Bölgede açılan 18 adet sondajdan 10 tanesinin derinlikleri yeterli olmadığından sadece 8 adet (SK-2, SK-8, SK-9, SK-11, SK-12, SK-13, SK-14 ve SK-15) sondaj verisinin kullanımı (derinlikleri $\geq$ 40 m) tez çalışması için yeterli görülmüştür. Kullanılan bu loglar EK-A'da verilmiştir.

Zemin profillerinin oluşturulması için kullanılan laboratuvar deneyleri sonuç raporları ise EK-B'de verilmiştir.

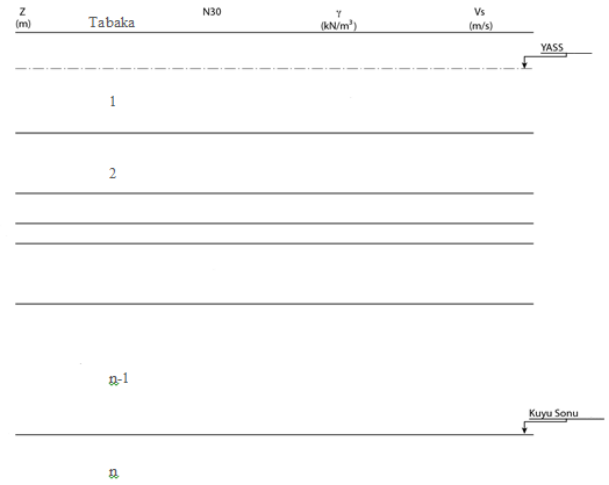
Zemin profillerinin oluşturulması için, bölgede daha önce yapılmış olan 28 adet sismik kırılma verisinden elde edilen kayma dalgası hız (V_s) değerlerinden yararlanılmıştır. Kullanılan sismik kayıtlar, bu kayıtlara ait yol-zaman grafikleri ve mühendislik parametreleri sırasıyla EK-C, EK-D ve EK-E'de verilmiştir.

4.2.2. Derlenen veriler doğrultusunda zemin profillerinin oluşturulması

Arazi davranış analizinin ilk adımı olarak; Gölcük bölgesinin jeolojik ve geoteknik özellikleri araştırılmış ve bölgede daha önce yapılmış olan sondaj ve sismik kırılma verileri toplanmıştır. Toplanan veriler doğrultusunda çalışma alanının zemin profili

çıkarılmıştır. Bir boyutlu dinamik saha davranışı analizi, eşdeğer doğrusal yöntemi esas alan DeepSoil programı kullanılarak yapılmıştır.

DeepSoil programı yatayda sonsuz olarak uzanan ve düşey ilerleyen, kayma hızlarından etkilenen zeminin tepkisini hesaplamaktadır. Bu yüzden zemin profilleri oluşturulurken; zeminin sonsuz uzunlukta olduğu, çeşitli katmanlardan oluştuğu kabul edilmiş ve her tabaka ilgili parametrelerle modellenmiştir (Şekil 4.8.). Her tabaka; kalınlığı, N_{30} değeri, birim hacim ağırlığı ve kayma dalgası hızı ile tanımlanmıştır. Bu parametreler bölgede daha önce yapılmış olan geoteknik ve jeofizik etütlerden elde edilen değerlerden derlenmiştir.



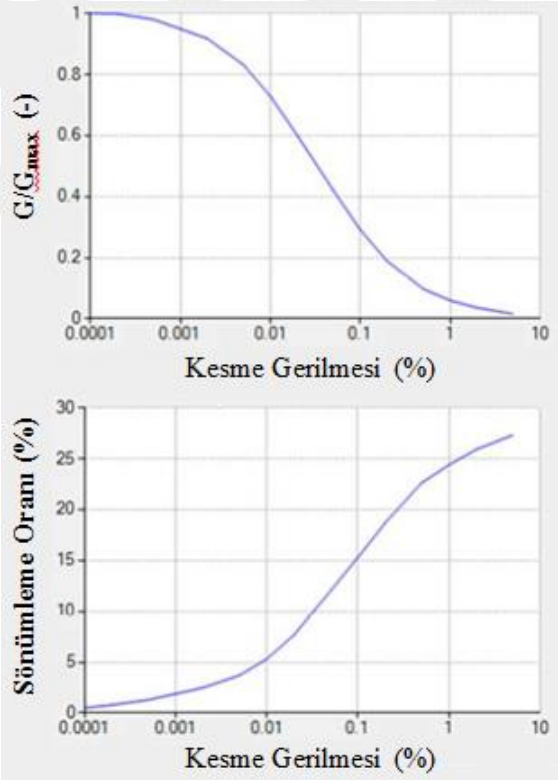
Şekil 4.8. Tek boyutlu dinamik zemin modeli

DeepSoil programında kullanmak üzere zemin profilleri oluşturulurken aşağıdaki adımlar takip edilmiştir:

- Sondaj yapılan zeminde yüzeyden derine doğru kesilen tabakaları oluşturan zemin malzemesinin türü yazılır. Bu işlem sırasında litolojik adlandırmada sadeleştirme yapılır (kumlu kil yerine kil tanımlaması yapılır).
- Kuyu içerisinde geçilen her bir tabakanın kalınlığı (h) metre olarak yazılır.
- Sismik ölçümlerden elde edilen S kayma dalgası hızları (V_s) m/sn cinsinden yazılır.
- Zeminde her bir tabakayı oluşturan malzemenin birim ağırlığı (γ) laboratuvar deneylerden okunur ve kN/m^3 cinsinden yazılır.

Yukarıdaki adımlar izlenerek belirlenen zemin profilleri ise EK-F'de verilmiştir.

Zemin tepki analizinde, genel saha davranışını ifade eden modül azalım ve sönümleme oranı eğrileri kullanılmıştır. Simetrik olarak tekrarlı yükleme altındaki tipik bir zemin Şekil 4.6.'da gösterildiği gibi histerisiz bir halka sergiler. Halkanın eğimi ve genişliği histerisiz halkasının en önemli iki karakteristiğidir. Zeminin rijitliği, halkanın eğimi ile ilgili olup; yükleme sırasında herhangi bir nokta için G_{tan} (tanjant kayma modülü) ile tanımlanabilir. Kayma modülü oranının kayma deformasyonu ile ilişkisini gösteren eğri modül azalım eğrisi olarak tanımlanmaktadır. Sönümleme oranı eğrisi ise, geri dönüşümsüz saha davranışının histerisiz halkasındaki bir çevrimi sırasında aynı enerji kaybını oluşturan oranı ifade eden eğridir (Kramer, 1996). Bu çalışma kapsamında kullanılan standart modül azalım ve sönümleme oranı eğrileri zemin türüne bağlı olarak DeepSoil (Hashash ve diğ., 2015) programını yardımıyla seçilmiştir (Şekil 4.9.).



Şekil 4.9. Program tarafından çizilen "modül oranı-kesme gerilmesi" ve "sönümleme oranı-kesme gerilmesi" grafikleri

Sondaj çalışması yapılan zemini oluşturan her bir tabaka için programın kullanması tercih edilen hesaplama yöntemi seçilmiştir. Tabaka özellikleri göz önüne alınarak,

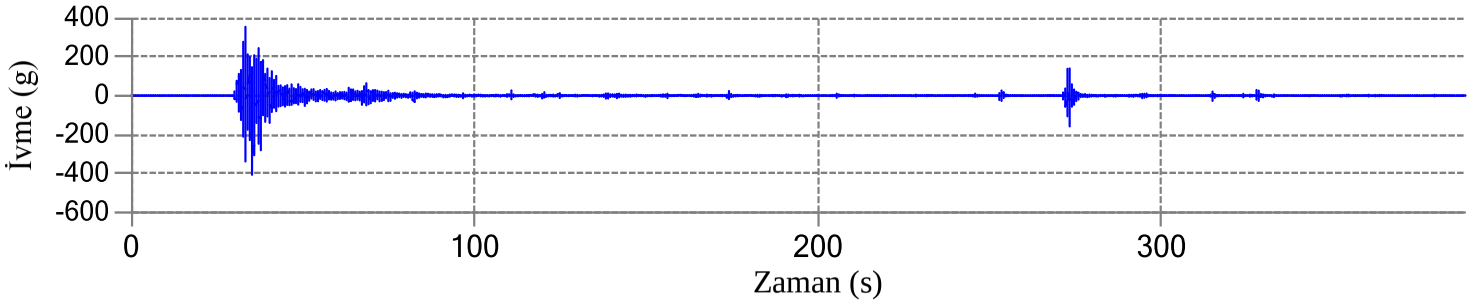
modül azalma oranı tercihi yapıldığında program tarafından sönümleme eğrisinin çizimi (Şekil 4.10.) için en uygun yöntem otomatik olarak önerilmektedir.

4.2.3. Analizde kullanılan deprem kayıtları

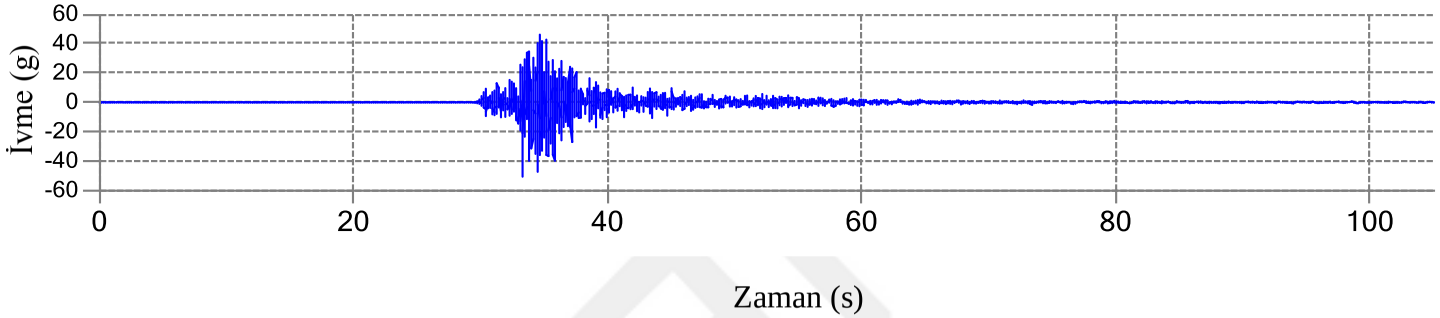
Bir sahadaki zeminlerin tabakalaşma durumu ve özellikleri ile sahanın topografik nitelikleri ve havza geometrisi yerel zemin koşullarını tanımlamaktadır. Bunların yanı sıra, sahaya ulaşan deprem hareketinin özellikleri ile birlikte yerel koşullar, bir deprem hareketine ait temel nicelikler olan dalga büyüklüğü, frekans içeriği ve hareketin süresi gibi parametreleri önemli ölçüde değiştirmektedir (Kramer, 1996). Bu etkinin gerçekleşmesini mümkün kılan şey ise, deprem hareketinin dalgalar halinde yayılması ve dalga mekaniği ilkelerine uygun olarak yayıldığı ortamlarda değişime uğraması, ortam geçişlerinde kırılması, yansıması, ortam geometrisine ve sınır koşullarına tabi olması gibi davranış özellikleridir. Bir deprem hareketine ait önemli mühendislik özellikleri olan en büyük ivme, hız ve yer değiştirme gibi nicelikler ile zemin büyütmesi ve bunların zemin profili boyunca değişimi, zemin tabakalarının direnç (yoğunluk ve rijitlik) farklılıklarına ve deprem dalgasının serbest zemin yüzeyine ulaşmasının neden olduğu ani enerji değişimine bağlıdır (Sezen ve diğ, 2006). Günümüzde, bu temel ilkeler çerçevesinde geliştirilmiş çeşitli yer davranışı analizi yaklaşımları mevcuttur. Çalışma kapsamında DeepSoil (Hashash ve diğ., 2015) programı kullanılarak, incelenen sahadaki zemin profili boyunca geçerli olacak yer davranış analizleri yapılmıştır.

Bu kapsamda saha davranış analizlerinde 1999 Kocaeli depreminde 5401 no'lu (Sakarya) istasyonunda kaydedilen 17 Ağustos (M_w=7,4) anakaya kaydı ve 2 büyük artçı deprem olan 13 Eylül (M_w=5,7) ve 11 Kasım (M_w=5,7) kayıtları kullanılmıştır. Programda kullanılacak deprem verileri Daphne veri tabanından çekilmiştir (URL-6). DeepSoil programı kullanılarak en büyük yatay ivme (a_{maks}), sahanın hakim peryodu (T) ve yüzeydeki zemin büyütmesi (A) hesaplanmış ve zemin büyütme davranış eğrileri çizilmiştir. Elde edilen sonuçlar Tablo 4.1.'de ve Tablo 4.2.'de verilmiştir.

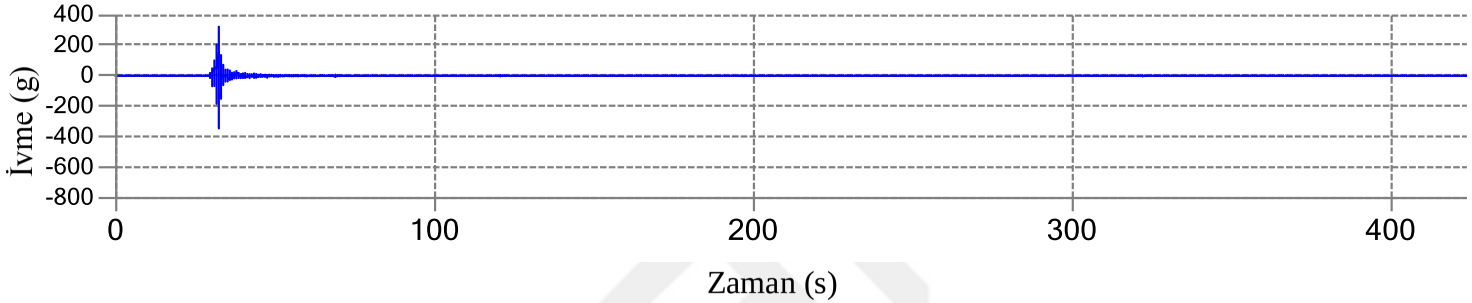
Zemin tepki analizlerinde kullanılan SKR-5401 numaralı istasyonda kaydedilen ivme kayıtları sırasıyla Şekil 4.11, Şekil 4.12. ve 4.13'te verilmiştir.



Şekil 4.10. Zemin tepki analizlerinde kullanılan 17 Ağustos 1999 ivme kaydı (SKR 5401 no'lu kayıt)



Şekil 4.11. Zemin tepki analizlerinde kullanılan 13 Eylül 1999 ivme kaydı (SKR 5401 no'lu kayıt)



Şekil 4.12. Zemin tepki analizlerinde kullanılan 11 Kasım 1999 ivme kaydı (SKR 5401 no'lu kayıt)

4.2.4. Çalışma yönteminde kullanılan program: DeepSoil

DeepSoil, yatay tabakalı zeminlerin yer tepki analizi için geliştirilmiş bir bilgisayar programıdır (Hashash ve diğ., 2015). Program, Illinois Üniversitesi'ndeki Prof. Youssef M. A. Hashash başkanlığında birçok lisans ve lisansüstü öğrencilerin çalışması sonucu geliştirilmiş olup, bir boyutlu doğrusal olmayan ve bir boyutlu eşdeğer doğrusal yaklaşımla saha davranış analizi yapmaktadır.

Program çeşitli alternatifler içeren işlem menülerine sahiptir. Bu menüler ile kullanıcılar aşağıda sıralanan işlemleri yapabilirler:

- Kullanıcılar, İngiliz veya metrik birim sisteminden birini tercih edebilirler.
- Kullanıcılar, çalıştıkları zeminin düşey kesitini kendileri oluşturabilir ve kesitler tekrar kullanabilmek üzere saklanabilir.
- Zemin düşey kesitine materyal özellikleri hızlı bir şekilde tanımlanabilir.
- Program, verileri grafik görüntülere çevirebilmektedir. Hesaplamalar sonucu zemin tepkisinin gösterimi için farklı birçok grafik çizdirilebilir.
- Zeminin düşey kesiti içerisindeki herhangi bir derinlikte pik ivme, pik hız, pik yer değiştirme, baskın periyot gibi pek çok değer hesaplatılabilir.
- Program, deprem sarsıntısı sırasında bir zeminin yatay yer değiştirmesinin animasyonunu yapabilmektedir.
- Programın işlem aşamalarında elde edilen sonuçların Word ortamında saklanabilmesi için (kes-yapıştır tekniğiyle) rapor dosyası oluşturulabilmektedir.

4.2.4.1. DeepSoil programının yapısı

Program, sezgisel bir ara yüzey kullanır ve sırasıyla; veri girişi penceresi, analiz penceresi, çıktı (sonuç) penceresi ve rapor penceresinden oluşmaktadır.

Veri girişi penceresi; bütün verilerin girişinin yapıldığı ve kaydedildiği yerdir. Zemin düşey kesiti ve deprem kayıt dosyaları bir veri dosyasını oluşturan girdilerdir. Veri yöneticisinde girdiler grafik olarak çizdirilebilir ve veri değerleri hesaplatılabilir. Bu kısımdaki bilgilerin tamamı rapor dosyası olarak kaydedilebilir.

Analiz penceresi; zemin tepki analizinin yapıldığı işlem penceresidir. Kullanıcının hazırlayıp, kaydettiği veri dosyası kullanılarak istenen hesaplamalar yapılır.

Çıktı penceresi; yapılan analiz sonuçlarının çizdirilmesini sağlar. Bu pencere yardımıyla, zemin kesitinin özelliklerine göre; meydana gelebilecek yatay yer değiştirmenin animasyonu izlenebilir.

Rapor penceresi; analiz sonucunda oluşturulan rapor dosyasının kaydedildiği penceredir. Saha davranış analizi sürecindeki tüm veri girişleri ve sonuç penceresindeki yapılan tüm işlemler otomatik olarak rapor dosyasına kaydedilir.

4.2.4.2. DeepSoil programının kullanımı

DeepSoil yer tepki analiz programı başlıca 3 adımdan oluşur.

- Veri girişlerinin yapılması,
- Programın çalıştırılması (analizin yapılması),
- Çıktı işlemlerinin yapılması.

Veri girişlerinin yapılma adımları aşağıdaki gibidir:

1. Analizi yapılacak bölgeye ait deprem kaydı varsa, bu kayıt dosyası programın ana sayfasındaki, Motions menüsünde "Add Input Motion" komutuyla açılacak pencerede ilgili yerlere kaydedilir (Şekil 4.13.). Ya da programda var olan deprem kayıtlarından biri kullanılabilir.

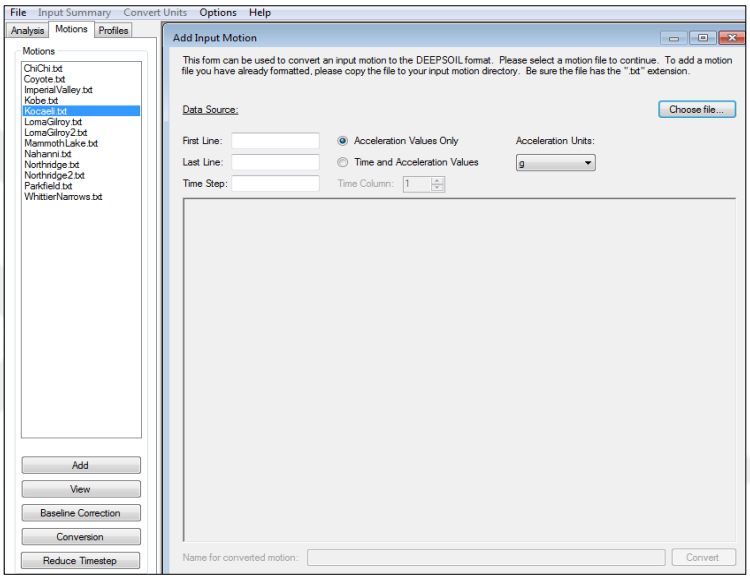
2. Analizde kullanılacak deprem kaydının programa tanıtılmasından sonra, "New Profile" menüsünden veri girişinin yapılacağı yeni bir pencere açılır. Bu pencerede ilk adım olarak analiz tanımlaması yapılır. Hangi ortamda analiz yapılacağı (zaman veya frekans ortamı), lineer, eşdeğer lineer ve nonlineer analizlerden hangisinin yapılacağı, V_s kayma dalgası hızına göre mi yoksa G_{max} kayma modülüne göre mi analiz yapılacağı ve hangi birim sisteminde çalışılacağı gibi tanımlamalar (Şekil 4.14.) yapılır.

3. Analizin ikinci adımında kullanıcı tarafından daha önce hazırlanan zemin profillerinin tanıtımı yapılır (Şekil 4.15.). Bu tanımlama işlemi yapılırken aşağıdaki adımlar izlenir:

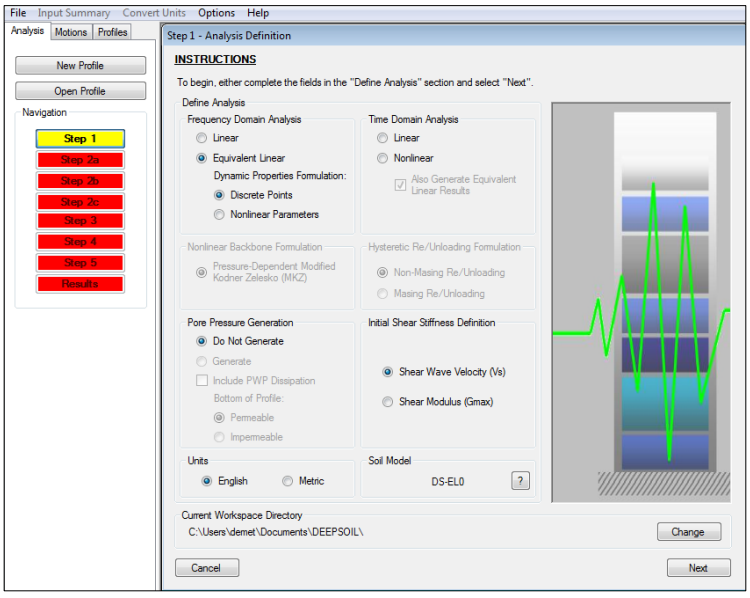
- Zemin düşey kesitine bir isim verilir.
- O zemindeki yer altı suyu derinliğinin hangi tabakada olduğu tanımı yapılır.

- Zemin düşey kesitini oluşturan tabaka sayısı,
- Her bir tabakayı oluşturan malzemenin ismi,
- Her bir tabakanın kalınlığı,
- Her bir tabakayı oluşturan malzemenin birim hacim ağırlığı,
- Her bir tabakanın kayma dalgası hızı

girilir ve her bir tabaka için malzeme tanımlaması ve modül azalım eğrisi seçimi yapılır.

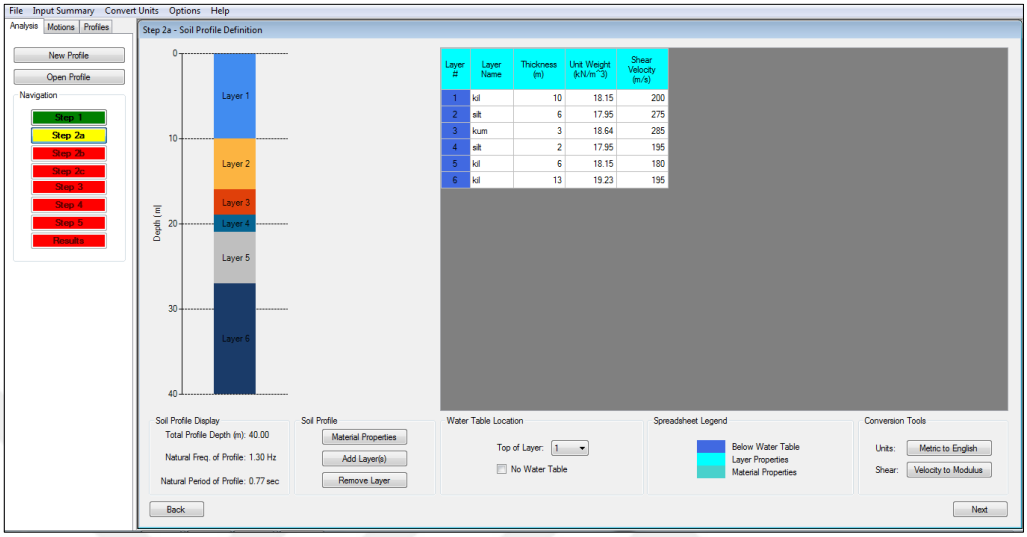


Şekil 4.13. Analizde kullanılacak deprem kayıt dosyasının programa girilmesi



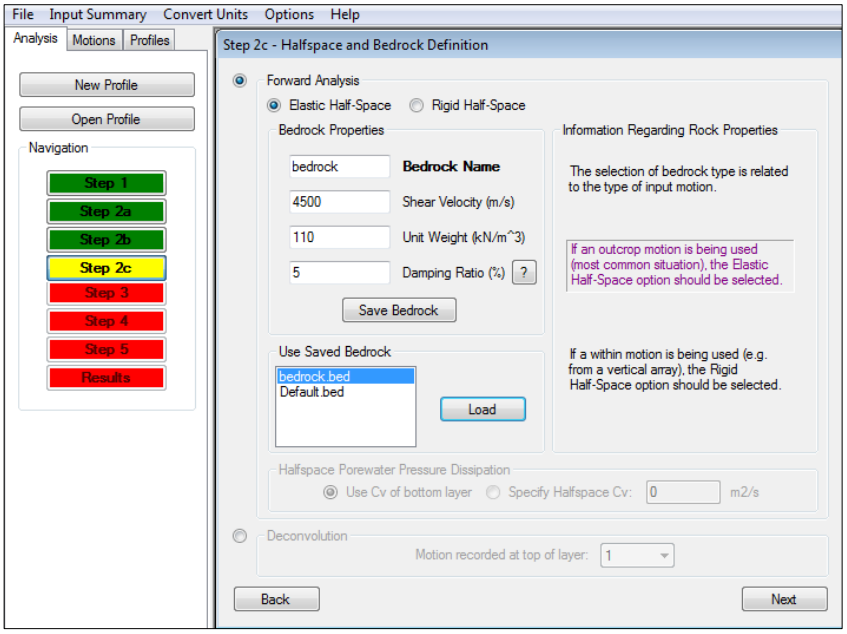
Şekil 4.14. Analiz tanıtımının yapıldığı pencere

4. Zemin profilinin özelliklerinin programa girilmesinden sonraki adım kullanılacak olan anakaya hareketine ait bilgilerin (V_s-kayma dalgası hızı, γ-birim hacim ağırlığı ve ξ-sönüm oranı) programa girilmesidir (Şekil 4.16.).

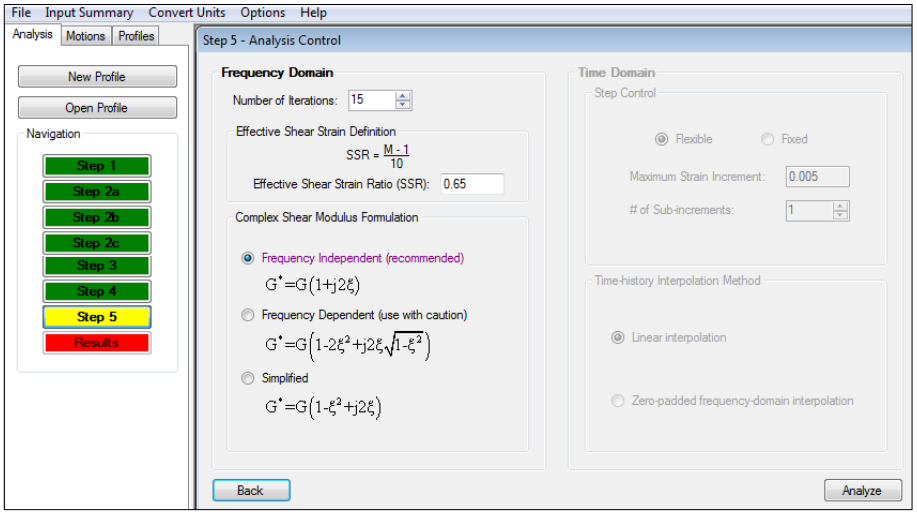


Şekil 4.15. Zemin düşey kesitinin ve yapılması istenen analizlerin tanıtıldığı pencere

5. Programın çalıştırılmasından önceki son adım ise yapılacak iterasyon sayısının ve kullanılacak olan kayma modülü formülünün seçimi işlemidir (Şekil 4.17.). Bu adım analiz kontrol penceresinde gerçekleştirilir.



Şekil 4.16. Anakaya girdi bilgilerinin tanıtılması



Şekil 4.17. Analiz kontrol penceresi

Bu adımlardan sonra, inceleme yapılacak zemin için gerekli veriler yüklenmiş ve veri dosyasının oluşturulması tamamlanmış olur. Eğer veri girişinde bir hatanın olup olmadığı kontrol edilmek istenirse; "Input Summary" menüsünden verilere ait değerler kontrol edilebilir.

İnceleme yapılacak zemin için veri giriş dosyasının hazırlanması tamamlandıktan sonra program çalıştırılıp, analiz başlatılabilir. Analiz işlemleri tamamlandıktan sonra sonuçlar, analizi yapılan veri dosyasıyla aynı isimli olarak kaydedilir. Kaydedilen sonuç dosyasına gidilerek zemin hareketinin, gerilme ve birim deformasyonun, tepki spektrumunun ve derinliğe göre ivme değişiminin grafikleri çizdirilebilir ve sarsıntısı sırasında bir zeminin yatay yer değiştirmesinin animasyonu izlenebilir.

DeepSoil programı, yer tepki analizi sonucunda bir rapor dosyası oluşturur. Analiz sürecindeki tüm veri girişleri ve sonuç penceresindeki yapılan tüm işlemler otomatik olarak rapor dosyasına kaydedilir. Bu dosya, birbirinden farklı pencerelerde yaptırılan işlemlerin bir özetinin veya genelinin bir arada görüntülenmesine yardımcı olur. Yaptırılan çizimler, hesaplatılan özelliklerin sayısal değerleri bir arada görülür. İstenmesi durumunda çıktısı alınabilir veya daha sonra incelemek üzere saklanabilir.

4.3. Bulgu ve Sonuçların Değerlendirilmesi

Sahada gerçekleştirilen sondaj ve jeofizik çalışmalardan derlenen 8 adet tipik zemin profilleri (EK F) ile elde edilen saha davranış analiz sonuçları şunlardır:

Analizlerde Sakarya Bayındırlık ve İskan Müdürlüğü'nde konumlandırılan, Şekil 4.10., Şekil 4.11 ve Şekil 4.12'de verilen SKR 5401 istasyonu kayıtları (ana şok ve 2 artçı şok) kullanılmıştır.

Saha davranış analizi sonucunda en büyük yatay yüzey ivme değerleri zaman tanım alanında elde edilmiş ve Tablo 4.1.'de verilmiştir. Sözü edilen yüzey ivme grafikleri EK G, EK I ve EK J'de her zemin profili için gösterilmiştir.

Ayrıca EK H, EK İ ve EK K'de aynı zemin profillerine ait spektral ivme grafikleri verilmiştir. Bu grafiklerden her zemin profiline ait ortalama zemin hakim peryodu (T_0) ve frekansı (f_0) hesaplanmıştır. Elde edilen değerler Tablo 4.2.'de gösterilmiştir.

Birinci ana moddaki zemin hakim peryodu ve frekansı (Kanai, 1983) aşağıdaki yaklaşımla yaklaşık olarak elde edilmiştir.

$$T_0=4H/V_s,\ f_0=V_s/4H \qquad (4.1.)$$

Denklemde, H: tabaka kalınlığı (m), Vs: kayma dalgası hızı (m/s)'dir.

Zemin profilleri incelendiğinde, sahada hakim formasyonların kum ara bantlı silt-orta yüksek plastisiteli kil ardalanmaları olduğu görülmektedir (SK-2, SK-8, SK-11, SK-12, Sk-13, Sk-14, SK-15). Yalnızca SK-9 profilinde kum-silt ardalanması ve düşük plastisiteli kil tabakası varlığı gözlenmiştir.

Ana şok kaydı olarak 17.08.1999 (M_w=7,4) deprem kaydının kullanıldığı analizlerde, en büyük yüzey ivmesi 0,2 g ile 1,34 g arasında değişmektedir. Anakaya ile zemin yüzeyi arasındaki büyütme oranı ($A=a_{max}/a_{taban\ kayası}$), en büyük yüzey ivmesinin en büyük taban kayası ivmesine (0,41 g) oranı şeklinde hesaplanmıştır. Buna göre sözü edilen zemin profillerinde zemin büyütme oranları (A) 0,5 ile 3,3 arasında değişmektedir.

Bu çalışmada analizlerden elde edilen zemin büyütme oranlarının zemin plastisitesi ile doğru orantılı arttığı gözlenmiştir. Zemin tabakalarının büyütme özelliklerine etki eden en önemli parametrelerden biri olan zemin tabakası kalınlığının sabit tutulması nedeniyle zemin büyütmesinin zeminin plastisitesinden oldukça fazla etkilendiği açıktır.

İkinci grup analizlerde ise 13.09.1999 (M_w=5,7) artçı şok kaydı kullanılmıştır. Bu deprem kaydına ait en büyük taban kayası ivmesi 0,05 g'dir. 8 adet zemin profili üzerinde yapılan saha davranış analizleri sonuçlarına göre (Tablo 4.1.) en büyük yüzey ivmesi değerleri 0,03 g ile 0,3 g arasında ve zemin büyütme oranları (A) ise 0,6 ile 6,0 arasında değişmektedir.

Saha davranış analizlerinde kullanılan ikinci artçı şok ise 11.11.1999 (M_w=5,7) deprem kaydıdır. Bu kayıttaki en büyük taban kayası ivmesi 0,76 g'dir. Analiz sonuçları incelendiğinde (Tablo 4.1.) elde edilen en büyük zemin yüzeyi ivmesi değerleri; 0,07 g ile 1,3 g arasında ve büyütme oranları (A) ise 0,1 ile 1,7 arasında değişmektedir.

SK-2 zemin profili incelendiğinde (EK F-1), 20 m kalınlığındaki yüksek plastisiteli kil tabakasının tüm zemin profilinin davranışını önemli ölçüde etkilediği gözlenmektedir. Gölcük çöküntü bölgesindeki zeminler için en fazla büyütmenin birinci artçı şok 13.09.1999 depremine ait olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.1.). SK-14 zemin profili de büyütme açısından SK-2 zemin profili ile benzer özellik göstermektedir.

SK-8, SK-11, SK-12, SK-13 ve SK-15 zemin profilleri nispeten birbirlerine benzer kil-silt ve kum ardalanmalıdır. Hem ana şokta hem de artçı şoklardaki büyütmeler birbirlerine yakın değerdedir.

Diğer profiller ile kıyaslandığında SK-9 zemin profilinde 5 m'lik plastik olmayan kil tabakasının varlığı nedeniyle tüm zemin profilinin silt ve kum ardalanmasından etkilendiği açıktır. Dolayısıyla bu profildeki plastik olmayan zeminler hem ana şok hem de artçı şoklar esnasında diğer profiller kadar fazla büyütme göstermemiştir. Diğer profillere benzer şekilde bu zemin profili de en büyük büyütme oranını 13.09.1999 artçı şokunda göstermiştir.

17.08.1999 ana şok deprem kaydının baskın peryodu 0,09 s, baskın frekansı ise 11,1 Hz'dir. 13.09.1999 artçı şok deprem kaydının baskın peryodu 0,08 s, baskın frekansı ise 12,5 Hz ve 11.11.1999 artçı şok deprem kaydının ise baskın peryodu 0,02 s, baskın frekansı ise 50 Hz'dir.

Tablo 4.1. Analizleri yapılan sondaj kuyuları için elde edilen maksimum yatay yüzey ivme değerleri ve zeminlerin büyütme oranları

SONDAJ KUYU NO	17.08.1999 (Mw=7,4)		13.09.1999 (Mw=5,7)		11.11.1999 (Mw=5,7)	
	Taban Kayası İvme Değeri $a_{tabankayası}$	0,41 g	Taban Kayası İvme Değeri $a_{tabankayası}$	0,05 g	Taban Kayası İvme Değeri $a_{tabankayası}$	0,76 g
	Analizlerden Elde Edilen Maksimum Yatay Yüzey İvmesi a_{max} (g)	Zemin Büyütme Oranı a_{max} / $a_{tabankayası}$	Analizlerden Elde Edilen Maksimum Yatay Yüzey İvmesi a_{max} (g)	Zemin Büyütme Oranı a_{max} / $a_{tabankayası}$	Analizlerden Elde Edilen Maksimum Yatay Yüzey İvmesi a_{max} (g)	Zemin Büyütme Oranı a_{max} / $a_{tabankayası}$
SK2	1,34	3,30	0,30	6,00	1,30	1,70
SK8	1,15	2,80	0,17	3,40	0,70	0,92
SK9	0,20	0,50	0,03	0,60	0,07	0,10
SK11	1,10	2,70	0,19	3,80	0,62	0,80
SK12	1,10	2,70	0,16	3,20	0,65	0,90
SK13	0,65	1,60	0,07	1,40	0,25	0,30
SK14	1,15	2,80	0,19	3,80	0,61	0,80
SK15	1,10	2,70	0,16	3,20	0,60	0,80

Tablo 4.2. Hesaplanan zemin hakim periyotları ve frekansları

	SK 2	SK 8	SK 9	SK 11	SK 12	SK 13	SK 14	SK 15
T_0 (s)	0,77	0,94	1,14	0,97	0,73	1,01	0,93	1,01
f_0 (Hz)	1,30	1,06	0,88	1,03	1,37	0,99	1,08	0,99

Analizlerde zemin tabakası kalınlığının (H=40 m) sabit alındığı göz önüne alınarak zemin profillerinden plasisite indisi daha yüksek olanların daha fazla büyüttüğü sonucuna varılmıştır.

Tüm sonuçlar ışığında, Gölcük çöküntü bölgesi zemininin ana şok ve artçı şoklar esnasında deprem hareketinin süresini uzattığı anlaşılmaktadır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yerel jeoloji ve jeomorfoloji, yüzey tabakalanması ve bölgenin geoteknik koşulları ve bölgenin sismojenik aktif faylara yakınlığı gibi "yerel zemin koşulları" bölgedeki yer hareketi karakteristiklerini doğrudan etkiler. Yerel zemin koşullarının yer hareketi karakteristiklerini değiştirme etkisi yerel etkiler olarak da çalışılmaktadır. Yerel etkilere etki eden en önemli faktörler; zemin çökellerinin en üst 50 metresindeki geoteknik özellikler, yüzeyaltı tabakalanması, topoğrafya ve yüzey jeolojisidir. Bu tür yerel etkilerin değerlendirilmesi genellikle saha davranış (tepki) analizleri ile mümkündür.

Yerel etki denildiğinde ilk akla gelen zemin büyütmesidir. Mevcut sahanın yer hareketini büyütmesi çok karmaşık bir problemdir. Bu büyütme etkileri en doğal haliyle hem yatay hem de düşey yönde yüzey dalgaları ve cisim dalgaları arasındaki etkileşimlere bağlıdır. Uygulama açısından zemin büyütmesi, düşey yönde ilerleyen kayma dalgalarının neden olduğu yatay büyütme olarak analiz edilir. Dolayısıyla çalışmada da bu büyütmenin etkin olduğu analizler yapılmıştır.

Zemin büyütmeleri farklı deprem ve zemin parametreleri ile ispatlanabilir. Çalışmada kullanılan zemin büyütmesi değeri, zemin büyütme oranı (A) şeklindedir. Yani en büyük yüzey ivmesinin en büyük taban kayası ivmesine oranı şeklindedir.

Zemin büyütmesine etki eden önemli faktörler arasında zemin tabakalarının kalınlıkları, kayma dalgası hızları ve tabakaların yoğunlukları dolayısıyla tabakaların empedans oranları ve sönüm özellikleri sayılabilir. Gölcük çöküntü bölgesindeki mevcut bilgiler ışığında (jeoloji, geoteknik, jeofizik, kuvvetli yer hareketi verileri) saha davranış analizlerinin bir boyutlu olarak yapılmasına karar verilmiştir. Dolayısıyla çalışmada topoğrafik etkiler ve varsa vadinin boyutları göz önüne alınmamıştır.

Deprem mühendisliği alanında da en karmaşık problemlerden bir tanesi zemin davranışının hesaplanmasıdır. Pratik mühendislik açısından yüzey yer hareketinin

belirlenmesi önemlidir. Bunun için zeminlerin dinamik gerilme şekil değiştirme davranışları ve karakteristikleri kullanılmıştır. Çünkü anakayadan iletilen deprem dalgaları zemin tabakaları içinde değişime uğramaktadır. Yani zeminler deprem yer hareketini üst kısımlara değiştirerek (transforme ederek) iletirler. Bu çalışmada Gölcük çöküntü bölgesinin zeminleri (alüvyon zemin tabakaları) bölgede yaşanan en büyük deprem olarak 17.07.1999 ana şok ve 13.09.1999 ve 11.11.1999 artçı şoklarının nasıl değiştirdiği ve ne ölçüde büyüttüğü çalışılmıştır.

Tez kapsamında, sismojenik aktif fay bölgesi olarak Kocaeli Gölcük çöküntü bölgesi çalışılmıştır (Bölüm 1). Bu çöküntü bölgesinde yerel zemin özelliklerinin sismolojik verilerle bir boyutlu saha davranış analiz sonuçları karşılaştırılmıştır. Bu kapsamda öncelikle Gölcük çöküntü bölgesinin yerel jeolojisi yüzey ve yeraltı tabakalanması detaylı biçimde çalışılmıştır Bölgenin mevcut geoteknik verileri, 18 adet sondaj verileri ve sondaj sırasında yapılan arazi SPT deney sonuçları ve örselenmiş ve örselenmemiş numuneler üzerinde yapılan laboratuvar çalışmalarından derlenmiştir (Bölüm 1), (EK A ve EK B). Bölgede daha önce yapılmış olan mevcut ve güvenilir sismik kırılma çalışmaları sonuçları değerlendirilmiştir (EK C).

Daha sonra bölgenin gerçek deprem tehlikesinin belirlenmesi amacıyla bölgeye ait sismik verilerden hareketle olasılıksal sismik tehlike analizi yapılmış ve en küçük kareler yöntemiyle büyüklük-deprem sıklığı (tekrarlanma frekansı) ilişkileri belirlenmiştir. Bölüm 3.'te olasılıksal deprem tehlike analizi olarak Gutenberg-Richter yaklaşımı kullanılmıştır. Buradan elde edilen sonuçlara göre bölge için tasarım depremi olarak 17.08.1999 Kocaeli Depremi (M_w=7,4) ana şok kaydının davranış analizlerinde yer hareketi kaydı olarak kullanılabileceğine karar verilmiştir (Bölüm 2 ve Bölüm 3).

Mevcut sondaj verileri ve yerel jeoloji birlikte değerlendirildiğinde Gölcük çöküntü bölgesine ait 8 adet tipik zemin profili oluşturulmuştur (Bölüm 4), (EK F). Saha analizleri her zemin profili için ayrı ayrı uygulanmış olup, üç adet deprem kaydı (17.07.1999 ana şok deprem kaydı, 13.09.1999 ve 11.11.1999 artçı şok deprem kayıtları) ve üç farklı yer ivmesi için (sırasıyla 0,41 g, 0,05 g ve 0,76 g) en büyük yüzey ivmeleri, zemin büyütme oranları ve en büyük zemin yüzeyi spektral ivmeleri elde edilmiştir (EK G-I-İ-J-K ve L). Ayrıca tez çalışması içerisinde zeminin hakim

periyotları kayma dalgası hızları ve tabaka kalınlıkları kullanılarak 0,73 ile 1,14 s aralığında hesaplanmıştır. Ana şok ve iki artçı şoka ait hakim peryotlar frekans tanım alanındaki kayıttan sırasıyla 0,09 s, 0,08 s ve 0,02 s olarak belirlenmiştir (Bölüm 4).

17.07.1999 (M_w=7,4) ana şok deprem kaydı kullanılarak yapılan analizlere göre en büyük yüzey ivmesi 0,2 g ile 1,34 g arasında ve zemin büyütme oranları 0,5 ile 3,3 arasında değişmektedir. 13.09.1999 (M_w=5,7) artçı şok deprem kaydı kullanılarak yapılan analizlere göre en büyük yüzey ivmesi 0,03 g ile 0,3 g arasında ve zemin büyütme oranları ise 0,6 ile 6 arasında değişmektedir. 11.11.1999 (M_w=5,7) artçı şok deprem kaydı kullanılarak yapılan analizlere göre ise en büyük yüzey ivmesi 0,07 g ile 1,3 g arasında ve büyütme oranları ise 0,1 ile 1,7 arasında değişmektedir.

Elde edilen sonuçlardan en önemlisinin, Gölcük çöküntü bölgesindeki zeminler için en fazla büyütmenin birinci artçı şok 13.09.1999 depremine ait olduğu anlaşılmıştır. Sahadaki zeminler, özellikle çalışmadaki zemin profilleri, yumuşak zemin tabakalarının depremi büyütme kapasitesini ortaya koymaktadır. Sahada mevcut zemin tabakalarının yaklaşık ortalama hakim peryodları deprem kayıtları içinde birinci artçı şok kaydının hakim peryoduna en yakındır.

Tüm sonuçlar ışığında, Gölcük çöküntü bölgesi zemininin ana şok ve artçı şoklar esnasında deprem hareketinin süresini uzattığı anlaşılmaktadır.

Gölcük çöküntü bölgesi gibi yakın sahada büyük magnitüdlü depremlere maruz kalabilecek bölge zeminlerinin deprem hareketinin genliğini büyütmesi ve hareketin süresini uzatması açısından mutlaka çalışılması gereken bir konu olduğu ortaya konulmuştur.

KAYNAKLAR

Akartuna M., *Armutlu Yarımadasının Jeolojisi*, Sayı 20, İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Monografisi, İstanbul, 1-105, 1968.

Ambraseys N. N., Jackson J. A., Seismicity of the Sea of Marmara (Turkey) Since 1500, *Geophysical Journal International*, 2000, **141**, F1-F6.

Barka A., Kıran F., Bol M. ve Karahasanoğlu S., Ford Otosan Gölcük Tesisleri Jeolojik–Jeofizik–Geoteknik ve Temel-Yapı Tasarım Etüt Raporu, *Ford Otosan*, 2001.

Demirtaş R., Erkmen C. ve Yılmaz R., Kuzey Anadolu Fayı, Sapanca-Gölcük Segmentinde Paleosismolojik Çalışmalar; 17 Ağustos 1999 İzmit Körfezi Depremi; Kullar Hendek Çalışması Ön Sonuçları, *ATAG 3 Toplantısı*, Sivas, 4-5 Kasım 1999.

Doğan B., Yuvacık (İzmit)–Sapanca (Sakarya) Dolayı Orta Pleyistosen Çökellerinin Stratigrafisi ve Kuzey Anadolu Fayı Deformasyonal Analizleri, *Aktif Tektonik Araştırma Grubu İkinci Toplantısı*, İTÜ, İstanbul, 1998.

Efe R., *Gölcük ve Düzce Depremleri*, Fatih Üniversitesi Yayınları, İstanbul, 2000.

Emre Ö., Awata Y., Neotectonic Characteristics of the North Anatolian Fault System in the Eastern Marmara Region, *General Directorate of Mineral Research and Exploration of Turkey*, 2003.

Göncüoğlu M. C., Erendil M., Tekeli O., Ürgün B. M., Aksay A. ve Kuşçu İ., Armutlu Yarımadasının Doğu Kesiminin Jeolojisi, *Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü,* 7786, 1986.

Gutenberg R. and C. F. Richter, Frequency of Earthquakes in California, *Bulletin of the Seismological Society of America*, 1944, **34**, 185-188.

Hardin B. D. ve Drnevich V. P., Shear Modulus and Damping in Soils, *Journal of the Soil Mechanics and Foundation Division*, 1972, **98**, 667-692.

Hashash Y. M. A., Musgrove M. I., Harmon J. A., Groholski D. R., Phillips C. A., and Park D., *DEEPSOIL 6.0, User Manual*, 114, 2015.

Herece E. I., Akay E., *Kuzey Anadolu Fayı (KAF) Atlası*, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara, 2003.

Joyner W. B., NONLI3: A Fortran Program for Calculating Nonlinear Ground Response Open File Report, *California:U.S. Geological Survey*, 77-761, 1977.

Kanai K., *Engineering Seismology*, Press: 251, University of Tokyo, Japonya, 1983.

Kirkit M., Siyahi B., Akgüner C., Kohezyonlu Zeminlerin Davranış Analizinde Doğrusal ve Eşdeğer Doğrusal Yaklaşımlarının Karşılaştırılması, *Zemin Mekaniği ve Temel Mühendisliği Onüçüncü Ulusal Kongresi*, İstanbul Kültür Üniversitesi, İstanbul, 30 Eylül-1 Ekim 2010.

Kramer S. L., *Geotechnical Earthquake Engineering*, Publ. Prentice Hall, New Jersey, U. S., 1996.

Lee M. K. W. and Finn W. D. L., DESRA-2, Dynamic Effective Stress Response Analysis of Soil Deposits with Energy Transmitting Boundary Including Assessment of Liquefaction Potential Soil Mechanics Series, *Department of Civil Engineering, University of British Columbia*, No. 38, 1978.

Martin P. P., Seed H. B., MASH: A Computer Program for the Non Linear Analysis of Vertically Propagating Shear Waves in Horizontally Layered Soil Deposits, *Earthquake Engineering Research Centre. Univ. of California*, Report No. UCB/EERC 78-23, 1978.

Prevost J. H., DYNA1D: A Computer Program for Nonlinear Site Response Analysis, Technical Documentation, *National Center for Earthquake Engineering Research*, Technical Report No. NCEER-89-0025, 1989.

Pyke R. M., TESS1: A Computer Program or Nonlinear Ground Response Analysis, California: *User Manual*, TAGA Engineering Software Services, Lafayette, 1985.

Reiter L., *Earthquake Hazard Analysis-Issues and Insights*, Columbia University Press, New York, 254, 1990.

Sakin O., *Afetlerin Gölgesinde İstanbul, Osmanlı Döneminde İstanbul'da Deprem*, İBB Yayınları, İstanbul, 323, 2009.

Seed H. B. ve Idriss I. M., Soil Moduli and Damping Factors for Dynamic Response Analyses, *Earthquake Research Center, University of California*, Report No: EERC 70-10, 1969.

Sezen A., Kaya Z., Yıldırım H. ve Erken A,. Dalga İletim Mekanizmasından Yararlanılarak Deprem Etkisinin Azaltılması, *Zemin Mekaniği ve Temel Mühendisliği Onbirinci Ulusal Kongresi*, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, 7-8 Eylül 2006.

Streeter V. L., Wylie E. B. and Richart F. E., Soil Motion Computations by Characterics Methods, *Proceedings, ASCE National Structural Engineering Conference*, San Francisco, 9-13 April 1973.

URL-1: http://www.deprem.gov.tr/sarbis/shared/depremharitalari.aspx, (Ziyaret tarihi: 18 Mayıs 2015).

URL-2: http://www.isc.ac.uk/iscbulletin/search/catalogue/, (Ziyaret tarihi: 15 Haziran 2015).

URL-3: http://jeofizik.gumushane.edu.tr/user_files/files/JMESP/DepremRiskAnalizi, (Ziyaret tarihi: 10 Şubat 2015).

URL-4: http://www.yarbis1.yildiz.edu.tr/web/userCourseMaterials, (Ziyaret tarihi: 12 Ocak 2015).

URL-5: http://udim.koeri.boun.edu.tr/zeqdb/, (Ziyaret tarihi: 10 Haziran 2015).

URL-6: http://kyhdata.deprem.gov.tr/2K/kyhdata_v4.php, (Ziyaret tarihi: 10 Nisan 2015).

Yalçınkaya E., Bir Boyutlu Modeller İçin Zemin Büyütmesine Etki Eden Parametrelerin İncelenmesi, *İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yerbilimleri Dergisi*, 2004, **C. 17**, SS. 47-56.

