

**GEBZE – ORHANGAZİ OTOYOLU’NUN KABAKLI
HEYELAN SAHASINDAKİ ŞEVLERİNİN DURAYLILIK
DEĞERLENDİRMESİ**

**STABILITY ASSESSMENT OF SLOPES IN THE KABAKLI
LANDSLIDE AREA AT GEBZE – ORHANGAZİ HIGHWAY**

REŞİT YÜCEL PİLATİN

Prof. Dr. HARUN SÖNMEZ
Tez Danışmanı

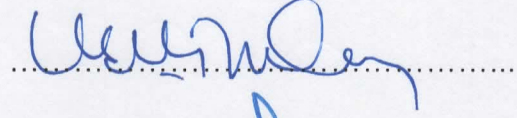
Hacettepe Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim – Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı için Öngördüğü
YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak hazırlanmıştır

2018

REŞİT YÜCEL PİLATİN' in hazırladığı "**Gebze – Orhangazi Otoyolu'nun Kabaklı Heyelan Sahasındaki Şevlerinin Duraylılık Değerlendirmesi**" adlı bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından **JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI'** nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Başkan

Prof. Dr. Işık YILMAZ



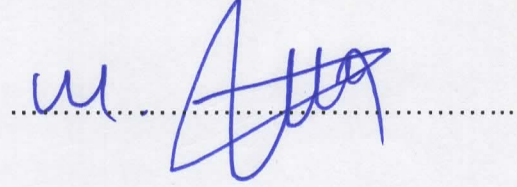
Danışman

Prof. Dr. Harun Sönmez



Üye

Prof. Dr. Murat ERCANOĞLU



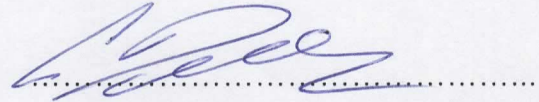
Üye

Prof. Dr. Nihat Sinan IŞIK



Üye

Doç. Dr. Celal TUNUSLUOĞLU



Bu tez Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak onaylanmıştır.

Prof. Dr. Menemşe GÜMÜŞDERELİOĞLU

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

YAYINLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/raporumun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kağıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Hacettepe Üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır.

Tezin kendi orijinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanması zorunlu metinlerin yazılı izin alarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

- ☐ Tezimin/Raporumun tamamı dünya çapında erişime açılabilir ve bir kısmı veya tamamının fotokopisi alınabilir.

(Bu seçenekle teziniz arama motorlarında indekslenebilecek, daha sonra tezinizin erişim statüsünün değiştirilmesini talep etmeniz ve kütüphane bu talebinizi yerine getirirse bile, tezinin arama motorlarının önbelleklerinde kalmaya devam edebilecektir.)

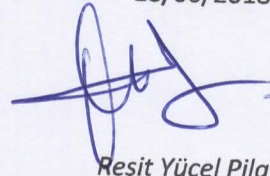
- ☒ Tezimin/Raporumun 01.07.2023 tarihine kadar erişime açılmasını ve fotokopi alınmasını (İç Kapak, Özet, İçindekiler ve Kaynakça hariç) istemiyorum.

(Bu sürenin sonunda uzatma için başvuruda bulunmadığım takdirde, tezimin/raporumun tamamı her yerden erişime açılabilir, kaynak gösterilmek şartıyla bir kısmı ve ya tamamının fotokopisi alınabilir)

- ☐ Tezimin/Raporumun tarihine kadar erişime açılmasını istemiyorum, ancak kaynak gösterilmek şartıyla bir kısmı veya tamamının fotokopisinin alınmasını onaylıyorum.

- ☐ Serbest Seçenek/Yazarın Seçimi

18/06/2018



Reşit Yücel Pilatin



Altay ağabeyime...

ETİK

Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversitede veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

06/06/2018

Reşit Yücel Pilatin

ÖZET

GEBZE – ORHANGAZİ OTOYOLU’NUN KABAKLI HEYELAN SAHASINDAKİ ŞEVLERİNİN DURAYLILIK DEĞERLENDİRMESİ

REŞİT YÜCEL PİLATİN

Yüksek Lisans, Jeoloji Mühendisliği Bölümü

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Harun SÖNMEZ

Haziran 2018, 93 sayfa

Türkiye'nin nüfus, ekonomi, eğitim ve benzeri konularda önde gelen şehirlerinden olan İstanbul ve İzmir'in birbiri ile olan ulaşımı oldukça önemlidir. Artan teknoloji ve araç sayısı ile birlikte İzmir Körfezi'nin dolaşılmasıyla sağlanan karayolu ulaşımı artık yetersiz kalmaktadır. Bu iki il arasında yapılacak olan otoyol İzmir Körfezi'ni bir köprüyle geçmekte ve devamında Orhangazi – Bursa hattını takip ederek İzmir'e ulaşmaktadır. Yapılacak olan otoyolun KM: 21+000 – 22+700 arasında oluşturulacak olan şevler Kabaklı Heyelan Sahası'ndan geçmektedir. Bu amaçla inceleme alanında heyelanların izlenebilmesi adına inklinometreler yerleştirilmiş, gerekli görülen yerlerde sondajlar açılmış, yerinde deneyler yapılarak, alınan örselenmemiş numuneler üzerinde laboratuvar deneyleri yapılmıştır. Bu tez kapsamında arazide gözlemlenen deformasyonlar, yapılardaki çatlaklar, sondaj lokasyonları dikkate alınarak 1/2000 ölçekli jeoloji haritası hazırlanmış ve jeolojik kesitler oluşturulmuştur. Hazırlanan jeolojik kesitler üzerinde geriye dönük analizler gerçekleştirilmiş, belirlenen parametreler elde edilen diğer parametrelerle birleştirilerek otoyol şev profilinin farklı geometrilere ait (45° / 1Yatay-1Düşey, 34° / 3Yatay-2Düşey, 27° / 2Yatay-1Düşey) yenilme olasılıkları hesaplanmıştır. Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun çok yakınında bulunan çalışma alanı bu faya ait Sapanca-Göynük-Yalova (1-2) ve Geyve-İznik-Gemlik (2-3) kollarının etkisi altında

kalmaktadır. Uzun dönem duraylılığın değerlendirmesine yönelik olarak bu iki fayın 1 yıl, 5 yıl, 10 yıl, 25 yıl, 75 yıl ve 100 yıllık zaman aralıkları için farklı moment büyüklüğündeki depremlerin gerçekleşme olasılığı da hesaplamalara dahil edilmiş ve Kabaklı Heyelan Sahası içerisinde oluşturulacak şevlerin uzun dönem içerisinde yenilme olasılıkları hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Gebze-Orhangazi otoyolu, heyelan, otoyol, şev duraylılığı, geriye dnk analiz, olasılıksal şev duraylılığı analizi



ABSTRACT

STABILITY ASSESSMENT OF SLOPES IN THE KABAKLI LANDSLIDE AREA AT GEBZE – ORHANGAZI HIGHWAY

REŞİT YÜCEL PİLATİN

Master of Science, Department of Geology Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Harun SÖNMEZ

June 2018, 93 pages

Transportation between two outstanding cities of Turkey in point of population, economy, education and similar issues is quite important. Existing transportation methods remain incapable with increasing technology and number of vehicles. The highway that will be constructed between these two cities, reaches İzmir by crossing a bridge on İzmir Gulf and following Orhangazi-Bursa line. The slopes between km: 21+000 – 22+700 in this highway, go through Kabaklı landslide area. For this reason, to estimate the landslide mechanism, inclinometers were installed, boreholes were drilled in specified locations, in situ tests and laboratory test were performed. Within the scope of this master thesis, 1/2000 scale geology was mapped and geological cross sections was drawn by considering deformation on the field, fractures in the structures and location of boreholes. Retrospective analysis was performed by using these cross sections and failure probability of highway slope profile's different geometries (45° / 1Horizontal-1Vertical, 34° / 3Horizontal-2Vertical, 27° / 2Horizontal-1Vertical) were calculated by merging estimated all parameters. Working site, which is so close to North Anatolian Fault Zone, comes under the influence of Sapanca – Göynük – Yalova (1-2) and Geyve – İzmit – Gemlik (2-3) segments. For evaluation of long-term stability of highway slope profiles, probability of earthquakes that has different moment magnitude

occurrence within 1 year, 5 year, 10 year, 25 year, 75 year and 100 year time zones, included to calculations. In this way failure probability of highway slope profile's long-term stability was calculated.

Keywords: Gebze-Orhangazi highway, landslide, highway, slope stability, retrospective analysis, probabilistically slope stability analysis



TEŞEKKÜR

Tezimle ilgili çalışmalarımın her aşamasında yön veren, ilgi ve katkılarını esirgemeyen ve tezimin şekillenmesinde büyük emeği geçen tez danışmanım Prof. Dr. Harun Sönmez'e,

Çalışmalarım sırasında değerli bilgi ve tecrübelerini esirgemeyen, her zaman beni teşvik eden kuzenim ve meslektaşım Altay Ertin'e

Yüksek lisans yaptığım sürece bana her konuda daima yardımcı olan, çalışanı olduğum M. Kenan Kaya Müş. Müh. Ltd. Şti.'nin yetkilisi M. Kenan Kaya'ya

Çalıştıkları projeyi tez konusu yapmama izin veren ve gerekli dokümanları sağlayan Yüksel Domaniç Mühendislik'e

Çalışmamın her aşamasında maddi ve manevi desteklerini hiç esirgemeyen değerli aileme ve eşime

EN İÇTEN TEŞEKKÜRLERİMİ SUNARIM.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER	vi
ŞEKİLLER	viii
ÇİZELGELER	xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR	xv
Simgeler	xv
Kısaltmalar	xv
1 GİRİŞ	1
1.1 Amaç ve Kapsam	1
2 GEBZE-ORHANGAZİ-İZMİR OTOYOL PROJESİNİN TANITIMI	2
3 ÇALIŞMA ALANININ TANITIMI	4
3.1 Coğrafi Konum	4
3.2 İklim ve Bitki Örtüsü	5
3.3 Akarsu ve Göller	6
3.4 Ulaşım	7
3.5 Ekonomi	7
4 ÇALIŞMA ALANI VE YAKIN ÇEVRESİNİN JEOLJİSİ	8
4.1 Stratigrafi	10
4.1.1 Kaytazdere Formasyonu	10
4.1.2 Kılınç Formasyonu	12
4.1.3 Yalakdere Formasyonu	12
5 ÇALIŞMA ALANININ DEPREMSELLİĞİ VE OLASI DEPREM SENARYOLARI 14	
5.1 Çalışma Alanı ve Yakın Çevresinin Temel Sismotektonik Unsurları	14
5.2 Çalışma Alanı ve Yakın Çevresinin Deprem Tehlike Değerlendirmesi	20
5.3 Çalışma Alanı için Tasarıma Yönelik Deprem Senaryoları	23
6 SAHA ÇALIŞMALARI	26
6.1 Haritalama Çalışmaları	26
6.2 Jeoteknik Sondaj Çalışmaları	29

6.3	Yerinde Deneyler.....	36
6.4	İnklinometre Okumaları ve Değerlendirmeleri.....	43
6.4.1	A-A' hattındaki inklinometre kuyuları ve okumalara ilişkin değerlendirme	43
6.4.2	B-B' hattındaki inklinometre kuyuları ve okumalara ilişkin değerlendirme	47
7	LABORATUVAR ÇALIŞMALARI	51
7.1	Zemin Sınıflaması Deneyleri.....	52
7.2	Doğal Birim Hacim Ağırlık.....	54
7.3	Üç Eksenli Sıkışma Dayanımı Deneyleri	55
7.4	Doğrudan Makaslama Deneyleri	57
8	GERİYE DÖNÜK ANALİZLER.....	60
9	UZUN DÖNEM ŞEV DURAYLILIĞI DEĞERLENDİRMELERİ	64
9.1	Girdi Parametrelerinin Seçimi	64
9.2	Otoyol Şev Profilinin Olasılıklı Şev Duraylılık Analizleri	68
9.2.1	Statik Durum Olasılıklı Şev Duraylılığı Analizleri	68
9.2.2	Sismik Koşullar Altında Olasılıklı Şev Duraylılığı Analizleri	73
10	SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	89
	KAYNAKLAR.....	91
	ÖZGEÇMİŞ	93

ŞEKİLLER

Sayfa

Şekil 2-1 Gebze-Orhangazi-İzmir (İzmit Körfez Geçişi ve Bağlantı Yolları Dahil) Otoyolu proje güzergahı	2
Şekil 3-1 Çalışma alanı ve yakın çevresine ait Google Earth uydu görüntüsü	4
Şekil 3-2 Çalışma alanı ve yakın çevresinin yer bulduru haritası	5
Şekil 4-1 Çalışma alanının MTA [4] tarafından yapılan 1/100000 ölçekli genel jeoloji haritasındaki yeri	8
Şekil 4-2 Çalışma alanının MTA [5] tarafından yapılan 1/25000 ölçekli genel jeoloji haritasındaki yeri	9
Şekil 4-3 Çalışma alanının Simav ve Sakınç [6] tarafından yapılan genel jeoloji haritasındaki yeri	9
Şekil 4-4 Çalışma alanı ve yakın çevresine ait genelleştirilmiş stratigrafik kesit (Bargu ve Sakınç [6]'tan düzenlenmiştir.)	11
Şekil 5-1 Akdeniz ve yakın bölgesi ana tektonik unsurları [10]	14
Şekil 5-3 Kuzey Anadolu Fay Zonunun batı ucundaki kuzeye ve güneye ayrılan kolları ve çalışma alanının konumu	15
Şekil 5-4 Marmara bölgesinde meydana gelen (a) tarihsel dönem depremleri [13] (b) aletsel dönemde (1900 ile 2000 arasında) meydana gelmiş büyük ($M>6$) depremler [14]	16
Şekil 5-5 Çalışma alanının (a) Türkiye Deprem Bölgeleri ve (b) Yalova ili Deprem Bölgeleri haritalarındaki konumu.	17
Şekil 5-6 Çalışma alanı merkezli 100 km yarıçaplı alanda 15.04.1905 ile 05.10.2017 tarih aralığındaki dönemde meydana gelen $M>3.5$ olan 460 depremin harita üzerinde dağılımı [12]	18
Şekil 5-7 Moment büyüklüğüne (M_w) göre diğer deprem büyüklük ölçeklerinin doygunluk grafiği [16]	19
Şekil 5-8 Türkiye deprem verileri kullanılarak Ulusay vd. [15] tarafından önerilen farklı deprem büyüklük ölçekleriyle moment büyüklük arasındaki ilişkiler.	19
Şekil 5-9 Çalışma alanı ve 100 km yakın çevresine ait $M_w>3.5$ olan aletsel döneme ait kayıtların histogram dağılımı	20

Şekil 5-11 Çalışma alanı merkezli 100 km yarıçaplı alanda farklı moment büyüklüğündeki depremlerin farklı zaman aralıklarında gerçekleşme olasılığı grafiği	23
Şekil 5-12 Ulusay vd. [15] tarafından yapılan araştırmaya göre çalışma alanı ve yakın çevresindeki aktif faylar.....	25
Şekil 6-1 Saha çalışmaları sırasında gözlenen bazı çatlak ve deformasyonlar ...	27
Şekil 6-2 Çalışma alanındaki heyelanlı topografyanın uzaktan genel görünümü	28
Şekil 6-3 MTA heyelan haritasında çalışma alanının konumu [19]	28
Şekil 6-4 Jeoteknik sondaj özet logları (devam ediyor): İsko-SK-1, İsko-SK-2, İsko-SK-3	30
Şekil 6-5 Jeoteknik sondaj özet logları (devam ediyor): İsko-SK-4, İsko-SK-5, İsko-SK-6, İsko-SK-7	31
Şekil 6-6 Jeoteknik sondaj özet logları (devam ediyor): VSK-1, VSK-2, VSK-3 ...	32
Şekil 6-7 Jeoteknik sondaj özet logları (devam ediyor): VSK-5, KHSK-1, KHSK-2, KHSK-4	33
Şekil 6-8 Jeoteknik sondaj özet logları (devam ediyor): KHSK-5, ÖPSK-21+240, SK-21+12 KHSK-4	34
Şekil 6-9 Jeoteknik sondaj özet logları (devam ediyor): SK-21+130, SK-21+629, SK-22+279	35
Şekil 6-10 Jeoteknik sondajlara ait $(N_1)_{60}$ değerlerinin derinlik ile değişimi.....	42
Şekil 6-11 İnklinometre kuyularının açıldığı ölçüm hatlarının plan üzerindeki yerleri	43
Şekil 6-12 A-A' Hattına ait A doğrultusundaki inklinometre grafikleri	46
Şekil 6-13 A-A' hattına ait B doğrultusundaki inklinometre grafikleri	46
Şekil 6-14 B-B' hattına ait A doğrultusundaki inklinometre grafikleri	48
Şekil 6-15 B-B' hattına ait B doğrultusundaki inklinometre grafikleri	49
Şekil 6-16 A-A' ve B-B' İnklinometre hatlarına ait jeolojik kesitler ve kayma yüzeyleri	50
Şekil 7-1. Makaslama örneği alınması için araştırma çukurunun açılması.....	51
Şekil 7-2 Makaslama kutusuyla örnek alınması	52
Şekil 7-3 Çalışma alanındaki örneklerin derinlik – plastisite indeksi ilişkisi	53
Şekil 7-4 Birleştirilmiş zemin sınıfı histogram grafikleri	54
Şekil 7-5 Üç eksenli deney veri çiftlerine ait p-q grafiği.....	56

Şekil 7-6 Makaslama-1 deneyine ait normal gerilim-makaslama gerilimi grafiği ..	58
Şekil 7-7 Makaslama-2 deneyine ait normal gerilim-makaslama gerilimi grafiği ..	59
Şekil 8-1 Geriye dönük analiz kesitleri	60
Şekil 8-2 B-B' kesiti geriye dönük analiz modeli.....	61
Şekil 8-3 C-C' kesiti geriye dönük analiz modeli	62
Şekil 8-4 D-D' kesiti geriye dönük analiz modeli	62
Şekil 9-1 Bir şev kazısı için güvenlik katsayısının zamana bağlı değişimi [22]	65
Şekil 9-2 Çalışma kapsamında derlenen tüm kohezyon ve içsel sürtünme açısı çiftlerinin $c-\phi$ grafiği.....	66
Şekil 9-3 Çalışma alanında kayan kütle için farklı yaklaşımlarla elde edilen makaslama dayanım parametresi çiftlerinin (c ve ϕ) ayrı ayrı istatistiksel değerlendirmeleri ve histogram grafikleri (a) kohezyon ve (b) içsel sürtünme açısı	67
Şekil 9-4 Slide v6.0 [23] isimli programda makaslama dayanım parametrelerinin tanımlanması.....	67
Şekil 9-5 Farklı basamak geometrileriyle birlikte Km: 21+820 Kesiti.....	68
Şekil 9-6 Şev duraylılığı analizlerinde kullanılan en kritik otoyol şev profili	69
Şekil 9-7 Km:21+820 şev profilinde 45° basamak geometrisinin statik durum olasılıklı duraylılık analizi	70
Şekil 9-8 Km:21+820 şev profilinde 45° basamak geometrisinin statik durum olasılıklı duraylılık analizinde belirlenen güvenlik katsayılarının (GK) histogram grafiği	70
Şekil 9-9 Km:21+820 şev profilinde 34° basamak geometrisinin statik durum olasılıklı duraylılık analizi	71
Şekil 9-10 Km:21+820 şev profilinde 34° basamak geometrisinin statik durum olasılıklı duraylılık analizinde belirlenen güvenlik katsayılarının (GK) histogram grafiği	71
Şekil 9-11 Km:21+820 şev profilinde 27° basamak geometrisinin statik durum olasılıklı duraylılık analizi	72
Şekil 9-12 Km:21+820 şev profilinde 27° basamak geometrisinin statik durum olasılıklı duraylılık analizinde belirlenen güvenlik katsayılarının (GK) histogram grafiği	72

Şekil 9-13 27° basamak geometrisiyle oluşturulan km:21+820 şev profilinde $k_h=0.19$ durumundaki olasılıklı duraylılık analizi	75
Şekil 9-14 27° basamak geometrisiyle oluşturulan km:21+820 şev profilinde $k_h=0.19$ durumundaki olasılıklı duraylılık analizinde belirlenen güvenlik katsayılarının (GK) histogram grafiği	75
Şekil 9-15 27° basamak geometrisiyle oluşturulan km:21+820 şev profilinde $k_h=0.14$ durumundaki olasılıklı duraylılık analizi	76
Şekil 9-16 27° basamak geometrisiyle oluşturulan km:21+820 şev profilinde $k_h=0.14$ durumundaki olasılıklı duraylılık analizinde belirlenen güvenlik katsayılarının (GK) histogram grafiği	76
Şekil 9-17 27° basamak geometrisiyle oluşturulan km:21+820 şev profilinde $k_h=0.09$ durumundaki olasılıklı duraylılık analizi	77
Şekil 9-18 27° basamak geometrisiyle oluşturulan km:21+820 şev profilinde $k_h=0.09$ durumundaki olasılıklı duraylılık analizinde belirlenen güvenlik katsayılarının (GK) histogram grafiği	77
Şekil 9-19 27° basamak geometrisiyle oluşturulan km:21+820 şev profilinde $k_h=0.07$ durumundaki olasılıklı duraylılık analizi	78
Şekil 9-20 27° basamak geometrisiyle oluşturulan km:21+820 şev profilinde $k_h=0.07$ durumundaki olasılıklı duraylılık analizinde belirlenen güvenlik katsayılarının (GK) histogram grafiği	78
Şekil 9-21 27° basamak geometrisiyle oluşturulan km:21+820 şev profilinde $k_h=0.11$ durumundaki olasılıklı duraylılık analizi	79
Şekil 9-22 27° basamak geometrisiyle oluşturulan km:21+820 şev profilinde $k_h=0.11$ durumundaki olasılıklı duraylılık analizinde belirlenen güvenlik katsayılarının (GK) histogram grafiği	79
Şekil 9-23 27° basamak geometrisiyle oluşturulan km:21+820 şev profilinde $k_h=0.08$ durumundaki olasılıklı duraylılık analizi	80
Şekil 9-24 27° basamak geometrisiyle oluşturulan km:21+820 şev profilinde $k_h=0.08$ durumundaki olasılıklı duraylılık analizinde belirlenen güvenlik katsayılarının (GK) histogram grafiği	80
Şekil 9-25 27° basamak geometrisiyle oluşturulan km:21+820 şev profilinde $k_h=0.05$ durumundaki olasılıklı duraylılık analizi	81

Şekil 9-26 27° basamak geometrisiyle oluşturulan km:21+820 şev profilinde kh=0.05 durumundaki olasılıklı duraylılık analizinde belirlenen güvenlik katsayılarının (GK) histogram grafiği	81
Şekil 9-27 27° basamak geometrisiyle oluşturulan km:21+820 şev profilinde kh=0.04 durumundaki olasılıklı duraylılık analizi	82
Şekil 9-28 27° basamak geometrisiyle oluşturulan km:21+820 şev profilinde kh=0.04 durumundaki olasılıklı duraylılık analizinde belirlenen güvenlik katsayılarının (GK) histogram grafiği	82
Şekil 9-29 27° basamak geometrisiyle oluşturulan km:21+820 şev profilinde zaman periyodunun dikkate alınmadığı ve ayrıca tehlike değerlendirmesine yönelik olarak zaman periyodu dahilinde şevin duraysızlık olasılıklarının “Sapanca-Göynük-Yalova” fay kolunun üretebileceği depremlerin moment büyüklüğüne bağlı ilişkileri.....	84
Şekil 9-30 27° basamak geometrisiyle oluşturulan km:21+820 şev profilinde zaman periyodunun dikkate alınmadığı ve ayrıca tehlike değerlendirmesine yönelik olarak zaman periyodu dahilinde şevin duraysızlık olasılıklarının “Geyve-İznik-Gemlik” fay kolunun üretebileceği depremlerin moment büyüklüğüne bağlı ilişkileri	85
Şekil 9-31 Kabaklı heyelan sahasında km:21+820’de oluşturulması önerilen şevlerin kesitleri.....	86
Şekil 9-32 Uygulaması hayata geçirilen şevlere ilişkin bir sonraki şekilde sunulan fotoğrafların görüntüleme yönleri.....	87
Şekil 9-33 Otoyol projesi kapsamında Kabaklı heyelan sahasında oluşturulan şevlerin panoramik görünümü	87
Şekil 9-34 Kabaklı heyelan sahasında oluşturulan şevlerdeki kafa hendekleri	88

ÇİZELGELER

Sayfa

Çizelge 3.1 Yalova iline ait uzun yıllar ortalama meteorolojik verileri [2].....	6
Çizelge 4.1 Farklı araştırmacılara göre çalışma alanında bulunan birimler	10
Çizelge 5.1 Çalışma alanı merkezli 100 km yarıçaplı alandaki 112 yıllık aletsel dönem deprem kayıtları için $\text{Log}(N)=a-b(M)$ ilişkisine yönelik veri değerleri.....	21
Çizelge 5.2 1 yıl, 5 yıl, 10 yıl, 25 yıl, 75 yıl ve 100 yıllık zaman aralıkları için farklı moment büyüklüğündeki depremlerin gerçekleşme olasılıkları	23
Çizelge 5.3 Çalışma alanı açısından büyük deprem üretme potansiyeli bulunan fay kollarına ilişkin bilgiler [15].....	25
Çizelge 6.1 Çalışma alanındaki jeoteknik sondaj kuyularına ilişkin özet bilgiler ..	29
Çizelge 6.2 SPT düzeltme faktörleri (Skempton, 1986: Bowles, [20]'tan düzenlenmiştir)	36
Çizelge 6.3 Düzeltilmiş SPT-N değerleri.....	37
Çizelge 6.4 İnko-SK-1 kuyusuna ait özet okuma değerleri	44
Çizelge 6.5 İnko-SK-2 kuyusuna ait özet okuma değerleri	44
Çizelge 6.6 İnko-SK-3 kuyusuna ait özet okuma değerleri	45
Çizelge 6.7 İnko-SK-4 kuyusuna ait özet okuma değerleri	45
Çizelge 6.8 İnko-SK-5 kuyusuna ait özet okuma değerleri	47
Çizelge 6.9 İnko-SK-6 kuyusuna ait özet okuma değerleri	47
Çizelge 6.10 İnko-SK-7 kuyusuna ait özet okuma değerleri	48
Çizelge 7.1 Otoyol projesi ve tez çalışması kapsamında yapılan toplam deney sayıları.....	52
Çizelge 7.2 Birim hacim ağırlık deney sonuçları	54
Çizelge 7.3 Üç eksenli sıkışma dayanımı deney sonuçları ve veri çiftleri	55
Çizelge 7.4 Doğrudan makaslama deney sonuçları.....	57
Çizelge 7.5 Heyelan kütesinden alınan örneklere ait makaslama dayanım parametrelerine ait ortalama, en düşük ve en yüksek değerler	58
Çizelge 8.1 B-B' kesiti geriye dönük analiz veri çiftleri	61
Çizelge 8.2 C-C' kesiti geriye dönük analiz veri çiftleri.....	62
Çizelge 8.3 D-D' kesiti geriye dönük analiz veri çiftleri.....	62
Çizelge 9.1 Basamak geometrisinin seçilmesine yönelik statik durumda yapılan olasılıklı şev duraylılığı analizleri	69

Çizelge 9.2 Çalışma alanında etkili olabilecek deprem senaryoları için a_{max} değerleri ve senaryo depremleri farklı zaman dilimlerindeki gerçekleşme olasılıkları	74
Çizelge 9.3 Sismik etki altında olasılıklı şev duraylılığı analiz sonuçları ve zaman periyodu dahilinde şevin duraysızlığının gerçekleşme olasılıkları	83



SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

γ	Birim Hacim Ağırlık
c	Kohezyon
ϕ	İçsel Sürtünme Açısı
σ_1	En Büyük Asal Gerilme
σ_3	En Küçük Asal Gerilme
r_u	Boşluk Suyu Basıncı
LL	Likit Limit
PI	Plastisite İndeksi
M _w	Depremi Moment Büyüklüğü
a _{max}	En Büyük Yatay İvme Değeri
R _e	Depremi Merkez Üssüne Olan Uzaklığı
S _A , S _B	Zemin Türü Katsayısı
k _h	Yatay İvme Değeri

Kısaltmalar

KAFZ	Kuzey Anadolu Fay Zonu
BHA	Birim Hacim Ağırlık
GK	Güvenlik Katsayısı
GK _d	En Düşük Güvenlik Katsayısı
GK _o	Ortalama Güvenlik Katsayısı
DO	Duraysızlık Olasılığı
DO _z	Zaman Periyodu Dahilinde Duraysızlık Olasılığı

1 GİRİŞ

1.1 Amaç ve Kapsam

Yüksek lisans tez önerisinin verildiği dönemde Gebze - Orhangazi arasında yapılması planlama aşamasında olan “Gebze – Orhangazi Otoyolu Uygulama Projesi” kapsamında Kabaklı heyelan sahasından geçen proje güzergahının KM: 21+000 ile KM: 22+700 arasındaki kısmında yol yarması şevlerinin uzun dönem duraylılığının değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla tez çalışması kapsamında projenin bu bölümündeki jeolojik birimler ve Kabaklı heyelanı mühendislik jeolojisi açısından değerlendirilmiş ve imalatı yapılması ön görülen bu şevlerin uzun dönem duraylılıkları bölgenin depremselliği de dikkate alınarak girdi parametrelerinin olasılıksal değişkenlikleriyle birlikte şev duraylılığı analizleriyle yorumlanmıştır.

Tez çalışması sürecinde tamamlanan Gebze – Orhangazi Otoyolu İzmit’in Gebze ilçesinden başlayarak Bursa’nın Orhangazi ilçesinde son bulmaktadır. Gebze – Orhangazi otoyolu toplam 43.295 km uzunluğunda 2x3 şerit olacak şekilde, körfez geçişini sağlayan 1 adet köprü, 5 adet viyadük ile 1 adet tünelden oluşmaktadır.

Tez çalışmasının amacı ve kapsamına uygun olarak şev imalatlarının içerisinde yapılacağı Kabaklı heyelan sahası ve yakın çevresine ait yüzey jeolojisi incelenmiş, açılan araştırma çukuru ve jeoteknik sondaj çalışmalarıyla birlikte değerlendirilerek, bölgenin 1/2000 ölçekli dokümantasyon haritası (Ek-2) yapılmıştır. Ayrıca farklı kesitler üzerinde düşey zemin profilleri (Ek-3) çıkarılmış ve jeoteknik açıdan farklılıklar sunan zemin seviyeleri belirlendikten sonra her seviyeye ait dayanım parametreleri farklı yaklaşımlar ve geriye dönük şev duraylılığı analizleriyle belirlenerek karşılaştırmaları yapılmıştır. Son aşamada tasarıma yönelik dayanım parametrelerinin olasılıksal değişkenliği ve bölgenin sismik aktivitesi değerlendirilmiş ve uygulamaya dönük imalat şev kesitlerinin olasılık esaslı uzun dönem şev duraylılığı analizleri yapılmıştır. Ayrıca, uzun dönem duraylılığı arttırmaya yönelik olarak drenaj önerileri de yapılmıştır.

2 GEBZE-ORHANGAZİ-İZMİR OTOYOL PROJESİNİN TANITIMI

Tez çalışması kapsamında uzun dönem duraylılıkları değerlendirilen şevlerin de yer aldığı Gebze-Orhangazi-İzmir (İzmit Körfez Geçişi ve Bağlantı Yolları Dahil) Otoyolu Yap-İşlet-Devret projesi 377 km. otoyol ve 44 km. bağlantı yolu olarak toplam 421 km. uzunluğundadır (Şekil 2.1).



Şekil 2-1 Gebze-Orhangazi-İzmir (İzmit Körfez Geçişi ve Bağlantı Yolları Dahil) Otoyolu proje güzergahı

Proje kapsamında inşa edilen Osmangazi Asma Köprüsü Türkiye'nin en büyük şehri İstanbul ve en büyük üçüncü şehri İzmir'i birbirine bağlayacak olan otoyol projesinin bir parçası olarak inşa edilmiştir. Osmangazi Köprüsü Marmara Denizi'nin doğusunda bulunan İzmit Körfezi'ni toplam 2682m ile geçerek yaklaşık bir buçuk saatlik araç sürüşüyle geçilecek ulaşımın sadece 6 dakikada tamamlanabilmesini sağlayabilmektedir. Asma köprü 1550 metrelik ana açıklığıyla dünyanın en uzun 4. Asma Köprüsüdür.

Ocak 2018 itibari ile otoyol projesi kapsamında yapılacak olan 36 viyadükten 17'si tamamlanmış olup 98 kilometre otoyol ve 16 kilometre bağlantı yolu hizmete açılmıştır.

Hizmete açılmış olan kesimler;

- Altınova-Gemlik arası :40 km
- Gebze-Altınova (Osmangazi Köprüsü dahil) :12.6 km

- Kemalpaşa Ayr. – İzmir :20 km
- Gemlik – Bursa arası :25 km

olup, projenin diğer bölümlerindeki çalışmalar devam etmektedir. Yüksek lisans tez konusu kapsamında uzun dönem duraylılıkları değerlendirilen şevlerinde yer aldığı Kabaklı heyelan sahası da otoyol projesinin Altınova – Gemlik arasındaki bölümünde kalmaktadır.



3 ÇALIŞMA ALANININ TANITIMI

3.1 Coğrafi Konum

“Gebze – Orhangazi Otoyolu Uygulama Projesi” kapsamında Kabaklı heyelan sahasından geçen proje güzergahının KM: 21+000 ile KM: 22+700 arasındaki kısmının yakın çevresinin tanıtımı bu bölümde yapılmıştır.

Yalova il sınırları içerisinde kalan çalışma alanı il merkezinin yaklaşık 11 km doğu – güneydoğusunda, 1/25000 ölçekli Bursa G22c2 paftası içerisinde yer almaktadır (Şekil 3.1). Çalışma alanının yakınında Kabaklı Köyü, Denizçalı Köyü ve aynı zamanda buradaki formasyona ismini de veren Kılıç köyleri bulunmaktadır (Şekil 3.2).

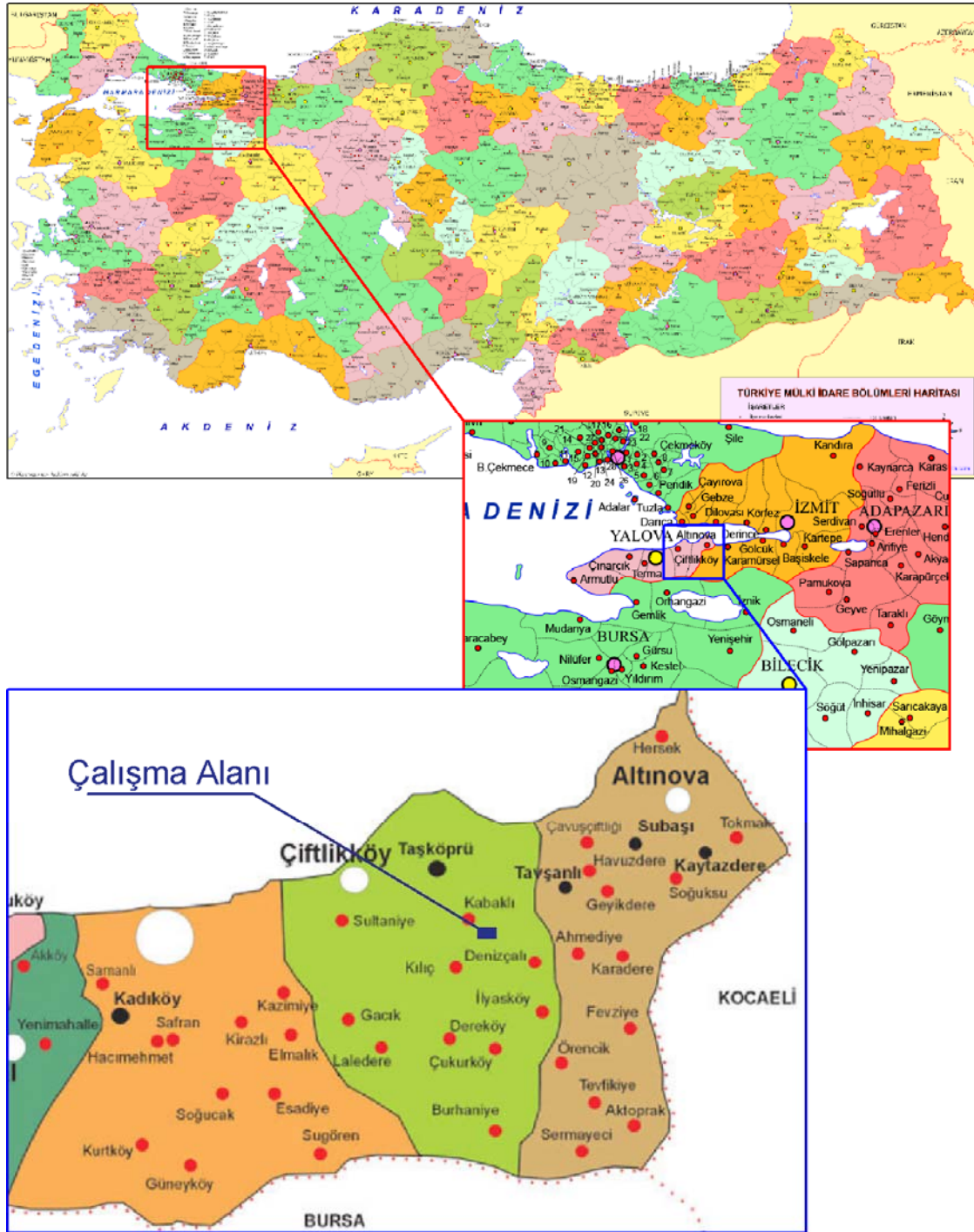


Şekil 3-1 Çalışma alanı ve yakın çevresine ait Google Earth uydu görüntüsü

Çalışma alanının kuzeyinde Marmara Denizi, doğusunda İzmit ili, güneyinde ise Bursa ili ve Gemlik Körfezi yer almaktadır. Yalova ilinin denizden ortalama yüksekliği 2 metre olup en yüksek noktası 926 metre, yüzölçümü ise 847 km² iken çalışma alanı yaklaşık 150 m rakımda bulunmaktadır.

Bölgenin güneyi; Samanlı Dağları ile sınırlanmaktadır. Yalova ilinin başlıca dağları ilin güneyinde bulunan Samanlı Dağları'dır. Çok sayıda tepenin bulunduğu dağlık arazide, en yüksek nokta 926 m kotuyla Beşpınar Tepesi'dir. Armutlu yerleşim

alanı ise Taz Dağı'nın (867 m.) batı eteklerinde kurulmuştur.



Şekil 3-2 Çalışma alanı ve yakın çevresinin yer bulduru haritası

3.2 İklim ve Bitki Örtüsü

Çalışma alanı ve yakın çevresinin bitki örtüsünü orman ve makiler oluşturur. Güneyde kalan yamaçlar tamamen gür bir orman ile kaplıdır. İğne yapraklı ağaçların az olduğu kesimde geniş yapraklı ağaçlar egemendir. Ormanlık alanlar

ilin %58'ini kaplamaktadır. Meşe ağaçları daha çok Armutlu yarımadasının orta kısımlarını kaplamaktadır. Orman örtüsüne ait unsurların büyük bir bölümü Karadeniz Kıyı silsilesi florasına aittir. Buna ayrıca bir arada bulunan bazı karakteristik türler de eklenebilir. Ormanlık alanlar genel olarak gürgen, meşe, kayın, kestane, ıhlamur ve kızılçık ağaçlarından oluşmaktadır. Yalova'daki ormanlar bölgenin kereste ihtiyacını da karşılamaktadır [1].

Akdeniz ve Karadeniz iklimi arasında geçişkenlik gösteren Yalova iklimi, dönemsel olarak karasal iklim özellikleri de gösterir. Yazların sıcak ve kurak geçtiği ilde kışlar oldukça yağışlı ancak ılıktır. Elde edilen rasat verilerine göre (85 yıl), Yalova ili 14,6°C civarında ortalama yıllık sıcaklık değerine sahiptir. En soğuk ayda sıcaklık ortalaması 3,2°C iken en sıcak ayda 28,4°C'dir. 1931-2016 yılları arası ortalama değerler (Çizelge 3.1), en soğuk ayın Ocak ve Şubat, en sıcak ayın Temmuz ayı olarak tespit edildiğini göstermiştir [1].

Çizelge 3.1 Yalova iline ait uzun yıllar ortalama meteorolojik verileri [2]

YALOVA	Uzun Yıllara ait ortalama değerler (1931-2016)					
	Ortalama Sıcaklık (°C)	Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	Ortalama Yağış Miktarı (mm)	En Yüksek Sıcaklık (°C)	En Düşük Sıcaklık (°C)
Ocak	6,5	9,9	3,2	92,6	25,0	-9,6
Şubat	6,8	10,6	3,4	73,0	27,2	-11,0
Mart	8,3	12,5	4,5	74,4	32,0	-7,4
Nisan	12,4	16,9	8,0	53,6	36,5	-1,6
Mayıs	17,0	21,4	12,0	35,2	37,0	1,2
Haziran	21,4	25,9	15,7	38,2	42,1	7,1
Temmuz	23,7	28,3	17,9	23,2	45,4	10,0
Ağustos	23,6	28,4	18,2	28,9	41,5	9,9
Eylül	20,0	24,9	15,0	54,0	37,5	6,0
Ekim	15,7	20,6	11,9	83,5	36,6	1,3
Kasım	11,8	16,2	8,2	80,1	29,7	-3,2
Aralık	8,7	12,0	5,2	113,1	27,4	-9,2

3.3 Akarsu ve Göller

Yalova'daki akarsuların büyük bir kısmı, kaynağını Samanlı Dağları'ndan alır. Yalova'daki önemli akarsular; Balaban Deresi, Safran Deresi, Yalova Deresi

(Kocadere), Sultaniye Deresi ve Samanlı Deresi'dir. Bu dereler Samanlı Dağı'ndan doğup Marmara Denizi'ne dökülmektedir [3].

Yalova'nın tek doğal gölü Dipsiz Göl'dür. Delmece Yaylası'nda bulunan bu göl bir krater gölüdür. Bunun dışında şehre en yakın göl Termal ilçesindeki Gökçe Baraj Gölü'dür [3].

Yukarıda bahsi geçen göl veya akarsuların çalışma alanına bir etkisi yoktur.

3.4 Ulaşım

Çalışma alanına ulaşım mevcut E-5 yolundan yaklaşık 10 dakika uzaklıktadır. Kocaeli – Yalova arasında Taşköprü ayrımından Taşköprü'ye girilmekte ve Kabaklı Köyü'ne doğru devam edilmektedir. Kabaklı Köyü'nden sonra Denizçalı Köyü'ne doğru devam edilirken yaklaşık 1 km sonra “Kabaklı Heyelan Sahası”na ulaşılmaktadır. Mevcut E-5 karayolundan Taşköprü ayrımı ise Topçular Vapur İskelesi'nden Yalova istikametine doğru yaklaşık 5 km uzaklıktadır.

3.5 Ekonomi

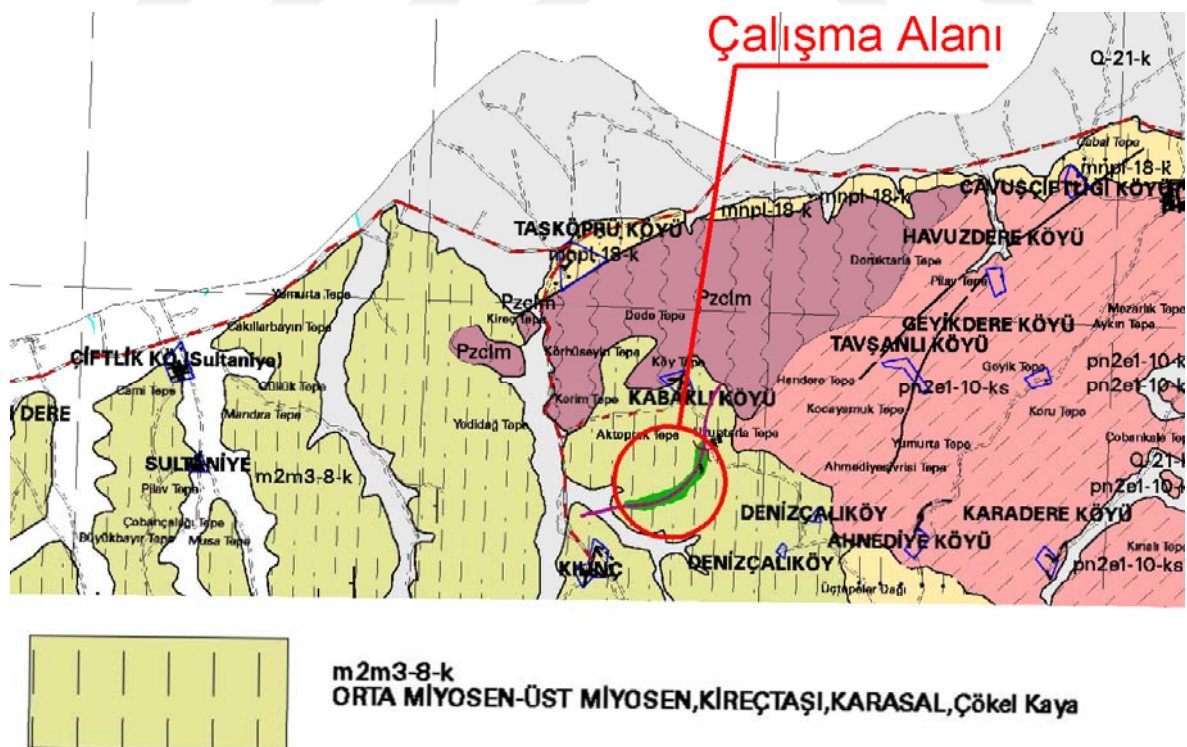
Kırsal alandan oluşan çalışma alanında tarım önemli geçim kaynağıdır. Özellikle meyve üretiminin bol olduğu bölgenin Kocaeli, Yalova, Bursa gibi önemli kent merkezlerine yakın olması sebebiyle önemli sanayi kuruluşları buradaki genç nüfus için önemli istihdam kaynağıdır.

Gebze – Orhangazi Otoyolu Türkiye'nin en büyük sanayi bölgelerine ulaşımı kolaylaştırması açısından bölge halkı için oldukça önemlidir.

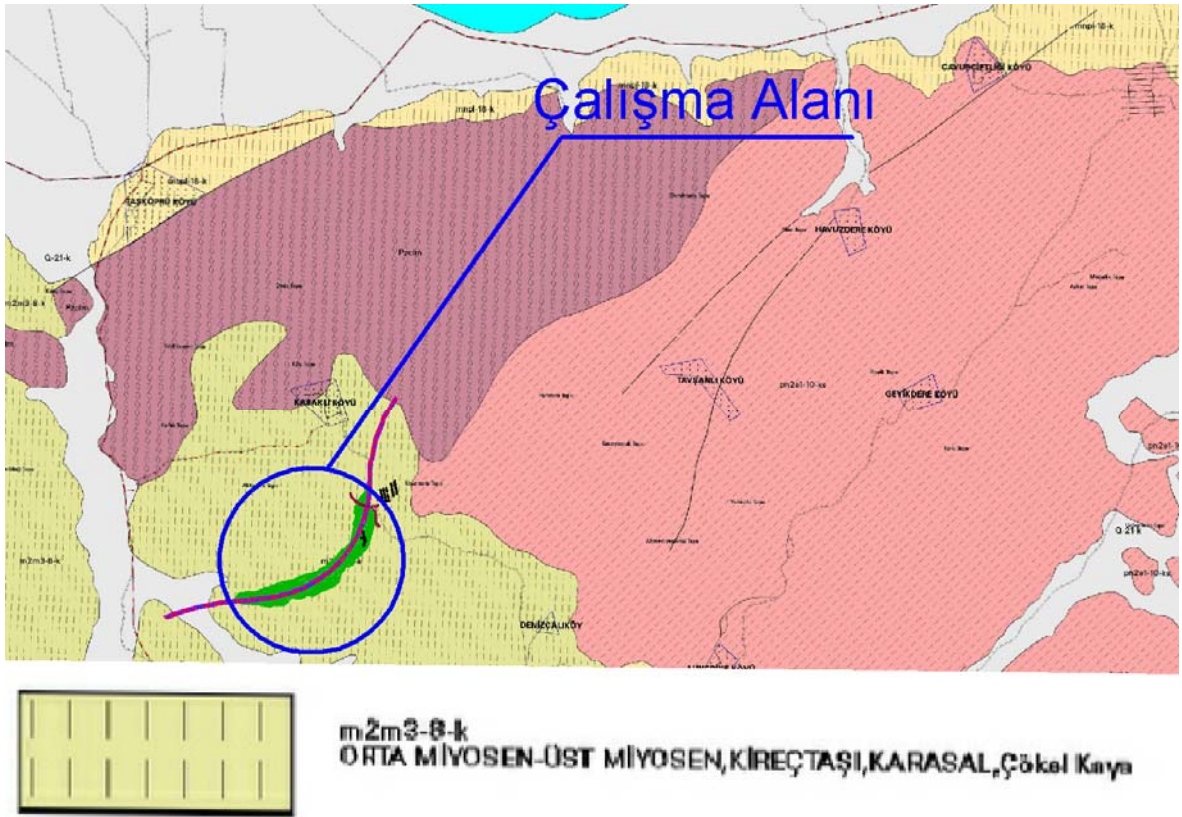
4 ÇALIŞMA ALANI VE YAKIN ÇEVRESİNİN JEOLJİSİ

Yaklaşık 2.18 km²'lik bir alana sahip olan çalışma alanı tek bir formasyondan oluşmakta olup bahsi geçen yarmalar bu formasyon içerisinde açılacaktır. Yüzeyin genellikle örtülü olduğu bu alanda genel jeolojinin anlaşılması adına farklı çalışmalar araştırılmıştır. Yapılan literatür taramalarında çalışma alanını içine alacak şekilde MTA'nın yaptığı 1/100000 (Şekil 4.1) ve 1/25000 (Şekil 4.2) ölçekli haritalar [4], [5] ile Simav ve Sakınc [6] tarafından yapılan genel jeoloji haritalarına (Şekil 4.3) ulaşılmıştır.

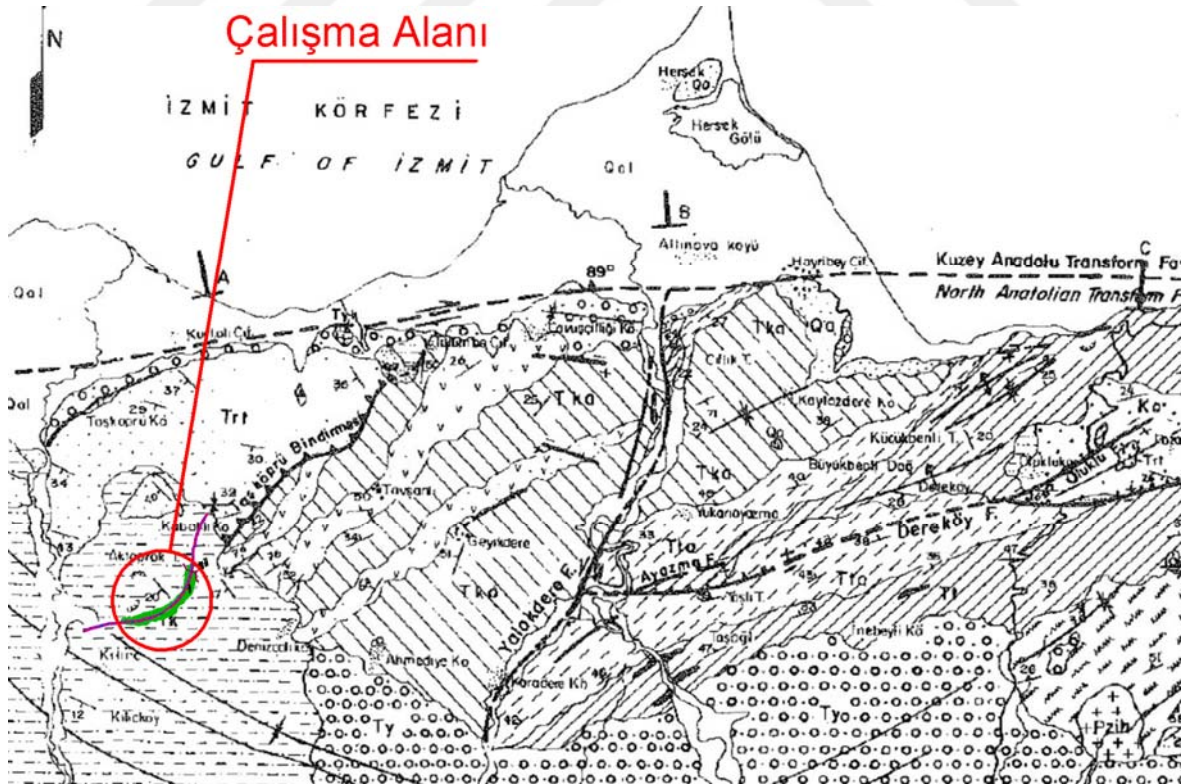
Çalışma alanını içerisine alan bu geniş kesimde kaya birimi olarak, Merdigöz ve Dereköy Metamorfitleri (Permien öncesi), Taşköprü kumtaşı (Alt Triyas), Oluklu Formasyonu (Kampaniyen – Maestrihtiyen), Kokarca Formasyonu (Maestrihtiyen), Yağhane Kireçtaşı (Daniyen-Tanesiyen), Karamürsel Grubu'na ait Taşağıl, Taşlıtepe ve Kaytazdere Formasyonları (Alt – Orta Eosen), Kılınç Formasyonu (Sarmasiyen), Yalakdere Formasyonu (Pliyosen), Altınova Formasyonu (Geç Pleyistosen), Eski ve Yeni Alüvyon ile Yamaç Döküntüsü (Holosen) yer alır. Ayrıca İhsaniye Granodiyorit'i (Permien öncesi) ve Kızderbent Andeziti (Orta-Üst Eosen) bulunmaktadır [6].



Şekil 4-1 Çalışma alanının MTA [4] tarafından yapılan 1/100000 ölçekli genel jeoloji haritasındaki yeri



Şekil 4-2 Çalışma alanının MTA [5] tarafından yapılan 1/25000 ölçekli genel jeoloji haritasındaki yeri



Şekil 4-3 Çalışma alanının Simav ve Sakıncı [6] tarafından yapılan genel jeoloji haritasındaki yeri

Önceki araştırmacılar tarafından yapılan genel jeoloji haritalarında çalışma alanında bulunan birimlere ait tanımlamalar aşağıda çizelge 4.1’de özetlenmiştir.

Çizelge 4.1 Farklı araştırmacılara göre çalışma alanında bulunan birimler

Araştırmacı	Formasyon	Sembol	Litoloji	Yaşı
Simav, B., Sakıncı, M. (1989)	Kılınç	Tk	Marn Silttaşı Kumtaşı Konglomera	Üst Miyosen
MTA (1/100000 Ölçekli)	m2m3-8-k	-	Kireçtaşı	Orta Miyosen Üst Miyosen
MTA (1/25000 Ölçekli)	m2m3-8-k	-	Kireçtaşı	Orta Miyosen Üst Miyosen

Çalışma alanının tarafımdan yapılan 1/2000 ölçekli dokümantasyon haritası ise Ek-2’de verilmiş olup Simav ve Sakıncı [6] tarafından yapılan adlandırmalara uyulması uygun görülmüştür.

4.1 Stratigrafi

Çalışma alanı ve yakın çevresine ait stratigrafik kesit aşağıda verilmiştir (Şekil 4.4). Bölüm 3’te anlatıldığı üzere çalışma alanının Kılınç Formasyonu içerisinde açılacağı anlaşılmaktadır. Kılınç Formasyonu’na ve alt üst ilişkisinin bulunduğu formasyonlara ait açıklamalar aşağıda yaşlıdan gence doğru başlıklar halinde sunulmuştur.

4.1.1 Kaytazdere Formasyonu

Çalışma alanının kuzeyinde, Aşağı Ayazma, Kaytazdere ve bunların batısındaki geniş alanlarda yüzeylemiştir. Tavanında Yalakdere, Kılınç ve Altınova Formasyonları açısız uyumsuz olarak bulunur. Batıda Taşköprü Kumtaşı ile tektonik dokanaktır. Birim, tabanda kalınlığı yaklaşık 30 m olan kalın bir marn seviyesi ile başlar. Üzerinde kumtaşı, silttaşı ve marn ile silttaşının araldanmasından oluşan ve kalınlığı yaklaşık 70 m olan kumtaşı tabakaları yer alır. Bu kalın kumtaşı tabakaları üzerinde kumtaşı ve silttaşı araldanmalı marn ve kumtaşı seviyeleri ile istif son bulur. Birimin kalınlığı üyeler ile birlikte yaklaşık 3000-3500 m civarındadır [6].

Senozoyik											ÜST SİSTEM
Tersiyer											SİSTEM
Paleojen					Kuvaterner					ALT SİSTEM	
Eosen			Neojen		Pleistosen		Holosen		SERİ		
İpresiyen - Lütasiyen			Miyosen - Pliyosen		Ü. Pleistosen				KAT		
Taşlıtepe			Yalacdere		Altnova				FORMASYON		
Taşağıl			Karaçamur Geyikdere Tavşanlı Handere						ÜYE		
İnebeyli Kçt			3000-3500		500		0-75		KALINLIK		
850			Tt		Tk		Qa		SİMGE		
Tya			Tta		Tka		Ty				
									LİTOLOJİ		
									AÇIKLAMA		
									DOKANAK İLİŞKİSİ		
Paleosen									Yamaç Molozu	Uyumsuz	
Ü. Paleosen									Blok, Çakıl, Kum	Uyumsuz	
Yağhane									Blok, Çakıl, Kum	Uyumsuz	
									Kum, Silt, Fosil	Uyumsuz	
									Kireçli Kumtaşı Kumtaşı Kömür Bantları Silttaşı ve Kiltası Konglomera	Uyumsuz	
									Mam Silttaşı ve Kiltası Kumtaşı ve Konglomera	Uyumsuz	
									Kiltası Tüf Kumtaşı Çamurtaşı Tüf	Uyumsuz	
									Kiltası Çamurtaşı Tüf Kumtaşı Silttaşı	Uyumsuz	
									Tüf Kumtaşı Tüf Kumtaşı	Uyumsuz	
									Kumtaşı Kireçtaşı Kumtaşı	Uyumsuz	
									Kızderbent Andeziti Kireçtaşı	Uyumsuz	

Şekil 4-4 Çalışma alanı ve yakın çevresine ait genelleştirilmiş stratigrafik kesit (Bargu ve Sakınç [6]'tan düzenlenmiştir.)

4.1.2 Kılınç Formasyonu

Bölgenin batı kesimlerinde Kılınç, Denizçalıköy ve Dereköy dolaylarında geniş alanlarda yüzeylenir. Kuzeyde, tabanındaki Alt Triyas yaşlı Taşköprü Kumtaşı ve Alt Orta Eosen yaşlı Kaytazdere Formasyonu ile açısız uyumsuzdur. Üzerinde, Miyosen-Pliyosen yaşlı Yalakdere Formasyonu ile uyumlu ve geçişli, Geç Pleyistosen yaşındaki Altınova Formasyonu ile açısız uyumsuzdur. Güneyde ise Çukurköy civarında Kokarca Formasyonu (Maestrihtiyen) üzerinde açısız uyumsuzdur. Bargu ve Sakınç [7] tarafından adlanan birim, sarı, sarı – boz, grimsi beyaz rengiyle dikkati çeker. Bazen alt seviyelerde yer yer kızılımsı ve kahve renk gözlenmektedir. Toprak örtüsünün geniş alanlara yayılışı, ekili alanların çok oluşu nedeniyle formasyonun kaya istifi ancak yol yarmaları ve kısmen de heyelanların bulunduğu yerlerdeki düşey yüzeylerde gözlenebilir. Birim, alttan yukarıya doğru kırmızı kahve renkli konglomera, çakıllı kumtaşı, kırmızımsı kumtaşı, silttaşı, sarımsı boz siltli kumtaşı ve çakıllı kumtaşı, sarımsı beyaz silttaşı ve kumtaşı, kömür bantlı kumtaşı, mavimsi beyaz kumtaşı ve marn, killi kireçtaşı içeren beyazımsı marn gibi kayalardan oluşmuştur. Birimin kalınlığı yaklaşık 300m'dir [6].

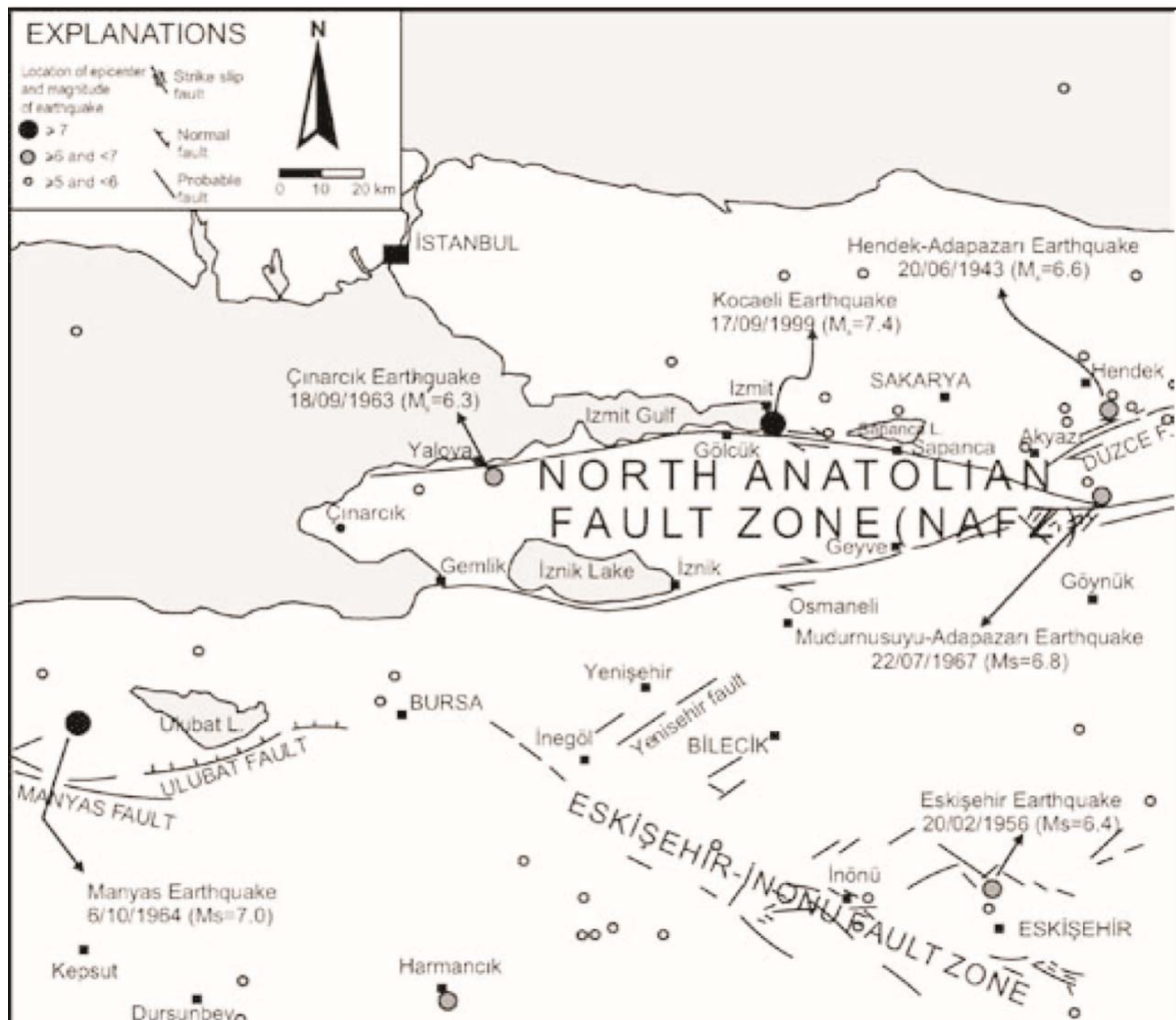
Formasyona kesin yaş verebilecek fosil bulunamamasına rağmen Akartuna [8] daha önceki çalışmalarda **Ilyocpris gibba** Ramd., **Candona comperassa** Koch. gibi ostrocodaya ait formların saptandığı belirtmiş ve bunların Trakya'daki Sarmasiyen yaşlı oluşuklar içinde yer alması nedeniyle birimin Sarmasiyen yaşında olduğunu belirtmiştir.

Ömer vd. [9], bu birimi Yalova Formasyonu olarak adlandırmışlar ve kalınlığının 400m'ye kadar ulaşabildiğini belirtmişlerdir. Aynı araştırmacılara göre birim silttaşı, kumtaşı, karbonatlı kumtaşı, marn ve kireçtaşından oluşur.

4.1.3 Yalakdere Formasyonu

Bargu ve Sakınç [7] tarafından adlanan birim, çalışma alanının orta kesimlerinde, Yalakdere, Örencik, Çavuşköy, Dereköy ve Fevziye Köyleri civarında geniş alanlarda yüzeylenmiştir. Ayrıca, İzmit Körfezi'ne bakan yamaçlarda da yer yer görülmektedir. Kuzeyde, Taşagıl, Taşlitepe ve Kaytazdere formasyonları üzerinde açısız uyumsuzdur. Üstünde Geç Pleyistosen yaşlı Altınova formasyonu uyumsuz olarak bulunur. Güneyde ise Merdigöz ve Dereköy metamorfileri, Kokarca formasyonu ve Kızderbent andeziti ile uyumsuzdur. Birim, sarımsı-boz, boz,

beyaz, grimsi beyaz renkli gevşek çimentolanmış çakıllı, kumlu, siltli seviyeler ve yer yer kilaşının ardalanması ile bunların üst seviyelerinde yer alan Karasu Kireçli Kumtaşı üyesinden oluşmuştur. Birimin kalınlığı yaklaşık 500 m dir. Yalakdere formasyonu, Kılınç formasyonundan daha fazla kum ve çakıl içeren tabakaların bulunmasıyla ayırt edilir. Topoğrafik özellikler az çok Kılınç formasyonunda olduğu gibi toprak örtüsü ve ekili yerlerin yaygın olması nedeniyle birimin tüm kaya istifi zor görülmektedir. İstif, genellikle gevşek çimentolanmış ve yer yer çapraz tabakalanmalı kırıntılı kayalardan oluşmuştur. Altta gevşek çimentolu çakıllı seviyeler ile çakıllı kum, iri kum ve orta kum boyutlu kırıntılı kayalar egemendir. Üste doğru elemanların tane boyutları küçülmekte, gevşek çimentolu ince kum, silt ile bunların arasında yer alan ve devamsız olan kireçtaşı ve kireçli kumtaşı seviyeleri yer almaktadır. Bazen, üstte çakılcıklı kum seviyeleri görüldüğü gibi, altta da yer yer ince taneli seviyeler bulunmaktadır. Bazı yerlerde de tabana yakın olan konglomeratik kireçtaşı seviyesi ile ufak çakıllı kumtaşı içinde sarımsı kumtaşı mercekleri ve kumtaşı içinde konglomera mercekleri bulunmaktadır. Bunlar gölsel havzaya taşınan malzemenin miktarına ve sürekliliğine bağlı olarak birbirleriyle düşey ve yatay yönde dereceli geçişlidirler. Bu havza, yer yer dereler ile beslenen ve bu derelerin getirdikleri temeldeki kayaların aşınmasıyla oluşmuş kırıntılı malzemenin çökeldiği bir göl ortamı özelliğindedir. Birimde fosil bulunmamasına rağmen formasyonun değişik bölgelerdeki benzer oluşuklar ile kaya özellikleri açısından benzerlik göstermesi nedeniyle Yalakdere formasyonunun, Miyosen-Pliyosen yaşında olabileceği sonucu çıkartılmıştır [6].

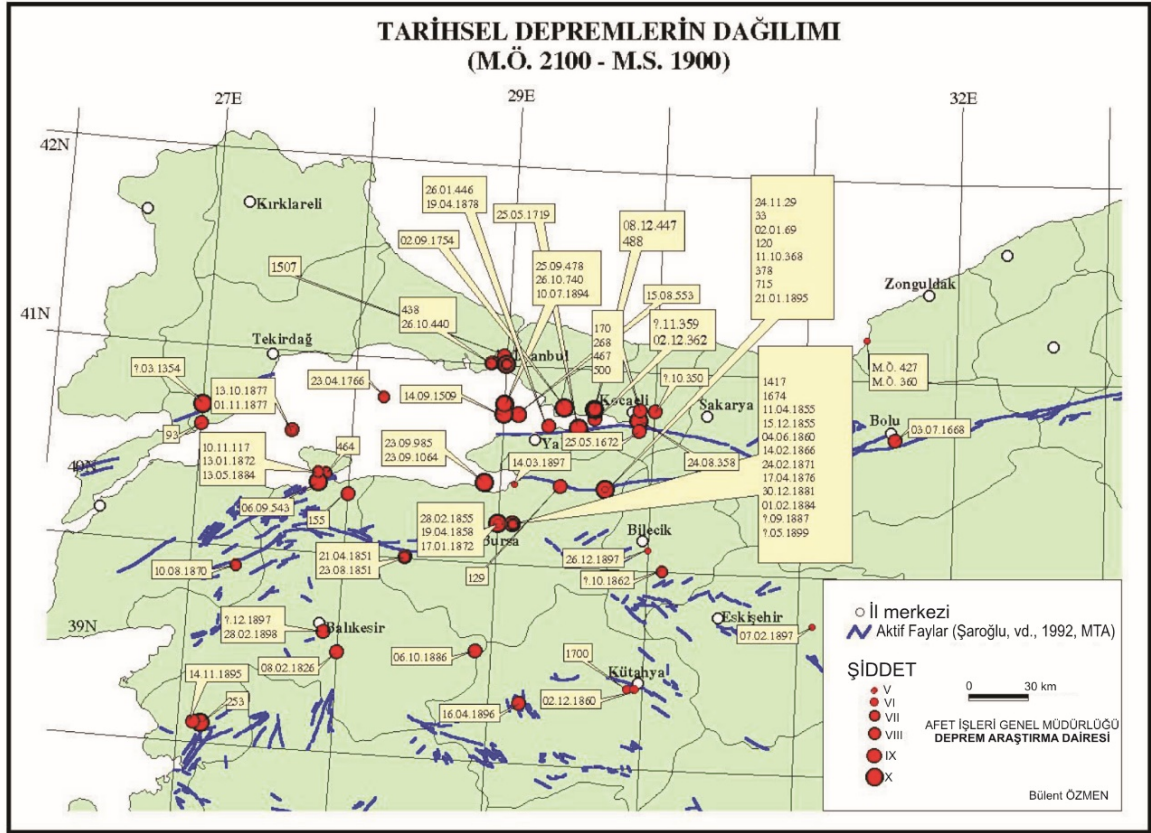


Şekil 5-3 Kuzey Anadolu Fay Zonunun batı ucundaki kuzeye ve güneye ayrılan kolları ve çalışma alanının konumu [12]

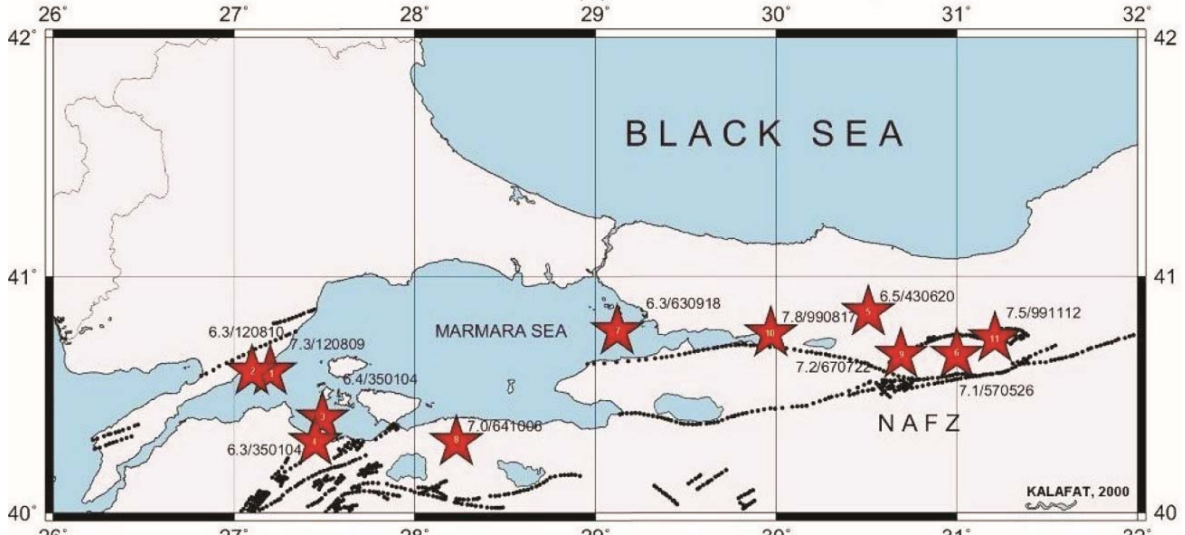
Özmen [13] ve Kalafat [14] tarafından yapılan çalışmada da sunulduğu üzere teze konu olan çalışma alanı ve yakın çevresinde tarihsel ve aletsel dönemlerde

oldukça şiddetli ve büyük depremler meydana gelmiştir (Şekil 5.4).

(a)



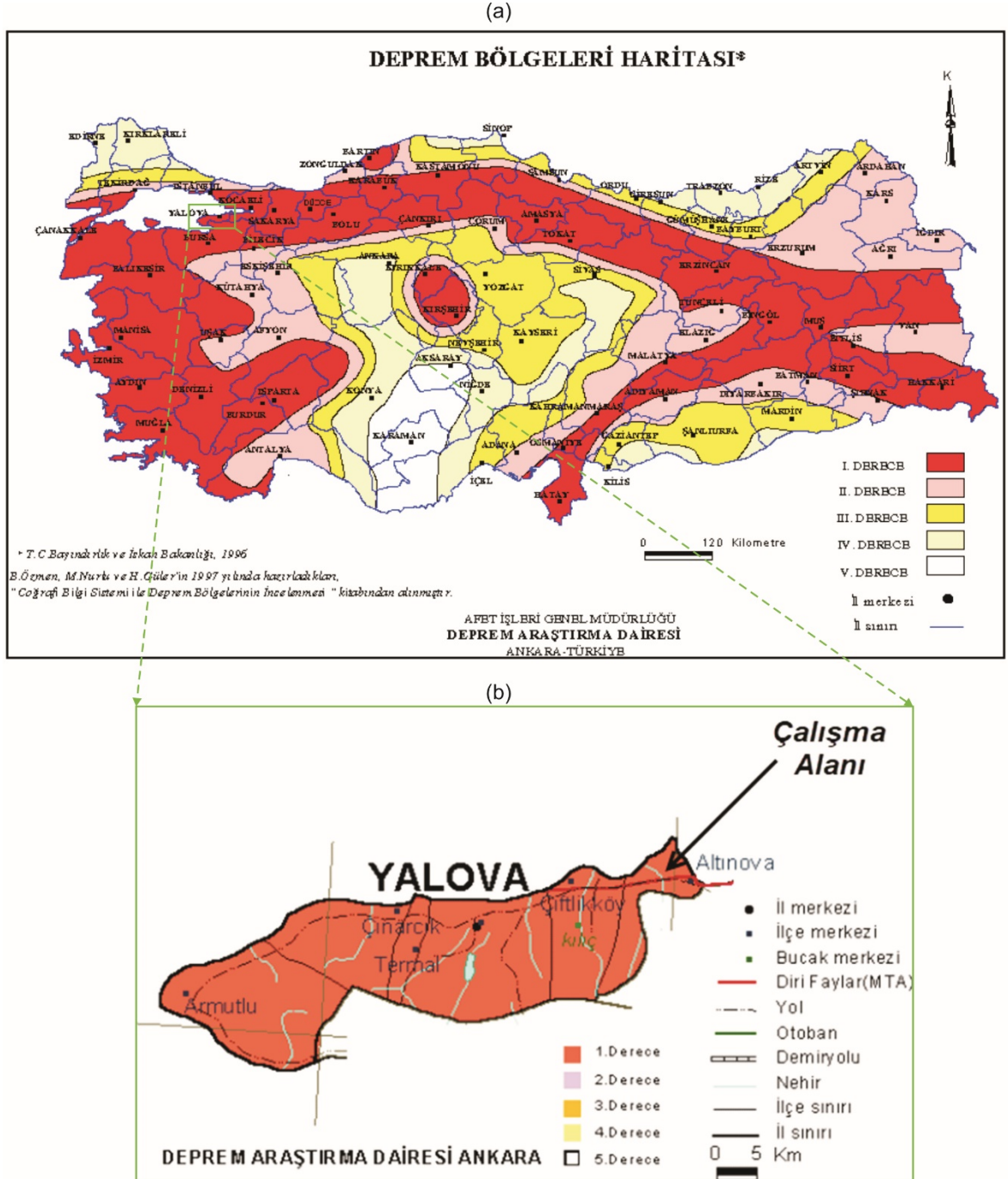
(b)



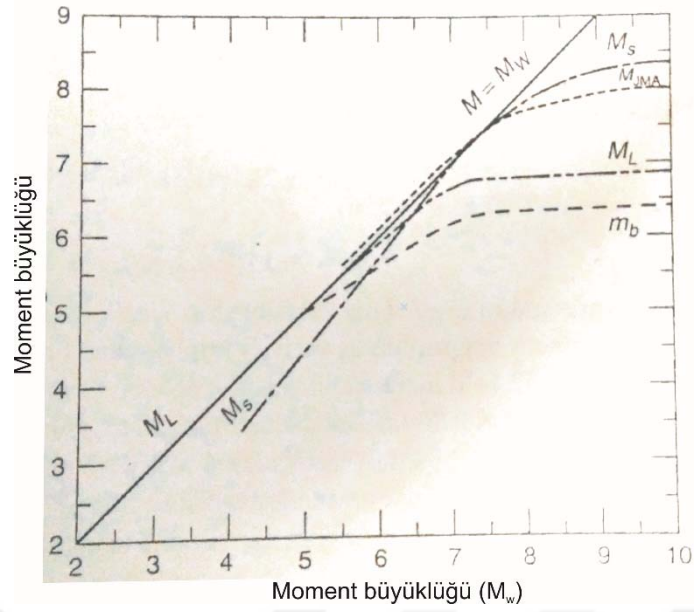
Şekil 5-4 Marmara bölgesinde meydana gelen (a) tarihsel dönem depremleri [13] (b) aletsel dönemde (1900 ile 2000 arasında) meydana gelmiş büyük ($M > 6$) depremler [14]

Çalışma alanı Türkiye Deprem Bölgeleri haritasında I. derece deprem bölgesinde yer alan Yalova ilinin doğu kenarında konumlanmaktadır (Şekil 5.5). Çalışma alanı

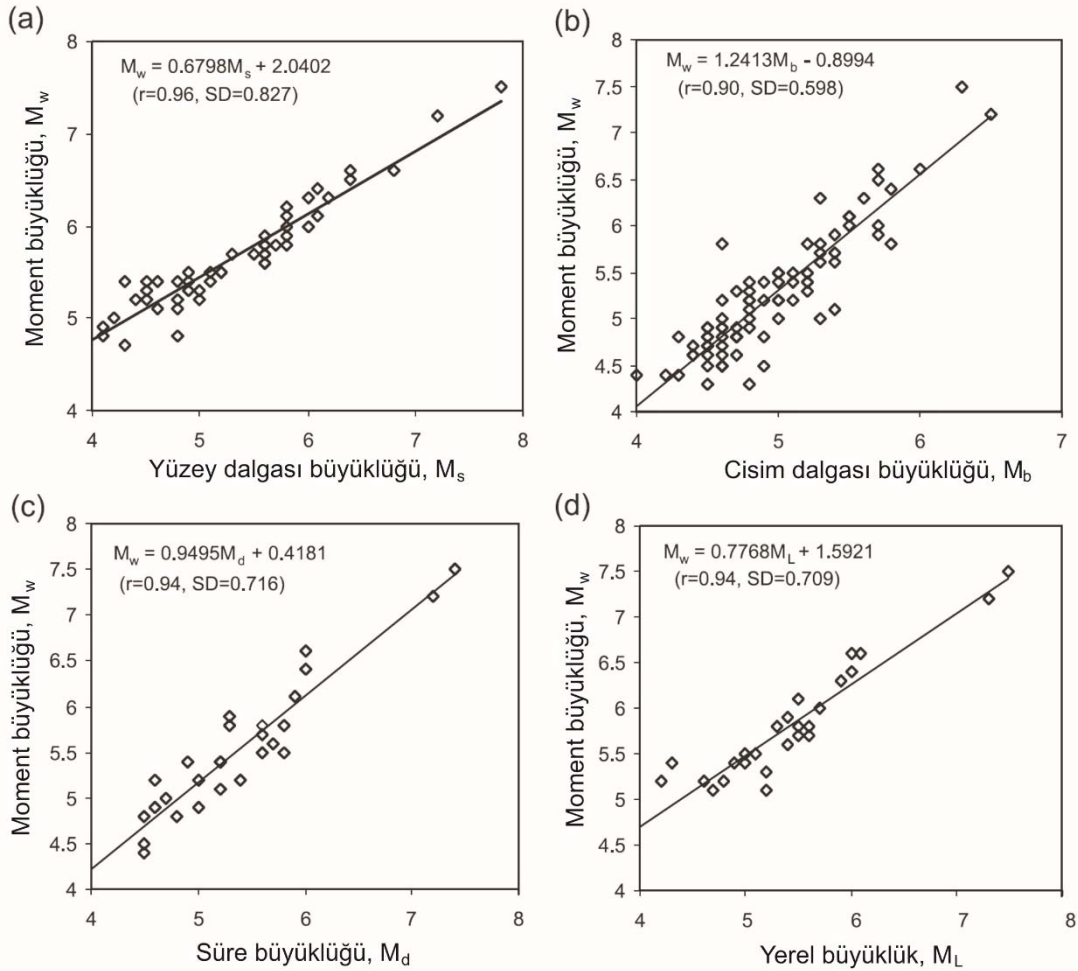
merkezli 100 km yarıçaplı alanda 15.04.1905 ile 05.10.2017 tarih aralığındaki dönemde $M > 3.5$ olan 460 deprem meydana gelmiş olup, harita üzerindeki dağılımları Şekil 5.6'da tüm listesi ise Ek-1'de verilmiştir.



Şekil 5-5 Çalışma alanının (a) Türkiye Deprem Bölgeleri ve (b) Yalova ili Deprem Bölgeleri haritalarındaki konumu.

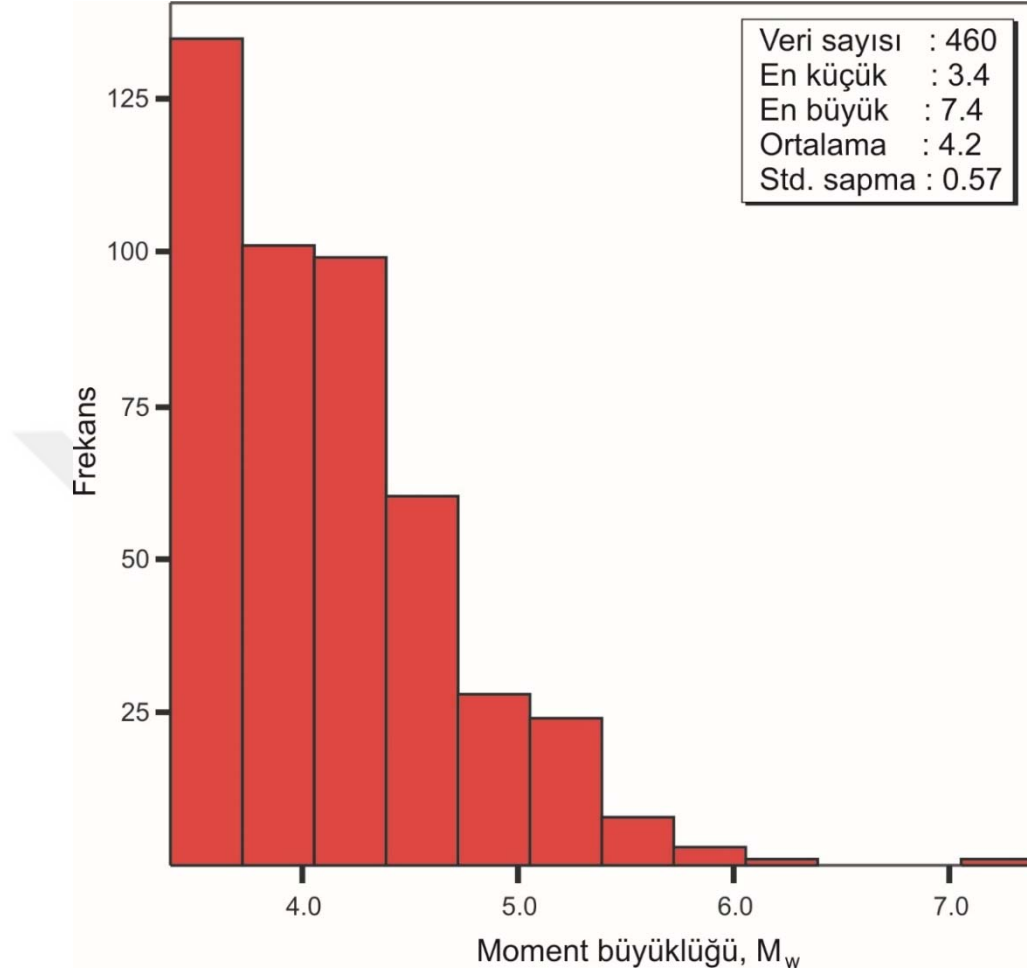


Şekil 5-7 Moment büyüklüğüne (M_w) göre diğer deprem büyüklük ölçeklerinin doygunluk grafiği [16]



Şekil 5-8 Türkiye deprem verileri kullanılarak Ulusay vd. [15] tarafından önerilen farklı deprem büyüklük ölçekleriyle moment büyüklük arasındaki ilişkiler.

Teze konu olan çalışma alanı ve 100 km yakın çevresine ait 15.04.1905 ile 05.10.2017 tarih aralığındaki dönemde meydana gelen $M>3.5$ olan 460 depremin histogram dağılım grafiği ise Şekil 5.9'da görülmektedir.



Şekil 5-9 Çalışma alanı ve 100 km yakın çevresine ait $M_w>3.5$ olan aletsel döneme ait kayıtların histogram dağılımı

5.2 Çalışma Alanı ve Yakın Çevresinin Deprem Tehlike Değerlendirmesi

Depremler ülkemiz gibi tektonik yönüyle aktif bölgelerde kaçınılmaz bir doğa olayı olup, önlenmesi mümkün olmayan bu doğa olayında bölgenin depremselliği dikkate alınarak mühendislik tasarım ve uygulamalarının yapılması hayati öneme sahiptir. Bu nedenle, bir bölgede beklenebilecek depremin büyüklüğüne bağlı tekrarlanma süresi ve yaşanma olasılığı gibi bilgileri içeren deprem tehlike değerlendirmeleri mühendislik tasarım ve uygulamalarında gereksinim duyulan önemli bileşenlerdendir. Bu nedenle, pseudo-statik şev duraylılığı analizlerinin de yapıldığı çalışma alanı ve yakın çevresinin deprem tehlike değerlendirmesi yapılmıştır.

Gutenberg ve Richter [17] belirli bir süreye ait deprem veri kümesinin istatistiksel yorumunu yapmışlardır. Araştırmacılar, belirli bir zaman aralığında meydana gelen depremlerde depremin sıklığının (N) depremin büyüklüğüne (M) bağlı olarak aşağıdaki ilişki ile ifade edilebileceğini önermişlerdir.

$$\text{Log}(N) = a - b(M) \quad (\text{Eşitlik 5.1})$$

Bu eşitlikte; N: zaman aralığındaki M büyüklüğüne eşit veya daha büyük depremlerin sayısı (veya kümülatif deprem sayısı), a ve b ise yukarıdaki eşitlik için doğrusal regresyon ile belirlenen sabitleridir.

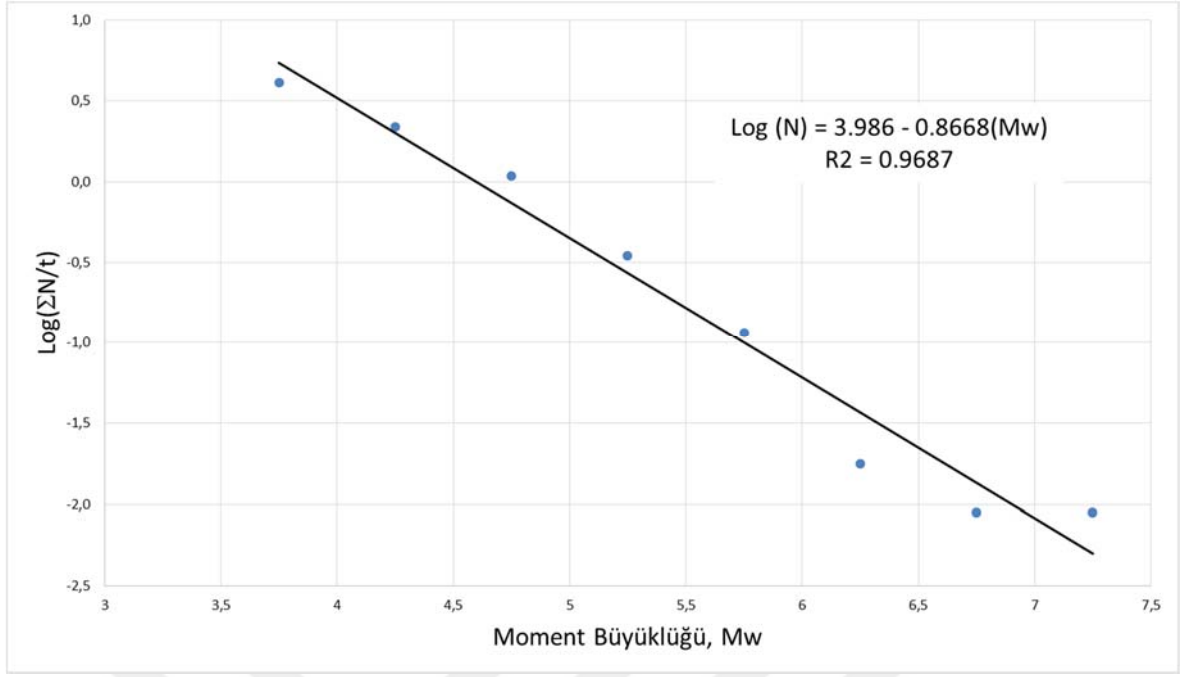
Bir bölge için geçmiş deprem kayıtlarının istatistiksel değerlendirmesiyle bölgeye özel belirlenen “a” ve “b” sabitleri kullanılarak yukarıdaki ilişkiden belirli bir deprem büyüklüğü için tekrarlanma periyodlarının veya bir zaman aralığındaki oluşma sayısının öngörülmesi mümkün olabilmektedir.

Tez çalışmasına konu şev kesitlerinin bulunduğu (Enlem: 40.64 ve Boylam:29.41) noktayı merkez kabul eden 100 km yarıçaplı dairesel alandaki listesi Ek-1’de verilen 1905 ile 2017 yılları arasındaki 112 yıllık zaman dilimindeki 460 adet depremlerin moment büyüklükleri (M_w), 3.5 ile 7.5 arasında 8 sınıfa ayrılarak ortalama deprem büyüklüklerine (sınıf aralığının orta değeri) karşılık deprem sayıları (N) ve kümülatif deprem sayıları belirlenmiştir (Çizelge 5.1).

Çizelge 5.1 Çalışma alanı merkezli 100 km yarıçaplı alandaki 112 yıllık aletsel dönem deprem kayıtları için $\text{Log}(N)=a-b(M)$ ilişkisine yönelik veri değerleri

Büyük­lük aralıkları	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
Deprem sayısı (N)	215	124	82	26	11	1	0	1
Ortalama Büyük­lük (M_{ort})	3.75	4.25	4.75	5.25	5.75	6.25	6.75	7.25
Kümülatif deprem sayısı (ΣN)	460	245	121	39	13	2	1	1
ΣN/t	4.1071	2.1875	1.0804	0.3482	0.1161	0.0179	0.0089	0.0089
Log (ΣN/t)	0.6135	0.3399	0.0336	-0.4582	-0.9353	-1.7482	-2.0492	-2.0492

Çizelge 5.1’de sunulan ortalama deprem büyüklüğü değerlerine karşılık kümülatif deprem sayıları arasında Eş-5.1’deki “a” ve “b” sabitlerini belirlemek amacıyla doğrusal regresyon yapılmıştır (Şekil 5.10). Çalışma alanı merkezli 100 km yarıçaplı alan için deprem tehlike eşitliğinde $a=3,986$ ve $b=-0.8668$ olarak belirlenmiştir.



Şekil 5-10 Çalışma alanı merkezli 100 km yarıçaplı alan için 1905 ile 2017 yılları arasındaki zaman dilimindeki deprem moment büyüklüğü-log($\Sigma N/t$) ilişkisi

Poisson olasılık dağılımının sürekli zaman modellemesi için doğada rastgele meydana gelen olayların yorumlamasına yönelik çalışma Crovelli [18] tarafından yapılmıştır. Belirli bir zaman aralığı (t) için belirli bir sayıda (n) olayın olma olasılığı aşağıdaki eşitlikle tanımlanır.

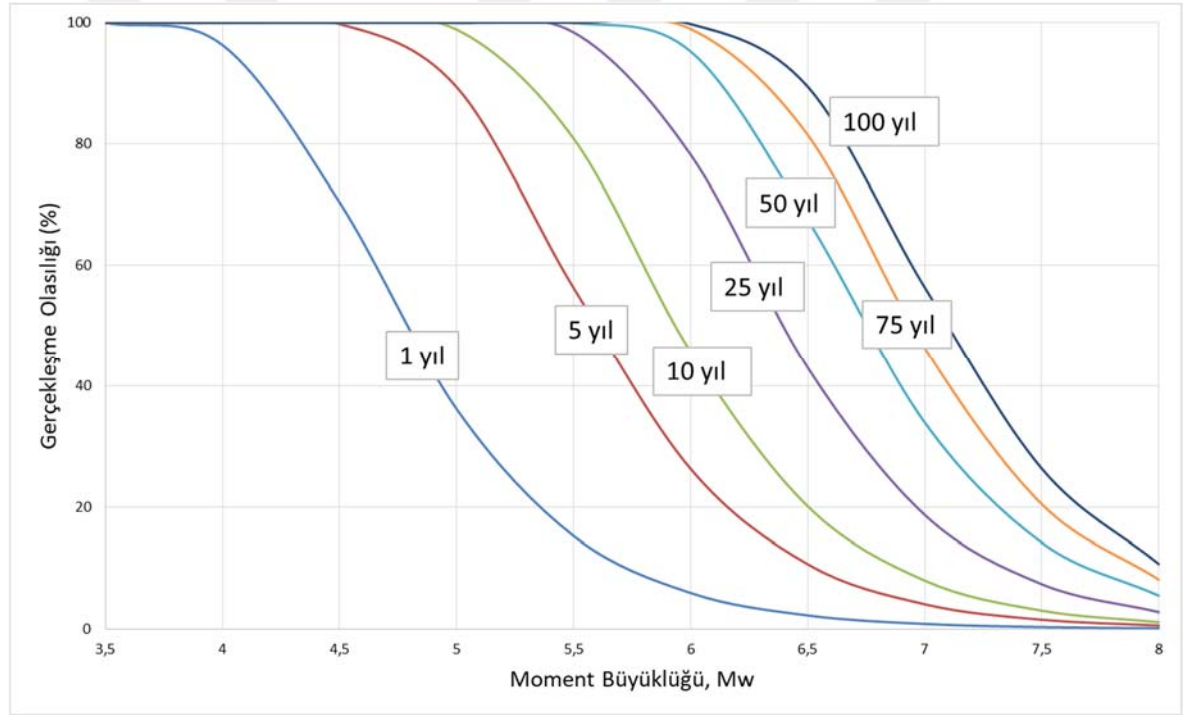
$$P[N(t) = n] = e^{-\lambda t} \frac{(\lambda t)^n}{n!} \quad (\text{Eşitlik 5.2})$$

Yukarıdaki eşitlikte, λ olaya ilişkin gerçekleşme sayısı ve t ise olayın gerçekleşebileceği zaman aralığıdır.

Teze konu olan şevlerin imalatlarının yapılacağı çalışma alanının merkez olarak alındığı 100 km yarıçaplı alandaki depremlere ilişkin “a” ve “b” katsayılarının dikkate alındığı deprem tehlike ilişkisi ve Poisson olasılık dağılım modeli birlikte kullanılarak 1 yıl, 5 yıl, 10 yıl, 25 yıl, 75 yıl ve 100 yıllık zaman aralıkları için farklı moment büyüklüğündeki depremlerin gerçekleşme olasılıkları Çizelge 5.2’de verilmiştir. Depremin moment büyüklüğüne göre gerçekleşme olasılığı ise Şekil 5.11’de görülmektedir.

Çizelge 5.2 1 yıl, 5 yıl, 10 yıl, 25 yıl, 75 yıl ve 100 yıllık zaman aralıkları için farklı moment büyüklüğündeki depremlerin gerçekleşme olasılıkları

Mw	1 yıldaki olası olma sayısı (N)	Olma Olasılığı (% tehlike)						
		1	5	10	25	50	75	100
3.5	8,96	99,99	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
4	3,30	96,32	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
4.5	1,22	70,40	99,77	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
5	0,45	36,16	89,39	98,88	100,00	100,00	100,00	100,00
5.5	0,17	15,25	56,27	80,88	98,40	99,97	100,00	100,00
6	0,06	5,92	26,28	45,66	78,23	95,26	98,97	99,78
6.5	0,02	2,22	10,63	20,13	42,99	67,50	81,47	89,44
7	0,01	0,83	4,06	7,95	18,71	33,92	46,29	56,34
7.5	0,00	0,31	1,52	3,01	7,35	14,17	20,48	26,32
8	0,00	0,11	0,56	1,12	2,78	5,48	8,10	10,65



Şekil 5-11 Çalışma alanı merkezli 100 km yarıçaplı alanda farklı moment büyüklüğündeki depremlerin farklı zaman aralıklarında gerçekleşme olasılığı grafiği

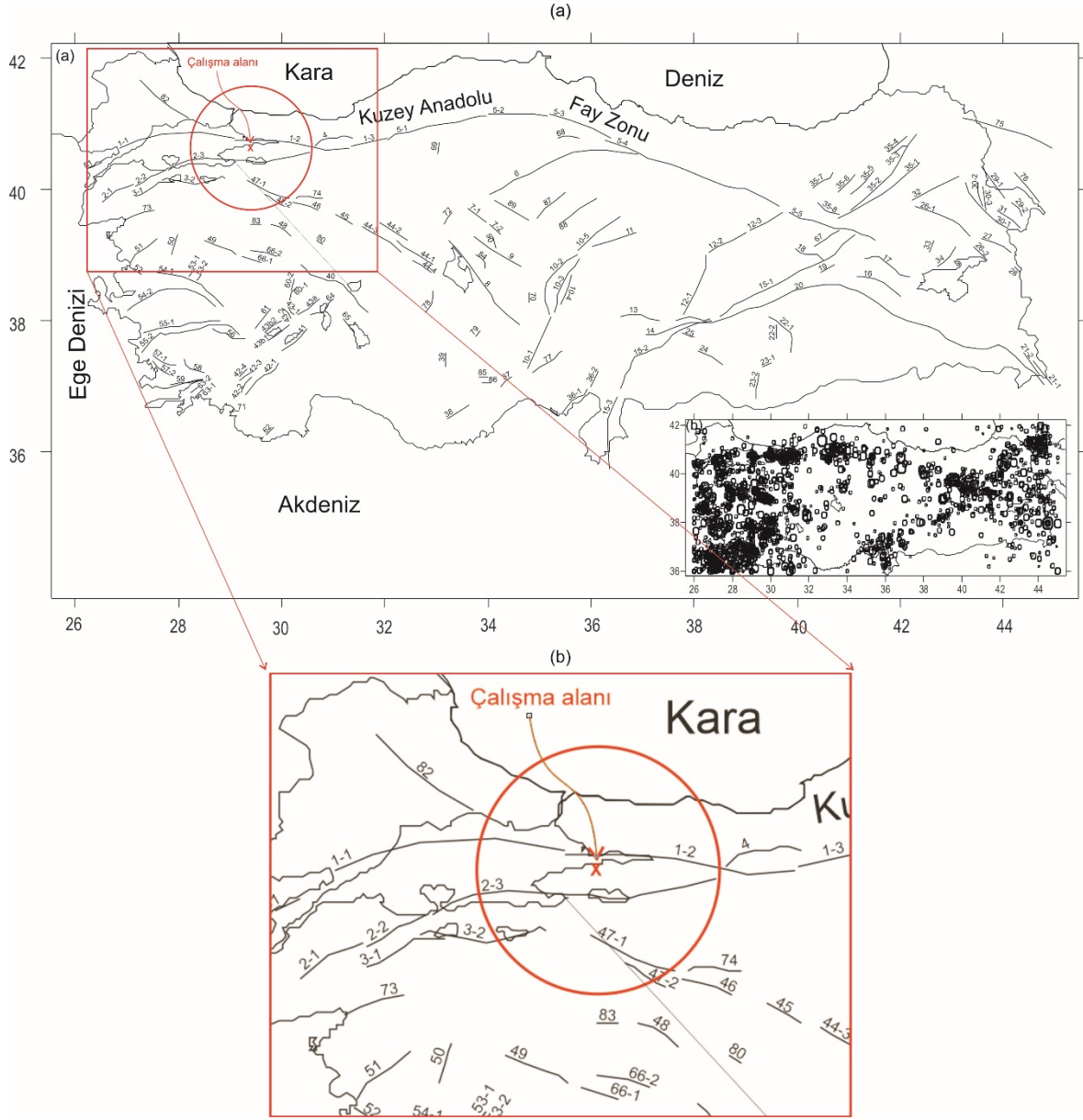
5.3 Çalışma Alanı için Tasarıma Yönelik Deprem Senaryoları

Mühendislik tasarımlarında pratik bir yaklaşım olarak tasarıma etkimesi olası yatay ivme sismik etki parametresi genellikle kullanılmaktadır. Bu değer in seçilmesinde farklı yaklaşımlar olmakla birlikte, ivme azalım ilişkileri en yaygın tercih edilen yaklaşımdır. Deprem in odak noktasından itibaren açığa çıkan enerjinin yayılımı

uzaklıkla azalmakta ve sönümlenerek sonlanmaktadır. Bu azalım odak noktasına olan uzaklığa bağlı olduğu gibi içerisinde geçtiği zemin özellikleriyle de yakından ilişkilidir. Ancak, depremin oluşumunun ve parametrelerinin uzaklığa bağlı yayılımının karmaşık doğası gereği çoğu kez tasarıma yönelik ivme öngörülerinde kullanılan azalım ilişkilerinde bölgeye özel ampirik ilişkiler kullanılır. Literatürde oldukça çok sayıda azalım ilişkisi mevcut olmakla birlikte, bu tez çalışması kapsamında Ulusay vd. [15] tarafından Türkiye depremlerinin kullanıldığı aşağıdaki eşitlikle tanımlanan azalım ilişkisi kullanılmıştır. Bu azalım ilişkisiyle çalışma alanında etkili olabilecek en büyük yatay yer ivmesi değerlendirmeleri sismik koşullar altındaki olasılıklı şev duraylılığı analizlerinin yapıldığı 9. Bölümde ayrıntılı olarak verilmiştir.