EKLER

EK-A

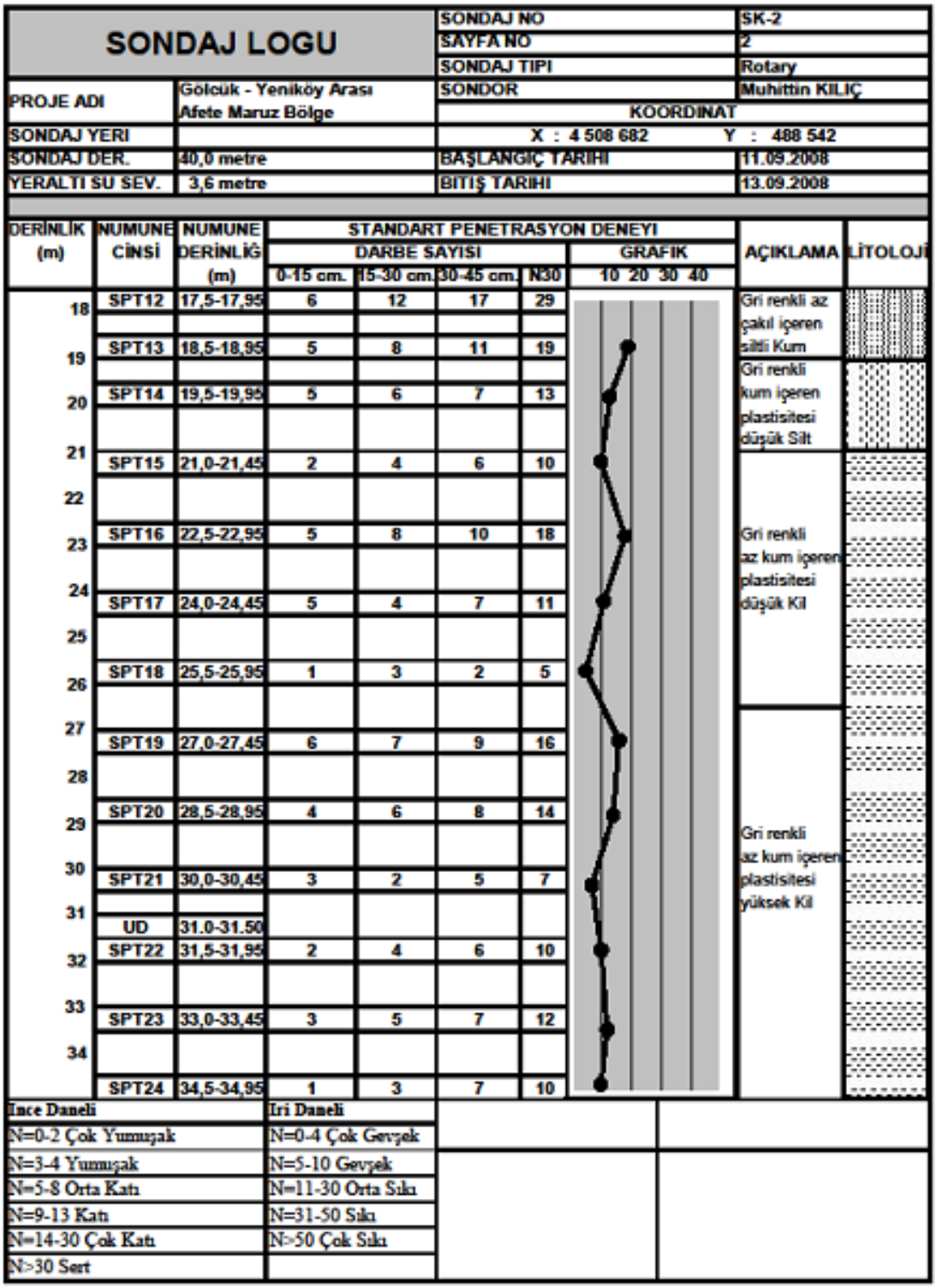
KULLANILAN SONDAJ VERİLERİ

SONDAJ LOGU		SONDAJ NO	SK-2
		SAYFA NO	1
		SONDAJ TIPI	Rotary
PROJE ADI	Gölcük - Yeniköy Arası Afete Maruz Bölge	SONDOR	Muhittin KILIÇ
		KOORDINAT	
SONDAJ YERI		X : 4 508 682	Y : 488 542
SONDAJ DER.	40,0 metre	BAŞLANGIÇ TARIHI	11.09.2008
YERALTI SU SEV.	3,6 metre	BITIŞ TARIHI	13.09.2008

DERINLIK (m)	NUMUNE CİNSİ	NUMUNE DERİNLİĞİ (m)	STANDART PENETRASYON DENEYI DARBE SAYISI 0-15 cm.	15-30 cm.	30-45 cm.	N30	GRAFIK 10 20 30 40	AÇIKLAMA	LİTOLOJİ
1								0.Toprak	
2	SPT1	1,5 - 1,95	3	7	9	16		Kahverengi az kum içeren plastisitesi düşük Kil	
3	SPT2	3,0-3,45	2	4	3	7			
4	SPT3	4,5-4,95	4	7	5	12			
5	SPT4	6,0-6,45	3	3	6	9		Gri renkli az kum içeren plastisitesi düşük Kil	
6	SPT5	7,5-7,95	3	6	8	14			
7	SPT6	9,0-9,45	4	5	4	9			
8	SPT7	10,5-10,95	43	31	22	53		Gri renkli az çakıl içeren siltli Kum	
9	SPT8	12,0-12,45	3	4	6	10		Gri renkli kum içeren plastisitesi düşük Silt	
10	SPT9	13,5-13,95	2	5	7	12			
11	SPT10	15,0-15,45	7	9	11	20			
12	SPT11	16,5-16,95	7	13	18	31		Gri renkli az çakıl içeren siltli Kum	
13									
14									
15									
16									
17									

İnce Daneli	İri Daneli
N=0-2 Çok Yumuşak	N=0-4 Çok Gevşek
N=3-4 Yumuşak	N=5-10 Gevşek
N=5-8 Orta Katı	N=11-30 Orta Sıkı
N=9-13 Katı	N=31-50 Sıkı
N=14-30 Çok Katı	N>50 Çok Sıkı
N>30 Sert	

Ek-A.1. Gürsu Sismik Şirketi tarafından yapılan 2/1 no' lu sondaj kuyusuna ait log



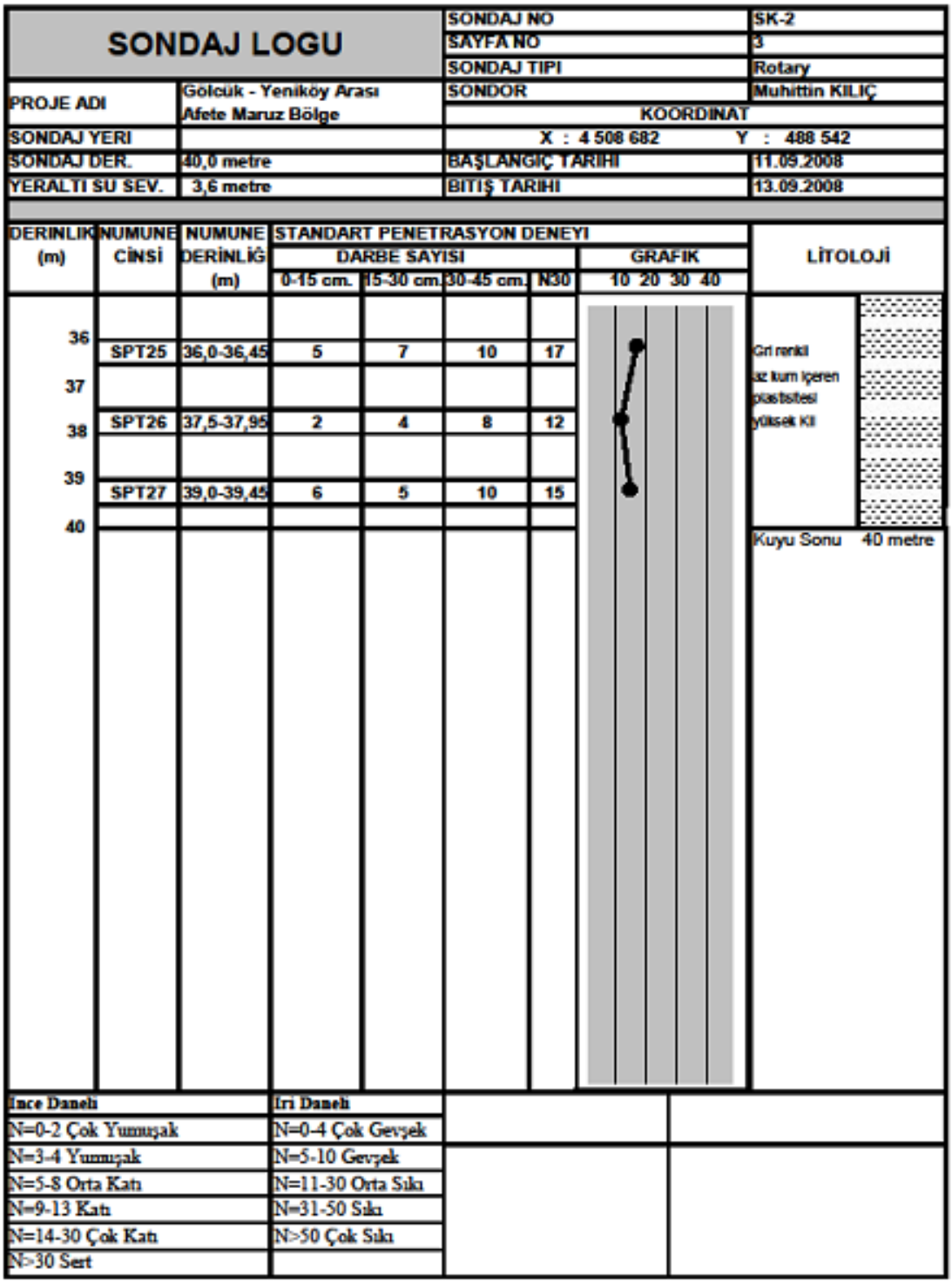
SONDAJ LOGU

		SONDAJ NO	SK-2
		SAYFA NO	2
		SONDAJ TIPI	Rotary
PROJE ADI	Gölcük - Yeniköy Arası Afete Maruz Bölge	SONDOR	Muhittin KILIÇ
		KOORDINAT	
SONDAJ YERI		X : 4 508 682	Y : 488 542
SONDAJ DER.	40,0 metre	BAŞLANGIÇ TARIHI	11.09.2008
YERALTI SU SEV.	3,6 metre	BITIŞ TARIHI	13.09.2008

DERİNLİK (m)	NUMUNE CİNSİ	NUMUNE DERİNLİĞİ (m)	STANDART PENETRASYON DENEYI				AÇIKLAMA	LİTOLOJİ
			DARBE SAYISI			GRAFIK		
			0-15 cm.	15-30 cm.	30-45 cm.	N30	10 20 30 40	
18	SPT12	17,5-17,95	6	12	17	29	Gri renkli az çakıl içeren siltli Kum	
19	SPT13	18,5-18,95	5	8	11	19		
20	SPT14	19,5-19,95	5	6	7	13	Gri renkli kum içeren plastisitesi düşük Silt	
21	SPT15	21,0-21,45	2	4	6	10		
22								
23	SPT16	22,5-22,95	5	8	10	18	Gri renkli az kum içeren plastisitesi düşük Kil	
24	SPT17	24,0-24,45	5	4	7	11		
25								
26	SPT18	25,5-25,95	1	3	2	5		
27	SPT19	27,0-27,45	6	7	9	16		
28								
29	SPT20	28,5-28,95	4	6	8	14	Gri renkli az kum içeren plastisitesi yüksek Kil	
30	SPT21	30,0-30,45	3	2	5	7		
31	UD	31.0-31.50						
32	SPT22	31,5-31,95	2	4	6	10		
33	SPT23	33,0-33,45	3	5	7	12		
34	SPT24	34,5-34,95	1	3	7	10		

İnce Daneli	İri Daneli
N=0-2 Çok Yumuşak	N=0-4 Çok Gevşek
N=3-4 Yumuşak	N=5-10 Gevşek
N=5-8 Orta Katı	N=11-30 Orta Sıkı
N=9-13 Katı	N=31-50 Sıkı
N=14-30 Çok Katı	N>50 Çok Sıkı
N>30 Sert	

Ek-A.2. Gürsu Sismik Şirketi tarafından yapılan 2/2 no' lu sondaj kuyusuna ait log

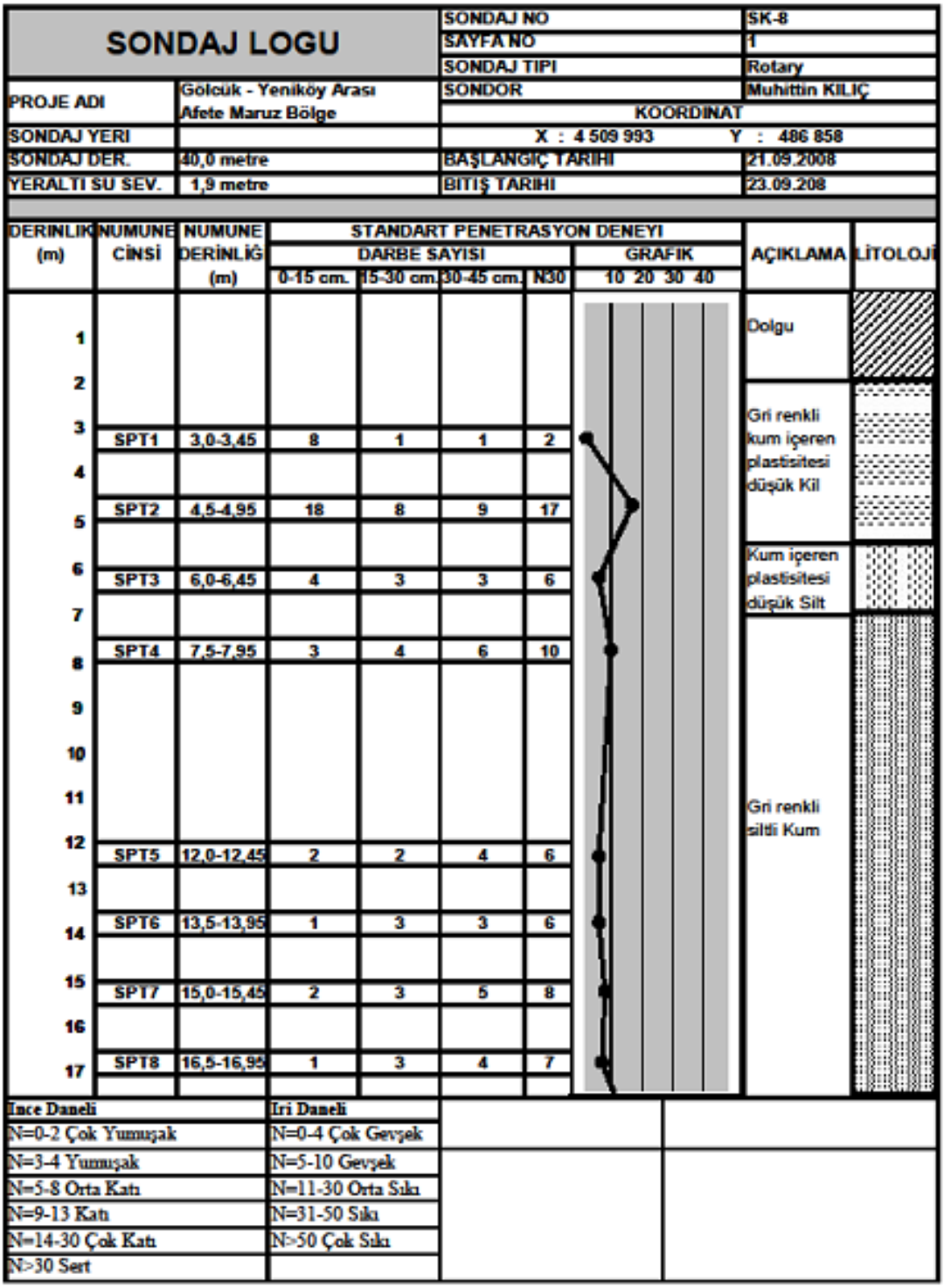


SONDAJ LOGU		SONDAJ NO	SK-2
		SAYFA NO	3
		SONDAJ TIPI	Rotary
PROJE ADI	Gölcük - Yeniköy Arası Afete Maruz Bölge	SONDOR	Muhittin KILIÇ
		KOORDINAT	
SONDAJ YERI		X : 4 508 682	Y : 488 542
SONDAJ DER.	40,0 metre	BAŞLANGIÇ TARIHI	11.09.2008
YERALTI SU SEV.	3,6 metre	BITIŞ TARIHI	13.09.2008

DERINLIK (m)	NUMUNE CİNSİ	NUMUNE DERİNLİĞİ (m)	STANDART PENETRASYON DENEYI				GRAFIK	LİTOLOJİ
			DARBE SAYISI					
			0-15 cm.	15-30 cm.	30-45 cm.	N30	10 20 30 40	
36	SPT25	36,0-36,45	5	7	10	17		Gri renkli siltli kum içeren plastisitesi yüksek kil
37								
38	SPT26	37,5-37,95	2	4	8	12		
39	SPT27	39,0-39,45	6	5	10	15		
40								Kuyu Sonu 40 metre

İnce Daneli	İri Daneli
N=0-2 Çok Yumuşak	N=0-4 Çok Gevşek
N=3-4 Yumuşak	N=5-10 Gevşek
N=5-8 Orta Katı	N=11-30 Orta Sıkı
N=9-13 Katı	N=31-50 Sıkı
N=14-30 Çok Katı	N>50 Çok Sıkı
N>30 Sert	

Ek-A.3. Gürsu Sismik Şirketi tarafından yapılan 2/3 no' lu sondaj kuyusuna ait log

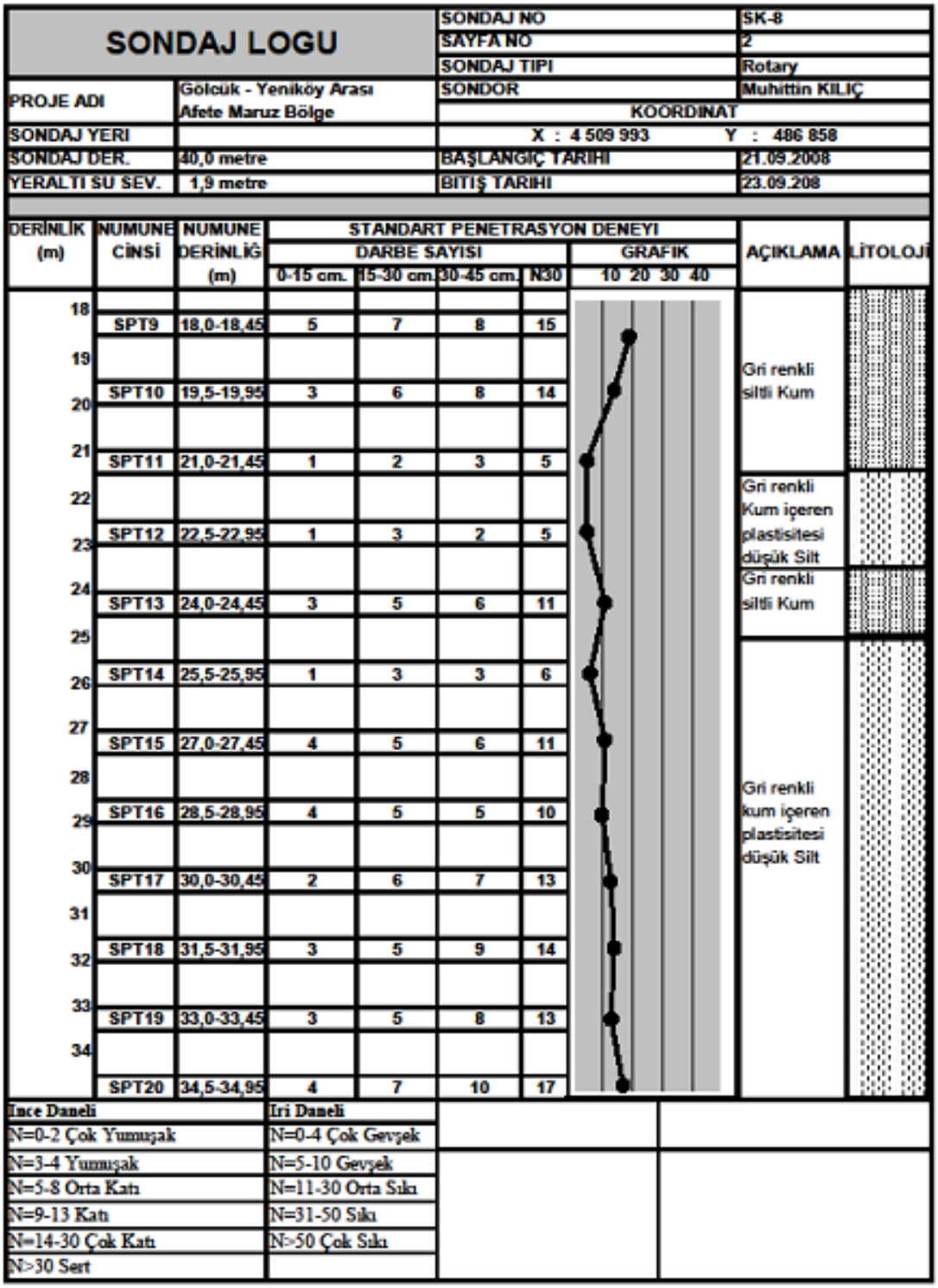


SONDAJ LOGU		SONDAJ NO	SK-8
		SAYFA NO	1
		SONDAJ TIPI	Rotary
PROJE ADI	Gölcük - Yeniköy Arası Afete Maruz Bölge	SONDOR	Muhittin KILIÇ
		KOORDİNAT	
SONDAJ YERİ		X : 4 509 993	Y : 486 858
SONDAJ DER.	40,0 metre	BAŞLANGIÇ TARİHİ	21.09.2008
YERALTI SU SEV.	1,9 metre	BİTİŞ TARİHİ	23.09.208

DERİNLİK (m)	NUMUNE CİNSİ	NUMUNE DERİNLİĞİ (m)	STANDART PENETRASYON DENEYİ				AÇIKLAMA	LİTOLOJİ
			DARBE SAYISI			GRAFİK		
			0-15 cm.	15-30 cm.	30-45 cm.	N30	10 20 30 40	
1							Dolgu	
2								
3	SPT1	3,0-3,45	8	1	1	2	Gri renkli kum içeren plastisitesi düşük Kil	
4								
5	SPT2	4,5-4,95	18	8	9	17		
6	SPT3	6,0-6,45	4	3	3	6	Kum içeren plastisitesi düşük Silt	
7								
8	SPT4	7,5-7,95	3	4	6	10		
9								
10								
11							Gri renkli siltli Kum	
12	SPT5	12,0-12,45	2	2	4	6		
13								
14	SPT6	13,5-13,95	1	3	3	6		
15	SPT7	15,0-15,45	2	3	5	8		
16								
17	SPT8	16,5-16,95	1	3	4	7		

İnce Daneli	İri Daneli
N=0-2 Çok Yumuşak	N=0-4 Çok Gevşek
N=3-4 Yumuşak	N=5-10 Gevşek
N=5-8 Orta Katı	N=11-30 Orta Sıkı
N=9-13 Katı	N=31-50 Sıkı
N=14-30 Çok Katı	N>50 Çok Sıkı
N>30 Sert	

Ek-A.4. Gürsu Sismik Şirketi tarafından yapılan 8/1 no' lu sondaj kuyusuna ait log

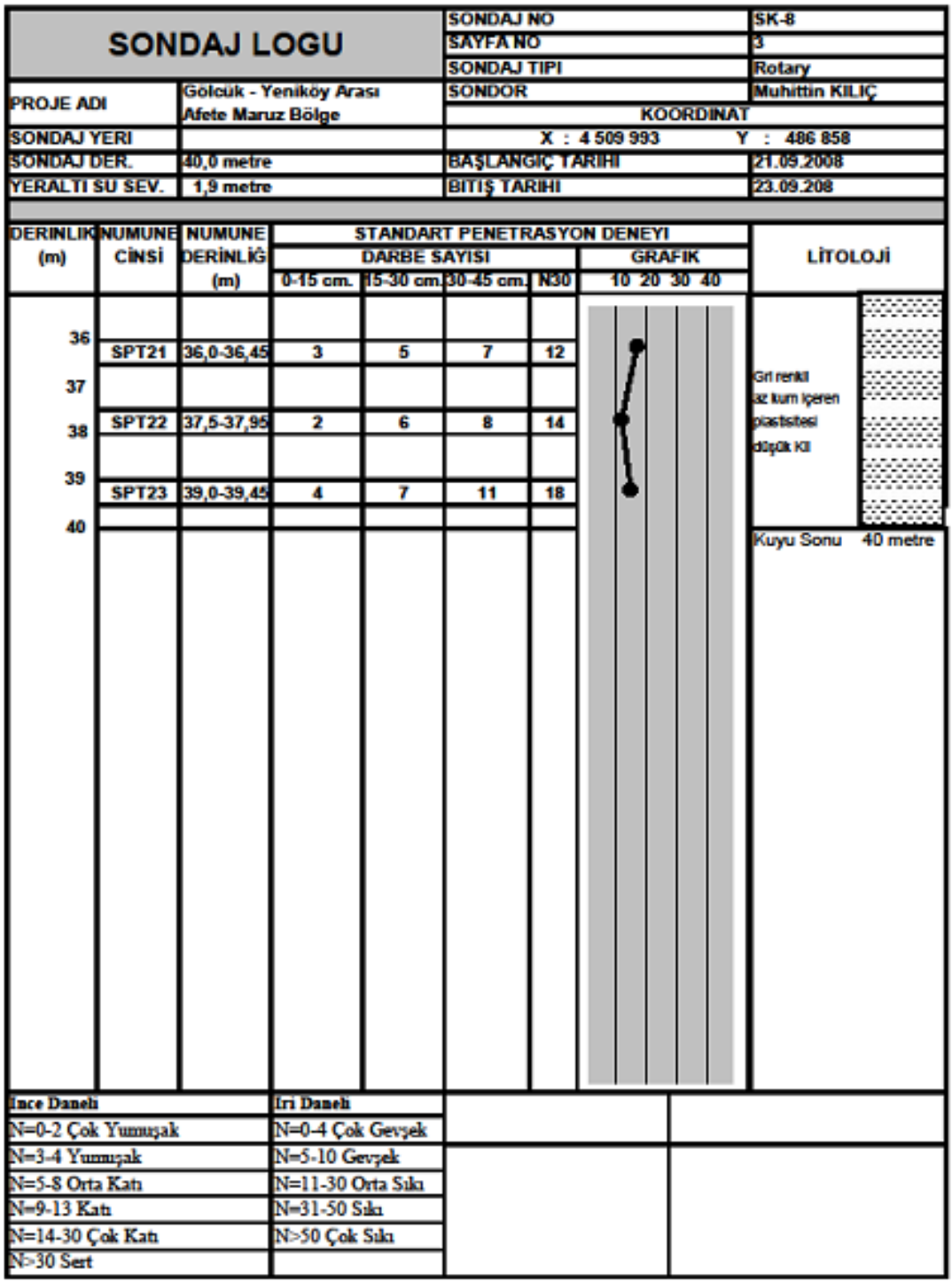


SONDAJ LOGU		SONDAJ NO	SK-8
		SAYFA NO	2
		SONDAJ TIPI	Rotary
PROJE ADI	Gölcük - Yeniköy Arası Afete Maruz Bölge	SONDOR	Muhittin KILIÇ
		KOORDINAT	
SONDAJ YERI		X : 4 509 993	Y : 486 858
SONDAJ DER.	40,0 metre	BAŞLANGIÇ TARIHI	21.09.2008
YERALTI SU SEV.	1,9 metre	BITIŞ TARIHI	23.09.208

DERİNLİK (m)	NUMUNE CİNSİ	NUMUNE DERİNLİĞİ (m)	STANDART PENETRASYON DENEYI DARBE SAYISI 0-15 cm.	15-30 cm.	30-45 cm.	N30	GRAFIK 10 20 30 40	AÇIKLAMA	LİTOLOJİ
18	SPT9	18,0-18,45	5	7	8	15		Gri renkli siltli Kum	
19									
20	SPT10	19,5-19,95	3	6	8	14			
21	SPT11	21,0-21,45	1	2	3	5			
22								Gri renkli Kum içeren plastisitesi düşük Silt	
23	SPT12	22,5-22,95	1	3	2	5			
24	SPT13	24,0-24,45	3	5	6	11		Gri renkli siltli Kum	
25									
26	SPT14	25,5-25,95	1	3	3	6			
27	SPT15	27,0-27,45	4	5	6	11			
28								Gri renkli kum içeren plastisitesi düşük Silt	
29	SPT16	28,5-28,95	4	5	5	10			
30	SPT17	30,0-30,45	2	6	7	13			
31									
32	SPT18	31,5-31,95	3	5	9	14			
33	SPT19	33,0-33,45	3	5	8	13			
34									
	SPT20	34,5-34,95	4	7	10	17			

Ince Daneli	Iri Daneli
N=0-2 Çok Yumuşak	N=0-4 Çok Gevşek
N=3-4 Yumuşak	N=5-10 Gevşek
N=5-8 Orta Katı	N=11-30 Orta Sıkı
N=9-13 Katı	N=31-50 Sıkı
N=14-30 Çok Katı	N>50 Çok Sıkı
N>30 Sert	

Ek-A.5. Gürsu Sismik Şirketi tarafından yapılan 8/2 no' lu sondaj kuyusuna ait log

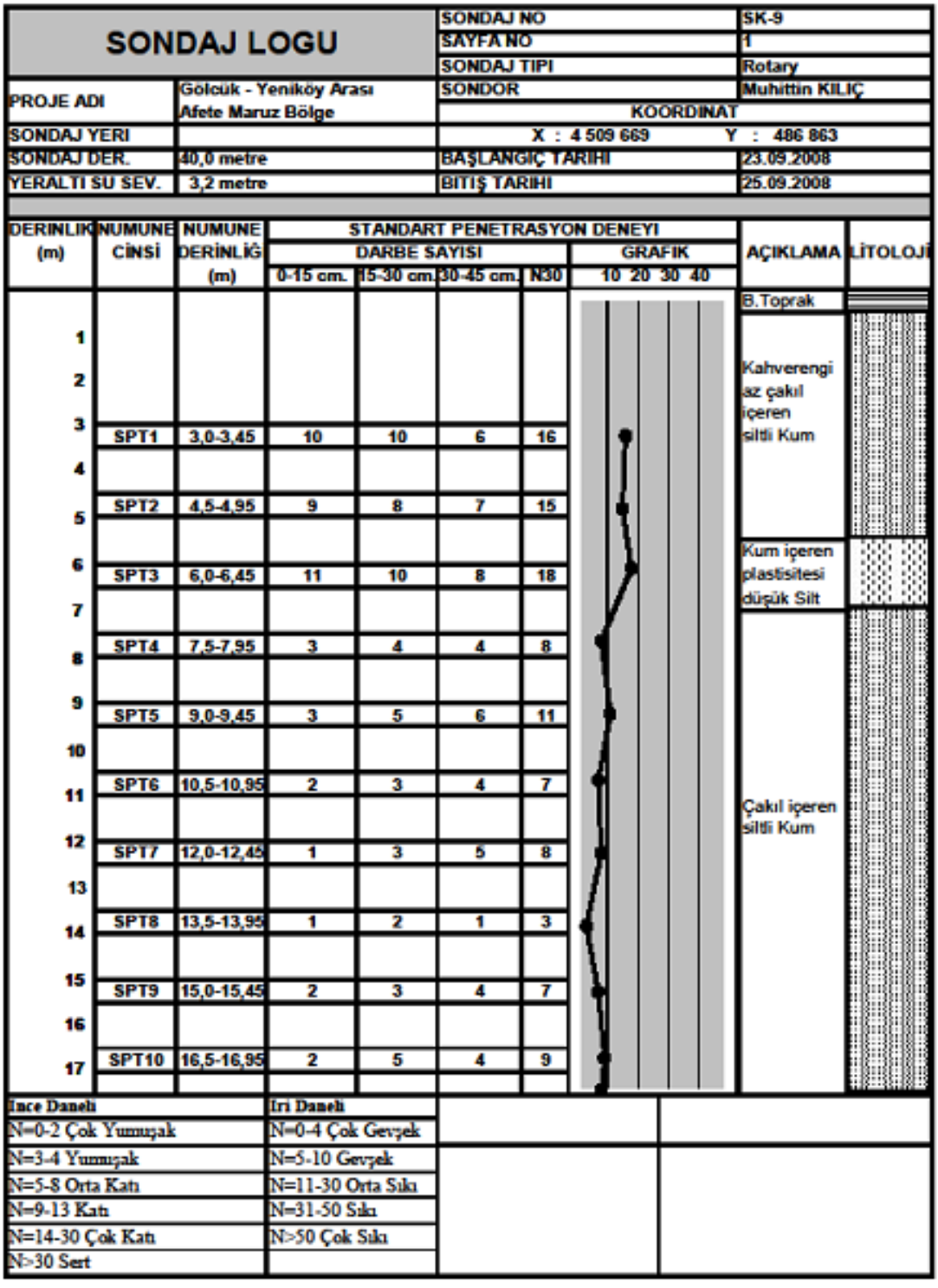


SONDAJ LOGU		SONDAJ NO	SK-8
		SAYFA NO	3
		SONDAJ TIPI	Rotary
PROJE ADI	Gölcük - Yeniköy Arası Afete Maruz Bölge	SONDOR	Muhittin KILIÇ
		KOORDINAT	
SONDAJ YERI		X : 4 509 993	Y : 486 858
SONDAJ DER.	40,0 metre	BAŞLANGIÇ TARIHI	21.09.2008
YERALTI SU SEV.	1,9 metre	BITIŞ TARIHI	23.09.208

DERINLIK (m)	NUMUNE CİNSİ	NUMUNE DERİNLİĞİ (m)	STANDART PENETRASYON DENEYI				LİTOLOJİ
			DARBE SAYISI			GRAFIK	
			0-15 cm.	15-30 cm.	30-45 cm.	N30	10 20 30 40
36	SPT21	36,0-36,45	3	5	7	12	Gri renkli az kum içeren plastisitesi düşük kil
37							
38	SPT22	37,5-37,95	2	6	8	14	
39	SPT23	39,0-39,45	4	7	11	18	
40							Kuyu Sonu 40 metre

İnce Daneli	İri Daneli
N=0-2 Çok Yumuşak	N=0-4 Çok Gevşek
N=3-4 Yumuşak	N=5-10 Gevşek
N=5-8 Orta Katı	N=11-30 Orta Sıkı
N=9-13 Katı	N=31-50 Sıkı
N=14-30 Çok Katı	N>50 Çok Sıkı
N>30 Sert	

Ek-A.6. Gürsu Sismik Şirketi tarafından yapılan 8/3 no' lu sondaj kuyusuna ait log



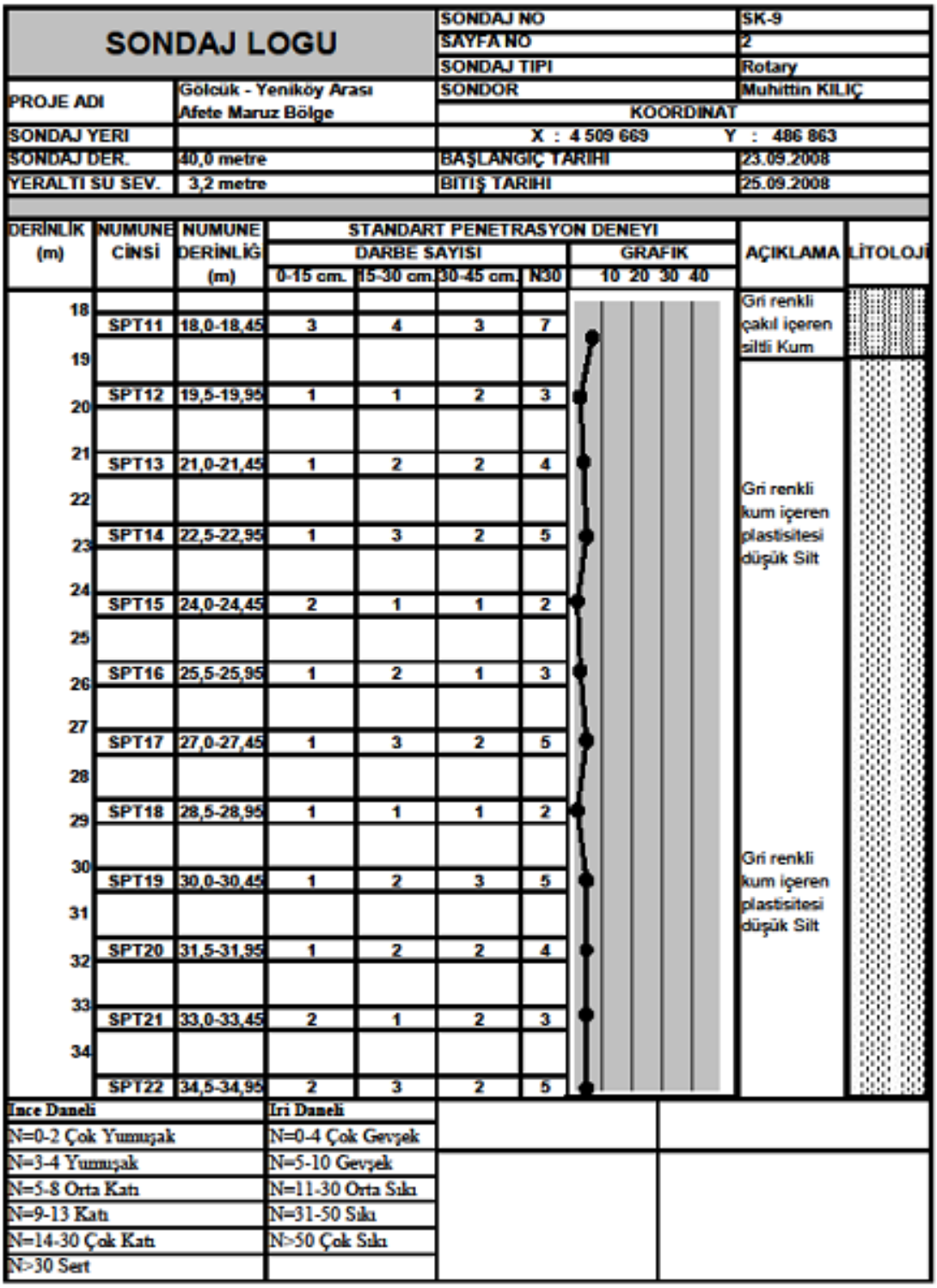
SONDAJ LOGU

		SONDAJ NO	SK-9
		SAYFA NO	1
		SONDAJ TIPI	Rotary
PROJE ADI	Gölcük - Yeniköy Arası Afete Maruz Bölge	SONDOR	Muhittin KILIÇ
		KOORDİNAT	
SONDAJ YERİ		X : 4 509 669	Y : 486 863
SONDAJ DER.	40,0 metre	BAŞLANGIÇ TARİHİ	23.09.2008
YERALTI SU SEV.	3,2 metre	BİTİŞ TARİHİ	25.09.2008

DERİNLİK (m)	NUMUNE CİNSİ	NUMUNE DERİNLİĞİ (m)	STANDART PENETRASYON DENEYİ DARBE SAYISI 0-15 cm.	15-30 cm.	30-45 cm.	N30	GRAFİK 10 20 30 40	AÇIKLAMA	LİTOLOJİ
1								B.Toprak	
2								Kahverengi az çakıl içeren siltli Kum	
3	SPT1	3,0-3,45	10	10	6	16			
4									
5	SPT2	4,5-4,95	9	8	7	15			
6								Kum içeren plastisitesi düşük Silt	
7	SPT3	6,0-6,45	11	10	8	18			
8									
9	SPT4	7,5-7,95	3	4	4	8			
10									
11	SPT5	9,0-9,45	3	5	6	11			
12									
13	SPT6	10,5-10,95	2	3	4	7		Çakıl içeren siltli Kum	
14									
15	SPT7	12,0-12,45	1	3	5	8			
16									
17	SPT8	13,5-13,95	1	2	1	3			
	SPT9	15,0-15,45	2	3	4	7			
	SPT10	16,5-16,95	2	5	4	9			

İnce Daneli	İri Daneli
N=0-2 Çok Yumuşak	N=0-4 Çok Gevşek
N=3-4 Yumuşak	N=5-10 Gevşek
N=5-8 Orta Katı	N=11-30 Orta Sıkı
N=9-13 Katı	N=31-50 Sıkı
N=14-30 Çok Katı	N>50 Çok Sıkı
N>30 Sert	

Ek-A.7. Gürsu Sismik Şirketi tarafından yapılan 9/1 no' lu sondaj kuyusuna ait log

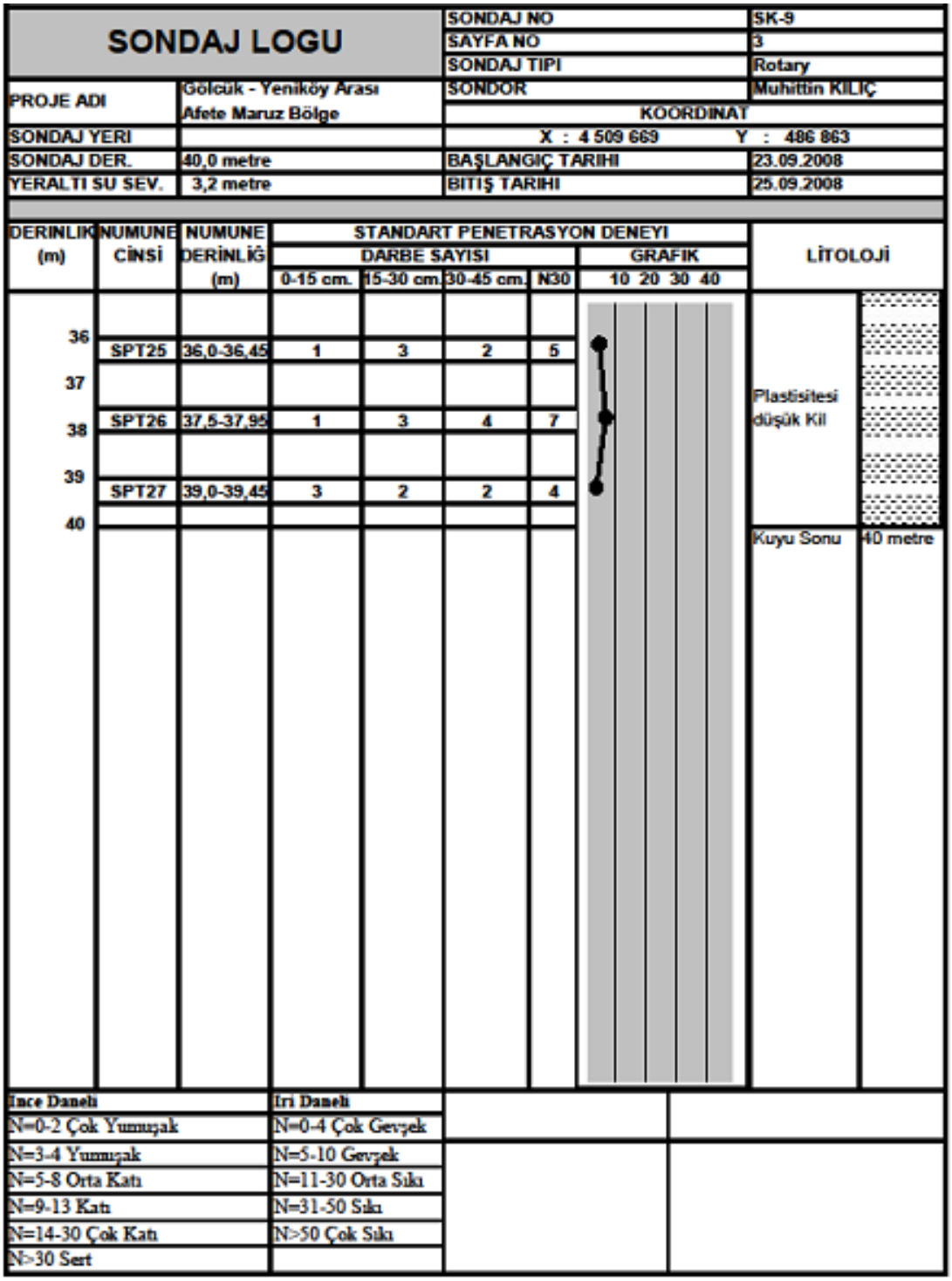


SONDAJ LOGU		SONDAJ NO	SK-9
		SAYFA NO	2
		SONDAJ TIPI	Rotary
PROJE ADI	Gölcük - Yeniköy Arası Afete Maruz Bölge	SONDOR	Muhittin KILIÇ
		KOORDİNAT	
SONDAJ YERİ		X : 4 509 669	Y : 486 863
SONDAJ DER.	40,0 metre	BAŞLANGIÇ TARİHİ	23.09.2008
YERALTI SU SEV.	3,2 metre	BİTİŞ TARİHİ	25.09.2008

DERİNLİK (m)	NUMUNE CİNSİ	NUMUNE DERİNLİĞİ (m)	STANDART PENETRASYON DENEYİ				AÇIKLAMA	LİTOLOJİ
			DARBE SAYISI				GRAFİK	
			0-15 cm.	15-30 cm.	30-45 cm.	N30	10 20 30 40	
18	SPT11	18,0-18,45	3	4	3	7	Gri renkli çakıl içeren siltli Kum	
19								
20	SPT12	19,5-19,95	1	1	2	3		
21	SPT13	21,0-21,45	1	2	2	4		
22							Gri renkli kum içeren plastisitesi düşük Silt	
23	SPT14	22,5-22,95	1	3	2	5		
24	SPT15	24,0-24,45	2	1	1	2		
25								
26	SPT16	25,5-25,95	1	2	1	3		
27	SPT17	27,0-27,45	1	3	2	5		
28								
29	SPT18	28,5-28,95	1	1	1	2		
30	SPT19	30,0-30,45	1	2	3	5	Gri renkli kum içeren plastisitesi düşük Silt	
31								
32	SPT20	31,5-31,95	1	2	2	4		
33	SPT21	33,0-33,45	2	1	2	3		
34								
	SPT22	34,5-34,95	2	3	2	5		

İnce Daneli	İri Daneli
N=0-2 Çok Yumuşak	N=0-4 Çok Gevşek
N=3-4 Yumuşak	N=5-10 Gevşek
N=5-8 Orta Katı	N=11-30 Orta Sıkı
N=9-13 Katı	N=31-50 Sıkı
N=14-30 Çok Katı	N>50 Çok Sıkı
N>30 Sert	

Ek-A.8. Gürsu Sismik Şirketi tarafından yapılan 9/2 no' lu sondaj kuyusuna ait log

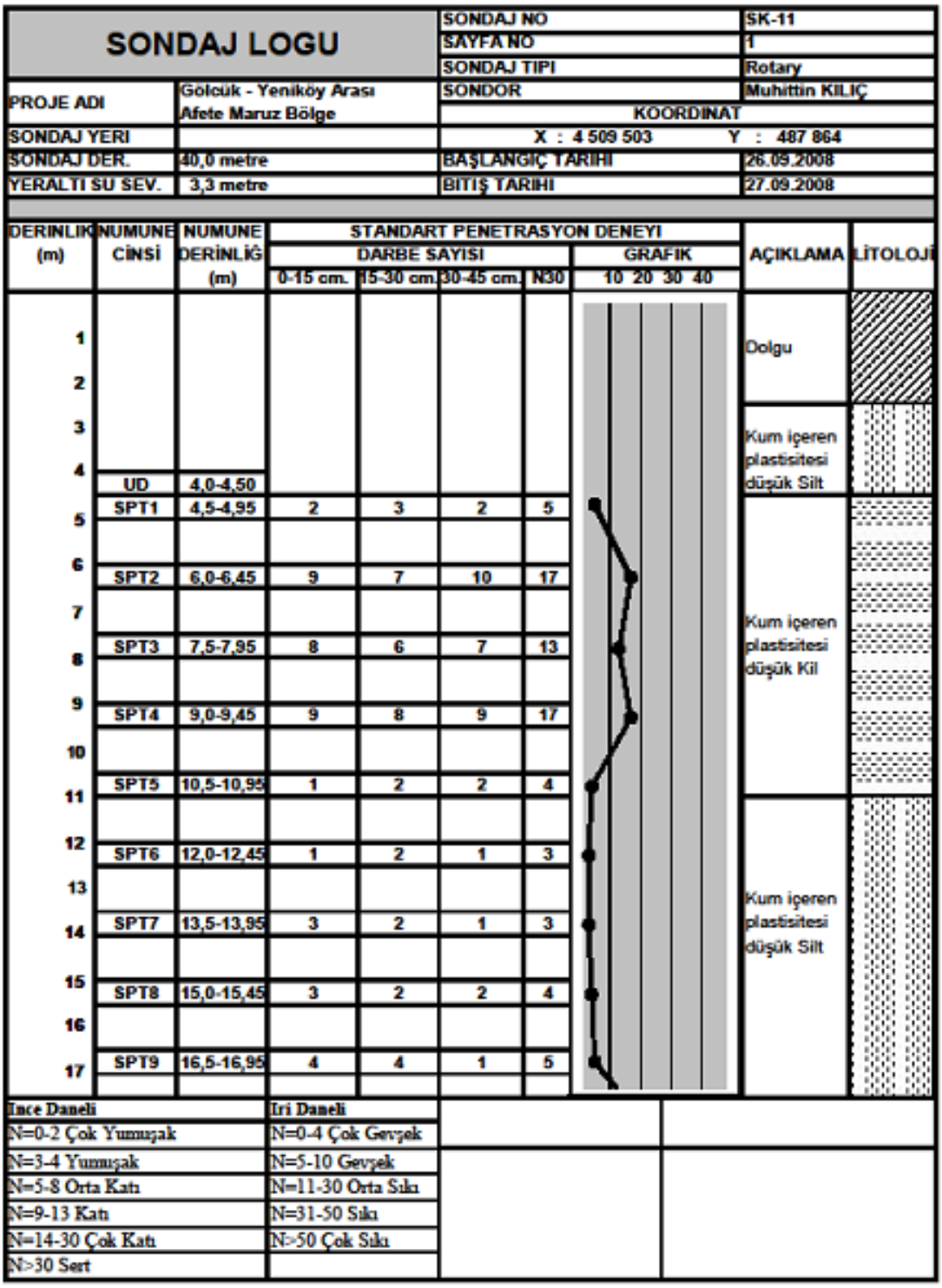


SONDAJ LOGU		SONDAJ NO	SK-9
		SAYFA NO	3
		SONDAJ TIPI	Rotary
PROJE ADI	Gölcük - Yeniköy Arası Afete Maruz Bölge	SONDÖR	Muhittin KILIÇ
		KOORDİNAT	
SONDAJ YERİ		X : 4 509 669	Y : 486 863
SONDAJ DER.	40,0 metre	BAŞLANGIÇ TARİHİ	23.09.2008
YERALTI SU SEV.	3,2 metre	BİTİŞ TARİHİ	25.09.2008

DERİNLİK (m)	NUMUNE CİNSİ	NUMUNE DERİNLİĞİ (m)	STANDART PENETRASYON DENEYİ				LİTOLOJİ	
			DARBE SAYISI				GRAFİK	
			0-15 cm.	15-30 cm.	30-45 cm.	N30	10 20 30 40	
36	SPT25	36,0-36,45	1	3	2	5		Plastisitesi düşük Kil
37								
38	SPT26	37,5-37,95	1	3	4	7		
39								
40	SPT27	39,0-39,45	3	2	2	4		Kuyu Sonu 40 metre

İnce Daneli	İri Daneli
N=0-2 Çok Yumuşak	N=0-4 Çok Gevşek
N=3-4 Yumuşak	N=5-10 Gevşek
N=5-8 Orta Katı	N=11-30 Orta Sıkı
N=9-13 Katı	N=31-50 Sıkı
N=14-30 Çok Katı	N>50 Çok Sıkı
N>30 Sert	

Ek-A.9. Gürsu Sismik Şirketi tarafından yapılan 9/3 no' lu sondaj kuyusuna ait log

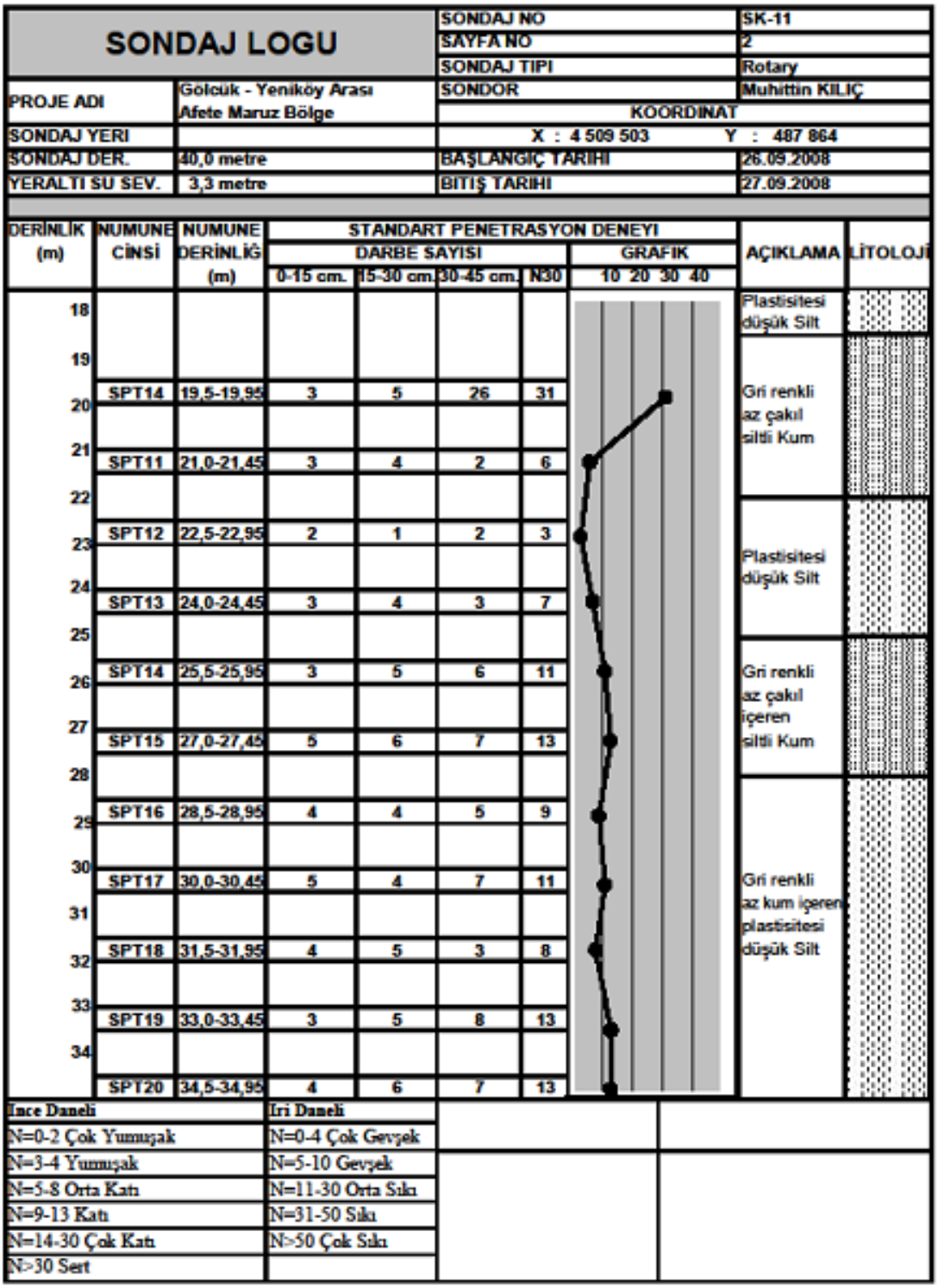


SONDAJ LOGU		SONDAJ NO	SK-11
		SAYFA NO	1
		SONDAJ TIPI	Rotary
PROJE ADI	Gölcük - Yeniköy Arası Afete Maruz Bölge	SONDOR	Muhittin KILIÇ
		KOORDİNAT	
SONDAJ YERİ		X : 4 509 503	Y : 487 864
SONDAJ DER.	40,0 metre	BAŞLANGIÇ TARİHİ	26.09.2008
YERALTI SU SEV.	3,3 metre	BİTİŞ TARİHİ	27.09.2008

DERİNLİK (m)	NUMUNE CİNSİ	NUMUNE DERİNLİĞİ (m)	STANDART PENETRASYON DENEYİ DARBE SAYISI 0-15 cm.	15-30 cm.	30-45 cm.	N30	GRAFİK 10 20 30 40	AÇIKLAMA	LİTOLOJİ
1								Dolgu	
2									
3								Kum içeren plastisitesi düşük Silt	
4	UD	4,0-4,50							
5	SPT1	4,5-4,95	2	3	2	5			
6	SPT2	6,0-6,45	9	7	10	17		Kum içeren plastisitesi düşük Kil	
7	SPT3	7,5-7,95	8	6	7	13			
8	SPT4	9,0-9,45	9	8	9	17			
9	SPT5	10,5-10,95	1	2	2	4			
10	SPT6	12,0-12,45	1	2	1	3		Kum içeren plastisitesi düşük Silt	
11	SPT7	13,5-13,95	3	2	1	3			
12	SPT8	15,0-15,45	3	2	2	4			
13	SPT9	16,5-16,95	4	4	1	5			
14									
15									
16									
17									

İnce Daneli	İri Daneli
N=0-2 Çok Yumuşak	N=0-4 Çok Gevşek
N=3-4 Yumuşak	N=5-10 Gevşek
N=5-8 Orta Katı	N=11-30 Orta Sıkı
N=9-13 Katı	N=31-50 Sıkı
N=14-30 Çok Katı	N>50 Çok Sıkı
N>30 Sert	

Ek-A.10. Gürsu Sismik Şirketi tarafından yapılan 11/1 no' lu sondaj kuyusuna ait log

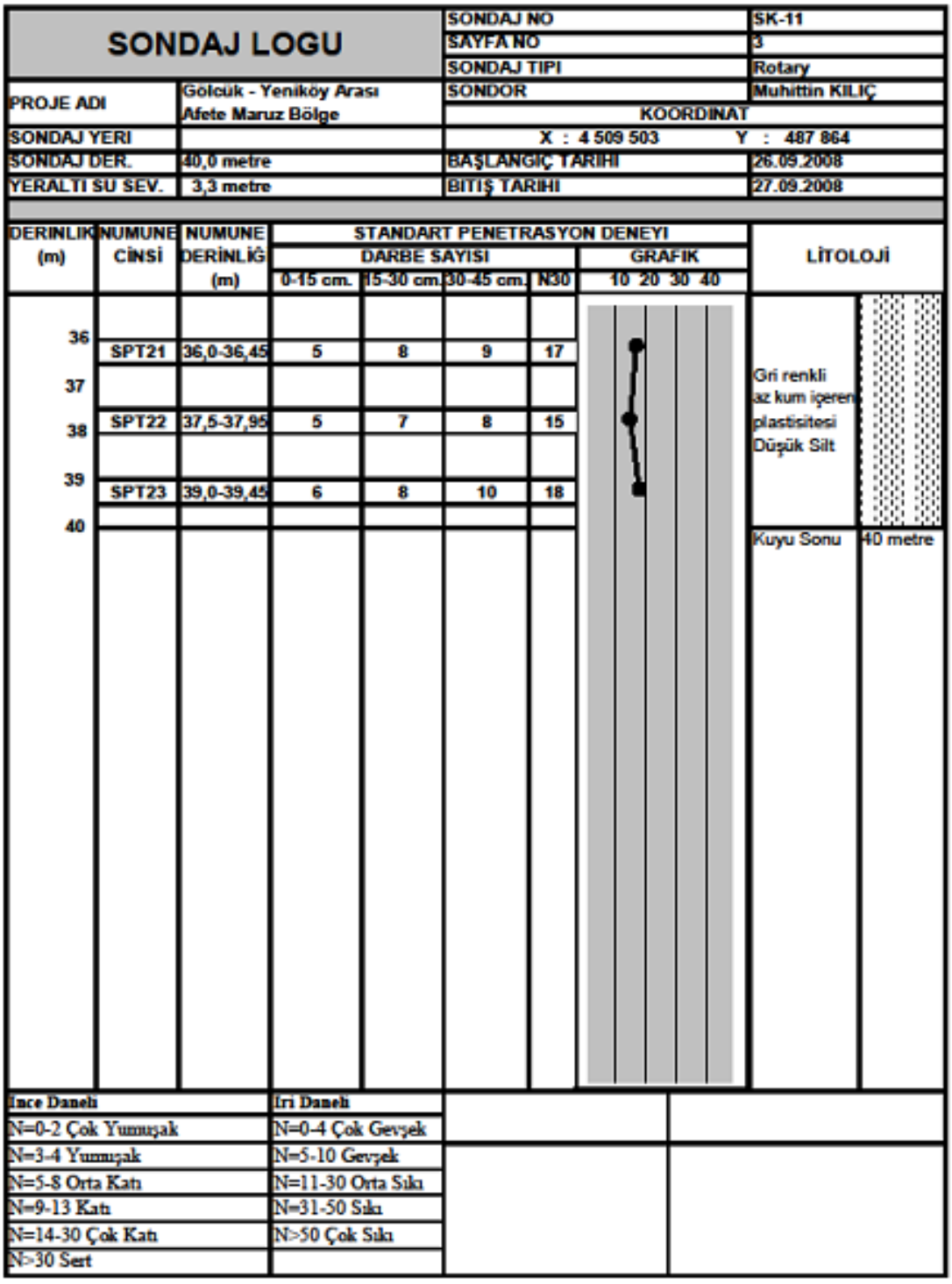


SONDAJ LOGU		SONDAJ NO	SK-11
		SAYFA NO	2
		SONDAJ TIPI	Rotary
PROJE ADI	Gölcük - Yeniköy Arası Afete Maruz Bölge	SONDOR	Muhittin KILIÇ
		KOORDİNAT	
SONDAJ YERİ		X : 4 509 503	Y : 487 864
SONDAJ DER.	40,0 metre	BAŞLANGIÇ TARİHİ	26.09.2008
YERALTI SU SEV.	3,3 metre	BİTİŞ TARİHİ	27.09.2008

DERİNLİK (m)	NUMUNE CİNSİ	NUMUNE DERİNLİĞİ (m)	STANDART PENETRASYON DENEYİ DARBE SAYISI 0-15 cm.	15-30 cm.	30-45 cm.	N30	GRAFİK 10 20 30 40	AÇIKLAMA	LİTOLOJİ
18								Plastisitesi düşük Silt	
19									
20	SPT14	19,5-19,95	3	5	26	31		Gri renkli az çakıl siltli Kum	
21	SPT11	21,0-21,45	3	4	2	6			
22									
23	SPT12	22,5-22,95	2	1	2	3		Plastisitesi düşük Silt	
24	SPT13	24,0-24,45	3	4	3	7			
25									
26	SPT14	25,5-25,95	3	5	6	11		Gri renkli az çakıl içeren siltli Kum	
27	SPT15	27,0-27,45	5	6	7	13			
28									
29	SPT16	28,5-28,95	4	4	5	9			
30	SPT17	30,0-30,45	5	4	7	11		Gri renkli az kum içeren plastisitesi düşük Silt	
31									
32	SPT18	31,5-31,95	4	5	3	8			
33	SPT19	33,0-33,45	3	5	8	13			
34									
	SPT20	34,5-34,95	4	6	7	13			

İnce Daneli	İri Daneli
N=0-2 Çok Yumuşak	N=0-4 Çok Gevşek
N=3-4 Yumuşak	N=5-10 Gevşek
N=5-8 Orta Katı	N=11-30 Orta Sıkı
N=9-13 Katı	N=31-50 Sıkı
N=14-30 Çok Katı	N>50 Çok Sıkı
N>30 Sert	

Ek-A.11. Gürsu Sismik Şirketi tarafından yapılan 11/2 no' lu sondaj kuyusuna ait log

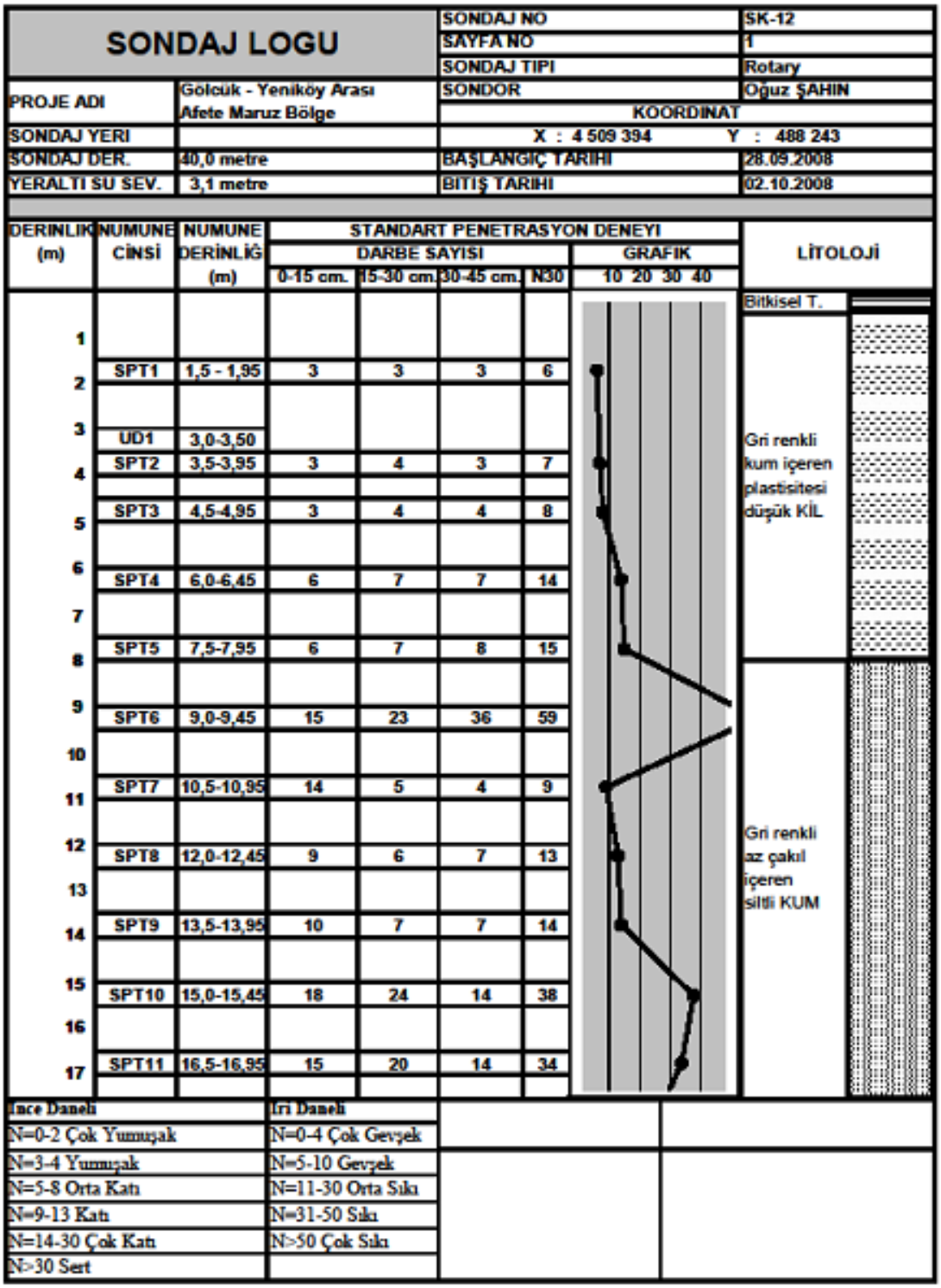


SONDAJ LOGU		SONDAJ NO	SK-11
		SAYFA NO	3
		SONDAJ TIPI	Rotary
PROJE ADI	Gölcük - Yeniköy Arası Afete Maruz Bölge	SONDOR	Muhittin KILIÇ
		KOORDINAT	
SONDAJ YERI		X : 4 509 503	Y : 487 864
SONDAJ DER.	40,0 metre	BAŞLANGIÇ TARIHI	26.09.2008
YERALTI SU SEV.	3,3 metre	BITIŞ TARIHI	27.09.2008