Ulusay vd. [15] çalışmalarını yaptıkları tarih itibarıyla derledikleri verileri Türkiye Aktif Tektonik haritasıyla birlikte yorumlayarak sadeleştirmişler ve amaçlarına yönelik olarak aktif fay haritasını hazırlamışlardır (Şekil 5.12). Bu haritada 100 km yarıçaplı alanda diğer bazı faylarda bulunmakla birlikte çalışma alanına yakınlıkları ve üretebilecekleri depremler açısından da diğerlerinden daha güçlü “Sapanca-Göynük-Yalova” fay kolu (1-2) olarak etiketlenirken, “Geyve-İznik-Gemlik” fay kolu ise (2-3) olarak etiketlenmiştir. Araştırmacılar Şekil 5.12’de sunulan harita üzerindeki tüm fayların karakterleri ve uzunluklarına bağlı olarak üretebilecekleri en büyük deprem büyüklüklerini de belirlemişlerdir. (1-2) ve (2-3) olarak etiketlenen “Sapanca-Göynük-Yalova” ve “Geyve-İznik-Gemlik” fay kolları için bu bilgiler Çizelge 5.3’de verilmiştir.

Sonuç olarak, KAFZ’ın batı bölümünde fay zonu Akyazı ile Göynük arasından başlayarak “Sapanca-Göynük-Yalova” kuzey ve “Geyve-İznik-Gemlik” güney kolları pseudosismik şev tasarımı açısından kritik deprem senaryoları için gerek büyüklük ve gerekse çalışma alanına uzakları yönüyle değerlendirildiğinde etkin konumda oldukları söylenebilir.



Şekil 5-12 Ulusay vd. [15] tarafından yapılan araştırmaya göre çalışma alanı ve yakın çevresindeki aktif faylar.

Çizelge 5.3 Çalışma alanı açısından büyük deprem üretme potansiyeli bulunan fay kollarına ilişkin bilgiler [15]

Fay adı	Uzunluğu (km)	Türü	En büyük deprem büyüklüğü (M_w)	Kaynak
<i>KAFZ: Marmara segmenti</i>				
Sapanca-Göynük-Yalova" fay kolu (1-2)	192.5	SS	7.5	2
"Geyve-İznik-Gemlik" fay kolu (2-3)	237.7	SS	7.6	1

1: Saroğlu vd. (1992), 2: Stein et al. (1997), SS: doğrultu atımlı

6 SAHA ÇALIŞMALARI

Tez konusuna temel teşkil eden otoyol projesi güzergahı boyunca yapılan saha çalışmaları tez çalışmasının amacına yönelik olarak çalışma alanı özelinde değerlendirilmiş ve ilgili saha çalışmaları tezin bu bölümünde sunulmuştur. Bu kapsamda dokümantasyon haritalaması, jeoteknik sondaj çalışmaları, araştırma çukuru çalışmaları ve zemin örneklerinden gereksinim duyulan örnekleme çalışmaları yapılmıştır. Tezin önceki bölümlerinde de sunulduğu üzere tez çalışması kapsamında uzun dönem duraylılıkları değerlendirilen şev imalatları Kabaklı heyelanının içerisinde yer almaktadır. Bu nedenle, saha çalışmaları kapsamında heyelan yönünde seçilen bazı sondajlar inklinometre kuyusu olarak değerlendirilmiştir.

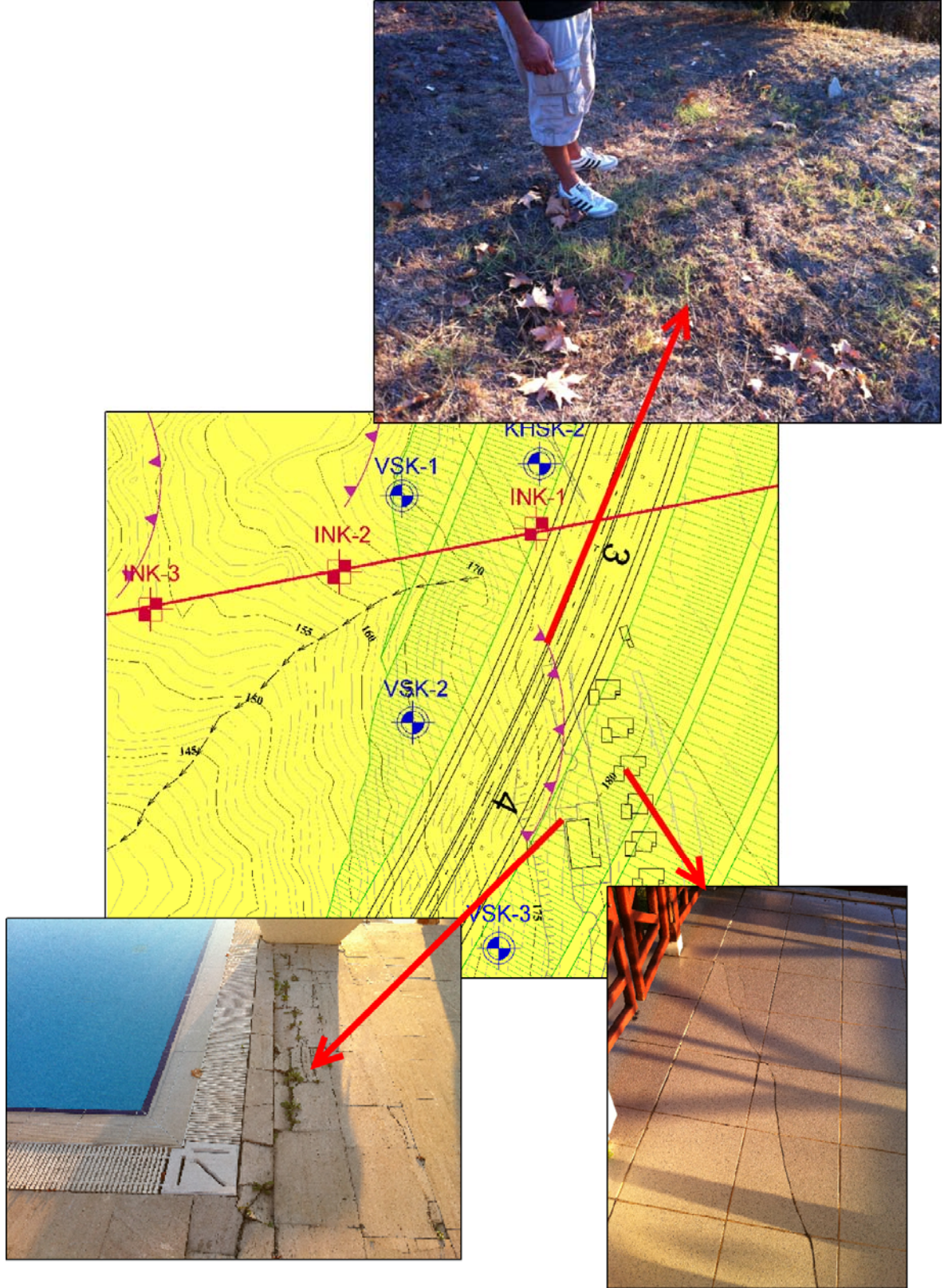
Bu çalışmaların önemli bir unsuru olan sondaj çalışmaları, sondajlardan alınan örnekler üzerinde gerçekleştirilen laboratuvar deneyleri ve inklinometre yerleştirilmesi ve ölçümleri Yüksel Domaniç Mühendislik tarafından yapılmıştır. Bununla birlikte, Kabaklı heyelan sahasındaki şevlere yönelik uzun dönem duraylılık değerlendirmelerinin tez çalışma konusu olarak belirlenmesi nedeniyle, tez çalışması kapsamında bu alanın detaylı haritalaması (Ek-2) ve sahada örselenmemiş örnekleme çalışmaları yapılarak ilgili deneyler Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Jeolojisi laboratuvarlarında yapılmıştır.

Tez konusuna yönelik çalışma alanında yapılan saha çalışmaları aşağıda ilgili başlıklar altında sunulmuştur.

6.1 Haritalama Çalışmaları

Kabaklı Heyelan Sahası'nın 1/2000 ölçekli dokümantasyon haritası (Ek-2) tez çalışması kapsamında yapılmış olup, jeolojik sınırlarla birlikte sahada gözlemlenen çatlaklar ve yapılardaki deformasyonlar (Şekil 6.1) ve ayrıca, projenin farklı aşamalarında yapılan sondajlar harita üzerinde koordinatlı bir şekilde gösterilmiştir. Ayrıca gerek heyelanın düşeydeki durumunun izlenebilmesi ve gerekse geriye dönük analizlerde kullanılmak üzere inklinometre yerleştirilmiş sondajlardan geçen hatların kesitleri çıkartılarak jeolojik sınırlar işlenmiştir.

Sahanın genel topografyasından da heyelanının izleri belirgin bir şekilde izlenebilmektedir (Şekil 6.2).

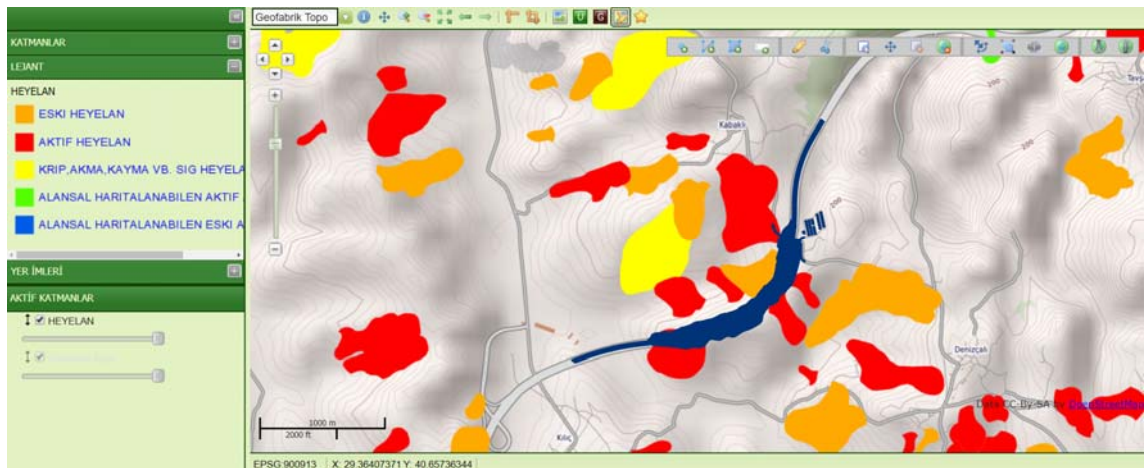


Şekil 6-1 Saha çalışmaları sırasında gözlenen bazı çatlak ve deformasyonlar



Şekil 6-2 Çalışma alanındaki heyelanlı topografyanın uzaktan genel görünümü

Yukarıdaki çalışmaların yanı sıra, MTA tarafından tamamlanan “Türkiye Heyelan Envanteri” çalışmasının yayınlandığı web ara yüzü kullanılarak, çalışma sahası ve yakın çevresinde belirlenen eski ve aktif heyelanlarla çalışma alanının konumsal durumu da değerlendirilmiştir (Şekil 6.3).



Şekil 6-3 MTA heyelan haritasında çalışma alanının konumu [19]

Yukarıdaki şekilde görüldüğü üzere yol yarmalarının açılacağı alanda MTA tarafından da eski ve aktif heyelanların varlığı görülmektedir.

6.2 Jeoteknik Sondaj Çalışmaları

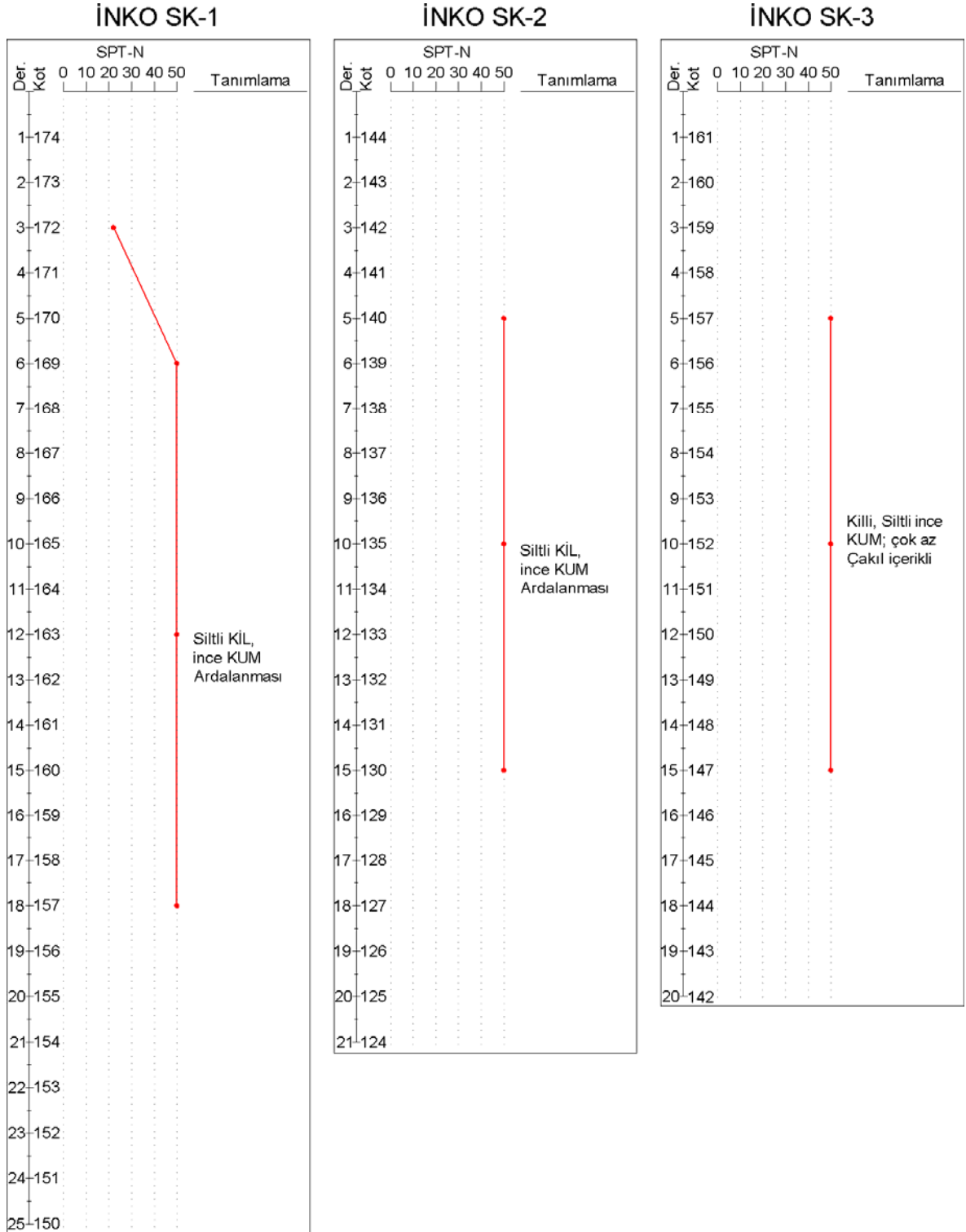
Çalışma sahasında Yüksel Domaniç Mühendislik tarafından toplam uzunluğu 518m olan 20 adet jeoteknik sondaj açılmıştır. Bu 20 jeoteknik sondajın 9 adedi ön proje kapsamında yapılmış olup, kesin proje aşamasında Kabaklı heyelanının da araştırılması amacıyla belirlenen 2 adet inklinometre ölçüm hattında da 7 adet jeoteknik sondaj kuyusuna inklinometre yerleştirilerek Form Jeoteknik tarafından düzenli okumaları alınmıştır. Sondaj derinlikleri otoyol kotunun 5m altına inecek şekilde planlanmış ve her 1,5m'de bir SPT deneyi yapılarak her 3m'de bir ince çeperli tüp ile UD örnekleme çalışması yapılmıştır. Çalışma alanında yapılan jeoteknik sondajlara ait özet bilgiler Çizelge 6.1'de sunulmuştur.

Çizelge 6.1 Çalışma alanındaki jeoteknik sondaj kuyularına ilişkin özet bilgiler

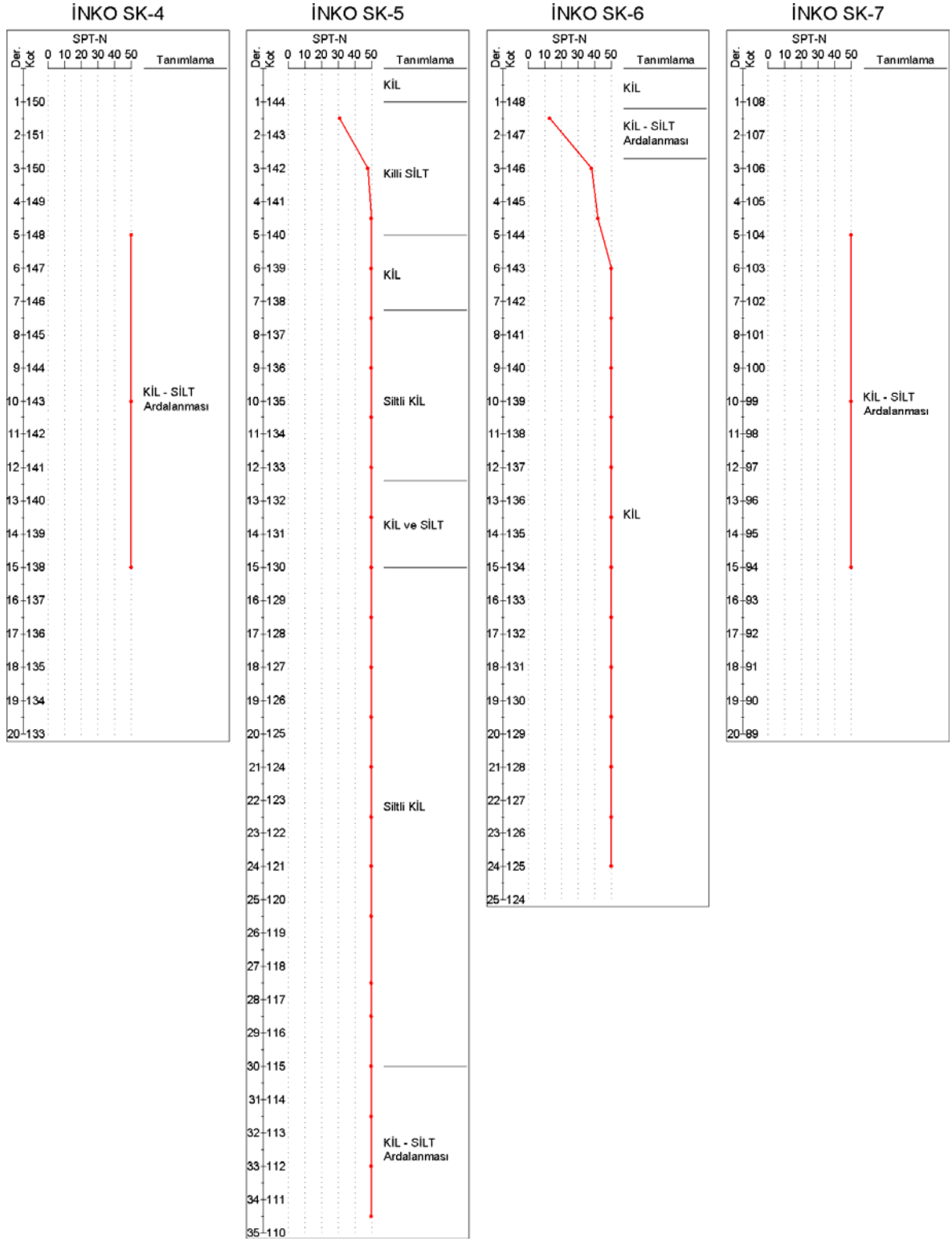
Sondaj No	Kuzey (X)	Doğu (Y)	Kot	Derinlik
İnko SK-1	4 501 743	450 478	175	25
İnko SK-2	4 501 736	450 403	162	21
İnko SK-3	4 501 705	450 342	153	20
İnko SK-4	4 501 681	450 230	136	20
İnko SK-5	4 501 157	449 898	145	35
İnko SK-6	4 501 257	449 904	149	25
İnko SK-7	4 501 387	449 814	109	20
VSK-1	4 501 748	450 439	169	25
VSK-2	4 501 664	450 444	164	25
VSK-3	4 501 580	450 475	172	25
VSK-5	4 501 390	450 034	126	25
KHSK-1	4 501 913	450 420	178	25
KHSK-2	4 501 760	450 491	178	20
KHSK-4	4 501 677	450 310	169	25
KHSK-5	4 501 664	450 124	148	30
ÖPSK 21+240	4 501 727	450 649	178	20
SK 21+125	4 501 906	450 530	181	30
SK 21+130	4 501 890	450 588	172	30
SK 21+629	4 501 389	450 349	168	30
SK 22+279	4 501 199	449 789	152	42

Jeoteknik sondajlara ait özet loglar Şekil 6.4'de sunulmuştur. Saha gözlemlerinin yanı sıra sondajlarda kesilen birimlere ilişkin gözlemsel değerlendirmelere göre

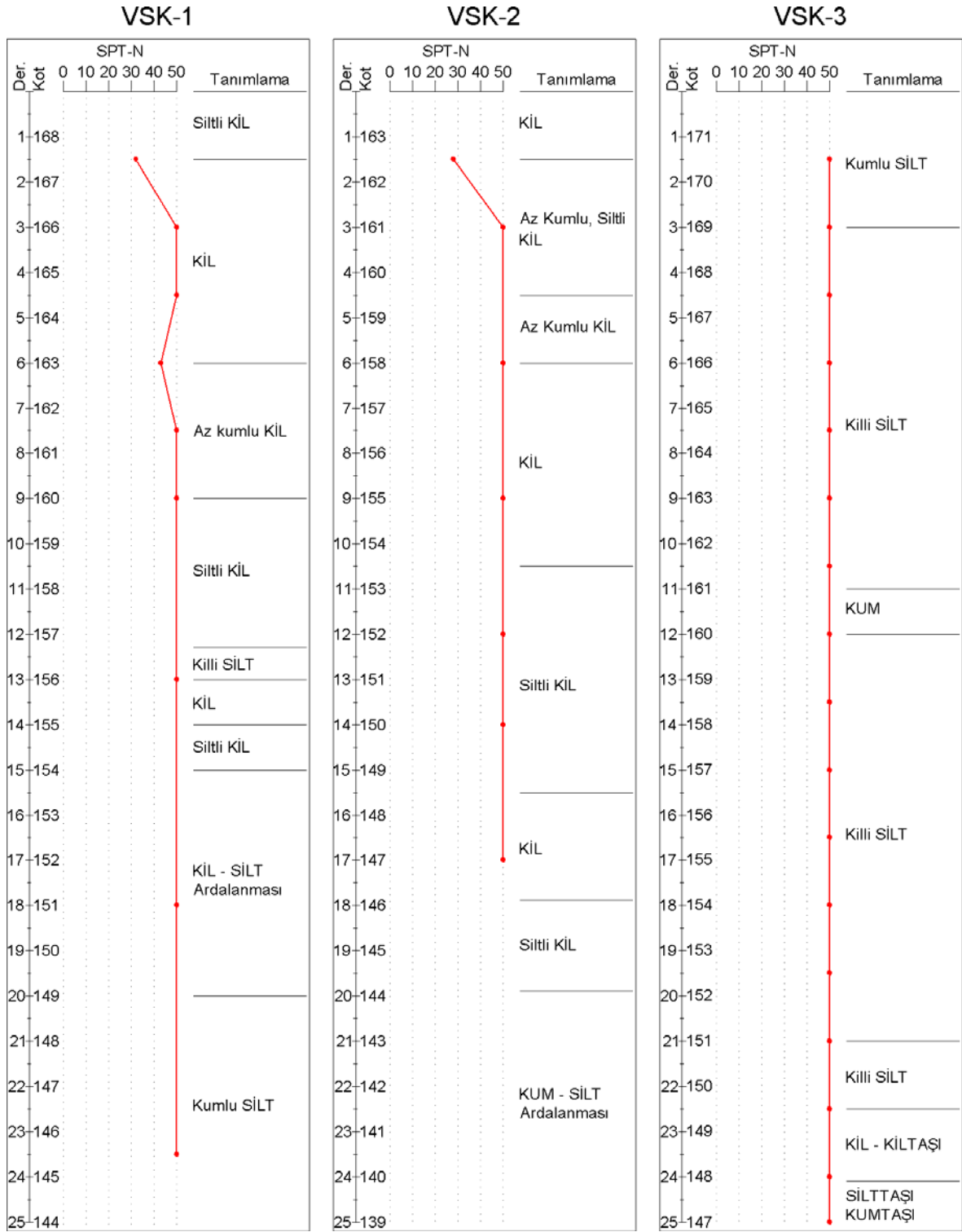
Çalışma alanındaki jeolojik malzemenin genel olarak killi, siltli toprak zemin özelliğinde olduğu ve yer yer kum bantları içerdiği anlaşılmıştır.



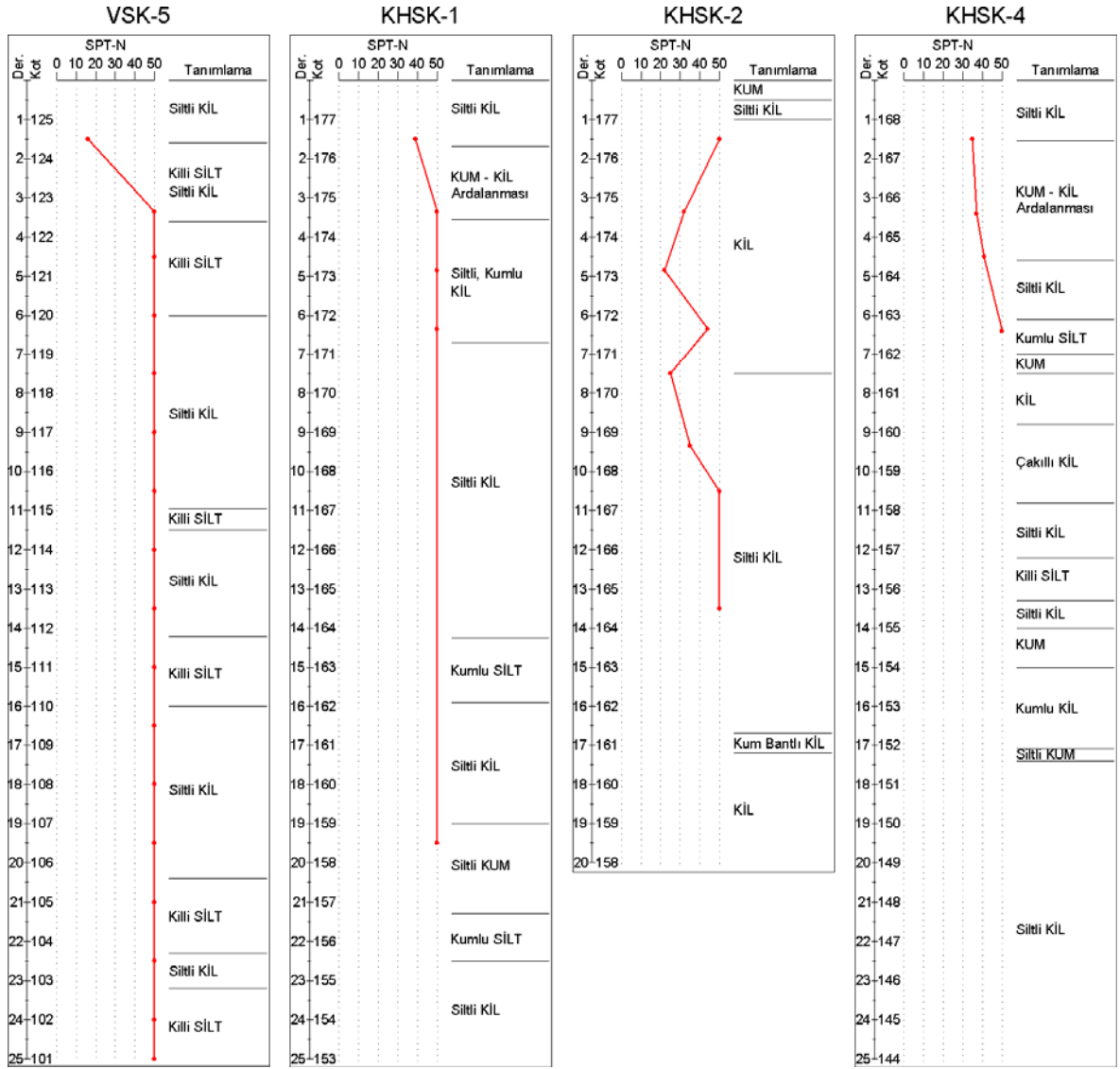
şekil 6-4 Jeoteknik sondaj zet logları (devam ediyor): İsko-SK-1, İsko-SK-2, İsko-SK-3



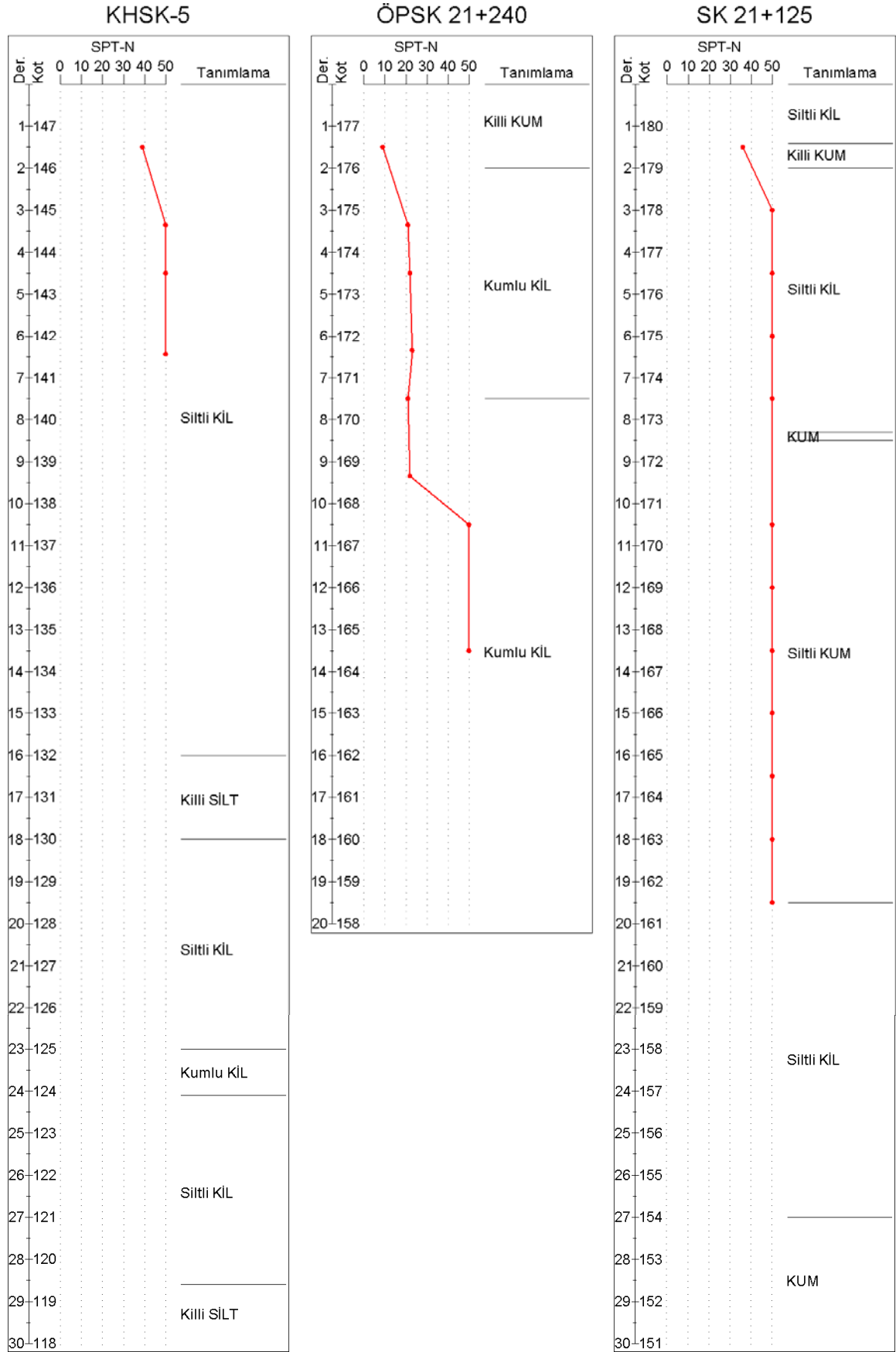
Şekil 6-5 Jeoteknik sondaj özet logları (devam ediyor): İnko-SK-4, İnko-SK-5, İnko-SK-6, İnko-SK-7



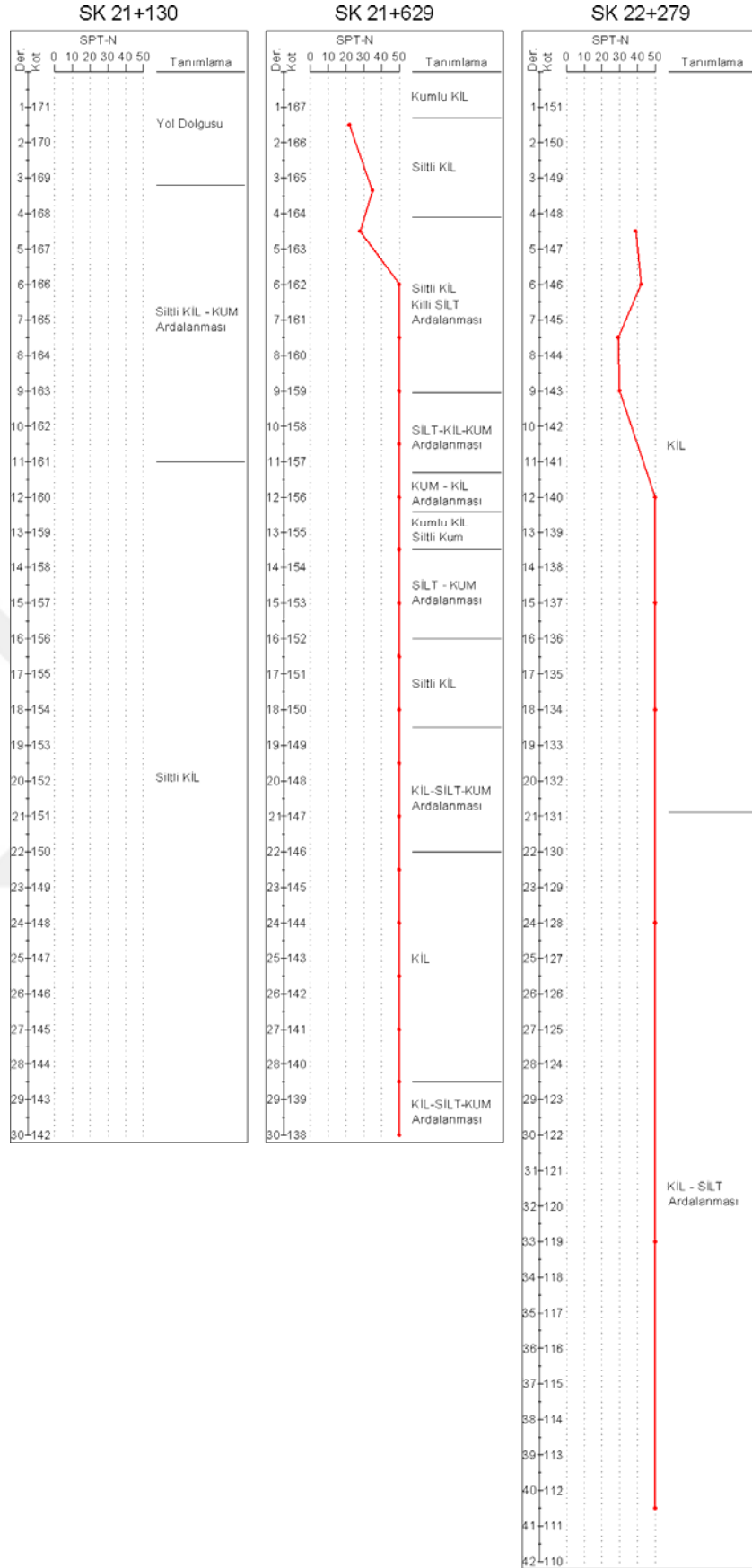
Şekil 6-6 Jeoteknik sondaj özet logları (devam ediyor): VSK-1, VSK-2, VSK-3



Şekil 6-7 Jeoteknik sondaj özet logları (devam ediyor): VSK-5, KHSK-1, KHSK-2, KHSK-4



Şekil 6-8 Jeoteknik sondaj özet logları (devam ediyor): KHSK-5, ÖPSK-21+240, SK-21+12 KHSK-4



Şekil 6-9 Jeoteknik sondaj özet logları (devam ediyor): SK-21+130, SK-21+629, SK-22+279

6.3 Yerinde Deneyler

Jeoteknik sondaj çalışmaları sırasında 176 adet SPT (Standart Penetration Test) deneyi yapılmış ve laboratuvar deneylerinin gerçekleştirilebilmesi amacıyla 22 adet UD örnek alınmıştır.

Kovacs ve Salomone (1982): Bowles [20]'tan SPT yapılırken gerçek giriş enerjisinin E_a %30 - %80 aralığında olduğunu, Riggs vd. (1983): Bowles [20]'tan ise elde edilen enerjinin %70 - %100 aralığında olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar bu farklılıkları, farklı ekipman üreticileri ve şahmerdan tipi, iç tüp kullanımı, örtü yükü, tij uzunluğu ve kuyu çapı gibi nedenlere dayandırmışlardır. Diğer taraftan kuyu çapı, örtü yükü, tij uzunluğu gibi faktörlerde ham SPT değerleri üzerinde etkili olmaktadır. Bu nedenle, ölçülen SPT değerleri Bowles [20] tarafından önerilen eşitlikler kullanılarak düzeltilmiştir.

$$N_{60} = N (E_r/60) C_t C_o C_\phi \quad \text{Eşitlik 6.1}$$

Burada C_t : tij uzunluğu, C_o : örnekleyici, C_ϕ : kuyu çapı düzeltmeleri olup, önerilen düzeltme faktörleri Çizelge 6.2'de sunulmuştur.

Çizelge 6.2 SPT düzeltme faktörleri (Skempton, 1986: Bowles, [20]'tan düzenlenmiştir)

Tij Uzunluğu Düzeltmesi (C_t)			
Uzunluk	>10 m	C_t	= 1.00
	6-10 m		= 0.95
	4-6 m		= 0.85
	3-4 m		= 0.80
	<3 m		= 0.75
İç Gömlek Düzeltmesi (C_o)			
İç gömlekli (standart) örnekleyici	C_o	=	1.00
İç gömleksiz örnekleyici		=	1.1-1.3 (1.2)
Kuyu Çapı Düzeltmesi (C_ϕ)			
Kuyu çapı : 65-115mm	C_ϕ	=	1.00
150mm		=	1.05
200mm		=	1.5

Yukarıdaki düzeltmelere ilave olarak SPT-N değerlerine etkin örtü yükü gerilmesi için bir düzeltme uygulanır. Standart etkin örtü gerilmesi 1 kgf/cm^2 (100 kPa) olarak kabul edilir ve düzeltme katsayısı (C_N) bu gerilmeye göre ilişkilendirilmiş eşitlikten

düzeltilmiş nihai darbe sayısı $(N_1)_{60}$ hesaplanır.

$$(N_1)_{60} = C_N N_{60} \quad \text{Eşitlik 6.2}$$

Örtü yükü düzeltme faktörü için birçok araştırmacı farklı eşitlikler önermiş olup bu tez kapsamında yapılan hesaplamalarda Tokimatsu ve Yoshimi (1983) tarafından önerilen eşitlik 6.3 kullanılmıştır.

$$C_N = 170/(\sigma'_v + 70) \quad \text{Eşitlik 6.3}$$

Yukarıda açıklanan düzeltmelerle birlikte SPT değerlendirmeleri Çizelge 6.3'de sunulmuştur.

Çizelge 6.3 Düzeltilmiş SPT-N değerleri

Kuyu No	Derinlik	SPT-N	Enerji Düzeltilmesi	Tij Düzeltilmesi	İç Gömlek Düzeltilmesi	Kuyu Çapı Düzeltilmesi	Düzeltilmiş SPT Değeri	Efektif Örtü Gerilmesi Düzeltilmesi	Düzeltilmiş SPT Değeri
			Er	(C _t)	(C _ö)	(C _c)	SPT-N ₆₀	(C _N)	SPT-N _{1,60}
İnko-SK-1	3,00	22	0,75	0,85	1,20	1	17	1,31	22
	6,00	78	0,75	0,95	1,20	1	67	0,89	60
	12,00	68	0,75	1,00	1,20	1	61	0,55	34
	18,00	76	0,75	1,00	1,20	1	68	0,40	28
İnko-SK-2	5,00	R	0,75	0,95	1,20	1	-	1,00	-
	10,00	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,63	-
	15,00	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,47	-
İnko-SK-3	5,00	R	0,75	0,95	1,20	1	-	1,00	-
	10,00	94	0,75	1,00	1,20	1	85	0,63	53
	15,00	91	0,75	1,00	1,20	1	82	0,47	39
İnko-SK-4	5,00	R	0,75	0,95	1,20	1	-	1,00	-
	10,00	93	0,75	1,00	1,20	1	84	0,63	53
	15,00	94	0,75	1,00	1,20	1	85	0,50	42
İnko-SK-5	1,50	31	0,75	0,80	1,20	1	22	1,70	37
	3,00	48	0,75	0,85	1,20	1	37	1,31	48
	4,50	98	0,75	0,95	1,20	1	84	1,06	89
	6,00	R	0,75	0,95	1,20	1	-	0,89	-
	7,50	R	0,75	0,95	1,20	1	-	0,77	-
	9,00	96	0,75	1,00	1,20	1	86	0,68	59
	10,50	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,61	-
	12,00	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,55	-
	13,50	82	0,75	1,00	1,20	1	74	0,50	37
	15,00	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,47	-
	16,50	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,45	-
	18,00	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,44	-
	19,50	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,42	-

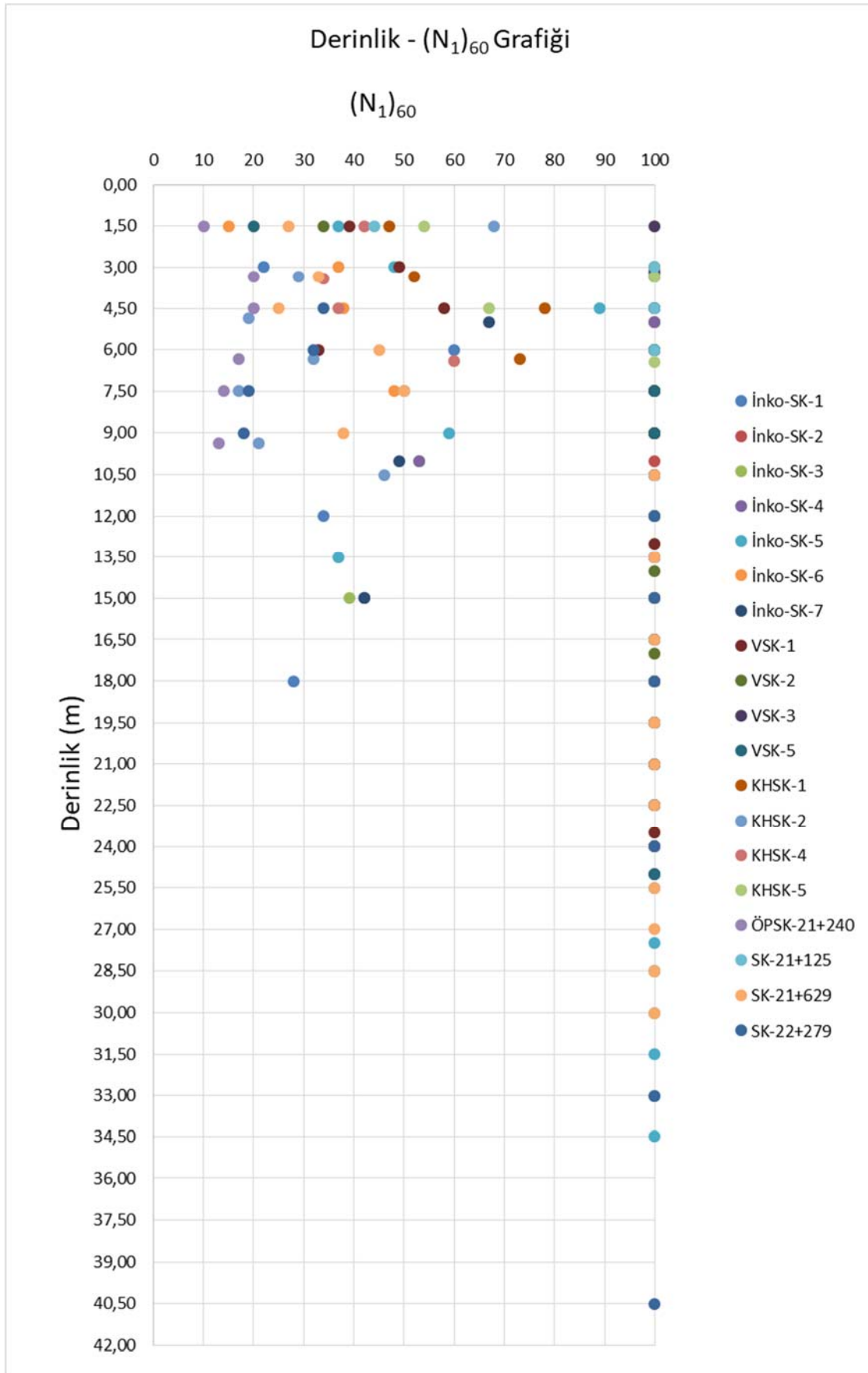
Kuyu No	Derinlik	SPT-N	Enerji Düzeltilmesi	Tij Düzeltilmesi	İç Gömlek Düzeltilmesi	Kuyu Çapı Düzeltilmesi	Düzeltilmiş SPT Değeri	Efektif Örtü Gerilmesi Düzeltilmesi	Düzeltilmiş SPT Değeri
			Er	(C _t)	(C _ö)	(C _c)	SPT-N ₆₀	(C _N)	SPT-N _{1,60}
İnko-SK-5 (devam)	21,00	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,40	-
	22,50	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,39	-
	24,00	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,38	-
	25,50	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,36	-
	27,50	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,35	-
	28,50	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,34	-
	30,00	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,33	-
	31,50	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,32	-
	33,00	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,31	-
	34,50	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,30	-
İnko-SK-6	1,50	13	0,75	0,80	1,20	1	9	1,70	15
	3,00	38	0,75	0,85	1,20	1	29	1,31	37
	4,50	42	0,75	0,95	1,20	1	36	1,06	38
	6,00	R	0,75	0,95	1,20	1	-	0,89	-
	7,50	73	0,75	0,95	1,20	1	62	0,77	48
	9,00	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,68	-
	10,50	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,61	-
	12,00	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,55	-
	13,50	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,50	-
	15,00	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,47	-
	16,50	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,45	-
	18,00	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,43	-
	19,50	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,41	-
	21,00	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,40	-
	22,50	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,38	-
İnko-SK-7	24,00	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,37	-
	5,00	79	0,75	0,95	1,20	1	68	0,99	67
	10,00	86	0,75	1,00	1,20	1	77	0,63	49
	15,00	88	0,75	1,00	1,20	1	79	0,53	42
VSK-1	1,50	32	0,75	0,80	1,20	1	23	1,70	39
	3,00	50	0,75	0,85	1,20	1	38	1,31	49
	4,50	64	0,75	0,95	1,20	1	55	1,06	58
	6,00	43	0,75	0,95	1,20	1	37	0,89	33
	7,50	R	0,75	0,95	1,20	1	-	0,77	-
	9,00	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,68	-
	13,00	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,52	-
	18,00	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,40	-
	23,50	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,36	-
VSK-2	1,50	28	0,75	0,80	1,20	1	20	1,70	34
	3,00	R	0,75	0,85	1,20	1	-	1,31	-
	6,00	R	0,75	0,95	1,20	1	-	0,89	-

Kuyu No	Derinlik	SPT-N	Enerji Düzeltilmesi	Tij Düzeltilmesi	İç Gömlek Düzeltilmesi	Kuyu Çapı Düzeltilmesi	Düzeltilmiş SPT Değeri	Efektif Örtü Gerilmesi Düzeltilmesi	Düzeltilmiş SPT Değeri
			Er	(C _t)	(C _ö)	(C _c)	SPT-N ₆₀	(C _N)	SPT-N _{1,60}
VSK-2 (devam)	9,00	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,68	-
	12,00	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,55	-
	14,00	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,49	-
	17,00	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,41	-
VSK-3	1,50	R	0,75	0,80	1,20	1	-	1,70	-
	3,15	R	0,75	0,85	1,20	1	-	1,28	-
	4,50	R	0,75	0,95	1,20	1	-	1,06	-
	6,00	R	0,75	0,95	1,20	1	-	0,89	-
	7,50	R	0,75	0,95	1,20	1	-	0,77	-
	9,00	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,68	-
	10,50	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,61	-
	12,00	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,55	-
	13,50	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,50	-
	15,00	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,46	-
	16,50	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,43	-
	18,00	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,40	-
	19,50	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,37	-
	21,00	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,35	-
	22,50	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,33	-
	24,00	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,32	-
	25,00	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,31	-
VSK-5	1,50	16	0,75	0,80	1,20	1	12	1,70	20
	3,35	R	0,75	0,85	1,20	1	-	1,24	-
	4,50	R	0,75	0,95	1,20	1	-	1,06	-
	6,00	R	0,75	0,95	1,20	1	-	0,89	-
	7,50	R	0,75	0,95	1,20	1	-	0,77	-
	9,00	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,68	-
	10,50	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,61	-
	12,00	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,55	-
	13,50	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,50	-
	15,00	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,46	-
	16,50	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,43	-
	18,00	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,40	-
	19,50	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,37	-
	21,00	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,35	-
	22,50	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,33	-
	24,00	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,31	-
	25,00	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,30	-
KHSK-1	1,50	39	0,75	0,80	1,20	1	28	1,70	47
	3,35	55	0,75	0,85	1,20	1	42	1,24	52

Kuyu No	Derinlik	SPT-N	Enerji Düzeltilmesi	Tij Düzeltilmesi	İç Gömlek Düzeltilmesi	Kuyu Çapı Düzeltilmesi	Düzeltilmiş SPT Değeri	Efektif Örtü Gerilmesi Düzeltilmesi	Düzeltilmiş SPT Değeri
			Er	(C _t)	(C _ö)	(C _c)	SPT-N ₆₀	(C _N)	SPT-N _{1,60}
KHSK-1 (devam)	4,50	87	0,75	0,95	1,20	1	74	1,06	78
	6,35	73	0,75	0,95	1,20	1	62	0,86	54
	19,50	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,37	-
KHSK-2	1,50	56	0,75	0,80	1,20	1	40	1,70	68
	3,35	32	0,75	0,85	1,20	1	24	1,24	29
	4,85	22	0,75	0,95	1,20	1	19	1,02	19
	6,35	44	0,75	0,95	1,20	1	38	0,86	32
	7,50	25	0,75	0,95	1,20	1	21	0,77	17
	9,35	35	0,75	1,00	1,20	1	32	0,66	21
	10,50	85	0,75	1,00	1,20	1	77	0,61	46
	13,50	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,50	-
	1,50	35	0,75	0,80	1,20	1	25	1,70	42
	3,40	37	0,75	0,85	1,20	1	28	1,23	34
KHSK-4	4,50	41	0,75	0,95	1,20	1	35	1,06	37
	6,40	82	0,75	0,95	1,20	1	70	0,86	60
KHSK-5	1,50	39	0,75	0,80	1,20	1	28	1,93	54
	3,35	R	0,75	0,85	1,20	1	-	1,59	-
	4,50	55	0,75	0,95	1,20	1	47	1,43	67
	6,45	R	0,75	0,95	1,20	1	-	1,23	-
ÖPSK 21+240	1,50	9	0,75	0,80	1,20	1	6	1,70	10
	3,35	21	0,75	0,85	1,20	1	16	1,24	20
	4,50	22	0,75	0,95	1,20	1	19	1,06	20
	6,35	23	0,75	0,95	1,20	1	20	0,86	17
	7,50	21	0,75	0,95	1,20	1	18	0,77	14
	9,35	22	0,75	1,00	1,20	1	20	0,66	13
	10,50	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,61	-
	13,50	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,50	-
SK-21+125	1,50	36	0,75	0,80	1,20	1	26	1,70	44
	3,00	R	0,75	0,85	1,20	1	-	1,31	-
	4,50	R	0,75	0,95	1,20	1	-	1,06	-
	6,00	R	0,75	0,95	1,20	1	-	0,89	-
	7,50	73	0,75	0,95	1,20	1	62	0,80	50
	10,50	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,70	-
	12,00	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,66	-
	13,50	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,62	-
	15,00	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,59	-
	16,50	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,56	-
	18,00	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,53	-
	19,50	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,51	-
SK 21+629	1,50	22	0,75	0,80	1,20	1	16	1,70	27

Kuyu No	Derinlik	SPT-N	Enerji Düzeltilmesi	Tij Düzeltilmesi	İç Gömlek Düzeltilmesi	Kuyu Çapı Düzeltilmesi	Düzeltilmiş SPT Değeri	Efektif Örtü Gerilmesi Düzeltilmesi	Düzeltilmiş SPT Değeri
			Er	(C _t)	(C _ö)	(C _c)	SPT-N ₆₀	(C _N)	SPT-N _{1,60}
SK 21+629 (devam)	3,35	35	0,75	0,85	1,20	1	27	1,24	33
	4,50	28	0,75	0,95	1,20	1	24	1,06	25
	6,00	57	0,75	0,95	1,20	1	49	0,92	45
	7,50	69	0,75	0,95	1,20	1	59	0,85	50
	9,00	54	0,75	1,00	1,20	1	49	0,79	38
	10,50	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,74	-
	12,00	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,69	-
	13,50	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,65	-
	15,00	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,61	-
	16,50	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,58	-
	18,00	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,55	-
	19,50	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,53	-
	21,00	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,50	-
	22,50	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,48	-
	24,00	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,46	-
	25,50	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,44	-
	27,00	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,43	-
	28,50	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,41	-
	30,00	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,40	-
SK 22+279	4,50	39	0,75	0,95	1,20	1	33	1,06	34
	6,00	42	0,75	0,95	1,20	1	36	0,89	32
	7,50	29	0,75	0,95	1,20	1	25	0,77	19
	9,00	30	0,75	1,00	1,20	1	27	0,68	18
	12,00	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,55	-
	15,00	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,47	-
	18,00	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,44	-
	24,00	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,38	-
	33,00	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,31	-
	40,50	R	0,75	1,00	1,20	1	-	0,27	-

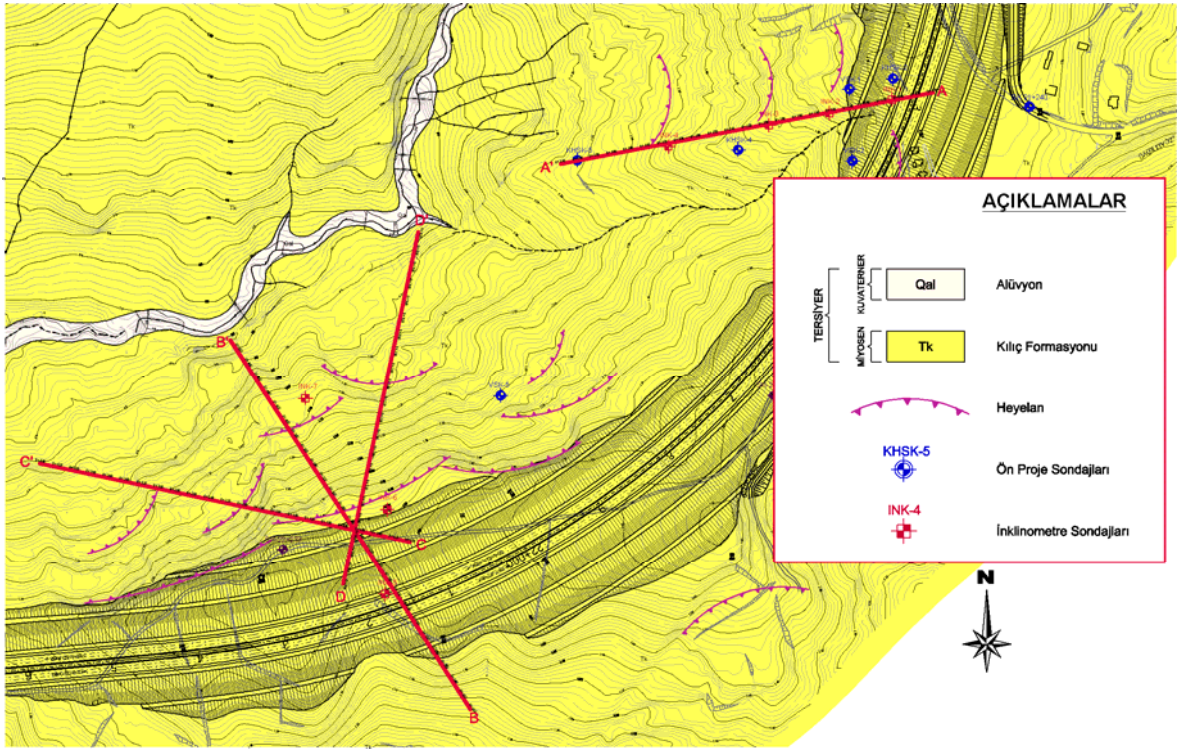
Hesaplanan $(N_1)_{60}$ değerlerinin derinlik ile değişimini gösteren grafik çizilmiş olup burada 100 değerini gösteren değerler refüü temsil etmektedir (Şekil 6.10). Hemen her derinlikte refü değerinin elde edilmiş olduğu birimde özellikle ilk 10m'de yer yer $(N_1)_{60}$ değerinin 10'a kadar düştüğü görülmektedir. Bununla birlikte, yaklaşık 12 m ile 18 m aralığından sonraki derinliklerde daha sıkı bir zeminin varlığı görülmektedir.



Şekil 6-10 Jeoteknik sondajlara ait $(N_1)_{60}$ değerlerinin derinlik ile değişimi

6.4 İnklinometre Okumaları ve Değerlendirmeleri

Saha çalışmaları sırasında belirlenen çatlaklar ve yapısal elemanlardaki çatlak ve deformasyonlar Kabaklı heyelanının aktif olduğuna işaret eden önemli bulgulardır. Bu nedenle, Karayolları Genel Müdürlüğü'nün de talebiyle Kabaklı heyelanının derinlikle olan ilişkisinin belirlenmesi amacıyla heyelanın muhtemel hareket yönü doğrultusunda konumlandırılmış iki ölçüm hattı belirlenmiş ve bu iki hat üzerinde inklinometre kuyuları açılmış ve düzenli ölçümleri alınmıştır. A-A' ölçüm hattında 4 adet ve B-B' hattında 3 adet olmak üzere toplam 7 ayrı noktada, inklinometre kuyuları açılmıştır (Şekil 6.11).



Şekil 6-11 İnklinometre kuyularının açıldığı ölçüm hatlarının plan üzerindeki yerleri

Kabaklı heyelan sahasına ait harita üzerinde gösterilen bu iki hatta yerleştirilen inklinometrelerin başlangıç okumaları alındıktan sonra 10.04.2010 ve 21.06.2010 tarihleri arasında Form Jeoteknik tarafından belirli aralıklarla ölçümler alınmış, hareketin derinliği, yönleri ve büyüklükleri ortaya konmuştur.

6.4.1 A-A' hattındaki inklinometre kuyuları ve okumalara ilişkin değerlendirme

A-A' hattı üzerinde toplamda 4 adet sondaj kuyusu içerisine derinlikleri 20-21 metreler arasında değişen inklinometre boruları yerleştirilmiş olup bu kuyular

içerisinde 10.04.2010 ve 21.06.2010 tarihleri arasında periyodik okumalar gerçekleştirilmiştir.

İnclinometre kuyularına ait okumalar aşağıda (Çizelge 6.4, Çizelge 6.5, Çizelge 6.6 ve Çizelge 6.7) özetlenmiş olup, kuyulara ait inclinometre okumalarının grafiksel sunumları Şekil 6.12 ve Şekil 6.13'te verilmiştir.

Çizelge 6.4 İno-SK-1 kuyusuna ait özet okuma değerleri

Ölçüm Tarihi	Hareket Derinliği (m)	Toplam Hareket Miktarı (cm) A Doğrultusu	Toplam Hareket Miktarı (cm) B Doğrultusu
13.04.2010		İlk Okuma	
26.04.2010	4,80	0,41	1,20
06.05.2010	4,80	0,53	0,43
25.05.2010	4,80	0,82	0,75
21.06.2010	4,80	0,00	0,00
TOPLAM HAREKET MİKTARI (cm)	-	1,76	2,38
ORTALAMA HAREKET MİKTARI (cm/ay)	-	0,76	1,03

Çizelge 6.5 İno-SK-2 kuyusuna ait özet okuma değerleri

Ölçüm Tarihi	Hareket Derinliği (m)	Toplam Hareket Miktarı (cm) A Doğrultusu	Toplam Hareket Miktarı (cm) B Doğrultusu
10.04.2010		İlk Okuma	
19.04.2010	6,50	0,34	1,20
06.05.2010	6,50	0,21	1,12
25.05.2010	6,50	0,52	1,42
21.06.2010	6,50	0,00	0,00
TOPLAM HAREKET MİKTARI (cm)	-	1,07	3,74
ORTALAMA HAREKET MİKTARI (cm/ay)	-	0,46	1,62

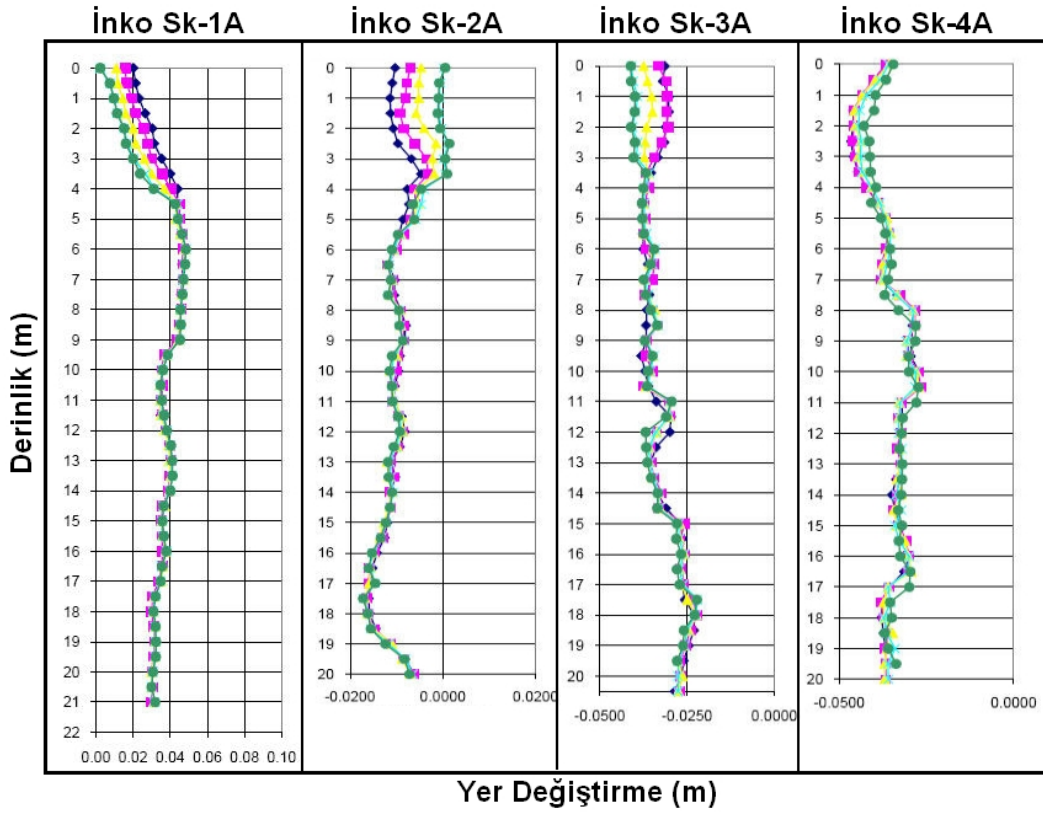
Çizelge 6.6 İnko-SK-3 kuyusuna ait özet okuma değerleri

Ölçüm Tarihi	Hareket Derinliği (m)	Toplam Hareket Miktarı (cm) A Doğrultusu	Toplam Hareket Miktarı (cm) B Doğrultusu
11.04.2010		İlk Okuma	
19.04.2010	5,00	0,35	0,44
06.05.2010	5,00	0,84	0,45
25.05.2010	5,00	0,72	0,55
21.06.2010	5,00	0,00	0,00
TOPLAM HAREKET MİKTARI (cm)		1,91	1,44
ORTALAMA HAREKET MİKTARI (cm/ay)		0,83	0,62

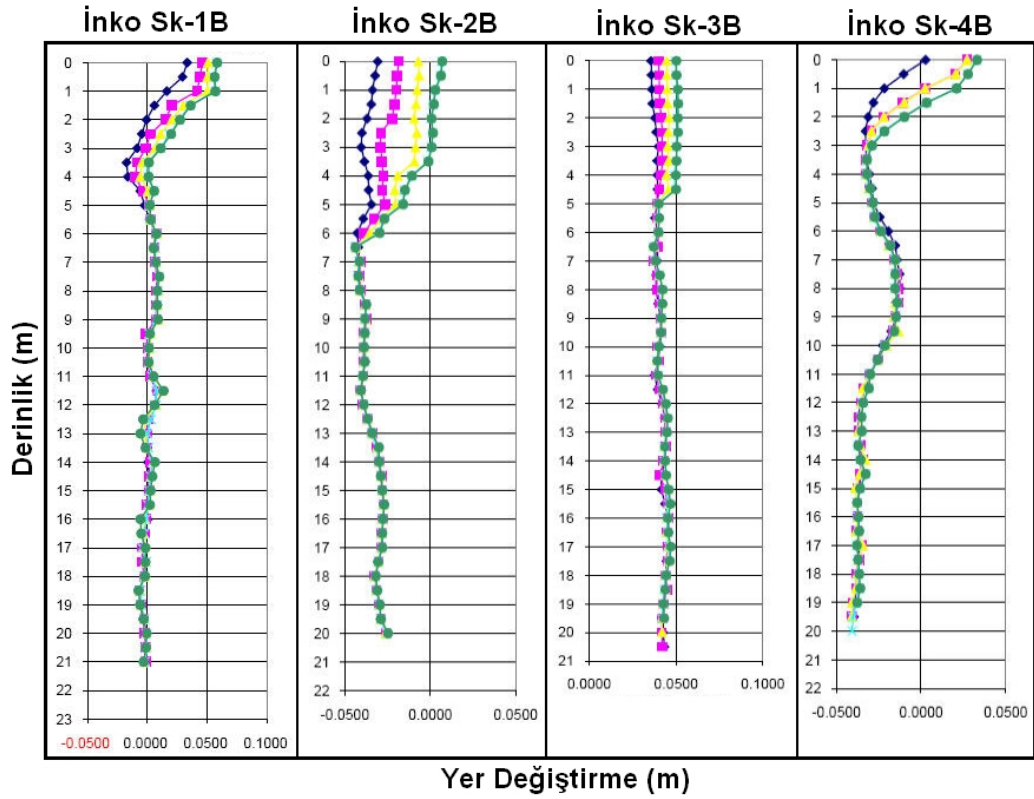
Çizelge 6.7 İnko-SK-4 kuyusuna ait özet okuma değerleri

Ölçüm Tarihi	Hareket Derinliği (m)	Toplam Hareket Miktarı (cm) A Doğrultusu	Toplam Hareket Miktarı (cm) B Doğrultusu
14.04.2010		İlk Okuma	
19.04.2010	6,80	0,16	2,40
06.05.2010	6,80	0,00	0,00
25.05.2010	6,80	0,05	0,60
21.06.2010	6,80	0,00	0,00
TOPLAM HAREKET MİKTARI (cm)		0,21	3,00
ORTALAMA HAREKET MİKTARI (cm/ay)		0,83	0,62

Özet tablolar oluşturulurken kuyularda hareketin görüldüğü maksimum derinlik verilmiştir. Hareket miktarları bir önceki okumadan itibaren meydana gelen hareket miktarıdır. Tüm hareket miktarları toplanarak kuyuda meydana gelen toplam yer değiştirme bulunmuş, toplam yer değiştirme ilk okumadan son okumaya kadar geçen süreye bölünerek ortalama aylık hareket miktarı bulunmuştur. Sonuçlara bakıldığı zaman hareketin yağışın çok olduğu nisan mayıs aylarında arttığı, yağışların kesildiği haziran ayında ise durduğu görülmektedir. Hareket bu hatta 5 – 7m arasında değişen derinliklerde meydana gelmiştir.



Şekil 6-12 A-A' Hattına ait A doğrultusundaki inklinometre grafikleri



Şekil 6-13 A-A' hattına ait B doğrultusundaki inklinometre grafikleri

6.4.2 B-B' hattındaki inklinometre kuyuları ve okumalara ilişkin değerlendirme

B-B' hattı üzerinde 17 m ile 27 m arasında derinliklere sahip 3 adet jeoteknik sondaj kuyusuna inklinometre boruları yerleştirilmiş, 14.04.2010 ve 21.06.2010 tarihleri arasında periyodik okumalar gerçekleştirilmiştir.

İnklinometre kuyularına ait okumalar aşağıdaki çizelgelerde (Çizelge 6.8, Çizelge 6.9 ve Çizelge 6.10) özetlenmiş olup, bu kuyulara ait inklinometre okumaları grafikler üzerinde gösterilmiştir (Şekil 6.14, Şekil 6.15).

Çizelge 6.8 İnko-SK-5 kuyusuna ait özet okuma değerleri

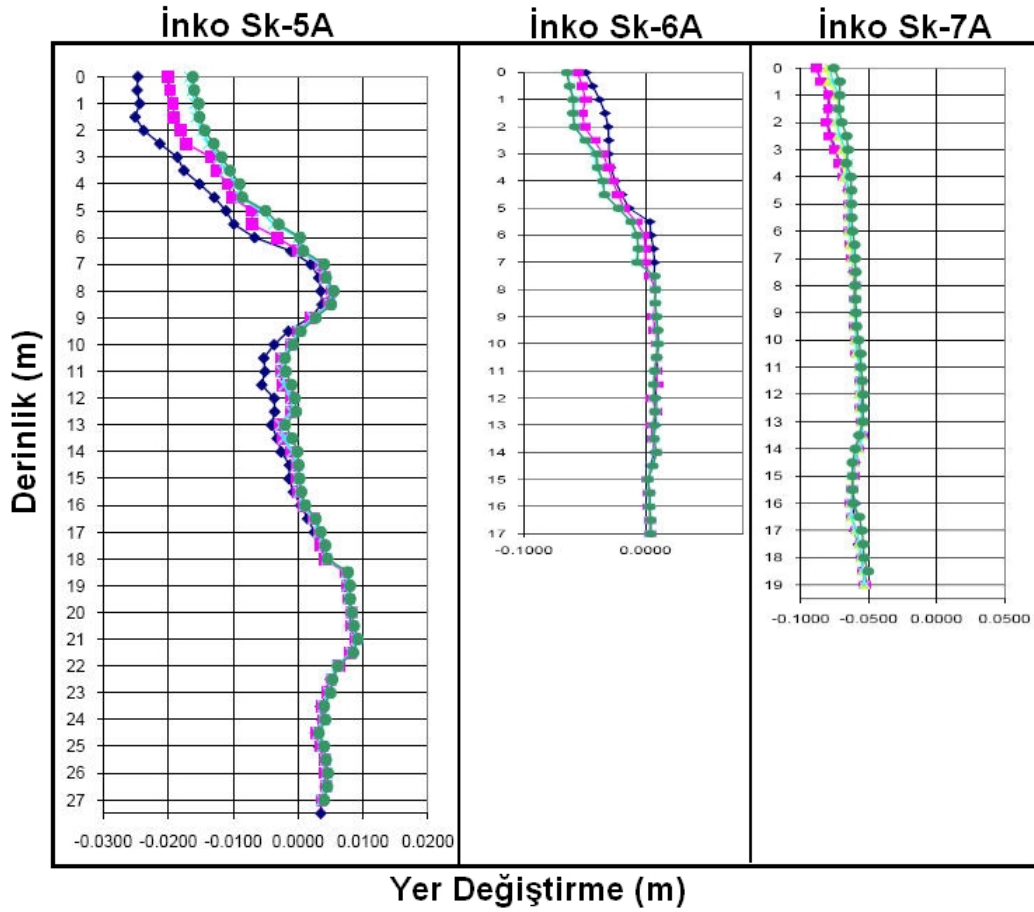
Ölçüm Tarihi	Hareket Derinliği (m)	Toplam Hareket Miktarı (cm) A Doğrultusu	Toplam Hareket Miktarı (cm) B Doğrultusu
19.04.2010		İlk Okuma	
07.05.2010	12,00	0,47	1,03
25.05.2010	12,00	0,31	1,28
21.06.2010	12,00	0,06	0,00
TOPLAM HAREKET MİKTARI (cm)		0,84	2,31
ORTALAMA HAREKET MİKTARI (cm/ay)		0,42	1,15

Çizelge 6.9 İnko-SK-6 kuyusuna ait özet okuma değerleri

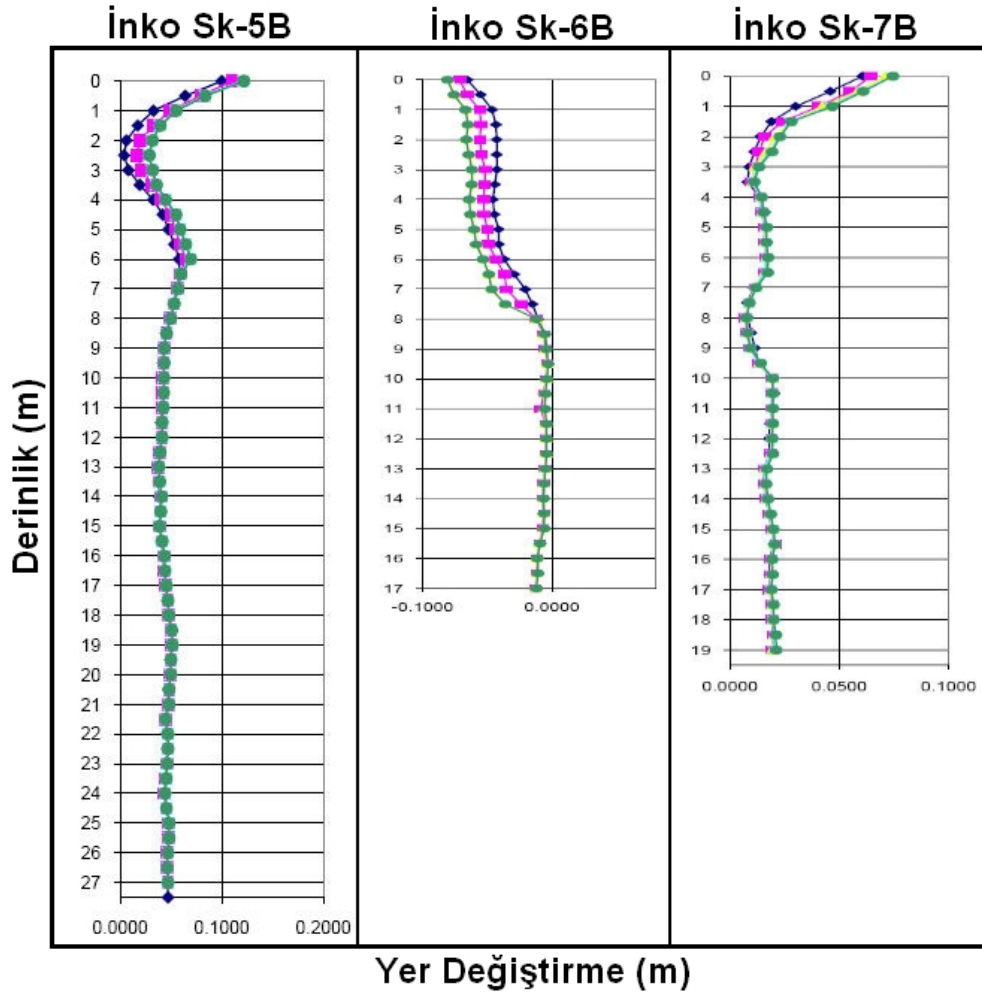
Ölçüm Tarihi	Hareket Derinliği (m)	Toplam Hareket Miktarı (cm) A Doğrultusu	Toplam Hareket Miktarı (cm) B Doğrultusu
14.04.2010		İlk Okuma	
07.05.2010	8,00	0,77	0,69
25.05.2010	8,00	1,33	0,92
21.06.2010	8,00	0,00	0,00
TOPLAM HAREKET MİKTARI (cm)		2,10	1,61
ORTALAMA HAREKET MİKTARI (cm/ay)		0,95	0,73

Çizelge 6.10 İnko-SK-7 kuyusuna ait özet okuma değerleri

Ölçüm Tarihi	Hareket Derinliği (m)	Toplam Hareket Miktarı (cm) A Doğrultusu	Toplam Hareket Miktarı (cm) B Doğrultusu
14.04.2010		İlk Okuma	
19.04.2010	4,00	0,00	0,44
07.05.2010	4,00	0,82	0,58
25.05.2010	4,00	0,25	0,37
21.06.2010	4,00	0,26	0,00
TOPLAM HAREKET MİKTARI (cm)		1,33	1,39
ORTALAMA HAREKET MİKTARI (cm/ay)		0,60	0,63



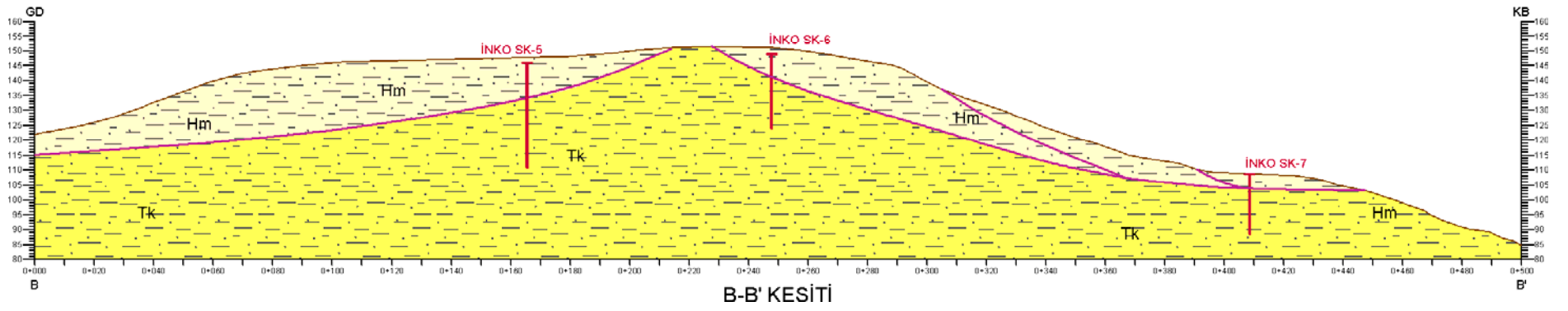
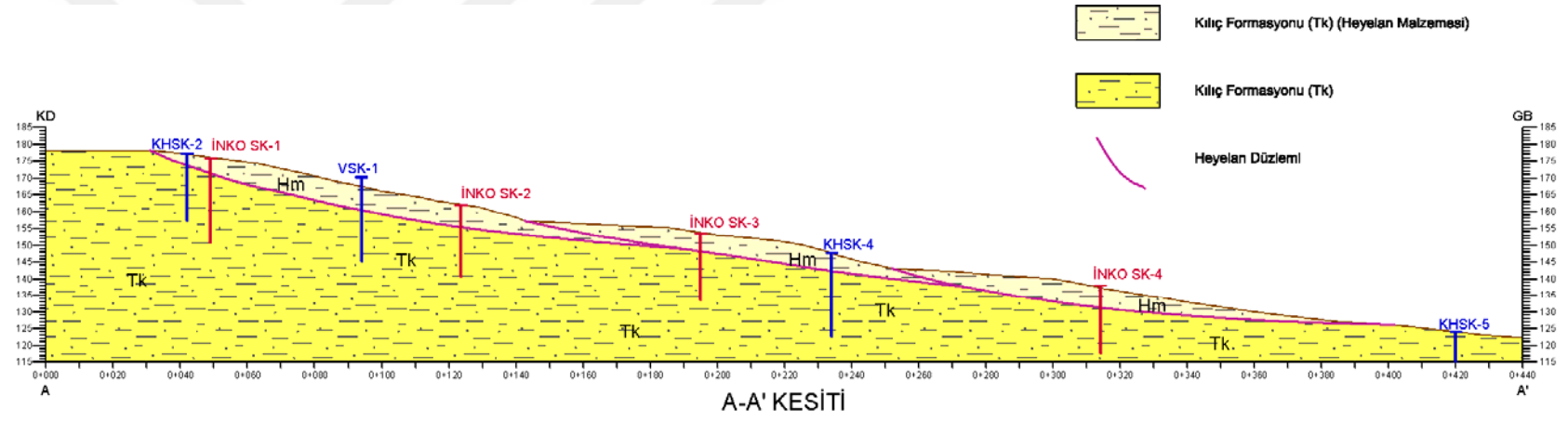
Şekil 6-14 B-B' hattına ait A doğrultusundaki inklinometre grafikleri



Şekil 6-15 B-B' hattına ait B doğrultusundaki inklinometre grafikleri

Nisan, Mayıs ve Haziran aylarında alınan inklinometre okumaları her iki hatta ait jeoteknik sondaj kuyuları için değerlendirildiğine, genel olarak hareketlerin yağışın bol olduğu nisan mayıs aylarında daha fazla olduğu buna karşın Haziran ayında yavaşladığı görülmektedir. A-A' hattında hareketlerin nispeten daha sığ geliştiği (~6 m), buna karşın B-B' hattında ise hareket derinliklerinin 4m ile 12m arasında değiştiği görülmektedir.

İnklinometre ölçümlerine göre kayma yüzeyi derinliğinin en fazla 12m'ye ulaştığı belirlenen çalışma alanında doğal yamaçlardaki bu duraylılık problemlerinin sığ-orta derinliklerde geliştiği söylenebilir. A-A' ve B-B' hatlarındaki inklinometrelerden okunan kayma derinlikleri ve yüzey morfolojisi birlikte yorumlandığında duraysızlıkların tek bir kayma yüzeyinden ziyade bir birini izleyen sığ yüzeyler üzerinde geliştiği belirlenebilir. Bu bulguların ışığında tez çalışması kapsamında hazırlanan A-A', B-B' kesitleri ve kayma yüzeyleri Şekil 6.16'da verilmiştir.



Şekil 6-16 A-A' ve B-B' İnklinometre hatlarına ait jeolojik kesitler ve kayma yüzeyleri

7 LABORATUVAR ÇALIŞMALARI

Jeoteknik sondaj çalışmaları sırasında alınmış örselenmiş ve örselenmemiş örnekler üzerindeki deneylerin büyük bir kısmı Yüksel Domaniç Mühendislik tarafından Form Jeoteknik laboratuvarlarında yaptırılmıştır. Firma ayrıca Orta Doğu Teknik Üniversitesi laboratuvarlarında 4 adet doğrudan makaslama deneyi yaptırmıştır.

Bu deneylerin dışında tez çalışması kapsamında sahada yaklaşık 1m derinliğinde çukur açılarak (Şekil 7.1), doğrudan makaslama deneylerinde kullanılmak üzere makaslama kutusu örneği alınmıştır (Şekil 7.2). Bu örnekler üzerinde doğrudan makaslama deneyleri Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Jeolojisi laboratuvarlarında yapılmıştır.

Otoyol projesi kapsamında ve tez çalışması kapsamında yapılan deneylere ilişkin özet bilgiler Çizelge 7.1’de sunulmuştur.



Şekil 7-1. Makaslama örneği alınması için araştırma çukurunun açılması



Şekil 7-2 Makaslama kutusuyla örnek alınması

Çizelge 7.1 Otoyol projesi ve tez çalışması kapsamında yapılan toplam deney sayıları

Deney Adı	Sayısı
Elek Analizi	78
Atterberg Limiti Tayini	78
Doğal Birim Hacim Ağırlık	9
Üç Eksenli Sıkışma Dayanımı	9
Makaslama Dayanımı	15

Deneysel çalışmalara ilişkin değerlendirmeler aşağıda alt başlıklar halinde sunulmuştur.

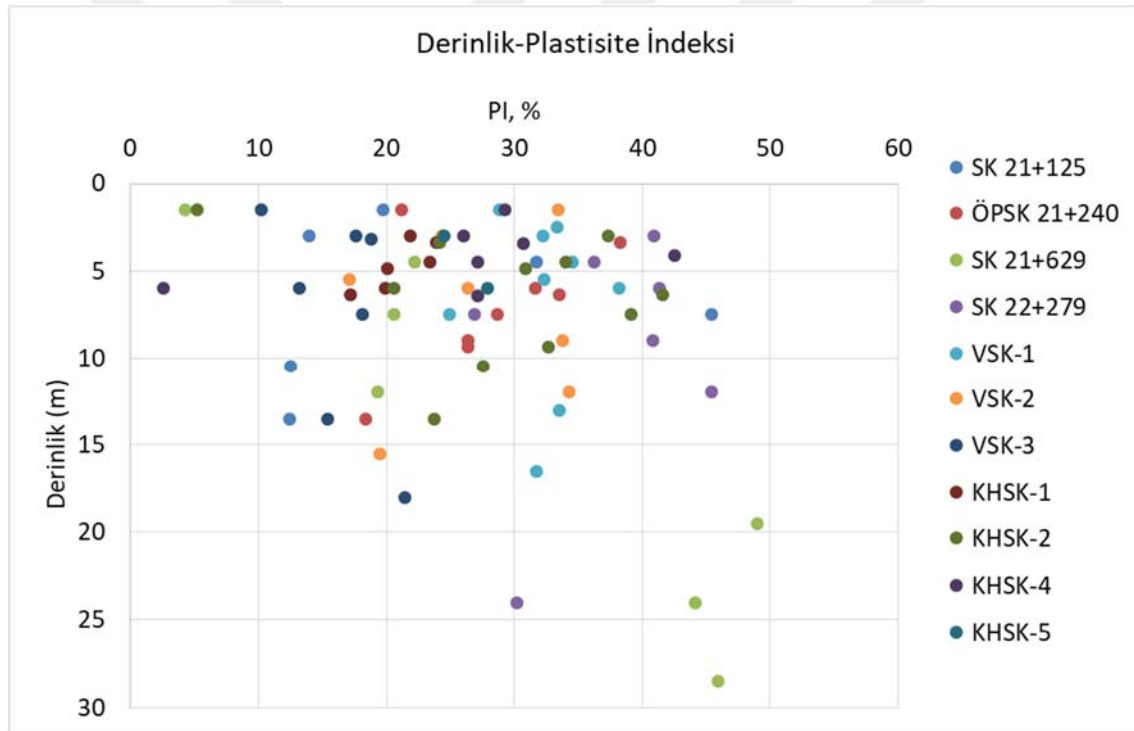
7.1 Zemin Sınıflaması Deneyleri

Jeoteknik sondaj çalışmaları sırasında her ne kadar 176 adet SPT ve 22 adet UD

numunesi alınmış olsa da refü veren SPT'lerden yeterli numune elde edilememesi gibi nedenlerden dolayı 78 adet örnek üzerinde zemin sınıflaması (Elek analizi, Plastik ve Likit limit) deneyleri yapılmıştır.

Plastisite İndeksi

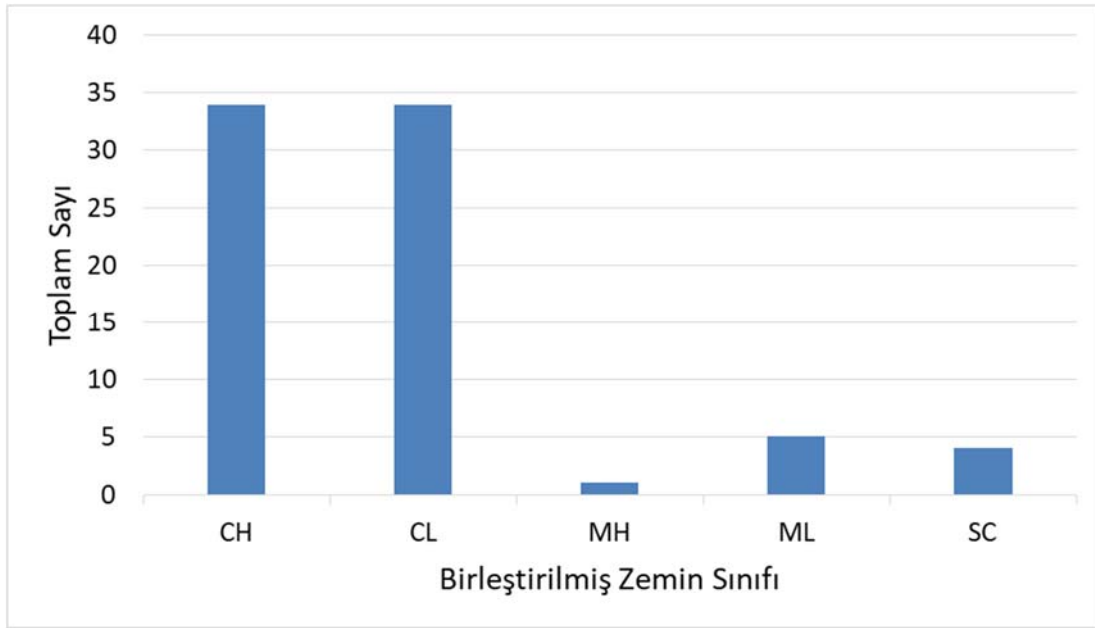
Plastisite İndeksi (PI), Likit limit ile plastik limit arasındaki fark olup, zeminin plastik davranışını koruyabildiği su içeriği değişim aralığını gösterir. Plastisite İndeksi toprak zeminin kil içeriği ve türü ile ilişki olup, dolaylı olarak fikir oluşturulmasına yardımcı olur. Çalışma alanına ait örneklerin Plastisite İndeksi (PI) değerlerinin derinliğe göre değişimi Şekil 7.3'de görülmektedir. Derinliğe bağlı olarak belirgin bir değişim olmamakla birlikte, PI'nın genellikle %10 ile % 50 arasındaki değişimi zeminin önemli düzeyde kil içeriğine işaret etmektedir.



Şekil 7-3 Çalışma alanındaki örneklerin derinlik – plastisite indeksi ilişkisi

Birleştirilmiş Zemin Sınıfları

Çalışma alanındaki sondaj çalışmalarında gözlemsel olarak kesilen birimler çoğunlukla kil ve silt olarak tanımlanmış olup, Form Jeoteknik laboratuvarlarında yapılan deneyler birimin büyük ölçüde ince taneli olduğunu göstermektedir. Zemin örneklerinin Birleştirilmiş Zemin Sınıflama Sistemine (Unified Soil Classification System) göre zemin sınıflarının histogram grafikleri Şekil 7.4'de sunulmuştur.



Şekil 7-4 Birleştirilmiş zemin sınıfı histogram grafikleri

Toplam 78 adet örneğe ilişkin deneysel çalışmalara göre 34 adet “CH”, 34 adet “CL”, 1 adet “MH”, 5 adet “ML”, 4 adet “SC” zeminin sınıfı belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre Kabaklı heyelan sahasındaki Kılınç formasyonunun önemli ölçüde kil içerdiği görülmektedir.

7.2 Doğal Birim Hacim Ağırlık

Çalışma alanından alınan örselenmemiş örnekler üzerinde yapılan birim hacim ağırlık deneylerine göre ortalama birim hacim ağırlık (γ_{ort}) 19.9 kN/m³ olup, en düşük ve en büyük değerleri ise sırasıyla 17.87 kN/m³ ve 20.91 kN/m³'dir. Örneklere ait birim hacim ağırlık değerleri çizelge 7.2'de sunulmuştur.

Çizelge 7.2 Birim hacim ağırlık deney sonuçları

No	Kuyu No	Derinlik	Birim Hacim Ağırlık
		(m)	γ , kN/m ³
1	SK 21+240	6,00-6,35	19,38
2	“	9,00-9,35	20,18
3	KHSK-1	4,50-4,85	20,51
4	“	6,00-6,35	20,08
5	KHSK-2	3,00-3,35	19,72
6	“	4,50-4,85	20,91
7	“	6,00-6,35	20,16
8	“	7,00-7,50	20,36
9	SK 22+279	3,00-3,50	17,87

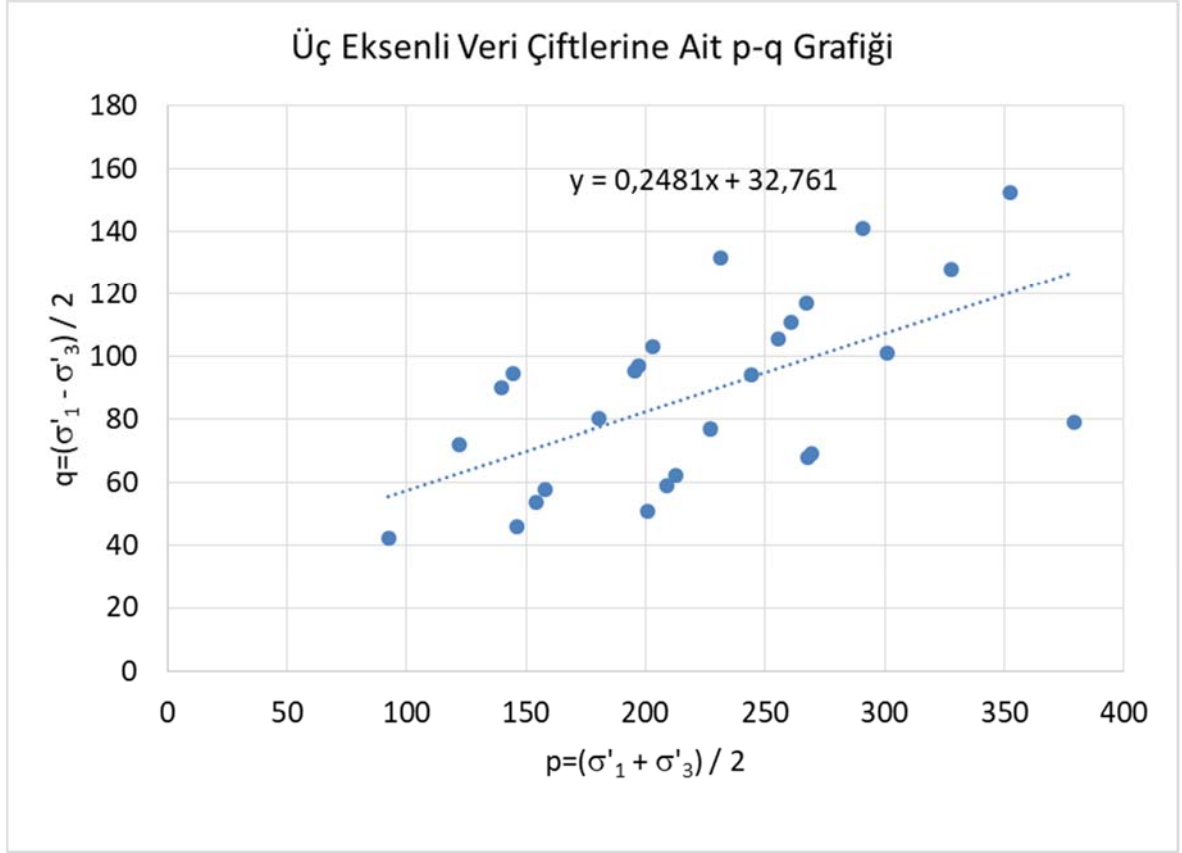
7.3 Üç Eksenli Sıkışma Dayanımı Deneyleri

Zeminin makaslama dayanım parametrelerinin belirlenmesi amacı ile 9 adet üç eksenli sıkışma dayanımı deneyi yapılmış olup bu deneylerin tamamı Form jeoteknik laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. Deneylere ait özet sonuçlar Çizelge 7.3’de verilmiş olup çok sayıda mohr dairesinin elde edildiği birimde Ulusay vd. [21] tarafından önerilen p-q grafiği çizilerek ortalama makaslama dayanım parametreleri belirlenmiştir.

Çizelge 7.3 Üç eksenli sıkışma dayanımı deney sonuçları ve veri çiftleri

No	Kuyu No	Derinlik (m)	σ_1 (kPa)	σ_3 (kPa)	c (kPa)	ϕ (°)
1	SK 21+240	6,00-6,35	194	50	69,6	2
			304	150		
			458	300		
2	SK 21+240	9,00-9,35	261	100	53,0	10
			338	150		
			402	200		
3	KHSK-1	4,50-4,85	363	100	92,2	10
			432	150		
			505	200		
4	KHSK-1	6,00-6,35	216	100	40,2	6
			275	150		
			339	200		
5	KHSK-2	3,00-3,35	239	50	68,6	9
			291	100		
			372	150		
6	KHSK-2	4,50-4,85	230	50	71,6	8
			294	100		
			361	150		
7	KHSK-2	6,00-6,35	306	100	64,7	12
			384	150		
			456	200		
8	KHSK-2	7,00-7,50	208	100	34,3	7
			268	150		
			336	200		
9	SK 22+279	3,00-3,50	135	50	35,3	4
			192	100		
			252	150		

Şekil 7.5'te sunulan p-q grafiği kullanılarak makaslama dayanım parametreleri aşağıdaki eşitliklerle hesaplanır.



Şekil 7-5 Üç eksenli deney veri çiftlerine ait p-q grafiği

$$p = (\sigma_1 + \sigma_3) / 2 \quad (\text{Eşitlik 7.1})$$

$$q = (\sigma_1 - \sigma_3) / 2 \quad (\text{Eşitlik 7.2})$$

p, x ekseninde, q, y ekseninde olacak şekilde çizilir ve zarfın eğim açısı (α) ve q eksenini kestiği nokta "a" değerleri kullanılarak etkin normal gerilim cinsinden c' ve ϕ' parametreleri şu şekilde hesaplanır;

$$\phi' = \sin^{-1}(\tan \alpha) \quad (\text{Eşitlik 7.3})$$

$$c' = a / \cos \phi' \quad (\text{Eşitlik 7.4})$$

Sonuç olarak yapılan üç eksenli deneylerden birime ait ortalama efektif makaslama dayanım parametreleri $c' = 33.8 \text{ kPa}$ ve $\phi' = 14,4^\circ$ olarak bulunmuştur.