DERINLIK (m)	NUMUNE CİNSİ	NUMUNE DERİNLİĞİ (m)	STANDART PENETRASYON DENEYI DARBE SAYISI 0-15 cm.	15-30 cm.	30-45 cm.	N30	GRAFIK 10 20 30 40	LİTOLOJİ
36								
	SPT21	36,0-36,45	5	8	9	17		
37								Gri renkli az kum içeren plastisitesi Düşük Silt
	SPT22	37,5-37,95	5	7	8	15		
38								
	SPT23	39,0-39,45	6	8	10	18		
39								
40								Kuyu Sonu 40 metre

İnce Daneli	İri Daneli
N=0-2 Çok Yumuşak	N=0-4 Çok Gevşek
N=3-4 Yumuşak	N=5-10 Gevşek
N=5-8 Orta Katı	N=11-30 Orta Sıkı
N=9-13 Katı	N=31-50 Sıkı
N=14-30 Çok Katı	N>50 Çok Sıkı
N>30 Sert	

Ek-A.12. Gürsu Sismik Şirketi tarafından yapılan 11/3 no' lu sondaj kuyusuna ait log

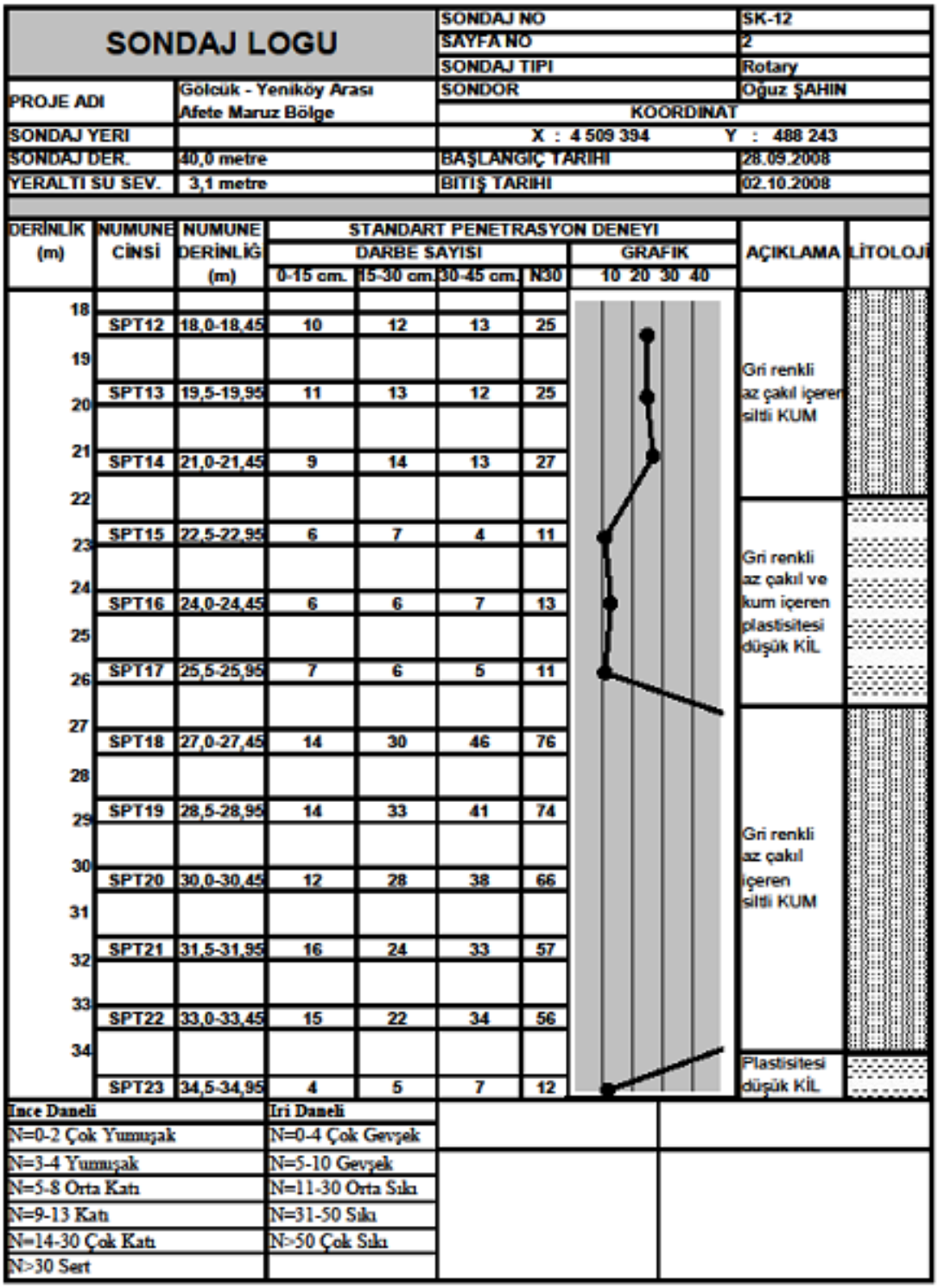


SONDAJ LOGU		SONDAJ NO	SK-12
		SAYFA NO	1
		SONDAJ TIPI	Rotary
PROJE ADI	Gölcük - Yeniköy Arası Afete Maruz Bölge	SONDOR	Oğuz ŞAHİN
		KOORDİNAT	
SONDAJ YERİ		X : 4 509 394	Y : 488 243
SONDAJ DER.	40,0 metre	BAŞLANGIÇ TARİHİ	28.09.2008
YERALTI SU SEV.	3,1 metre	BİTİŞ TARİHİ	02.10.2008

DERİNLİK (m)	NUMUNE CİNSİ	NUMUNE DERİNLİĞİ (m)	STANDART PENETRASYON DENEYİ DARBE SAYISI 0-15 cm.	15-30 cm.	30-45 cm.	N30	GRAFİK 10 20 30 40	LİTOLOJİ
1								Bitkisel T.
2	SPT1	1,5 - 1,95	3	3	3	6		
3	UD1	3,0-3,50						Gri renkli kum içeren plastisitesi düşük KİL
4	SPT2	3,5-3,95	3	4	3	7		
5	SPT3	4,5-4,95	3	4	4	8		
6	SPT4	6,0-6,45	6	7	7	14		
7	SPT5	7,5-7,95	6	7	8	15		
8	SPT6	9,0-9,45	15	23	36	59		
9	SPT7	10,5-10,95	14	5	4	9		
10	SPT8	12,0-12,45	9	6	7	13		Gri renkli az çakıl içeren siltli KUM
11	SPT9	13,5-13,95	10	7	7	14		
12	SPT10	15,0-15,45	18	24	14	38		
13	SPT11	16,5-16,95	15	20	14	34		
14								
15								
16								
17								

İnce Daneli	İri Daneli
N=0-2 Çok Yumuşak	N=0-4 Çok Gevşek
N=3-4 Yumuşak	N=5-10 Gevşek
N=5-8 Orta Katı	N=11-30 Orta Sıkı
N=9-13 Katı	N=31-50 Sıkı
N=14-30 Çok Katı	N>50 Çok Sıkı
N>30 Sert	

Ek-A.13. Gürsu Sismik Şirketi tarafından yapılan 12/1 no' lu sondaj kuyusuna ait log



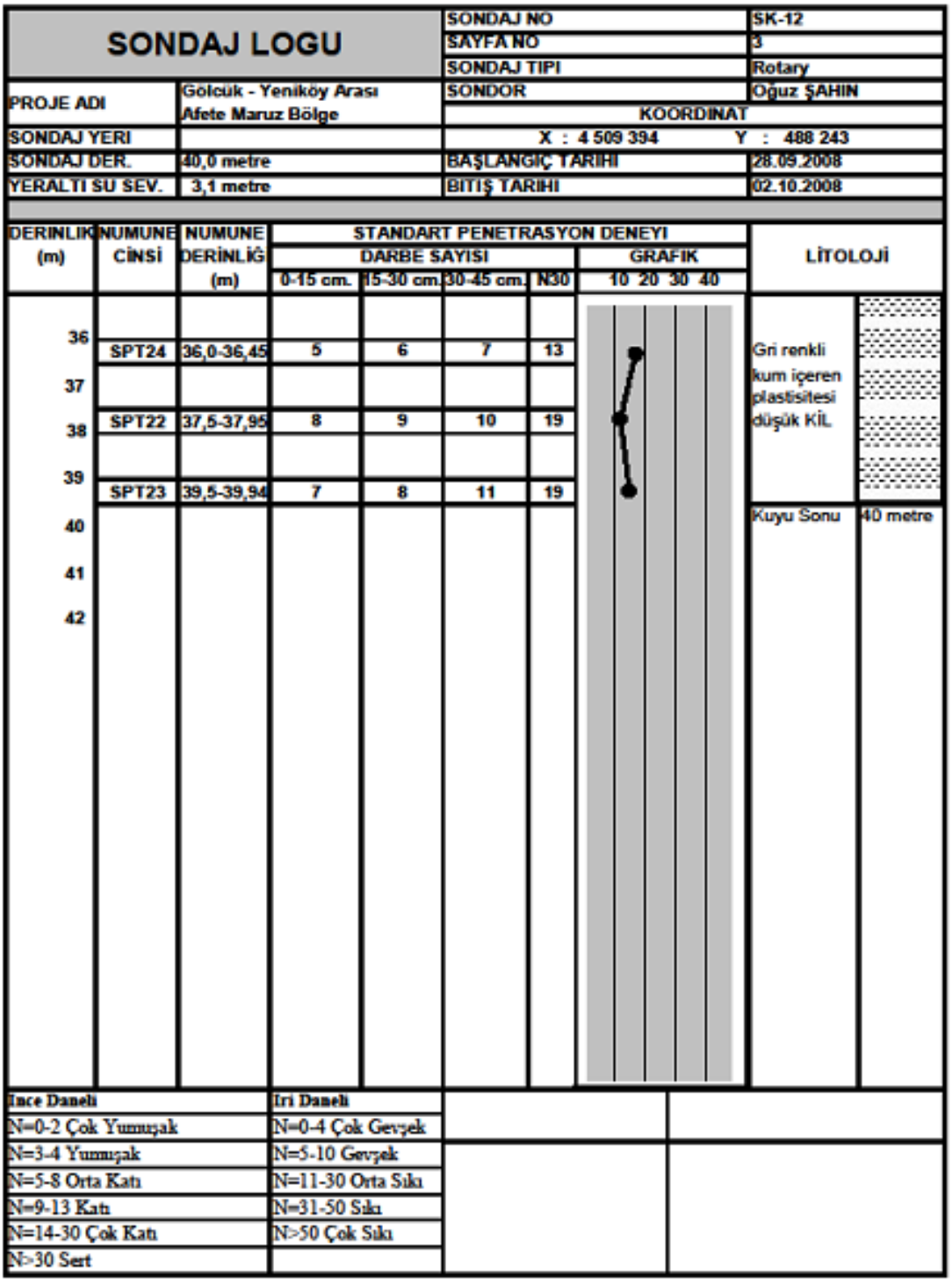
SONDAJ LOGU

		SONDAJ NO	SK-12
		SAYFA NO	2
		SONDAJ TIPI	Rotary
PROJE ADI	Gölcük - Yeniköy Arası Afete Maruz Bölge	SONDOR	Oğuz ŞAHİN
		KOORDİNAT	
SONDAJ YERİ		X : 4 509 394	Y : 488 243
SONDAJ DER.	40,0 metre	BAŞLANGIÇ TARİHİ	28.09.2008
YERALTI SU SEV.	3,1 metre	BİTİŞ TARİHİ	02.10.2008

DERİNLİK (m)	NUMUNE CİNSİ	NUMUNE DERİNLİĞİ (m)	STANDART PENETRASYON DENEYİ DARBE SAYISI 0-15 cm.	15-30 cm.	30-45 cm.	N30	GRAFİK 10 20 30 40	AÇIKLAMA	LİTOLOJİ
18	SPT12	18,0-18,45	10	12	13	25		Gri renkli az çakıl içeren siltli KUM	
19									
20	SPT13	19,5-19,95	11	13	12	25			
21									
22	SPT14	21,0-21,45	9	14	13	27			
23									
24	SPT15	22,5-22,95	6	7	4	11		Gri renkli az çakıl ve kum içeren plastisitesi düşük KİL	
25									
26	SPT16	24,0-24,45	6	6	7	13			
27									
28	SPT17	25,5-25,95	7	6	5	11			
29									
30	SPT18	27,0-27,45	14	30	46	76		Gri renkli az çakıl içeren siltli KUM	
31									
32	SPT19	28,5-28,95	14	33	41	74			
33									
34	SPT20	30,0-30,45	12	28	38	66			
	SPT21	31,5-31,95	16	24	33	57			
	SPT22	33,0-33,45	15	22	34	56			
	SPT23	34,5-34,95	4	5	7	12		Plastisitesi düşük KİL	

İnce Daneli	İri Daneli
N=0-2 Çok Yumuşak	N=0-4 Çok Gevşek
N=3-4 Yumuşak	N=5-10 Gevşek
N=5-8 Orta Katı	N=11-30 Orta Sıkı
N=9-13 Katı	N=31-50 Sıkı
N=14-30 Çok Katı	N>50 Çok Sıkı
N>30 Sert	

Ek-A.14. Gürsu Sismik Şirketi tarafından yapılan 12/2 no' lu sondaj kuyusuna ait log

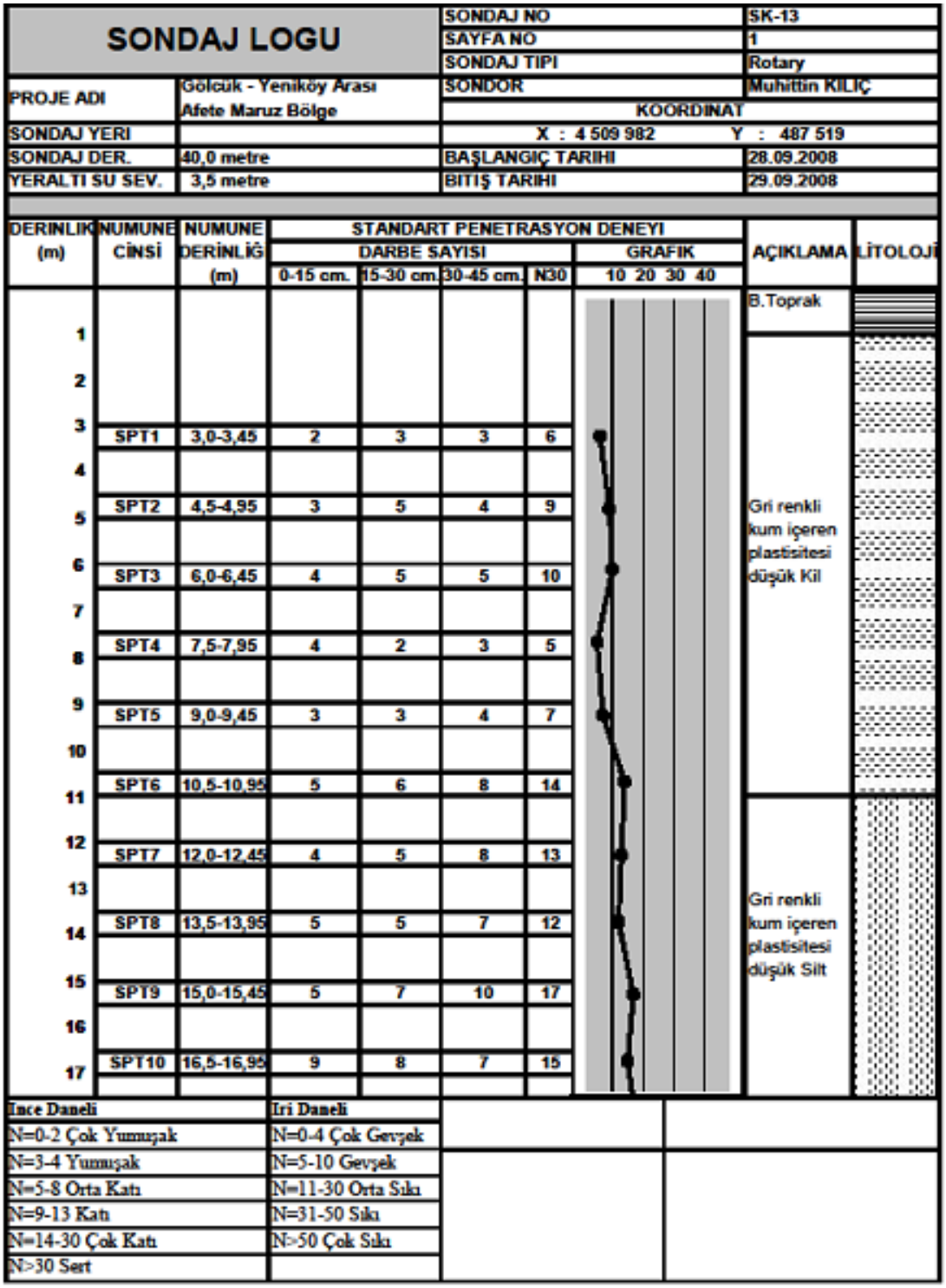


SONDAJ LOGU		SONDAJ NO	SK-12
		SAYFA NO	3
		SONDAJ TIPI	Rotary
PROJE ADI	Gölcük - Yeniköy Arası Afete Maruz Bölge	SONDOR	Oğuz ŞAHİN
		KOORDİNAT	
SONDAJ YERİ		X : 4 509 394	Y : 488 243
SONDAJ DER.	40,0 metre	BAŞLANGIÇ TARİHİ	28.09.2008
YERALTI SU SEV.	3,1 metre	BİTİŞ TARİHİ	02.10.2008

DERİNLİK (m)	NUMUNE CİNSİ	NUMUNE DERİNLİĞİ (m)	STANDART PENETRASYON DENEYİ				LİTOLOJİ	
			DARBE SAYISI				GRAFİK	
			0-15 cm.	15-30 cm.	30-45 cm.	N30	10 20 30 40	
36								
	SPT24	36,0-36,45	5	6	7	13		Gri renkli kum içeren plastisitesi düşük KİL
37								
	SPT22	37,5-37,95	8	9	10	19		
38								
39	SPT23	39,5-39,94	7	8	11	19		
40								Kuyu Sonu 40 metre
41								
42								

İnce Daneli	İri Daneli
N=0-2 Çok Yumuşak	N=0-4 Çok Gevşek
N=3-4 Yumuşak	N=5-10 Gevşek
N=5-8 Orta Katı	N=11-30 Orta Sıkı
N=9-13 Katı	N=31-50 Sıkı
N=14-30 Çok Katı	N>50 Çok Sıkı
N>30 Sert	

Ek-A.15. Gürsu Sismik Şirketi tarafından yapılan 12/3 no' lu sondaj kuyusuna ait log



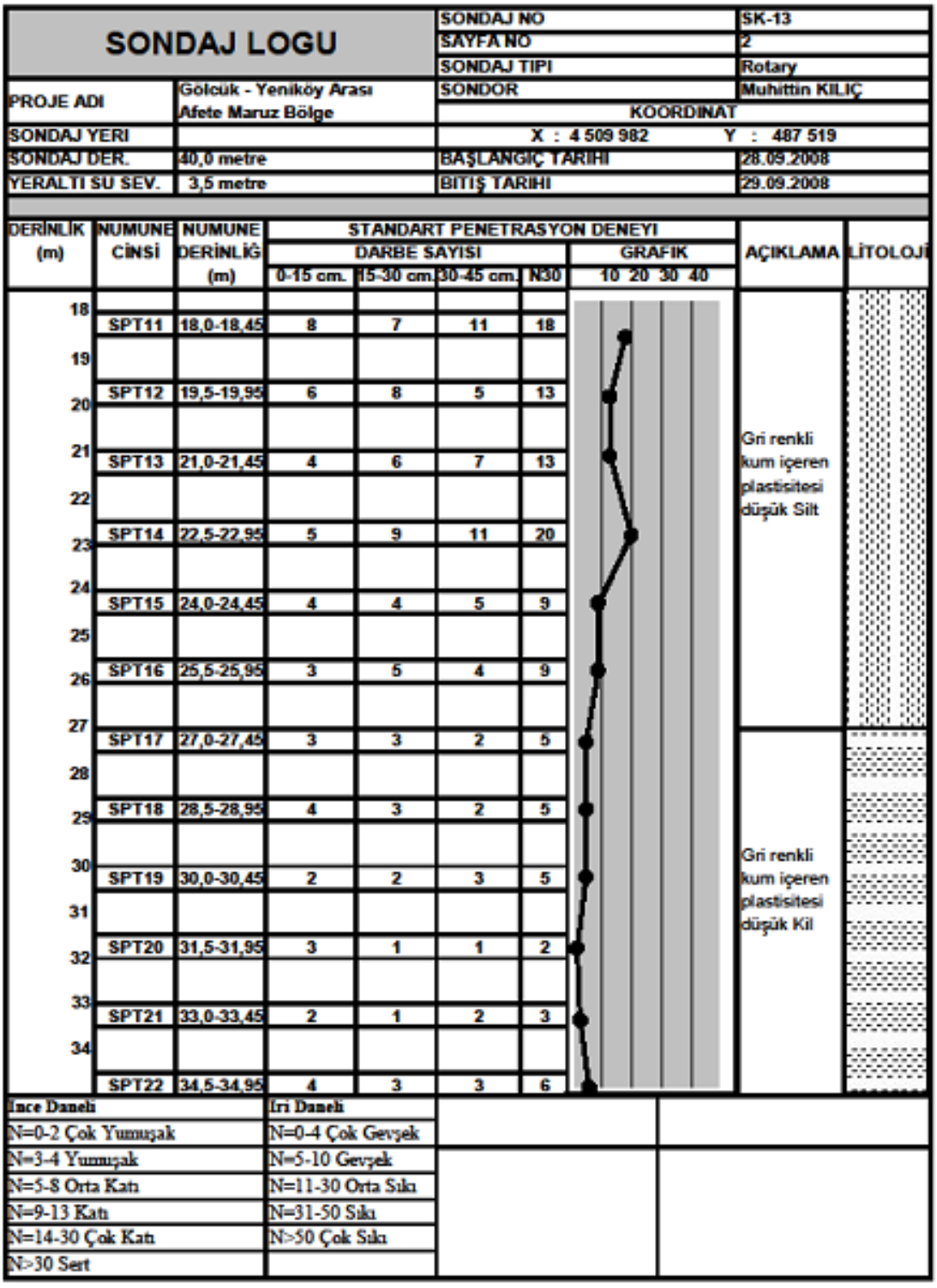
SONDAJ LOGU

		SONDAJ NO	SK-13
		SAYFA NO	1
		SONDAJ TIPI	Rotary
PROJE ADI	Gölcük - Yeniköy Arası Afete Maruz Bölge	SONDOR	Muhittin KILIÇ
		KOORDINAT	
SONDAJ YERI		X : 4 509 982	Y : 487 519
SONDAJ DER.	40,0 metre	BAŞLANGIÇ TARIHI	28.09.2008
YERALTI SU SEV.	3,5 metre	BITIŞ TARIHI	29.09.2008

DERINLIK (m)	NUMUNE CİNSİ	NUMUNE DERİNLİĞİ (m)	STANDART PENETRASYON DENEYI DARBE SAYISI 0-15 cm.	15-30 cm.	30-45 cm.	N30	GRAFIK 10 20 30 40	AÇIKLAMA	LİTOLOJİ
1								B.Toprak	
2									
3	SPT1	3,0-3,45	2	3	3	6			
4									
5	SPT2	4,5-4,95	3	5	4	9		Gri renkli kum içeren plastisitesi düşük Kil	
6	SPT3	6,0-6,45	4	5	5	10			
7									
8	SPT4	7,5-7,95	4	2	3	5			
9	SPT5	9,0-9,45	3	3	4	7			
10									
11	SPT6	10,5-10,95	5	6	8	14			
12	SPT7	12,0-12,45	4	5	8	13			
13								Gri renkli kum içeren plastisitesi düşük Silt	
14	SPT8	13,5-13,95	5	5	7	12			
15	SPT9	15,0-15,45	5	7	10	17			
16									
17	SPT10	16,5-16,95	9	8	7	15			

Ince Daneli	Iri Daneli
N=0-2 Çok Yumuşak	N=0-4 Çok Gevşek
N=3-4 Yumuşak	N=5-10 Gevşek
N=5-8 Orta Katı	N=11-30 Orta Sıkı
N=9-13 Katı	N=31-50 Sıkı
N=14-30 Çok Katı	N>50 Çok Sıkı
N>30 Sert	

Ek-A.16. Gürsu Sismik Şirketi tarafından yapılan 13/1 no' lu sondaj kuyusuna ait log

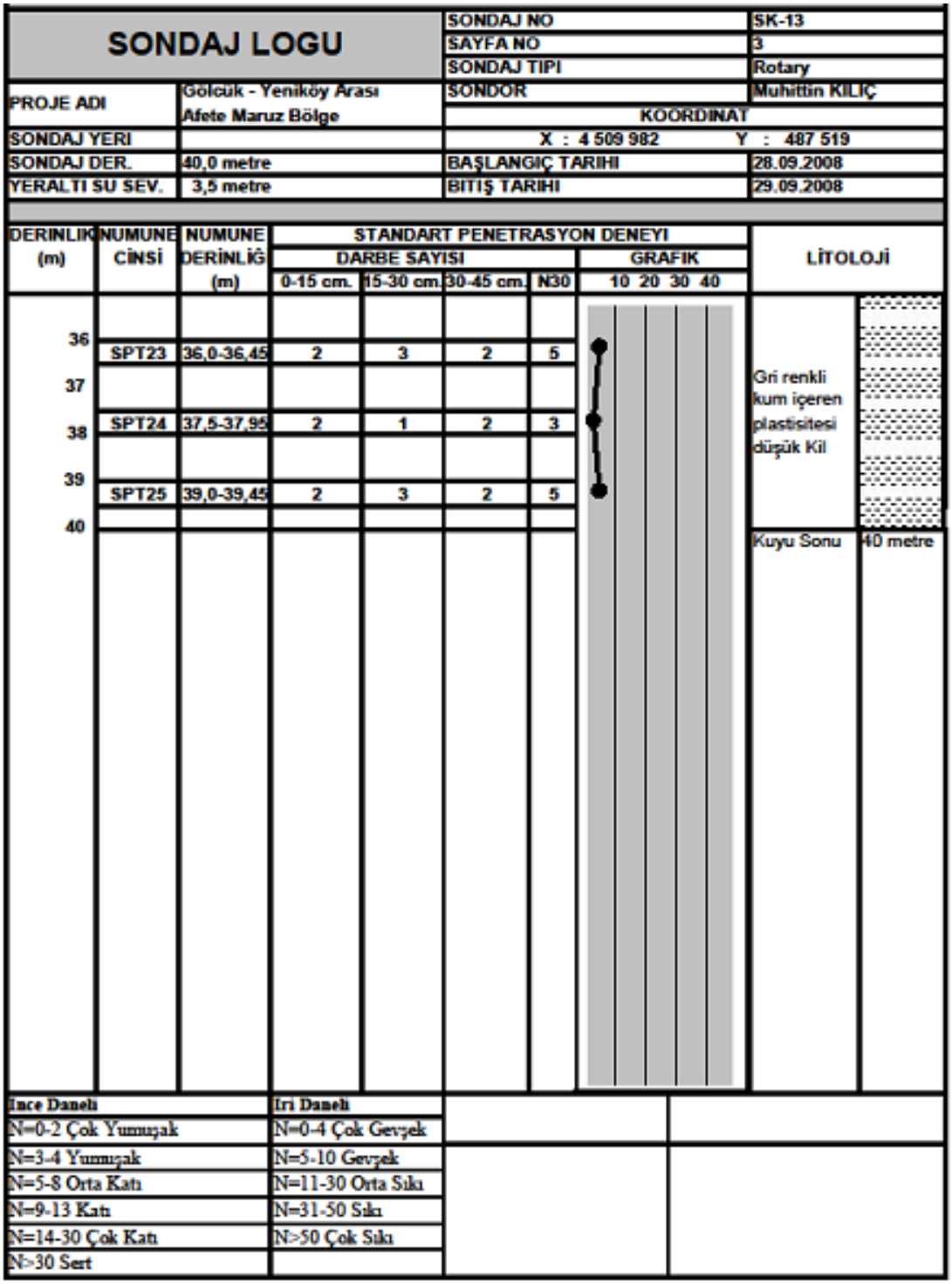


SONDAJ LOGU		SONDAJ NO	SK-13
		SAYFA NO	2
		SONDAJ TİPİ	Rotary
PROJE ADI	Gölcük - Yeniköy Arası Afete Maruz Bölge	SONDÖR	Muhittin KILIÇ
		KOORDİNAT	
SONDAJ YERİ		X : 4 509 982	Y : 487 519
SONDAJ DER.	40,0 metre	BAŞLANGIÇ TARİHİ	28.09.2008
YERALTI SU SEV.	3,5 metre	BİTİŞ TARİHİ	29.09.2008

DERİNLİK (m)	NUMUNE CİNSİ	NUMUNE DERİNLİĞİ (m)	STANDART PENETRASYON DENEYİ				AÇIKLAMA	LİTOLOJİ
			DARBE SAYISI			GRAFİK		
			0-15 cm.	15-30 cm.	30-45 cm.	N30	10 20 30 40	
18	SPT11	18,0-18,45	8	7	11	18	Gri renkli kum içeren plastisitesi düşük Silt	
19								
20	SPT12	19,5-19,95	6	8	5	13		
21	SPT13	21,0-21,45	4	6	7	13		
22								
23	SPT14	22,5-22,95	5	9	11	20		
24	SPT15	24,0-24,45	4	4	5	9		
25								
26	SPT16	25,5-25,95	3	5	4	9		
27	SPT17	27,0-27,45	3	3	2	5		
28								
29	SPT18	28,5-28,95	4	3	2	5		
30	SPT19	30,0-30,45	2	2	3	5	Gri renkli kum içeren plastisitesi düşük Kil	
31								
32	SPT20	31,5-31,95	3	1	1	2		
33	SPT21	33,0-33,45	2	1	2	3		
34								
	SPT22	34,5-34,95	4	3	3	6		

İnce Daneli	İri Daneli
N=0-2 Çok Yumuşak	N=0-4 Çok Gevşek
N=3-4 Yumuşak	N=5-10 Gevşek
N=5-8 Orta Katı	N=11-30 Orta Sıkı
N=9-13 Katı	N=31-50 Sıkı
N=14-30 Çok Katı	N>50 Çok Sıkı
N>30 Sert	

Ek-A.17. Gürsu Sismik Şirketi tarafından yapılan 13/2 no' lu sondaj kuyusuna ait log

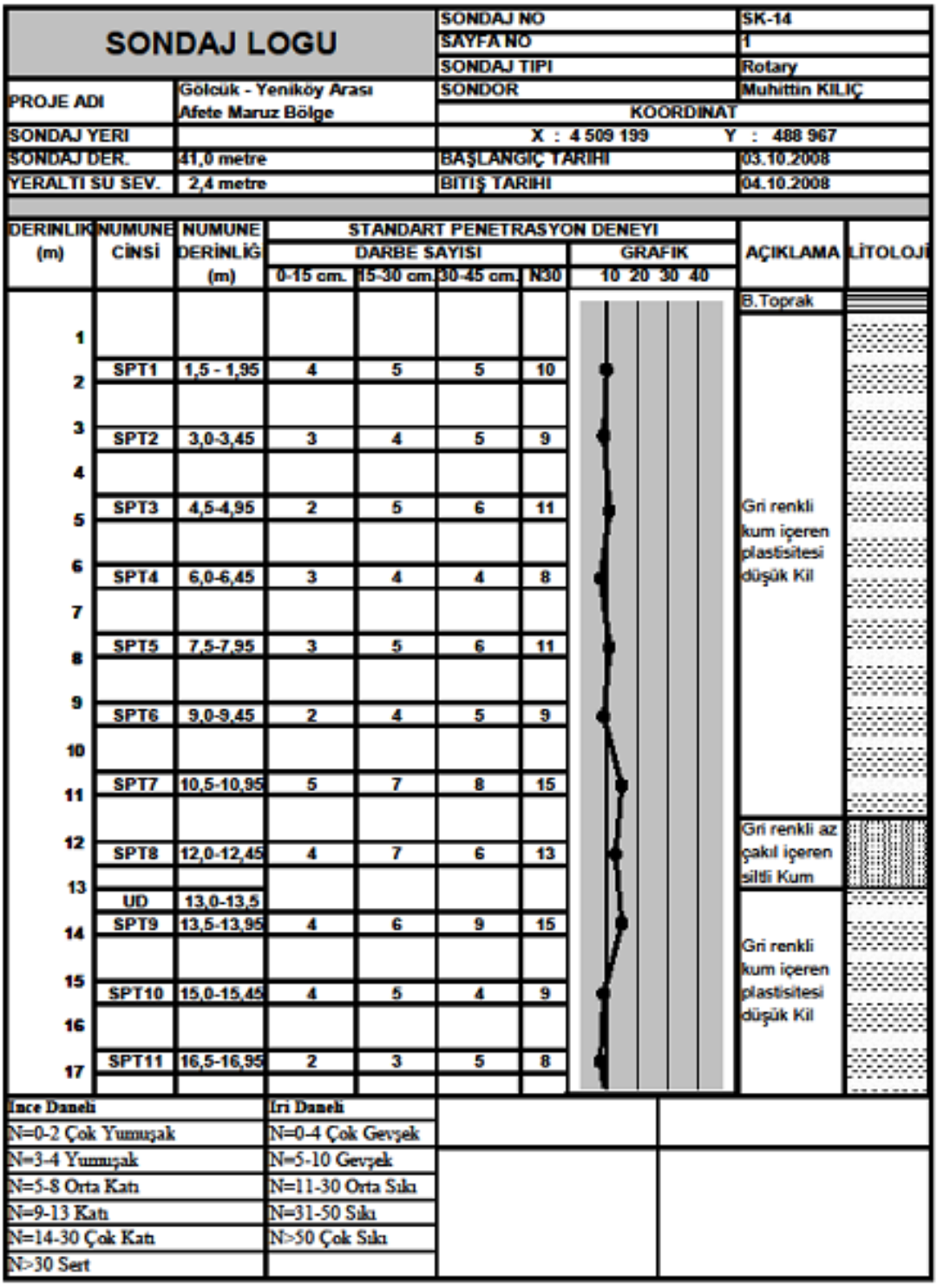


SONDAJ LOGU		SONDAJ NO	SK-13
		SAYFA NO	3
		SONDAJ TIPI	Rotary
PROJE ADI	Gölcük - Yeniköy Arası Afete Maruz Bölge	SONDOR	Muhittin KILIÇ
		KOORDİNAT	
SONDAJ YERİ		X : 4 509 982	Y : 487 519
SONDAJ DER.	40,0 metre	BAŞLANGIÇ TARİHİ	28.09.2008
YERALTI SU SEV.	3,5 metre	BİTİŞ TARİHİ	29.09.2008

DERİNLİK (m)	NUMUNE CİNSİ	NUMUNE DERİNLİĞİ (m)	STANDART PENETRASYON DENEYİ					LİTOLOJİ	
			DARBE SAYISI				GRAFİK		
			0-15 cm.	15-30 cm.	30-45 cm.	N30	10 20 30 40		
36									
	SPT23	36,0-36,45	2	3	2	5			
37								Gri renkli kum içeren plastisitesi düşük Kil	
	SPT24	37,5-37,95	2	1	2	3			
38									
	SPT25	39,0-39,45	2	3	2	5			
39									
40								Kuyu Sonu	40 metre

İnce Daneli	İri Daneli
N=0-2 Çok Yumuşak	N=0-4 Çok Gevşek
N=3-4 Yumuşak	N=5-10 Gevşek
N=5-8 Orta Katı	N=11-30 Orta Sıkı
N=9-13 Katı	N=31-50 Sıkı
N=14-30 Çok Katı	N>50 Çok Sıkı
N>30 Sert	

Ek-A.18. Gürsu Sismik Şirketi tarafından yapılan 13/3 no' lu sondaj kuyusuna ait log



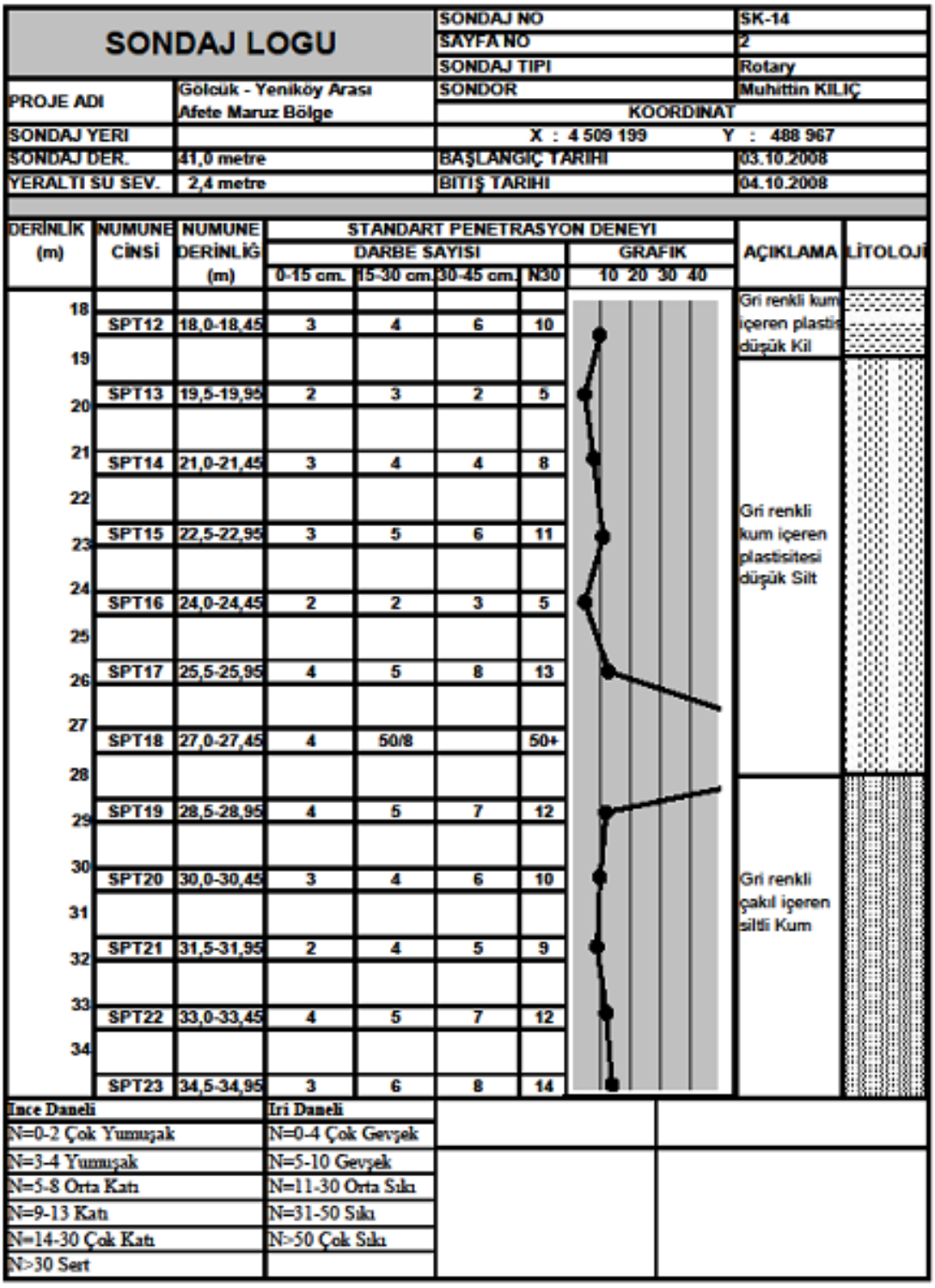
SONDAJ LOGU

		SONDAJ NO	SK-14
		SAYFA NO	1
		SONDAJ TIPI	Rotary
PROJE ADI	Gölcük - Yeniköy Arası Afete Maruz Bölge	SONDOR	Muhittin KILIÇ
		KOORDİNAT	
SONDAJ YERİ		X : 4 509 199	Y : 488 967
SONDAJ DER.	41,0 metre	BAŞLANGIÇ TARİHİ	03.10.2008
YERALTI SU SEV.	2,4 metre	BİTİŞ TARİHİ	04.10.2008

DERİNLİK (m)	NUMUNE CİNSİ	NUMUNE DERİNLİĞİ (m)	STANDART PENETRASYON DENEYİ DARBE SAYISI 0-15 cm.	15-30 cm.	30-45 cm.	N30	GRAFİK 10 20 30 40	AÇIKLAMA	LİTOLOJİ
								B.Toprak	
1									
2	SPT1	1,5 - 1,95	4	5	5	10			
3									
4	SPT2	3,0-3,45	3	4	5	9			
5									
6	SPT3	4,5-4,95	2	5	6	11		Gri renkli kum içeren plastisitesi düşük Kil	
7									
8	SPT4	6,0-6,45	3	4	4	8			
9									
10	SPT5	7,5-7,95	3	5	6	11			
11									
12	SPT6	9,0-9,45	2	4	5	9			
13									
14	SPT7	10,5-10,95	5	7	8	15			
15								Gri renkli az çakıl içeren siltli Kum	
16	SPT8	12,0-12,45	4	7	6	13			
17									
	UD	13,0-13,5							
	SPT9	13,5-13,95	4	6	9	15			
	SPT10	15,0-15,45	4	5	4	9		Gri renkli kum içeren plastisitesi düşük Kil	
	SPT11	16,5-16,95	2	3	5	8			

İnce Daneli	İri Daneli
N=0-2 Çok Yumuşak	N=0-4 Çok Gevşek
N=3-4 Yumuşak	N=5-10 Gevşek
N=5-8 Orta Katı	N=11-30 Orta Sıkı
N=9-13 Katı	N=31-50 Sıkı
N=14-30 Çok Katı	N>50 Çok Sıkı
N>30 Sert	

Ek-A.19. Gürsu Sismik Şirketi tarafından yapılan 14/1 no' lu sondaj kuyusuna ait log

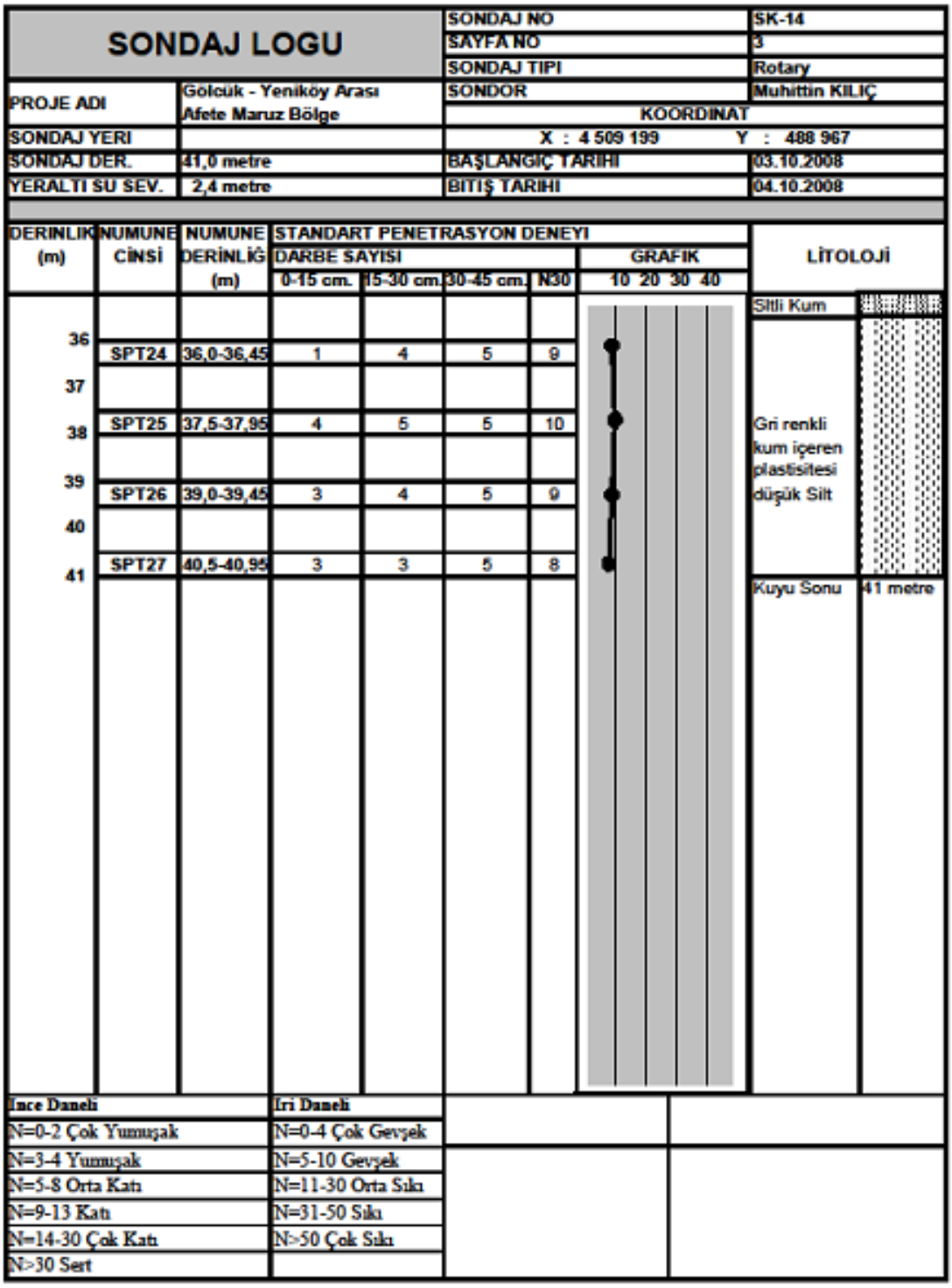


SONDAJ LOGU		SONDAJ NO	SK-14
		SAYFA NO	2
		SONDAJ TIPI	Rotary
PROJE ADI	Gölcük - Yeniköy Arası Afete Maruz Bölge	SONDOR	Muhittin KILIÇ
		KOORDINAT	
SONDAJ YERI		X : 4 509 199	Y : 488 967
SONDAJ DER.	41,0 metre	BAŞLANGIÇ TARIHI	03.10.2008
YERALTI SU SEV.	2,4 metre	BITIŞ TARIHI	04.10.2008

DERİNLİK (m)	NUMUNE CİNSİ	NUMUNE DERİNLİĞİ (m)	STANDART PENETRASYON DENEYI				AÇIKLAMA	LİTOLOJİ
			DARBE SAYISI			GRAFIK		
			0-15 cm.	15-30 cm.	30-45 cm.	N30	10 20 30 40	
18							Gri renkli kum içeren plastis düşük Kil	
	SPT12	18,0-18,45	3	4	6	10		
19								
	SPT13	19,5-19,95	2	3	2	5		
20								
21	SPT14	21,0-21,45	3	4	4	8		
22								
	SPT15	22,5-22,95	3	5	6	11	Gri renkli kum içeren plastisitesi düşük Silt	
23								
24	SPT16	24,0-24,45	2	2	3	5		
25								
	SPT17	25,5-25,95	4	5	8	13		
26								
27	SPT18	27,0-27,45	4	50/8		50+		
28								
	SPT19	28,5-28,95	4	5	7	12		
29								
30	SPT20	30,0-30,45	3	4	6	10	Gri renkli çakıl içeren siltli Kum	
31								
	SPT21	31,5-31,95	2	4	5	9		
32								
33	SPT22	33,0-33,45	4	5	7	12		
34								
	SPT23	34,5-34,95	3	6	8	14		

İnce Daneli	İri Daneli
N=0-2 Çok Yumuşak	N=0-4 Çok Gevşek
N=3-4 Yumuşak	N=5-10 Gevşek
N=5-8 Orta Katı	N=11-30 Orta Sıkı
N=9-13 Katı	N=31-50 Sıkı
N=14-30 Çok Katı	N>50 Çok Sıkı
N>30 Sert	

Ek-A.20. Gürsu Sismik Şirketi tarafından yapılan 14/2 no' lu sondaj kuyusuna ait log

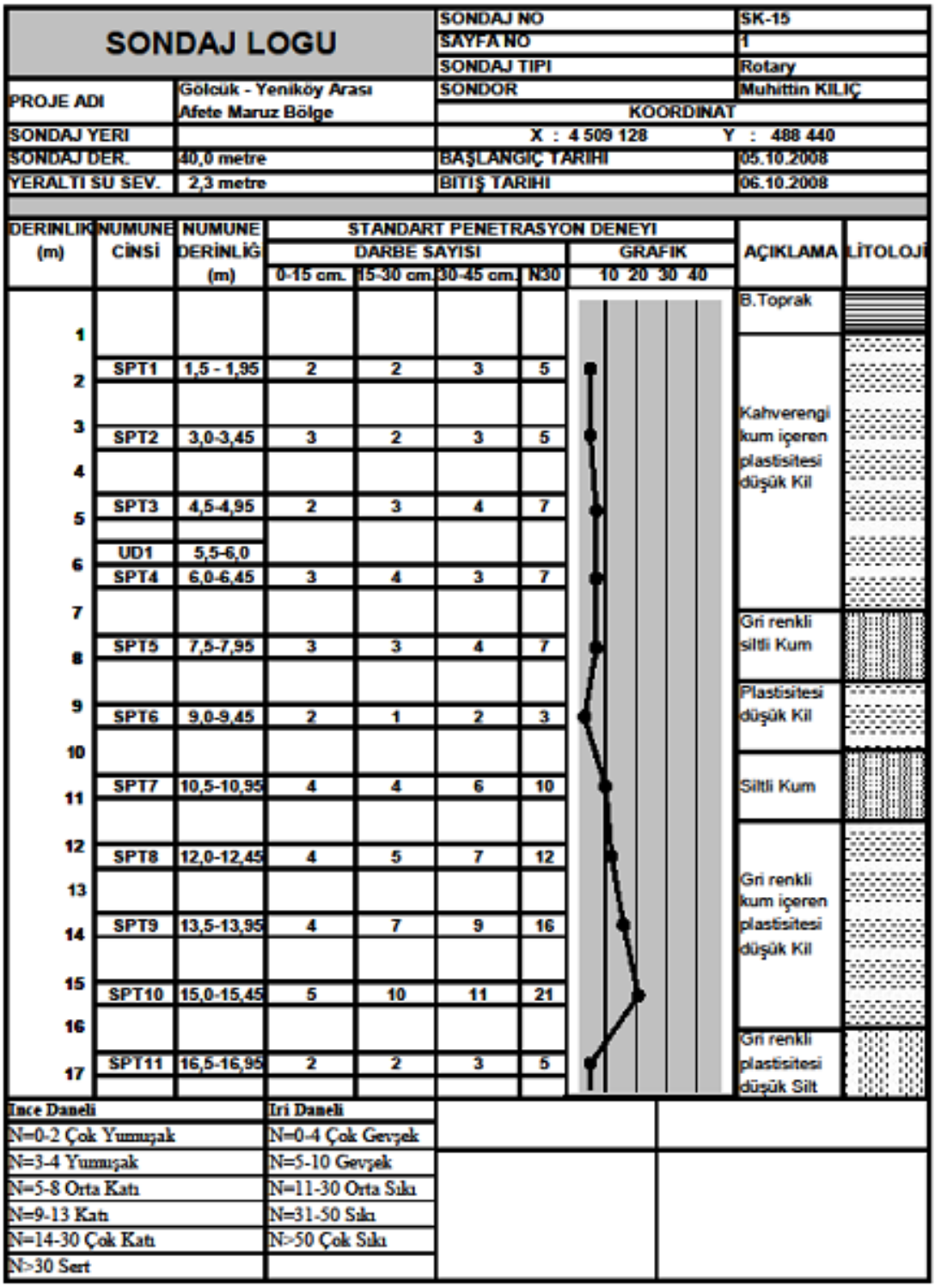


SONDAJ LOGU		SONDAJ NO	SK-14
		SAYFA NO	3
		SONDAJ TIPI	Rotary
PROJE ADI	Gölcük - Yeniköy Arası Afete Maruz Bölge	SONDOR	Muhittin KILIÇ
		KOORDINAT	
SONDAJ YERI		X : 4 509 199	Y : 488 967
SONDAJ DER.	41,0 metre	BAŞLANGIÇ TARIHI	03.10.2008
YERALTI SU SEV.	2,4 metre	BITIŞ TARIHI	04.10.2008

DERINLIK (m)	NUMUNE CİNSİ	NUMUNE DERİNLİĞİ (m)	STANDART PENETRASYON DENEYI DARBE SAYISI 0-15 cm.	15-30 cm.	30-45 cm.	N30	GRAFIK 10 20 30 40	LİTOLOJİ
								Siltli Kum
36	SPT24	36,0-36,45	1	4	5	9		
37								
38	SPT25	37,5-37,95	4	5	5	10		Gri renkli kum içeren plastisitesi düşük Silt
39								
40	SPT26	39,0-39,45	3	4	5	9		
41								
	SPT27	40,5-40,95	3	3	5	8		Kuyu Sonu 41 metre

İnce Daneli	İri Daneli
N=0-2 Çok Yumuşak	N=0-4 Çok Gevşek
N=3-4 Yumuşak	N=5-10 Gevşek
N=5-8 Orta Katı	N=11-30 Orta Sıkı
N=9-13 Katı	N=31-50 Sıkı
N=14-30 Çok Katı	N>50 Çok Sıkı
N>30 Sert	

Ek-A.21. Gürsu Sismik Şirketi tarafından yapılan 14/3 no' lu sondaj kuyusuna ait log



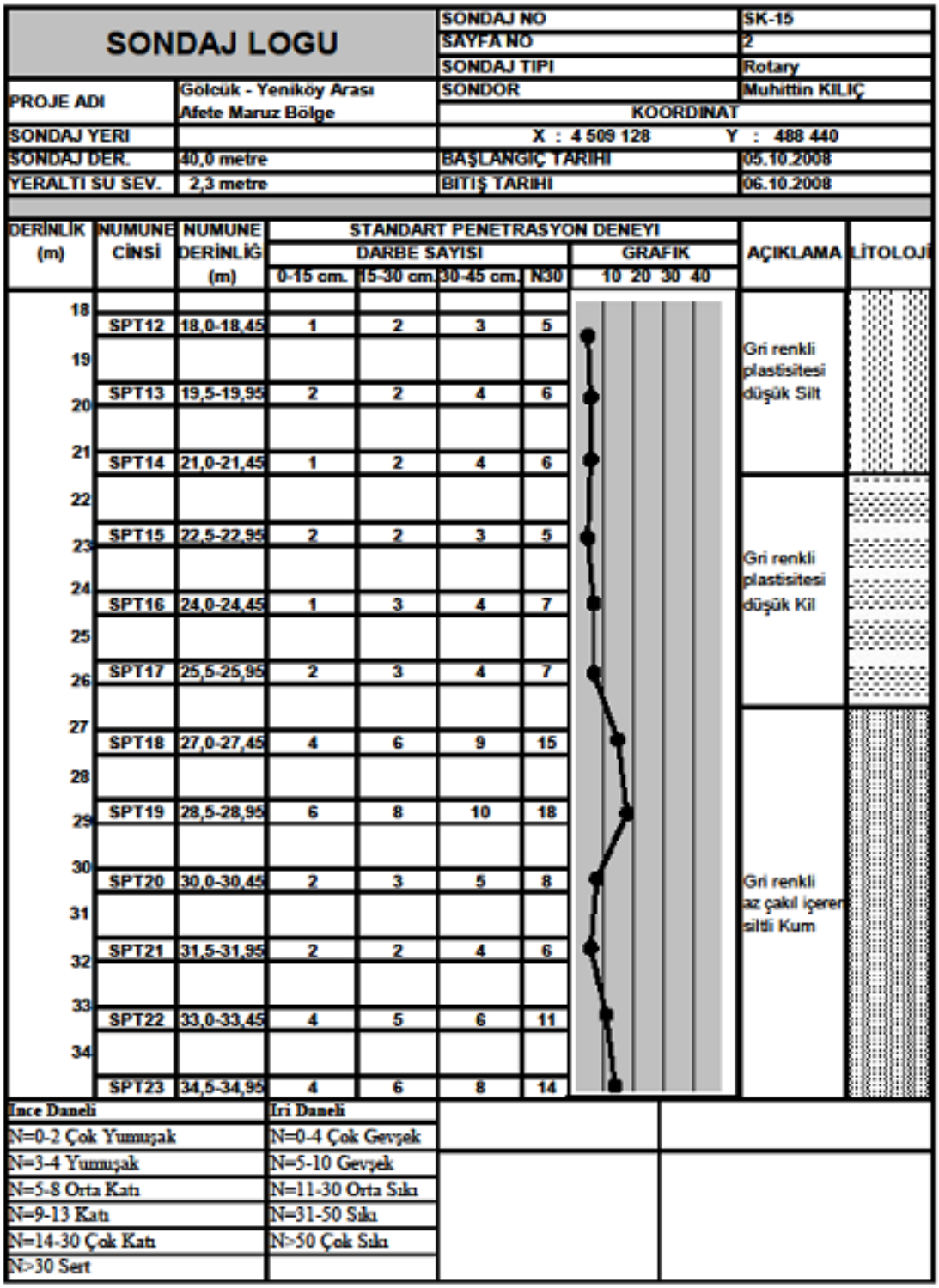
SONDAJ LOGU

		SONDAJ NO	SK-15
		SAYFA NO	1
		SONDAJ TIPI	Rotary
PROJE ADI	Gölcük - Yeniköy Arası Afete Maruz Bölge	SONDOR	Muhittin KILIÇ
		KOORDINAT	
SONDAJ YERI		X : 4 509 128	Y : 488 440
SONDAJ DER.	40,0 metre	BAŞLANGIÇ TARIHI	05.10.2008
YERALTI SU SEV.	2,3 metre	BITIŞ TARIHI	06.10.2008

DERINLIK (m)	NUMUNE CİNSİ	NUMUNE DERİNLİĞİ (m)	STANDART PENETRASYON DENEYI DARBE SAYISI 0-15 cm.	15-30 cm.	30-45 cm.	N30	GRAFIK 10 20 30 40	AÇIKLAMA	LİTOLOJİ
1								B.Toprak	
2	SPT1	1,5 - 1,95	2	2	3	5		Kahverengi kum içeren plastisitesi düşük Kil	
3									
4	SPT2	3,0-3,45	3	2	3	5			
5									
6	SPT3	4,5-4,95	2	3	4	7			
	UD1	5,5-6,0							
7	SPT4	6,0-6,45	3	4	3	7			
8								Gri renkli siltli Kum	
9	SPT5	7,5-7,95	3	3	4	7			
10								Plastisitesi düşük Kil	
11	SPT6	9,0-9,45	2	1	2	3			
12								Siltli Kum	
13	SPT7	10,5-10,95	4	4	6	10			
14									
15	SPT8	12,0-12,45	4	5	7	12		Gri renkli kum içeren plastisitesi düşük Kil	
16									
17	SPT9	13,5-13,95	4	7	9	16			
	SPT10	15,0-15,45	5	10	11	21			
	SPT11	16,5-16,95	2	2	3	5		Gri renkli plastisitesi düşük Silt	

İnce Daneli	İri Daneli
N=0-2 Çok Yumuşak	N=0-4 Çok Gevşek
N=3-4 Yumuşak	N=5-10 Gevşek
N=5-8 Orta Katı	N=11-30 Orta Sıkı
N=9-13 Katı	N=31-50 Sıkı
N=14-30 Çok Katı	N>50 Çok Sıkı
N>30 Sert	

Ek-A.22. Gürsu Sismik Şirketi tarafından yapılan 15/1 no' lu sondaj kuyusuna ait log

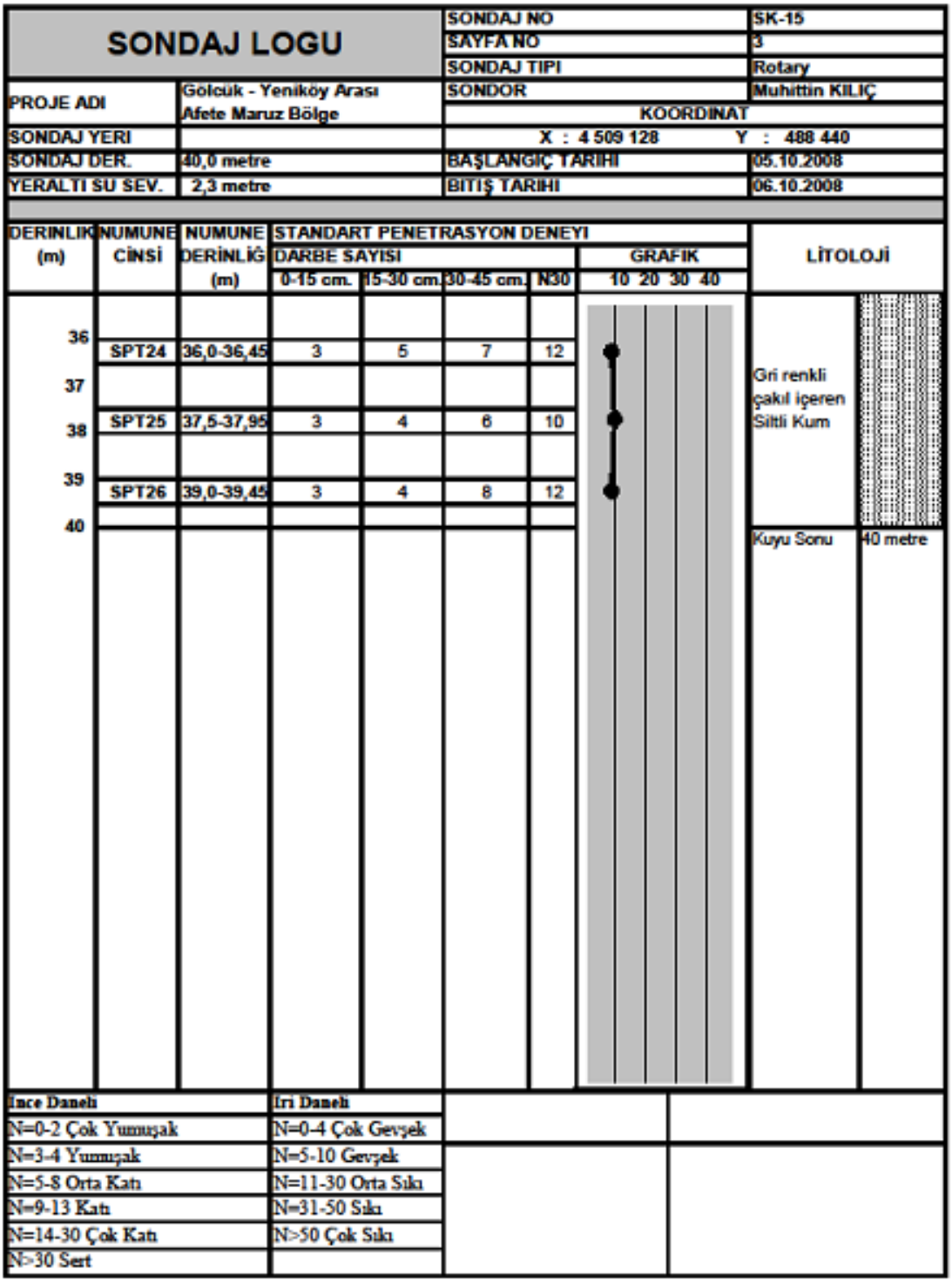


SONDAJ LOGU		SONDAJ NO	SK-15
		SAYFA NO	2
		SONDAJ TIPI	Rotary
PROJE ADI	Gölcük - Yeniköy Arası Afete Maruz Bölge	SONDOR	Muhittin KILIÇ
		KOORDİNAT	
SONDAJ YERİ		X : 4 509 128	Y : 488 440
SONDAJ DER.	40,0 metre	BAŞLANGIÇ TARİHİ	05.10.2008
YERALTI SU SEV.	2,3 metre	BİTİŞ TARİHİ	06.10.2008

DERİNLİK (m)	NUMUNE CİNSİ	NUMUNE DERİNLİĞİ (m)	STANDART PENETRASYON DENEYİ DARBE SAYISI 0-15 cm.	15-30 cm.	30-45 cm.	N30	GRAFİK 10 20 30 40	AÇIKLAMA	LİTOLOJİ
18	SPT12	18,0-18,45	1	2	3	5		Gri renkli plastisitesi düşük Silt	
19									
20	SPT13	19,5-19,95	2	2	4	6			
21	SPT14	21,0-21,45	1	2	4	6			
22									
23	SPT15	22,5-22,95	2	2	3	5		Gri renkli plastisitesi düşük Kil	
24	SPT16	24,0-24,45	1	3	4	7			
25									
26	SPT17	25,5-25,95	2	3	4	7			
27	SPT18	27,0-27,45	4	6	9	15			
28									
29	SPT19	28,5-28,95	6	8	10	18			
30	SPT20	30,0-30,45	2	3	5	8		Gri renkli az çakıl içeren siltli Kum	
31									
32	SPT21	31,5-31,95	2	2	4	6			
33	SPT22	33,0-33,45	4	5	6	11			
34									
	SPT23	34,5-34,95	4	6	8	14			

İnce Daneli	İri Daneli
N=0-2 Çok Yumuşak	N=0-4 Çok Gevşek
N=3-4 Yumuşak	N=5-10 Gevşek
N=5-8 Orta Katı	N=11-30 Orta Sıkı
N=9-13 Katı	N=31-50 Sıkı
N=14-30 Çok Katı	N>50 Çok Sıkı
N>30 Sert	

Ek-A.23. Gürsu Sismik Şirketi tarafından yapılan 15/2 no' lu sondaj kuyusuna ait log



SONDAJ LOGU		SONDAJ NO	SK-15
		SAYFA NO	3
		SONDAJ TIPI	Rotary
PROJE ADI	Gölcük - Yeniköy Arası Afete Maruz Bölge	SONDOR	Muhittin KILIÇ
		KOORDINAT	
SONDAJ YERI		X : 4 509 128	Y : 488 440
SONDAJ DER.	40,0 metre	BAŞLANGIÇ TARIHI	05.10.2008
YERALTI SU SEV.	2,3 metre	BITIŞ TARIHI	06.10.2008

DERINLIK (m)	NUMUNE CİNSİ	NUMUNE DERİNLİĞİ (m)	STANDART PENETRASYON DENEYI				GRAFIK	LİTOLOJİ	
			DARBE SAYISI						
			0-15 cm.	15-30 cm.	30-45 cm.	N30	10 20 30 40		
36									
	SPT24	36,0-36,45	3	5	7	12		Gri renkli çakıl içeren Siltli Kum	
37									
	SPT25	37,5-37,95	3	4	6	10			
38									
39	SPT26	39,0-39,45	3	4	8	12			
40								Kuyu Sonu	40 metre

İnce Daneli	İri Daneli
N=0-2 Çok Yumuşak	N=0-4 Çok Gevşek
N=3-4 Yumuşak	N=5-10 Gevşek
N=5-8 Orta Katı	N=11-30 Orta Sıkı
N=9-13 Katı	N=31-50 Sıkı
N=14-30 Çok Katı	N>50 Çok Sıkı
N>30 Sert	

Ek-A.24. Gürsu Sismik Şirketi tarafından yapılan 15/3 no' lu sondaj kuyusuna ait log

EK-B

KULLANILAN LABORATUVAR DENEY SONUÇ RAPORLARI

DENEY TALEP EDEN	GÜRSU SİSMİK	NUMUNENİN GELİŞ TARİHİ	08-22.10.08
PROJE ADI	G23C02b3-c2 G23C03a4-d1-d2-d3-d4 PAFTALAR RİPEJJ	DENEY TARİHİ	08.10-06.11.08
NUMUNE YERİ	YENİKÖY-YAZLIK-GÖLCÜK-HASAREYN-İHSANİYE/KOCAELİ	RAPOR TARİHİ	06.11.08
SAYFA NUMARASI	1	KAYIT/RAPOR NO	08-1203

LABORATUAR DENEYLERİ SONUÇ RAPORU

ndajNo/ ıştırma uru No	Numune Tipi	Derinlik (m)	Doğal B.H.A (γn) gr/cm³ (TSE-1900)	Su İçeriği (w) % (TSE-1900)	Elek Analizi (ASTM D-422)		Atterberg Limitleri (ASTM D-4318) (TSE-1900)			Zemin Tipi (USCS)	Tek Eksenli Basınç (TSE-1900)		Odömetre (TSE-1900)		Basınç Deneyleri (Cr) (kg/cm²) (ISRM 1985)	
					No.4 Kalan %	No.200 Geçen %	LL %	PL %	PI %		cu kg/cm2	qu kg/cm2	Şişme Yüzdesi	Şişme Basıncı	Serbest Basınç (qu)	Nokta Yükleme (Is)
SK-1	SPT	1.50		23.95	0.00	60.37		NP		ML						
SK-1	SPT	4.50		27.84	0.00	76.32	31	17	14	CL						
SK-1	SPT	6.00		33.37	0.00	75.11	42	21	21	CL						
SK-1	SPT	9.00		12.40	0.00	11.05		NP		SM						
SK-1	SPT	10.50		13.84	0.00	14.62		NP		SM						
SK-1	SPT	12.00		33.61	0.00	86.56	51	25	26	CH						
SK-1	UD	13.50	1.85	28.65	0.00	88.52	40	20	20	CL	0.4	0.80	0.4	0.2		
SK-1	SPT	15.00		33.97	0.00	89.37	51	24	27	CH						
SK-2	SPT	1.50		28.38	0.00	83.59	41	22	19	CL						
SK-2	SPT	3.00		27.52	0.00	85.23	42	22	20	CL						
SK-2	SPT	4.50		30.99	0.00	83.52	43	22	21	CL						
SK-2	SPT	6.00		31.76	0.00	84.61	41	23	18	CL						
SK-2	SPT	9.00		31.89	0.00	82.97	44	22	22	CL						
SK-2	SPT	10.50		8.00	19.77	32.40		NP		SM						
SK-2	SPT	12.00		21.75	0.00	50.01		NP		ML						
SK-2	SPT	15.00		13.90	7.77	51.57		NP		ML						
SK-2	SPT	16.50		3.60	13.55	10.45		NP		SM						
SK-2	SPT	18.00		3.23	16.13	13.02		NP		SM						
SK-2	SPT	19.50		15.41	0.00	62.55		NP		ML						
SK-2	SPT	22.50		22.01	0.00	85.42	39	22	17	CL						
SK-2	SPT	24.00		20.67	0.00	83.76	40	22	18	CL						
SK-2	SPT	28.50		22.81	0.00	90.52	58	24	34	CH						
SK-2	SPT	30.00		21.37	0.00	88.82	57	24	33	CH						
SK-2	UD	31.00	1.96	30.33	0.00	86.01	57	24	33	CH	0.68	1.35	1.2	0.3		
SK-2	SPT	33.00		24.21	0.00	91.11	59	25	34	CH						
SK-2	SPT	34.50		24.56	0.00	90.34	62	25	37	CH						
SK-2	SPT	36.00		24.16	0.00	88.74	62	26	36	CH						
SK-2	SPT	39.00		25.62	0.00	87.07	56	26	30	CH						
SK-3	SPT	1.50		23.44	0.00	71.24	39	22	17	CL						
SK-3	UD	3.00		47.45	0.00	83.49	60	27	33	CH						
SK-3	SPT	3.50		22.63	0.00	69.64	41	21	20	CL						
SK-3	SPT	4.50		22.92	0.00	73.69	37	19	18	CL						
SK-3	SPT	6.00		8.40	35.48	10.48		NP		SM						
SK-3	SPT	7.50		30.67	0.00	93.90	56	24	32	CH						
SK-3	UD	9.00	1.83	26.28	0.00	60.44		NP		ML						
SK-3	SPT	9.50		30.68	0.00	92.12	55	25	30	CH						
SK-3	SPT	12.00		30.99	0.00	90.84	55	25	30	CH						
SK-3	SPT	15.00		24.05	5.12	78.56	54	24	30	CH						

Ek-B.1. Gürsu Sismik Şirketi tarafından yaptırılan laboratuvar deney sonuç raporları

DENEY TALEP EDEN	GÜRSU SISMİK	NÜMUNENİN GELİŞ TARİHİ	08-22.10.08
PROJE ADI	G23C02b3-c2 G23C03a4-d1-d2-d3-d4 PAFTALAR RİPEJİ	DENEY TARİHİ	08.10-06.11.08
NÜMUNE YERİ	YENİKÖY-YAZLIK-GÖLCÜK-HASAREYN-İHSANİYE/KOCAELİ	RAPOR TARİHİ	06.11.08
SAYFA NUMARASI	2	KAYIT/RAPOR NO	08-1203

LABORATUAR DENEYLERİ SONUÇ RAPORU

ndajNo/ raştırma ukuru No	Numune Tipi	Derinlik (m)	Doğal B.H.A (γn) gr/cm³ (TSE-1900)	Su İçeriği (w) % (TSE-1900)	Elek Analizi (ASTM D-422)		Atterberg Limitleri (ASTM D-4318) (TSE-1900)			Zemin Tipi (USCS)	Tek Eksenli Basınç (TSE-1900)		Odömetre (TSE-1900)	Basınç Deneyleri (Cr) (kg/cm (ISRM 1985)	
					No.4 Kalan %	No.200 Geçen %	LL %	PL %	PI %		cu kg/cm2	qu kg/cm2		Serbest Basınç (qu)	Nokta Yükleme (Is)
SK-4	SPT	1.50		8.85	6.66	53.86		NP		ML					
SK-4	SPT	3.00		10.34	3.88	59.24		NP		ML					
SK-4	SPT	4.50		11.78	5.02	55.90		NP		ML					
SK-4	SPT	9.00		11.97	3.99	52.87		NP		ML					
SK-4	SPT	10.50		10.91	6.13	57.42		NP		ML					
SK-4	SPT	12.00		22.94	0.00	57.42		NP		ML					
SK-4	SPT	13.50		21.37	0.00	54.24		NP		ML					
SK-5	SPT	1.50		14.69	7.45	54.49		NP		ML					
SK-5	SPT	3.00		9.44	39.89	11.24		NP		SM					
SK-5	SPT	6.00		7.25	36.45	9.69		NP		SM					
SK-5	SPT	9.00		8.91	40.03	10.38		NP		SM					
SK-5	SPT	12.00		6.36	35.14	7.32		NP		SM					
SK-5	SPT	15.00		9.48	38.21	5.87		NP		SM					
SK-6	SPT	1.50		13.02	9.97	50.32		NP		ML					
SK-6	SPT	3.00		12.23	0.00	39.56		NP		SM					
SK-6	UD	5.50	1.86	43.41	0.00	81.44	47	24	23	CL					
SK-6	SPT	9.00		24.54	0.00	60.45		NP		ML					
SK-6	SPT	10.50		17.41	0.00	52.11		NP		ML					
SK-6	SPT	12.00		16.03	0.00	56.88		NP		ML					
SK-6	SPT	13.50		20.83	0.00	51.14		NP		ML					
SK-6	SPT	14.50		19.36	0.00	50.02		NP		ML					
SK-7	SPT	1.50		21.15	0.00	56.31		NP		ML					
SK-7	SPT	3.00		21.02	0.00	52.49		NP		ML					
SK-7	SPT	4.50		21.14	7.68	55.23		NP		ML					
SK-7	SPT	7.50		12.43	64.85	8.14		NP		GM					
SK-7	SPT	10.50		9.33	66.06	6.49		NP		GM					
SK-7	SPT	13.50		2.73	41.44	5.45		NP		SM					
SK-7	SPT	15.00		32.46	0.00	60.37		NP		ML					
SK-7	SPT	17.00		31.63	0.00	63.41		NP		ML					
SK-7	SPT	19.50		15.98	0.00	53.41		NP		ML					
SK-8	SPT	3.00		25.25	0.00	68.46	36	23	13	CL					
SK-8	SPT	4.50		25.81	0.00	69.57	34	22	12	CL					
SK-8	SPT	6.00		21.77	0.00	66.21		NP		ML					
SK-8	SPT	7.50		26.77	0.00	40.82		NP		SM					
SK-8	SPT	18.00		13.65	0.00	20.35		NP		SM					
SK-8	SPT	21.00		14.66	0.00	13.41		NP		SM					
SK-8	SPT	22.50		24.55	0.00	57.11		NP		ML					
SK-8	SPT	24.00		24.32	0.00	43.81		NP		SM					
SK-8	SPT	27.00		22.91	0.00	55.18		NP		ML					
SK-8	SPT	34.50		31.01	0.00	66.45		NP		ML					
SK-8	SPT	39.00		30.50	0.00	73.48	34	19	15	CL					

Ek-B.2. Gürsu Sismik Şirketi tarafından yaptırılan laboratuvar deney sonuç raporları (SK1-SK3)

DENEY TALEP EDEN	GÜRSU SİSMİK	NUMUNENİN GELİŞ TARİHİ	08-22.10.08
PROJE ADI	G23C02b3-c2 G23C03a4-d1-d2-d3-d4 PAFTALAR RİPEJJ	DENEY TARİHİ	08.10-06.11.08
NUMUNE YERİ	YENİKÖY-YAZLIK-GÖLCÜK-HASAREYN-İHSANİYE/KOCAELİ	RAPOR TARİHİ	06.11.08
SAYFA NUMARASI	3	KAYIT/RAPOR NO	08-1203

LABORATUAR DENEYLERİ SONUÇ RAPORU

Sondaj/No/ Araştırma Çukuru No	Numune Tipi	Derinlik (m)	Doğal B.H.A (γn) gr/cm³ (TSE-1900)	Su İçeriği (w) % (TSE-1900)	Elek Analizi (ASTM D-422)		Atterberg Limitleri (ASTM D-4318) (TSE-1900)			Zemin Tipi (USCS)	Tek Eksenli Basınç (TSE-1900)		Odömetre (TSE-1900)	Basınç Deneyleri (Cr) (kg/cm²) (ISRM 1985)	
					No.4 Kalan %	No.200 Geçen %	LL %	PL %	PI %		cu kg/cm2	qu kg/cm2		Serbest Basınç (qu)	Nokta Yükleme (Is
SK-9	SPT	3.00		13.05	8.88	23.06		NP		SM					
SK-9	SPT	4.50		14.90	6.68	16.15		NP		SM					
SK-9	SPT	6.00		25.18	0.00	52.03		NP		ML					
SK-9	SPT	7.50		5.93	15.88	9.10		NP		SM					
SK-9	SPT	10.50		7.73	21.24	6.20		NP		SM					
SK-9	SPT	13.50		6.56	17.68	8.14		NP		SM					
SK-9	SPT	15.00		8.05	23.74	5.87		NP		SM					
SK-9	SPT	16.50		6.99	19.44	10.24		NP		SM					
SK-9	SPT	19.50		7.70	0.00	56.44		NP		ML					
SK-9	SPT	21.00		5.75	0.00	52.18		NP		ML					
SK-9	SPT	24.00		5.54	0.00	57.43		NP		ML					
SK-9	SPT	27.00		7.79	0.00	51.65		NP		ML					
SK-9	SPT	28.50		7.34	0.00	54.02		NP		ML					
SK-9	SPT	31.50		8.31	0.00	50.65		NP		ML					
SK-10	SPT	3.00		7.61	47.56	6.14		NP		GM					
SK-10	SPT	4.50		7.24	43.65	7.44		NP		SM					
SK-10	SPT	6.00		8.36	45.38	6.26		NP		SM					
SK-10	SPT	7.50		8.51	41.14	11.65		NP		SM					
SK-10	SPT	9.00		8.27	37.55	7.14		NP		SM					
SK-10	SPT	10.50		7.11	43.98	5.69		NP		SM					
SK-10	SPT	13.50		21.96	7.84	59.16		NP		ML					
SK-10	SPT	15.00		17.56	0.00	55.42		NP		ML					
SK-10	SPT	19.50		25.77	0.00	78.57	32	20	12	CL					
SK-10	SPT	21.00		22.34	0.00	57.42		NP		ML					
SK-10	SPT	22.50		28.72	0.00	81.44	41	22	19	CL					
SK-10	SPT	28.50		32.88	0.00	79.25	39	21	18	CL					
SK-11	UD	4.00	1.82	35.22	0.00	60.67		NP		ML					
SK-11	SPT	4.50		31.38	0.00	76.52	44	22	22	CL					
SK-11	SPT	6.00		37.76	0.00	73.23	45	21	24	CL					
SK-11	SPT	7.50		38.13	0.00	75.16	41	20	21	CL					
SK-11	SPT	10.50		34.27	0.00	74.85	41	20	21	CL					
SK-11	SPT	12.00		28.42	0.00	60.35		NP		ML					
SK-11	SPT	15.00		23.98	0.00	58.43		NP		ML					
SK-11	SPT	19.50		12.72	7.51	32.05		NP		SM					
SK-11	SPT	21.00		14.29	8.15	27.82		NP		SM					
SK-11	SPT	27.00		13.55	5.45	24.64		NP		SM					
SK-11	SPT	31.50		22.96	0.00	66.47		NP		ML					
SK-11	SPT	33.00		20.89	0.00	63.55		NP		ML					
SK-11	SPT	36.00		23.49	0.00	64.17		NP		ML					
SK-11	SPT	37.50		19.95	0.00	62.86		NP		ML					
SK-11	SPT	39.00		25.04	0.00	65.58		NP		ML					

Ek-B.3. Gürsu Sismik Şirketi tarafından yaptırılan laboratuvar deney sonuç raporları (SK9-SK11)

DENEY TALEP EDEN	GÜRSU SİSMİK	NUMUNENİN GELİŞ TARİHİ	08-22.10.08
PROJE ADI	G23C02b3-c2 G23C03a4-d1-d2-d3-d4 PAFTALAR RİPEJJ	DENEY TARİHİ	08.10-06.11.08
NUMUNE YERİ	YENİKÖY-YAZLIK-GÖLCÜK-HASAREYN-İHSANİYE/KOCAELİ	RAPOR TARİHİ	06.11.08
SAYFA NUMARASI	4	KAYIT/RAPOR NO	08-1203

LABORATUAR DENEYLERİ SONUÇ RAPORU

ndaj No/ aştırma kuru No	Numune Tipi	Derinlik (m)	Doğal B.H.A (γn) gr/cm³ (TSE-1900)	Su İçeriği (w) % (TSE 1900)	Elek Analizi (ASTM D-422)		Atterberg Limitleri (ASTM D-4318) (TSE-1900)			Zemin Tipi (USCS)	Tek Eksenli Basınç (TSE-1900)		Odömetre (TSE-1900)	Basınç Deneyleri (Cr) (kg/cm²) (ISRM 1985)	
					No.4 Kalan %	No.200 Geçen %	LL %	PL %	PI %		cu kg/cm2	qu kg/cm2		Serbest Basınç (qu)	Nokta Yükleme (Is)
SK-12	SPT	1.50		25.40	0.00	80.34	36	20	16	CL					
SK-12	UD	3.00	1.88	35.79	0.00	71.23	40	24	16	CL					
SK-12	SPT	3.00		25.18	0.00	75.52	31	19	12	CL					
SK-12	SPT	6.00		30.11	0.00	78.97	34	21	13	CL					
SK-12	SPT	7.50		34.09	0.00	77.14	33	20	13	CL					
SK-12	SPT	9.00		15.04	13.15	43.82		NP		SM					
SK-12	SPT	13.00		9.42	14.76	30.45		NP		SM					
SK-12	SPT	18.00		8.87	10.70	25.82		NP		SM					
SK-12	SPT	19.50		8.69	18.47	23.76		NP		SM					
SK-12	SPT	22.50		20.00	10.66	65.49	29	17	12	CL					
SK-12	SPT	28.50		20.61	8.75	69.86	30	15	15	CL					
SK-12	SPT	31.50		20.73	0.00	56.42		NP		ML					
SK-12	SPT	33.00		20.68	0.00	54.61		NP		ML					
SK-12	SPT	37.50		36.25	0.00	79.49	38	23	15	CL					
SK-12	SPT	39.00		32.47	0.00	81.28	39	23	16	CL					
SK-13	SPT	3.00		32.35	0.00	77.44	35	21	14	CL					
SK-13	SPT	4.50		40.37	0.00	79.85	34	22	12	CL					
SK-13	SPT	7.50		40.72	0.00	81.52	34	21	13	CL					
SK-13	SPT	9.00		38.24	0.00	80.66	34	23	11	CL					
SK-13	SPT	10.50		35.31	0.00	78.16	32	20	12	CL					
SK-13	SPT	12.00		23.40	0.00	54.02		NP		ML					
SK-13	SPT	13.50		23.41	0.00	51.81		NP		ML					
SK-13	SPT	18.50		24.62	0.00	52.65		NP		ML					
SK-13	SPT	24.00		23.98	0.00	57.42		NP		ML					
SK-13	SPT	25.50		22.01	0.00	55.49		NP		ML					
SK-13	SPT	27.00		28.97	0.00	74.12	31	18	13	CL					
SK-13	SPT	34.50		28.02	0.00	80.35	33	18	15	CL					
SK-13	SPT	36.00		27.98	0.00	78.96	32	19	13	CL					
SK-13	SPT	39.00		27.21	0.00	76.83	28	16	12	CL					
SK-14	SPT	1.50		28.41	0.00	80.52	38	22	16	CL					
SK-14	SPT	3.00		27.34	0.00	77.23	33	18	15	CL					
SK-14	SPT	4.50		27.16	0.00	79.86	34	17	17	CL					
SK-14	SPT	10.50		27.71	0.00	76.24	33	18	15	CL					
SK-14	SPT	12.00		12.47	12.88	41.86		NP		SM					
SK-14	UD	13.00	1.85	29.95	0.00	82.49	32	19	13	CL					
SK-14	SPT	13.50		32.20	0.00	79.45	36	22	14	CL					
SK-14	SPT	18.00		33.19	0.00	76.85	35	21	14	CL					
SK-14	SPT	19.50		21.00	0.00	54.31		NP		ML					
SK-14	SPT	21.00		23.08	0.00	56.16		NP		ML					
SK-14	SPT	24.00		19.32	0.00	58.82		NP		ML					
SK-14	SPT	27.00		18.71	0.00	54.11		NP		ML					
SK-14	SPT	28.50		6.55	21.27	6.49		NP		SM					
SK-14	SPT	30.00		6.55	18.66	7.19		NP		SM					

Ek-B.4. Gürsu Sismik Şirketi tarafından yaptırılan laboratuvar deney sonuç raporları (SK12-SK14)

DENEY TALEP EDEN	GÜRSU SİSMİK	NUMUNENİN GELİŞ TARİHİ	08-22.10.08
PROJE ADI	G23C02b3-c2 G23C03a4-d1-d2-d3-d4 PAFTALAR RİPEJ	DENEY TARİHİ	08.10-06.11.08
NUMUNE YERİ	YENİKÖY-YAZLIK-GÖLCÜK-HASAREYN-İHSANİYE/KOCAELİ	RAPOR TARİHİ	06.11.08
SAYFA NUMARASI	5	KAYIT/RAPOR NO	08-1203

LABORATUAR DENEYLERİ SONUÇ RAPORU

ndaj/No/ ştırma kuru No	Numune Tipi	Derinlik (m)	Doğal B.H.A (γn) gr/cm³ (TSE-1900)	Su İçeriği (w) % (TSE-1900)	Elek Analizi (ASTM D-422)		Atterberg Limitleri (ASTM D-4318) (TSE-1900)			Zemin Tipi (USCS)	Tek Eksenli Basınç (TSE-1900)		Odômetre (TSE-1900)	Basınç Deneyleri (Cr) (kg/cm²) (ISRM 1985)	
					No.4 Kalan %	No.200 Geçen %	LL %	PL %	PI %		cu kg/cm2	qu kg/cm2		Serbest Basınç (qu)	Nokta Yükleme (Is)
SK-15	SPT	1.50		33.97	0.00	76.45	33	21	12	CL					
SK-15	SPT	4.50		33.87	0.00	78.55	33	20	13	CL					
SK-15	UD	5.00	1.88	33.57	0.00	76.11	34	19	15	CL					
SK-15	SPT	6.00		33.72	0.00	80.41	36	22	14	CL					
SK-15	SPT	7.50		14.10	17.14	10.63		NP		SM					
SK-15	SPT	10.50		12.61	21.17	6.32		NP		SM					
SK-15	SPT	12.00		29.57	0.00	79.04	48	25	23	CL					
SK-15	SPT	13.50		29.77	0.00	77.76	48	26	22	CL					
SK-15	SPT	15.00		31.53	0.00	76.24	46	25	21	CL					
SK-15	SPT	16.50		25.57	0.00	58.41		NP		ML					
SK-15	SPT	22.50		31.46	0.00	78.32	33	22	11	CL					
SK-15	SPT	25.50		30.24	0.00	80.62	35	21	14	CL					
SK-15	SPT	27.00		6.97	8.15	10.86		NP		SM					
SK-15	SPT	30.00		20.82	0.00	44.01		NP		SM					
SK-15	SPT	33.00		6.96	13.18	12.45		NP		SM					
SK-15	SPT	36.00		6.02	20.14	13.96		NP		SM					
SK-15	SPT	39.00		4.44	15.76	16.16		NP		SM					
SK-16	SPT	1.50		33.71	0.00	76.14	30	18	12	CL					
SK-16	SPT	3.00		14.85	20.88	5.70		NP		SM					
SK-16	SPT	4.50		33.93	0.00	77.24	38	22	16	CL					
SK-16	SPT	6.00		33.64	0.00	76.14	39	20	19	CL					
SK-16	UD	7.00	1.82	12.31	0.00	58.35		NP		ML					
SK-16	SPT	7.50		42.86	0.00	78.96	42	23	19	CL					
SK-16	SPT	9.00		14.35	20.84	37.02		NP		SM					
SK-16	SPT	10.50		26.29	0.00	51.59		NP		ML					
SK-16	SPT	12.00		26.59	0.00	53.07		NP		ML					
SK-16	SPT	15.00		23.17	0.00	81.76	43	24	19	CL					
SK-16	SPT	18.00		20.99	0.00	79.85	45	26	19	CL					
SK-16	SPT	22.50		15.24	34.89	11.55		NP		SM					
SK-16	SPT	25.50		14.27	38.75	9.07		NP		SM					
SK-16	SPT	27.00		26.27	0.00	76.55	37	23	14	CL					
SK-16	SPT	30.00		23.83	0.00	55.24		NP		ML					
SK-16	SPT	33.00		23.24	0.00	51.76		NP		ML					

Ek-B.5. Gürsu Sismik Şirketi tarafından yaptırılan laboratuvar deney sonuç raporları (SK15-SK16)

DENEY TALEP EDEN	GÜRSU SİSMİK	NUMUNENİN GELİŞ TARİHİ	08-22.10.08
PROJE ADI	G23C02b3-c2 G23C03a4-d1-d2-d3-d4 PAFTALAR RİPEJJ	DENEY TARİHİ	08.10-06.11.08
NUMUNE YERİ	YENİKÖY-YAZLIK-GÖLCÜK-HASAREYN-İHSANİYE/KOCAELİ	RAPOR TARİHİ	06.11.08
SAYFA NUMARASI	6	KAYIT/RAPOR NO	08-1203

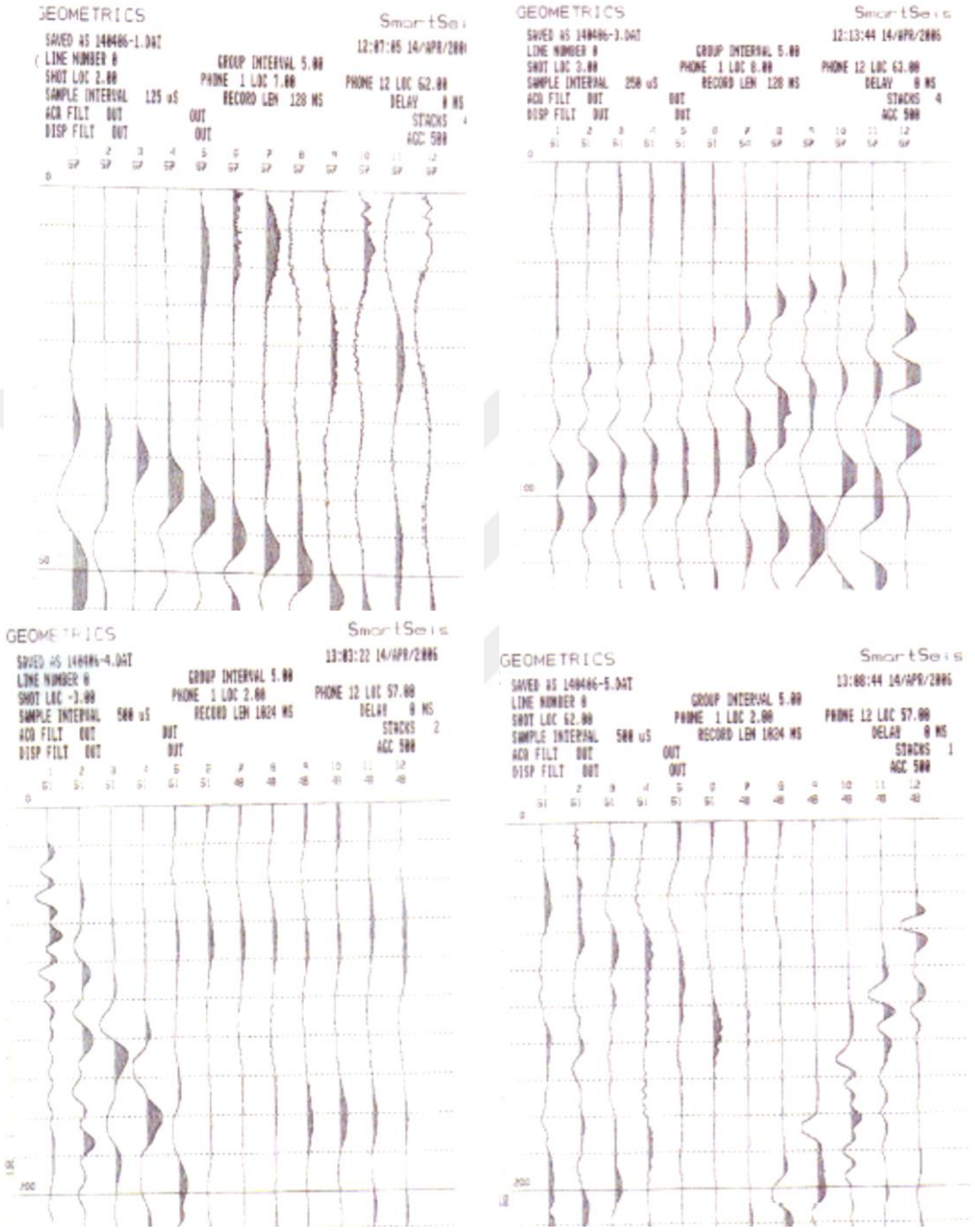
LABORATUAR DENEYLERİ SONUÇ RAPORU

SondajNo/ Araştırma Çukuru No	Numune Tipi	Derinlik (m)	Doğal B.H.A (γn) gr/cm³ (TSE-1900)	Su İçeriği (w) % (TSE-1900)	Elek Analizi (ASTM D-422)		Atterberg Limitleri (ASTM D-4318) (TSE-1900)			Zemin Tipi (USCS)	Tek Eksenli Basınç (TSE-1900)		Odömetre (TSE-1900)	Basınç Deneyleri (Cr) (kg/cm²) (ISRM 1985)	
					No.4 Kalan %	No.200 Geçen %	LL %	PL %	PI %		cu kg/cm2	qu kg/cm2		Serbest Basınç (qu)	Nokta Yükleme (Is)
SK-17	SPT	1.50		21.13	0.00	56.14		NP		ML					
SK-17	SPT	3.00		9.56	23.86	26.89		NP		SM					
SK-17	SPT	4.50		9.38	26.75	24.76		NP		SM					
SK-17	SPT	7.50		8.87	27.45	19.53		NP		SM					
SK-17	SPT	9.00		7.95	20.06	17.63		NP		SM					
SK-17	SPT	12.00		9.45	22.58	13.85		NP		SM					
SK-17	SPT	15.00		10.06	24.35	21.53		NP		SM					
SK-17	SPT	18.00		35.75	0.00	76.45	31	19	12	CL					
SK-17	SPT	21.00		22.22	0.00	59.61		NP		ML					
SK-17	SPT	22.50		24.92	0.00	51.10		NP		ML					
SK-17	SPT	25.50		28.21	0.00	79.02	29	17	12	CL					
SK-17	SPT	28.50		24.46	0.00	60.24		NP		ML					
SK-17	SPT	30.00		22.56	0.00	60.20		NP		ML					
SK-18	SPT	1.50		18.21	8.84	35.34		NP		SM					
SK-18	SPT	4.50		20.32	7.16	32.96		NP		SM					
SK-18	SPT	6.00		18.78	10.77	38.46		NP		SM					
SK-18	SPT	9.00		20.41	0.00	46.24		NP		SM					
SK-18	SPT	10.50		18.91	0.00	43.85		NP		SM					
SK-18	SPT	12.00		18.29	0.00	39.96		NP		SM					
SK-18	SPT	15.00		18.55	0.00	41.53		NP		SM					
SK-18	SPT	16.50		18.35	0.00	45.87		NP		SM					
SK-18	SPT	18.00		19.88	0.00	40.42		NP		SM					
SK-18	SPT	19.50		26.30	0.00	82.67	32	21	11	CL					
SK-18	SPT	21.00		19.35	0.00	56.35		NP		ML					
SK-18	SPT	22.50		20.92	0.00	83.85	44	22	22	CL					
SK-18	SPT	24.00		18.45	0.00	81.34	48	25	23	CL					
SK-18	SPT	25.50		21.70	0.00	82.52	47	23	24	CL					
SK-18	SPT	27.00		24.19	0.00	80.24	40	23	17	CL					
SK-18	SPT	28.50		31.61	0.00	80.55	33	20	13	CL					
SK-18	SPT	30.00		29.38	0.00	78.85	31	17	14	CL					

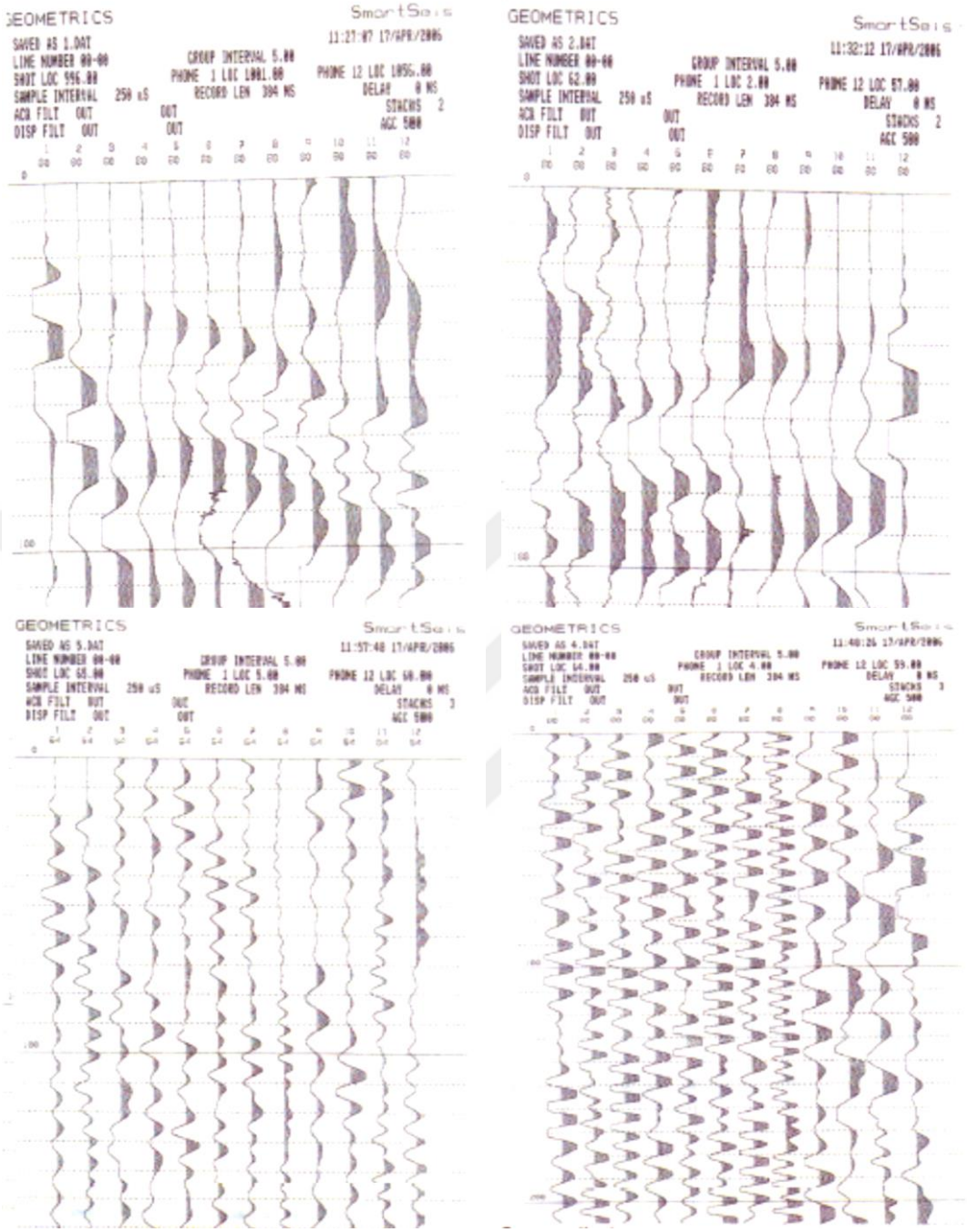
Ek-B.6. Gürsu Sismik Şirketi tarafından yaptırılan laboratuvar deney sonuç raporları (SK17-SK18)

EK-C

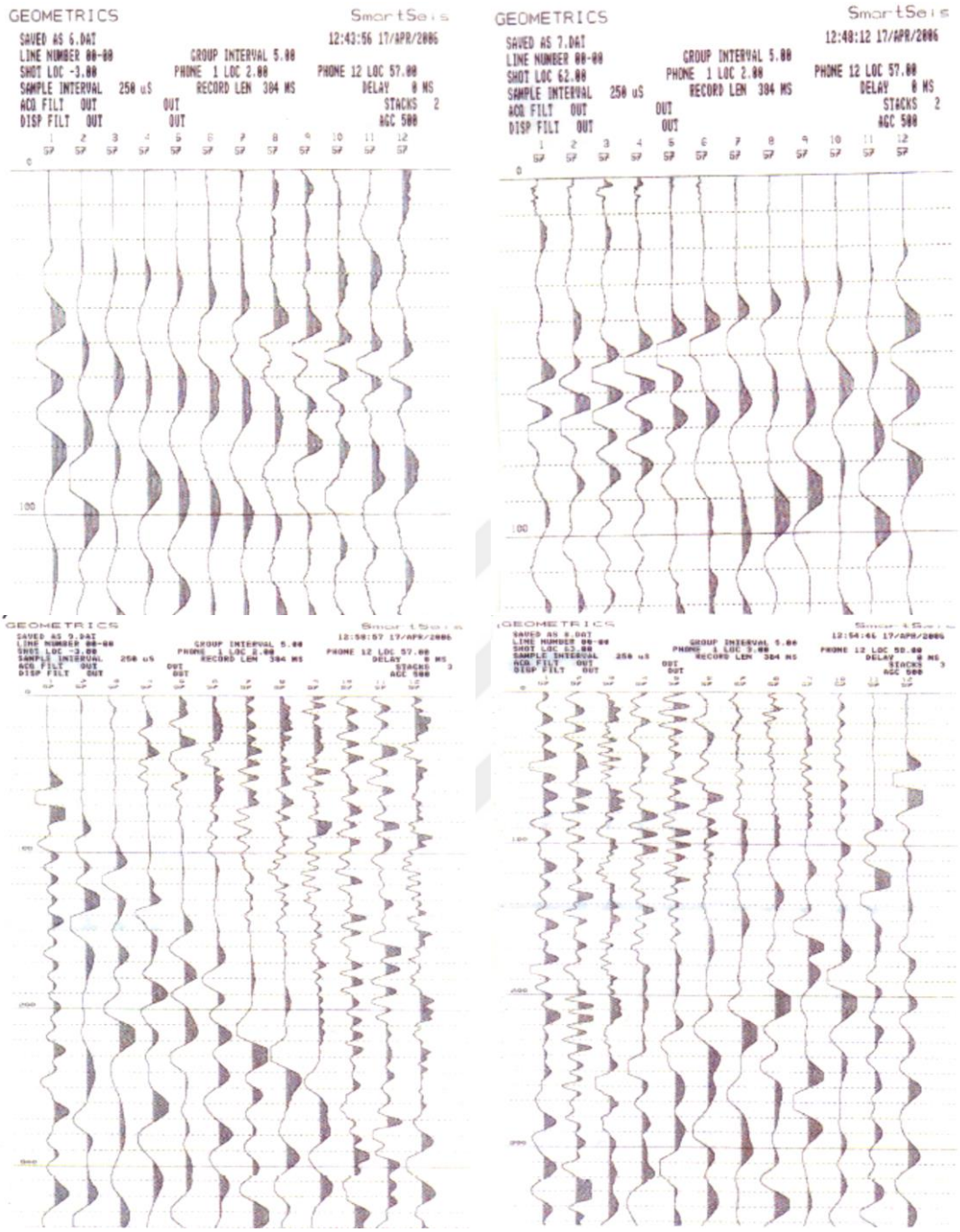
KULLANILAN JEOFİZİK VERİLER-SİSMİK KAYITLAR



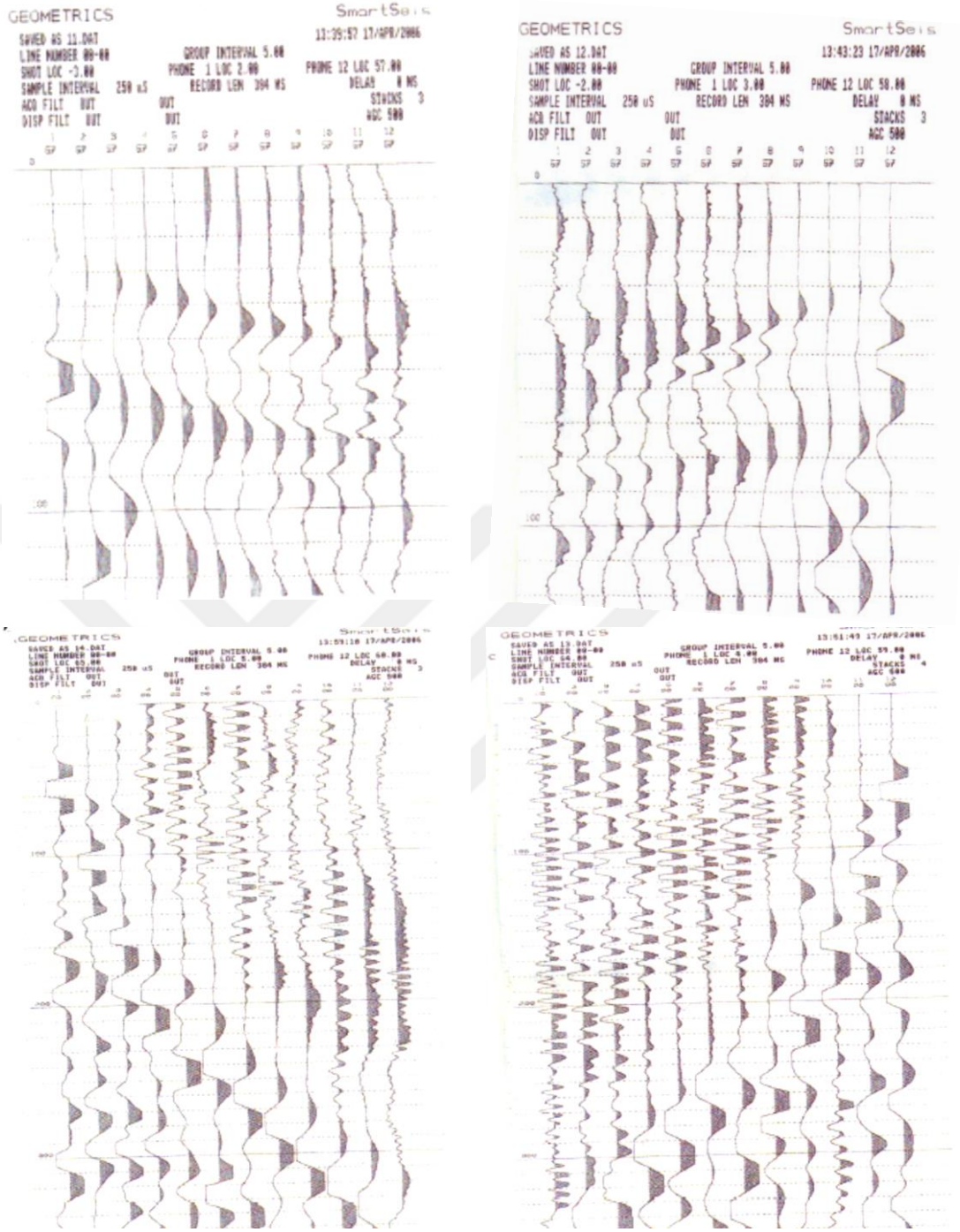
Ek-C.1. SK1 lokasyonunda toplanan karşılıklı atışlı sismik kayıtlar($P_{düz}$, P_{ters}, $S_{düz}$, S_{ters} verileri)



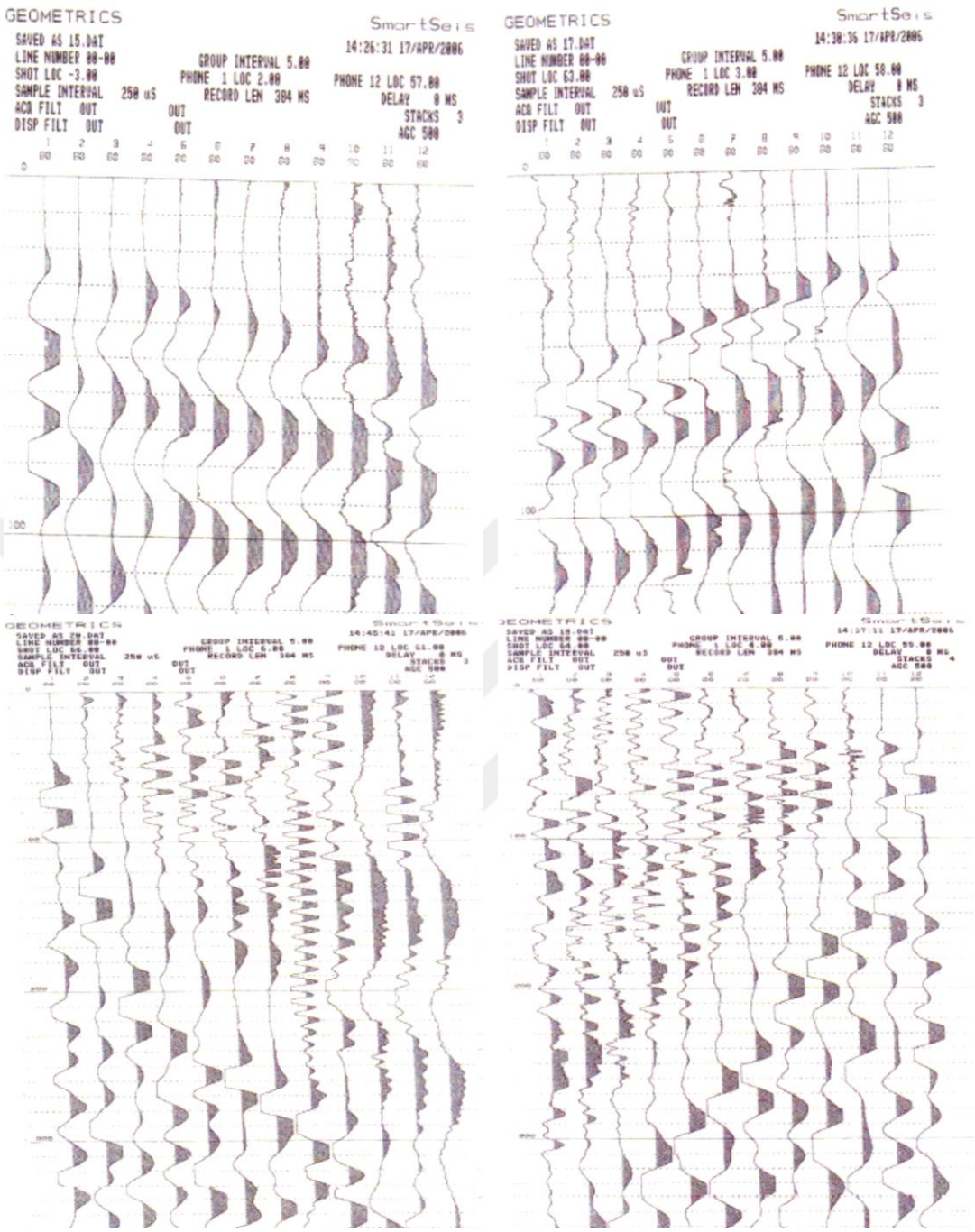
Ek-C.2. SK2 lokasyonunda toplanan karşılıklı atışlı sismik kayıtlar($P_{düz}$, P_{ters}, $S_{düz}$, S_{ters} verileri)



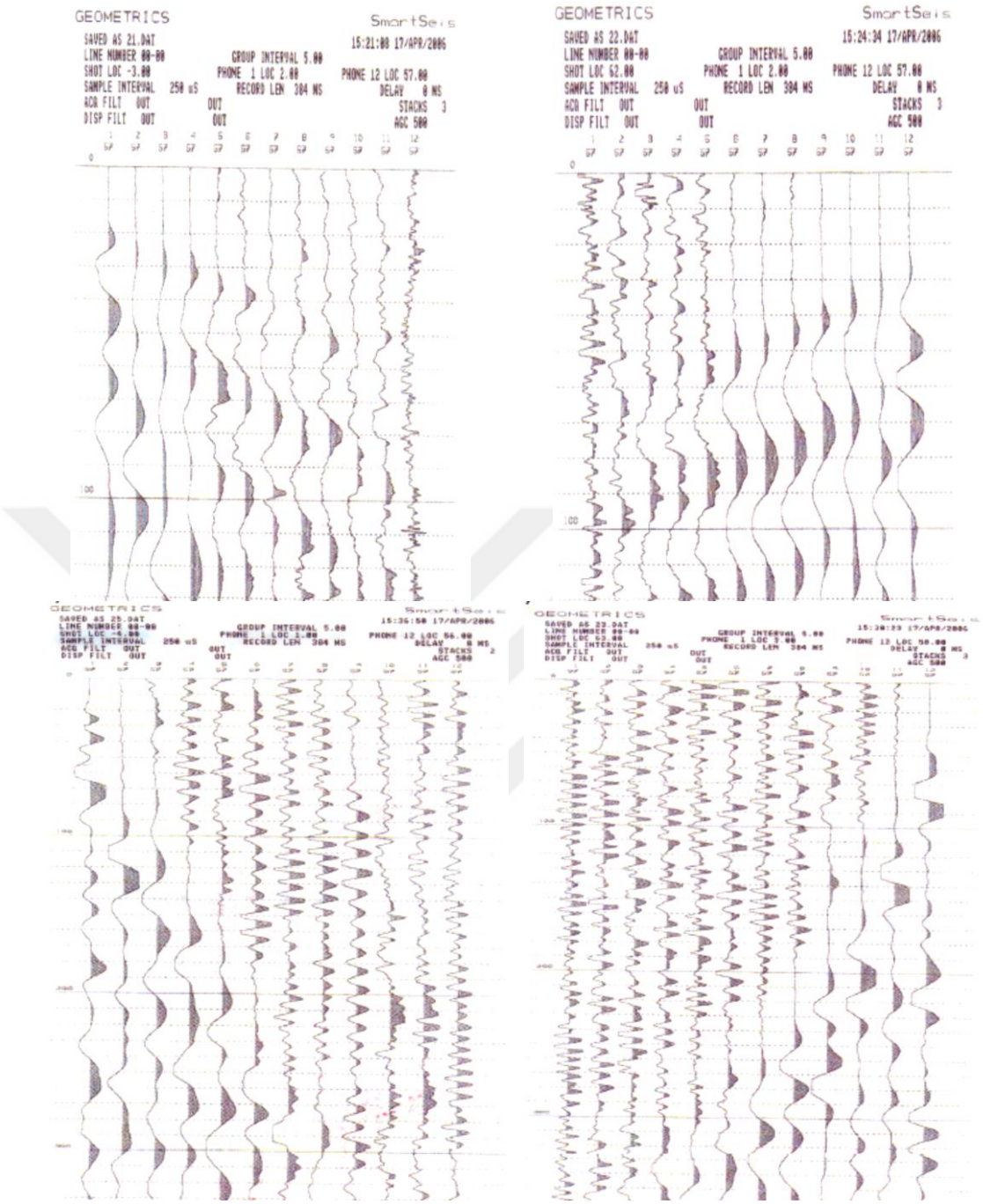
Ek-C.3. SK3 lokasyonunda toplanan karşılıklı atışlı sismik kayıtlar($P_{düz}$, P_{ters}, $S_{düz}$, S_{ters} verileri)



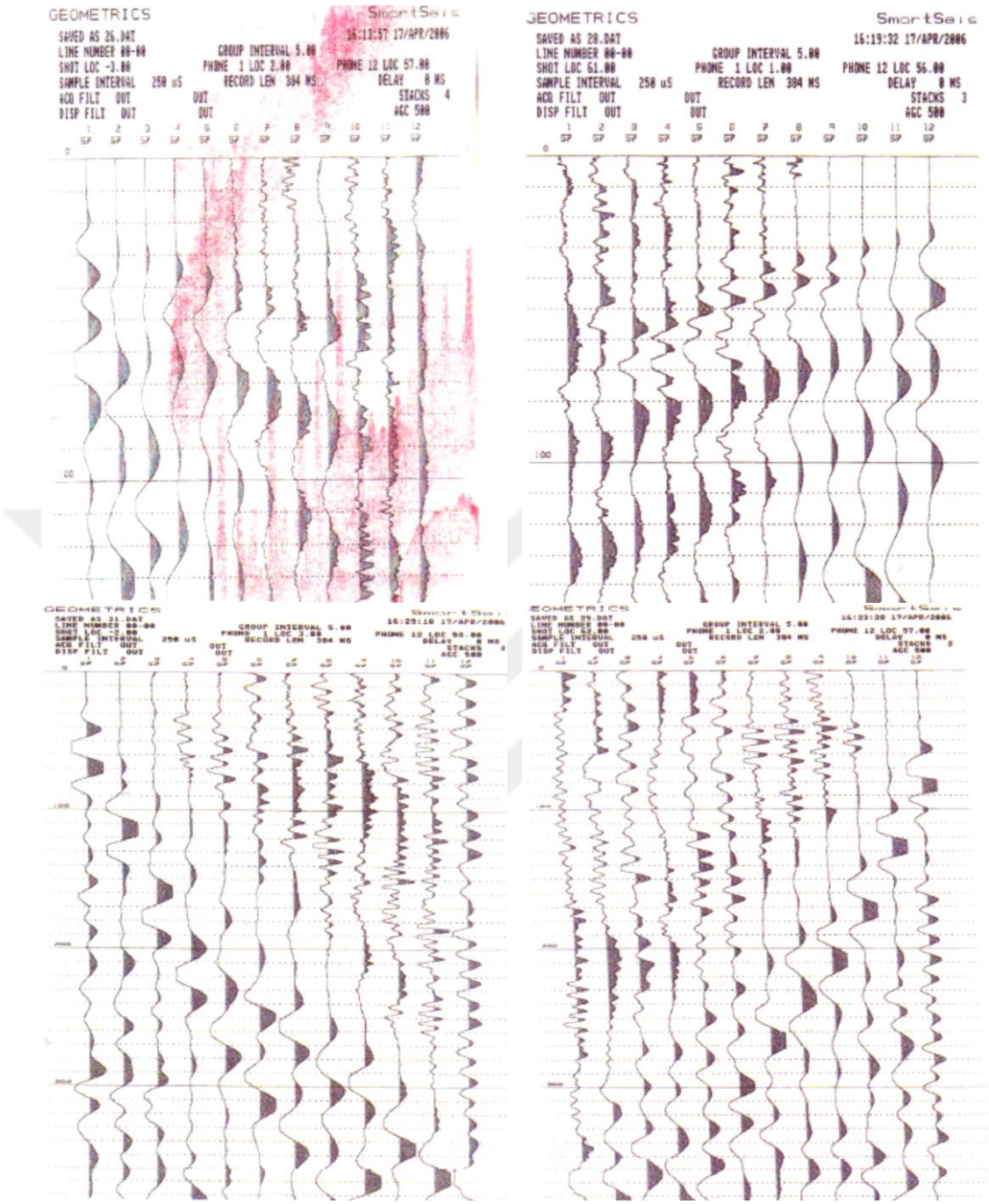
Ek-C.4. SK4 lokasyonunda toplanan karşılıklı atışlı sismik kayıtlar($P_{düz}$, P_{ters}, $S_{düz}$, S_{ters} verileri)