7.4 Doğrudan Makaslama Deneyleri

Doğrudan makaslama deneylerinin 9 adedi Form Jeoteknik laboratuvarlarında, 4 adedi ODTÜ laboratuvarlarında, 2 adedi ise tez çalışması kapsamında Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Jeolojisi laboratuvarlarında yapılmıştır. Drenajlı ve konsolidasyonlu olarak uygulanan deneylerde ileri ve geri makaslama aşamalarıyla doruk (peak) ve artık (residual) dayanım parametreleri belirlenmiştir. Doğrudan makaslama deneylerinden elde edilen sonuçlara ait özet Çizelge 7.4'de verilmiştir.

Çizelge 7.4 Doğrudan makaslama deney sonuçları

No	Kuyu No	Derinlik (m)	Doruk Makaslama Dayanımı		Artık Makaslama Dayanımı	
			c (kPa)	ϕ (°)	c' (kPa)	ϕ' (°)
1	VSK-1	2,50-3,00	46,7	3,8	23,7	8,4
2	VSK-1	5,50-6,00	63,7	6,0	22,3	14,7
3	VSK-2	5,50-6,00	47,2	10,0	21,2	21,8
4	VSK-3	3,00-3,35	28,4	20,3	7,8	30,5
5	KHSK-4	3,00-3,40	43,3	9,0	22,6	19,8
6	KHSK-4	4,10-4,50	65,1	5,3	25,9	11,7
7	KHSK-4	6,00-6,40	36,5	14,0	10,8	26,8
8	KHSK-5	3,00-3,45	38,2	9,5	12,9	17,8
9	KHSK-5	6,00-6,45	36,2	4,6	19,0	13,6
10	*İNKO SK-6	7,00-7,50	96,0	29,0	60,0	26,0
11	*İNKO SK-6	10,10-10,50	257,0	32,0	200,0	25,0
12	*İNKO SK-6	17,70-18,00	231,0	31,0	213,0	26,0
13	*İNKO SK-6	18,00-18,30	292,0	31,0	276,0	26,0
14	**Makaslama-1	0,50	27,5	10,3	15,0	12,7
15	**Makaslama-2	0,50	19,4	12,7	14,6	9,7

*ODTU laboratuvarlarında yapılan deneyler

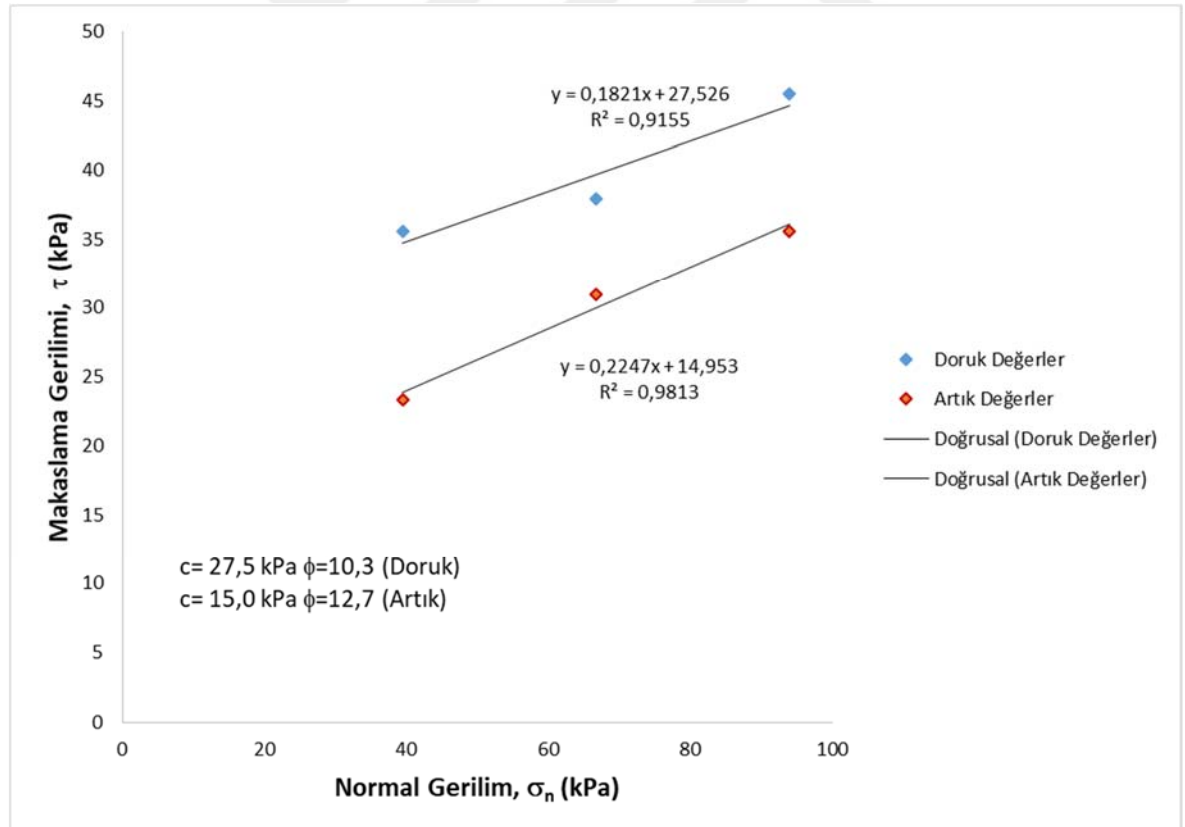
**Taraftmdan yapılan deneyler

Çizelge 7.4'de sunulan 15 deneyin 12'si heyelana ait muhtemel kayma derinliğinin üzerinde (heyelan kütlesi içerisinde) yer alırken, İnko SK-6 kuyusundan alınan 3 adet numune hareket derinliğinin altından alınmıştır. Bu üç örneğe ait makaslama dayanımı parametrelerinin, diğer değerlerle kıyaslandığında oldukça yüksek olduğu görülmekte olup, bu durum kayma yüzeyinin altındaki sıkı zeminin varlığına işaret etmektedir. Kayan kütleye ait makaslama dayanım parametrelerine ilişkin ortalama, en düşük ve en yüksek parametreler Çizelge 7.5'de sunulmuştur.

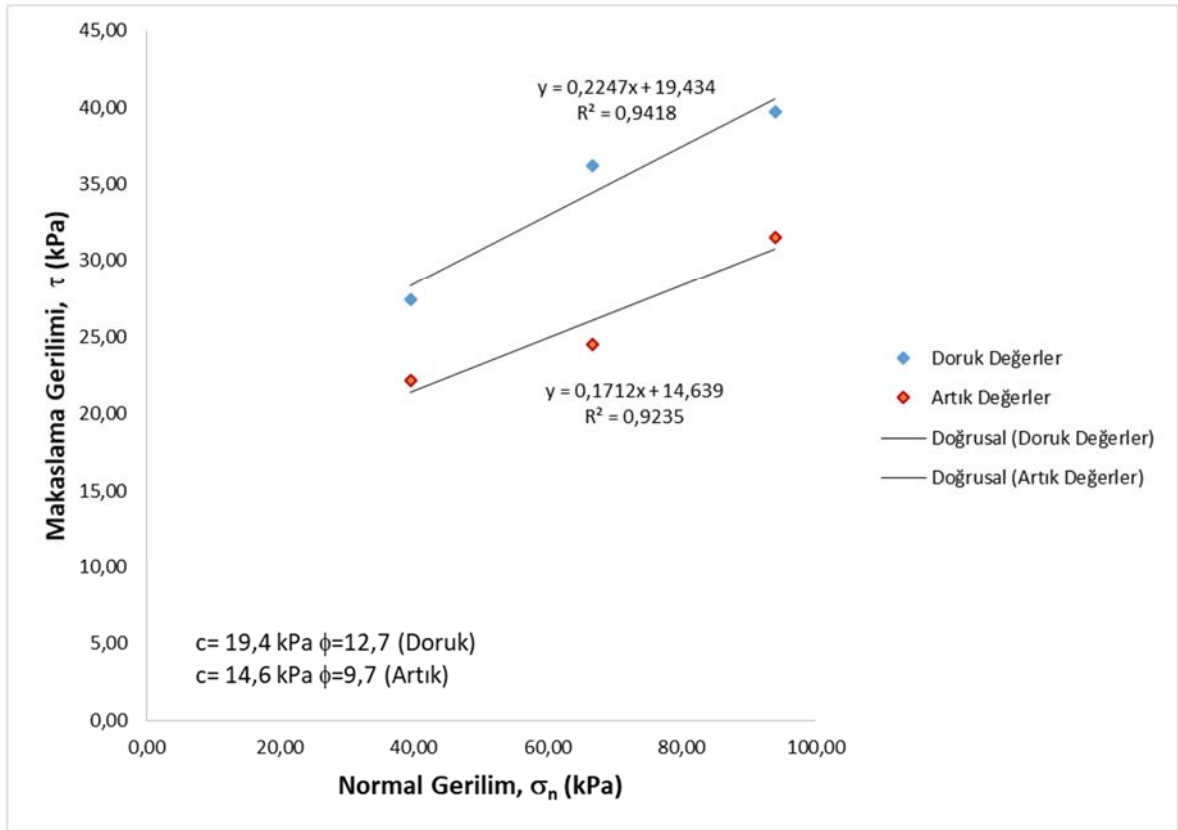
Çizelge 7.5 Heyelan kütlesinden alınan örneklere ait makaslama dayanım parametrelerine ait ortalama, en düşük ve en yüksek değerler

Derinlik (m)	Doruk Makaslama Dayanımı		Artık Makaslama Dayanımı	
	c (kPa)	ϕ (°)	c' (kPa)	ϕ' (°)
Minimum	19,4	3,8	7,8	8,4
Maksimum	96,0	29	60	30,5
Ortalama	45,7	11,2	21,3	17,8

Tez çalışması kapsamında Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Jeolojisi laboratuvarlarında yapılan iki set makaslama dayanımı deney sonuçları diğerlerine kıyasla daha düşük elde edilmiştir. Örnekleme derinliğinin yüzeye yakın olması bu farklılığın olası bir nedeni olarak değerlendirilebilir. Bu iki örneğe ait makaslama dayanım zarfı Şekil 7.6 ve Şekil 7.7'de görülmektedir.



Şekil 7-6 Makaslama-1 deneyine ait normal gerilim-makaslama gerilimi grafiği

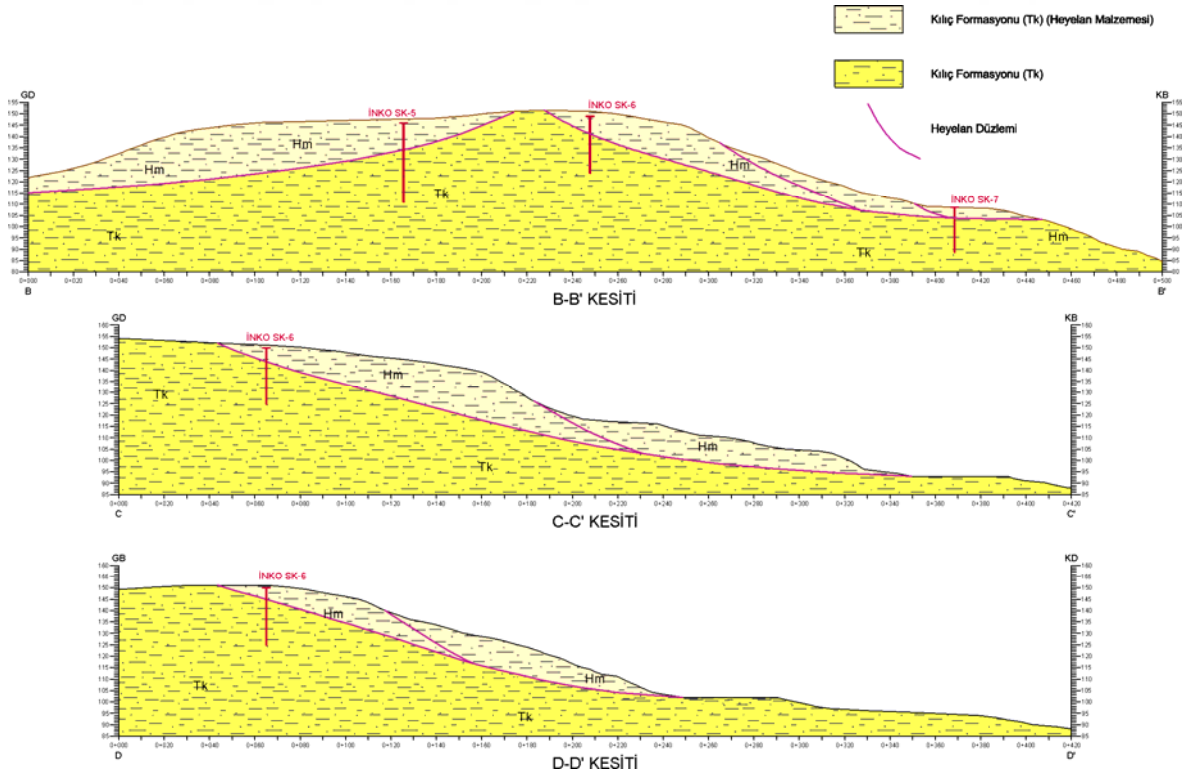


Şekil 7-7 Makaslama-2 deneyine ait normal gerilim-makaslama gerilimi grafiği

8 GERİYE DÖNÜK ANALİZLER

Jeolojik ortamlardaki duraysızlıkların geriye dönük analizleri gerçekçi dayanım parametrelerinin belirlenmesi amacıyla oldukça değerli veri üretme araçlarıdır. Geriye dönük analizler sonucunda belirlenen dayanım parametreleri varsa laboratuvar deneyleri ile belirlenen sonuçlarla birlikte değerlendirilerek tasarıma yönelik olarak kullanılabilir. Şev duraysızlıklarının geriye dönük analizlerinde yenilme öncesi şev geometrisi, yeraltı suyu koşulları gibi diğer girdi parametrelerinin sağlıklı bir şekilde bilinmesi oldukça önemlidir. Doğal yamaçların duraysızlıklarında çoğu durumda yenilme öncesi yamaç profiline ulaşmak mümkün olamayabilmektedir. Bununla beraber, heyelan halen aktif bir davranış sergiliyorsa mevcut durumda limit denge koşulunun (güvenlik katsayısı, $GK=1.0$) geçerli olduğu dikkate alınarak mevcut yamaç profili geriye dönük analizlerde kullanılabilir.

Kabaklı heyelan sahasında yerleştirilen inklinometre hatlarında oluşturulan yenilme yüzeylerine göre geriye dönük analizler yapılmış ve sonuçları aşağıda verilmiştir. Geriye dönük analizler için Ek-2’de verilen dokümantasyon haritası üzerinde hatları gösterilen ve birbirleriyle ıııııııı konumlanan B-B’ ,C-C’ ve D-D’ kesitleri boyunca yapılmıştır.

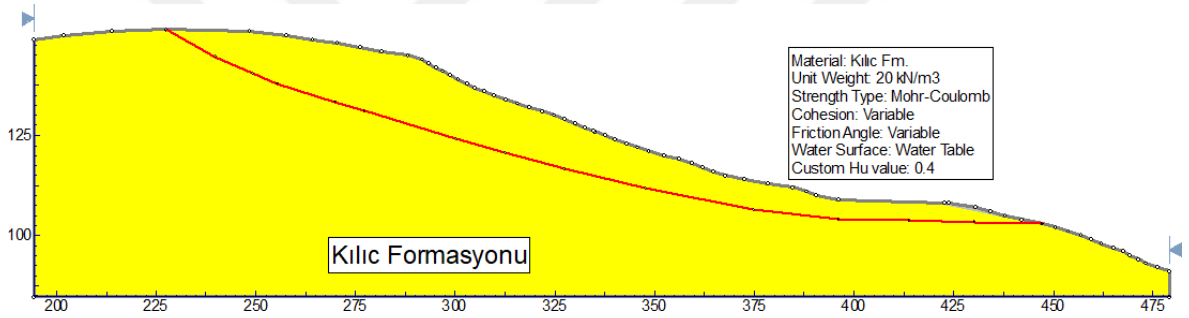


Şekil 8-1 Geriye dönük analiz kesitleri

İnklinometre okumalarının değerlendirmesinde daha yağışlı Nisan ve Mayıs aylarında hareketlerin daha belirgin olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle, yağışlı mevsimsel koşullarının yanı sıra yenilme yüzeyinin nispeten yüzeye yakın konumu birlikte dikkate alındığında heyelanın gelişimi sırasında önemli düzeyde gözenek suyu basınçlarının gelişmesi söz konusu olabilir. Bu değerlendirme doğrultusunda, geriye dönük analizlerde gözenek suyu basıncı oranı $r_u=0.4$ olarak alınmış ve güvenlik katsayısının $GK=1.0$ koşulunu sağlayan kohezyon (c) ve içsel sürtünme açısı veri çiftleri araştırılmıştır. Analizlerde birim hacim ağırlık ortalama bir değer olarak 20 kN/m^3 alınmıştır.

B-B' Kesiti

B-B' analiz kesiti şekil 8.2'de verilmiş olup farklı kohezyon değerleri için $GK=1.00$ koşulu sağlayan içsel sürtünme açısı değerleri çizelge 8.1'de sunulmuştur.



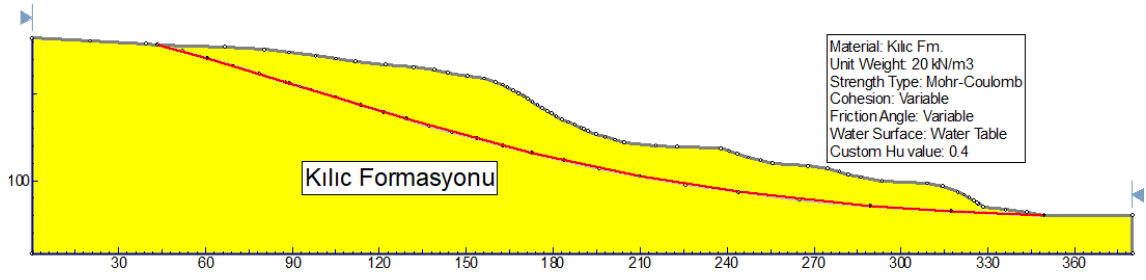
Şekil 8-2 B-B' kesiti geriye dönük analiz modeli

Çizelge 8.1 B-B' kesiti geriye dönük analiz veri çiftleri

Analiz Kesiti	r_u	GK	Statik Durum		Birim Hacim Ağırlık $\gamma, \text{ kN/m}^3$
			Kohezyon	İçsel Sürt. Açısı	
			c, kPa	$\phi, ^\circ$	
B-B'	0.40	1,00	40	1,2	20
	0.40	1,00	35	3,2	20
	0.40	1,00	30	5,3	20
	0.40	1,00	25	7,3	20
	0,40	1,00	20	9,4	20
	0,40	1,00	15	11,5	20
	0,40	1,00	10	13,6	20

C-C' Kesiti

C-C' analiz kesiti şekil 8.3'de verilmiş olup farklı kohezyon değerleri için $GK=1.00$ koşulu sağlayan içsel sürtünme açısı değerleri çizelge 8.2'de sunulmuştur.



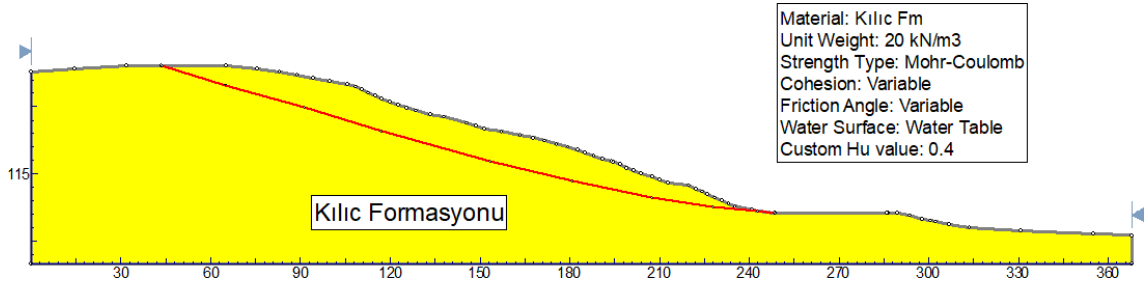
Şekil 8-3 C-C' kesiti geriye dönük analiz modeli

Çizelge 8.2 C-C' kesiti geriye dönük analiz veri çiftleri

Analiz Kesiti	r_u	GK	Statik Durum		Birim Hacim Ağırlık γ , kN/m ³
			Kohezyon c , kPa	İçsel Sürt. Açısı ϕ , °	
C-C'	0,40	1,00	40	1,6	20
	0,40	1,00	35	3,2	20
	0,40	1,00	30	4,9	20
	0,40	1,00	25	6,6	20
	0,40	1,00	20	8,2	20
	0,40	1,00	15	9,8	20
	0,40	1,00	10	11,4	20

D-D' Kesiti

D-D' analiz kesiti şekil 8.4'de verilmiş olup farklı kohezyon değerleri için GK=1.00 koşulu sağlayan içsel sürtünme açısı değerleri çizelge 8.3'de sunulmuştur.



Şekil 8-4 D-D' kesiti geriye dönük analiz modeli

Çizelge 8.3 D-D' kesiti geriye dönük analiz veri çiftleri

Analiz Kesiti	r_u	GK	Statik Durum		Birim Hacim Ağırlık γ , kN/m ³
			Kohezyon c , kPa	İçsel Sürt. Açısı ϕ , °	
D-D'	0,40	1,00	35	1,8	20
	0,40	1,00	30	4,2	20
	0,40	1,00	25	6,6	20
	0,40	1,00	20	8,9	20
	0,40	1,00	15	11,2	20
	0,40	1,00	10	13,4	20

Tez çalışmasının bir sonraki bölümünde otoyolun Kabaklı heyelanından geçen en derin kazı şev geometrisi kullanılarak uzun dönem duraylılık değerlendirmesi yapılmıştır. Makaslama dayanım parametrelerinin (kohezyon ve içsel sürtünme açısı) ortalaması ve olası değişim aralığı dikkate alınarak olasılıksal şev duraylılığı analizleri yapılmıştır. Makaslama dayanım parametrelerinin ortalama değerleriyle beraber olası değişim aralığının belirlenmesi amacıyla doğrudan makaslama dayanımı deneyleri ve geriye dönük analiz sonuçları topluca değerlendirilmiştir. Üç eksenli sıkışma dayanımı deneylerinden elde edilen parametreler uzun dönem şev stabilitesi değerlendirmelerinde kullanılmadığından dolayı hesaplamalara dahil edilmemişlerdir. Bu değerlendirmeler bir sonraki bölümde ayrıntılı olarak sunulmuştur.



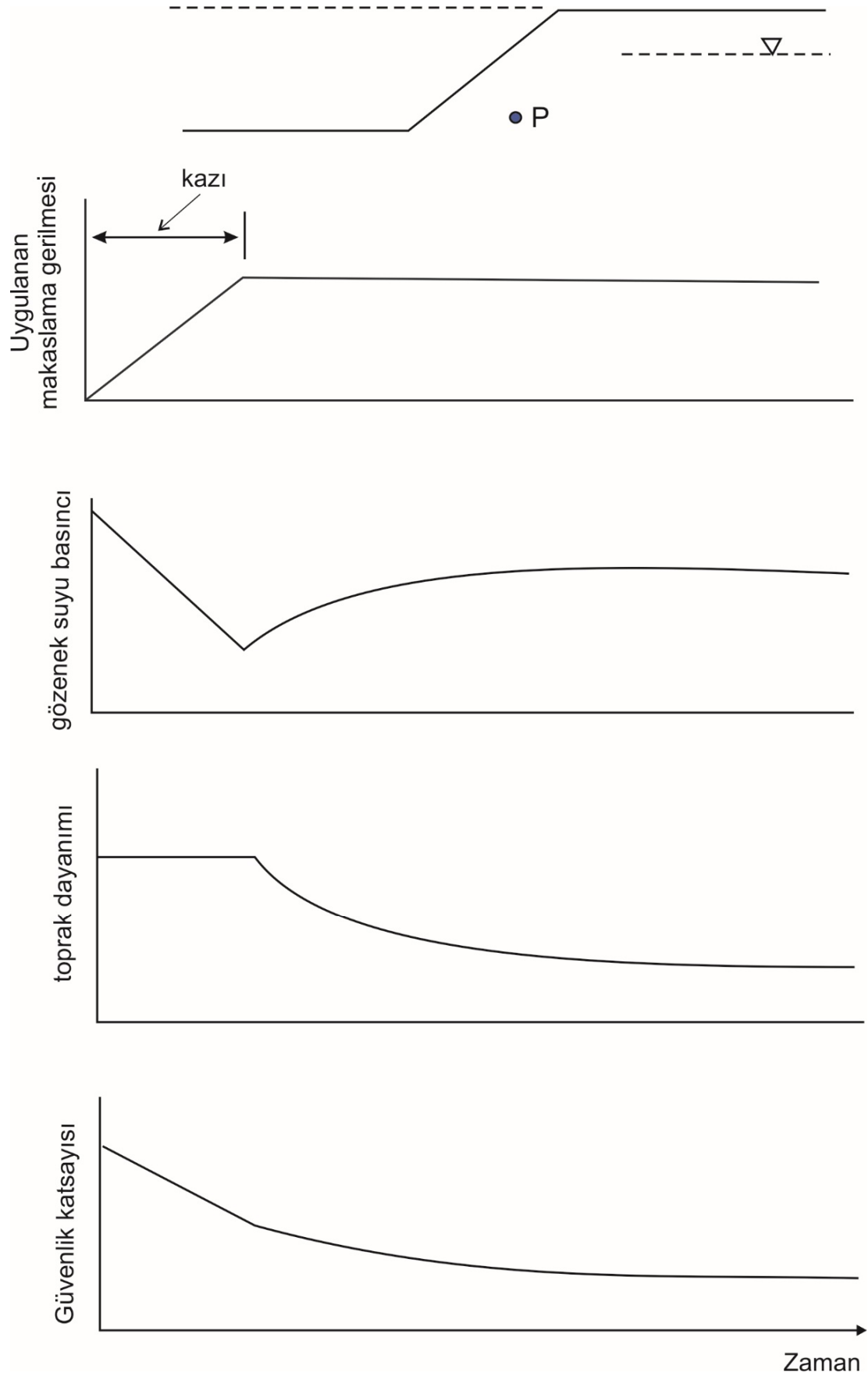
9 UZUN DÖNEM ŞEV DURAYLILIĞI DEĞERLENDİRMELERİ

Kabaklı heyelan sahasından geçen otoyol şevlerinin uzun dönem duraylılık koşullarına göre tasarımı tezin bu bölümünde değerlendirilmiştir. Kazı sırası ve sonrasında gözenek suyu basıncındaki ve zeminin dayanımındaki değişimlere bağlı olarak kazı aşamasındaki koşullar için hesaplanan güvenlik katsayısı zamana bağlı olarak azalma eğilimindedir (Şekil 9.1). Çok iyi bilindiği üzere $GK=1.0$ limit denge durumunu, $GK<1.0$ ve $GK>1.0$ değerleri sırasıyla duraysız ve duraylı durumları tanımlamaktadır. Ancak, literatürde de çok sayıda örneği görülebileceği gibi tasarım aşamasında $GK>1.0$ olmasına karşın uygulama sonrasında duraysızlığın geliştiği veya $GK<1.0$ olmasına karşın uygulama sonrasında duraylılığını koruyabilen şev tasarımları olabilmektedir. Gerçekte bu durum, girdi parametrelerindeki belirsizlik ve istatistiksel dağılım modeliyle yakın ilişkilidir. Bu nedenle, özellikle duraysızlık koşulunun %0 ile %100 arasında olasılıklı hesaplanması tehlike ve risk yönetimi açısından öneme sahiptir. Tezin bu bölümünde makaslama dayanım parametrelerindeki (kohezyon ve içsel sürtünme açısı) olası belirsizlikleri gidermek ve bu parametrelerin en düşük ve en yüksek değerleri arasında ortalamasıyla birlikte olasılıklı şev duraylılığı analizleri yapılmıştır.

Ayrıca, depremselliği oldukça yüksek olan çalışma alanı için zamansal boyutuyla birlikte deprem büyüklüğünün çalışma alanına etkiyebileceği sismik katsayı da kullanılarak olasılıklı şev duraylılığı analizleri duraysızlık tehlikesi yönüyle değerlendirilmiştir.

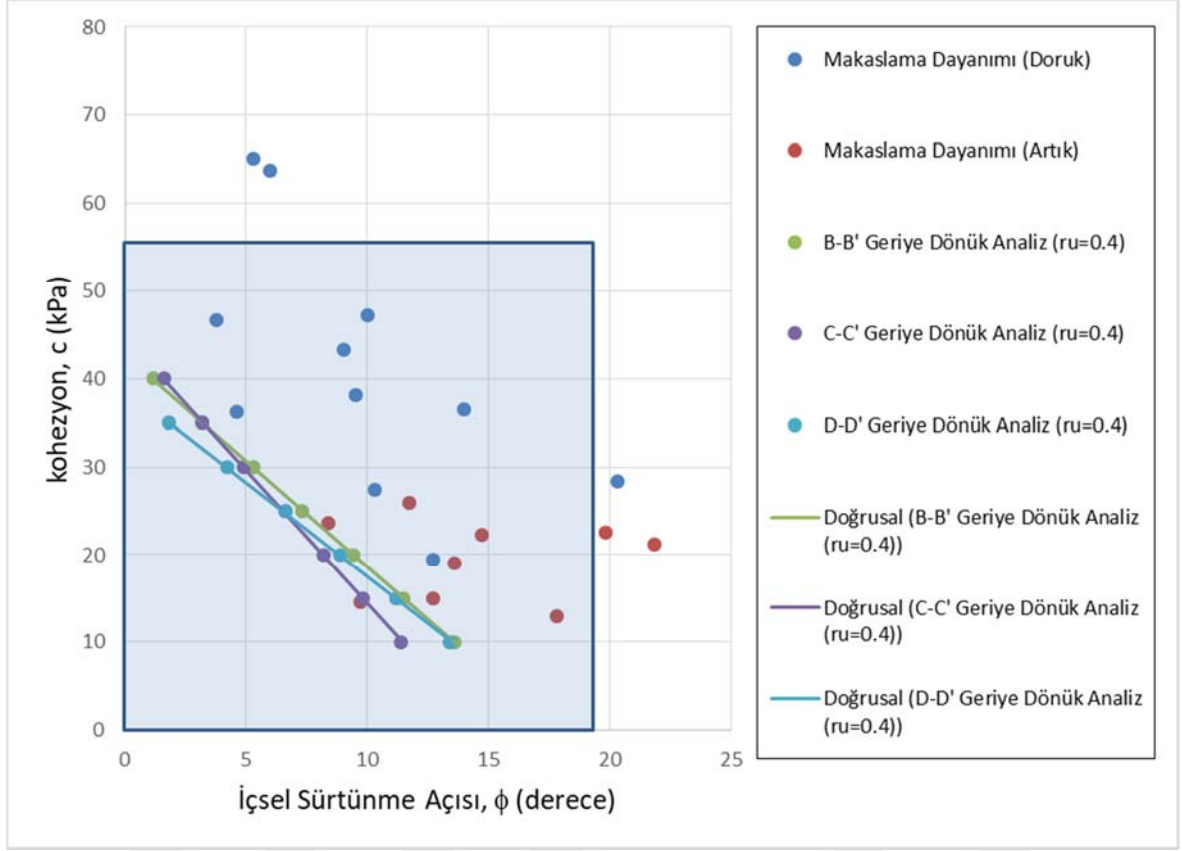
9.1 Girdi Parametrelerinin Seçimi

Çalışma kapsamında üç eksenli sıkışma dayanımı, doğrudan makaslama dayanımı ve geriye dönük analizlerle doğrusal Mohr-Coulomb makaslama dayanım parametre çiftleri (kohezyon ve içsel sürtünme açısı) elde edilmiştir. Kazı aşamasından başlayarak uzun döneme kadar uzanan bir süreçte çalışma alanındaki otoyol şev kazılarının duraylılığının değerlendirilmesine yönelik olarak üç eksenli sıkışma dayanımı hariç tüm veriler bir arada dikkate alınmıştır.



Şekil 9-1 Bir şev kazısı için güvenlik katsayısının zamana bağlı değişimi [22]

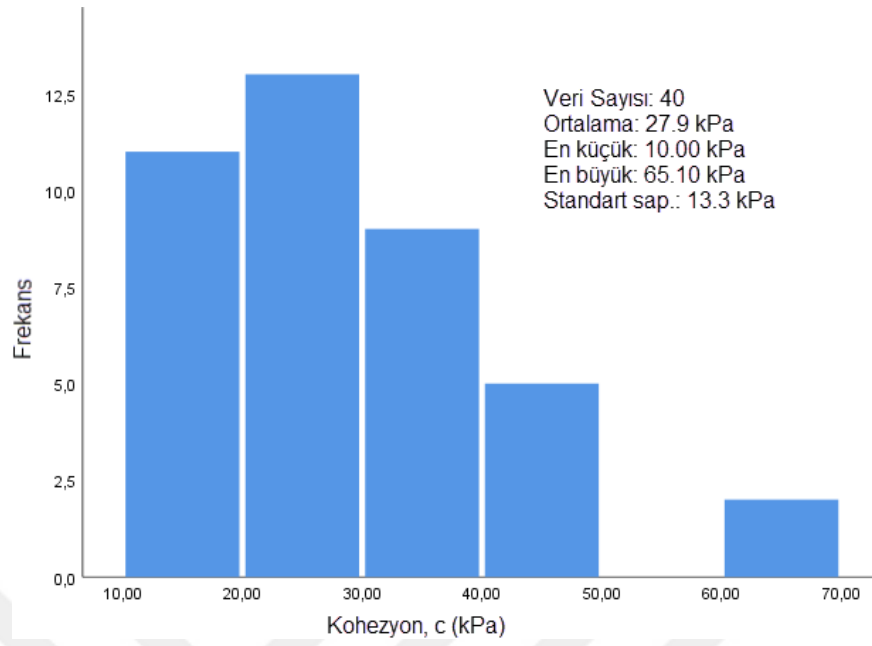
Geriye dönük analiz sonuçlarıyla birlikte diğer tüm kohezyon (c) ve içsel sürtünme açısı (ϕ) değerleri c - ϕ grafiği üzerine işlenmiştir (Şekil 9.2).



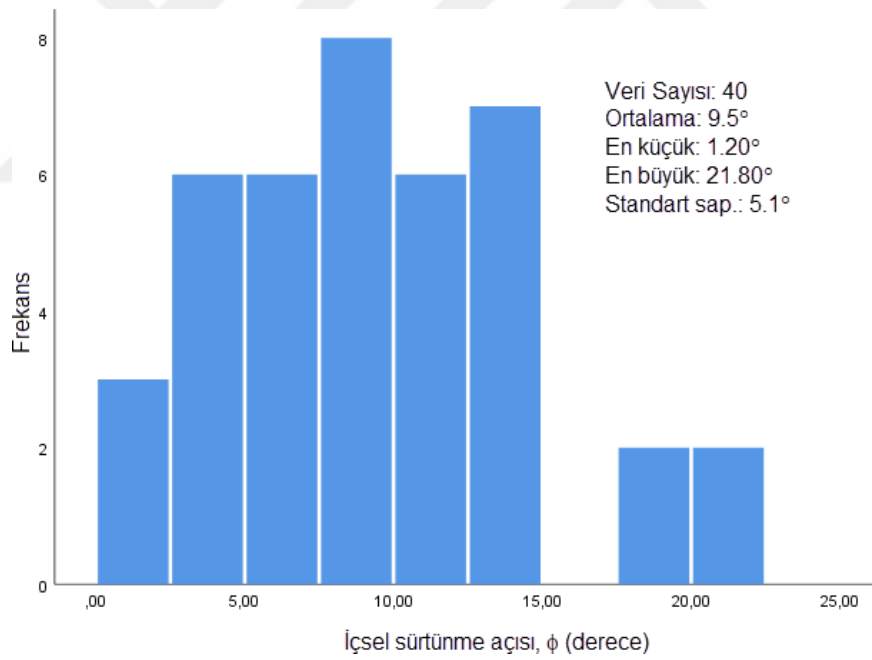
Şekil 9-2 Çalışma kapsamında derlenen tüm kohezyon ve içsel sürtünme açısı çiftlerinin c - ϕ grafiği

c - ϕ grafiğinde çok yüksek kohezyona ve içsel sürtünme açısına sahip değerler heyelan kütesinin altındaki birime ait dayanım parametrelerini yansıtmaması nedeniyle, bu veri grubu dışındaki diğer verileri kapsayan alandaki veriler (Şekil 9.2'deki gri alan) kullanılmıştır. Ayrıca 3 eksenli sıkışma dayanımı deneyleri konsolidasyonsuz – drenajsız yapılmasından dolayı uzun dönem şev stabilite analizlerinde kullanılmamaktadır. Bu sebeple bu deneyden elde edilen veri çiftleri de kullanılmamıştır. Olasılıklı şev duraylılığı analizlerine girdi parametrelerinin sağlanabilmesi için kayan kütleye ait kohezyon ve içsel sürtünme açısı değerleri ayrı ayrı istatistiksel olarak değerlendirilmiştir (Şekil 9.3). Makaslama dayanımı parametrelerinin her biri (c ve ϕ) ortalama ve standart sapma değerleriyle birlikte olasılıklı şev duraylılığı analizlerinde girdi olarak kullanılmıştır (Şekil 9.4). Elde edilen ortalama değerler kendileri kadar arttırılıp azaltılarak slide v6.0 [23] programında değişken olarak tanımlanmış ve analizler yapılmıştır.

(a)



(b)



Şekil 9-3 Çalışma alanında kayan kütle için farklı yaklaşımlarla elde edilen makaslama dayanım parametresi çiftlerinin (c ve ϕ) ayrı ayrı istatistiksel değerlendirmeleri ve histogram grafikleri (a) kohezyon ve (b) içsel sürtünme açısı

#	Material Name	Property	Distribution	Mean	Std. Dev.	Rel. Min	Rel. Max
1	Kilic Fm. (Ayrismis Seviye)	Cohesion	Normal	27.9	13.3	27.9	27.9
2	Kilic Fm. (Ayrismis Seviye)	Phi	Normal	9.5	5.1	9.5	9.5

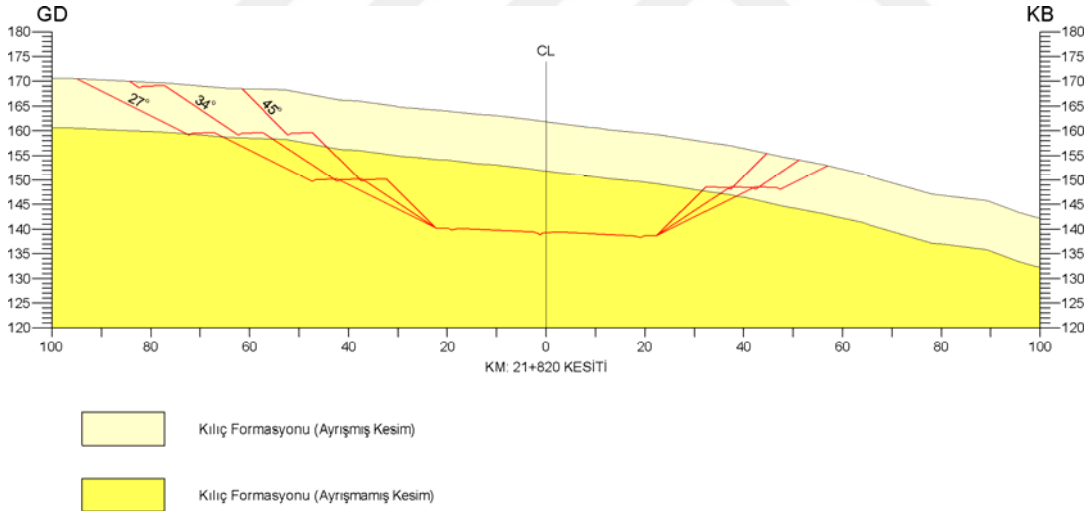
Şekil 9-4 Slide v6.0 [23] isimli programda makaslama dayanım parametrelerinin tanımlanması

9.2 Otoyol Şev Profiline Olasılıklı Şev Duraylılık Analizleri

Gebze-Orhangazi otoyolunun 21+000 ile 22+700 km'leri arasındaki şevlerin uzun süreli duraylılığının amaçlandığı tez çalışmasında öncelikli olarak statik durumda farklı basamak geometrileri kullanılarak olasılıklı şev duraylılığı analizleri gerçekleştirilmiş ve ikinci aşama olarak bölgenin depremselliğinin de dikkate alındığı olasılıklı şev duraylılığı analizleri yapılmıştır. Son aşamada ise deprem büyüklüğü zaman ilişkisiyle birlikte şev duraylılığı tehlikesi de yorumlanmıştır.

9.2.1 Statik Durum Olasılıklı Şev Duraylılığı Analizleri

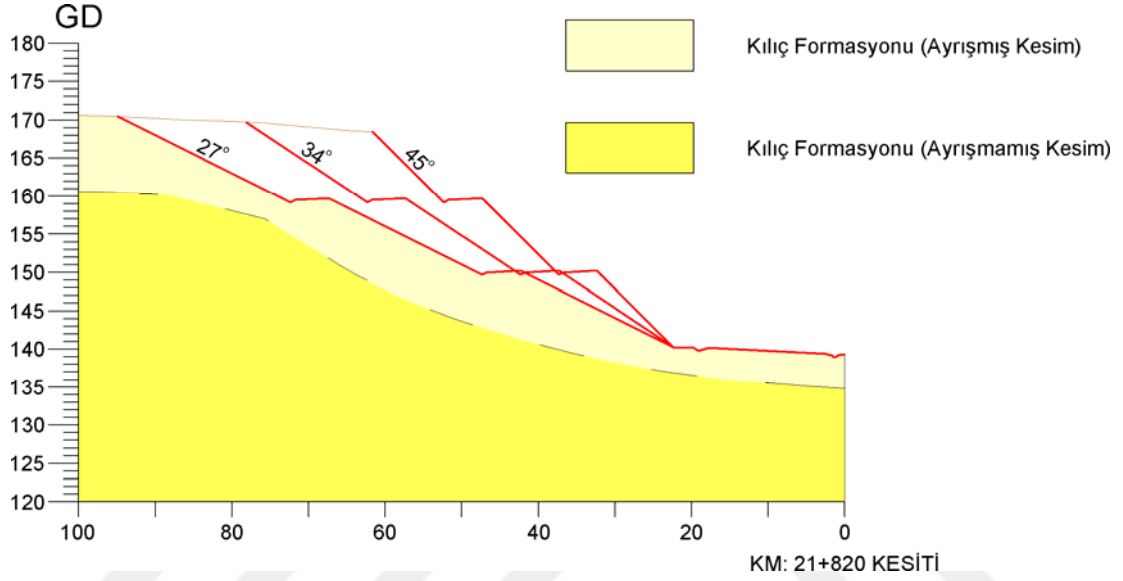
Kabaklı heyelan sahasındaki otoyol şevlerinin duraylılık analizleri için en yüksek şev kesitinin olduğu km:21+820 kesiti seçilmiştir (Şekil 9.5). Diğer tüm şev duraylılığı analizlerinde de en kritik durumu temsil eden şev profili olması nedeniyle km:21+820 kesiti kullanılmıştır. Statik durum analizleriyle 10 m yüksekliğe sahip farklı basamak geometrilerinin (27° / 2Yatay-1Düşey, 34° / 3Yatay-2Düşey ve 45° / 1Yatay-1Düşey) duraylılık üzerindeki etkisi yorumlanmış ve sonraki analizlerde kullanılacak basamak profiline karar verilmiştir.



Şekil 9-5 Farklı basamak geometrileriyle birlikte Km: 21+820 Kesiti

Çalışma alanındaki zemin profilinde yer yer değişim göstermekle birlikte genel olarak yaklaşık 10m ayrılmış zemin profili ve hemen altında daha sıkı zemin koşulları bulunmaktadır. Çalışma alanındaki kaymalar bu ayrılmış zon içerisinde gelişmektedir. Şekil 9.5'de de görüleceği üzere farklı geometrilere sahip basamaklarla oluşturulabilecek otoyol şev profilinde ayrılmış düşük dayanımlı zemin üst basamaklarda kalmaktadır. Uzun dönem duraylılığın amaçlandığı şev tasarımı açısından çalışma alanına özel diğer önemli bir husus Miyosen yaşlı

Kılıç Formasyonu'nun atmosferik koşullar altında hızlı bir şekilde ayrışma ve bozunmaya yatkın zemin-yumuşak kaya geçişi özelliğinde olmasıdır. Çalışma alanı yakınındaki yeni kazı yüzeylerinde ve sondaj karotlarında alt seviyelerden alınan karotların atmosferik koşullar altında çok çabuk ayrıştığı gözlenmiştir. Bu nedenle, oluşturulacak şev kazı profillerinde kazı yüzeyi boyunca yaklaşık 5-6m'lik bir kesimin ayrışmış kesime ait parametreler ile tasarlanması şevlerin uzun süreli duraylılığı ve otoyolun işletme güvenliği açısından dikkate alınmıştır (Şekil 9.6).



Şekil 9-6 Şev duraylılığı analizlerinde kullanılan en kritik otoyol şev profili

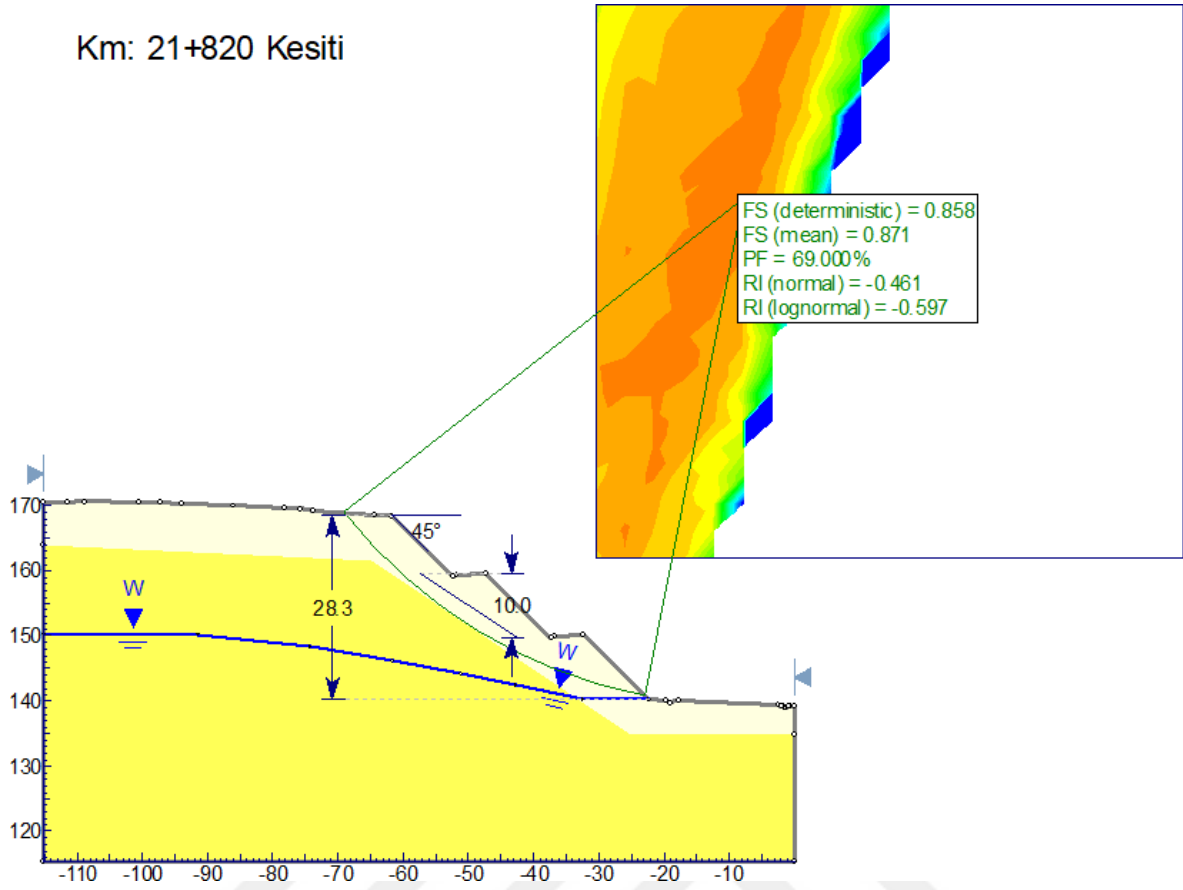
Basamak geometrisine karar verilmesine yönelik olarak Şekil 9.6'daki üç farklı basamak geometrisi için hazırlanan şev profillerinin olasılıklı duraylılık analizleri statik durumda yapılmıştır. Analiz çıktıları Şekil 9.7'den Şekil 9.12'ye kadar sunulurken, sonuçlar Çizelge 9.1'de verilmiştir.

Çizelge 9.1 Basamak geometrisinin seçilmesine yönelik statik durumda yapılan olasılıklı şev duraylılığı analizleri

Basamak geometrisi	GK (deterministik)	GK (olasılıklı şev duraylılığı analizi ortalaması)	Şevin profilinin duraysızlık olasılığı, DO (%)
45°	0.858	0.871	69.0
34°	1.097	1.114	36.9
27°	1.382	1.402	18.8

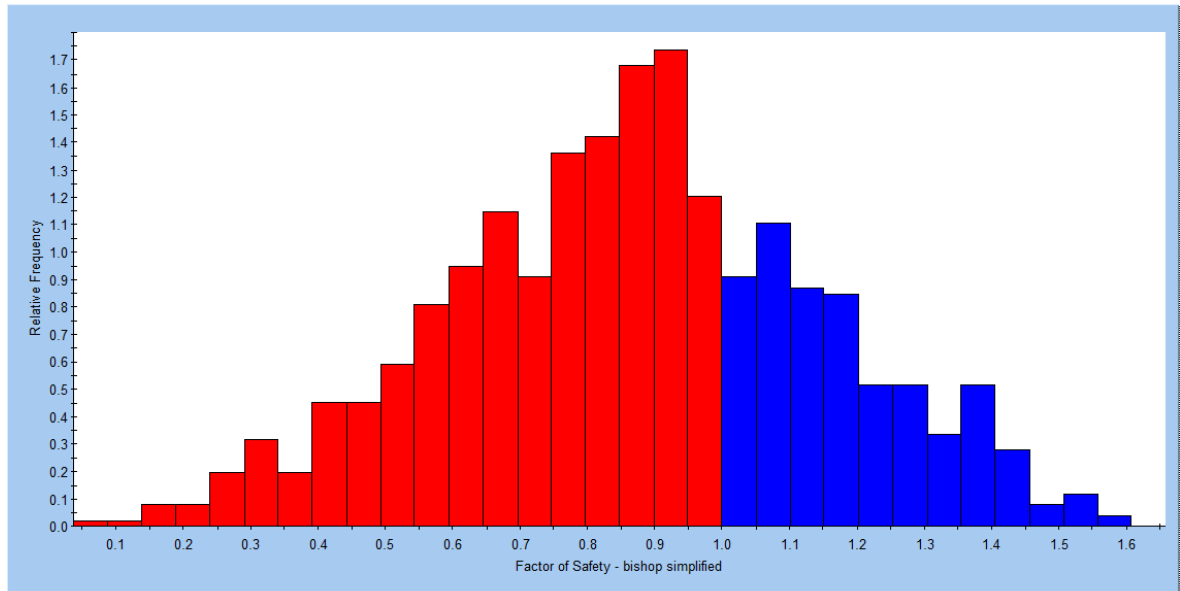
Uzun dönem duraylılık koşulları dikkate alındığında statik durumdaki güvenlik katsayısının $GK > 1.5$ olması gerekmektedir. Bu nedenle, sismik etki altındaki olasılıklı şev duraylılığı analizleri bu değere yaklaşan 27° basamak geometrisiyle oluşturulan şev profili üzerinde yapılmıştır.