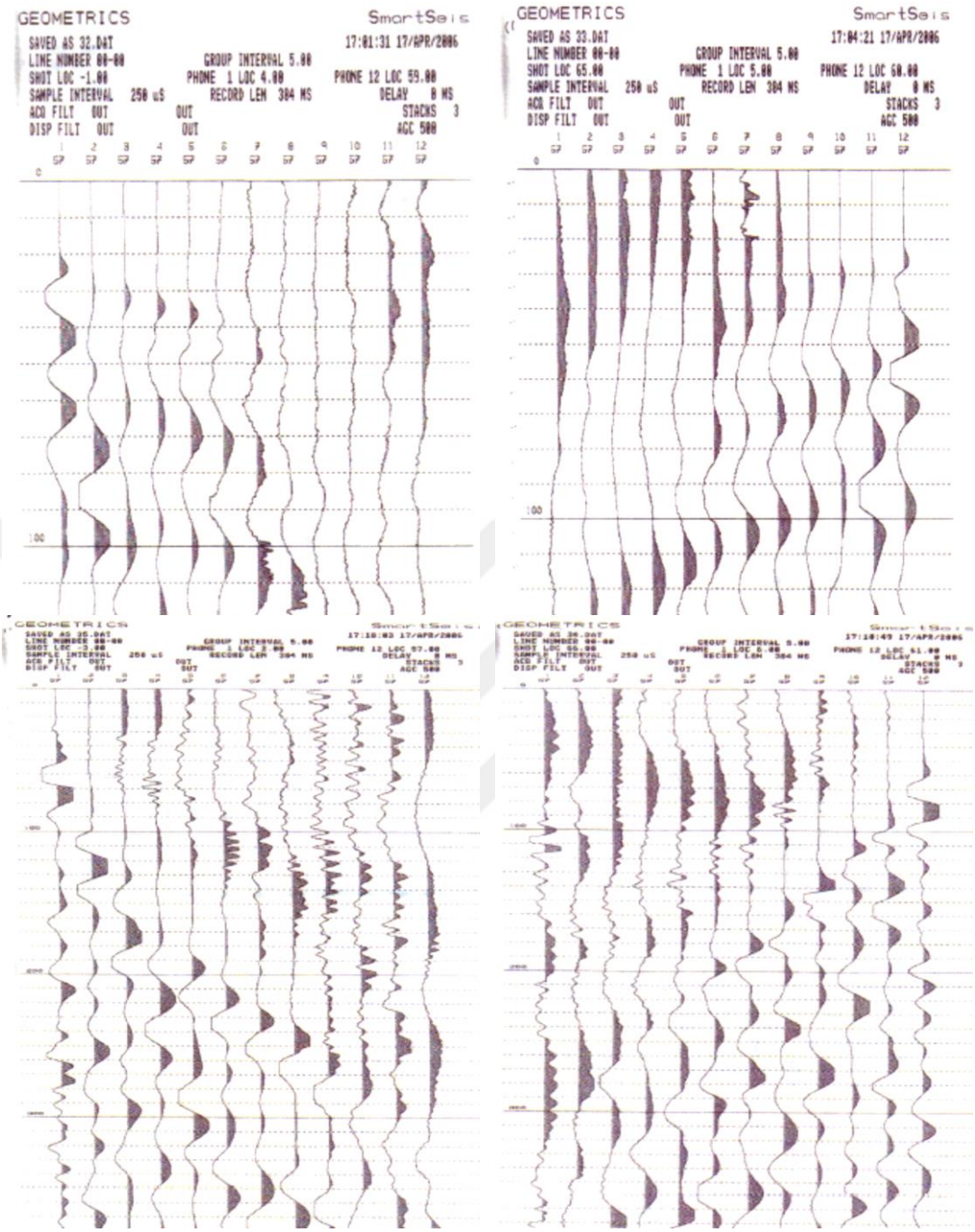
Ek-C.5. SK5 lokasyonunda toplanan karşılıklı atışlı sismik kayıtlar($P_{düz}$, P_{ters}, $S_{düz}$, S_{ters} verileri)



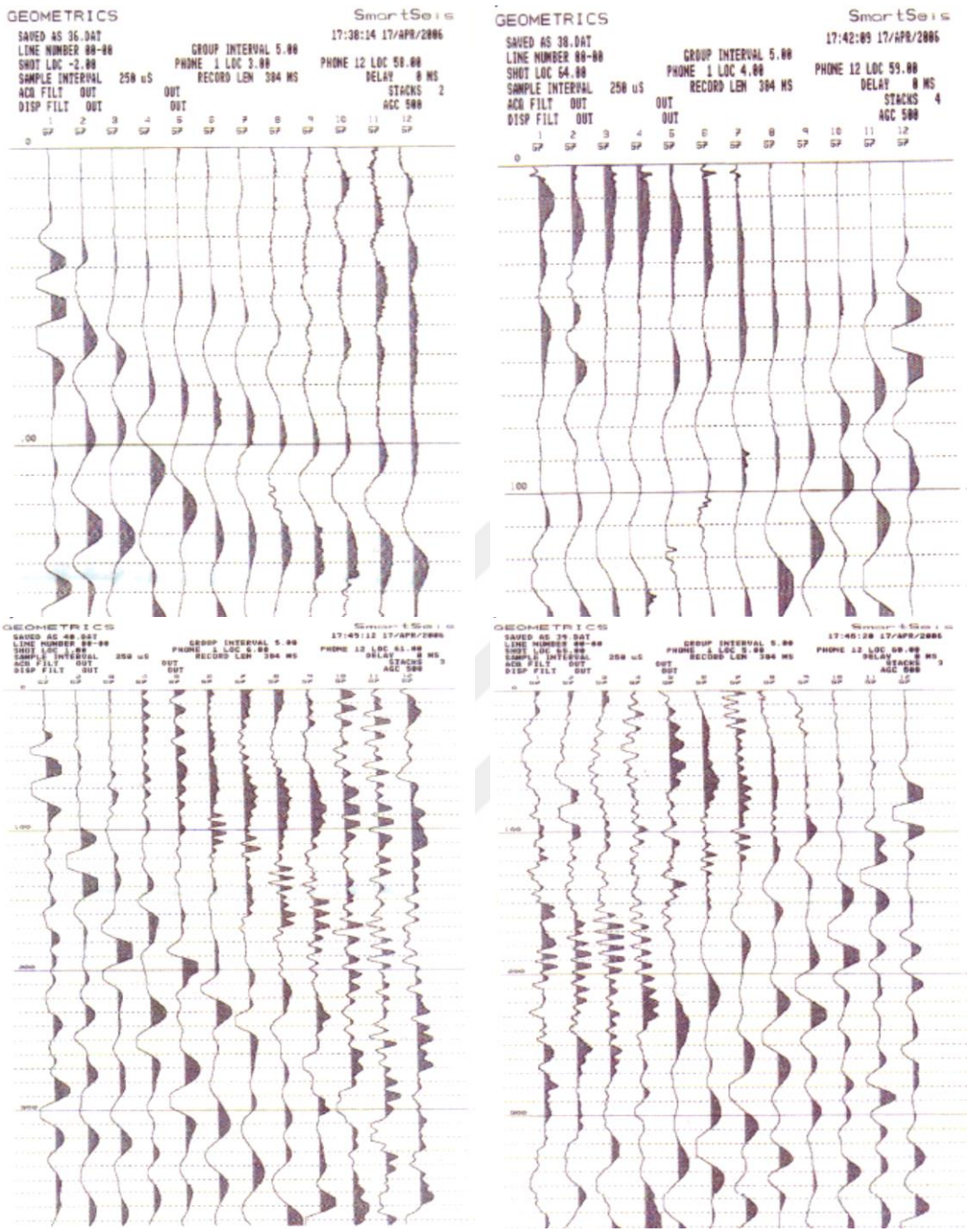
Ek-C.6. SK6 lokasyonunda toplanan karşılıklı atışlı sismik kayıtlar($P_{düz}$, P_{ters}, $S_{düz}$, S_{ters} verileri)



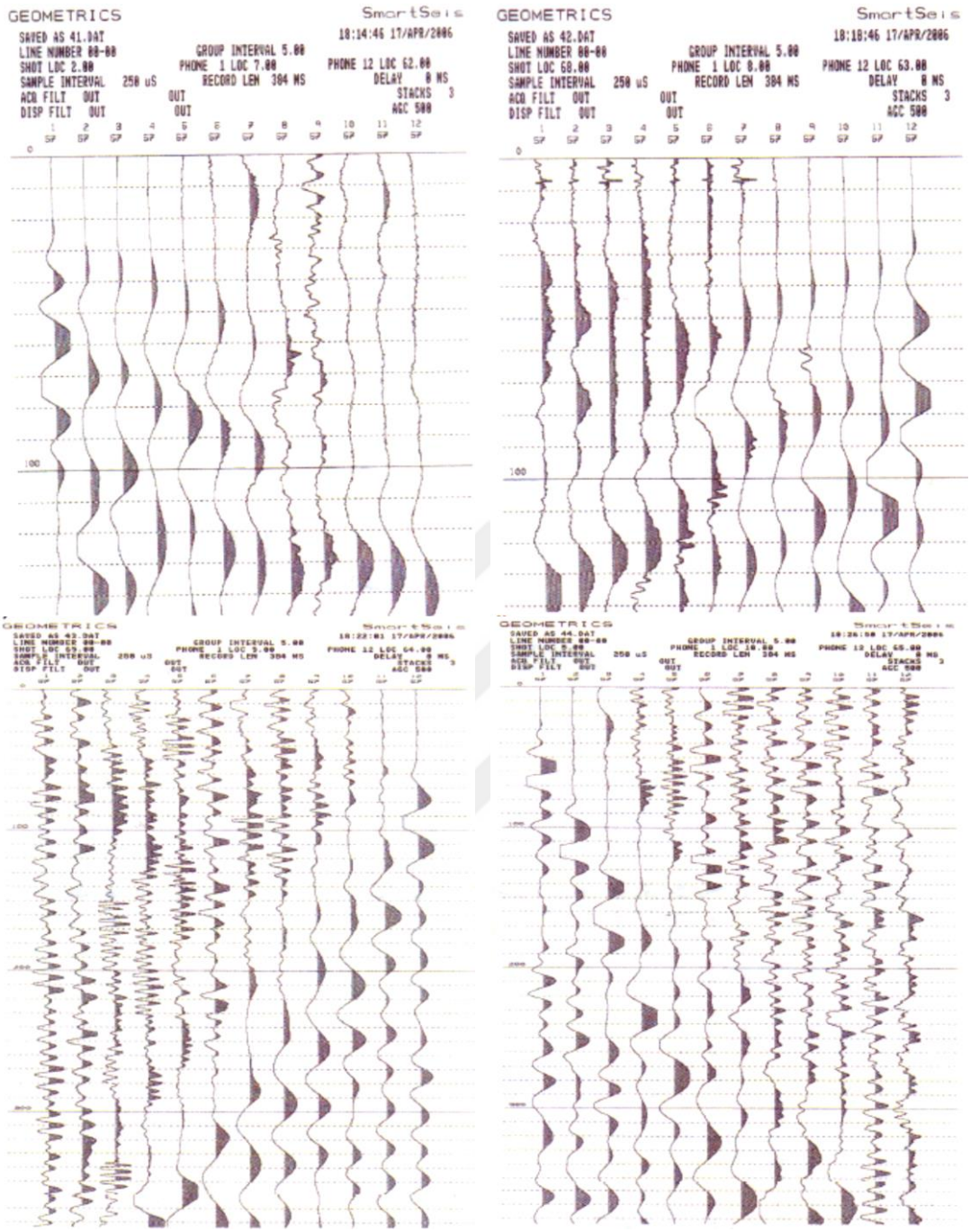
Ek-C.7. SK7 lokasyonunda toplanan karşılıklı atışlı sismik kayıtlar($P_{düz}$, P_{ters}, $S_{düz}$, S_{ters} verileri)



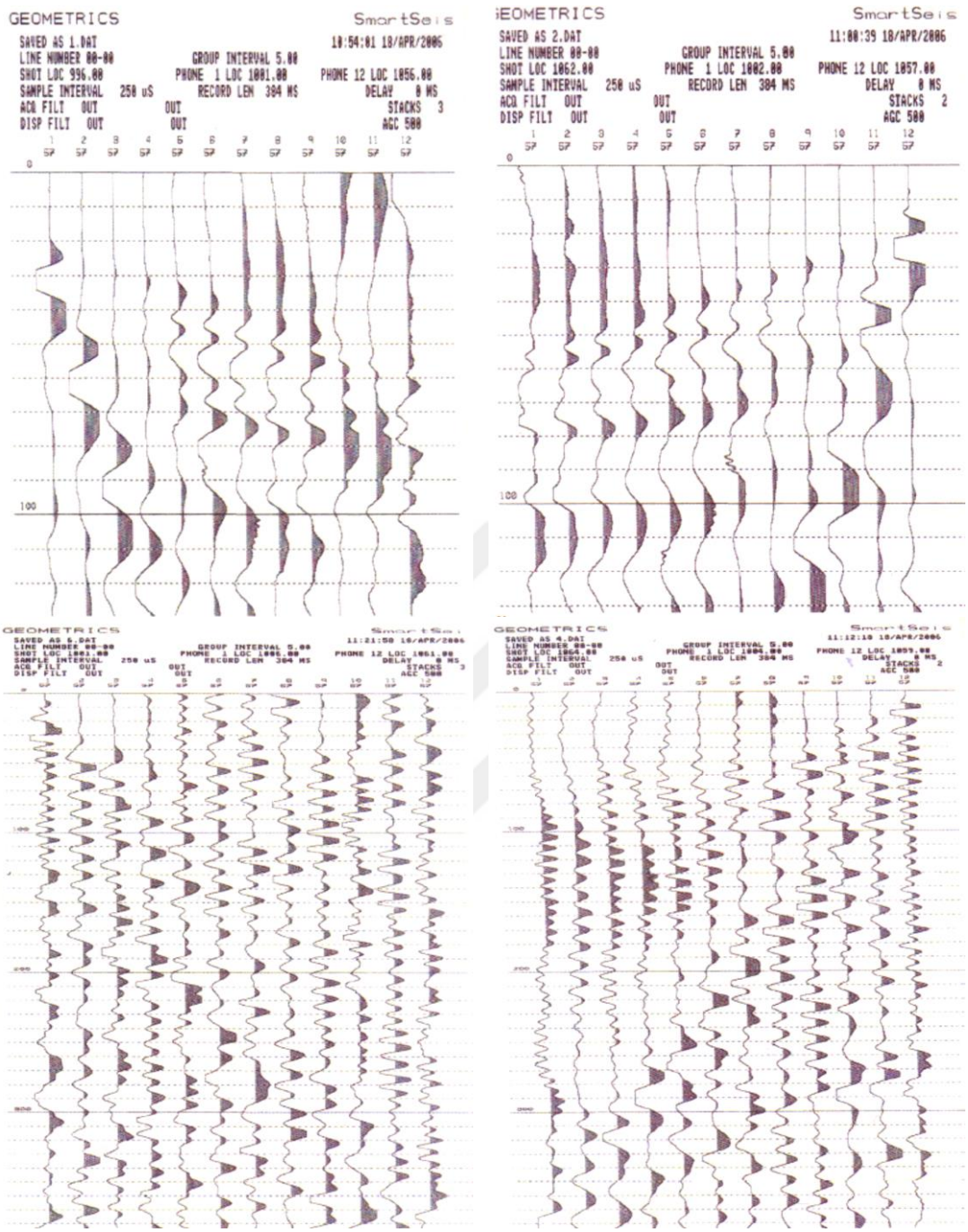
Ek-C.8. SK8 lokasyonunda toplanan karşılıklı atışlı sismik kayıtlar($P_{düz}$, P_{ters}, $S_{düz}$, S_{ters} verileri)



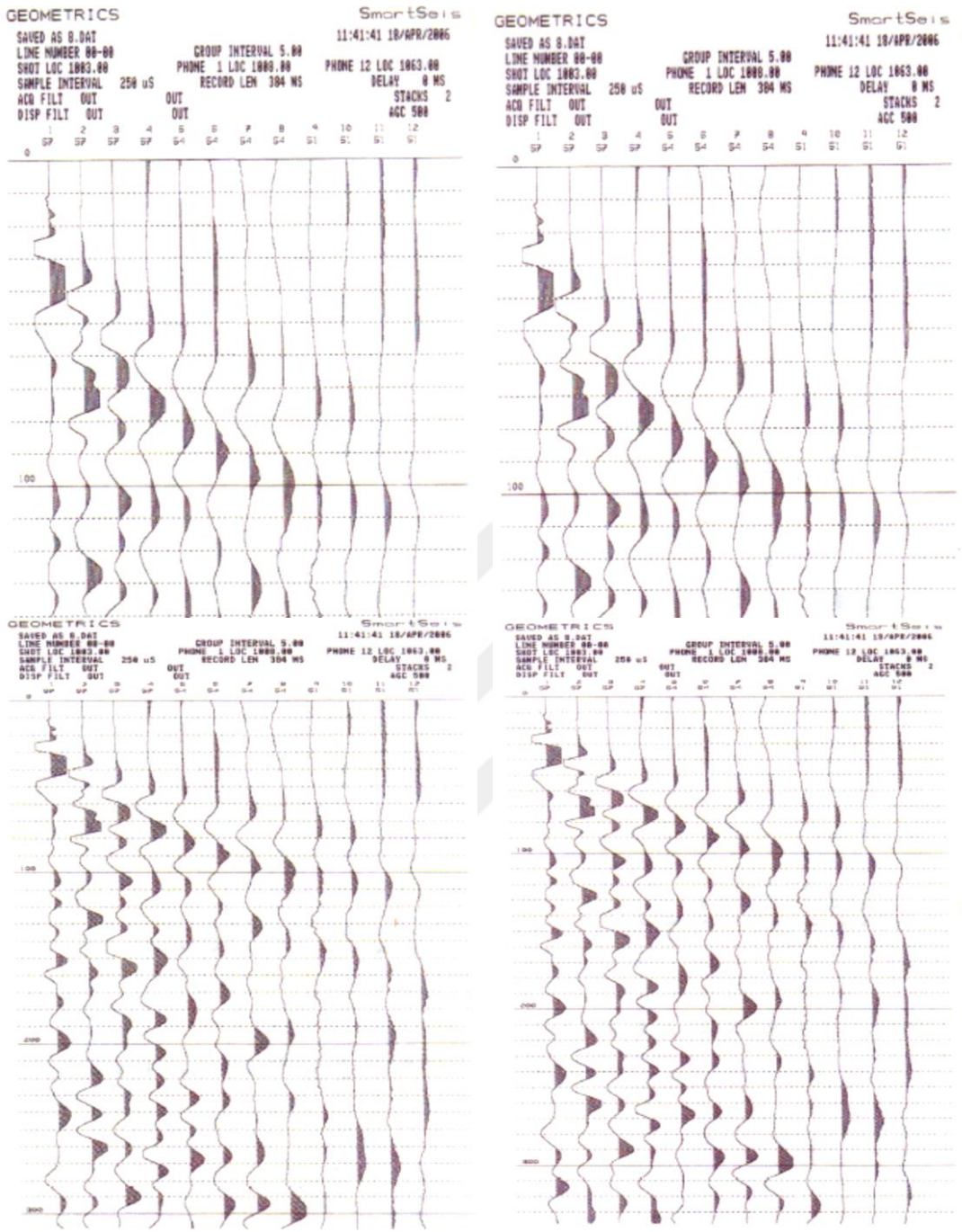
Ek-C.9. SK9 lokasyonunda toplanan karşılıklı atışlı sismik kayıtlar($P_{düz}$, P_{ters}, $S_{düz}$, S_{ters} verileri)



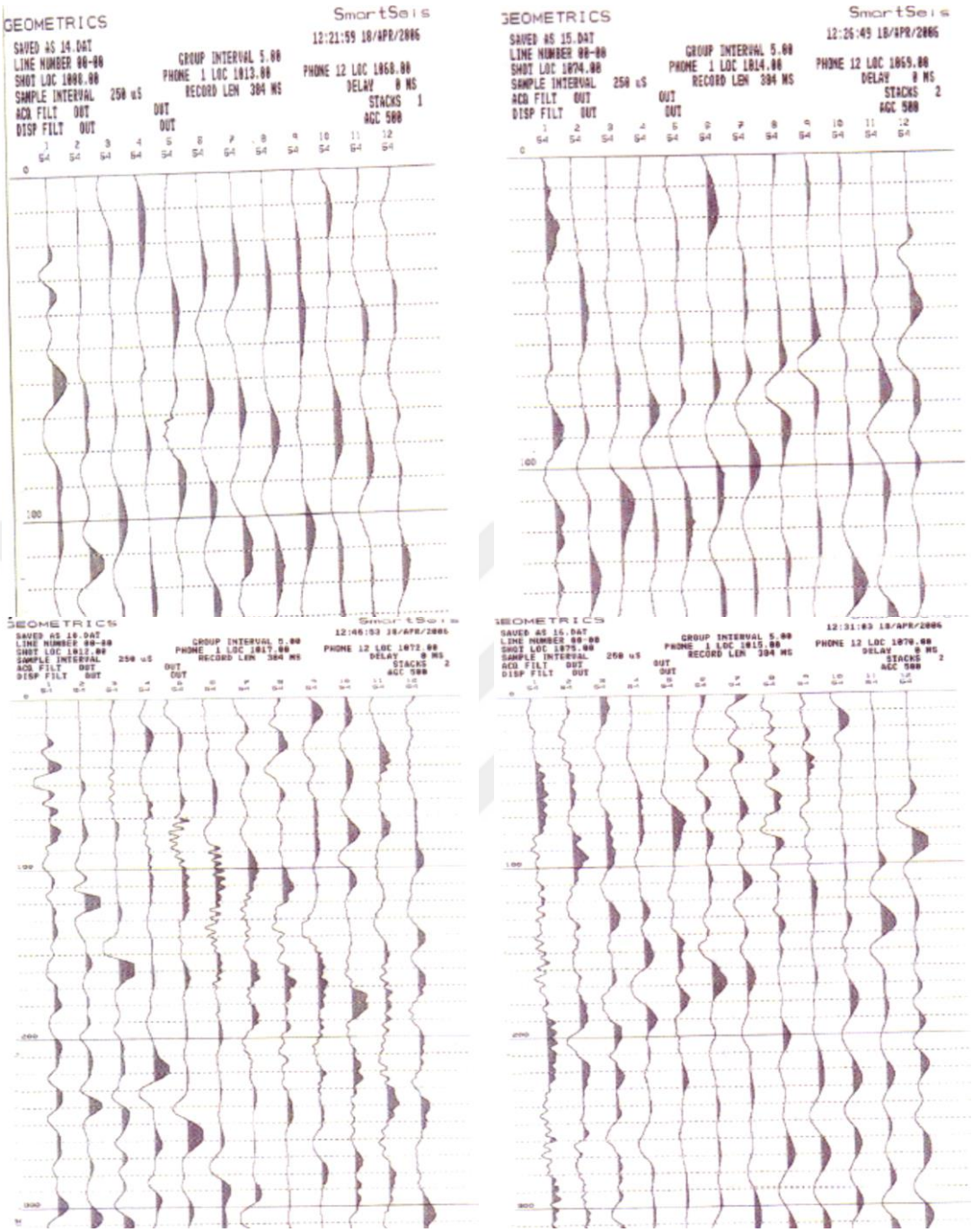
Ek-C.10. SK10 lokasyonunda toplanan karşılıklı atışlı sismik kayıtlar($P_{düz}$, P_{ters}, $S_{düz}$, S_{ters} verileri)



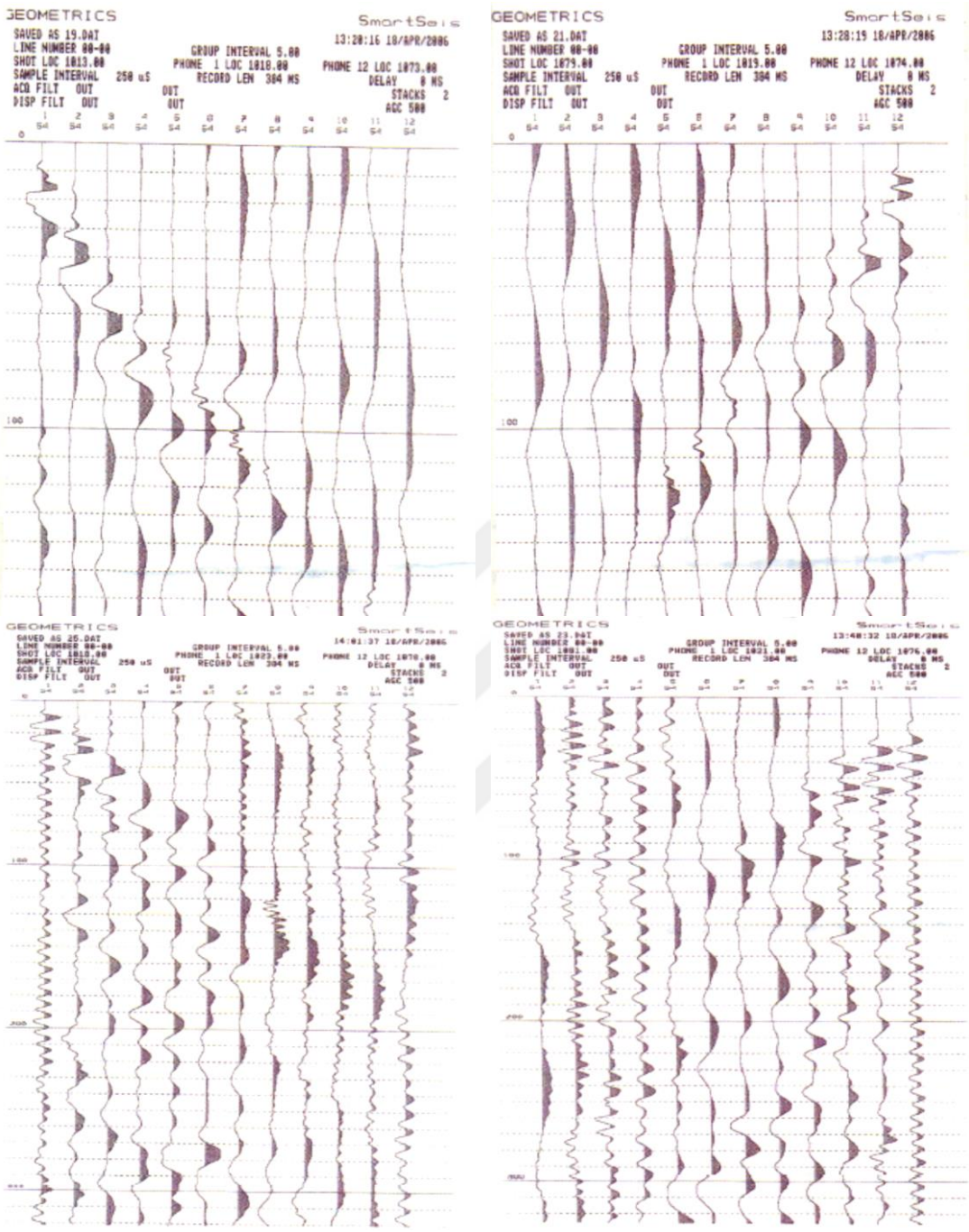
Ek-C.11. SK11 lokasyonunda toplanan karşılıklı atışlı sismik kayıtlar($P_{düz}$, P_{ters}, $S_{düz}$, S_{ters} verileri)



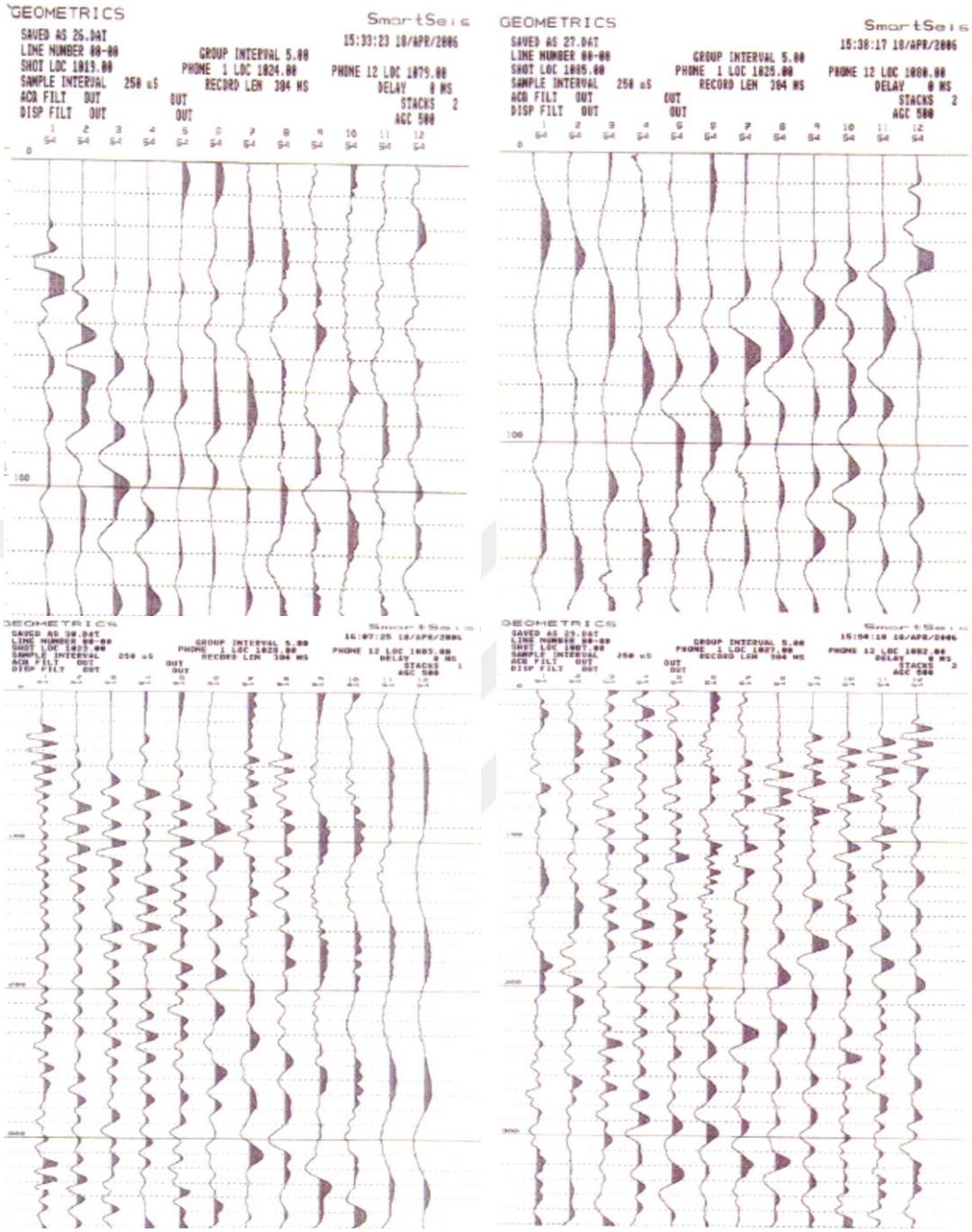
Ek-C.12. SK12 lokasyonunda toplanan karşılıklı atışlı sismik kayıtlar($P_{düz}$, P_{ters}, $S_{düz}$, S_{ters} verileri)



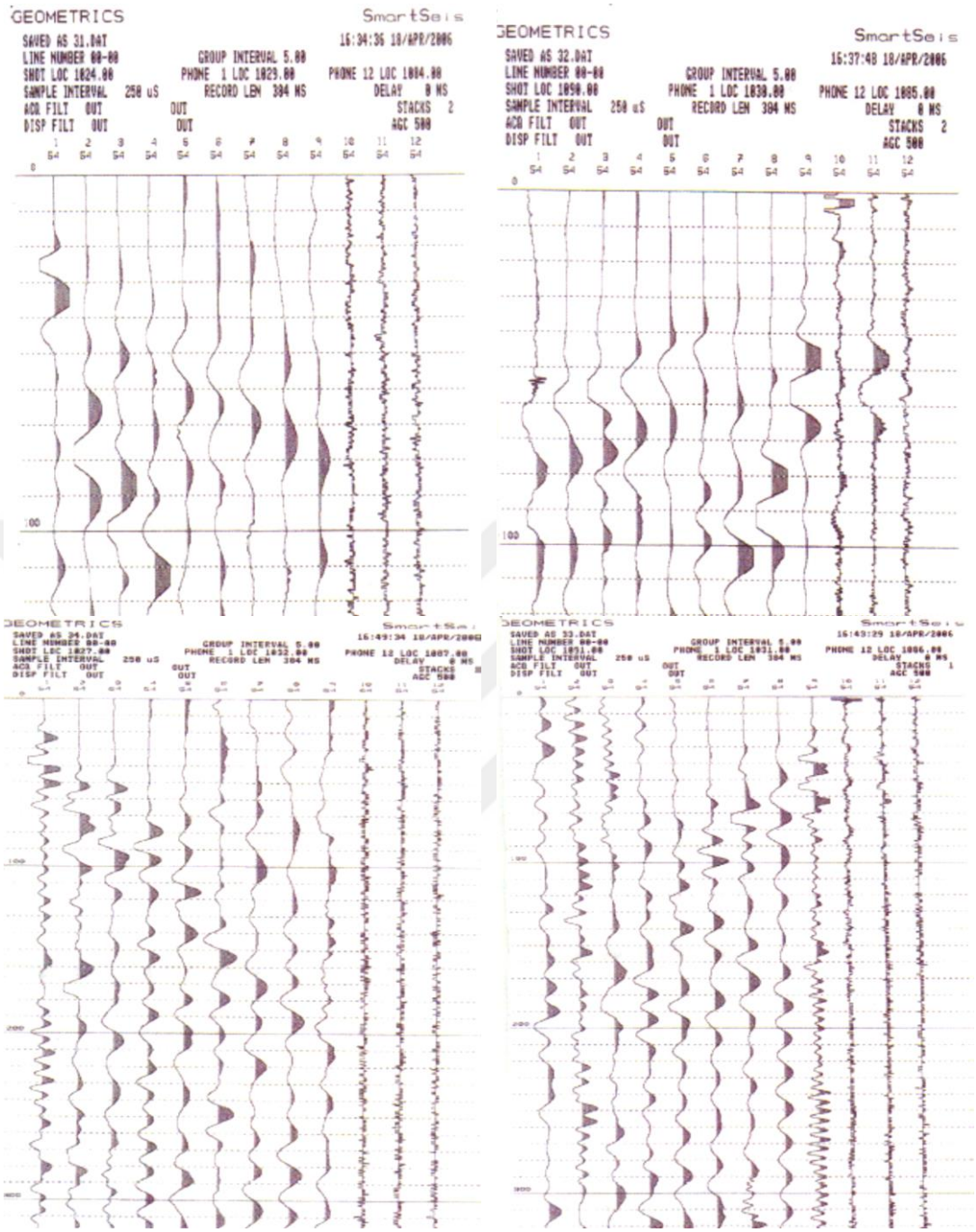
Ek-C.13. SK13 lokasyonunda toplanan karşılıklı atışlı sismik kayıtlar($P_{düz}$, P_{ters}, $S_{düz}$, S_{ters} verileri)



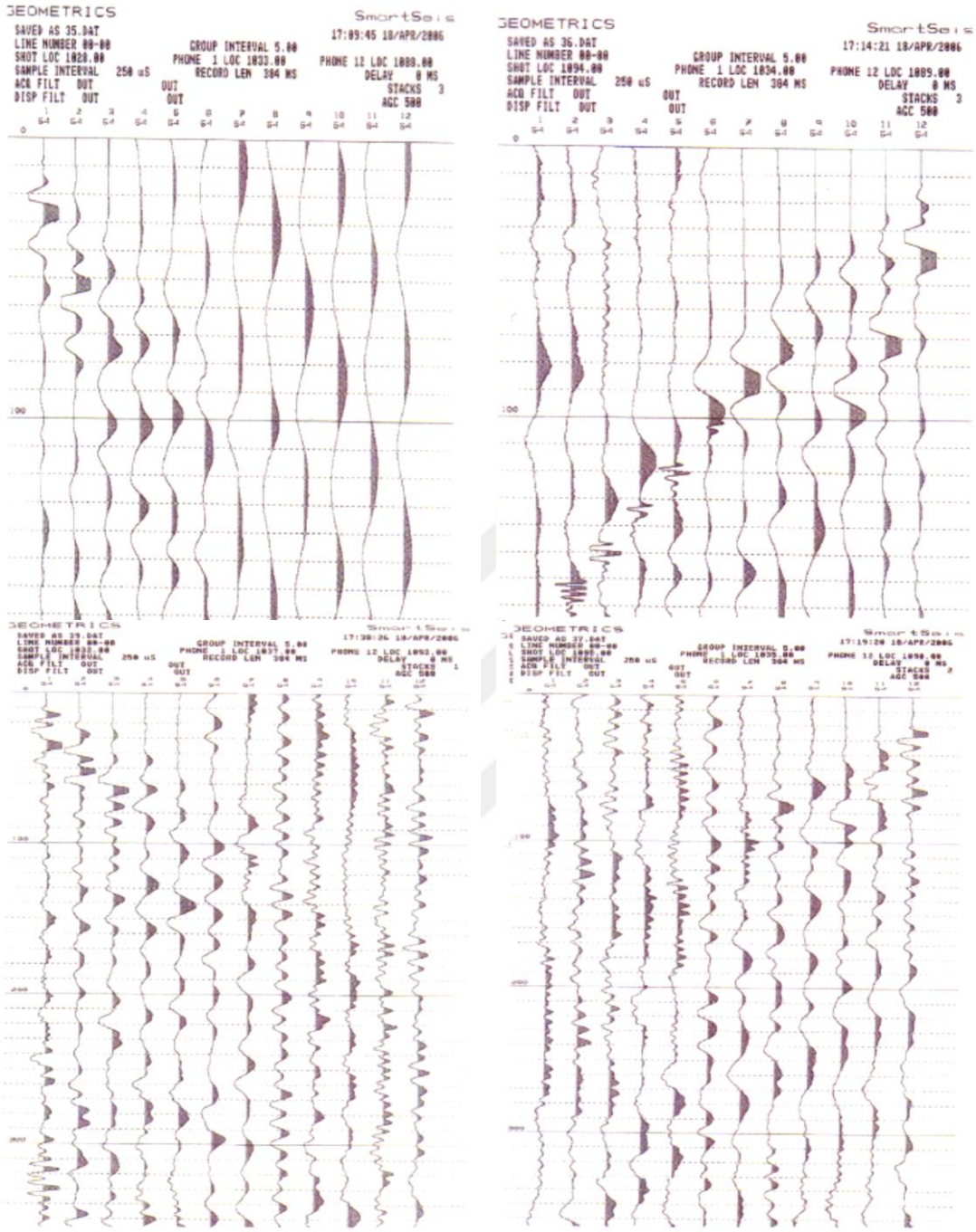
Ek-C.14. SK14 lokasyonunda toplanan karşılıklı atışlı sismik kayıtlar($P_{düz}$, P_{ters}, $S_{düz}$, S_{ters} verileri)



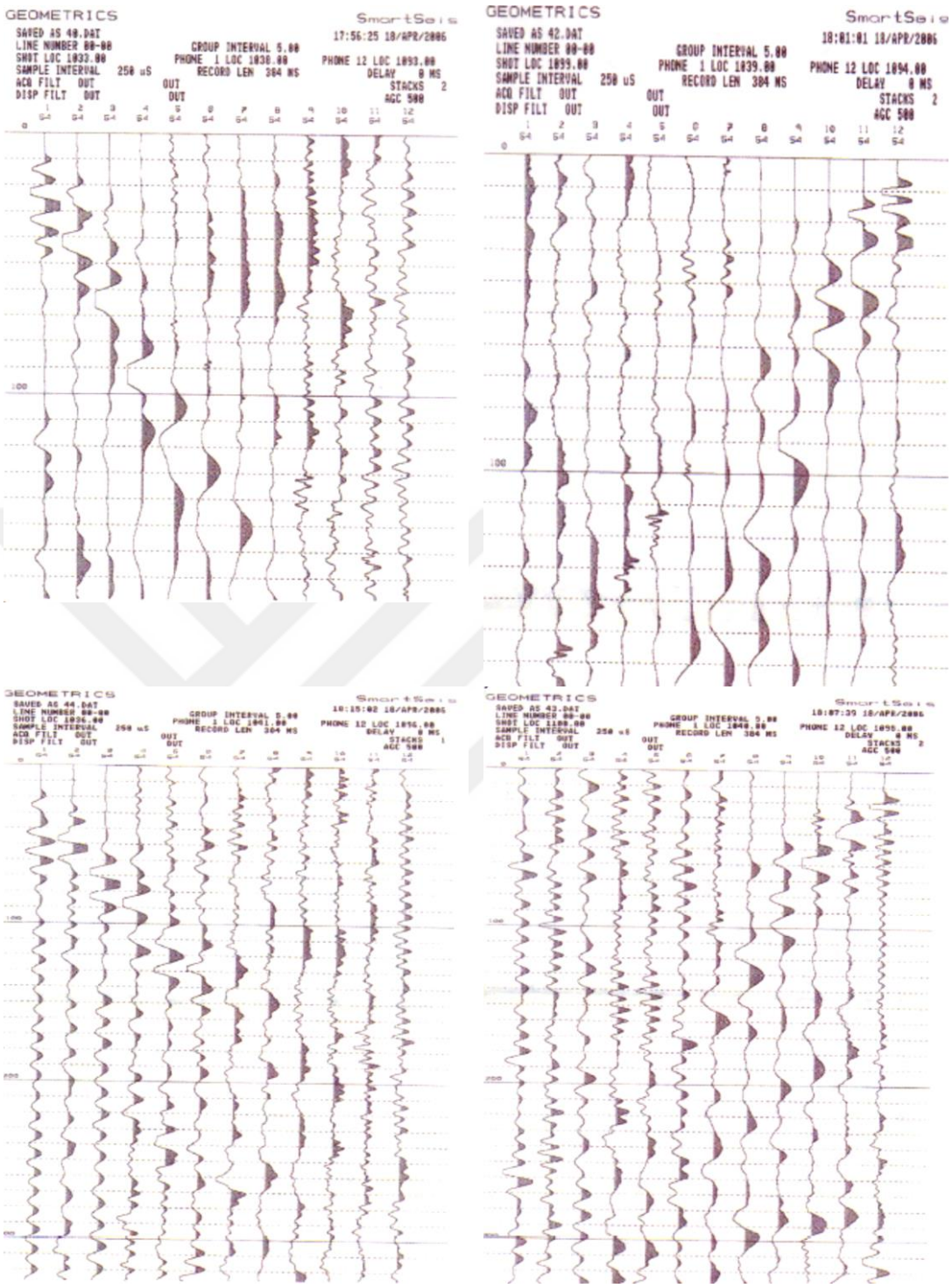
Ek-C.15. SK15 lokasyonunda toplanan karşılıklı atışlı sismik kayıtlar($P_{düz}$, P_{ters}, $S_{düz}$, S_{ters} verileri)



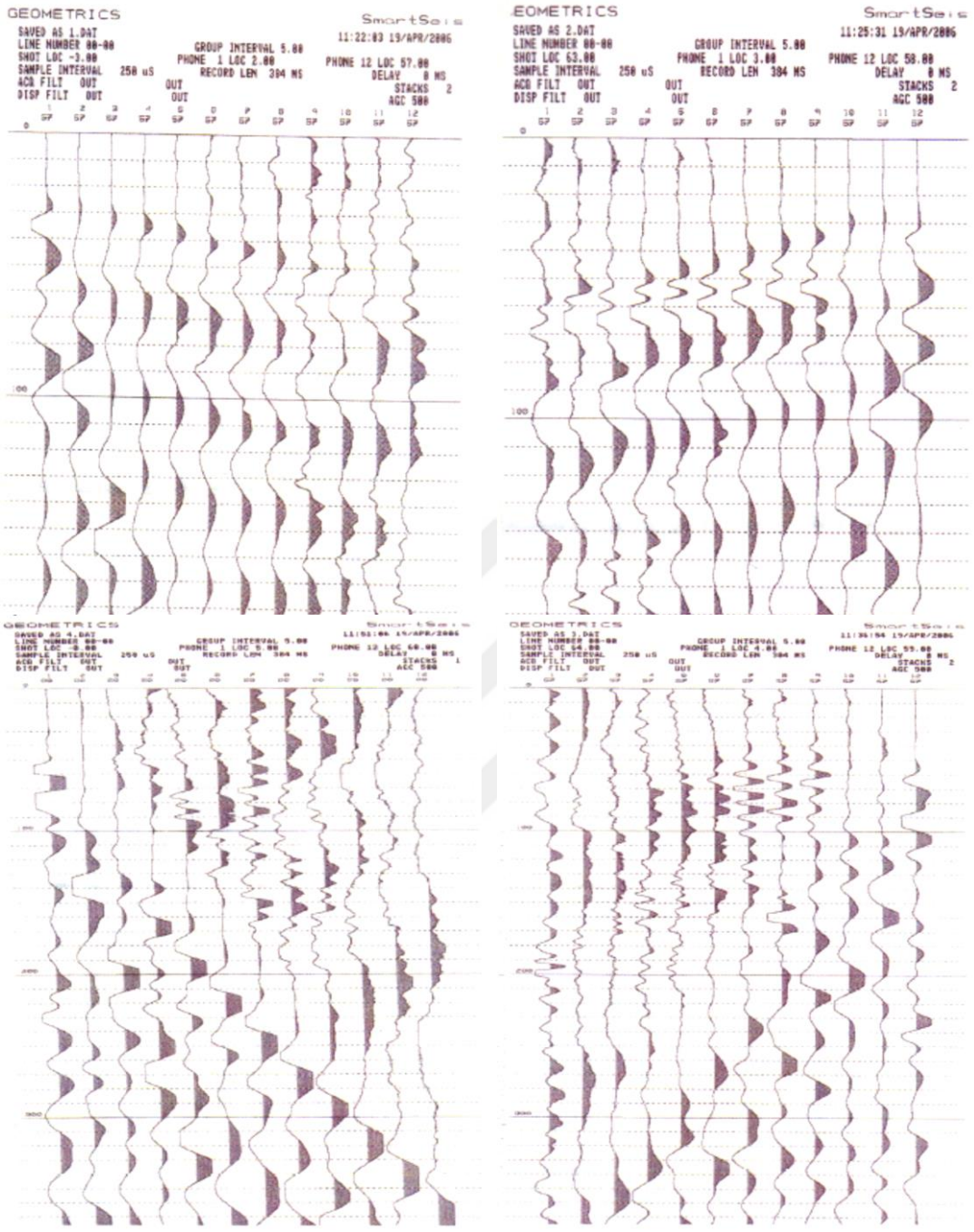
Ek-C.16. SK16 lokasyonunda toplanan karşılıklı atışlı sismik kayıtlar($P_{düz}$, P_{ters}, $S_{düz}$, S_{ters} verileri)



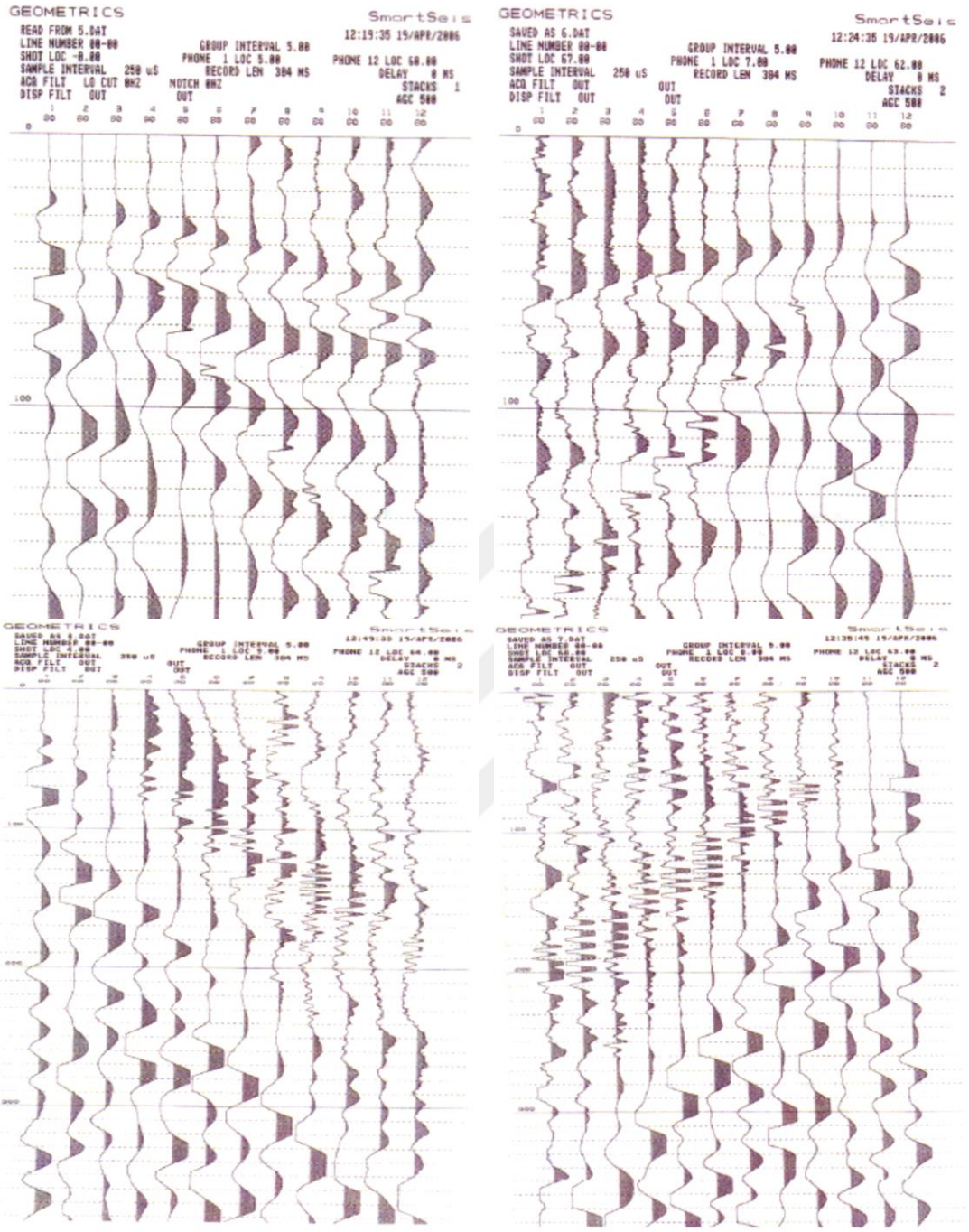
Ek-C.17. SK17 lokasyonunda toplanan karşılıklı atışlı sismik kayıtlar($P_{düz}$, P_{ters}, $S_{düz}$, S_{ters} verileri)



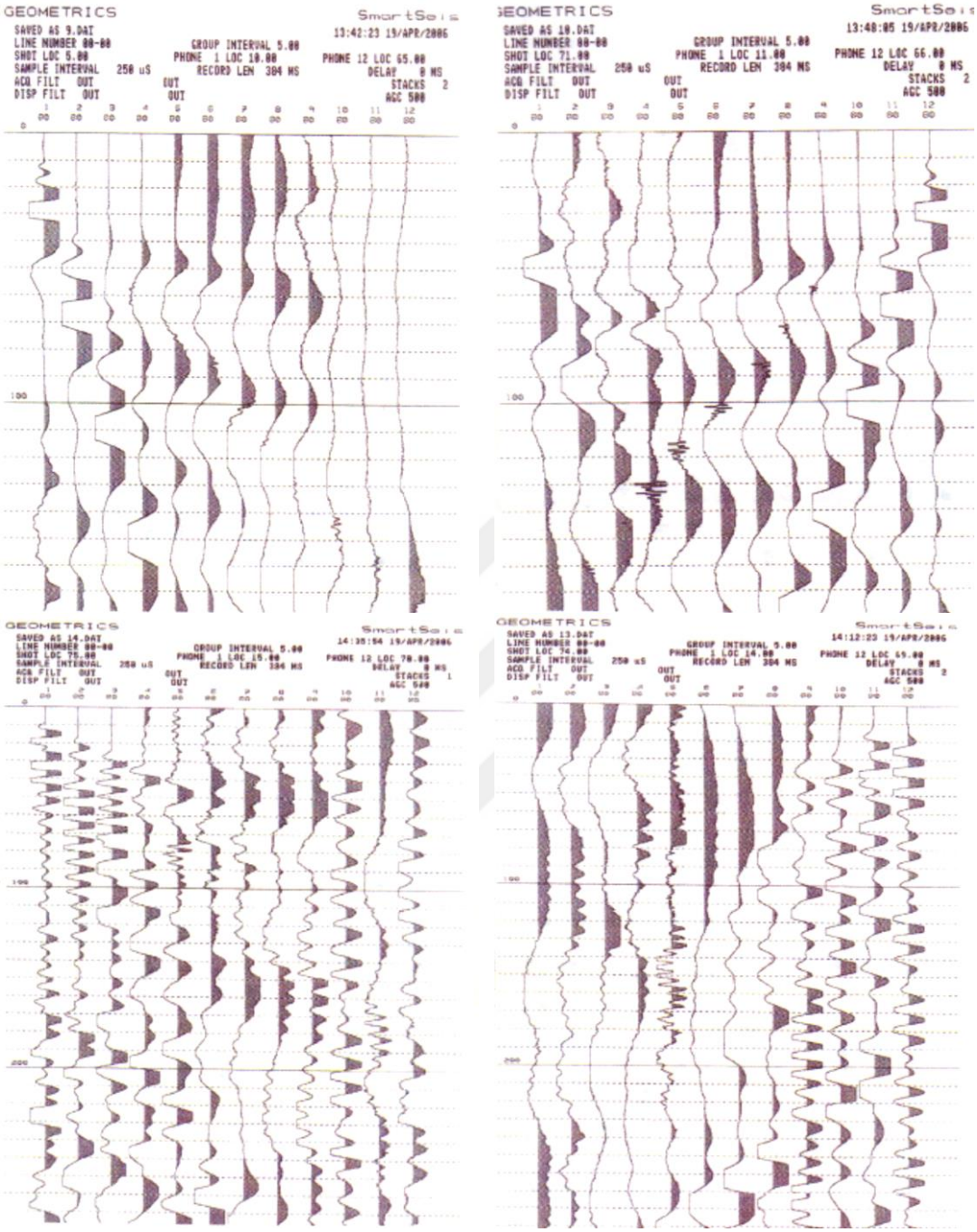
Ek-C.18. SK18 lokasyonunda toplanan karşılıklı atışlı sismik kayıtlar($P_{düz}$, P_{ters}, $S_{düz}$, S_{ters} verileri)



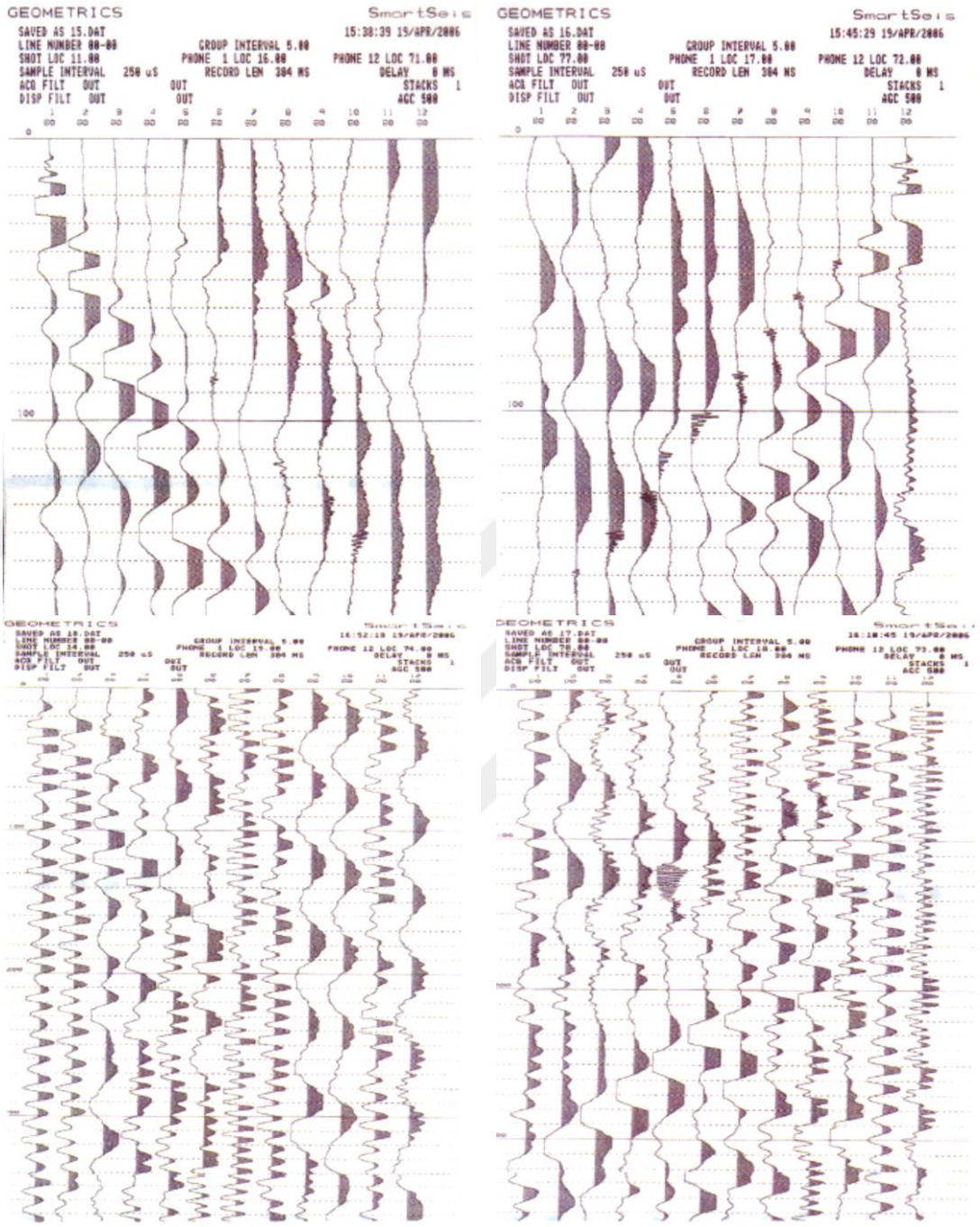
Ek-C.19. SK19 lokasyonunda toplanan karşılıklı atışlı sismik kayıtlar($P_{düz}$, P_{ters}, $S_{düz}$, S_{ters} verileri)



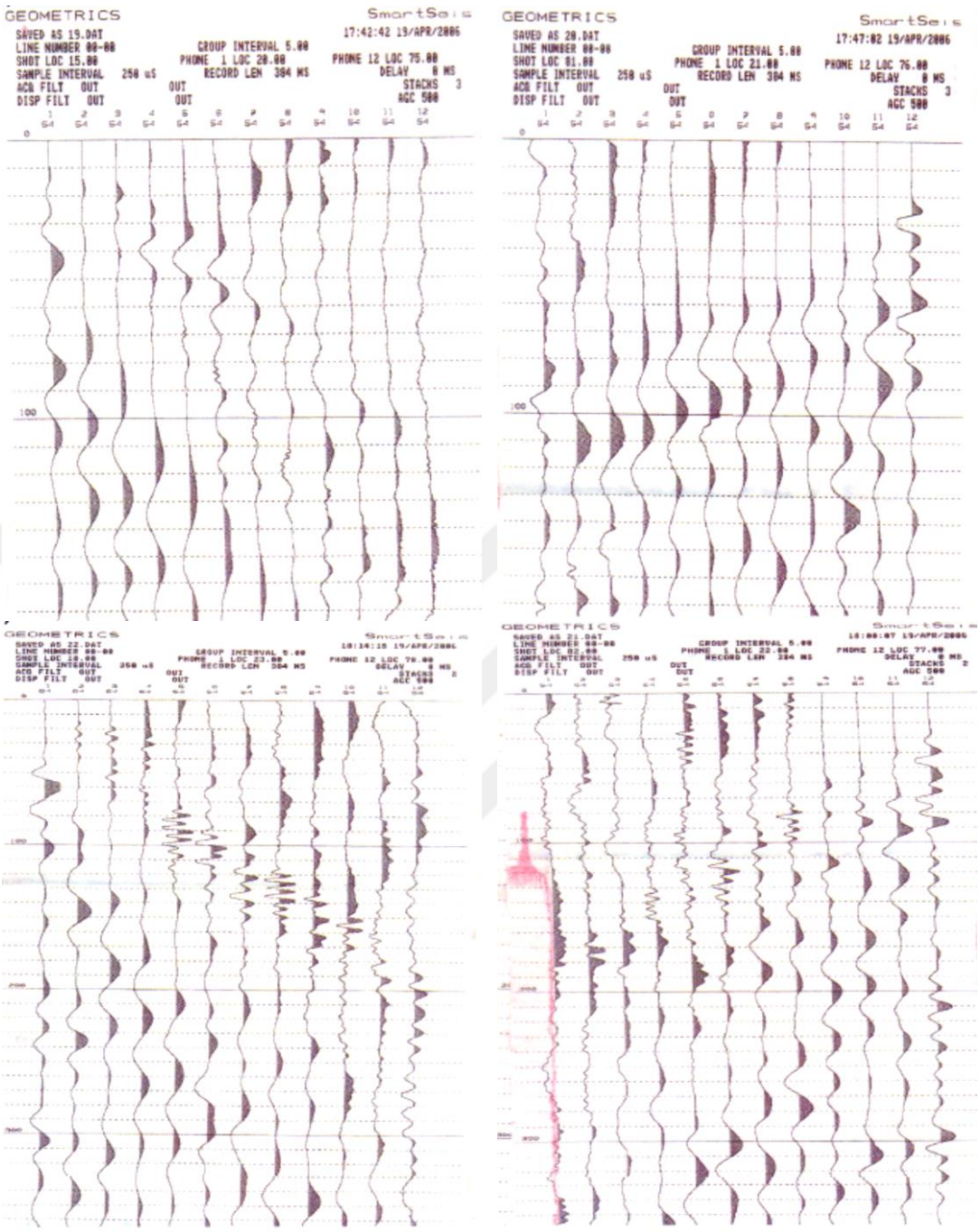
Ek-C.20. SK20 lokasyonunda toplanan karşılıklı atışlı sismik kayıtlar($P_{düz}$, P_{ters}, $S_{düz}$, S_{ters} verileri)



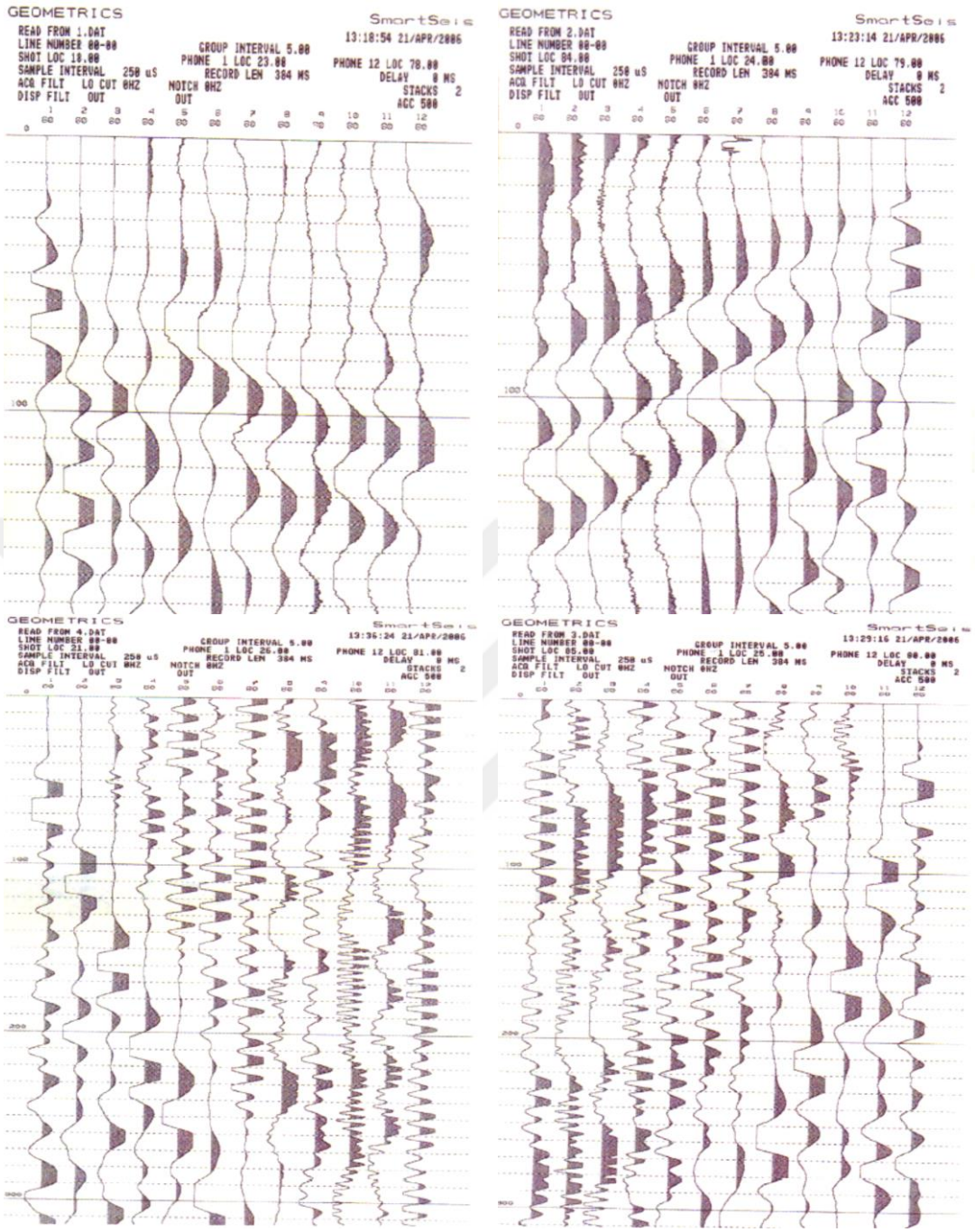
Ek-C.21. SK21 lokasyonunda toplanan karşılıklı atışlı sismik kayıtlar($P_{düz}$, P_{ters}, $S_{düz}$, S_{ters} verileri)



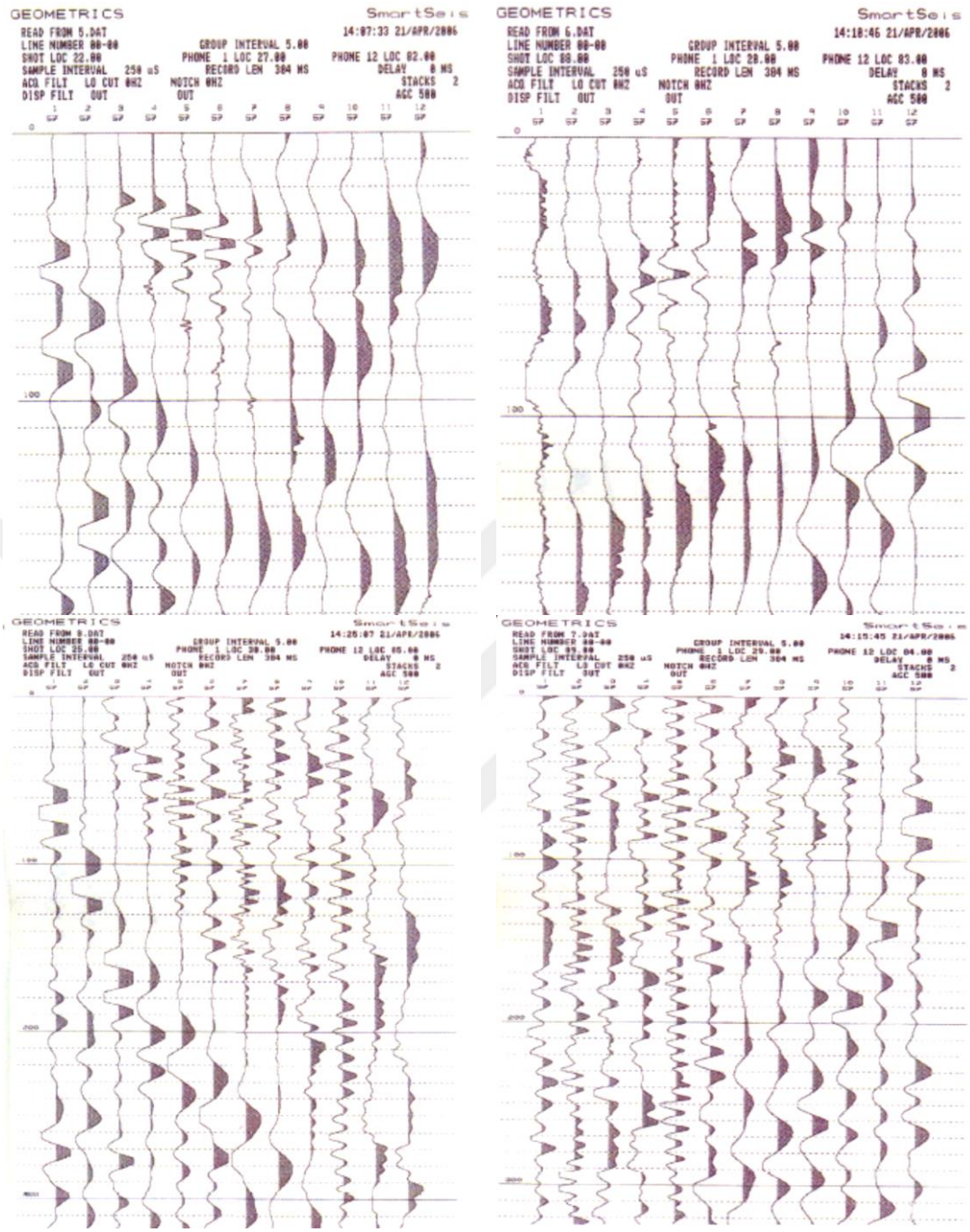
Ek-C.22. SK22 lokasyonunda toplanan karşılıklı atışlı sismik kayıtlar($P_{düz}$, P_{ters}, $S_{düz}$, S_{ters} verileri)



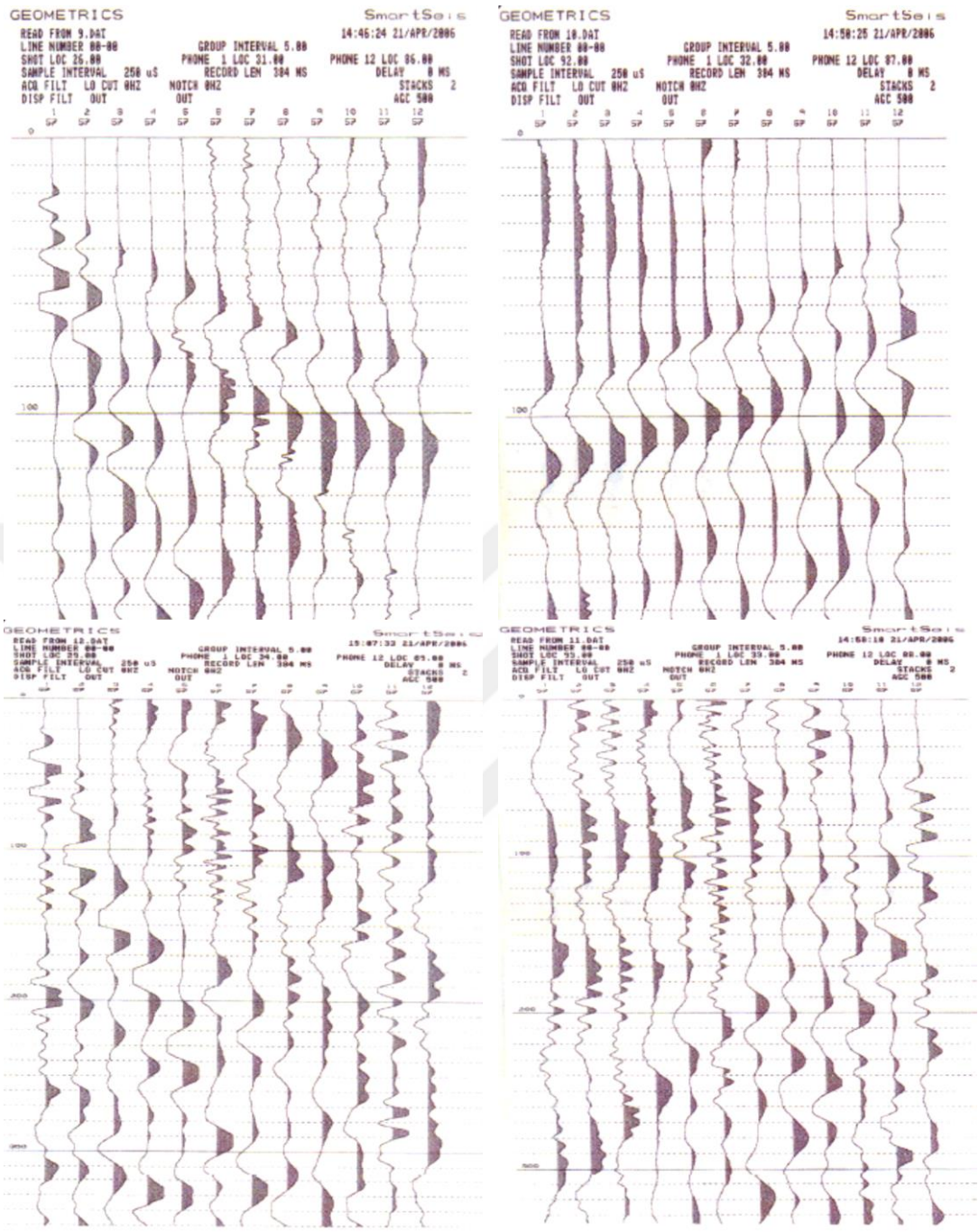
Ek-C.23. SK23 lokasyonunda toplanan karşılıklı atışlı sismik kayıtlar($P_{düz}$, P_{ters}, $S_{düz}$, S_{ters} verileri)



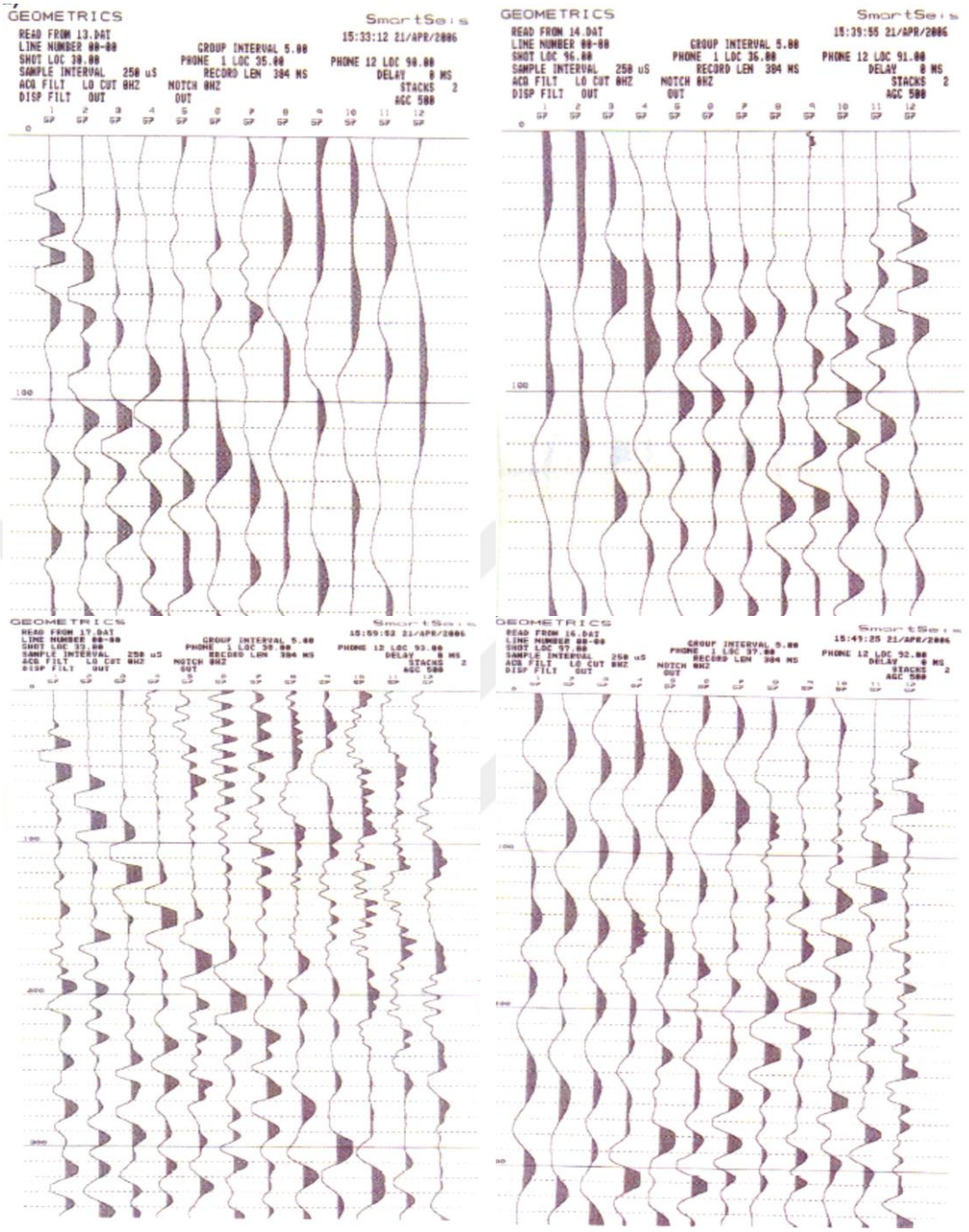
Ek-C.24. SK24 lokasyonunda toplanan karşılıklı atışlı sismik kayıtlar($P_{düz}$, P_{ters}, $S_{düz}$, S_{ters} verileri)



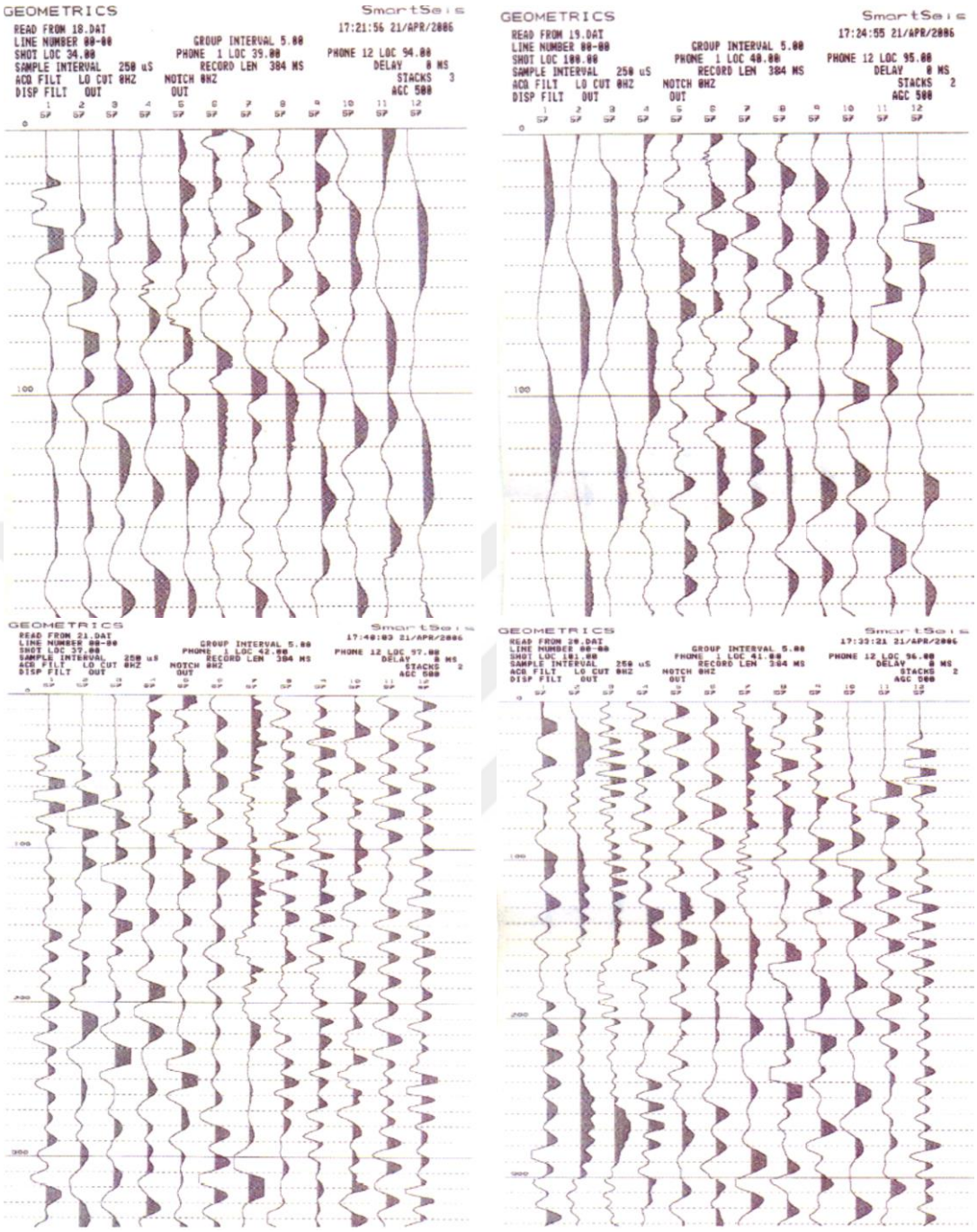
Ek-C.25. SK25 lokasyonunda toplanan karşılıklı atışlı sismik kayıtlar($P_{düz}$, P_{ters}, $S_{düz}$, S_{ters} verileri)



Ek-C.26. SK26 lokasyonunda toplanan karşılıklı atışlı sismik kayıtlar($P_{düz}$, P_{ters}, $S_{düz}$, S_{ters} verileri)



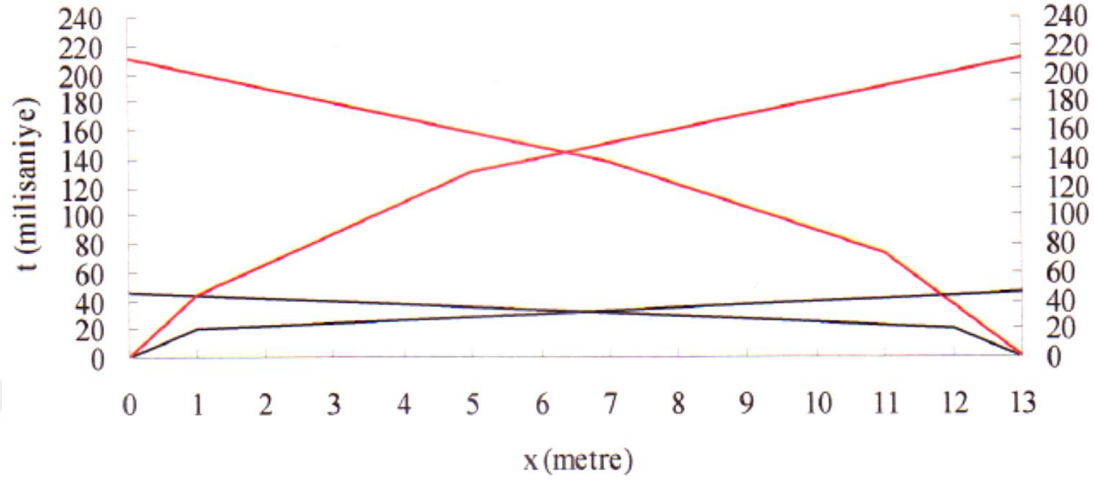
Ek-C.27. SK27 lokasyonunda toplanan karşılıklı atışlı sismik kayıtlar($P_{düz}$, P_{ters}, $S_{düz}$, S_{ters} verileri)



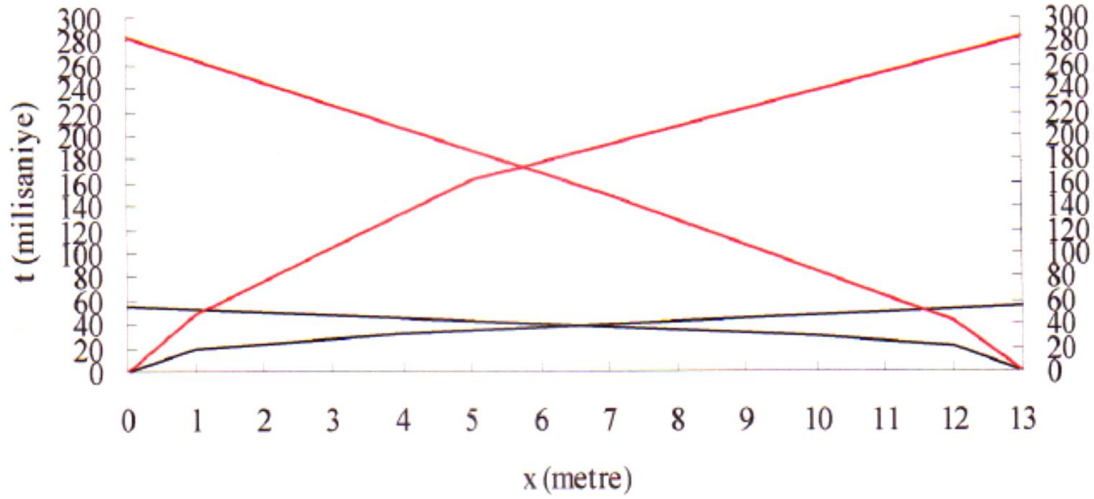
Ek-C.28. SK28 lokasyonunda toplanan karşılıklı atışlı sismik kayıtlar($P_{düz}$, P_{ters}, $S_{düz}$, S_{ters} verileri)

EK-D

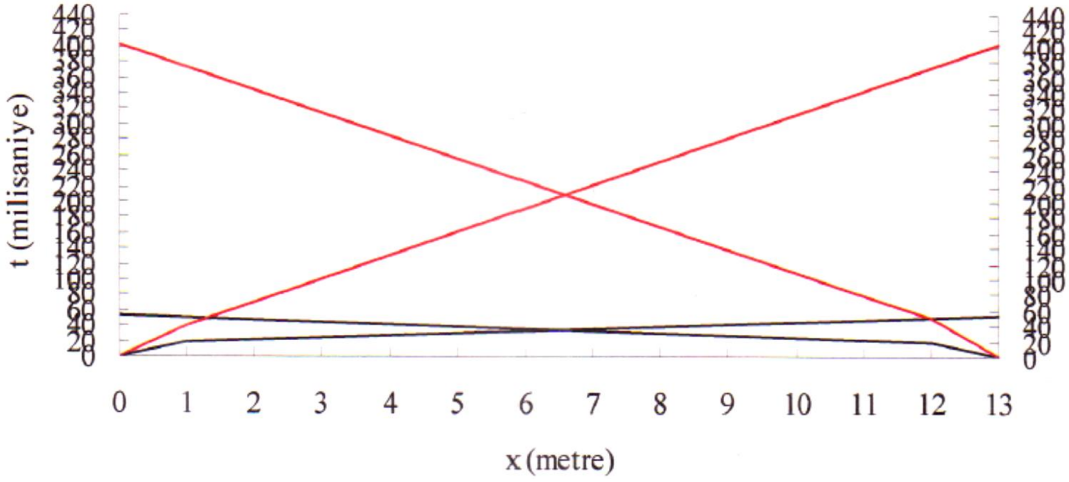
KULLANILAN JEOFİZİK VERİLER-SİSMİK KAYIT PROFİLLERİNE AİT YOL-ZAMAN GRAFİKLERİ



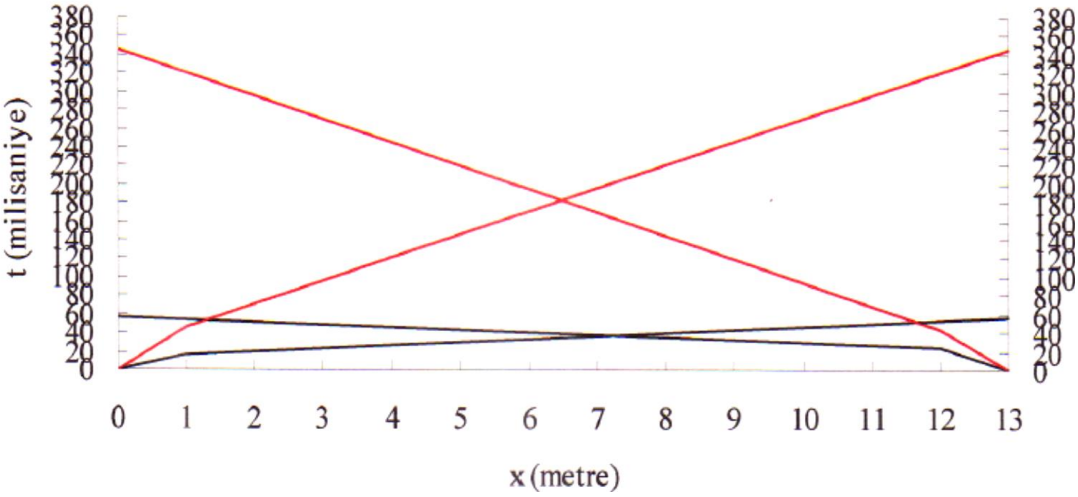
Ek-D.1. SK1 sismik profiline ait yol-zaman grafikleri



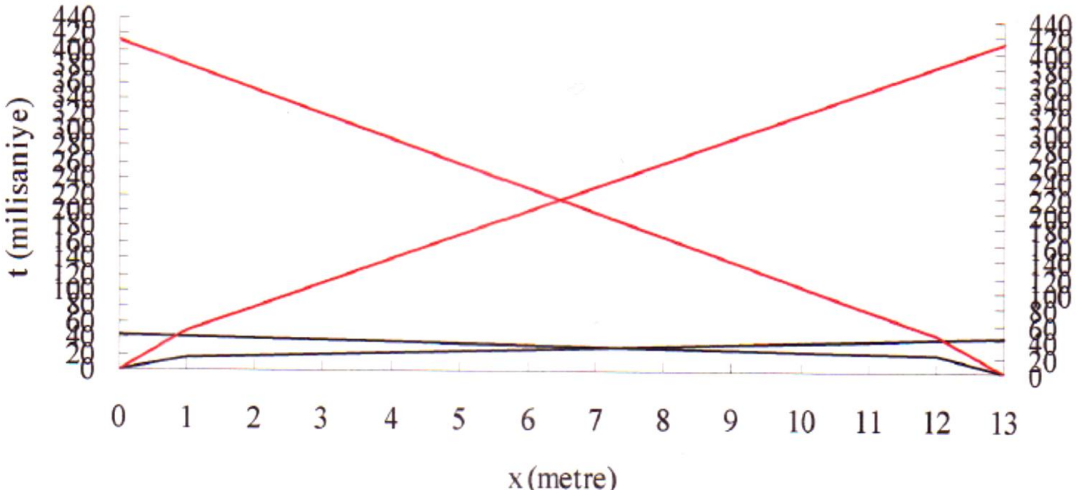
Ek-D.2. SK2 sismik profiline ait yol-zaman grafikleri



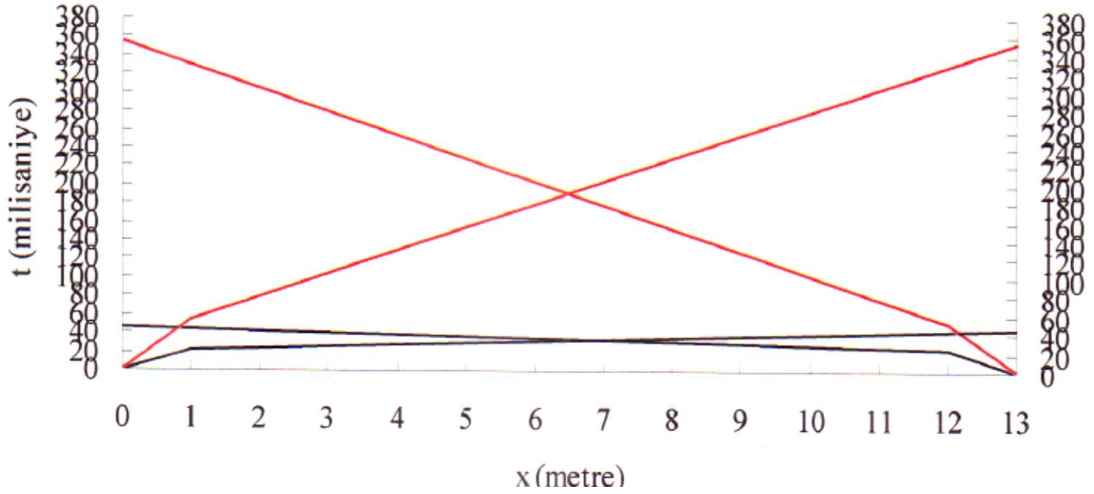
Ek-D.3. SK3 sismik profiline ait yol-zaman grafikleri



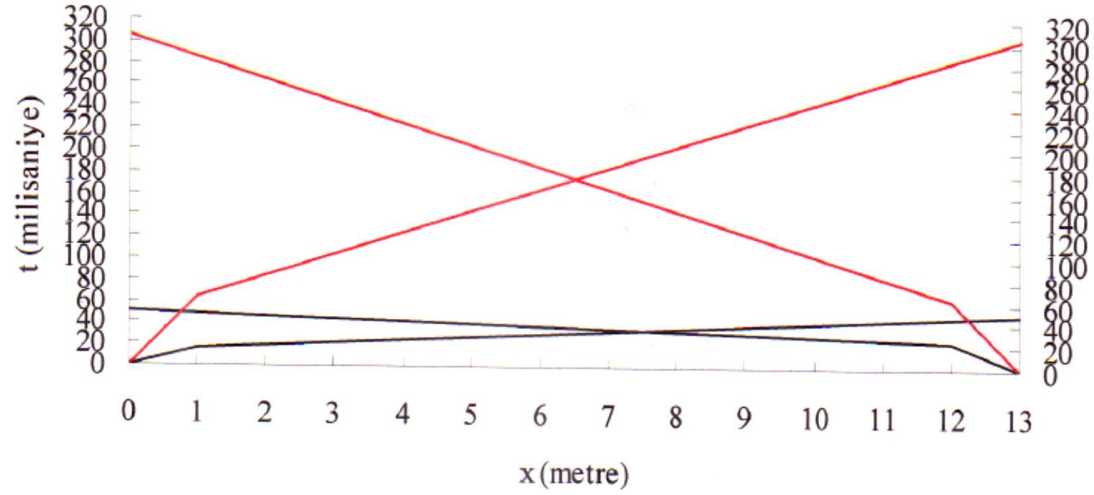
Ek-D.4. SK4 sismik profiline ait yol-zaman grafikleri



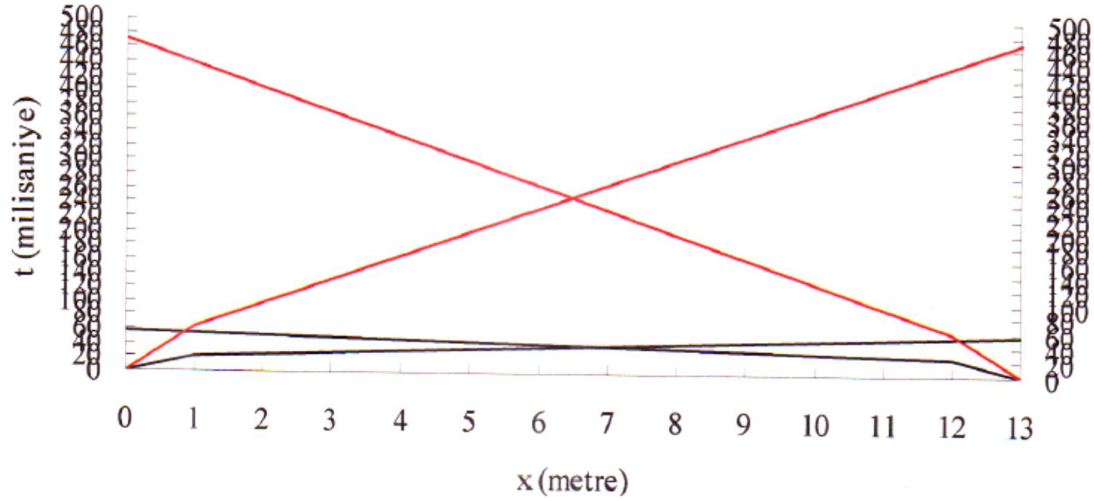
Ek-D.5. SK5 sismik profiline ait yol-zaman grafikleri



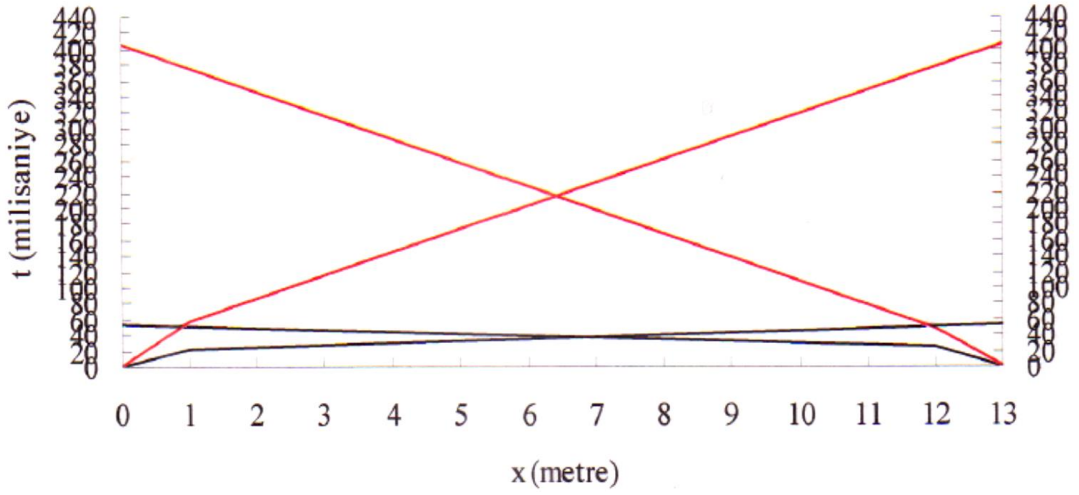
Ek-D.6. SK6 sismik profiline ait yol-zaman grafikleri



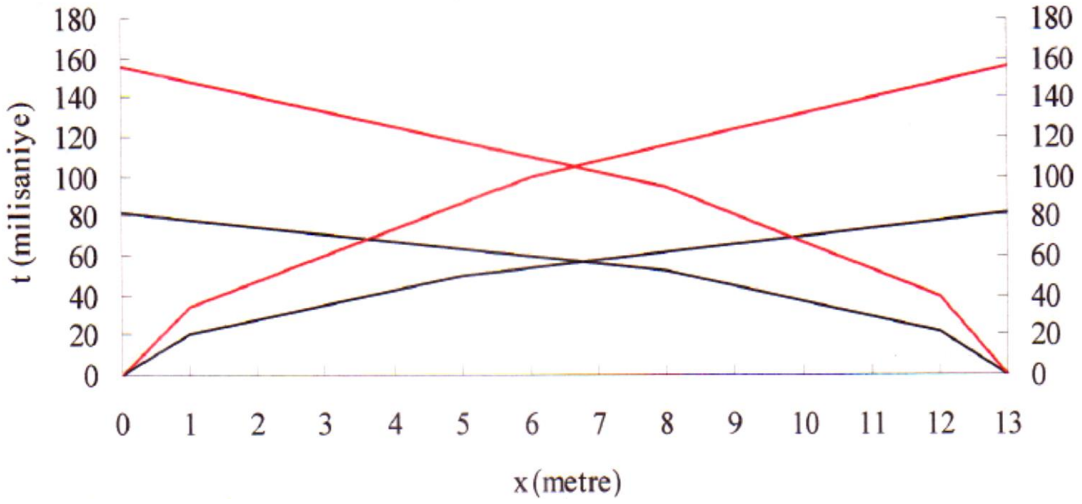
Ek-D.7. SK7 sismik profiline ait yol-zaman grafikleri



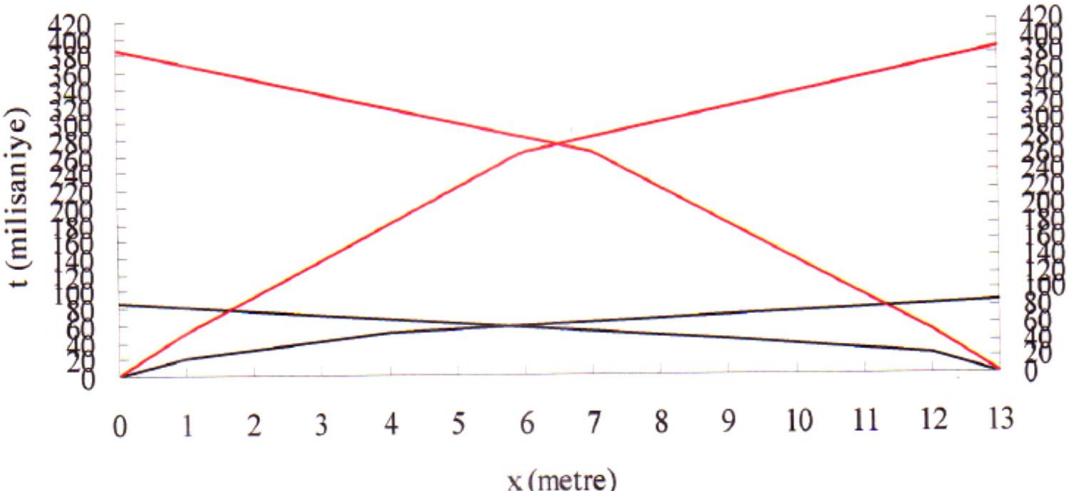
Ek-D.8. SK8 sismik profiline ait yol-zaman grafikleri



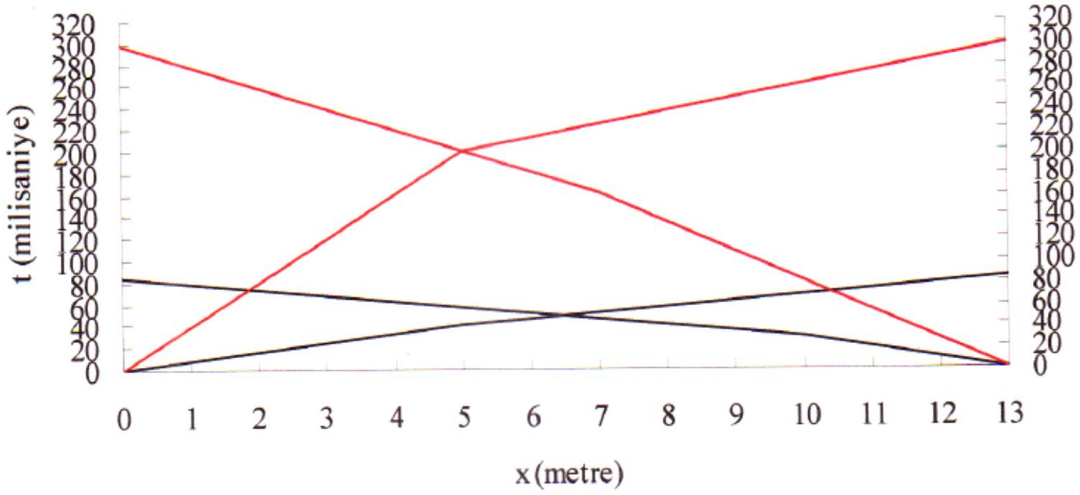
Ek-D.9. SK9 sismik profiline ait yol-zaman grafikleri



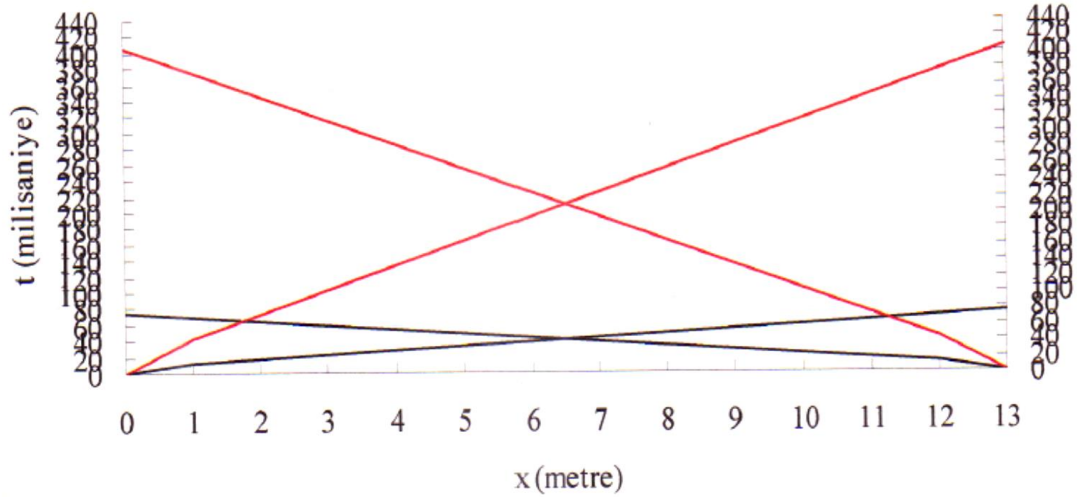
Ek-D.10. SK10 sismik profiline ait yol-zaman grafikleri



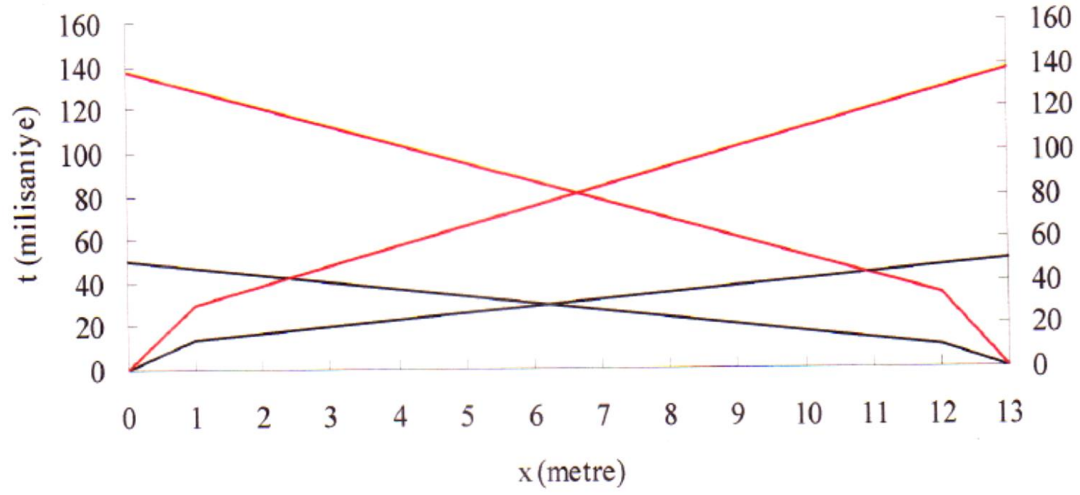
Ek-D.11. SK11 sismik profiline ait yol-zaman grafikleri



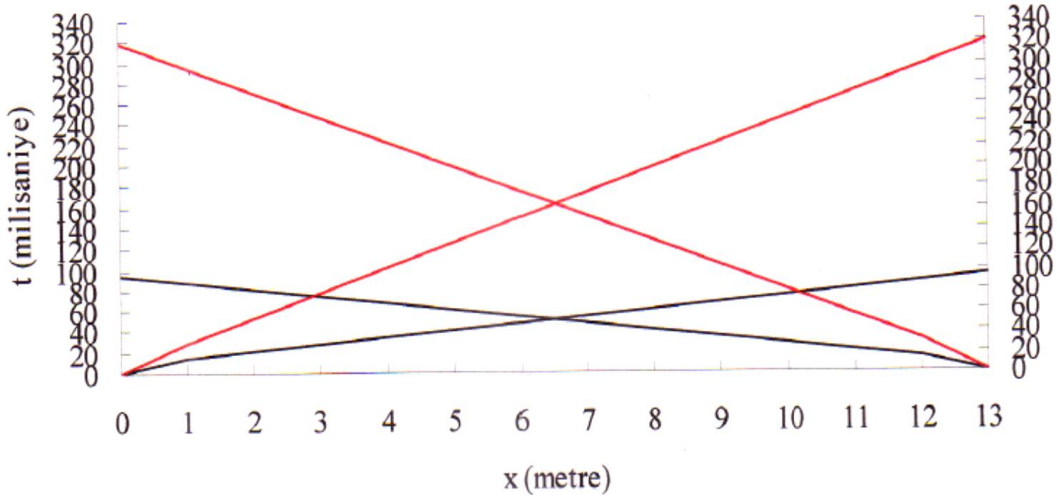
Ek-D.12. SK12 sismik profiline ait yol-zaman grafikleri



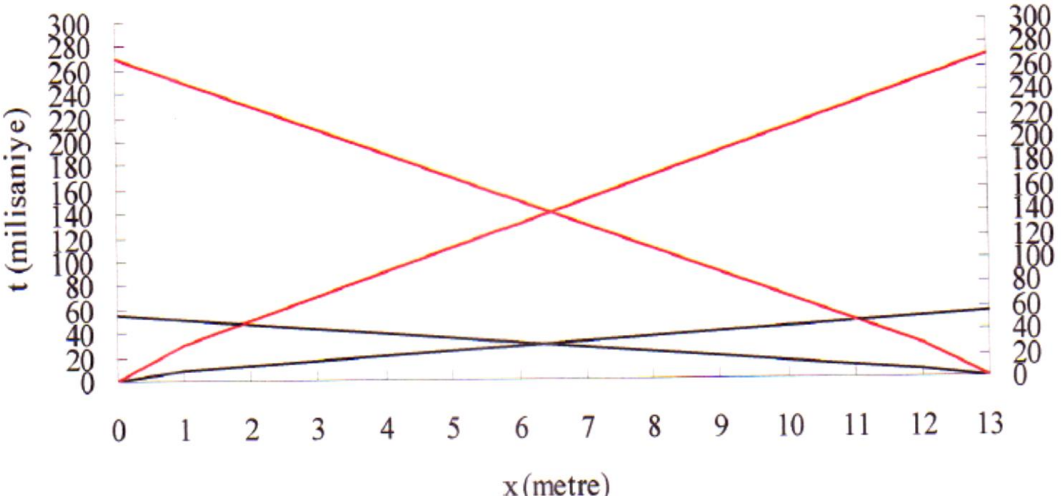
Ek-D.13. SK13 sismik profiline ait yol-zaman grafikleri



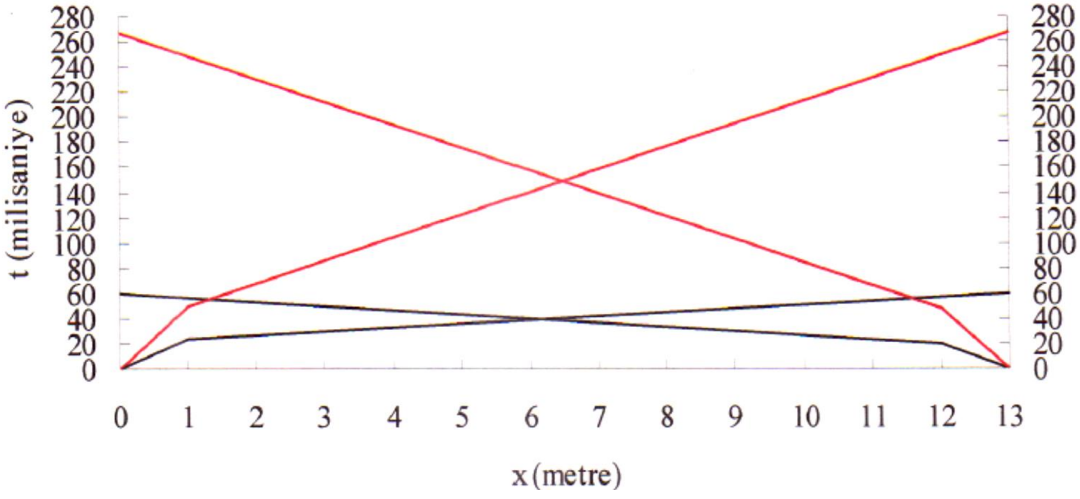
Ek-D.14. SK14 sismik profiline ait yol-zaman grafikleri



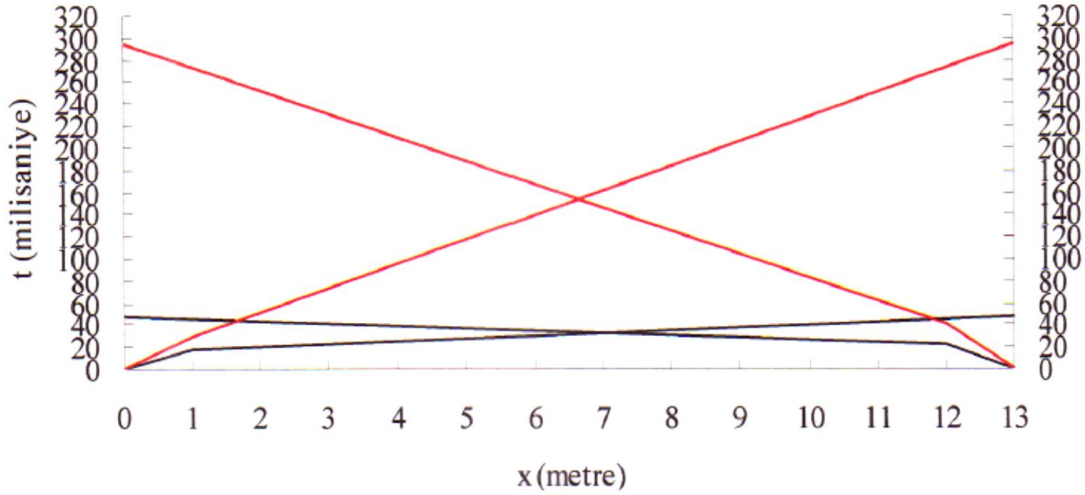
Ek-D.15. SK15 sismik profiline ait yol-zaman grafikleri



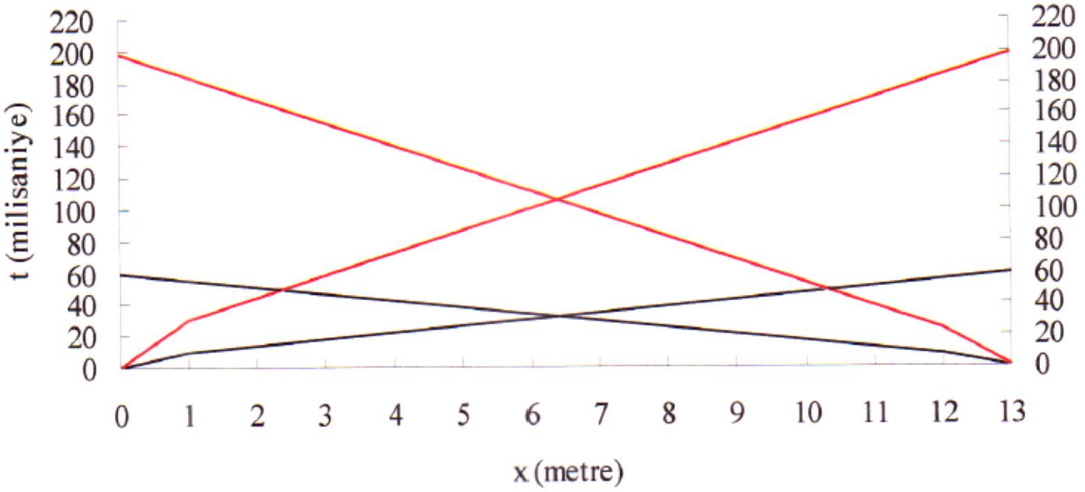
Ek-D.16. SK16 sismik profiline ait yol-zaman grafikleri



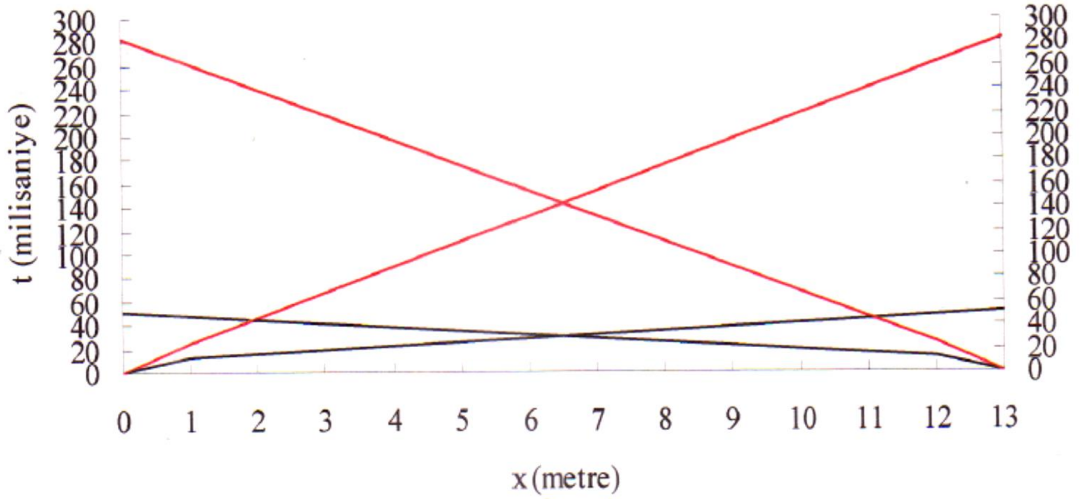
Ek-D.17. SK17 sismik profiline ait yol-zaman grafikleri