Km: 21+820 Kesiti



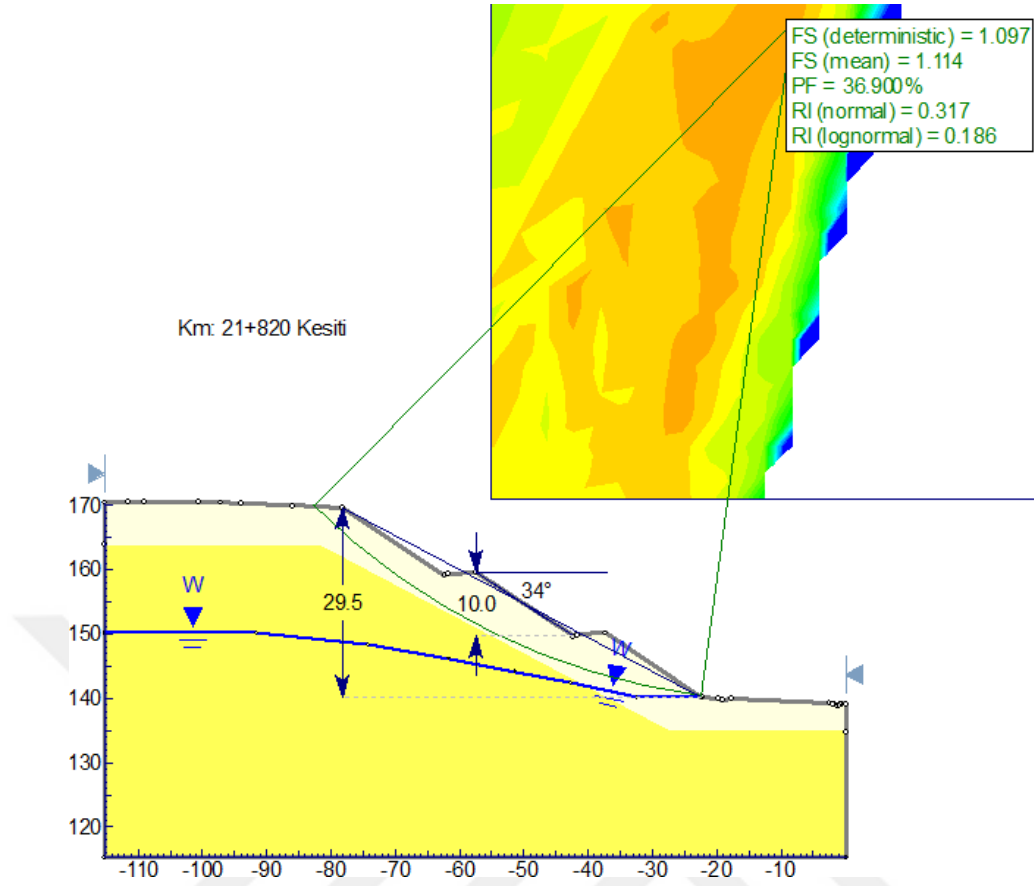
Şekil 9-7 Km:21+820 şev profilinde 45° basamak geometrisinin statik durum olasılıklı duraylılık analizi

Highlighted Data = Factor of Safety - bishop simplified < 1 (690 points)



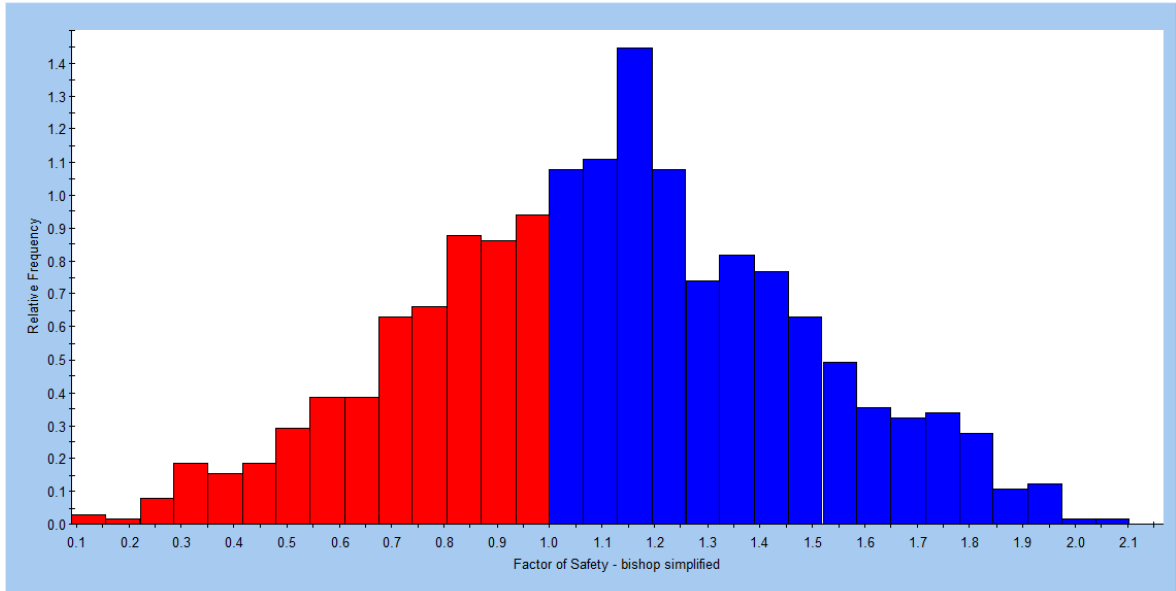
SAMPLED: mean=0.8714 s.d.=0.2789 min=0.08033 max=1.601 (PF=69.000% RI=-0.46118, best fit=Normal distribution)

Şekil 9-8 Km:21+820 şev profilinde 45° basamak geometrisinin statik durum olasılıklı duraylılık analizinde belirlenen güvenlik katsayılarının (GK) histogram grafiği



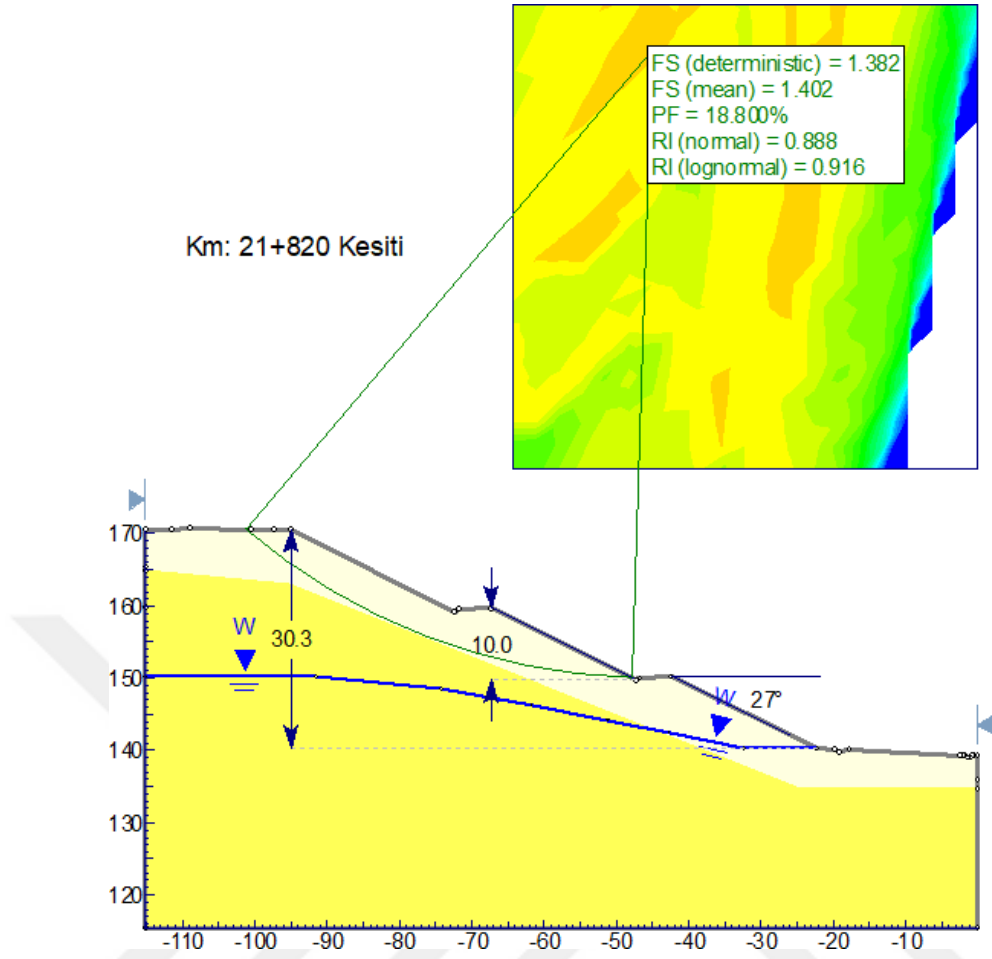
Şekil 9-9 Km:21+820 şev profilinde 34° basamak geometrisinin statik durum olasılıklı duraylılık analizi

Highlighted Data = Factor of Safety - bishop simplified < 1 (369 points)

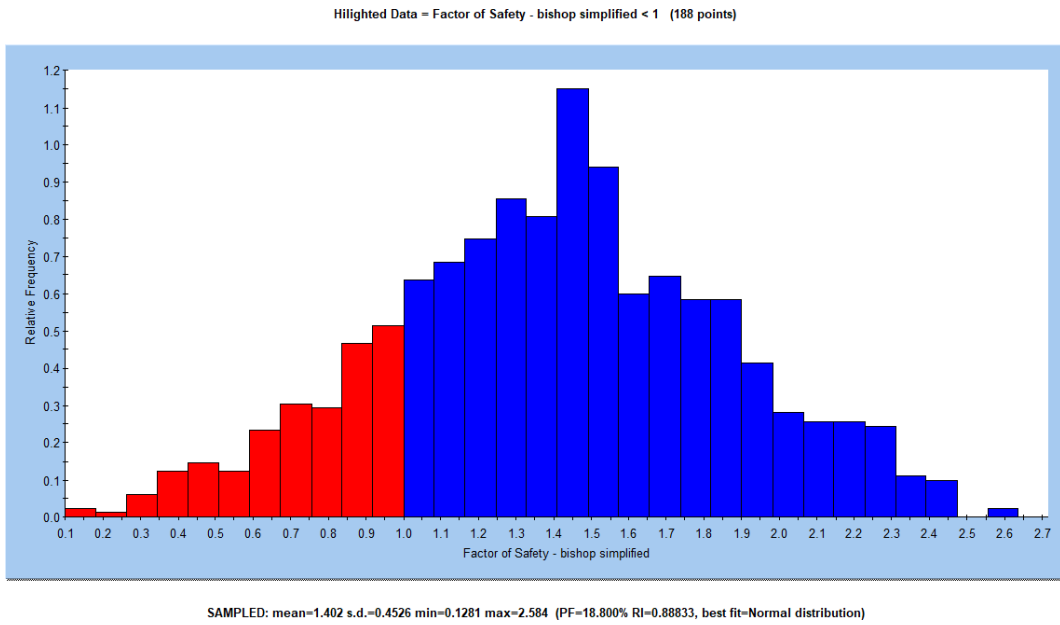


SAMPLED: mean=1.114 s.d.=0.3584 min=0.102 max=2.05 (PF=36.900% RI=0.31692, best fit=Normal distribution)

Şekil 9-10 Km:21+820 şev profilinde 34° basamak geometrisinin statik durum olasılıklı duraylılık analizinde belirlenen güvenlik katsayılarının (GK) histogram grafiği



Şekil 9-11 Km:21+820 şev profilinde 27° basamak geometrisinin statik durum olasılıklı duraylılık analizi



Şekil 9-12 Km:21+820 şev profilinde 27° basamak geometrisinin statik durum olasılıklı duraylılık analizinde belirlenen güvenlik katsayılarının (GK) histogram grafiği

9.2.2 Sismik Koşullar Altında Olasılıklı Şev Duraylılığı Analizleri

Kuvvet ve/veya moment dengesine dayanan limit denge analizlerinde dilimlere yatay sismik katsayı (k_h) etkileyerek sismik etki altındaki duraylılık yorumlamaları yapılabilmektedir. Bu aşamada bölgenin depremselliği ve tasarım yerine etkiyebilecek en büyük yatay yer ivmesinin ön görülmesi büyük önem taşımaktadır. Çalışma alanının depremselliğinin ve olası deprem senaryolarının değerlendirildiği 5. Bölümde ayrıntılı olarak sunulduğu üzere; çalışma alanında etkili olabilecek deprem üretme potansiyeli bulunan çalışma alanının kuzeyinden ve güneyinden geçen KAFZ'nun "Sapanca-Göynük-Yalova" ve "Geyve-İznik-Gemlik" fay kolları yaklaşık en fazla 7.5 moment büyüklüğünde deprem üretme potansiyeline sahiptir. Bu nedenle $M_w=7.5$ üst sınır olarak değerlendirilmiş ve bu iki fay kolunun çalışma sahasına en yakın noktalarında 6.0, 6.5, 7.0 ve 7.5 büyüklüklerinde deprem üretmeleri durumunda çalışma sahasına etki edebilecek en büyük yatay ivme değerleri Ulusay vd. [15]'ün önerdiği aşağıdaki ampirik eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır.

$$a_{\max} = 2.18 e^{0.0218 (33.3M_w - Re + 7.8427 S_A + 18.9282 S_B)} \quad (\text{Eşitlik 9.1})$$

Bu ilişkide, M_w depremin moment büyüklüğü, Re depremin merkez üstüne olan uzaklığıdır. S_A ve S_B zemin türünü tanımlayan katsayılar olup, kaya zemin için $S_A=0$, $S_B=0$, toprak zemin için $S_A=1$, $S_B=0$ ve gevşek zemin için $S_A=0$, $S_B=1$ 'dir. Çalışma alanı için zemindeki ayrışmanın varlığı da dikkate alınarak toprak zemin koşulu kabul edilmiş ve $S_A=1$ ve $S_B=0$ olarak alınmıştır. Olası $a_{\max}$ değerlerinin hesaplanmasında moment büyüklüğü (M_w) yukarıda da bahsedildiği üzere her iki fay kolu için 6.0, 6.5, 7.0 ve 7.5 olarak alınmıştır.

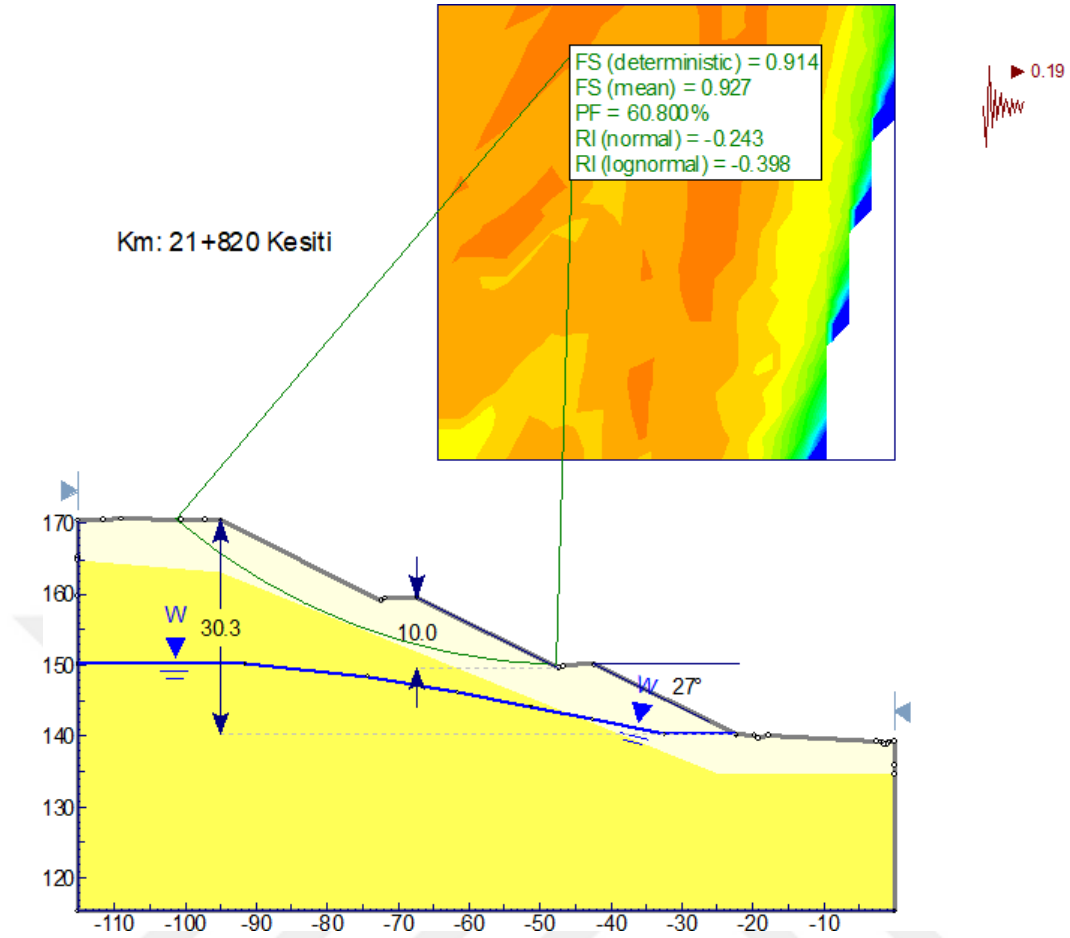
Çalışma alanının temel sismotektoniğinin verildiği bölümde çalışma alanının Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun batı ucundaki "Sapanca-Göynük-Yalova" ve "Geyve-İznik-Gemlik" kollarının arasında bulunduğu belirtilmiştir. Çalışma alanının kuzeyindeki "Sapanca-Göynük-Yalova" fay koluna en yakın uzaklığı 2.2 km olup, güneyindeki "Geyve-İznik-Gemlik" fay koluna ise en yakın uzaklığı 26.8 km'dir. Bu nedenle, kuzeydeki kolun üretebileceği depremin en kötü senaryosu için $Re=2.2$ km alınırken, güney kolunun üretebileceği depremin en kötü senaryosu için $Re=26.8$ km olarak alınmıştır. Bu veriler kullanılarak çalışma alanında etkili olabilecek deprem senaryoları için $a_{\max}$ hesaplamaları yapılmış ve Çizelge 9.2'de

sunulmuştur. Ayrıca yine 5. Bölümde ayrıntısı açıklanmakla birlikte olasılıklı şev duraylılığı analizleri sonuçlarından zaman boyutunu da dahil ederek tehlike yorumlamasına geçilebilmesi için 6.0, 6.5, 7.0 ve 7.5 moment büyüklüğündeki depremlerin 5yıl, 25yıl, 50 yıl ve 100 yıllık zaman dilimlerinde gerçekleşme olasılıkları da Çizelge 9.2'ye dahil edilmiştir.

Pseudostatik limit denge analizlerinde dilimlere sismik etkiye süresinden bağımsız analizler yapıldığı için a_{max} 'ın doğrudan kullanımı oldukça tutucu sonuçlar vermektedir. Bu nedenle, analizlerde kullanılacak sismik katsayının belirlenmesinde yatay ivmenin indirgenmesi yoluna girilmektedir. Bu amaçla farklı yaklaşımlar olmakla birlikte, Hynes-Griffin ve Franklin (1984) pseudostatik şev duraylılığı analizlerinde dayanım parametrelerinin %80 oranında azaltılarak kullanılmasını ve $k_h=0.5*a_{max}$ ve $GK \geq 1.0$ koşulunun sağlanmasını önermişlerdir. Literatürde ortak bir görüşün oluşmaması nedeniyle, dayanım parametrelerinde bir azaltma uygulanmamış ve $k_h=a_{max}/3$ ilişkisiyle analizlerde kullanılacak yatay sismik kat sayılar belirlenmiştir (Çizelge 9.2). Sonuç olarak, 8 farklı deprem senaryosu için olasılıklı şev duraylılığı analizleri yapılmış olup, analiz çıktıları Şekil 9.13'den Şekil 9.28'ye kadar sunulmuştur.

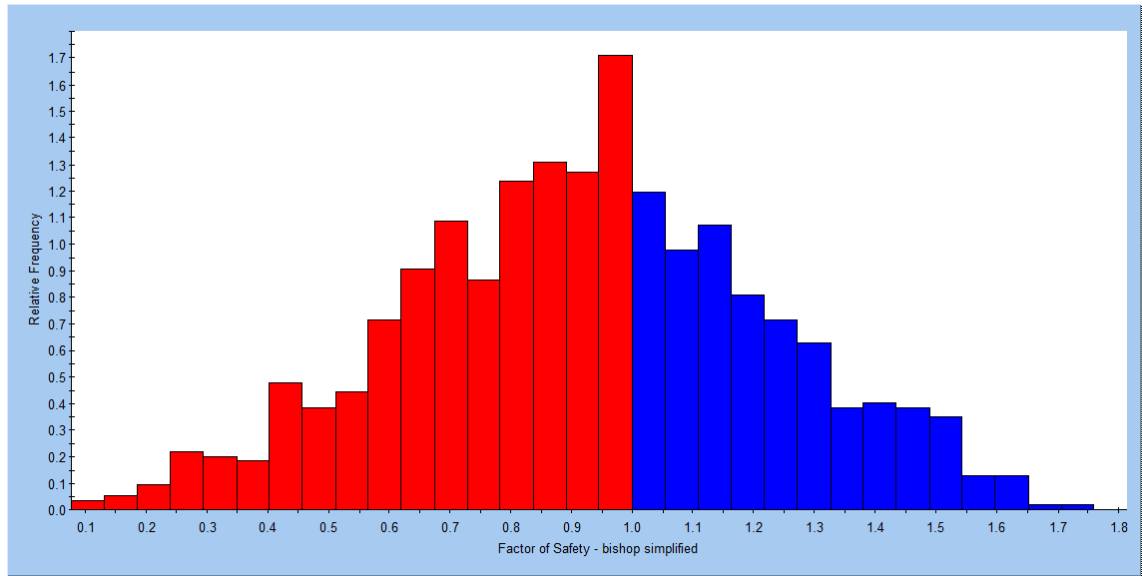
Çizelge 9.2 Çalışma alanında etkili olabilecek deprem senaryoları için a_{max} değerleri ve senaryo depremleri farklı zaman dilimlerindeki gerçekleşme olasılıkları

Deprem kaynak fayı	Mw	Deprem 100km yarı çaplı alanda gerçekleşme olasılığı (%)				Re (km)	a_{max} (gal)	Yatay sismik katsayı k_h
		5 yıl	25 yıl	50 yıl	100 yıl			
Sapanca-Göynük-Yalova (1-2)	7,5	1,52	7,35	14,17	26,32	2,2	571	0,19
	7	4,06	18,71	33,92	56,34		416	0,14
	6,5	10,63	42,99	67,50	89,44		290	0,09
	6	26,28	78,23	95,26	99,78		202	0,07
Geyve-İznik-Gemlik (2-3)	7,5	1,52	7,35	14,17	26,32	26,8	334	0,11
	7	4,06	18,71	33,92	56,34		416	0,08
	6,5	10,63	42,99	67,50	89,44		290	0,05
	6	26,28	78,23	95,26	99,78		202	0,04

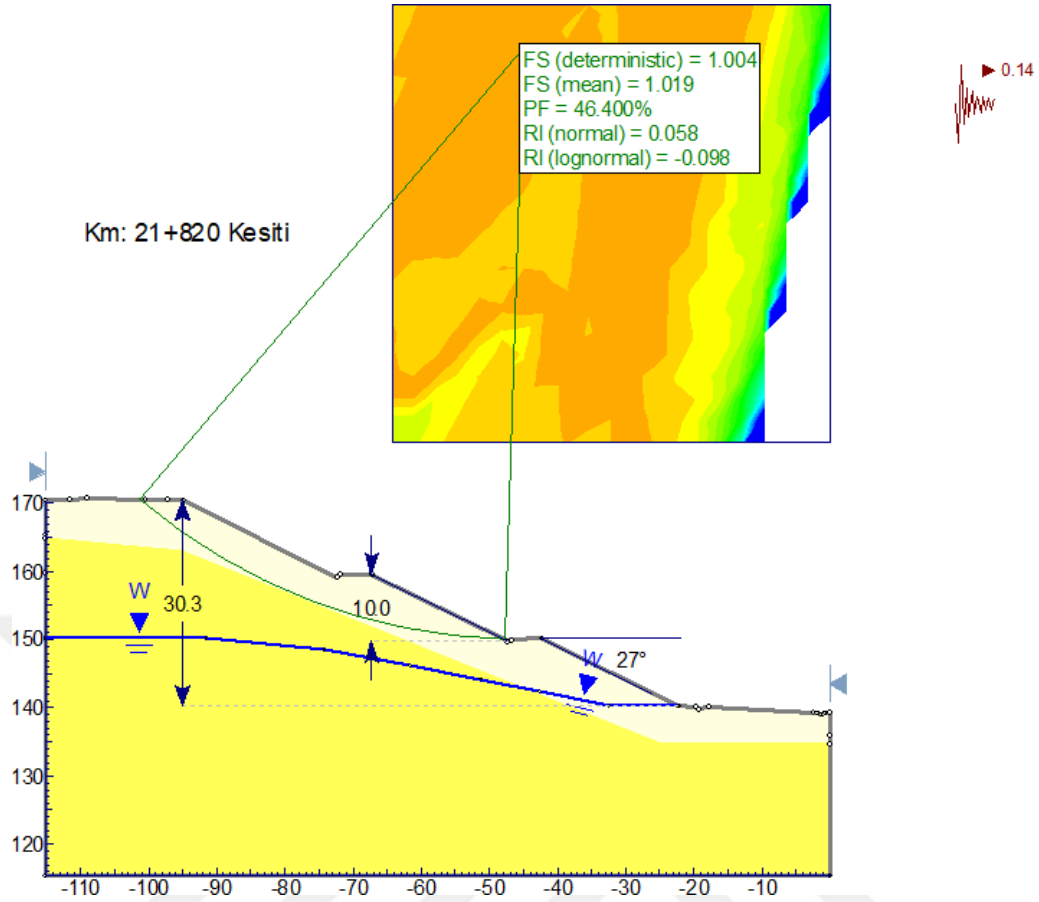


Şekil 9-13 27° basamak geometrisiyle oluşturulan km:21+820 şev profilinde $k_h=0.19$ durumundaki olasılıklı duraylılık analizi

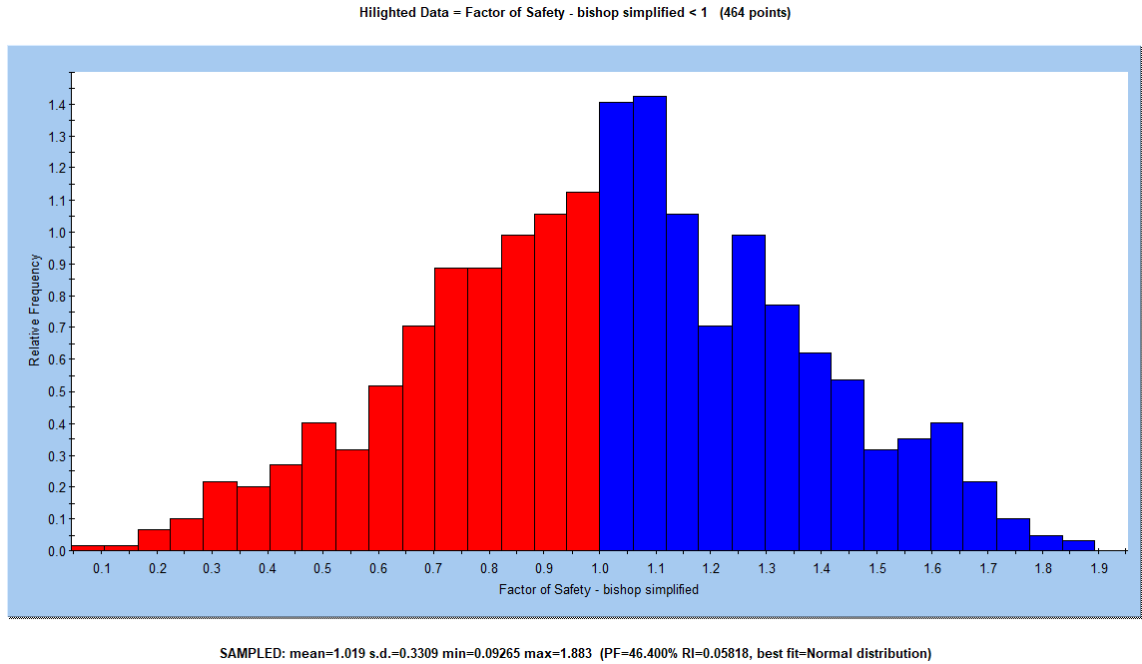
Highlighted Data = Factor of Safety - bishop simplified < 1 (608 points)



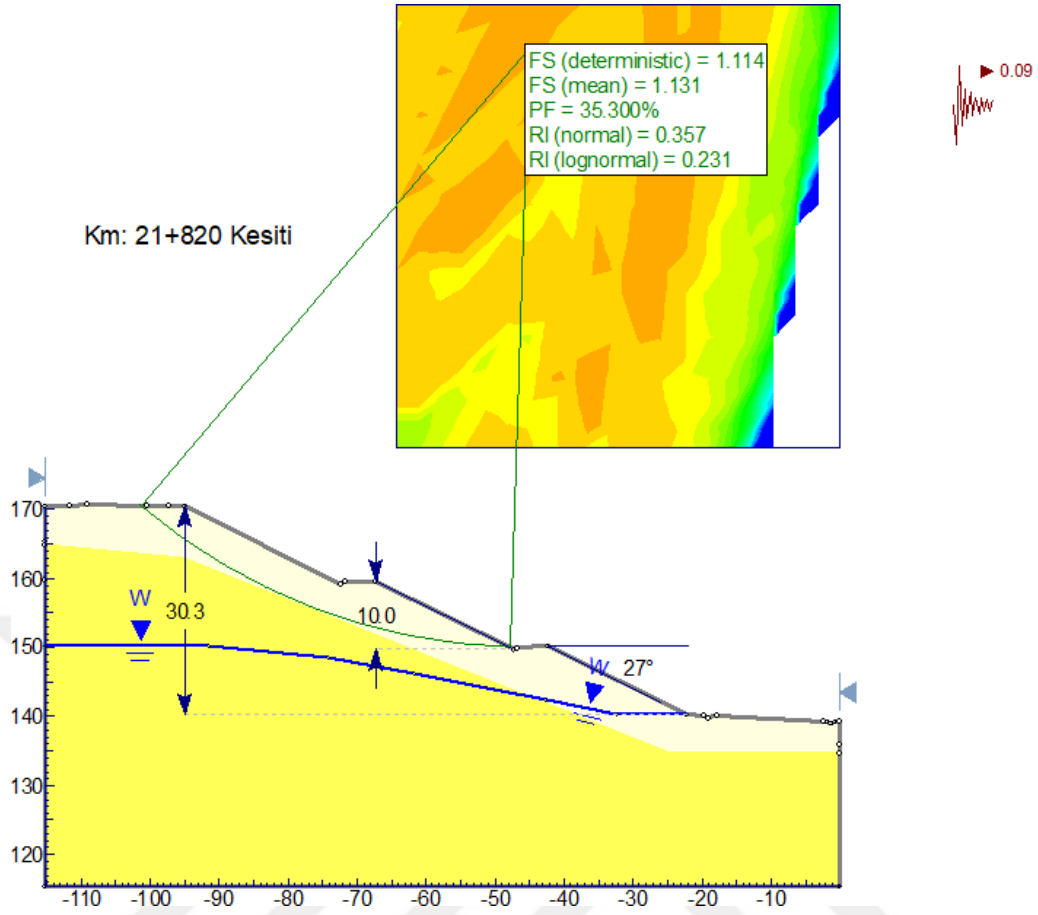
Şekil 9-14 27°basamak geometrisiyle oluşturulan km:21+820 şev profilinde $k_h=0.19$ durumundaki olasılıklı duraylılık analizinde belirlenen güvenlik katsayılarının (GK) histogram grafiği



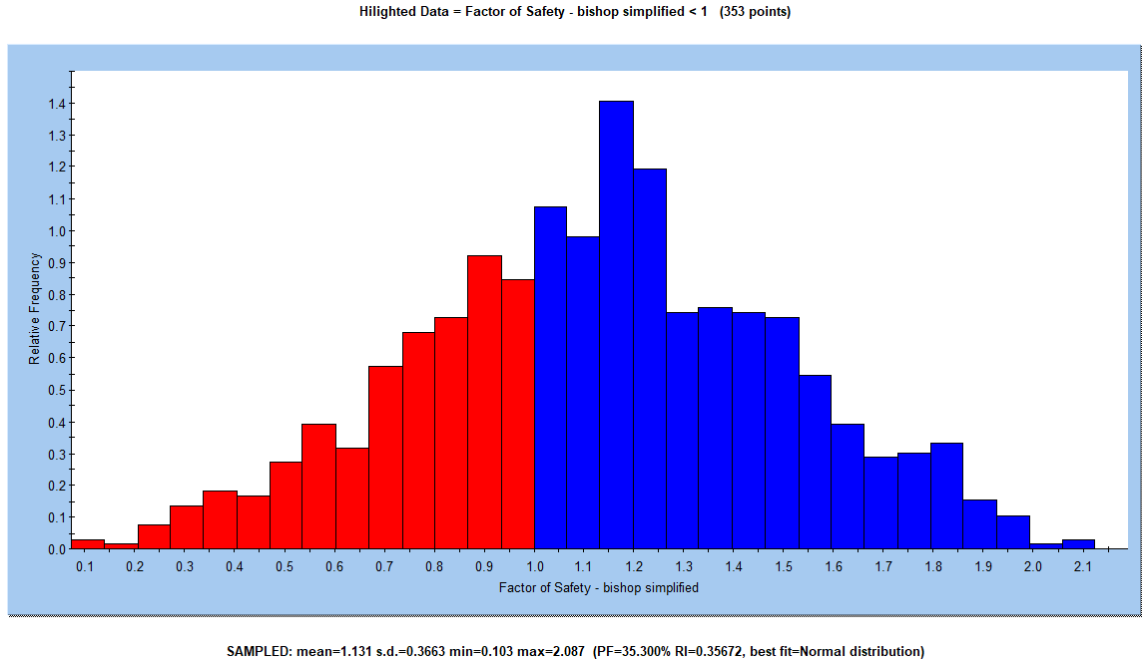
Şekil 9-15 27° basamak geometrisiyle oluşturulan km:21+820 şev profilinde kh=0.14 durumundaki olasılıklı duraylılık analizi



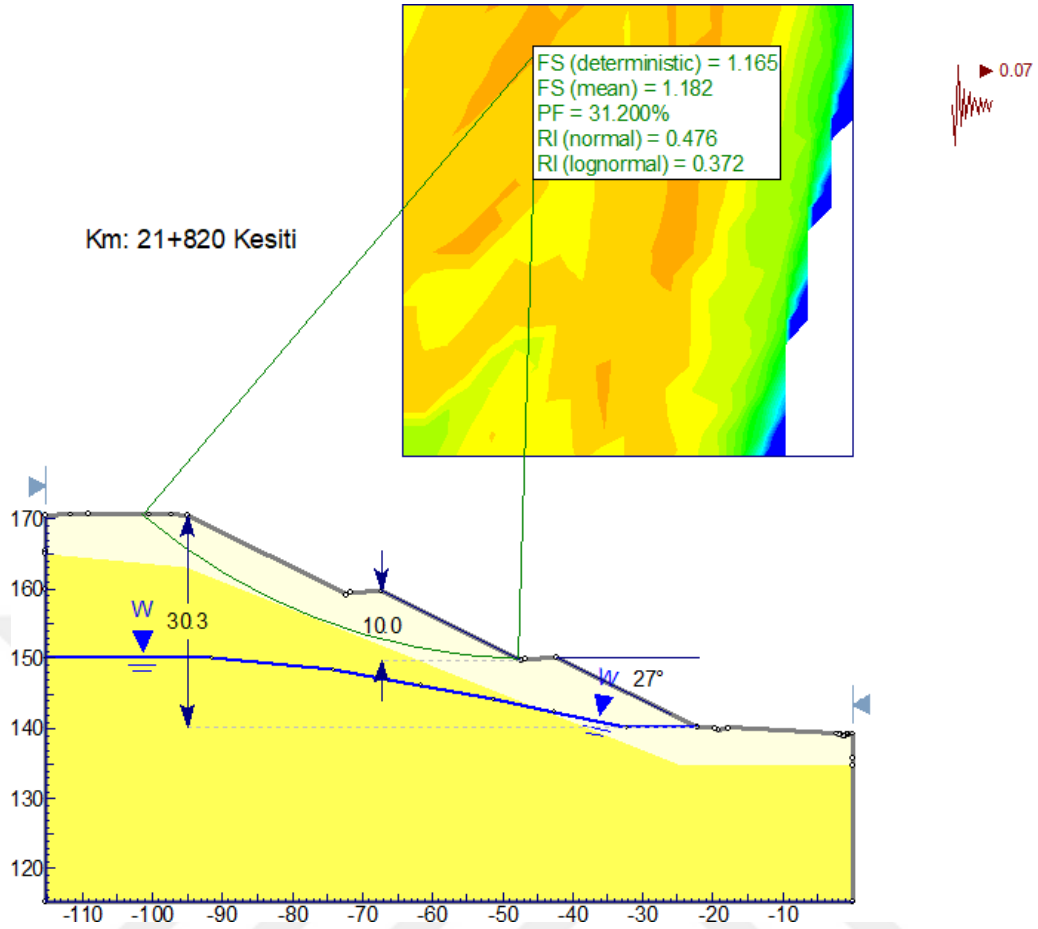
Şekil 9-16 27° basamak geometrisiyle oluşturulan km:21+820 şev profilinde kh=0.14 durumundaki olasılıklı duraylılık analizinde belirlenen güvenlik katsayılarının (GK) histogram grafiği



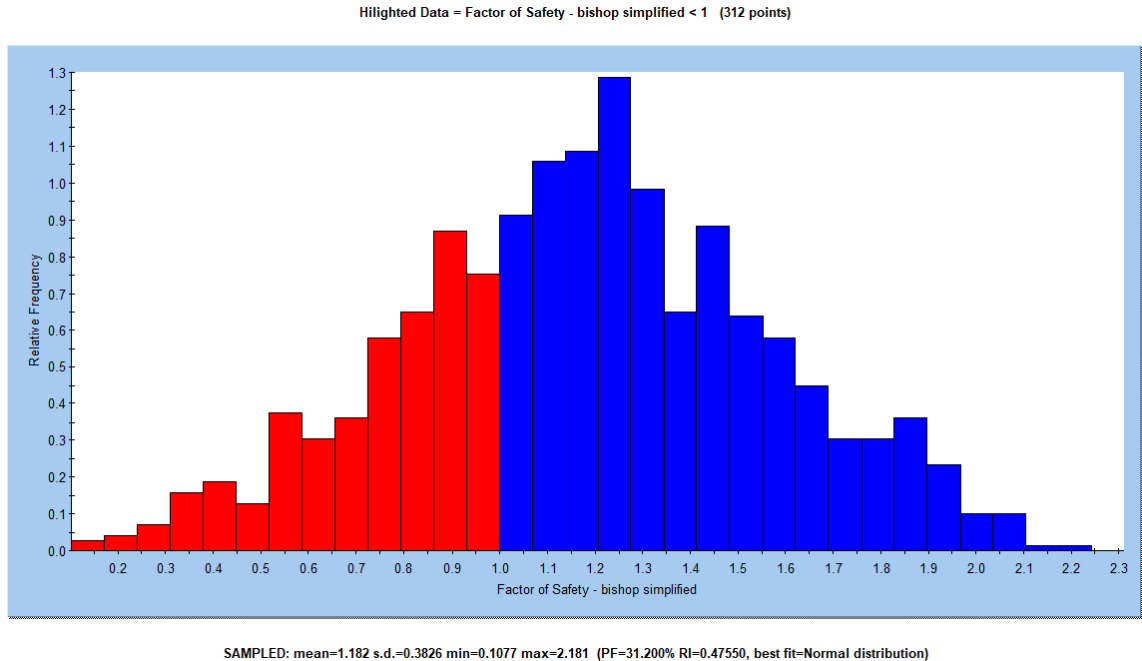
Şekil 9-17 27° basamak geometrisiyle oluşturulan km:21+820 şev profilinde kh=0.09 durumundaki olasılıklı duraylılık analizi



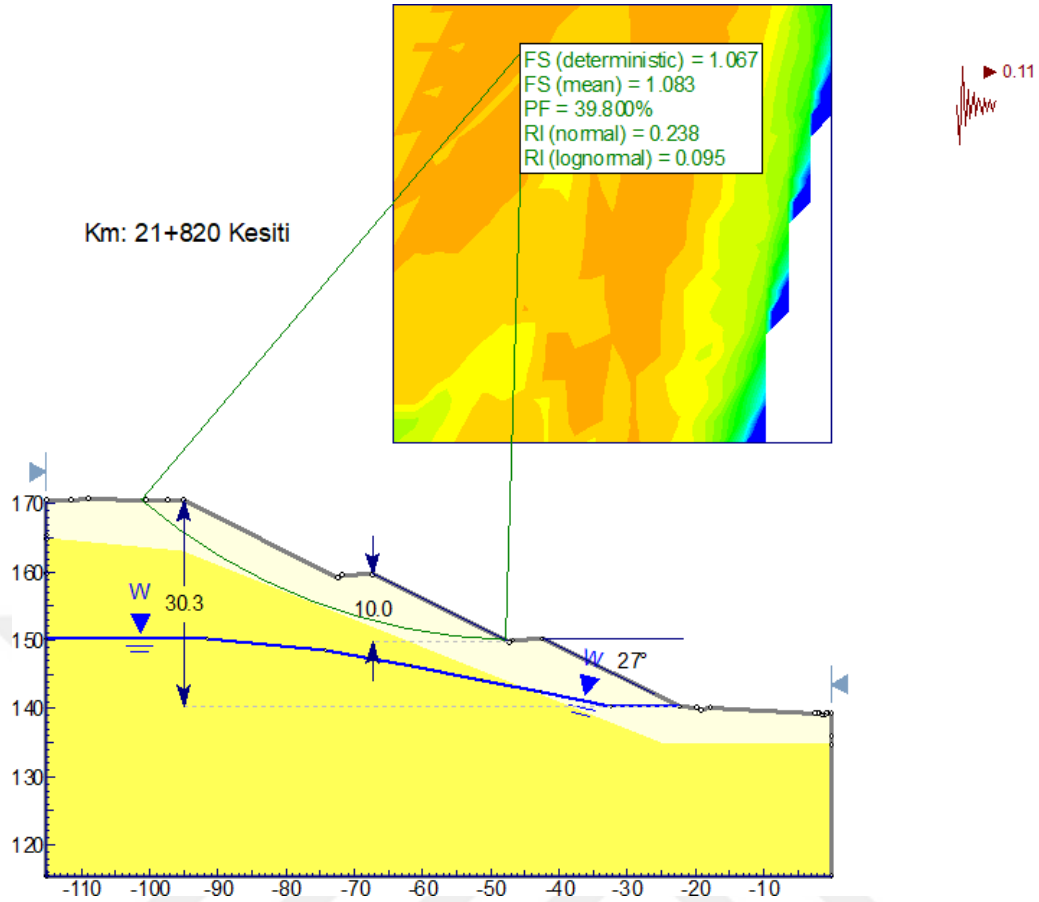
Şekil 9-18 27° basamak geometrisiyle oluşturulan km:21+820 şev profilinde kh=0.09 durumundaki olasılıklı duraylılık analizinde belirlenen güvenlik katsayılarının (GK) histogram grafiği



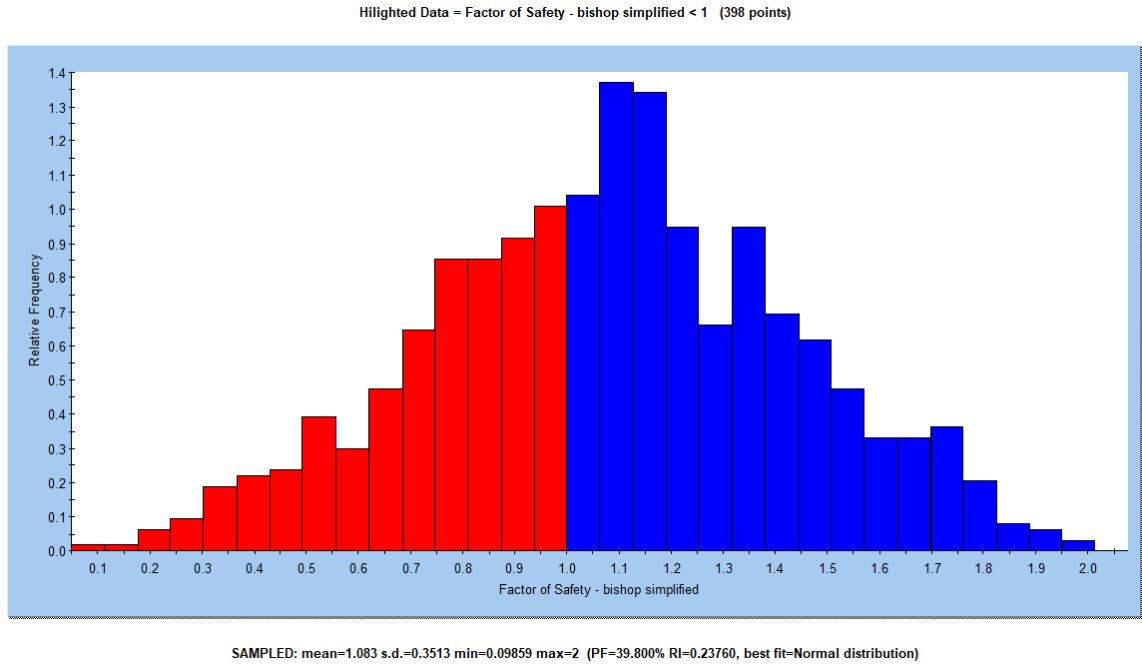
Şekil 9-19 27° basamak geometrisiyle oluşturulan km:21+820 şev profilinde kh=0.07 durumundaki olasılıklı duraylılık analizi



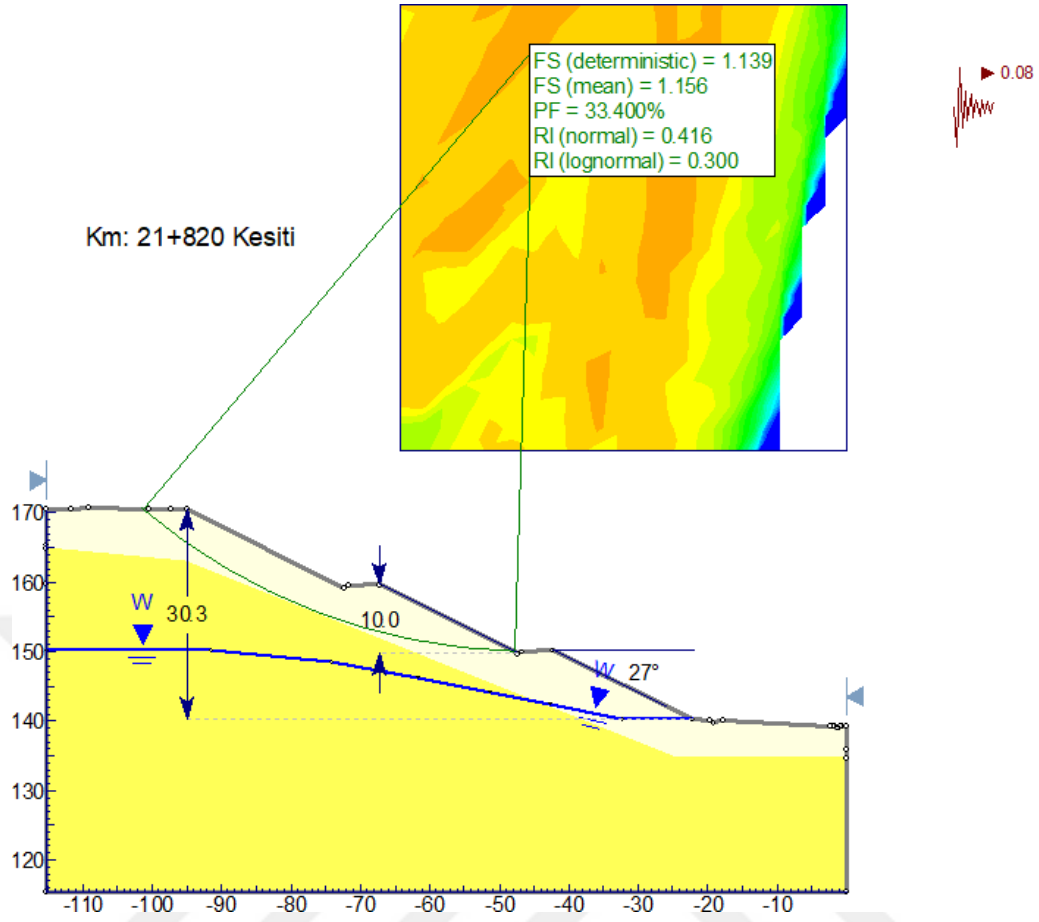
Şekil 9-20 27° basamak geometrisiyle oluşturulan km:21+820 şev profilinde kh=0.07 durumundaki olasılıklı duraylılık analizinde belirlenen güvenlik katsayılarının (GK) histogram grafiği