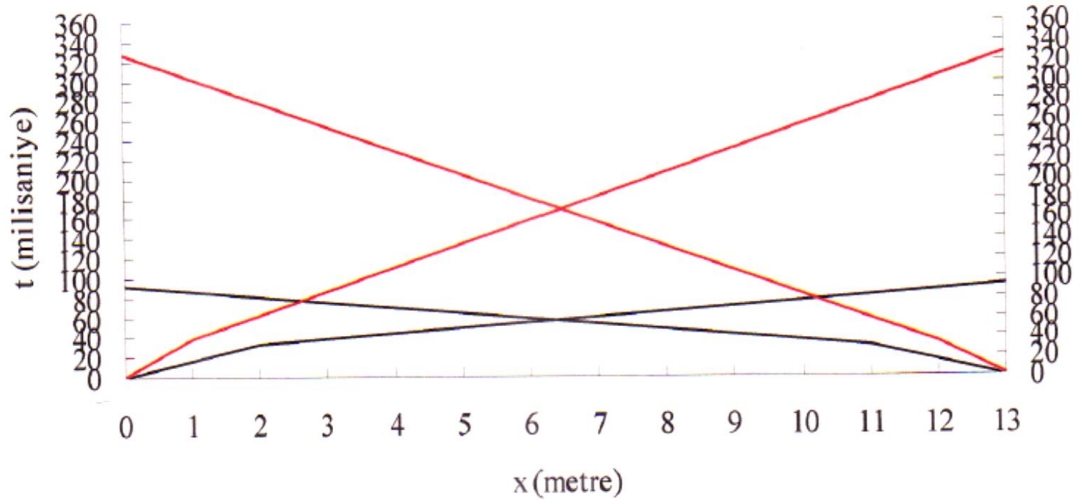
Ek-D.18. SK18 sismik profiline ait yol-zaman grafikleri



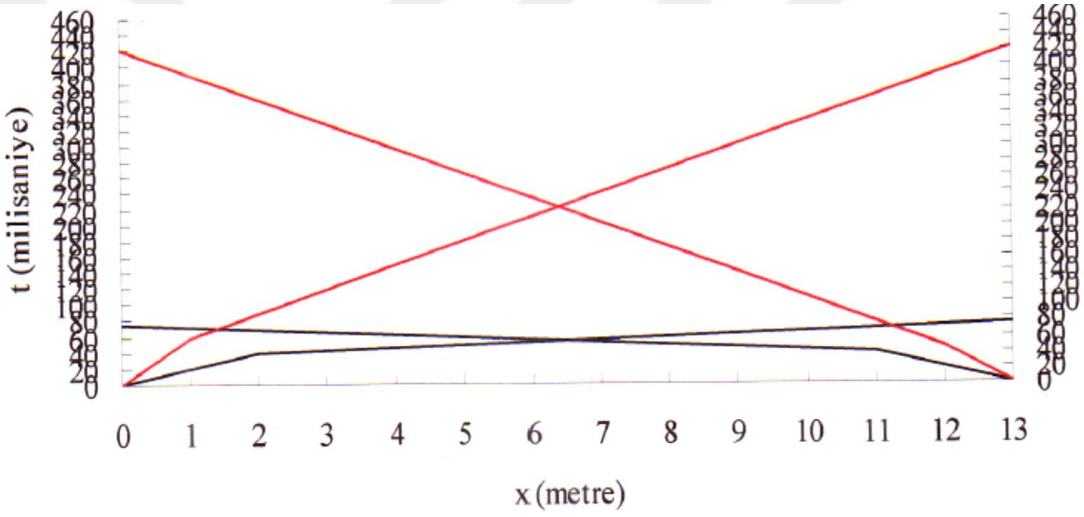
Ek-D.19. SK19 sismik profiline ait yol-zaman grafikleri



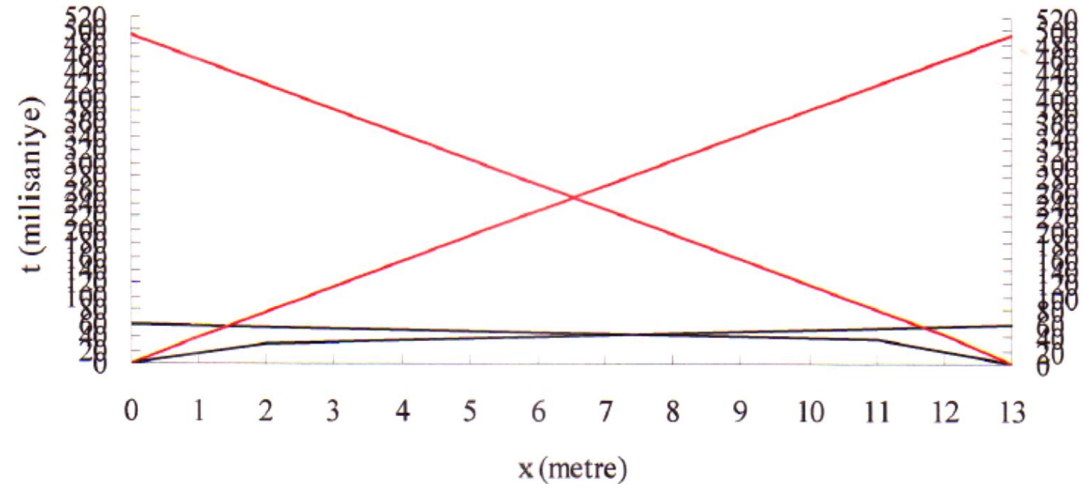
Ek-D.20. SK20 sismik profiline ait yol-zaman grafikleri



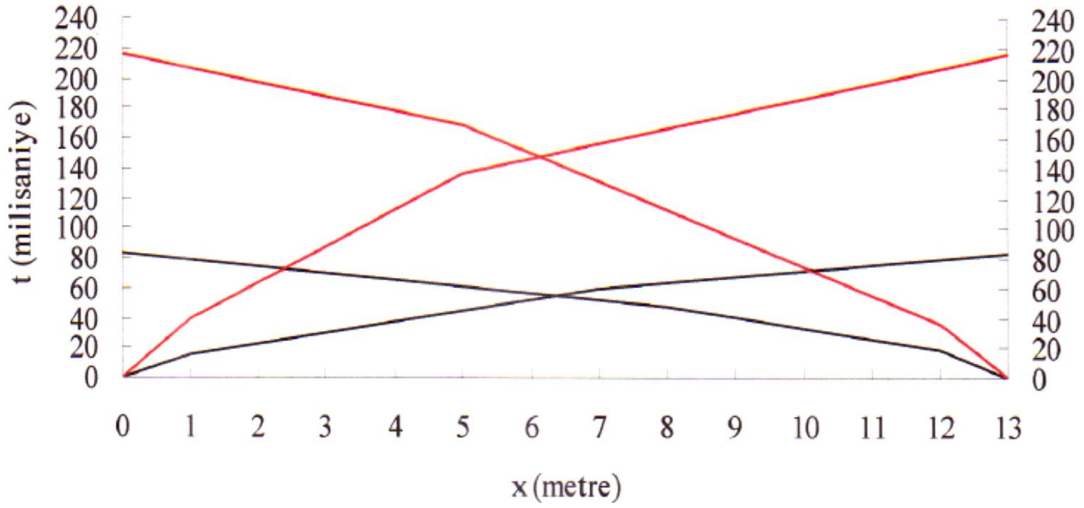
Ek-D.21. SK21 sismik profiline ait yol-zaman grafikleri



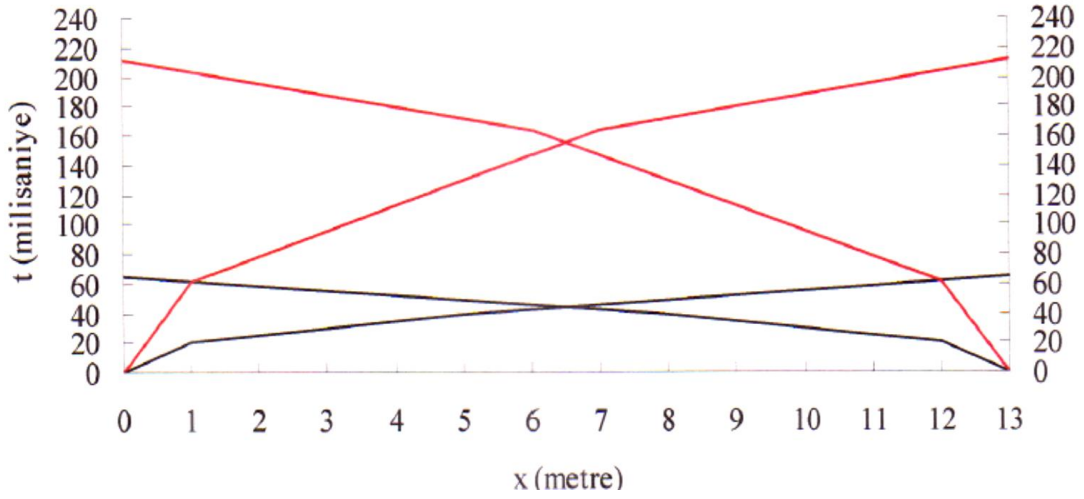
Ek-D.22. SK22 sismik profiline ait yol-zaman grafikleri



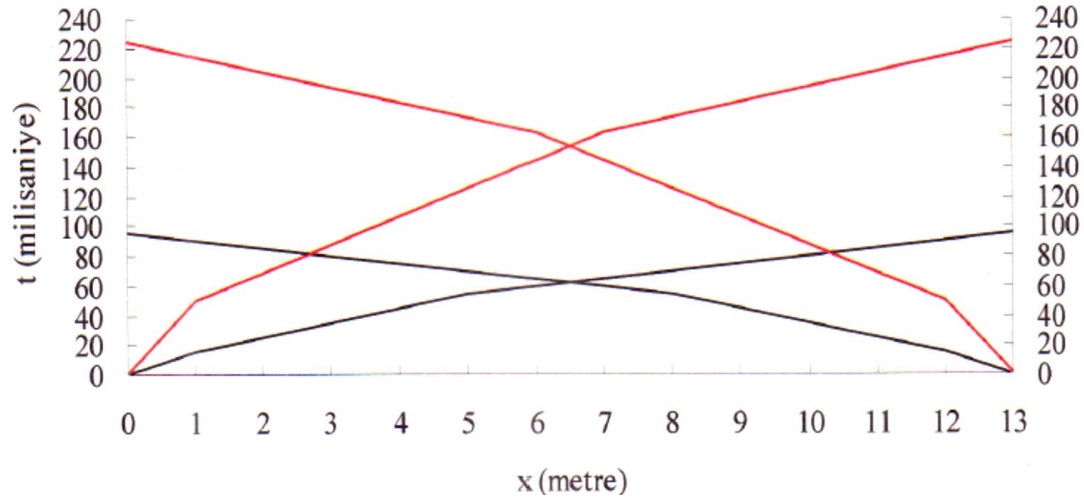
Ek-D.23. SK23 sismik profiline ait yol-zaman grafikleri



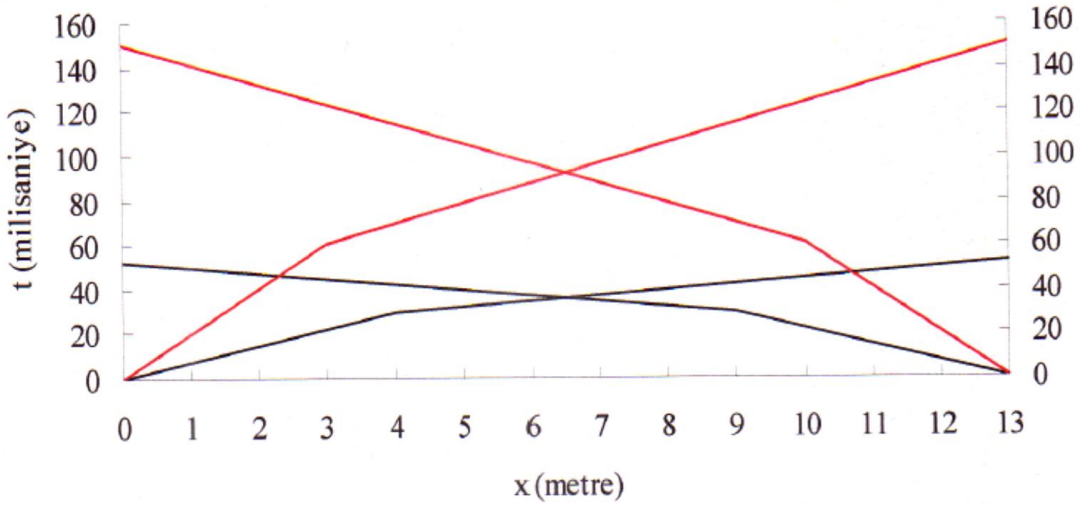
Ek-D.24. SK24 sismik profiline ait yol-zaman grafikleri



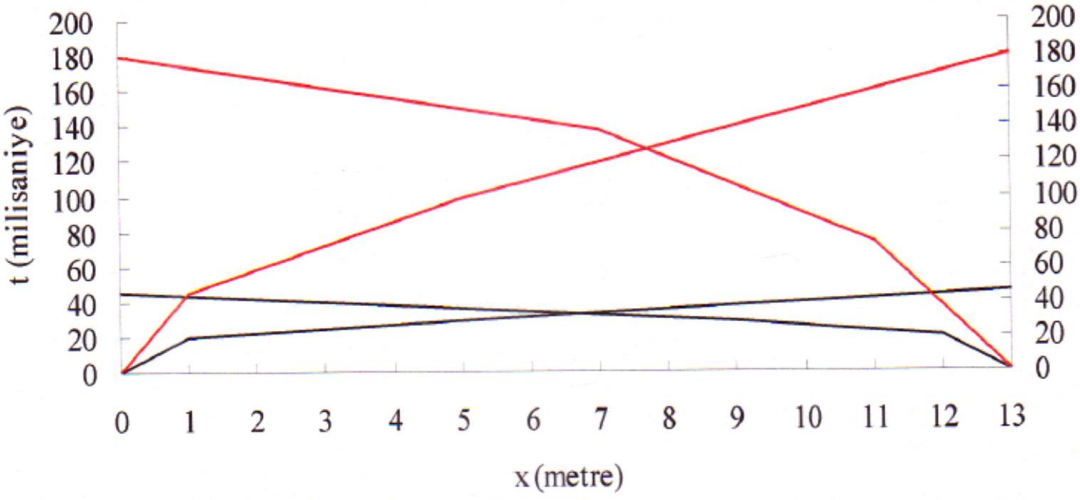
Ek-D.25. SK25 sismik profiline ait yol-zaman grafikleri



Ek-D.26. SK26 sismik profiline ait yol-zaman grafikleri



Ek-D.27. SK27 sismik profiline ait yol-zaman grafikleri



Ek-D.28. SK28 sismik profiline ait yol-zaman grafikleri

EK-E

KULLANILAN JEOFİZİK VERİLER-SİSMİK KAYIT PROFİLLERİNDEN ELDE EDİLEN SİSMİK PARAMETRELER

Ek-E.1. SK1 profilinden elde edilen sismik parametreler

PARAMETRELER	SEMBOL	BİRİM	1.TABAKA	2.TABAKA	3.TABAKA
P DALGA HIZLARI	V_p	m/sn	250,00	2048,50	2500,00
TABAKA KALINLIĞI	h	m	2,14	20,59	
S DALGA HIZLARI	V_s	m/sn	123,50	272,50	500,00
YOĞUNLUK	d	gr/cm^3	1,23	2,09	2,19
KAYMA MODÜLÜ	G	kg/cm^2	188,01	1548,65	5480,08
ELASTİSİTE MODÜLÜ	E	kg/cm^2	503,34	4618,06	16211,90
POİSSON ORANI	ϭ		0,339	0,491	0,479
BULK MODÜLÜ	K	kg/cm^2	519,74	85452,17	129695,17
HAKİM TİTREŞİM PERİYODU	T_0	sn	0,80	0,70	

Ek-E.2. SK2 profilinden elde edilen sismik parametreler

PARAMETRELER	SEMBOL	BİRİM	1.TABAKA	2.TABAKA	3.TABAKA
P DALGA HIZLARI	V_p	m/sn	238,50	1250,00	2041,50
TABAKA KALINLIĞI	h	m	2,00	14,47	
S DALGA HIZLARI	V_s	m/sn	108,00	208,00	416,50
YOĞUNLUK	d	gr/cm^3	1,22	1,84	2,08
KAYMA MODÜLÜ	G	kg/cm^2	142,10	797,47	3614,76
ELASTİSİTE MODÜLÜ	E	kg/cm^2	389,63	2369,71	10687,28
POİSSON ORANI	ϭ		0,371	0,486	0,478
BULK MODÜLÜ	K	kg/cm^2	503,50	27737,81	82025,92
HAKİM TİTREŞİM PERİYODU	T_0	sn	1,04	0,76	

Ek-E.3. SK3 profilinden elde edilen sismik parametreler

PARAMETRELER	SEMBOL	BİRİM	1.TABAKA	2.TABAKA	3.TABAKA
P DALGA HIZLARI	V_p	m/sn	250,00	1733,00	1733,00
TABAKA KALINLIĞI	h	m	2,08	14,50	
S DALGA HIZLARI	V_s	m/sn	109,50	183,00	183,00
YOĞUNLUK	d	gr/cm^3	1,23	2,00	2,00
KAYMA MODÜLÜ	G	kg/cm^2	147,80	669,83	669,83
ELASTİSİTE MODÜLÜ	E	kg/cm^2	408,31	2001,93	2001,93
POİSSON ORANI	ϭ		0,381	0,494	0,494
BULK MODÜLÜ	K	kg/cm^2	573,35	59177,01	59177,01
HAKİM TİTREŞİM PERİYODU	T_0	sn	1,17	1,41	

Ek-E.4. SK4 profilinden elde edilen sismik parametreler

PARAMETRELER	SEMBOL	BİRİM	1.TABAKA	2.TABAKA	3.TABAKA
P DALGA HIZLARI	V_p	m/sn	255,50	1431,50	1431,50
TABAKA KALINLIĞI	h	m	2,22	12,64	
S DALGA HIZLARI	V_s	m/sn	113,50	183,00	183,00
YOĞUNLUK	d	gr/cm^3	1,24	1,91	1,91
KAYMA MODÜLÜ	G	kg/cm^2	159,66	638,57	638,57
ELASTİSİTE MODÜLÜ	E	kg/cm^2	439,73	1905,11	1905,11
POİSSON ORANI	ϭ		0,377	0,492	0,492
BULK MODÜLÜ	K	kg/cm^2	596,20	38222,96	38222,96
HAKİM TİTREŞİM PERİYODU	T_0	sn	1,17	1,37	

Ek-E.5. SK5 profilinden elde edilen sismik parametreler

PARAMETRELER	SEMBOL	BİRİM	1.TABAKA	2.TABAKA	3.TABAKA
P DALGA HIZLARI	V_p	m/sn	280,00	2142,00	2142,00
TABAKA KALINLIĞI	h	m	2,57	19,45	
S DALGA HIZLARI	V_s	m/sn	103,00	166,00	166,00
YOĞUNLUK	d	gr/cm^3	1,27	2,11	2,11
KAYMA MODÜLÜ	G	kg/cm^2	134,53	581,14	581,14
ELASTİSİTE MODÜLÜ	E	kg/cm^2	382,54	1739,92	1739,92
POİSSON ORANI	ϭ		0,422	0,497	0,497
BULK MODÜLÜ	K	kg/cm^2	814,81	95987,29	95987,29
HAKİM TİTREŞİM PERİYODU	T_0	sn	1,30	1,67	

Ek-E.6. SK6 profilinden elde edilen sismik parametreler

PARAMETRELER	SEMBOL	BİRİM	1.TABAKA	2.TABAKA	3.TABAKA
P DALGA HIZLARI	V_p	m/sn	227,50	2500,00	2500,00
TABAKA KALINLIĞI	h	m	2,23	24,48	
S DALGA HIZLARI	V_s	m/sn	95,50	225,00	225,00
YOĞUNLUK	d	gr/cm^3	1,20	2,19	2,19
KAYMA MODÜLÜ	G	kg/cm^2	109,80	1109,72	1109,72
ELASTİSİTE MODÜLÜ	E	kg/cm^2	305,92	3320,09	3320,09
POİSSON ORANI	ϭ		0,393	0,496	0,496
BULK MODÜLÜ	K	kg/cm^2	476,71	135522,32	135522,32
HAKİM TİTREŞİM PERİYODU	T_0	sn	0,98	1,32	

Ek-E.7. SK7 profilinden elde edilen sismik parametreler

PARAMETRELER	SEMBOL	BİRİM	1.TABAKA	2.TABAKA	3.TABAKA
P DALGA HIZLARI	V_p	m/sn	270,50	1666,00	1666,00
TABAKA KALINLIĞI	h	m	1,94	12,24	
S DALGA HIZLARI	V_s	m/sn	79,00	250,00	250,00
YOĞUNLUK	d	gr/cm^3	1,26	1,98	1,98
KAYMA MODÜLÜ	G	kg/cm^2	78,46	1237,83	1237,83
ELASTİSİTE MODÜLÜ	E	kg/cm^2	228,07	3684,97	3684,97
POİSSON ORANI	ϭ		0,153	0,488	0,488
BULK MODÜLÜ	K	kg/cm^2	815,28	53320,16	53320,16
HAKİM TİTREŞİM PERİYODU	T_0	sn	0,90	1,00	

Ek-E.8. SK8 profilinden elde edilen sismik parametreler

PARAMETRELER	SEMBOL	BİRİM	1.TABAKA	2.TABAKA	3.TABAKA
P DALGA HIZLARI	V_p	m/sn	217,50	1766,00	1766,00
TABAKA KALINLIĞI	h	m	1,58	12,90	
S DALGA HIZLARI	V_s	m/sn	81,50	134,50	134,50
YOĞUNLUK	d	gr/cm^3	1,19	2,01	2,01
KAYMA MODÜLÜ	G	kg/cm^2	79,08	363,54	363,54
ELASTİSİTE MODÜLÜ	E	kg/cm^2	224,31	1088,50	1088,50
POİSSON ORANI	ϭ		0,418	0,497	0,497
BULK MODÜLÜ	K	kg/cm^2	457,74	62189,76	62189,76
HAKİM TİTREŞİM PERİYODU	T_0	sn	1,56	1,87	

Ek-E.9. SK9 profilinden elde edilen sismik parametreler

PARAMETRELER	SEMBOL	BİRİM	1.TABAKA	2.TABAKA	3.TABAKA
P DALGA HIZLARI	V_p	m/sn	223,00	1791,50	1791,50
TABAKA KALINLIĞI	h	m	1,97	15,81	
S DALGA HIZLARI	V_s	m/sn	98,50	186,00	186,00
YOĞUNLUK	d	gr/cm^3	1,20	2,02	2,02
KAYMA MODÜLÜ	G	kg/cm^2	116,23	697,74	697,74
ELASTİSİTE MODÜLÜ	E	kg/cm^2	320,51	2085,61	2085,61
POİSSON ORANI	ϭ		0,379	0,495	0,495
BULK MODÜLÜ	K	kg/cm^2	440,76	63798,78	63798,78
HAKİM TİTREŞİM PERİYODU	T_0	sn	1,16	1,42	

Ek-E.10. SK10 profilinden elde edilen sismik parametreler

PARAMETRELER	SEMBOL	BİRİM	1.TABAKA	2.TABAKA	3.TABAKA
P DALGA HIZLARI	V_p	m/sn	238,50	667,00	1375,00
TABAKA KALINLIĞI	h	m	1,80	11,19	
S DALGA HIZLARI	V_s	m/sn	134,00	377,50	579,00
YOĞUNLUK	d	gr/cm^3	1,22	1,58	1,89
KAYMA MODÜLÜ	G	kg/cm^2	218,75	2245,06	6328,41
ELASTİSİTE MODÜLÜ	E	kg/cm^2	555,34	5677,12	17621,23
POİSSON ORANI	ϭ		0,269	0,264	0,392
BULK MODÜLÜ	K	kg/cm^2	401,30	4015,41	27251,81
HAKİM TİTREŞİM PERİYODU	T_0	sn	0,58	0,46	

Ek-E.11. SK11 profilinden elde edilen sismik parametreler

PARAMETRELER	SEMBOL	BİRİM	1.TABAKA	2.TABAKA	3.TABAKA
P DALGA HIZLARI	V_p	m/sn	233,50	625,00	1250,00
TABAKA KALINLIĞI	h	m	1,57	9,99	
S DALGA HIZLARI	V_s	m/sn	100,00	116,00	285,00
YOĞUNLUK	d	gr/cm^3	1,21	1,55	1,84
KAYMA MODÜLÜ	G	kg/cm^2	121,18	208,57	1497,20
ELASTİSİTE MODÜLÜ	E	kg/cm^2	336,32	618,26	4409,49
POİSSON ORANI	ϭ		0,388	0,482	0,473
BULK MODÜLÜ	K	kg/cm^2	499,13	5776,60	26804,85
HAKİM TİTREŞİM PERİYODU	T_0	sn	1,79	1,05	

Ek-E.12. SK12 profilinden elde edilen sismik parametreler

PARAMETRELER	SEMBOL	BİRİM	1.TABAKA	2.TABAKA	3.TABAKA
P DALGA HIZLARI	V_p	m/sn	562,50	795,50	795,50
TABAKA KALINLIĞI	h	m	6,91	9,71	
S DALGA HIZLARI	V_s	m/sn	155,00	370,50	370,50
YOĞUNLUK	d	gr/cm^3	1,51	1,65	1,65
KAYMA MODÜLÜ	G	kg/cm^2	362,71	2259,95	2259,95
ELASTİSİTE MODÜLÜ	E	kg/cm^2	1058,32	6153,82	6153,82
POİSSON ORANI	ϭ		0,459	0,361	0,361
BULK MODÜLÜ	K	kg/cm^2	4293,19	7405,16	7405,16
HAKİM TİTREŞİM PERİYODU	T_0	sn	0,72	0,64	

Ek-E.13. SK13 profilinden elde edilen sismik parametreler

PARAMETRELER	SEMBOL	BİRİM	1.TABAKA	2.TABAKA	3.TABAKA
P DALGA HIZLARI	V_p	m/sn	357,00	1000,00	1000,00
TABAKA KALINLIĞI	h	m	17,20	48,17	
S DALGA HIZLARI	V_s	m/sn	111,00	166,00	166,00
YOĞUNLUK	d	gr/cm^3	1,35	1,74	1,74
KAYMA MODÜLÜ	G	kg/cm^2	166,03	480,37	480,37
ELASTİSİTE MODÜLÜ	E	kg/cm^2	480,31	1427,50	1427,50
POİSSON ORANI	ϭ		0,446	0,486	0,486
BULK MODÜLÜ	K	kg/cm^2	1496,01	16792,08	16792,08
HAKİM TİTREŞİM PERİYODU	T_0	sn	1,82	2,37	

Ek-E.14. SK14 profilinden elde edilen sismik parametreler

PARAMETRELER	SEMBOL	BİRİM	1.TABAKA	2.TABAKA	3.TABAKA
P DALGA HIZLARI	V_p	m/sn	428,50	1583,50	1583,50
TABAKA KALINLIĞI	h	m	1,71	6,65	
S DALGA HIZLARI	V_s	m/sn	159,50	607,00	607,00
YOĞUNLUK	d	gr/cm^3	1,41	1,96	1,96
KAYMA MODÜLÜ	G	kg/cm^2	358,82	7205,16	7205,16
ELASTİSİTE MODÜLÜ	E	kg/cm^2	1018,73	20374,38	20374,38
POİSSON ORANI	ϭ		0,420	0,414	0,414
BULK MODÜLÜ	K	kg/cm^2	2111,29	39427,69	39427,69
HAKİM TİTREŞİM PERİYODU	T_0	sn	0,37	0,37	

Ek-E.15. SK15 profilinden elde edilen sismik parametreler

PARAMETRELER	SEMBOL	BİRİM	1.TABAKA	2.TABAKA	3.TABAKA
P DALGA HIZLARI	V_p	m/sn	345,00	708,50	708,50
TABAKA KALINLIĞI	h	m	1,40	2,83	
S DALGA HIZLARI	V_s	m/sn	161,50	212,50	212,50
YOĞUNLUK	d	gr/cm^3	1,34	1,60	1,60
KAYMA MODÜLÜ	G	kg/cm^2	348,47	722,21	722,21
ELASTİSİTE MODÜLÜ	E	kg/cm^2	947,61	2095,24	2095,24
POİSSON ORANI	ϭ		0,360	0,451	0,451
BULK MODÜLÜ	K	kg/cm^2	1125,59	7065,40	7065,40
HAKİM TİTREŞİM PERİYODU	T_0	sn	0,98	0,99	

Ek-E.16. SK16 profilinden elde edilen sismik parametreler

PARAMETRELER	SEMBOL	BİRİM	1.TABAKA	2.TABAKA	3.TABAKA
P DALGA HIZLARI	V_p	m/sn	729,00	1250,00	1250,00
TABAKA KALINLIĞI	h	m	1,84	3,12	
S DALGA HIZLARI	V_s	m/sn	173,00	264,00	264,00
YOĞUNLUK	d	gr/cm^3	1,61	1,84	1,84
KAYMA MODÜLÜ	G	kg/cm^2	482,10	1284,69	1284,69
ELASTİSİTE MODÜLÜ	E	kg/cm^2	1417,53	3794,08	3794,08
POİSSON ORANI	ϭ		0,470	0,477	0,477
BULK MODÜLÜ	K	kg/cm^2	7917,69	27088,19	27088,19
HAKİM TİTREŞİM PERİYODU	T_0	sn	0,80	0,80	

Ek-E.17. SK17 profilinden elde edilen sismik parametreler

PARAMETRELER	SEMBOL	BİRİM	1.TABAKA	2.TABAKA	3.TABAKA
P DALGA HIZLARI	V_p	m/sn	233,50	1667,00	1667,00
TABAKA KALINLIĞI	h	m	2,20	15,78	
S DALGA HIZLARI	V_s	m/sn	102,00	264,00	264,00
YOĞUNLUK	d	gr/cm^3	1,21	1,98	1,98
KAYMA MODÜLÜ	G	kg/cm^2	126,08	1380,55	1380,55
ELASTİSİTE MODÜLÜ	E	kg/cm^2	348,50	4106,15	4106,15
POİSSON ORANI	ϭ		0,382	0,487	0,487
BULK MODÜLÜ	K	kg/cm^2	492,60	53204,12	53204,12
HAKİM TİTREŞİM PERİYODU	T_0	sn	0,84	1,00	

Ek-E.18. SK18 profilinden elde edilen sismik parametreler

PARAMETRELER	SEMBOL	BİRİM	1.TABAKA	2.TABAKA	3.TABAKA
P DALGA HIZLARI	V_p	m/sn	247,00	2093,50	2093,50
TABAKA KALINLIĞI	h	m	2,33	20,12	
S DALGA HIZLARI	V_s	m/sn	145,50	213,50	213,50
YOĞUNLUK	d	gr/cm^3	1,23	2,10	2,10
KAYMA MODÜLÜ	G	kg/cm^2	260,17	955,82	955,82
ELASTİSİTE MODÜLÜ	E	kg/cm^2	642,26	2857,41	2857,41
POİSSON ORANI	ϭ		0,234	0,495	0,495
BULK MODÜLÜ	K	kg/cm^2	402,88	90627,77	90627,77
HAKİM TİTREŞİM PERİYODU	T_0	sn	1,00	1,31	

Ek-E.19. SK19 profilinden elde edilen sismik parametreler

PARAMETRELER	SEMBOL	BİRİM	1.TABAKA	2.TABAKA	3.TABAKA
P DALGA HIZLARI	V_p	m/sn	608,00	1155,50	1155,50
TABAKA KALINLIĞI	h	m	7,77	14,71	
S DALGA HIZLARI	V_s	m/sn	192,00	303,50	303,50
YOĞUNLUK	d	gr/cm^3	1,54	1,81	1,81
KAYMA MODÜLÜ	G	kg/cm^2	567,47	1664,84	1664,84
ELASTİSİTE MODÜLÜ	E	kg/cm^2	1639,54	4871,14	4871,14
POİSSON ORANI	ϭ		0,445	0,463	0,463
BULK MODÜLÜ	K	kg/cm^2	4933,80	21912,26	21912,26
HAKİM TİTREŞİM PERİYODU	T_0	sn	0,82	0,85	

Ek-E.20. SK20 profilinden elde edilen sismik parametreler

PARAMETRELER	SEMBOL	BİRİM	1.TABAKA	2.TABAKA	3.TABAKA
P DALGA HIZLARI	V_p	m/sn	417,00	1583,50	1583,50
TABAKA KALINLIĞI	h	m	3,24	12,35	
S DALGA HIZLARI	V_s	m/sn	196,00	230,00	230,00
YOĞUNLUK	d	gr/cm^3	1,40	1,96	1,96
KAYMA MODÜLÜ	G	kg/cm^2	538,16	1034,48	1034,48
ELASTİSİTE MODÜLÜ	E	kg/cm^2	1461,86	3081,14	3081,14
POİSSON ORANI	ϭ		0,358	0,489	0,489
BULK MODÜLÜ	K	kg/cm^2	1718,41	47655,26	47655,26
HAKİM TİTREŞİM PERİYODU	T_0	sn	0,94	1,08	

Ek-E.21. SK21 profilinden elde edilen sismik parametreler

PARAMETRELER	SEMBOL	BİRİM	1.TABAKA	2.TABAKA	3.TABAKA
P DALGA HIZLARI	V_p	m/sn	323,00	909,00	909,00
TABAKA KALINLIĞI	h	m	3,80	10,70	
S DALGA HIZLARI	V_s	m/sn	139,50	223,00	223,00
YOĞUNLUK	d	gr/cm^3	1,31	1,70	1,70
KAYMA MODÜLÜ	G	kg/cm^2	255,75	846,47	846,47
ELASTİSİTE MODÜLÜ	E	kg/cm^2	708,60	2485,21	2485,21
POİSSON ORANI	ϭ		0,385	0,468	0,468
BULK MODÜLÜ	K	kg/cm^2	1030,10	12936,07	12936,07
HAKİM TİTREŞİM PERİYODU	T_0	sn	1,01	1,09	

Ek-E.22. SK22 profilinden elde edilen sismik parametreler

PARAMETRELER	SEMBOL	BİRİM	1.TABAKA	2.TABAKA	3.TABAKA
P DALGA HIZLARI	V_p	m/sn	250,00	1500,00	1500,00
TABAKA KALINLIĞI	h	m	2,16	12,93	
S DALGA HIZLARI	V_s	m/sn	97,00	173,00	173,00
YOĞUNLUK	d	gr/cm^3	1,23	1,93	1,93
KAYMA MODÜLÜ	G	kg/cm^2	115,98	577,40	577,40
ELASTİSİTE MODÜLÜ	E	kg/cm^2	327,39	1724,42	1724,42
POİSSON ORANI	ϭ		0,411	0,493	0,493
BULK MODÜLÜ	K	kg/cm^2	615,78	42637,86	42637,86
HAKİM TİTREŞİM PERİYODU	T_0	sn	1,24	1,46	

Ek-E.23. SK23 profilinden elde edilen sismik parametreler

PARAMETRELER	SEMBOL	BİRİM	1.TABAKA	2.TABAKA	3.TABAKA
P DALGA HIZLARI	V_p	m/sn	305,50	2000,00	2000,00
TABAKA KALINLIĞI	h	m	2,07	13,66	
S DALGA HIZLARI	V_s	m/sn	118,00	149,50	149,50
YOĞUNLUK	d	gr/cm^3	1,30	2,07	2,07
KAYMA MODÜLÜ	G	kg/cm^2	180,46	463,34	463,34
ELASTİSİTE MODÜLÜ	E	kg/cm^2	509,73	1387,42	1387,42
POİSSON ORANI	ϭ		0,412	0,497	0,497
BULK MODÜLÜ	K	kg/cm^2	968,97	82306,01	82306,01
HAKİM TİTREŞİM PERİYODU	T_0	sn	1,41	1,70	

Ek-E.24. SK24 profilinden elde edilen sismik parametreler

PARAMETRELER	SEMBOL	BİRİM	1.TABAKA	2.TABAKA	3.TABAKA
P DALGA HIZLARI	V_p	m/sn	305,50	686,00	1180,50
TABAKA KALINLIĞI	h	m	2,55	10,83	
S DALGA HIZLARI	V_s	m/sn	134,00	235,50	450,00
YOĞUNLUK	d	gr/cm^3	1,30	1,59	1,82
KAYMA MODÜLÜ	G	kg/cm^2	232,71	879,88	3679,62
ELASTİSİTE MODÜLÜ	E	kg/cm^2	642,71	2522,10	10413,28
POİSSON ORANI	ϭ		0,381	0,433	0,415
BULK MODÜLÜ	K	kg/cm^2	899,30	6292,87	20416,55
HAKİM TİTREŞİM PERİYODU	T_0	sn	0,93	0,63	

Ek-E.25. SK25 profilinden elde edilen sismik parametreler

PARAMETRELER	SEMBOL	BİRİM	1.TABAKA	2.TABAKA	3.TABAKA
P DALGA HIZLARI	V_p	m/sn	250,00	1000,00	1667,00
TABAKA KALINLIĞI	h	m	1,87	12,64	
S DALGA HIZLARI	V_s	m/sn	81,00	294,00	625,00
YOĞUNLUK	d	gr/cm^3	1,23	1,74	1,98
KAYMA MODÜLÜ	G	kg/cm^2	80,88	1506,80	7737,59
ELASTİSİTE MODÜLÜ	E	kg/cm^2	233,14	4377,84	21947,20
POİSSON ORANI	ϭ		0,441	0,453	0,418
BULK MODÜLÜ	K	kg/cm^2	662,58	15423,51	44728,08
HAKİM TİTREŞİM PERİYODU	T_0	sn	0,77	0,49	

Ek-E.26. SK26 profilinden elde edilen sismik parametreler

PARAMETRELER	SEMBOL	BİRİM	1.TABAKA	2.TABAKA	3.TABAKA
P DALGA HIZLARI	V_p	m/sn	333,00	500,00	1000,00
TABAKA KALINLIĞI	h	m	1,34	7,42	
S DALGA HIZLARI	V_s	m/sn	100,00	263,00	500,00
YOĞUNLUK	d	gr/cm^3	1,32	1,47	1,74
KAYMA MODÜLÜ	G	kg/cm^2	132,43	1013,95	4358,15
ELASTİSİTE MODÜLÜ	E	kg/cm^2	384,15	2654,00	11621,72
POİSSON ORANI	ϭ		0,450	0,309	0,333
BULK MODÜLÜ	K	kg/cm^2	1291,89	2312,82	11621,72
HAKİM TİTREŞİM PERİYODU	T_0	sn	0,81	0,51	

Ek-E.27. SK27 profilinden elde edilen sismik parametreler

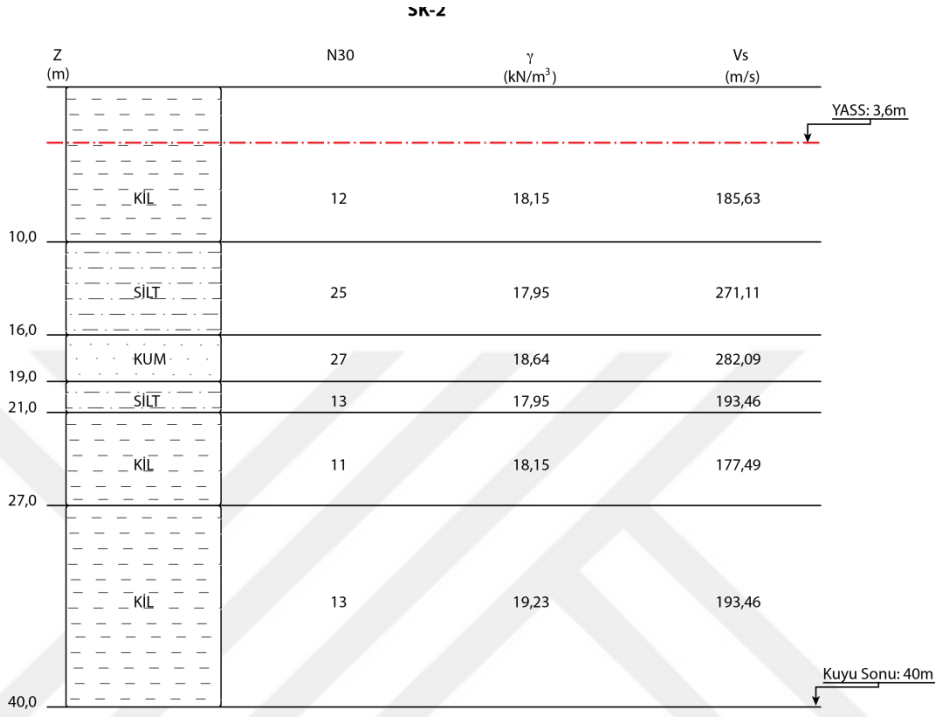
PARAMETRELER	SEMBOL	BİRİM	1.TABAKA	2.TABAKA	3.TABAKA
P DALGA HIZLARI	V_p	m/sn	667,00	2000,00	2000,00
TABAKA KALINLIĞI	h	m	6,37	19,09	
S DALGA HIZLARI	V_s	m/sn	250,00	556,00	556,00
YOĞUNLUK	d	gr/cm^3	1,58	2,07	2,07
KAYMA MODÜLÜ	G	kg/cm^2	984,63	6408,68	6408,68
ELASTİSİTE MODÜLÜ	E	kg/cm^2	2792,96	18689,28	18689,28
POİSSON ORANI	ϭ		0,418	0,458	0,458
BULK MODÜLÜ	K	kg/cm^2	5695,98	74378,89	74378,89
HAKİM TİTREŞİM PERİYODU	T_0	sn	0,46	0,50	

Ek-E.28. SK28 profilinden elde edilen sismik parametreler

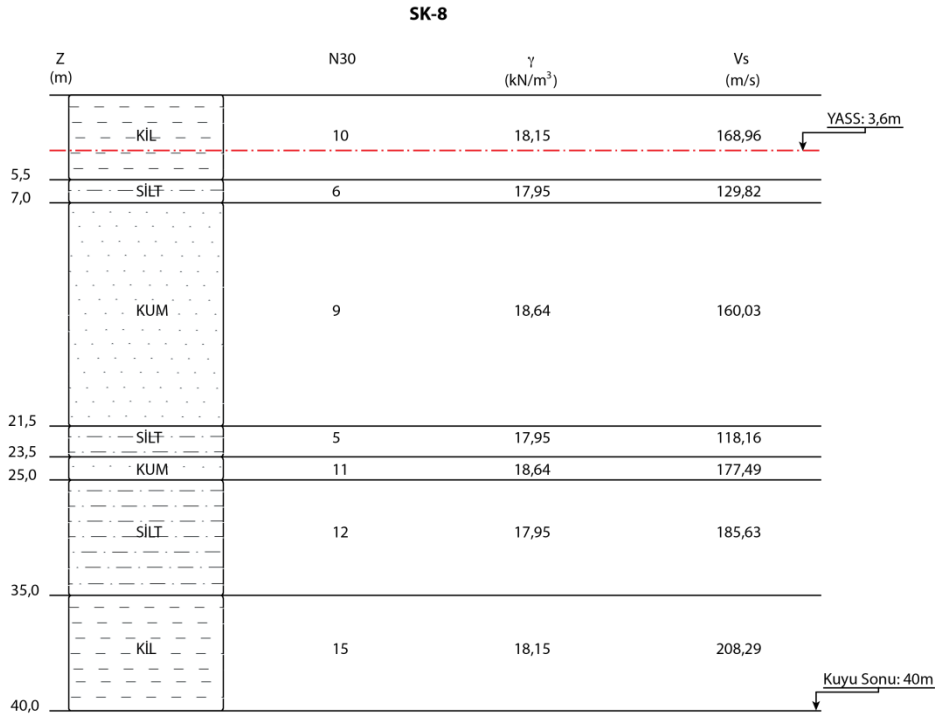
PARAMETRELER	SEMBOL	BİRİM	1.TABAKA	2.TABAKA	3.TABAKA
P DALGA HIZLARI	V_p	m/sn	250,00	2048,50	2500,00
TABAKA KALINLIĞI	h	m	2,14	20,59	
S DALGA HIZLARI	V_s	m/sn	123,50	338,50	500,00
YOĞUNLUK	d	gr/cm^3	1,23	2,09	2,19
KAYMA MODÜLÜ	G	kg/cm^2	188,01	2389,67	5480,08
ELASTİSİTE MODÜLÜ	E	kg/cm^2	503,34	7101,93	16211,90
POİSSON ORANI	ϭ		0,339	0,486	0,479
BULK MODÜLÜ	K	kg/cm^2	519,74	84330,81	129695,17
HAKİM TİTREŞİM PERİYODU	T_0	sn	0,66	0,64	

EK-F

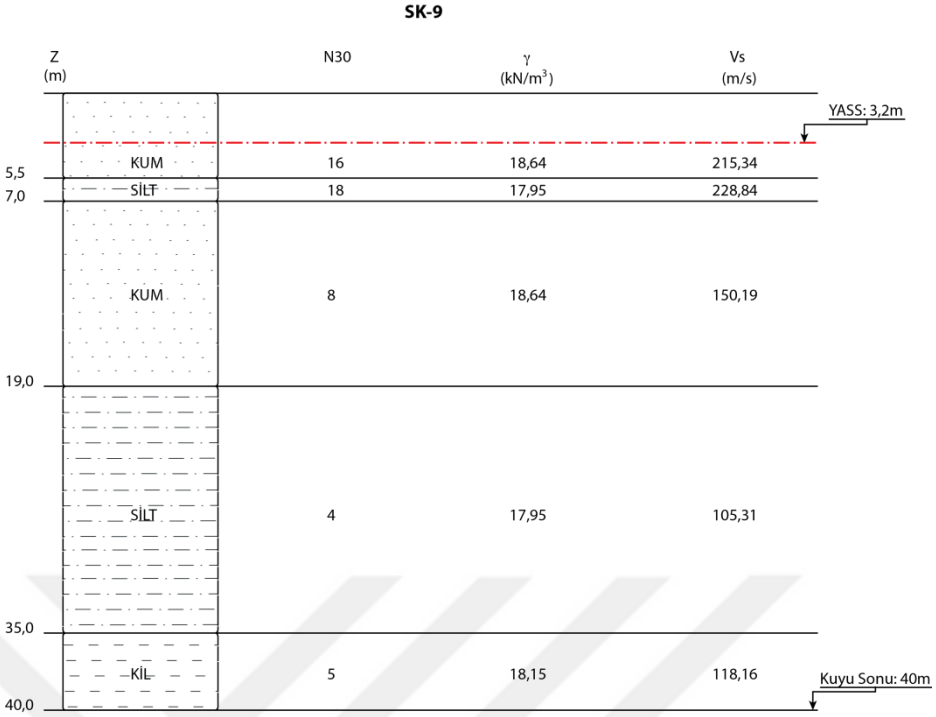
DERLENEN VERİLER DOĞRULTUSUNDA OLUŞTURULAN ZEMİN PROFİLLERİ



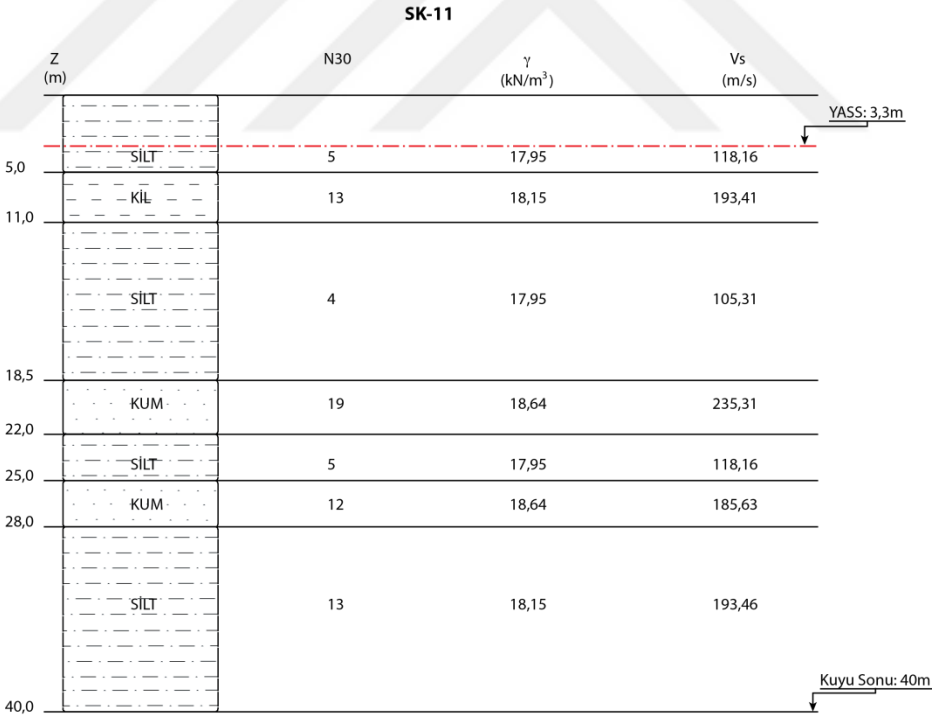
Ek-F.1. SK-2' ye ait zemin profili



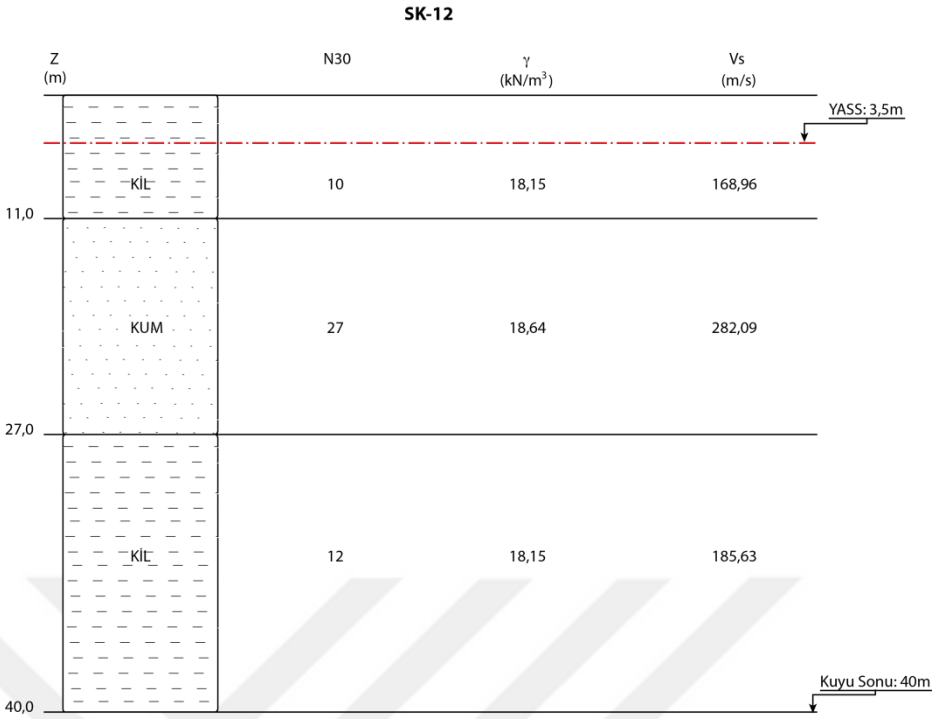
Ek-F.2. SK-8' e ait zemin profili



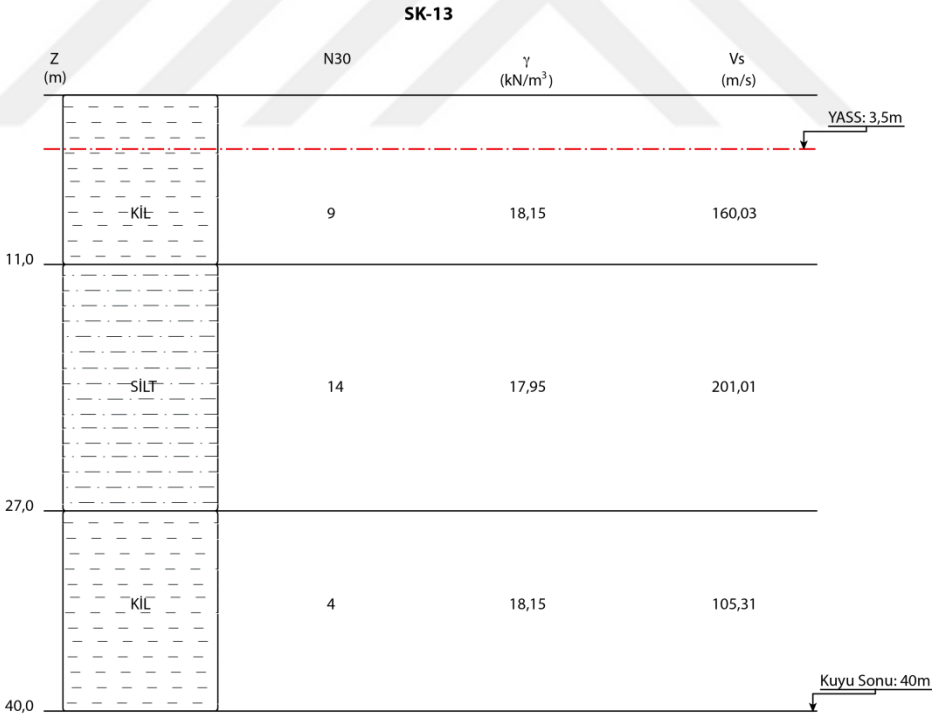
Ek-F.3. SK-9’ a ait zemin profili



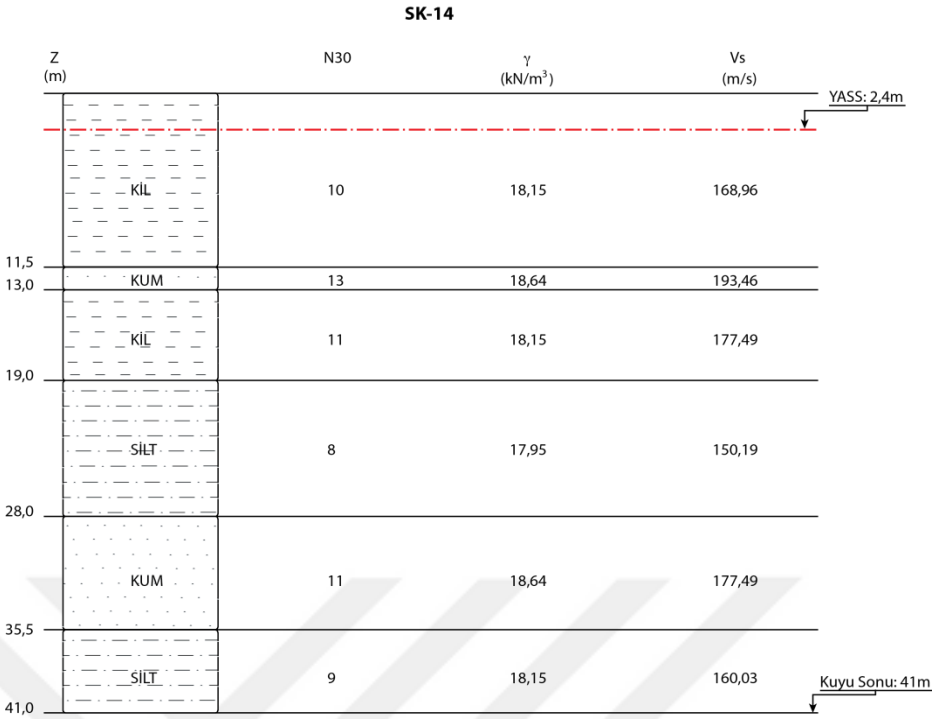
Ek-F.4. SK-11’ e ait zemin profili



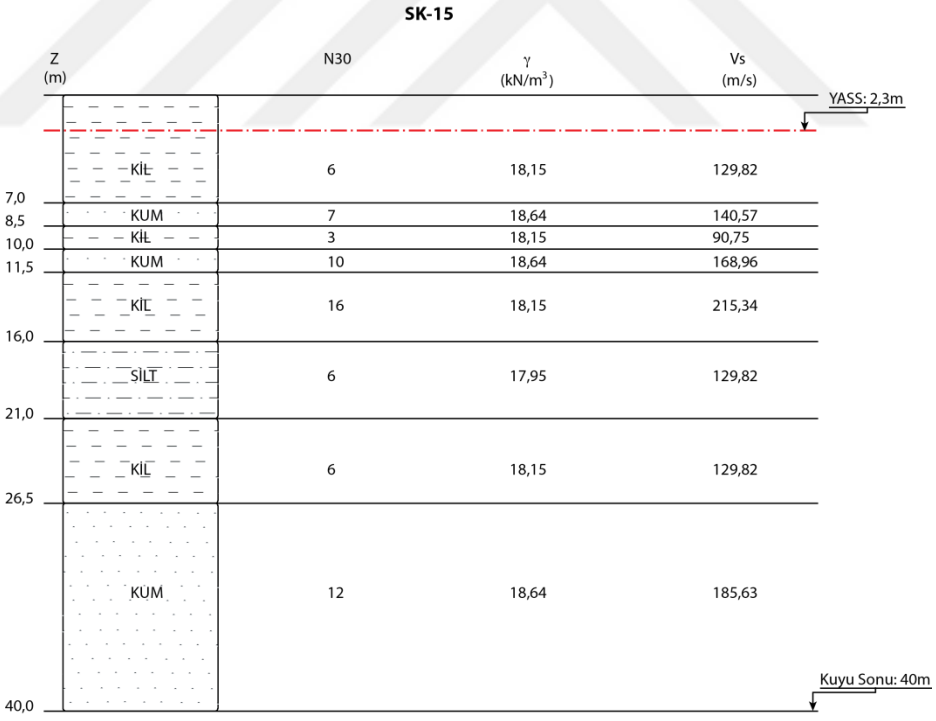
Ek-F.5. SK-12’ ye ait zemin profili



Ek-F.6. SK-13’ e ait zemin profili



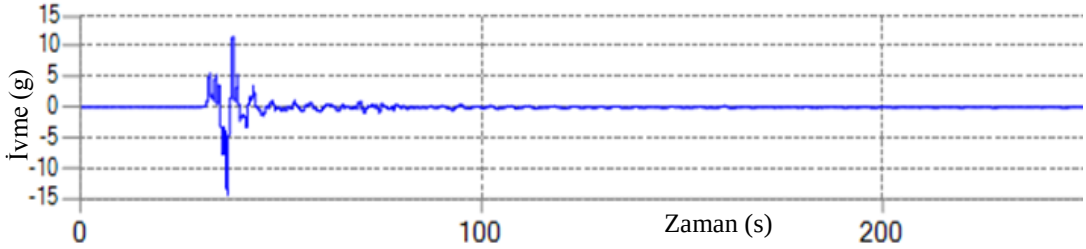
Ek-F.7. SK-14’ e ait zemin profili



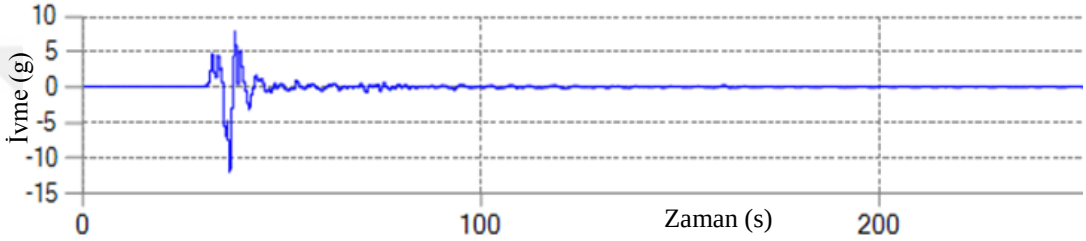
Ek-F.8. SK-15’ e ait zemin profili

EK-G

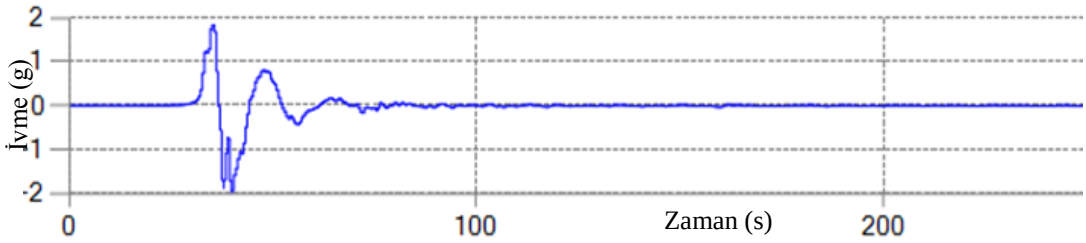
17.07.1999 DEPREMİNE AİT YATAY YÜZEY İVME GRAFİKLERİ