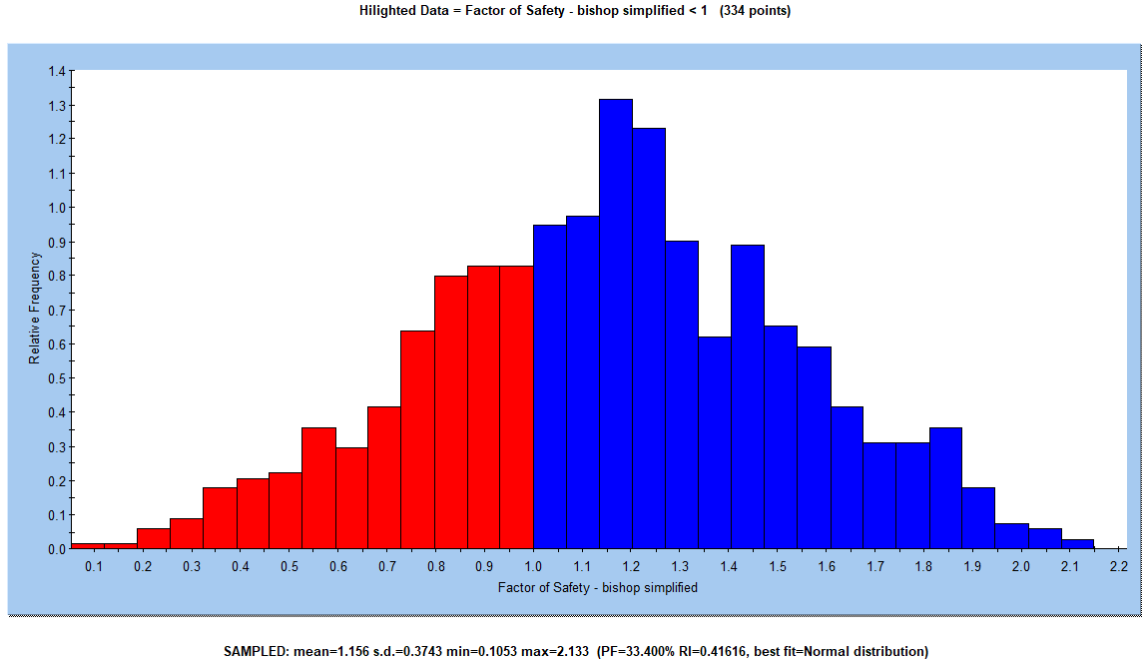
Şekil 9-21 27° basamak geometrisiyle oluşturulan km:21+820 şev profilinde kh=0.11 durumundaki olasılıklı duraylılık analizi



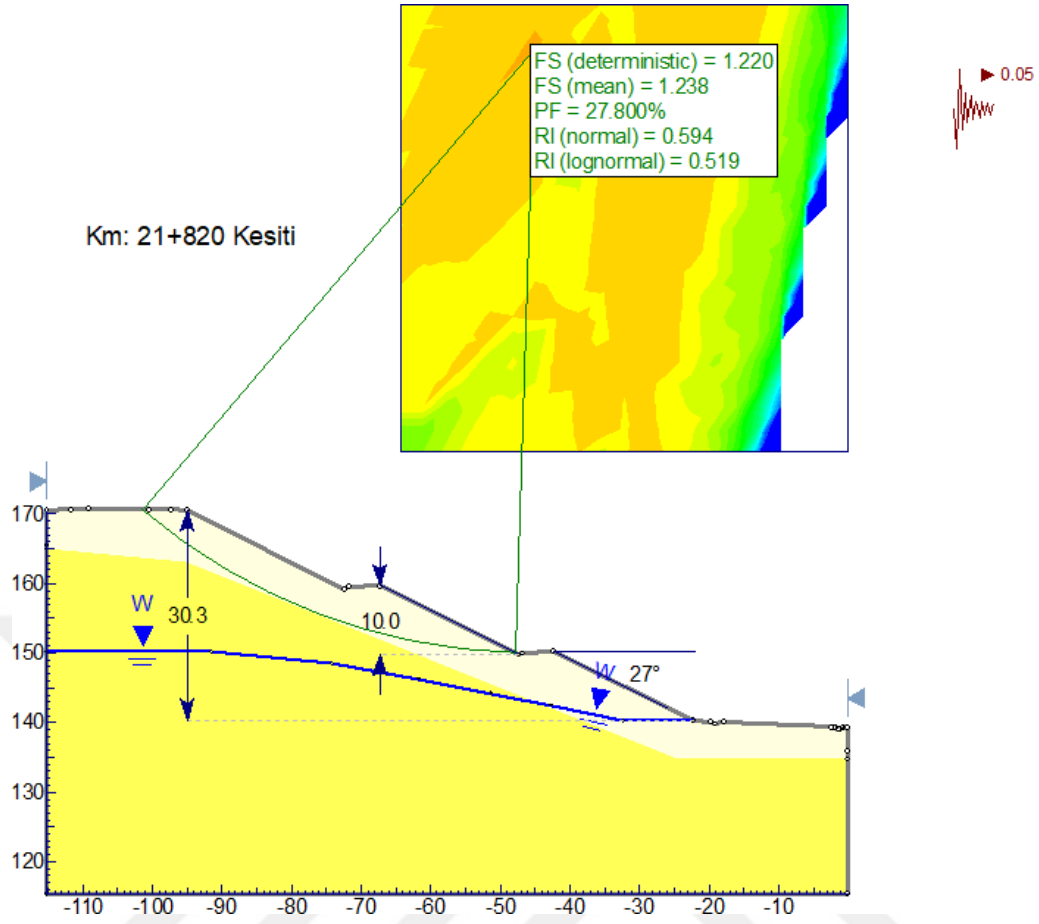
Şekil 9-22 27° basamak geometrisiyle oluşturulan km:21+820 şev profilinde kh=0.11 durumundaki olasılıklı duraylılık analizinde belirlenen güvenlik katsayılarının (GK) histogram grafiği



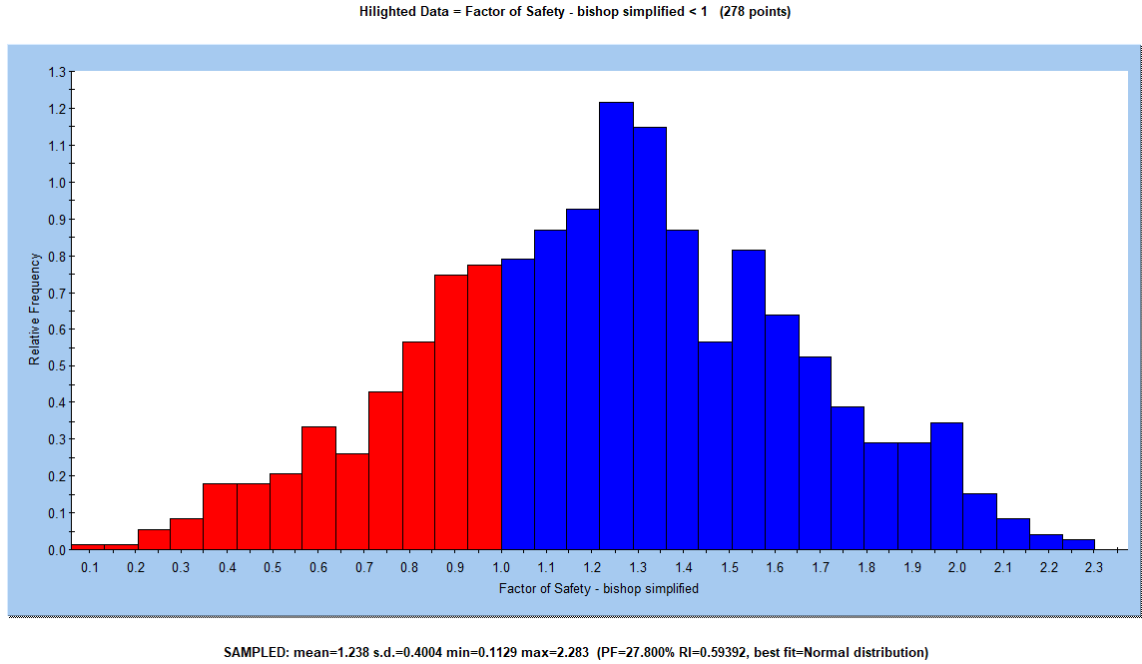
Şekil 9-23 27° basamak geometrisiyle oluşturulan km:21+820 şev profilinde kh=0.08 durumundaki olasılıklı duraylılık analizi



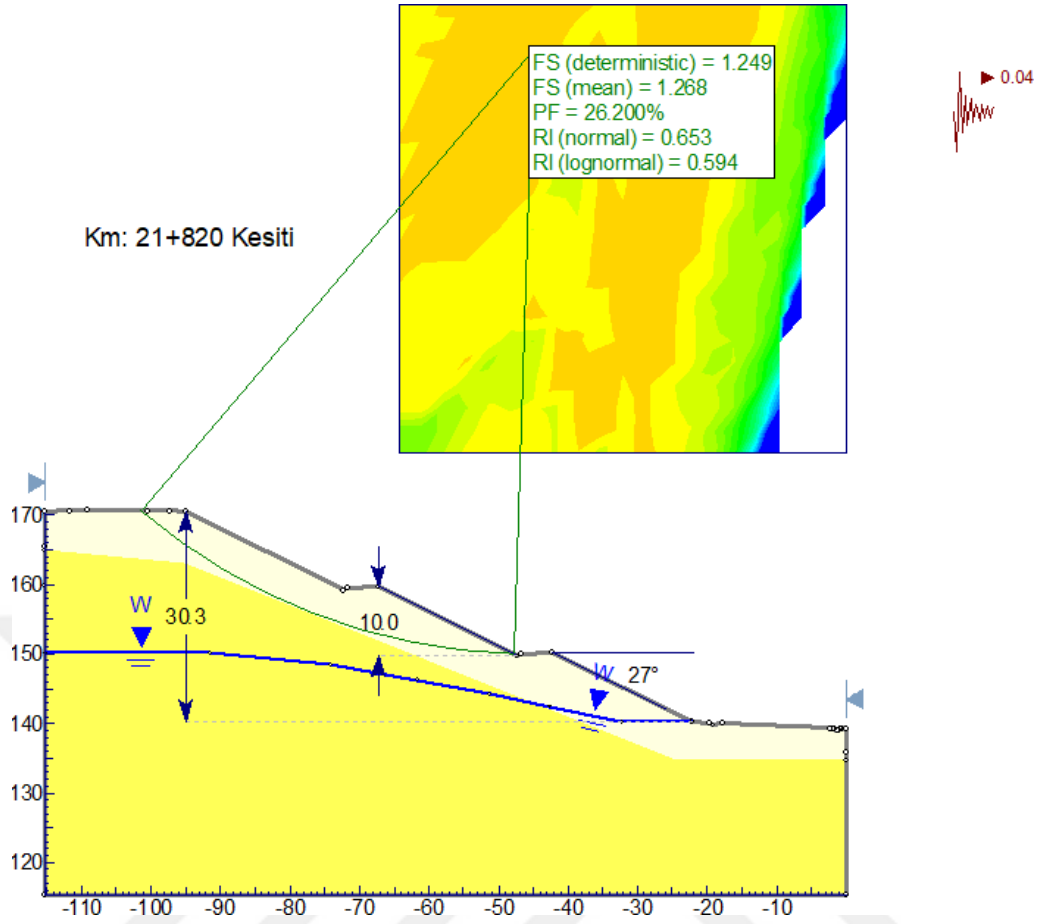
Şekil 9-24 27° basamak geometrisiyle oluşturulan km:21+820 şev profilinde kh=0.08 durumundaki olasılıklı duraylılık analizinde belirlenen güvenlik katsayılarının (GK) histogram grafiği



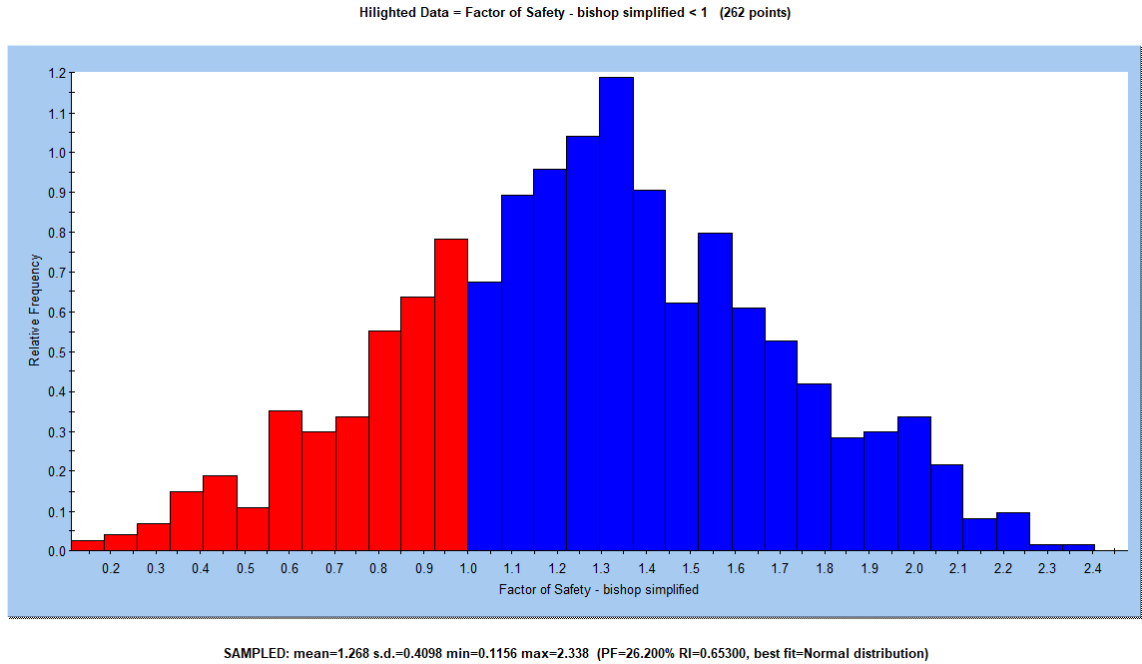
Şekil 9-25 27° basamak geometrisiyle oluşturulan km:21+820 şev profilinde kh=0.05 durumundaki olasılıklı duraylılık analizi



Şekil 9-26 27° basamak geometrisiyle oluşturulan km:21+820 şev profilinde kh=0.05 durumundaki olasılıklı duraylılık analizinde belirlenen güvenlik katsayılarının (GK) histogram grafiği



Şekil 9-27 27° basamak geometrisiyle oluşturulan km:21+820 şev profilinde kh=0.04 durumundaki olasılıklı duraylılık analizi



Şekil 9-28 27° basamak geometrisiyle oluşturulan km:21+820 şev profilinde kh=0.04 durumundaki olasılıklı duraylılık analizinde belirlenen güvenlik katsayılarının (GK) histogram grafiği

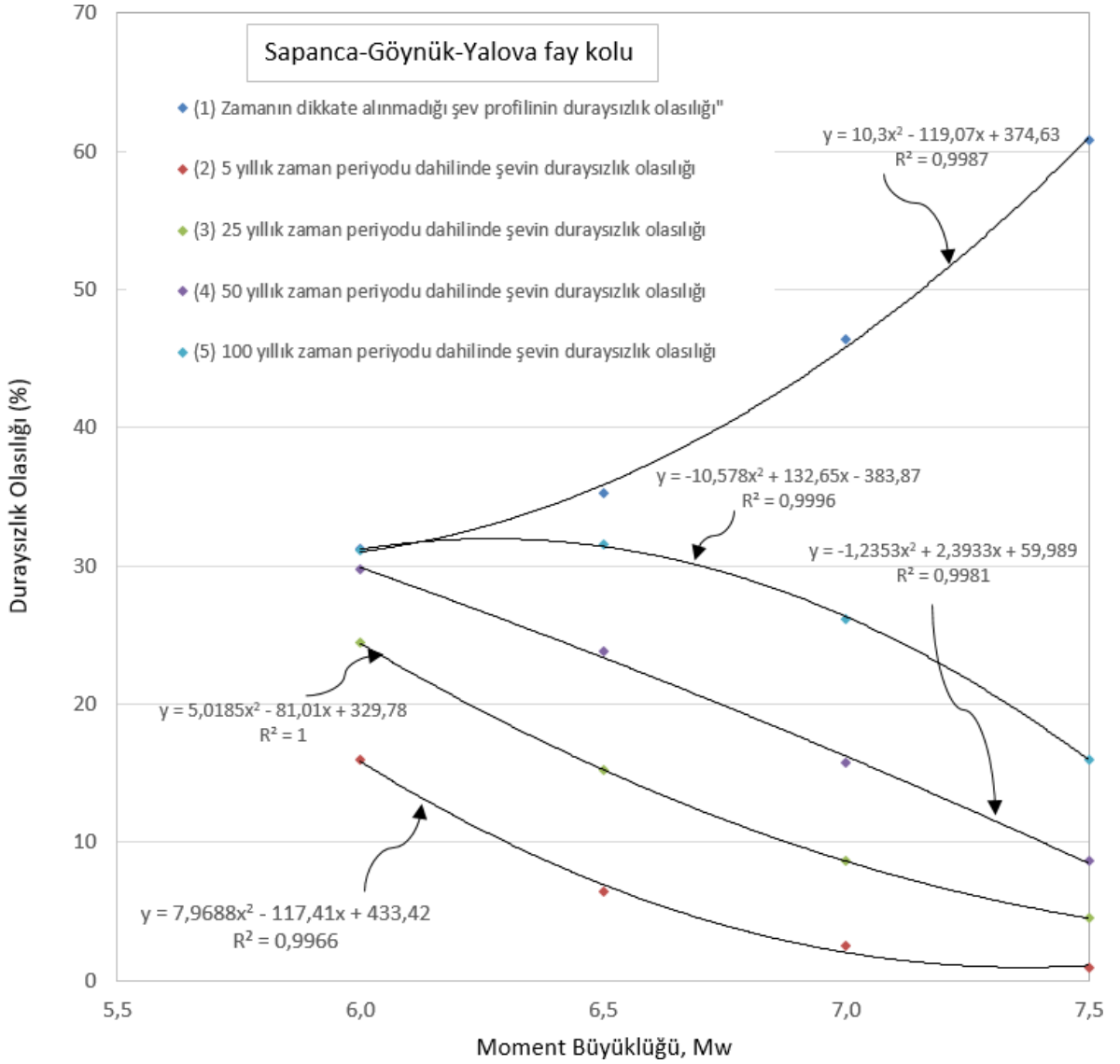
Sismik katsayının da dikkate alındığı olasılıklı şev duraylılığı analizlerinde deterministik olarak hesaplanan en düşük güvenlik katsayısı (GK_d) ile farklı makaslama dayanım parametresi veri çiftleri için hesaplanan tüm güvenlik katsayılarını ortalamasıyla elde edilen değer (GK_o) bir birlerine oldukça yakın çıkması makaslama dayanım parametrelerinin ortalama ve standart sapma değerleriyle normal dağılım modeli kullanılarak tanımlanmasının doğal bir sonucudur (Çizelge 9.3).

Farklı moment deprem büyüklüğü değerleri ve ayrıca hesaplanan a_{max} değerleri için de geçerli olan 5 yıl, 25 yıl, 50 yıl ve 100 yıl gibi zaman periyotlarındaki gerçekleşme olasılıklarına ilişkin hesaplamalar ayrıntılı olarak 5. Bölümde sunulmuştur. Bu bölümde olasılıklı şev duraylılığı analizleri sonucunda belirlenen şev profilinin duraysızlık olasılığı zamandan bağımsız olup, sadece makaslama dayanım parametrelerindeki istatistiksel modele bağlı olarak duraysızlık olasılığını vermektedir. Bununla birlikte, a_{max} 'tan itibaren belirlenerek analizlerde kullanılan yatay sismik katsayı değerlerinin gerçekleşme (gözlenme) olasılığı ise farklı zaman periyotları için değişkenliğe sahiptir. Bu nedenle zaman bileşenini de dahil ederek sismik etki altında olasılıklı şev duraylılığı analiz sonuçlarından itibaren tehlike değerlendirmesi yapılabilmesi için zaman periyodu dahilinde depreme bağlı olarak k_h 'nin (a_{max}) gerçekleşme olasılığı ile şev profilinin duraysızlık olasılığı çarpılmış ve “zaman periyodu dahilinde şevin duraysızlık olasılığı” belirlenmiştir. Söz konusu hesaplamalar da Çizelge 9.3'de sunulmuştur.

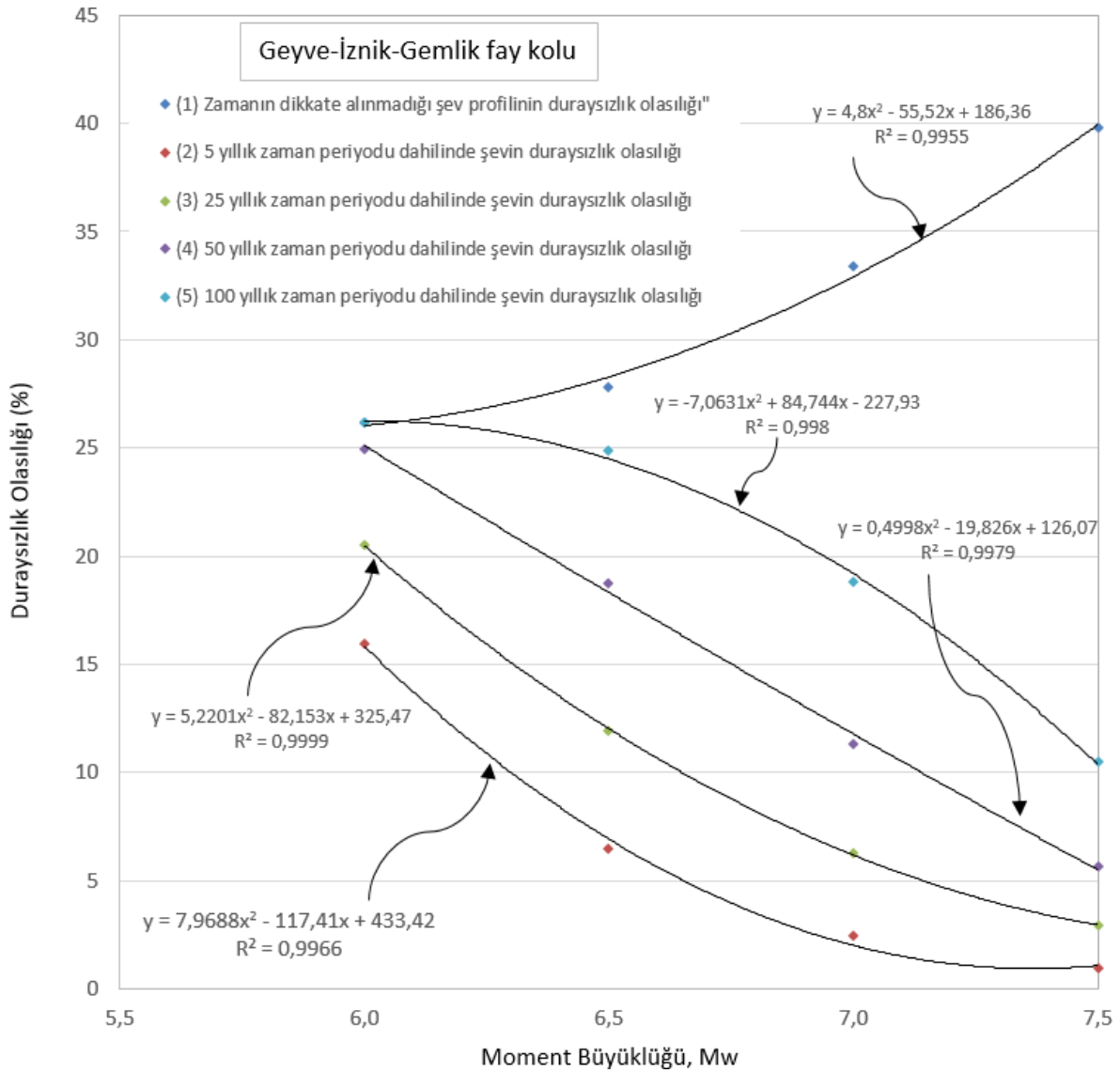
Çizelge 9.3 Sismik etki altında olasılıklı şev duraylılığı analiz sonuçları ve zaman periyodu dahilinde şevin duraysızlığının gerçekleşme olasılıkları

Deprem kaynak fayı	Mw	Deprem 100km yarı çaplı alanda gerçekleşme olasılığı (%)				Re (km)	a_{max} (gal)	Yatay sismik katsayı k_h	GK_d (deterministik)	GK_o (olasılıklı analiz ortalaması)	Şev profilinin duraysızlık olasılığı, DO (%)	Zaman periyodu dahilinde şevin duraysızlık olasılığı, DOZ (%)			
		5 yıl	25 yıl	50 yıl	100 yıl							5 yıl	25 yıl	50 yıl	100 yıl
Sapanc a- Göynük-Yalova (1-2)	7,50	1,52	7,35	14,17	26,32	2,20	571,00	0,19	0,91	0,93	60,80	0,92	4,47	8,61	16,00
	7,00	4,06	18,71	33,92	56,34		416,00	0,14	1,00	1,02	46,40	2,47	8,68	15,74	26,14
	6,50	10,63	42,99	67,50	89,44		290,00	0,09	1,11	1,13	35,30	6,46	15,18	23,83	31,57
	6,00	26,28	78,23	95,26	99,78		202,00	0,07	1,17	1,18	31,20	15,98	24,41	29,72	31,13
Geyve-İznik-Gemlik (2-3)	7,50	1,52	7,35	14,17	26,32	26,80	334,00	0,11	1,07	1,08	39,80	0,92	2,93	5,64	10,48
	7,00	4,06	18,71	33,92	56,34		416,00	0,08	1,14	1,16	33,40	2,47	6,25	11,33	18,82
	6,50	10,63	42,99	67,50	89,44		290,00	0,05	1,22	1,24	27,80	6,46	11,95	18,77	24,86
	6,00	26,28	78,23	95,26	99,78		202,00	0,04	1,25	1,27	26,20	15,98	20,50	24,96	26,14

Farklı deprem senaryolarına bağlı olarak yaşanabilecek sismik etkiler altında olasılıklı şev duraylılığı analiz sonuçlarıyla belirlenen “şev profilinin duraysızlık olasılığı, DO” ve “zaman periyodu dahilinde şevin duraysızlık olasılığı, DOz” değerleri kullanılarak deprem büyüklüğü ve zaman dilimi değişkenlerine bağlı olarak grafiksel sunumlar da her iki fay kolu için ayrı ayrı hazırlanmıştır (Şekil 9.29 ve Şekil 9.30).



Şekil 9-29 27° basamak geometrisiyle oluşturulan km:21+820 şev profilinde zaman periyodunun dikkate alınmadığı ve ayrıca tehlike değerlendirmesine yönelik olarak zaman periyodu dahilinde şevin duraysızlık olasılıklarının “Sapanca-Göynük-Yalova” fay kolunun üretebileceği depremlerin moment büyüklüğüne bağlı ilişkileri

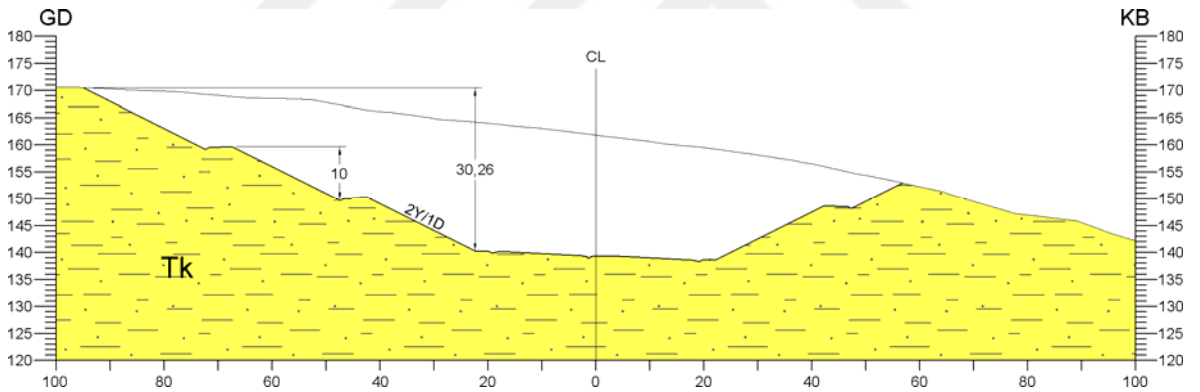


Şekil 9-30 27° basamak geometrisiyle oluşturulan km:21+820 şev profilinde zaman periyodunun dikkate alınmadığı ve ayrıca tehlike değerlendirmesine yönelik olarak zaman periyodu dahilinde şevin duraysızlık olasılıklarının “Geyve-İznik-Gemlik” fay kolunun üretebileceği depremlerin moment büyüklüğüne bağlı ilişkileri

Sonuç olarak, her iki fay kolunda farklı deprem büyüklükleri için yapılan olasılıklı şev duraylılığı analizleri dikkate alındığında, doğal olarak $M_w=7.5$ için belirlenen yatay sismik katsayılarının etkilediği durumlarda, depremin çalışma alanına daha yakın olan “Sapanca-Göynük-Yalova” fay kolu üzerinde meydana gelmesi durumunda duraysızlık olasılığı %60.8 olarak belirlenirken, depremin “Geyve-İznik-Gemlik” fay kolu üzerinde gelişmesi durumunda duraysızlık olasılığı % 39.8 olarak belirlenmiştir. Bununla birlikte, $M_w=7.5$ büyüklüğünde bir depremin 100 yıllık bir zaman diliminde gelişmesi olasılığı ise bölgenin depremsellik değerlendirmesine göre %26.32’dir. Diğer bir ifadeyle, pek tabi ki depremin büyüklüğünün artması

şevin duraysızlık olasılığını artmaktadır. Buna karşın büyük depremlerinde zamana bağlı gelişme sıklığı ise azalmaktadır. Bu durum zaman periyodunun da dahil edilerek duraysızlık olasılığının yorumlanmasını beraberinde getirmektedir. Teze konu olan şevlerin duraysızlık tehlikesi değerlendirmesi yapıldığında ise $M_w=7.5$ büyüklüğündeki tehlike boyutları (duraysızlık olasılıkları) 100 yıllık periyod için değerlendirildiğinde her iki fay kolu için sırasıyla %16.00 ve %10.48 değerlerine gerilemektedir. Buna karşın $M_w=6$ büyüklüğünde ise 100 yıllık periyod için duraysızlık olasılıkları sırasıyla %31.13 ve %26.14 olarak belirlenmektedir. Diğer taraftan 5 yıllık bir zaman aralığı için duraysızlık olasılığı pek çok durumda %10'u bulmamaktadır.

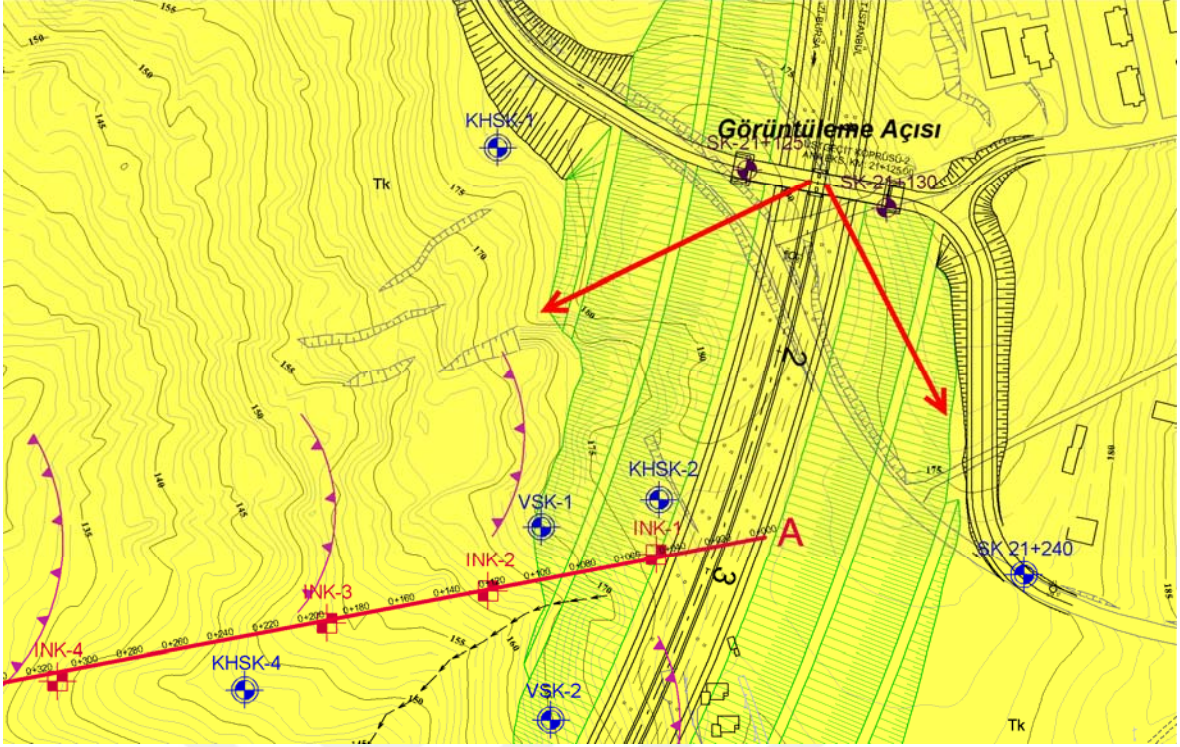
27° ve 10 m yüksekliğe sahip basamak geometrisiyle oluşturulan km:21+820 şev profilinin toplam yüksekliği yaklaşık 30m'yi bulan GD tarafındaki olasılık şev duraylılığı analizleriyle uzun dönem duraylılık açısından değerlendirilmiştir. Otoyol projesinin GD ve KB şev profilleriyle birlikte uygulamaya dönük önerilen km:21+820 kesiti Şekil 9.31'de görülmektedir.



Şekil 9-31 Kabaklı heyelan sahasında km:21+820'de oluşturulması önerilen şevlerin kesitleri

Gebze-Orhangazi otoyol projesinin Kabaklı heyelan sahasını da içine alan Altınova – Gemlik arasındaki 40 km'lik kesim 21 Nisan 2016 tarihinde trafiğe açılmıştır. Şekil 9.31'de sunulan şev kesiti profilleri sahada uygulanmış olup, geçen 2 yıllık süre de herhangi bir duraylılık problemi yaşanmamıştır.

Yerindeki uygulama sonucunda oluşturulan şevlerin Mart 2018 tarihindeki durumları fotoğraf alım yönleriyle birlikte Şekil 9.32 ve Şekil 9.33'de sunulmuştur. Ayrıca, şevlerin uzun dönemde su ile etkileşimlerini kontrol altına almak amacıyla yapılan kafa hendekleri de Şekil 9.34'de görülmektedir.



Şekil 9-32 Uygulaması hayata geçirilen şevlere ilişkin bir sonraki şekilde sunulan fotoğrafların görüntüleme yönleri



Şekil 9-33 Otoyol projesi kapsamında Kabaklı heyelan sahasında oluşturulan şevlerin panoramik görünümü



Şekil 9-34 Kabaklı heyelan sahasında oluşturulan şevlerdeki kafa hendekleri

10 SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu tez kapsamında Gebze – Orhangazi Otoyolu'nda km: 21+000 – 22+700 arasında yer alan ve Kabaklı heyelan sahası içerisinde yer alan yarmalar incelenmiş olup aşağıdaki sonuçlara varılmış ve öneriler yapılmıştır.

- Uzun dönem olasılıklı şev duraylılığı analizleriyle uzun dönem duraylılıkları değerlendirilen otoyol şevlerinin de yer aldığı çalışma alanı Kabaklı heyelanında yer almaktadır. Otoyol kotuna göre yaklaşık 30 m yüksekliğinde basamaklı şev kazısı ile şevlerin projelendirilmesi gerekmektedir.
- Çalışma alanı Sarmasiyen yaşlı Kılıç formasyonu içerisinde kalmaktadır. Birim genel olarak kil ve siltten oluşmakta olup, üst kesimleri ileri derecede derecede ayrışmaya uğramıştır.
- Gebze – Orhangazi otoyol projesi kapsamında, hareket yönüne dik iki hat boyunca 7 adet inklinometre kuyusundaki ölçüm çalışmaları yapılmış ve hareketlerin 5 ile 12 m derinliklerde olduğu belirlenmiştir. İnklinometre okumaları ve saha gözlemlerine göre Kabaklı heyelanının ileri derecede ayrışmış üst zon içerisinde geliştiği belirlenmiş ve geriye dönük analizlerde kullanılmak üzere duraysızlık kesitleri hazırlanmıştır.
- Tez çalışması kapsamında saha çalışmaları sırasında heyelana yönelik çatlaklar, yapılardaki hasar ve deformasyon bilgileri ve jeoteknik sondaj lokasyonları gibi çalışmaları tümü yansıtılarak çalışma alanının 1/2000 ölçekli dokümantasyon haritası hazırlanmış ve Ek-2'de sunulmuştur. Ayrıca hazırlanan kesitler de 1/1000 ölçeğinde Ek-3'de verilmiştir.
- Çalışma alanı Türkiye Deprem Bölgeleri Haritasına göre **1. Derece deprem bölgesi** içerisinde kalmaktadır. Çalışma alanı KAFZ'nun çatallandığı iki kolu arasında yer almaktadır. Çalışma alanının yaklaşık 2.2 km kuzeyinden “Geyve-İznik-Gemlik” ve yaklaşık 26.8 km güneyinden ise “Sapanca-Göynük-Yalova” kolları geçmektedir. Ulusay vd. [15] tarafından yapılan çalışmalara göre bu iki fay hattının da $M_w=7.5$ büyüklüğünde deprem üretebilme potansiyeli bulunmaktadır.
- 45°, 34°, 27° ve 10 m basamak yükseklikleri için kazı derinliğinin en fazla

olduğu km:21+820 kesitinde hazırlanan şev profillerinin statik koşullar altında makaslama dayanım parametreleri için normal dağılım modeline göre tanımlamalarının yapıldığı olasılıklı şev duraylılığı analizleri yapılmıştır. Uzun dönem duraylılığın değerlendirmesine yönelik olarak ortalama güvenlik katsayısının $GK \sim 1.5$ olarak elde edildiği 27° basamak geometrisinin kullanıldığı şev profili, sismik etkinin de dikkate alındığı olasılıklı şev duraylılığı analizlerinde kullanılmıştır.

- Otoyol şev kazı derinliğinin 30 m'yi bulması ve ayrıca çok yakın mesafede KAFZ'nun iki fay hattının kuzeyden ve güneyden sınırlaması uzun dönem açısından deprem tehlikesinin olasılıklı şev duraylılığı analizleriyle birleştirilmesini gerektirmektedir.
- Çalışma alanını kuzeyden ve güneyden sınırlandıran her iki fay kolu için farklı deprem büyüklükleri için yapılan olasılıklı şev duraylılığı analizleri dikkate alındığında, doğal olarak $M_w=7.5$ için belirlenen yatay sismik katsayılarının etkilediği durumlarda, depremin çalışma alanına daha yakın olan "Sapanca-Göynük-Yalova" fay kolu üzerinde meydana gelmesi durumunda duraysızlık olasılığı %60.8 olarak belirlenirken, depremin "Geyve-İznik-Gemlik" fay kolu üzerinde gelişmesi durumunda duraysızlık olasılığı % 39.8 olarak belirlenmiştir. Bununla birlikte, $M_w=7.5$ büyüklüğünde bir depremin 100 yıllık bir zaman diliminde gelişmesi olasılığı ise bölgenin depremsellik değerlendirmesine göre %26.32'dir. Diğer bir ifadeyle, pek tabi ki depremin büyüklüğünün artması şevin duraysızlık olasılığını arttırmaktadır. Buna karşın büyük depremlerinde zamana bağlı gelişme sıklığı ise azalmaktadır. Bu durum zaman periyodunun da dahil edilerek duraysızlık olasılığının yorumlanmasını beraberinde getirmektedir. Teze konu olan şevlerin duraysızlık tehlikesi değerlendirmesi yapıldığında ise $M_w=7.5$ büyüklüğündeki tehlike boyutları (duraysızlık olasılıkları) 100 yıllık periyod için değerlendirildiğinde her iki fay kolu için sırasıyla %16.00 ve %10.48 değerlerine gerilemektedir. Buna karşın $M_w=6$ büyüklüğünde ise 100 yıllık periyod için duraysızlık olasılıkları sırasıyla %31.13 ve %26.14 olarak belirlenmektedir. Diğer taraftan 5 yıllık bir zaman aralığı için duraysızlık olasılığı pek çok durumda %10'u bulmamaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] Anonim, İlin Coğrafi Konumu, <http://www.yalova.gov.tr/ilin-cografik-konumu-bitki-rtusu-ve-iklimi> (Şubat, **2018**).
- [2] MGM, Resmi istatistikler, <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=YALOVA> (Şubat, **2018**).
- [3] Kazel, E., *Yalova Şehir Coğrafyası*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, **2014**.
- [4] MTA, 1/100000 ölçekli Bursa G22 Paftası, MTA Genel Müdürlüğü Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara.
- [5] MTA, 1/25000 ölçekli Bursa G22c2 Paftası, MTA Genel Müdürlüğü Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara.
- [6] Bargu, S., Sakıncı, M., İzmit Körfezi ile İzmit Gölü arasında kalan bölgenin jeolojisi ve yapısal özellikleri, *İstanbul Üniversitesi Müh. Fak. Yerbilimleri Dergisi*, 6, 45-76, **1989**.
- [7] Bargu, S., Sakıncı, M., Armutlu Yarımadası'nda Karamürsel ile İzmit gölü arasındaki kesimin doğal agrega potansiyelinin araştırılması ve değerlendirilmesi, *TBAG-587*, **1984**.
- [8] Akartuna, M., Armutlu Yarımadası'nın jeolojisi, *İst. Üni. Fen Fak. Monografileri*, 20, **1968**.
- [9] Ömer, E., vd., Doğu Marmara bölgesinin Neojen – Kuvaterner evrimi, *MTA Dergisi*, 120, 233-258, **1998**.
- [10] Ambraseys N.N., Adams R.D., *Seismicity of the Cyprus Region. Engineering Seismology and Earthquake Engineering*, Report No 92-9, **1992**.
- [11] Sonmez H., Modification to the Liquefaction Potential Index and Liquefaction Susceptibility Mapping for a Liquefaction-Prone Area (Inegöl-Turkey). *Environmental Geology*, 44 (7), 862–871, **2003**.
- [12] B.Ü. KRDAE, Bölgesel Deprem-Tsunami İzleme Merkezi, <http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/zeqdb/>, (Nisan, **2018**).

- [13] Özmen, B., 17 Ağustos 1999 İzmit Körfezi Depremi'nin Hasar Durumu, Türkiye Deprem Vakfı, Deprem Raporu, TDV/DR 010-53, **2000**.
- [14] Kalafat, D., Marmara Bölgesi'nin Depremselliği ve Deprem Ağının Önemi, 1. *Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı*, 11-14 Ekim 2011 – ODTÜ, ANKARA, **2011**.
- [15] Ulusay, R., Tuncay E., Sönmez, H., Gökçeoğlu, C. An attenuation relationship based on Turkish strong motion data and iso-acceleration map of Turkey, *Elsevier*, 74, 265-291, **2004**.
- [16] Kramer, S., L., *Geotechnical Earthquake Engineering*, II Series, Prentice Hall, **1996**.
- [17] Gutenberg B. and Richter C.F., *Seismicity of Earth and Related Phenomena*, 2nd Ed., Princeton Univ. Pres., Princeton, New Jersey, **1954**.
- [18] Crovelli R.A., *Porbability models for estimation of number costs of landslides*,. United States Geological Survey Open File Report, 00-249, **2000**.
- [19] MTA, Yerbilimleri Harita Görüntüleyicisi Çizim Editörü, <http://yerbilimleri.mta.gov.tr/anasayfa.aspx>, (Şubat, **2018**).
- [20] Bowles, J., E., *Foundation Analysis and Design*, Fifth Edition, The McGraw-Hill, **1996**.
- [21] Ulusay, R., Gökçeoğlu, C., Binal, A., *Kaya Mekaniği Laboratuvar Deneyleri*, 2. Baskı, TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları, **2005**.
- [22] Bishop, A.W., Bijerrum L., The Relevance of the Triaxial Test to the Solution of Stability Problems, *Research Conf. on the Shear Strength of Cohesive Soils*, ASCE, **1960**.
- [23] Rocscience, SLIDE v6.0, <https://www.rocscience.com/rocscience/products/slide>, (Mart, **2011**).