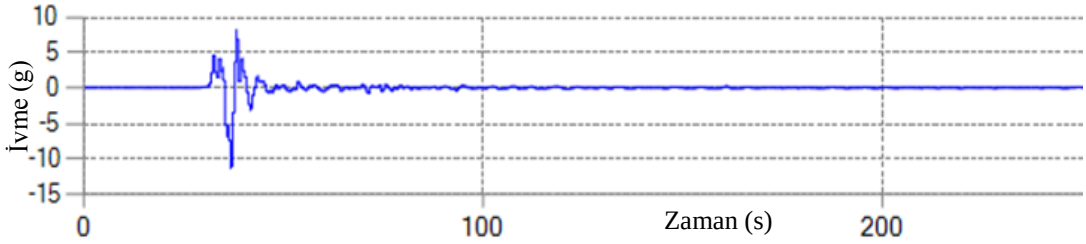
Ek-G.1. SK-2’ ye ait yatay yüzey ivme grafiği (17.07.1999)



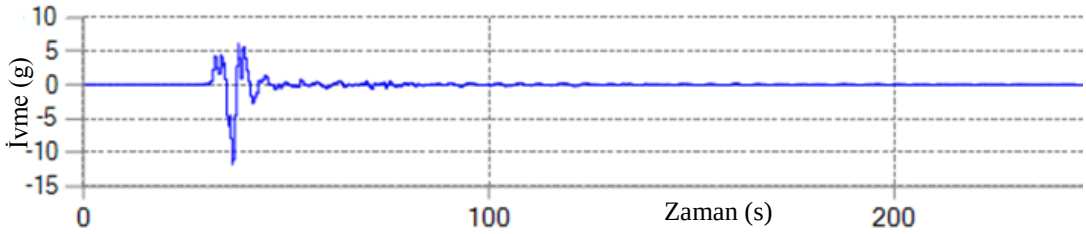
Ek-G.2. SK-8’ e ait yatay yüzey ivme grafiği (17.07.1999)



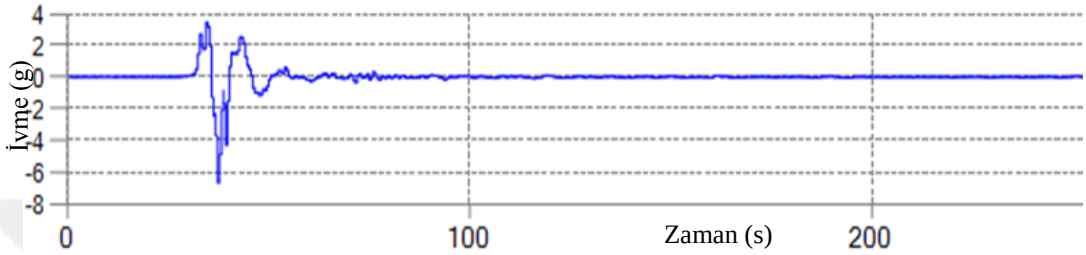
Ek-G.3. SK-9’ a ait yatay yüzey ivme grafiği (17.07.1999)



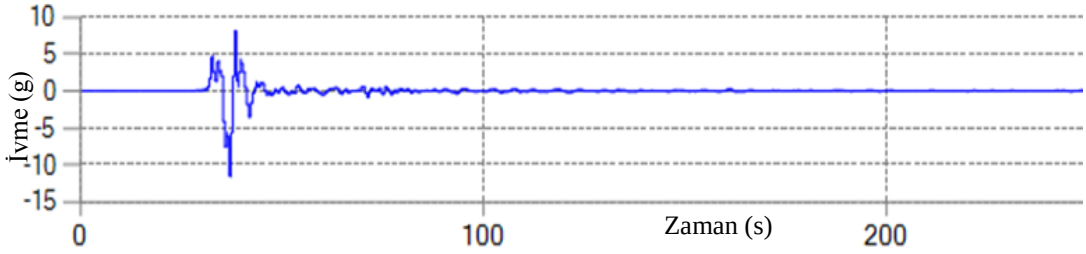
Ek-G.4. SK-11’ e ait yatay yüzey ivme grafiği (17.07.1999)



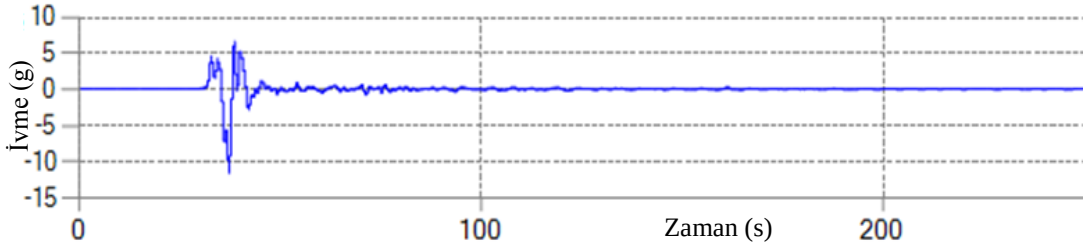
Ek-G.5. SK-12’ ye ait yatay yüzey ivme grafiği (17.07.1999)



Ek-G.6. SK-13’ e ait yatay yüzey ivme grafiği (17.07.1999)



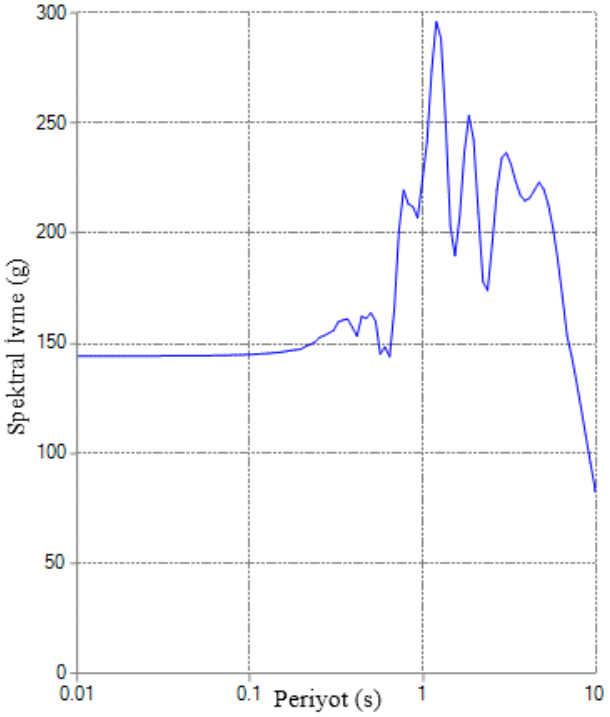
Ek-G.7. SK-14’ e ait yatay yüzey ivme grafiği (17.07.1999)



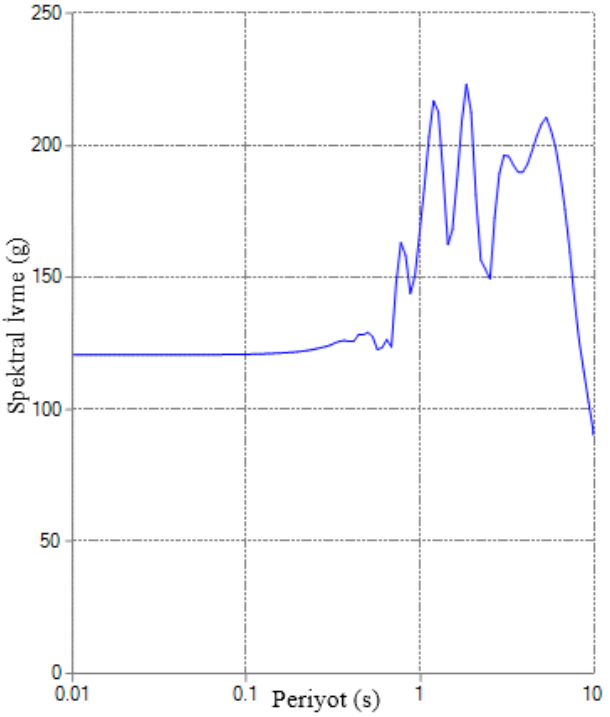
Ek-G.8. SK-15’ e ait yatay yüzey ivme grafiği (17.07.1999)

EK-H

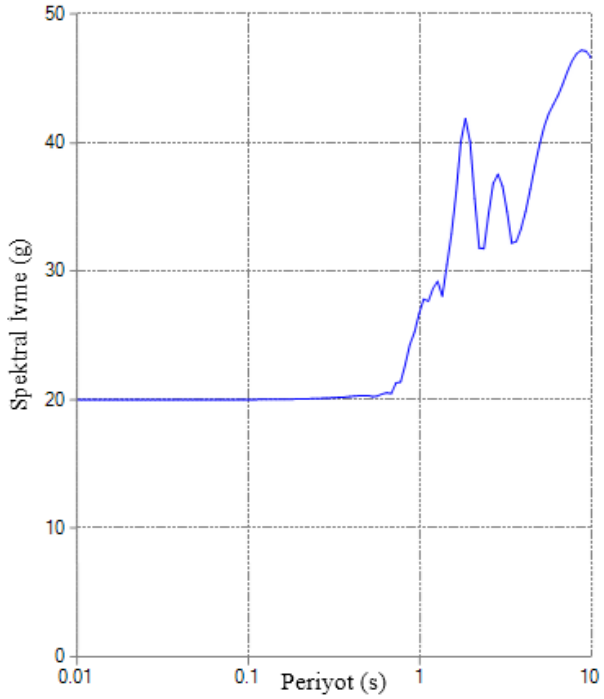
17.07.1999 DEPREMİNE AİT YATAY YÜZEY İVME GRAFİKLERİ



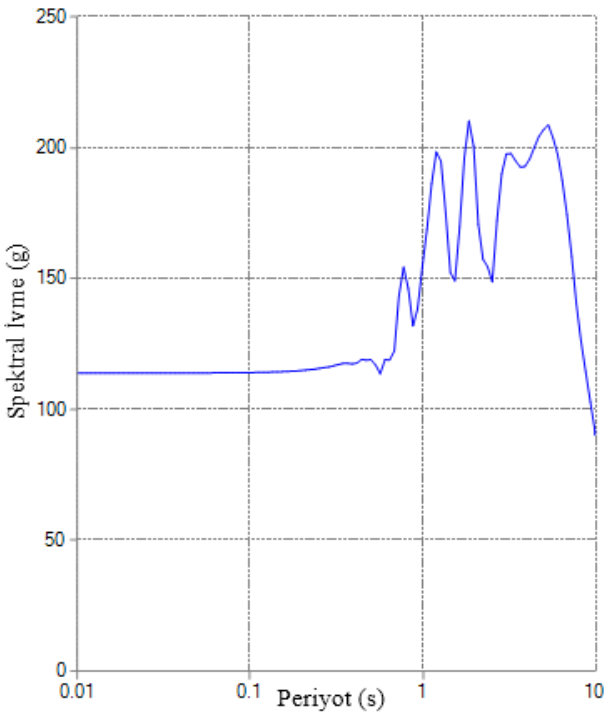
Ek-H.1. SK-2’ ye ait yüzey spektral ivme grafiği



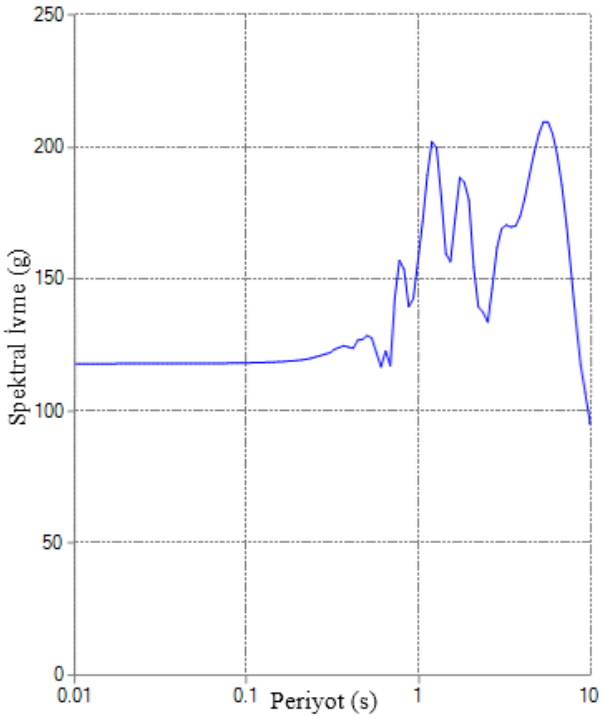
Ek-H.2. SK-8’ e ait yüzey spektral ivme grafiği



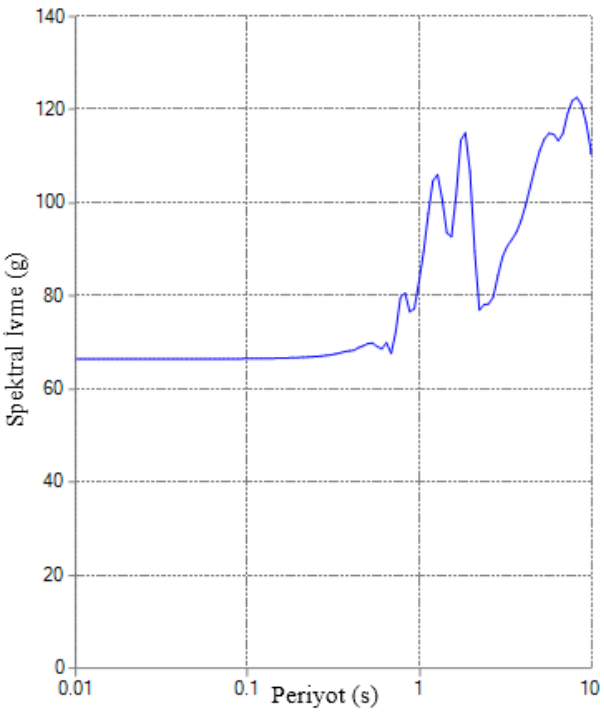
Ek-H.3. SK-9’ a ait yüzey spektral ivme grafiği



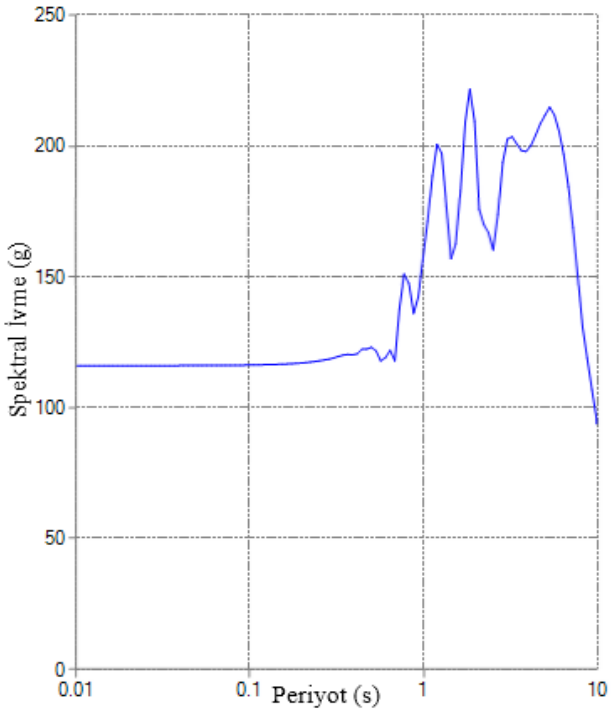
Ek-H.4. SK-11’ e ait yüzey spektral ivme grafiği



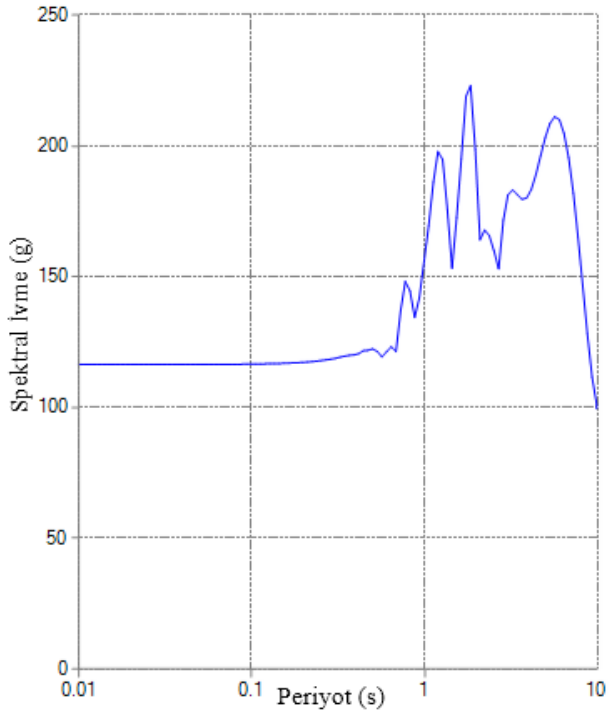
Ek-H.5. SK-12’ ye ait yüzey spektral ivme grafiği



Ek-H.6. SK-13’ e ait yüzey spektral ivme grafiği



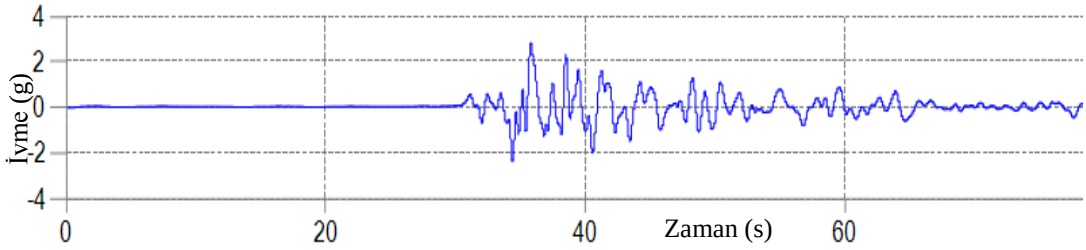
Ek-H.7. SK-14’ e ait yüzey spektral ivme grafiği



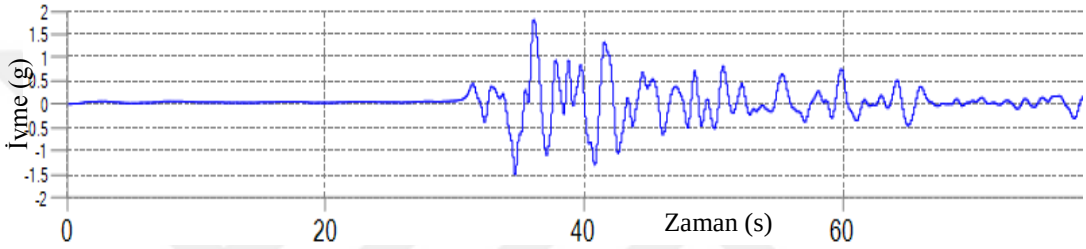
Ek-H.8. SK-15’ e ait yüzey spektral ivme grafiği

EK-I

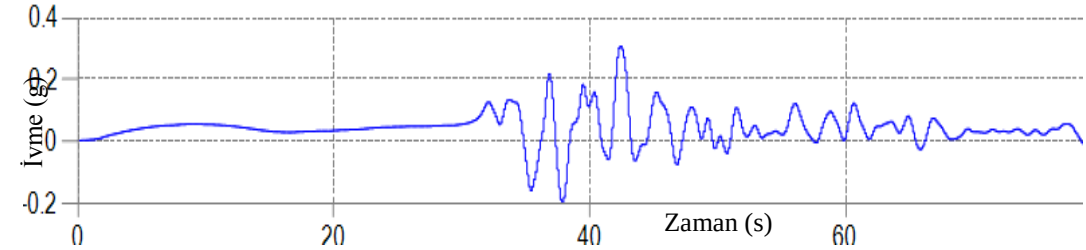
13.09.1999 DEPREMİNE AİT YATAY YÜZEY İVME GRAFİKLERİ



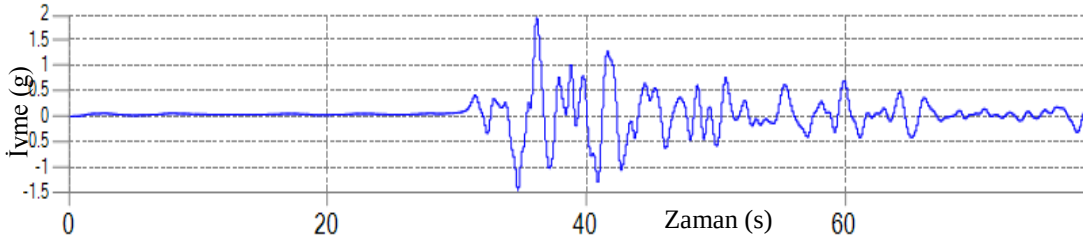
Ek-I.1. SK-2' ye ait yatay yüzey ivme grafiği (13.09.1999)



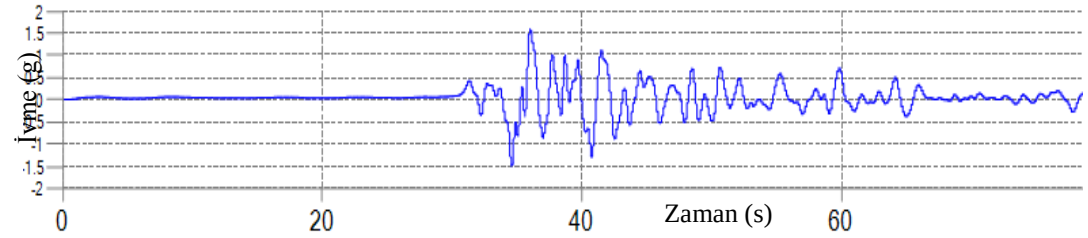
Ek-I.2. SK-8' e ait yatay yüzey ivme grafiği (13.09.1999)



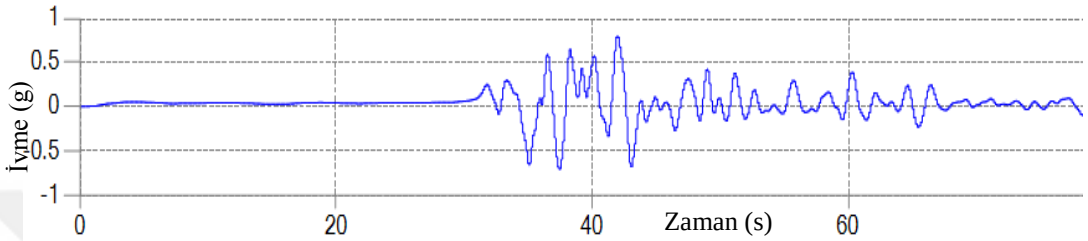
Ek-I.3. SK-9' a ait yatay yüzey ivme grafiği (13.09.1999)



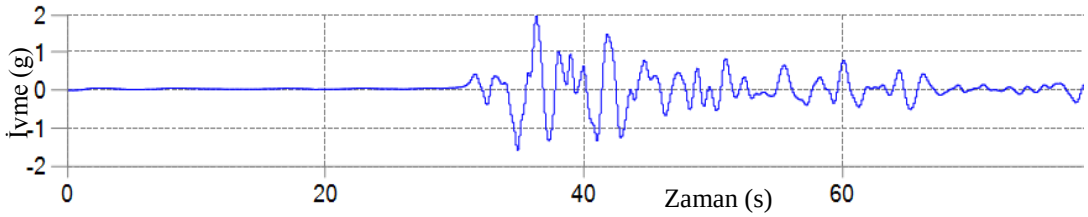
Ek-I.4. SK-11' e ait yatay yüzey ivme grafiği (13.09.1999)



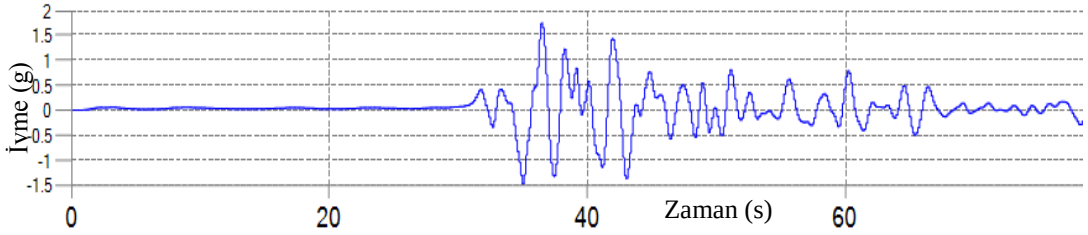
Ek-I.5. SK-12’ ye ait yatay yüzey ivme grafiği (13.09.1999)



Ek-I.6. SK-13’ e ait yatay yüzey ivme grafiği (13.09.1999)



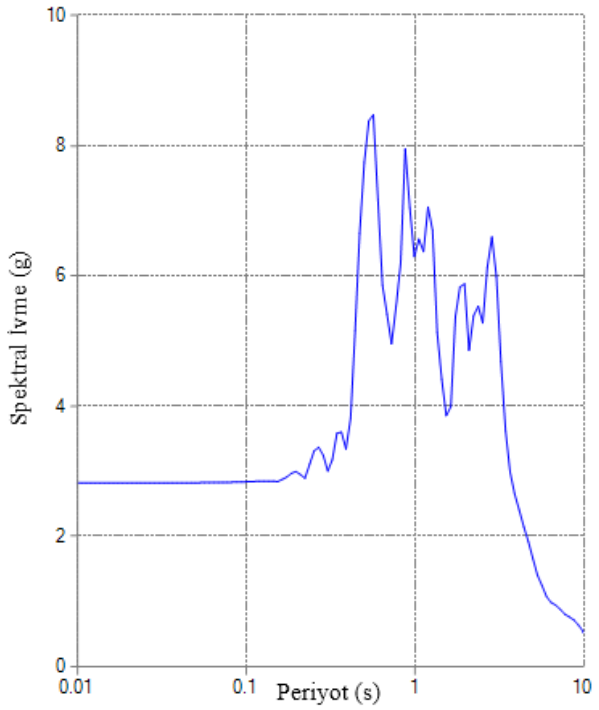
Ek-I.7. SK-14’ e ait yatay yüzey ivme grafiği (13.09.1999)



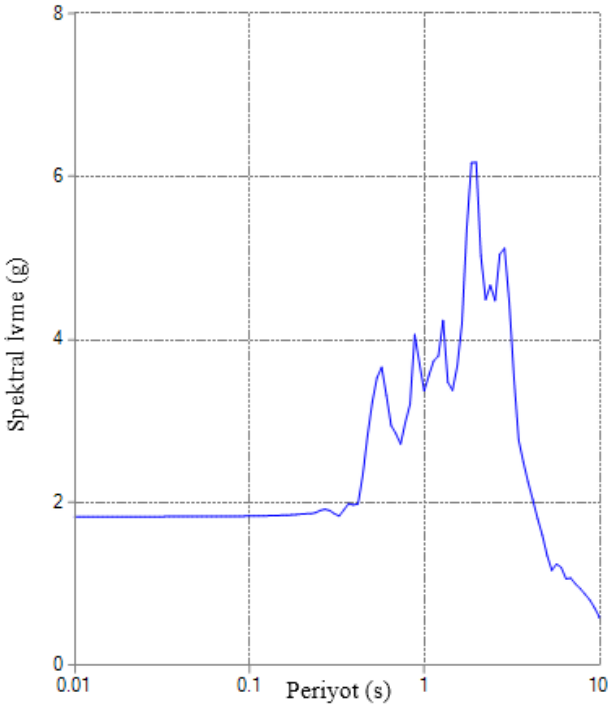
Ek-I.8. SK-15’ e ait yatay yüzey ivme grafiği (13.09.1999)

EK-İ

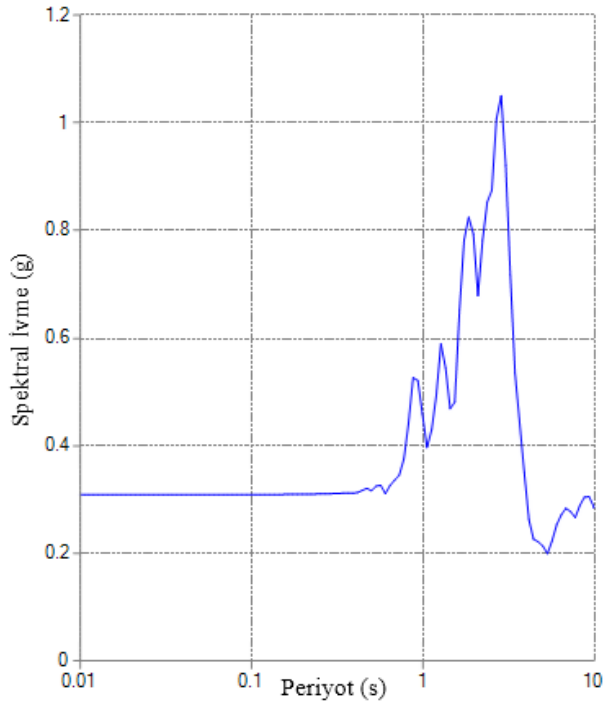
13.09.1999 DEPREMİNE AİT YATAY YÜZEY İVME GRAFİKLERİ



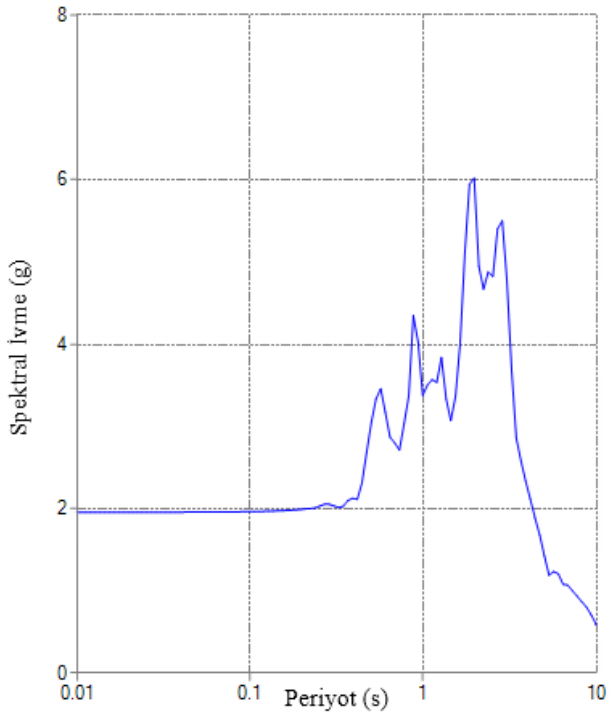
Ek-İ.1. SK-2’ ye ait yüzey spektral ivme grafiği



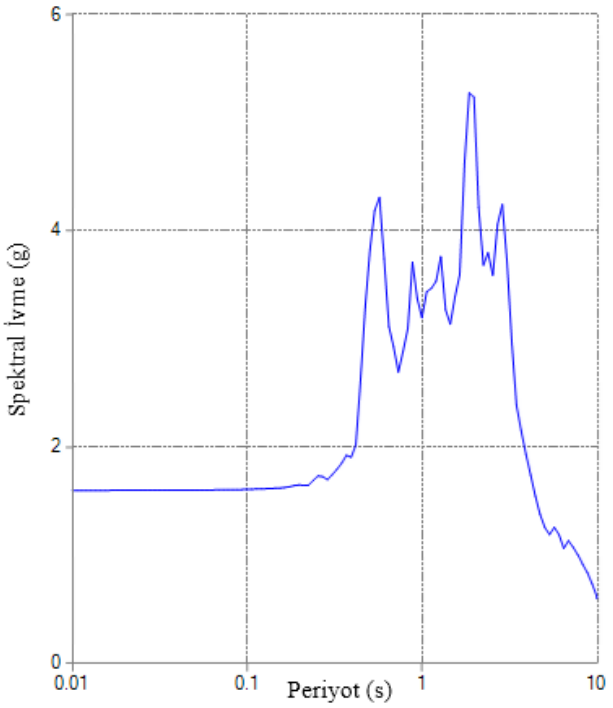
Ek-İ.2. SK-8’ e ait yüzey spektral ivme grafiği



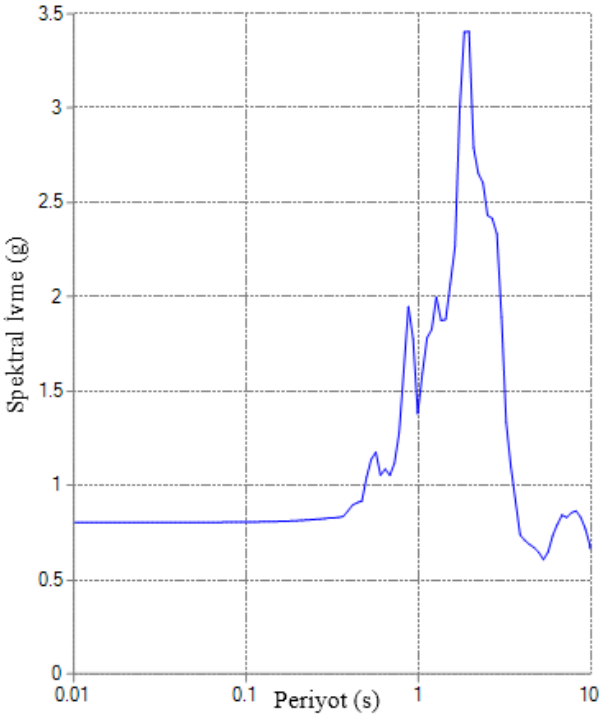
Ek-İ.3. SK-9’ a ait yüzey spektral ivme grafiği



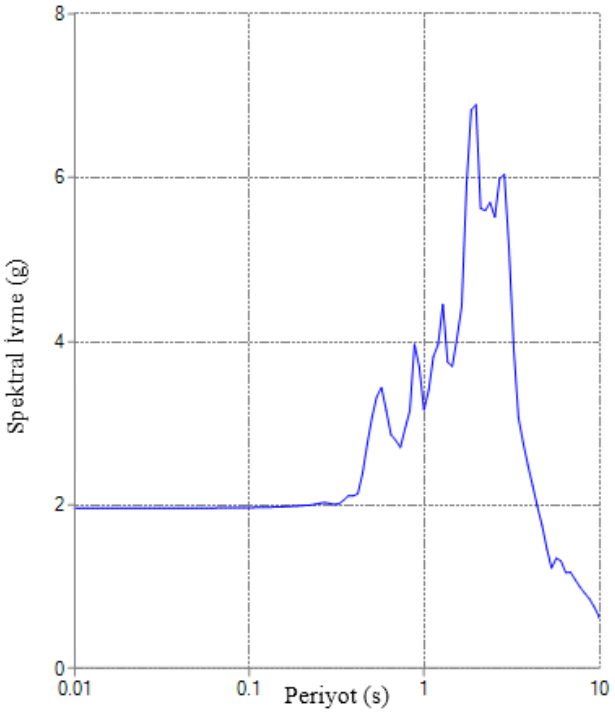
Ek-İ.4. SK-11’ e ait yüzey spektral ivme grafiği



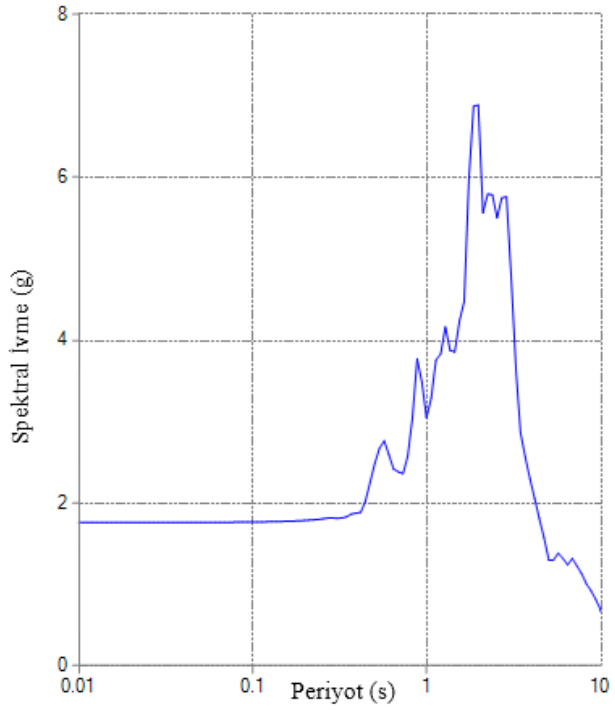
Ek-İ.5. SK-12’ ye ait yüzey spektral ivme grafiği



Ek-İ.6. SK-13’ e ait yüzey spektral ivme grafiği



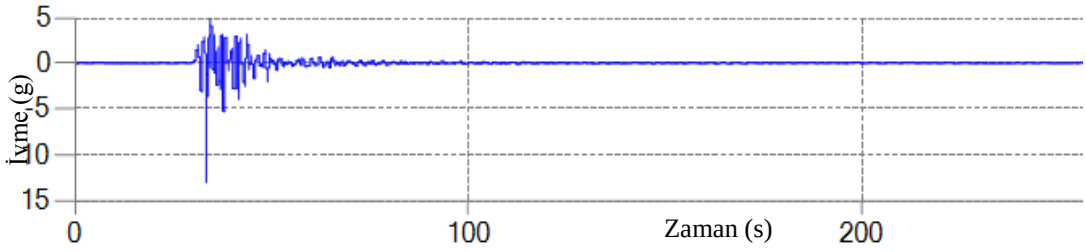
Ek-İ.7. SK-14’ e ait yüzey spektral ivme grafiği



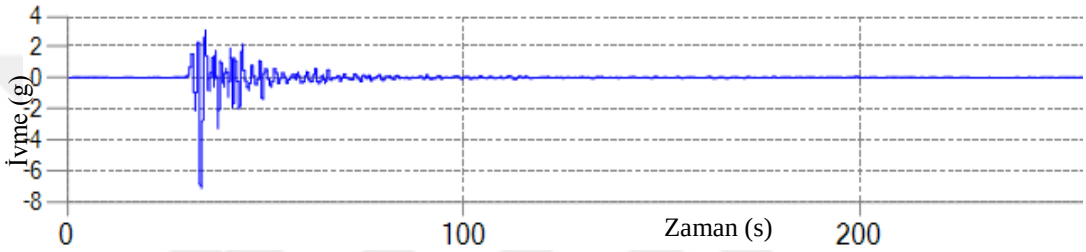
Ek-İ.8. SK-15’ e ait yüzey spektral ivme grafiği

EK-J

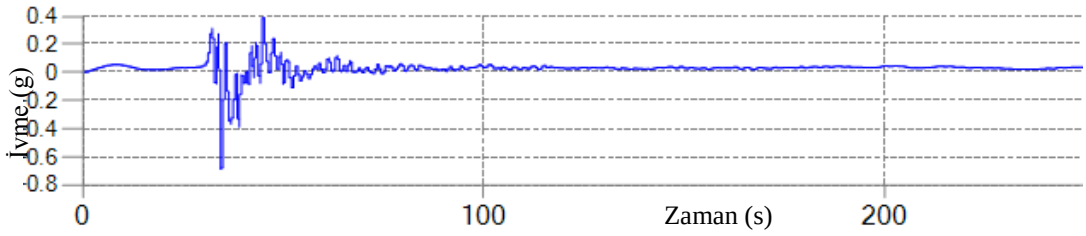
11.11.1999 DEPREMİNE AİT YATAY YÜZEY İVME GRAFİKLERİ



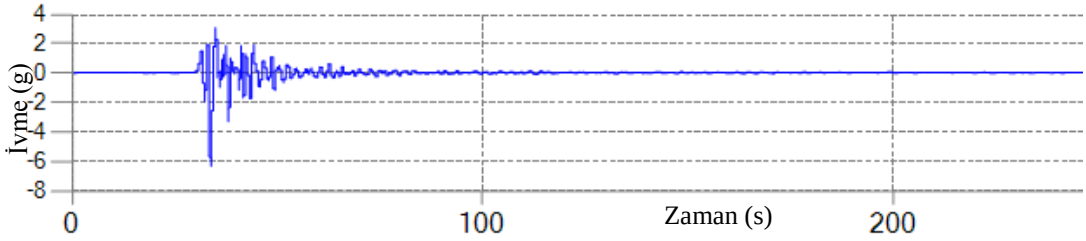
Ek-J.1. SK-2' ye ait yatay yüzey ivme grafiği (17.07.1999)



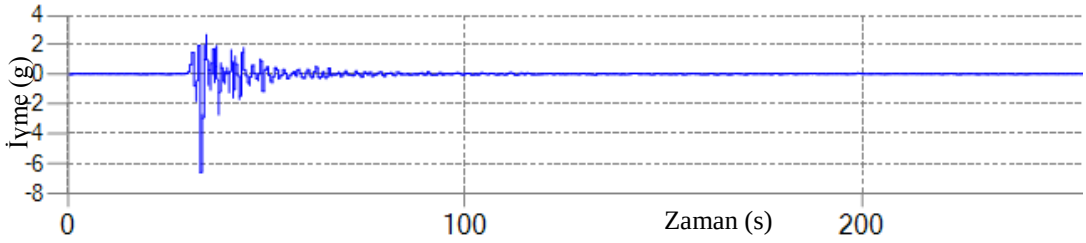
Ek-J.2. SK-8' e ait yatay yüzey ivme grafiği (17.07.1999)



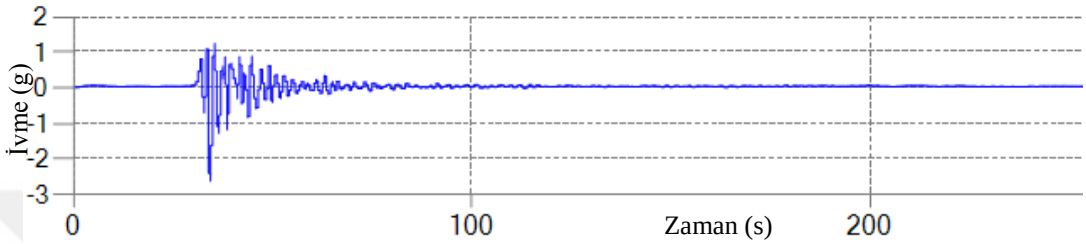
Ek-J.3. SK-9' a ait yatay yüzey ivme grafiği (17.07.1999)



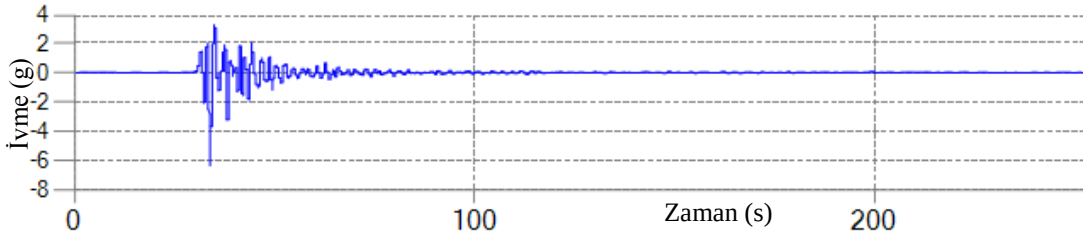
Ek-J.4. SK-11' e ait yatay yüzey ivme grafiği (17.07.1999)



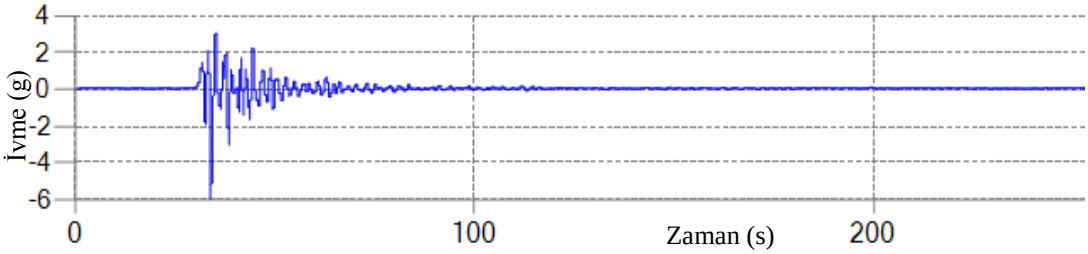
Ek-J.5. SK-12’ ye ait yatay yüzey ivme grafiği (17.07.1999)



Ek-J.6. SK-13’ e ait yatay yüzey ivme grafiği (17.07.1999)



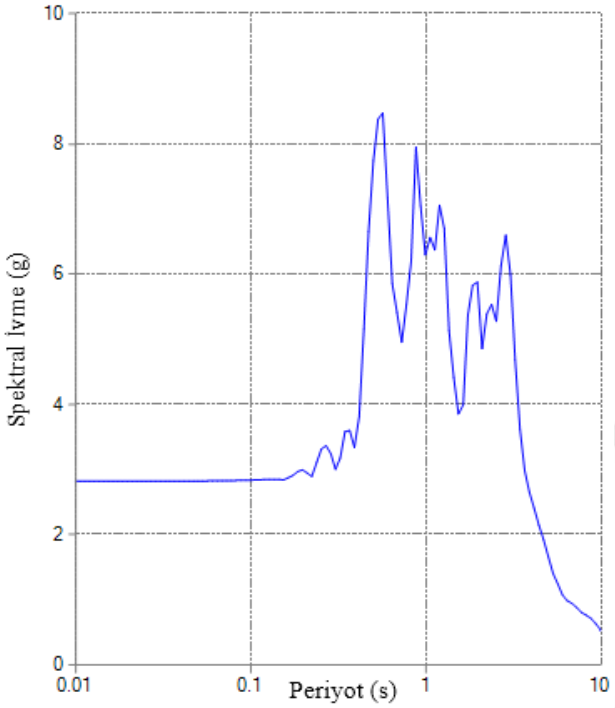
Ek-J.7. SK-14’ e ait yatay yüzey ivme grafiği (17.07.1999)



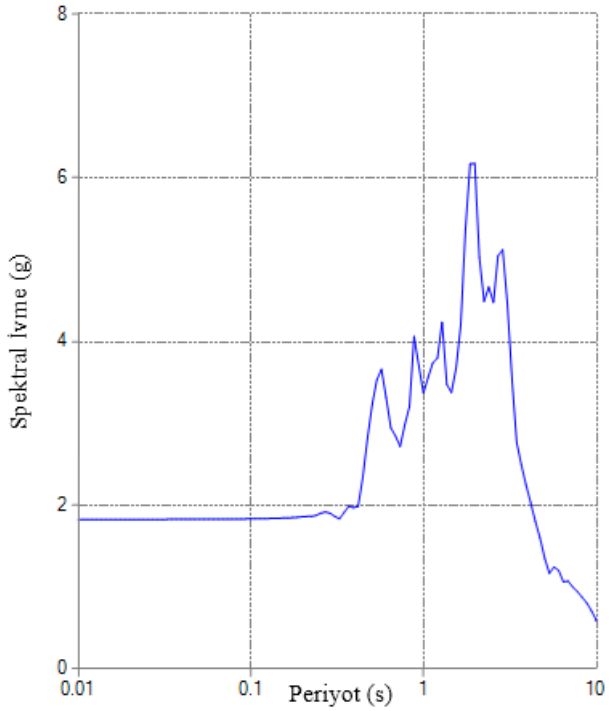
Ek-J.8. SK-15’ e ait yatay yüzey ivme grafiği (17.07.1999)

EK-K

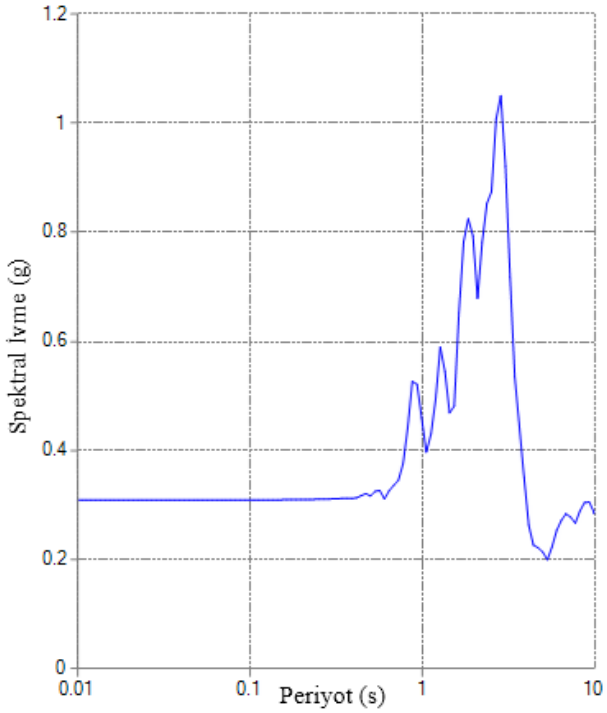
11.11.1999 DEPREMİNE AİT YATAY YÜZEY İVME GRAFİKLERİ



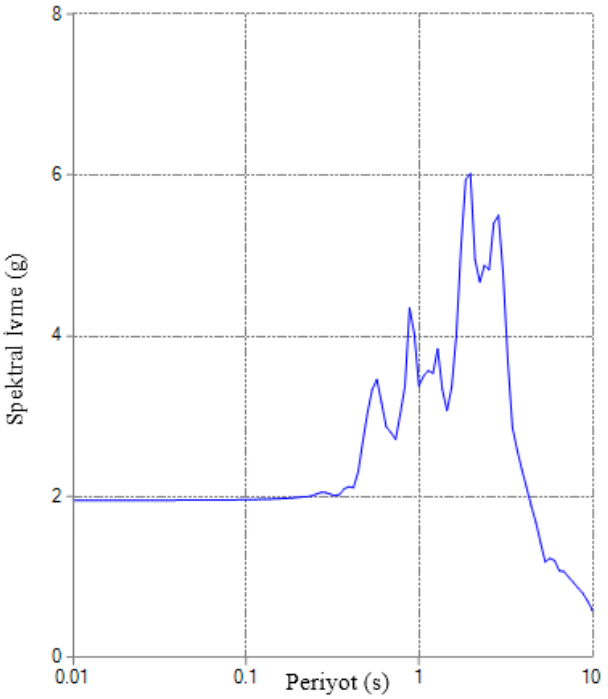
Ek-K.1. SK-2' ye ait yüzey spektral ivme grafiği



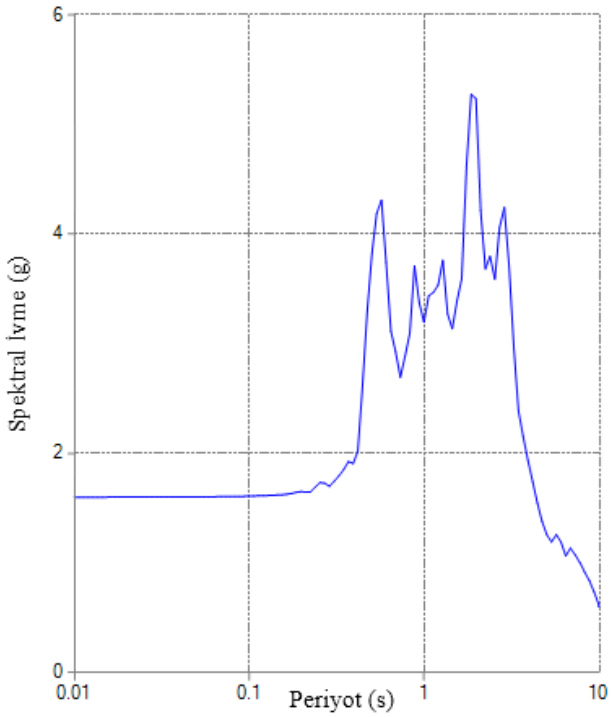
Ek-K.2. SK-8' e ait yüzey spektral ivme grafiği



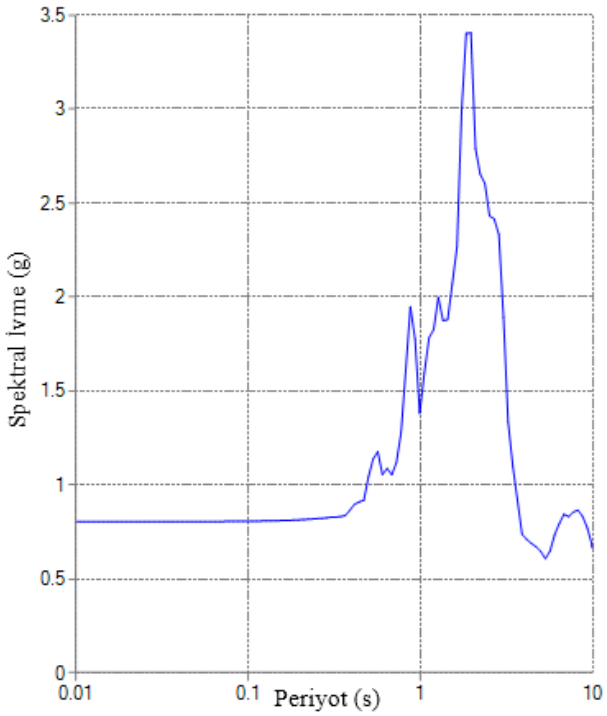
Ek-K.3. SK-9’ a ait yüzey spektral ivme grafiği



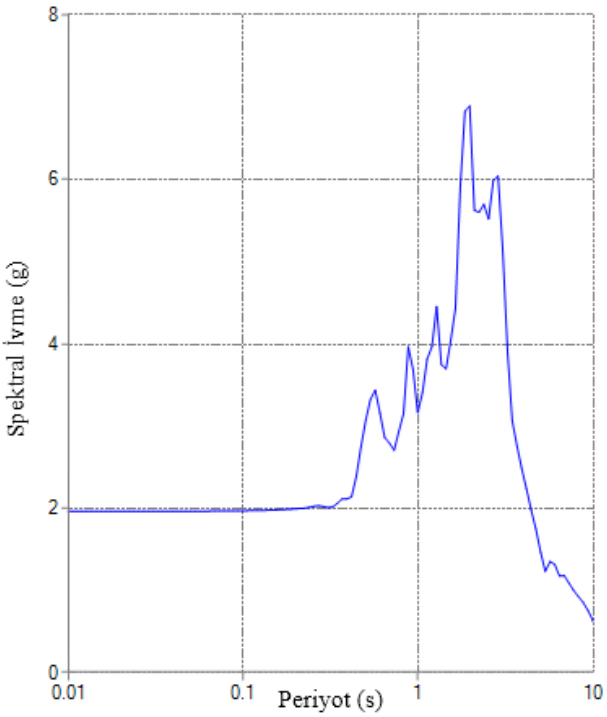
Ek-K.4. SK-11’ e ait yüzey spektral ivme grafiği



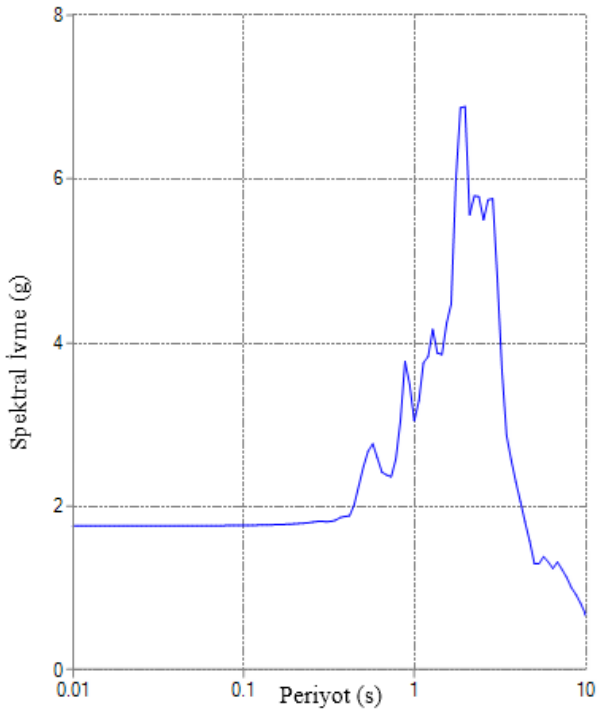
Ek-K.5. SK-12’ ye ait yüzey spektral ivme grafiği



Ek-K.6. SK-13’ e ait yüzey spektral ivme grafiği



Ek-K.7. SK-14’ e ait yüzey spektral ivme grafiği



Ek-K.8. SK-15’ e ait yüzey spektral ivme grafiği

KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER

[1] Aşçı M., Çakır Ş., Kurtuluş C., Bozkurt A., Canbay M., Demir N., **Gider D.**, Yenikentte (Kocaeli) 17 Ağustos 1999 Depreminde Oluşan Fay İzinin Araştırılması, *Kocaeli 2003 Deprem Sempozyumu*, Kocaeli, 12-14 Mart 2003.

[2] Kurtuluş C., **Gider D.**, *Veri İşlem (Sürekli ve Ayrık) Kitabı*, 134, Kocaeli Üniversitesi Yayınları, Kocaeli, 2004.

[3] **Gider D.**, Kurtuluş C. ve Demir N., Karamürsel ve Civarının Mikrobölgelendirilmesi, *Türkiye 17. Uluslararası Jeofizik Kongre ve Sergisi*, Ankara, 14-17 Kasım 2006.

[4] Kurtuluş C., Canbay M., **Gider D.**, Some Instruments and Soil Methods Used in Geophysical Engineering and Soil Studies, *18th International Soil Meeting*, Şanlıurfa, 22-26 May 2006.

[5] Kurtuluş C., Demir N., **Gider D.**, İzmit-Derince Alüviyal Yelpazesinin Jeofizik Yöntemlerle Araştırılması, *Türkiye 17. Uluslararası Jeofizik Kongre ve Sergisi*, Ankara, 14-17 Kasım 2006.

[6] Kurtuluş C., Canbay M., Demir N., **Gider D.**, Dökmen F., Kocaeli Bölgesinde Toprak Çeşitleri ve Onların Dinamik Elastik Parametreleri, *GAP Tarım Kongresi*, Şanlıurfa, 17-19 Ekim 2007.

[7] Canbay M., **Gider D.**, Alparslan N., Comparison of in situ Field Measurements of Soil Magnetic Susceptibility with Laboratory Data, *Türkiye 18. Uluslararası Jeofizik Kongre ve Sergisi*, Ankara, 14-17 Ekim 2008.

[8] Sertçelik F., Kurtuluş C., **Gider D.**, An Aplication of Direct Recovery of Impulse Response Using the Odd-Depth Model Principle, *Türkiye 18. Uluslararası Jeofizik Kongre ve Sergisi*, Ankara, 14-17 Ekim 2008.

[9] Çoban K. H., **Gider D.**, Çakın O., Karaaslan A., Cevher M., Sancılı M., Zor E., Özalaybey S., İzmit Baseninin Çökel Kalınlığının Mikrotremor Yöntemiyle Hesaplanması, *Uluslararası Deprem Sempozyumu*, Kocaeli, 17-19 Ağustos 2009.

[10] Kurtuluş C., Canbay M., Demir N. and **Gider D.**, Salinity Investigation of the Region East to the İzmit Gulf in İzmit–Kocaeli, *Journal of Food Agriculture & Environment*, 2009, **7**(2), 755.

[11] Kurtuluş C., Demir N., **Gider D.**, Sarı U., Güner Ş., Physical and Mechanical Specifications of Fıstıklı Granites at Armutlu Peninsula, *Türkiye 19. Uluslararası Jeofizik Kongre ve Sergisi*, Ankara, 23-26 Kasım 2010.

ÖZGEÇMİŞ

1979 yılında Sakarya'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Sakarya'da tamamladı. 1998 yılında girdiği Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü'nden 2002 yılında fakülte birincisi olarak mezun oldu ve Jeofizik Mühendisi olmaya hak kazandı. 2002-2006 yılları arasında, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeofizik Mühendisliği Anabilim Dalı' nda Yüksek Lisans öğrenimini tamamladı. 2007 yılında Doktora öğrenimine başladı. 2003-2015 yılları arasında Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesinde Araştırma Görevlisi olarak görev yaptı.