ÖZGEÇMİŞ

Kimlik Bilgileri

Adı Soyadı : Reşit Yücel Pilatin
Doğum Yeri : Edirne
Medeni Hali : Evli
E-posta : resityucel@gmail.com
Adresi : Cinnah Caddesi Kuloğlu Sokak No:24/3 Çankaya/ANKARA

Eğitim

Lise : Edirne Anadolu Lisesi
Lisans : Hacettepe Üniversitesi – Jeoloji Mühendisliği Bölümü
Yüksek Lisans : Hacettepe Üniversitesi – Jeoloji Mühendisliği Bölümü

Yabancı Dil ve Düzeyi

İngilizce (Okuma: İyi, Yazma: İyi, Konuşma: İyi)

İş Deneyimi

Geotaş Zemin Mühendisliği (2008-2009)
Sial Yerbilimleri (2009-2010)
M. Kenan Kaya Müş. Ve Müh. (2010-Devam)

Deneyim Alanları

Karayolu projelerinde jeolojik – jeoteknik etüt raporlarının yazımı, şev stabilitesi, tünel jeotekniği, zemin mekaniği, kaya mekaniği

Tezden Üretilmiş Projeler ve Bütçesi

-

Tezden Üretilmiş Yayınlar

-

Tezden Üretilmiş Tebliğ ve/veya Poster Sunumu ile Katıldığı Toplantılar

-



EK-1

**Çalışma Alanı Merkezli 100km Yarıçaplı Alanda
15.04.1905 – 05.10.2017 Arası Meydana Gelen
M>3.5 olan 460 Adet Deprem Kayıtları**

Ek-1

No	Oluş Tarihi	Oluş Zamanı	Enlem	Boylam	Derinlik (km)	xM	MD	ML	Mw	Ms	Mb
1	5.10.2017	23:54:42.31	40.8375	28.3402	13.9	3.6	0	3.6	3.4	0	0
2	3.9.2017	03:23:14.06	40.1432	29.9395	5.5	3.7	0	3.7	3.7	0	0
3	25.7.2017	15:21:10.15	40.4407	28.9817	7.2	3.6	0	3.6	3.5	0	0
4	8.10.2016	23:02:46.59	40.614	28.9453	5.5	3.7	0	3.7	3.7	0	0
5	8.10.2016	21:22:33.79	40.6122	28.9517	5.7	3.7	0	3.5	3.7	0	0
6	30.9.2016	14:09:43.90	40.6667	29.1833	5.3	3.6	0	3.5	3.6	0	0
7	22.9.2016	02:47:19.28	40.4412	29.177	5.6	3.8	0	3.8	3.8	0	0
8	2.9.2016	19:24:57.53	40.7097	30.1263	9	3.7	0	3.7	3.7	0	0
9	17.7.2016	08:55:41.35	40.7032	29.166	11.4	4.1	0	3.9	4.1	0	0
10	9.7.2016	14:20:51.29	40.707	29.1948	9.5	3.8	0	3.6	3.8	0	0
11	25.6.2016	05:40:11.91	40.7068	29.2122	9.3	4.5	0	4.5	4.4	0	0
12	22.6.2016	23:35:59.68	40.7053	29.2232	7.6	3.7	0	3.6	3.7	0	0
13	7.6.2016	08:02:14.93	40.275	29.1495	13.5	3.6	0	3.5	3.6	0	0
14	7.6.2016	04:09:45.65	40.2652	29.1523	15.8	4.6	0	4.6	4.3	0	0
15	5.12.2015	20:53:51.68	40.4437	29.0663	13.2	3.7	0	3.7	4.5	0	0
16	16.11.2015	15:45:43.48	40.8315	28.7535	12.6	4.2	0	4.2	3.9	0	0
17	16.10.2015	04:35:06.95	40.4463	29.1663	5.4	3.5	0	3.3	4.2	0	0
18	13.8.2015	01:01:28.61	40.6993	29.2842	9.4	3.8	0	3.8	4.5	0	0
19	11.5.2015	04:16:27.56	40.4153	29.1253	8.1	3.9	0	3.9	4.6	0	0
20	23.4.2015	10:04:19.23	39.9948	28.7315	7.2	3.5	0	3.5	4.3	0	0
21	23.1.2015	10:19:42.12	40.0657	28.5903	5	4.5	0	4.5	4.2	0	0
22	23.10.2014	16:29:10.33	40.4093	30.1218	7.4	3.8	0	3.8	4.5	0	0
23	22.10.2014	17:11:05.60	40.4065	30.1147	7.5	4.5	0	4.5	4.5	0	0
24	3.8.2014	22:22:44.35	40.6075	29.1652	11.5	4.1	0	4.1	3.8	0	0
25	3.8.2014	10:42:44.50	40.6057	29.159	3.4	3.6	0	3.6	4.4	0	0
26	10.11.2013	02:09:23.44	40.7615	30.2658	13.8	3.5	0	3.5	4.3	0	0
27	3.10.2013	10:26:07.12	40.0892	28.6952	13.8	3.7	0	3.7	4.5	0	0
28	17.8.2013	18:16:31.03	40.4103	29.1193	5.5	4.3	0	4.2	4.3	0	0
29	6.8.2013	19:18:11.99	39.836	29.7542	7.5	4	0	4	3.9	0	0
30	31.10.2012	09:55:50.71	40.436	28.7187	7.1	3.5	0	3.5	4.3	0	0
31	27.10.2012	02:37:59.74	40.4353	28.7277	6.3	3.9	0	3.9	4.6	0	0
32	26.10.2012	03:37:36.17	40.4258	28.7203	8.3	4	0	4	4.7	0	0
33	19.10.2012	08:17:24.89	41.037	28.6335	14.2	3.8	0	3.8	4.5	0	0
34	8.8.2012	13:02:29.09	40.4428	28.6293	5.9	3.5	0	3.5	4.3	0	0
35	7.7.2012	07:07:44.89	40.8193	30.4133	6.6	4	0	4	4.7	0	0
36	14.3.2012	09:24:54.32	40.8115	28.793	9.8	3.7	0	3.7	4.5	0	0
37	7.3.2012	14:37:30.02	40.1787	29.9413	5.4	3.5	0	3.5	4.3	0	0
38	16.8.2011	17:30:06.68	40.4348	28.8943	5.4	4	0	4	4.7	0	0
39	11.8.2011	13:37:11.07	40.4352	28.9083	4.8	3.6	0	3.6	4.4	0	0
40	11.7.2011	16:09:12.61	40.173	29.96	6.5	4.6	0	4.6	5.2	0	4.5
41	20.1.2011	02:09:37.04	40.7042	29.7628	11.7	4.1	0	4.1	4.8	0	4.1
42	15.5.2010	14:08:22.17	41.1985	30.1332	5	4.2	0	4.2	4.9	0	0
43	8.3.2010	16:07:11.79	40.4482	29.1312	2.8	3.5	0	3.5	4.3	0	0
44	3.2.2010	21:57:55.00	40.4	28.85	9	3.5	0	3.5	4.3	0	0
45	16.11.2009	18:47:22.04	40.5997	29.0057	13.7	3.6	3.6	0	3.8	0	0
46	18.7.2009	09:59:52.46	40.7272	29.843	6.7	3.6	0	3.6	4.4	0	0
47	22.6.2009	09:29:11.26	40.4928	29.1378	5.8	3.7	0	3.7	4.5	0	0
48	31.5.2009	15:25:03.41	40.4857	29.1387	5.4	3.5	0	3.5	4.3	0	0
49	23.5.2009	21:57:38.76	40.476	29.1427	10.8	3.8	0	3.8	4.5	0	0
50	6.4.2009	17:24:08.90	40.141	28.9515	4.9	3.5	3.5	0	3.7	0	0
51	22.10.2008	01:00:35.82	40.7423	29.1698	8.3	3.8	0	3.8	4.5	0	0
52	5.10.2008	06:04:04.73	40.6307	29.0133	15.3	4.2	0	4.2	4.9	0	0
53	9.7.2008	04:54:48.00	40.4332	28.7188	6.4	3.6	0	3.6	4.4	0	0
54	29.6.2008	08:28:01.06	40.4132	28.9998	6.8	3.8	0	3.8	4.5	0	0
55	12.3.2008	18:53:31.31	40.6162	29.0072	10	4.8	0	4.8	5.3	0	0
56	1.8.2007	19:03:08.13	40.7868	30.0902	5.2	4	3.8	4	4.0	0	0
57	28.10.2006	15:28:26.47	40.64	29.225	7.7	3.5	3.4	3.5	3.6	0	0
58	25.10.2006	11:56:03.75	40.4455	29.0008	13	3.9	0	3.9	4.6	0	0
59	25.10.2006	00:56:55.45	40.3997	28.997	7.8	3.6	0	3.6	4.4	0	0
60	24.10.2006	14:00:20.90	40.4162	28.9878	12.5	5.2	0	5.2	5.6	0	4.6
61	12.10.2006	18:12:32.17	40.4237	28.3507	10.8	3.5	3.5	0	3.7	0	0
62	8.2.2006	05:24:25.71	40.6988	30.3555	9.6	3.6	3.6	0	3.8	0	0
63	8.2.2006	04:07:41.42	40.7108	30.3648	8.7	4.6	0	4.5	5.1	0	4.6

Ek-1

64	11.10.2004	01:25:11.20	40.43	28.94	10	3.7	3.7	0	3.9	0	0
65	29.9.2004	15:42:07.70	40.79	29.02	13	4	4	4	4.2	0	0
66	25.5.2004	05:40:48.70	40.44	29.13	7	3.7	3.7	0	3.9	0	0
67	16.5.2004	03:30:48.70	40.7	29.33	10	4.3	4.3	4.3	4.5	0	0
68	7.2.2004	14:53:15.60	39.88	29.21	8	3.5	0	3.5	4.3	0	0
69	7.2.2004	14:51:37.90	39.89	29.26	8	3.5	0	3.5	4.3	0	0
70	7.1.2004	01:12:49.80	39.88	29.28	10	3.5	3.5	0	3.7	0	0
71	23.12.2003	13:07:45.30	39.86	29.24	9	4	4	4	4.2	0	0
72	23.12.2003	12:23:36.90	39.88	29.24	13	4.6	4.4	4.6	4.6	0	0
73	20.7.2003	04:46:26.00	40.28	29.69	7	3.7	3.6	3.7	3.8	0	0
74	20.3.2003	12:25:34.60	39.97	28.74	12	4.3	4.3	0	4.5	0	4.1
75	5.5.2002	09:22:09.80	40.53	28.32	7	4.1	3.9	4.1	4.1	0	0
76	24.3.2001	13:07:39.60	40.86	28.85	11	3.7	3.7	0	3.9	0	0
77	16.1.2001	03:33:02.20	40.9	29.07	13	4	4	0	4.2	0	0
78	23.11.2000	18:26:10.20	40.66	30.39	12	3.9	3.9	0	4.1	0	0
79	22.11.2000	06:59:20.60	40.63	29.11	8	3.6	3.6	0	3.8	0	0
80	19.9.2000	09:22:45.60	40.69	29.2	7	3.8	3.8	0	4.0	0	0
81	19.9.2000	03:58:48.90	40.77	30.51	0	3.6	3.6	0	3.8	0	0
82	6.9.2000	14:22:58.70	40.62	29.19	6	3.8	3.8	0	4.0	0	0
83	7.7.2000	00:15:30.70	40.85	29.23	9	4.2	4.2	0	4.4	0	0
84	2.4.2000	18:57:38.30	40.8	30.24	7	4.3	4.3	0	4.5	0	0
85	9.2.2000	16:41:32.30	40.82	30.02	17	4.1	4.1	0	4.3	0	0
86	31.1.2000	14:38:51.40	40.7	29.28	7	3.9	3.9	0	4.1	0	0
87	13.1.2000	06:53:37.00	40.68	29.97	9	3.5	3.5	0	3.7	0	0
88	6.1.2000	05:55:45.30	40.78	30.14	7	3.5	3.5	0	3.7	0	0
89	20.12.1999	11:46:35.90	40.69	30.49	6	3.6	3.6	0	3.8	0	0
90	16.12.1999	12:32:44.30	40.68	29.32	8	3.5	3.5	0	3.7	0	0
91	16.12.1999	01:38:40.10	40.73	29.39	1	3.5	3.5	0	3.7	0	0
92	10.12.1999	02:03:24.70	40.64	29.11	17	3.6	3.6	0	3.8	0	0
93	9.12.1999	11:38:46.80	40.62	29.11	16	3.8	3.8	0	4.0	0	0
94	7.12.1999	14:46:58.60	40.75	29.13	1	3.6	3.6	0	3.8	0	0
95	15.11.1999	22:44:43.20	40.91	30.33	7	4	4	0	4.2	0	0
96	14.11.1999	05:55:09.40	40.63	29.17	1	3.5	3.5	0	3.7	0	0
97	13.11.1999	10:55:23.90	40.72	29.21	1	3.6	3.6	0	3.8	0	0
98	13.11.1999	02:52:00.00	40.78	30.3	10	4.7	4.7	0	4.9	0	0
99	11.11.1999	14:55:25.40	40.88	30.3	11	4.4	4.4	0	4.6	0	0
100	11.11.1999	14:41:25.60	40.74	30.27	22	5.7	5.7	0	5.8	0	0
101	7.11.1999	11:15:11.40	40.71	30.05	7	3.5	3.5	0	3.7	0	0
102	7.11.1999	09:06:11.40	40.68	29.97	8	3.5	3.5	0	3.7	0	0
103	20.10.1999	23:08:21.10	40.79	29	10	4.4	4.4	0	4.6	0	0
104	14.10.1999	14:20:33.60	40.73	30.4	5	3.6	3.6	0	3.8	0	0
105	11.10.1999	02:47:47.10	40.67	29.05	1	3.9	3.9	0	4.1	0	0
106	5.10.1999	04:10:03.20	40.79	29.85	11	3.6	3.6	0	3.8	0	0
107	29.9.1999	00:13:05.70	40.7	29.34	12	4.8	4.8	0	5.0	0	0
108	26.9.1999	11:13:04.90	40.7	29.31	14	3.9	3.9	0	4.1	0	0
109	24.9.1999	13:44:49.70	40.8	30.29	10	3.8	3.8	0	4.0	0	0
110	19.9.1999	20:26:35.20	40.64	30.52	11	4.2	4.2	0	4.4	0	0
111	18.9.1999	00:48:24.40	40.62	29.12	9	4.3	4.3	0	4.5	0	0
112	17.9.1999	19:49:06.20	40.72	30.1	15	4.5	4.5	0	4.7	0	0
113	16.9.1999	17:58:45.50	40.48	30.21	7	3.5	3.5	0	3.7	0	0
114	13.9.1999	11:55:28.70	40.77	30.1	19	5.8	5.8	0	5.9	0	0
115	11.9.1999	07:26:38.40	40.72	29.26	14	3.5	3.5	0	3.7	0	0
116	9.9.1999	20:21:48.80	40.75	29.95	14	4.1	4.1	0	4.3	0	0
117	9.9.1999	02:00:46.70	40.64	29.12	16	3.9	3.9	0	4.1	0	0
118	9.9.1999	01:32:08.00	40.71	29.14	11	4.6	4.6	0	4.8	0	0
119	9.9.1999	01:02:19.40	40.75	29.52	14	3.8	3.8	0	4.0	0	0
120	8.9.1999	15:35:26.00	40.62	29.11	7	3.6	3.6	0	3.8	0	0
121	8.9.1999	04:51:55.80	40.78	30.06	11	3.5	3.5	0	3.7	0	0
122	6.9.1999	18:53:58.40	40.76	30.1	13	3.6	3.6	0	3.8	0	0
123	6.9.1999	06:33:26.10	40.73	29.79	12	4	4	0	4.2	0	0
124	4.9.1999	18:27:43.60	40.76	30.32	12	4	4	0	4.2	0	0
125	4.9.1999	16:46:55.90	40.72	29.97	5	3.5	3.5	0	3.7	0	0
126	4.9.1999	10:30:46.40	40.74	30.03	17	4.2	4.2	0	4.4	0	0
127	4.9.1999	01:01:56.40	40.69	29.22	1	3.6	3.6	0	3.8	0	0

Ek-1

128	1.9.1999	13:57:23.20	40.81	29.96	11	3.7	3.7	0	3.9	0	0
129	1.9.1999	03:23:15.60	40.6	29.05	15	3.8	3.8	0	4.0	0	0
130	31.8.1999	22:28:21.10	40.63	29.09	19	4.1	4.1	0	4.3	0	0
131	31.8.1999	08:33:23.60	40.78	29.96	10	4.6	4.6	0	4.8	0	0
132	31.8.1999	08:10:51.50	40.75	29.92	17	5.2	5.2	0	5.4	0	0
133	30.8.1999	15:24:37.10	40.75	29.26	8	3.5	3.5	0	3.7	0	0
134	29.8.1999	20:16:19.60	40.63	29.02	7	3.6	3.6	0	3.8	0	0
135	29.8.1999	19:34:17.10	40.75	30.48	4	3.6	3.6	0	3.8	0	0
136	28.8.1999	10:20:07.60	40.69	29.19	9	3.5	3.5	0	3.7	0	0
137	28.8.1999	10:12:57.20	40.65	29.13	5	3.7	3.7	0	3.9	0	0
138	28.8.1999	08:27:46.30	40.85	30.03	9	3.6	3.6	0	3.8	0	0
139	28.8.1999	05:23:19.20	40.62	29.12	5	3.6	3.6	0	3.8	0	0
140	27.8.1999	15:39:37.00	40.81	30.13	10	3.8	3.8	0	4.0	0	0
141	26.8.1999	23:39:01.00	40.7	30.45	5	3.5	3.5	0	3.7	0	0
142	26.8.1999	21:49:51.80	40.83	30.08	5	3.6	3.6	0	3.8	0	0
143	26.8.1999	20:17:32.90	40.71	30.48	5	3.6	3.6	0	3.8	0	0
144	26.8.1999	17:49:34.40	40.84	30.26	3	4.1	4.1	0	4.3	0	0
145	26.8.1999	17:35:05.40	40.74	30.47	6	3.7	3.7	0	3.9	0	0
146	26.8.1999	09:57:12.00	40.85	30.3	1	3.6	3.6	0	3.8	0	0
147	25.8.1999	09:21:13.70	40.71	29.99	12	3.8	3.8	0	4.0	0	0
148	24.8.1999	18:58:52.60	40.74	30.03	16	3.7	3.7	0	3.9	0	0
149	24.8.1999	05:30:26.70	40.72	29.62	5	3.7	3.7	0	3.9	0	0
150	23.8.1999	21:55:46.30	40.73	29.21	5	3.8	3.8	0	4.0	0	0
151	22.8.1999	10:09:47.50	40.66	30.06	1	4	4	0	4.2	0	0
152	22.8.1999	08:25:33.80	40.66	29.43	5	3.7	3.7	0	3.9	0	0
153	22.8.1999	08:23:01.90	40.66	29.38	9	4	4	0	4.2	0	0
154	22.8.1999	01:47:45.20	40.62	29.08	10	4.3	4.3	0	4.5	0	0
155	21.8.1999	23:34:13.10	40.68	29.21	23	4	4	0	4.2	0	0
156	21.8.1999	21:08:41.40	40.83	28.78	5	3.7	3.7	0	3.9	0	0
157	21.8.1999	10:01:25.70	40.72	29.96	8	4.1	4.1	0	4.3	0	0
158	20.8.1999	20:12:42.50	40.59	29.05	9	4.3	4.3	0	4.5	0	0
159	20.8.1999	18:08:59.70	40.74	30.47	8	3.8	3.8	0	4.0	0	0
160	20.8.1999	10:22:42.40	40.58	29.03	5	3.5	3.5	0	3.7	0	0
161	20.8.1999	09:48:37.60	40.73	29.76	12	3.8	3.8	0	4.0	0	0
162	20.8.1999	09:34:46.70	40.62	29.18	17	4.6	4.6	0	4.8	0	0
163	20.8.1999	09:28:55.70	40.59	29.12	8	4.6	4.6	0	4.8	0	0
164	20.8.1999	00:03:02.40	40.71	29.79	11	4.3	4.3	0	4.5	0	0
165	19.8.1999	21:49:50.80	40.65	29.12	9	3.5	3.5	0	3.7	0	0
166	19.8.1999	15:48:19.50	40.64	29.15	12	4.3	4.3	0	4.5	0	0
167	19.8.1999	15:17:44.90	40.59	29.08	11	5	5	0	5.2	0	0
168	19.8.1999	14:24:34.40	40.61	29.1	14	4	4	0	4.2	0	0
169	19.8.1999	14:15:58.40	40.6	29.06	12	4.5	4.5	0	4.7	0	0
170	18.8.1999	21:17:38.90	40.86	30.04	1	4	4	0	4.2	0	0
171	18.8.1999	13:59:34.10	40.79	29.04	9	4	4	0	4.2	0	0
172	18.8.1999	09:30:57.20	40.65	29.67	5	4	4	0	4.2	0	0
173	18.8.1999	00:45:17.10	40.81	29.09	14	4.3	4.3	0	4.5	0	0
174	17.8.1999	20:30:41.20	40.75	29.32	16	4.3	4.3	0	4.5	0	0
175	17.8.1999	18:35:21.90	40.38	28.71	7	4	4	0	4.2	0	0
176	17.8.1999	18:14:42.80	40.74	30.25	6	4	4	0	4.2	0	0
177	17.8.1999	17:09:15.00	40.6	30.24	11	4	4	0	4.2	0	0
178	17.8.1999	15:17:52.00	40.75	29.75	10	4.1	4.1	0	4.3	0	0
179	17.8.1999	14:32:08.20	40.73	29.39	17	4.4	4.4	0	4.6	0	0
180	17.8.1999	11:58:09.90	40.57	30.51	16	4.5	4.5	0	4.7	0	0
181	17.8.1999	05:54:42.10	40.78	29.05	5	4.3	4.3	0	4.5	0	0
182	17.8.1999	00:01:37.60	40.76	29.97	18	7.4	7.4	0	7.4	0	0
183	1.1.1999	16:21:33.20	40.71	29.96	11	3.5	3.5	0	3.7	0	0
184	11.11.1998	11:33:54.60	40.7	30	16	3.5	3.5	0	3.7	0	0
185	5.10.1998	00:26:44.70	40.31	29.13	7	3.5	3.5	0	3.7	0	0
186	25.9.1998	16:20:09.00	40.21	28.87	10	3.9	3.9	0	4.1	0	0
187	24.10.1997	00:11:12.60	40.74	30.14	5	3.5	3.5	0	3.7	0	0
188	21.10.1997	10:49:33.50	40.7	30.42	11	4.1	4.1	0	4.3	0	0
189	4.4.1997	10:06:18.80	40.11	29.3	10	3.7	3.7	0	3.9	0	0
190	4.4.1997	10:03:37.60	40.17	29.27	0	3.6	3.6	0	3.8	0	0
191	29.3.1997	21:20:57.70	40.76	29.99	13	3.5	3.5	0	3.7	0	0

Ek-1

192	5.1.1997	19:35:21.80	40.73	30.38	9	3.5	3.5	0	3.7	0	0
193	31.10.1996	13:53:14.80	40.45	28.65	12	3.7	3.7	0	3.9	0	0
194	28.8.1996	00:04:36.70	40.78	30.13	17	3.5	3.5	0	3.7	0	0
195	23.4.1996	02:03:43.20	40.64	29.94	5	3.5	3.5	0	3.7	0	0
196	30.3.1996	11:44:43.00	40.71	29.7	7	3.5	3.5	0	3.7	0	0
197	25.3.1996	11:31:38.80	40.26	29.35	14	3.5	3.5	0	3.7	0	0
198	21.3.1996	13:02:19.40	40.25	29.52	12	3.9	3.9	0	4.1	0	0
199	14.2.1996	01:35:49.10	40.72	30.01	12	3.5	3.5	0	3.7	0	0
200	19.9.1995	03:54:18.10	40.26	29.19	5	3.6	3.6	0	3.8	0	0
201	14.9.1995	15:39:20.20	40.17	29.69	5	3.8	3.8	0	4.0	0	0
202	23.8.1995	09:26:20.00	40.15	29.65	5	3.7	3.7	0	3.9	0	0
203	20.8.1995	21:38:38.80	40.18	29.67	8	3.6	3.6	0	3.8	0	0
204	20.8.1995	00:56:04.20	40.19	29.66	7	3.6	3.6	0	3.8	0	0
205	19.8.1995	20:05:42.80	40.19	29.57	5	3.7	3.7	0	3.9	0	0
206	19.8.1995	19:57:12.20	40.22	29.64	17	4.2	4.2	0	4.4	0	0
207	7.7.1995	18:15:56.50	40.5	29.32	5	3.8	3.8	0	4.0	0	0
208	19.6.1995	15:52:34.30	40.49	28.92	19	3.7	3.7	0	3.9	0	0
209	5.6.1995	07:06:20.80	40.4	29.29	7	3.8	3.8	0	4.0	0	0
210	12.8.1994	16:15:37.30	40.63	29.55	9	3.6	3.6	0	3.8	0	0
211	3.8.1994	17:06:25.90	40.72	29.87	7	3.5	3.5	0	3.7	0	0
212	22.6.1994	19:06:18.90	40.76	30.18	1	3.6	3.6	0	3.8	0	0
213	16.6.1994	07:49:01.90	40.7	30.33	7	3.5	3.5	0	3.7	0	0
214	12.6.1994	11:01:44.00	40.65	29.9	7	3.5	3.5	0	3.7	0	0
215	28.5.1994	18:01:18.90	40.67	29.85	14	4	4	0	4.2	0	3.9
216	2.5.1994	23:00:23.60	40.78	29.04	7	3.6	3.6	0	3.8	0	0
217	20.4.1994	09:03:24.50	40.77	28.65	12	3.5	3.5	0	3.7	0	0
218	28.3.1994	16:58:59.60	40.35	29.98	9	4	3.9	0	4.1	0	4
219	14.3.1994	17:33:20.80	40.41	28.87	15	3.5	3.5	0	3.7	0	0
220	21.2.1994	04:36:20.90	40.22	29.32	6	4	4	0	4.2	0	4
221	9.12.1993	11:15:03.00	40.73	29.8	10	3.9	0	3.9	4.6	0	0
222	8.12.1993	12:12:41.50	40.7	29.75	20	3.6	3.6	0	3.8	0	0
223	28.9.1993	00:07:42.10	40.64	29.81	10	3.6	3.6	0	3.8	0	0
224	23.4.1993	02:02:33.90	39.99	28.89	9	3.6	3.6	0	3.8	0	0
225	23.1.1993	15:32:44.30	40.79	28.76	8	3.6	3.6	0	3.8	0	0
226	16.11.1992	11:31:49.30	41.28	29.95	10	3.6	3.6	0	3.8	0	0
227	21.9.1992	03:44:52.30	40.45	30.11	5	3.8	3.8	0	4.0	0	3.7
228	9.9.1992	11:03:44.60	40.34	28.68	14	3.5	3.5	0	3.7	0	0
229	25.5.1992	08:51:15.10	40.77	29.68	15	3.5	3.5	0	3.7	0	0
230	8.3.1992	02:12:08.80	40.42	29.45	12	3.5	3.5	0	3.7	0	0
231	5.3.1992	18:01:34.70	40.44	30.13	11	3.5	3.5	0	3.7	0	0
232	25.2.1992	20:12:25.30	40.39	28.84	13	3.6	0	0	3.6	0	3.6
233	12.12.1991	15:42:50.20	40.64	29.96	5	3.5	3.5	0	3.7	0	0
234	1.10.1991	10:18:48.70	40.26	29.36	10	3.5	3.5	0	3.7	0	0
235	5.8.1991	05:29:17.20	40.5	29.37	10	3.7	3.7	0	3.9	0	0
236	8.7.1991	08:40:51.50	40.25	29.17	5	3.6	3.6	0	3.8	0	0
237	8.5.1991	11:49:34.30	40.12	29.27	8	3.9	3.9	0	4.1	0	0
238	3.3.1991	20:20:16.50	40.6	28.97	7	3.5	3.5	0	3.7	0	0
239	3.3.1991	12:16:15.70	40.59	28.94	4	3.8	3.8	0	4.0	0	0
240	3.3.1991	08:39:25.50	40.63	29	10	4.6	0	0	4.8	0	4.6
241	12.2.1991	09:54:58.90	40.8	28.82	10	5	0	5	5.3	4.8	4.8
242	7.1.1991	05:15:14.50	40.69	28.56	8	4	4	0	4.2	0	0
243	6.1.1991	15:24:32.90	40.72	28.6	6	3.6	3.6	0	3.8	0	0
244	13.7.1990	09:41:53.00	40.37	28.89	8	3.6	3.6	0	3.8	0	0
245	11.7.1990	23:06:28.90	40.11	29.21	2	3.6	3.6	0	3.8	0	0
246	10.6.1990	11:36:43.50	41.31	29.35	6	4	0	0	4.1	0	4
247	8.6.1990	16:23:01.60	39.91	28.98	10	3.5	3.5	0	3.7	0	0
248	8.6.1990	01:47:56.00	40.54	30.14	3	3.9	3.9	0	4.1	0	0
249	21.5.1990	20:48:50.70	40.41	29.2	19	3.6	3.6	0	3.8	0	0
250	7.5.1990	10:36:02.70	40.58	30.2	5	3.5	3.5	0	3.7	0	0
251	21.4.1990	15:12:30.50	40.24	28.9	7	3.5	3.5	0	3.7	0	0
252	22.3.1990	06:09:49.00	41.4	29.4	8	3.8	3.8	0	4.0	0	0
253	7.3.1990	02:47:40.20	40.42	29.14	10	3.5	3.5	0	3.7	0	0
254	28.12.1989	23:13:29.40	39.94	29.32	2	3.5	3.5	0	3.7	0	0
255	21.3.1989	06:15:56.00	40.67	29.87	9	3.9	3.9	0	4.1	0	0

Ek-1

256	27.1.1989	09:48:35.70	40.43	29.15	11	4.1	0	0	4.2	0	4.1
257	9.12.1988	14:24:43.90	40.75	30.26	10	3.8	3.8	0	4.0	0	0
258	22.9.1988	06:11:05.00	40.75	29.67	10	3.7	3.7	0	3.9	0	0
259	16.9.1988	13:53:18.80	40.1	29.2	7	3.5	3.5	0	3.7	0	0
260	8.9.1988	08:08:11.50	40.75	29.63	14	3.5	3.5	0	3.7	0	0
261	6.9.1988	15:04:09.30	40.67	29.85	19	3.7	0	0	3.7	0	3.7
262	25.7.1988	03:26:05.00	40.62	29.66	8	3.6	3.6	0	3.8	0	0
263	8.2.1988	01:17:11.60	40.46	29.16	10	3.6	3.6	0	3.8	0	0
264	7.2.1988	17:56:29.10	40.42	29.09	10	3.5	3.5	0	3.7	0	0
265	14.1.1988	18:35:54.80	39.96	29.16	8	4.2	0	0	4.3	0	4.2
266	6.1.1988	12:26:30.60	40.4	28.9	10	3.7	3.7	0	3.9	0	0
267	1.1.1988	12:21:51.10	40.14	29.23	6	4.5	0	0	4.7	0	4.5
268	1.1.1988	11:50:40.00	40.13	29.2	0	3.7	3.7	0	3.9	0	0
269	15.12.1987	20:55:55.50	40.21	29.65	15	3.5	3.5	0	3.7	0	0
270	22.11.1987	07:37:35.40	40.5	29.17	4	3.6	3.6	0	3.8	0	0
271	9.11.1987	10:31:31.50	40.42	29.16	5	3.5	3.5	0	3.7	0	0
272	27.10.1987	03:15:30.60	40.42	28.46	18	4.7	0	4.7	5.2	0	4.4
273	11.10.1987	03:09:47.70	40.67	29.04	9	3.5	3.5	0	3.7	0	0
274	8.9.1987	12:34:31.00	40.66	29.84	7	3.5	3.5	0	3.7	0	0
275	3.9.1987	16:24:53.20	40.46	29.24	8	4	0	0	4.1	0	4
276	13.8.1987	04:04:38.00	40.69	30.25	11	3.6	3.6	0	3.8	0	0
277	20.5.1987	03:06:45.80	40.59	29.1	2	3.5	3.5	0	3.7	0	0
278	12.11.1986	02:21:57.70	40.66	29.84	10	3.8	0	0	3.8	0	3.8
279	26.10.1986	04:49:29.90	40.8	28.99	10	4.6	0	4.6	5.2	0	3.9
280	27.6.1986	18:33:36.70	40.89	28.35	5	4.1	0	0	4.2	0	4.1
281	28.1.1986	07:59:30.90	40.44	29.11	4	3.7	0	0	3.7	0	3.7
282	31.12.1985	18:19:54.20	40.63	29.98	6	3.6	0	0	3.6	0	3.6
283	4.10.1985	22:48:30.40	40.13	29.29	10	4.5	0	4.5	5.1	0	3.8
284	3.10.1985	20:11:36.30	40.18	29.24	5	3.5	0	0	3.4	0	3.5
285	1.9.1985	07:53:54.80	40.08	28.63	10	3.5	0	0	3.4	0	3.5
286	29.7.1985	10:23:33.90	40.13	29.25	10	3.6	0	0	3.6	0	3.6
287	11.4.1985	13:11:45.70	40.7	29.01	6	4.2	0	0	4.3	0	4.2
288	30.12.1984	20:28:43.30	40.19	29.5	4	3.7	0	0	3.7	0	3.7
289	12.12.1984	05:25:31.20	40.27	29.28	10	3.5	0	0	3.4	0	3.5
290	28.10.1984	08:17:58.00	40.07	29.26	9	3.8	0	0	3.8	0	3.8
291	10.10.1984	23:52:21.30	40.1	29.32	4	3.9	0	0	3.9	0	3.9
292	5.10.1984	00:03:14.80	40.59	28.32	8	3.5	0	0	3.4	0	3.5
293	27.8.1984	06:32:14.10	40.74	30	27	4	0	4	4.7	0	3.9
294	16.6.1984	19:36:34.30	40.16	29.33	10	3.5	0	0	3.4	0	3.5
295	1.6.1984	04:20:10.70	40.14	29.27	9	3.6	0	0	3.6	0	3.6
296	26.5.1984	08:39:35.90	40.67	30.27	6	4	0	0	4.1	0	4
297	18.5.1984	15:34:11.10	40.12	29.26	2	3.7	0	0	3.7	0	3.7
298	20.4.1984	20:48:39.30	40.83	30.11	4	3.7	0	0	3.7	0	3.7
299	26.3.1984	03:03:27.90	40.83	30.39	2	3.6	0	0	3.6	0	3.6
300	24.3.1984	12:01:40.30	40.44	29.34	3	3.5	0	0	3.4	0	3.5
301	7.3.1984	06:18:14.40	39.98	29.38	0	3.5	0	0	3.4	0	3.5
302	2.2.1984	16:13:36.00	40.1	29.31	9	3.5	0	0	3.4	0	3.5
303	30.12.1983	04:40:50.80	40.1	29.41	7	4	0	0	4.1	0	4
304	28.12.1983	17:03:59.20	40.18	29.36	10	3.6	0	0	3.6	0	3.6
305	7.12.1983	14:05:30.20	40.07	29.37	8	3.9	0	0	3.9	0	3.9
306	28.11.1983	13:53:52.80	40.11	29.4	10	3.5	0	0	3.4	0	3.5
307	26.11.1983	02:57:48.60	40.81	28.44	10	3.5	0	0	3.4	0	3.5
308	23.11.1983	08:21:45.50	40.11	29.29	2	3.7	0	0	3.7	0	3.7
309	19.11.1983	17:08:17.00	40.19	29.4	12	3.5	0	0	3.4	0	3.5
310	16.11.1983	05:18:28.00	40.1	29.38	6	3.5	0	0	3.4	0	3.5
311	16.11.1983	04:45:22.40	40.69	30.48	23	3.6	0	0	3.6	0	3.6
312	15.11.1983	10:59:11.80	40.12	29.28	7	4.4	0	0	4.6	0	4.4
313	14.11.1983	03:07:14.40	40.1	29.44	14	3.5	0	0	3.4	0	3.5
314	3.11.1983	18:46:17.80	40.16	29.28	14	4	0	0	4.1	0	4
315	3.11.1983	01:20:41.00	40.13	29.37	8	3.7	0	0	3.7	0	3.7
316	2.11.1983	22:53:08.80	40.1	29.36	4	4.6	0	0	4.8	0	4.6
317	30.10.1983	21:19:04.30	40.26	28.95	10	3.5	0	0	3.4	0	3.5
318	28.10.1983	03:56:39.30	40.42	28.79	9	3.7	0	0	3.7	0	3.7
319	27.10.1983	08:40:10.00	40.16	29.3	18	4.3	0	0	4.4	0	4.3

Ek-1

320	25.10.1983	16:53:14.00	40.2	29.5	10	3.6	0	0	3.6	0	3.6
321	23.10.1983	21:11:24.60	40.24	29.42	10	3.5	0	0	3.4	0	3.5
322	23.10.1983	19:50:39.00	40.17	29.26	7	3.7	0	0	3.7	0	3.7
323	22.10.1983	01:32:23.00	40.2	29.47	8	3.5	0	0	3.4	0	3.5
324	21.10.1983	21:07:08.30	40.31	29.34	10	3.5	0	0	3.4	0	3.5
325	21.10.1983	20:34:49.30	40.14	29.35	12	4.9	0	0	5.4	4.9	4.9
326	20.10.1983	01:32:23.10	40.19	29.3	0	3.5	0	0	3.4	0	3.5
327	1.2.1983	13:54:11.20	40.2	28.94	3	4.9	0	0	5.4	4.9	4.8
328	27.1.1983	21:01:10.90	40.27	28.98	10	3.6	0	0	3.6	0	3.6
329	14.1.1983	21:22:46.10	40.2	28.77	8	3.6	0	0	3.6	0	3.6
330	31.7.1982	11:07:16.70	40.13	28.85	2	3.7	0	0	3.7	0	3.7
331	27.7.1982	10:23:14.60	40.38	28.95	11	4.6	0	4.6	5.2	0	4.3
332	9.6.1982	04:13:36.60	40.14	28.89	10	4.8	0	4.8	5.3	0	4.4
333	23.5.1982	16:23:07.00	40.45	29.04	4	4.2	0	4.2	4.9	0	3.2
334	20.5.1982	02:42:48.90	40.4	28.98	10	4.5	0	4.5	5.1	0	3.9
335	16.4.1982	08:01:29.30	40.79	29.84	0	4	0	0	4.1	0	4
336	30.12.1981	09:39:08.20	40.12	28.62	3	4	0	4	4.7	0	3.6
337	26.12.1981	17:53:35.00	40.15	28.74	0	4.9	0	4.8	5.3	0	4.9
338	28.8.1981	07:17:08.90	40.47	29.21	10	4.3	0	4.3	4.9	0	3.8
339	28.7.1981	07:17:08.90	40.47	29.21	10	4.3	0	4.3	4.9	0	3.8
340	23.7.1981	16:35:28.10	40.3	28.94	7	3.9	0	0	3.9	0	3.9
341	22.7.1981	22:02:45.90	40.27	28.9	2	4.5	0	4.5	5.1	0	4
342	21.7.1981	09:43:37.20	40.23	28.86	1	4.6	0	4.6	5.2	0	4.1
343	4.7.1981	11:56:34.40	40.79	29.58	0	3.5	0	0	3.4	0	3.5
344	17.12.1980	17:26:59.00	40.86	30.23	0	3.6	0	0	3.6	0	3.6
345	25.10.1980	16:57:05.90	40.72	29.81	0	3.5	0	0	3.4	0	3.5
346	26.2.1980	13:52:13.20	40.2	29.3	0	3.5	0	0	3.4	0	3.5
347	19.12.1979	12:22:23.60	40.46	28.53	11	3.6	0	0	3.6	0	3.6
348	11.11.1979	01:24:58.80	40.53	30.04	10	3.5	0	0	3.4	0	3.5
349	19.9.1979	05:19:15.00	40.9	30.3	10	3.5	0	0	3.4	0	3.5
350	14.9.1979	04:30:24.90	39.81	29.26	10	3.6	0	0	3.6	0	3.6
351	9.8.1979	09:28:32.00	40.92	29.97	23	3.6	0	0	3.6	0	3.6
352	11.1.1979	20:50:39.10	40.3	29.26	0	4.3	0	0	4.4	0	4.3
353	29.10.1978	12:48:08.70	39.91	29.36	10	3.8	0	0	3.8	0	3.8
354	3.9.1978	15:04:05.40	40.65	29.6	33	3.7	0	0	3.7	0	3.7
355	2.9.1978	05:32:28.00	40.5	30.1	10	3.9	0	0	3.9	0	3.9
356	1.9.1978	02:09:10.50	40.64	29.99	0	3.5	0	0	3.4	0	3.5
357	16.8.1978	17:51:45.10	40.81	30.33	10	3.7	0	0	3.7	0	3.7
358	10.7.1978	07:21:28.90	39.88	29.19	5	3.6	0	0	3.6	0	3.6
359	11.5.1978	16:35:41.00	40.2	29.6	10	4.3	0	0	4.4	0	4.3
360	22.4.1978	08:41:29.00	40.5	28.8	10	3.5	0	0	3.4	0	3.5
361	21.4.1978	07:18:32.00	40.5	29.7	10	3.6	0	0	3.6	0	3.6
362	13.2.1978	05:31:24.50	40.14	28.74	10	4.2	0	4.2	4.9	0	0
363	13.2.1978	01:48:30.10	40.15	28.6	10	3.9	0	0	3.9	0	3.9
364	11.2.1978	10:05:03.90	40.47	29.79	0	3.5	0	0	3.4	0	3.5
365	2.2.1978	13:35:45.00	40.42	30.15	0	3.5	0	0	3.4	0	3.5
366	27.1.1978	08:16:28.00	40.96	29.4	0	3.5	0	0	3.4	0	3.5
367	16.1.1978	08:50:22.20	40.33	29.13	10	4.2	0	0	4.3	0	4.2
368	9.1.1978	07:09:02.70	39.9	29	10	3.5	0	0	3.4	0	3.5
369	5.11.1977	13:47:03.00	40.6	29.1	0	3.8	0	0	3.8	0	3.8
370	3.11.1977	21:59:58.00	40.7	29.1	10	3.6	0	0	3.6	0	3.6
371	2.11.1977	15:05:22.00	40.6	29.3	10	3.8	0	0	3.8	0	3.8
372	18.8.1977	22:17:54.00	40.5	29.3	14	3.5	0	0	3.4	0	3.5
373	14.6.1977	02:58:25.00	40.4	28.9	10	3.6	0	0	3.6	0	3.6
374	4.5.1977	07:17:44.00	40.21	29.6	10	3.7	0	0	3.7	0	3.7
375	5.3.1977	21:31:29.00	40.8	29	0	3.6	0	0	3.6	0	3.6
376	5.3.1977	01:18:59.20	40.74	28.96	0	3.5	0	0	3.4	0	3.5
377	3.3.1977	17:40:53.30	40.88	29.16	0	3.6	0	0	3.6	0	3.6
378	9.10.1976	19:31:04.90	40.72	30.46	6	4	0	4	4.7	0	3.9
379	18.9.1976	10:01:41.00	41.3	29.2	0	3.7	0	3.1	4.0	0	3.7
380	16.8.1976	22:07:40.20	40.63	28.73	7	3.9	0	0	3.9	0	3.9
381	16.6.1976	22:03:48.50	40.73	30.48	10	3.9	0	3.9	4.6	0	3.6
382	29.5.1976	22:42:08.70	40.36	28.89	6	4.4	0	4.4	5.0	0	4
383	24.1.1976	10:21:16.20	40.61	29.96	0	3.6	0	3.6	4.4	0	3.6

Ek-1

384	3.11.1975	11:23:16.60	40.59	29.89	4	3.5	0	0	3.4	0	3.5
385	26.10.1975	13:53:33.00	40.08	29.4	33	3.5	0	0	3.4	0	3.5
386	11.9.1975	00:24:38.50	40.19	28.5	0	3.5	0	3.5	4.3	0	0
387	10.9.1975	06:25:19.50	40.03	28.63	0	3.6	0	0	3.6	0	3.6
388	25.7.1975	08:41:59.50	39.87	29.5	15	3.9	0	3.9	4.6	0	0
389	15.2.1974	09:16:08.00	40.5	29.5	5	3.5	3.5	0	3.7	0	0
390	18.1.1974	10:57:14.30	40.5	28.94	18	4.2	3.9	4.2	4.1	3.6	4
391	22.11.1973	14:54:53.00	40.36	29.88	8	4.4	4.1	4.4	4.3	3.9	4.2
392	11.6.1973	00:29:33.30	40.31	29.3	26	4.2	4.2	0	4.4	0	0
393	24.2.1973	16:18:51.90	40.66	30.06	5	3.8	3.8	0	4.0	0	0
394	10.11.1972	07:40:41.30	40.41	28.73	5	4.3	4.3	0	4.5	0	0
395	21.6.1972	05:06:16.20	40.26	30.04	33	4.2	4	4	4.2	3.7	4.1
396	15.4.1972	03:32:43.00	40.8	29.8	5	3.7	3.7	0	3.9	0	0
397	28.2.1972	08:56:21.10	40.52	29.1	5	3.5	3.5	0	3.7	0	0
398	28.2.1972	02:04:35.20	40.4	29	6	4.4	0	4.4	4.2	3.7	4.1
399	5.2.1972	12:45:49.00	40.8	29.9	5	3.6	3.6	0	3.8	0	0
400	16.1.1972	14:31:01.00	40.8	30	5	3.6	3.6	0	3.8	0	0
401	23.5.1971	14:03:18.90	39.96	28.72	3	4.6	4.4	4.1	4.6	4.3	4.5
402	5.5.1971	21:05:46.00	40.4	29.7	5	3.5	3.5	0	3.7	0	0
403	6.9.1970	17:39:10.00	40.2	28.5	10	4.1	4.1	4	4.1	3.6	4
404	26.4.1970	13:23:01.40	39.9	28.9	5	4.1	4.1	0	4.3	0	0
405	24.12.1969	08:41:32.00	40.5	28.4	10	4.7	4.6	4.3	4.7	4.5	4.6
406	12.2.1969	08:43:05.00	40.7	30.29	30	4.6	4.4	4.4	4.6	4.3	4.5
407	9.5.1968	04:19:37.90	40.07	29.26	10	4.3	4.2	4.1	4.3	4	4.2
408	6.5.1968	09:38:47.00	40.33	28.63	4	4.6	4.4	4.5	4.6	4.3	4.3
409	18.9.1967	23:39:34.00	40.86	30.3	33	4.5	4.3	4.3	4.5	4.2	4.4
410	18.8.1967	19:49:23.00	41.2	30.1	10	4.3	4.2	4.1	4.3	4	4.2
411	14.8.1967	20:09:25.00	40.74	30.37	25	4.8	4.6	4.7	4.8	4.6	4.7
412	14.8.1967	11:34:19.90	40.68	30.27	33	4.5	4.2	4.2	4.5	4	4.4
413	14.8.1967	01:45:56.00	40.75	30.38	23	4.5	4.2	4.2	4.5	4	4.4
414	6.8.1967	14:09:33.00	41	28.8	10	4.5	4.4	4.4	4.5	4.3	4.4
415	3.8.1967	07:28:17.00	41	30.3	26	4.4	4.4	4.4	4.3	4.3	4
416	2.8.1967	15:33:23.00	40.67	30.46	30	4.5	4.4	4.4	4.5	4.3	4.4
417	1.8.1967	01:05:10.00	40.4	30.4	46	4.5	4.4	4.4	4.5	4.3	4.4
418	30.7.1967	18:58:46.00	40.75	30.46	27	4.8	4.6	4.6	4.8	4.5	4.5
419	24.7.1967	03:40:21.40	40.64	30.52	4	4.4	4.2	4.2	4.4	4	4.3
420	23.7.1967	10:03:08.00	40.4	30.3	33	4.3	4.1	4.1	4.3	3.9	4.2
421	23.7.1967	09:39:28.60	40.98	30	33	4.4	4.2	4.2	4.4	4	4.3
422	23.7.1967	07:42:23.00	40.74	30.36	11	4.5	4.5	4.5	4.4	4.4	4.1
423	23.7.1967	04:48:55.00	40.63	30.36	33	4.9	4.7	4.7	4.9	4.7	4.6
424	23.7.1967	04:03:39.60	40.61	30.35	21	4.8	4.6	4.6	4.8	4.5	4.5
425	22.7.1967	20:35:40.00	40.79	30.42	4	5	4.7	4.7	5.0	4.7	4.7
426	22.7.1967	18:09:55.40	40.72	30.51	35	5.4	5	4.9	5.4	5	5.1
427	1.6.1967	11:31:36.30	40.93	28.9	10	4.3	4.2	4.1	4.3	4	4.2
428	15.12.1964	21:03:15.70	40.02	28.79	26	4.8	4.6	4.6	4.8	4.5	4.7
429	19.10.1964	14:06:50.00	40.5	29	10	4.2	4.2	4.1	4.2	4	4.2
430	18.4.1964	21:52:54.00	41.1	29	33	4.3	4.1	4.1	4.3	3.9	4.2
431	24.9.1963	02:10:44.40	40.84	28.9	10	4.9	4.8	4.8	4.9	4.8	4.9
432	18.9.1963	16:58:14.80	40.77	29.12	40	6.3	6	6	6.2	6.3	5.9
433	19.4.1962	08:22:18.60	40.75	28.84	10	4.6	4.4	4.4	4.6	4.3	4.5
434	6.8.1959	12:08:00.00	40.4	29.2	10	4.4	4.3	4.2	4.4	4.1	4.4
435	2.4.1959	04:34:28.80	40.5	29.41	20	4.8	4.7	4.6	4.8	4.6	4.7
436	26.12.1957	15:01:44.70	40.83	29.72	10	5.4	5.1	5.1	5.4	5.2	5.1
437	24.10.1957	02:33:14.80	40.06	29.75	10	4.9	4.7	4.7	4.9	4.7	4.8
438	30.8.1956	00:15:00.00	41	30.2	5	4.4	4.2	4.2	4.4	4	4.3
439	28.8.1956	01:29:51.40	41.08	29.93	80	4.8	4.7	4.6	4.8	4.6	4.7
440	6.1.1956	14:52:59.10	41	30.2	10	5.2	4.9	4.9	5.2	4.9	4.9
441	3.6.1953	16:05:31.30	40.28	28.53	20	5.5	5.2	5.2	5.5	5.3	5.2
442	22.1.1952	23:15:00.00	40.8	30.4	15	4.6	4.4	4.4	4.6	4.3	4.5
443	5.2.1949	00:28:22.40	39.89	29.35	40	5.3	5	4.9	5.3	5	5
444	13.12.1948	02:00:00.00	41	30	15	4.5	4.3	4.3	4.5	4.2	4.4
445	13.11.1948	04:44:50.40	40.23	29.02	60	5.7	5.4	5.4	5.7	5.6	5.4
446	8.9.1943	13:35:00.00	40.7	30.4	5	4.4	4.2	4.2	4.4	4	4.3
447	19.8.1940	20:43:42.30	40.13	30.09	40	4.7	4.6	4.6	4.7	4.5	4.6

Ek-1

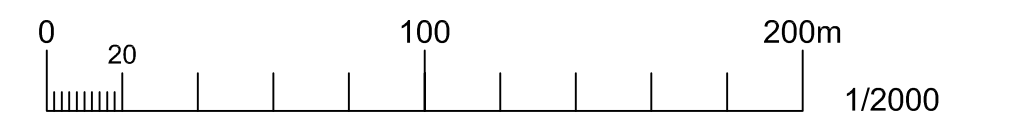
448	19.10.1939	21:32:47.80	39.82	29.5	10	5.5	5.2	5.2	5.5	5.3	5.2
449	15.9.1939	23:16:31.10	39.76	29.56	20	5.8	5.5	5.5	5.8	5.7	5.5
450	9.8.1939	23:43:51.20	39.91	29.81	60	5.3	5	5	5.3	5.1	5.1
451	2.8.1939	13:06:17.40	39.75	29.48	50	5.5	5.2	5.2	5.5	5.3	5.2
452	31.7.1939	13:32:48.40	39.8	29.6	10	4.9	4.8	4.8	4.9	4.8	4.9
453	25.7.1939	03:40:28.50	39.75	29.52	50	5.4	5.1	5.1	5.4	5.2	5.1
454	24.6.1925	00:00:34.50	40.88	30.39	10	4.8	4.7	4.6	4.8	4.6	4.7
455	10.6.1925	04:45:00.00	41	29	8	4.6	4.5	4.5	4.6	4.4	4.6
456	26.10.1923	12:13:16.00	41.2	28.6	24	5.3	5	4.9	5.3	5	5
457	29.5.1923	11:34:02.00	41	30	25	5.6	5.4	5.3	5.6	5.5	5.4
458	21.8.1907	00:00:00.00	40.7	30.1	15	5.6	5.4	5.3	5.6	5.5	5.4
459	22.1.1907	02:41:00.00	41	29	12	4.7	4.6	4.6	4.7	4.5	4.6
460	15.4.1905	05:36:00.00	40.2	29	6	5.7	5.4	5.4	5.7	5.6	5.4



EK-2
1/2000 Ölçekli
Dokümantasyon Haritası

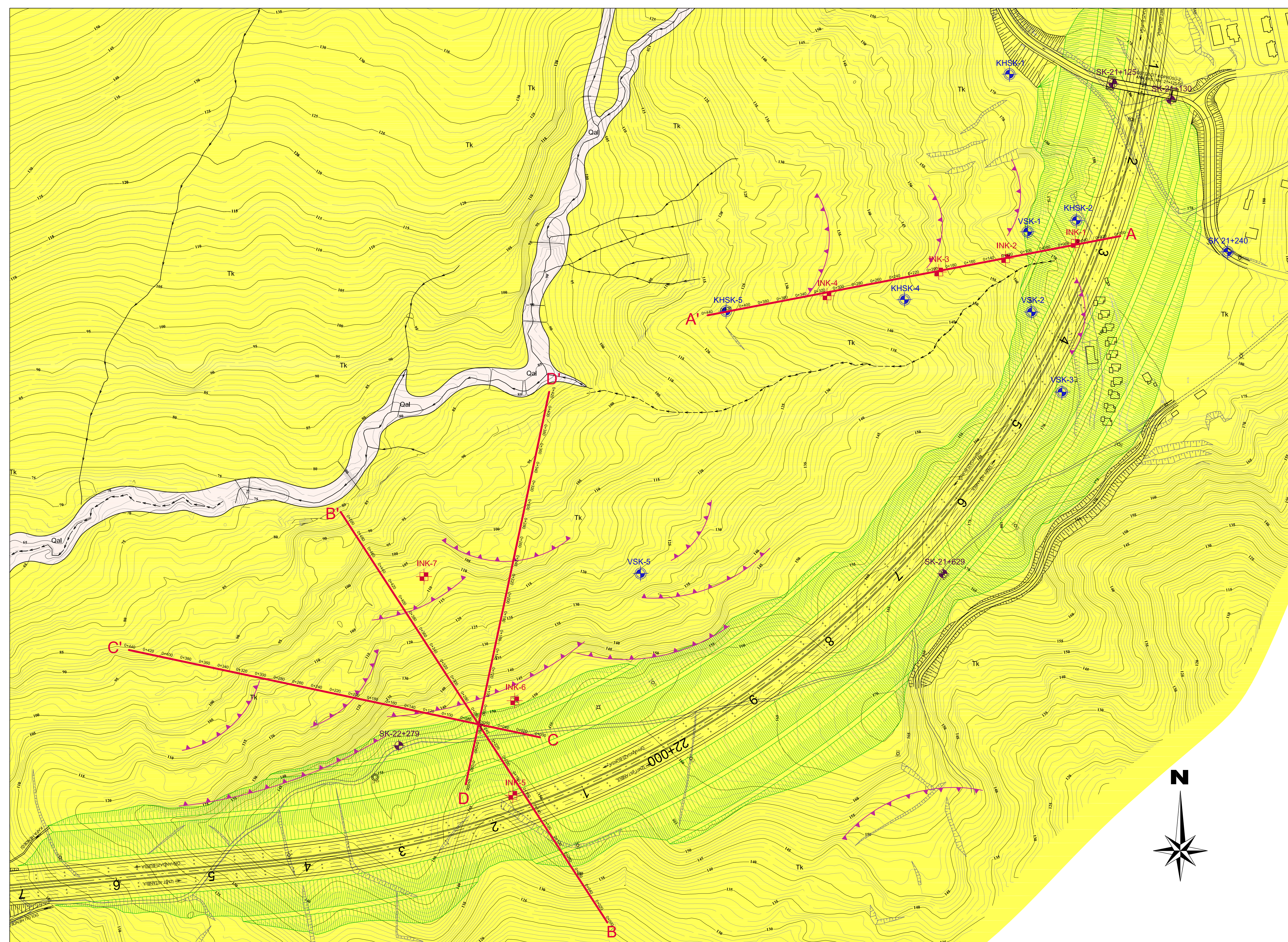
AÇIKLAMALAR

TERSİYER	MİYOSEN	KUVATERNER	Qal	Alüvyon
			Tk	Kılıç Formasyonu
				Heyelan
			KHSK-5	Ön Proje Sondajları
			INK-4	İnclinometre Sondajları
			SK-21+125	Kesin Proje Sondajları

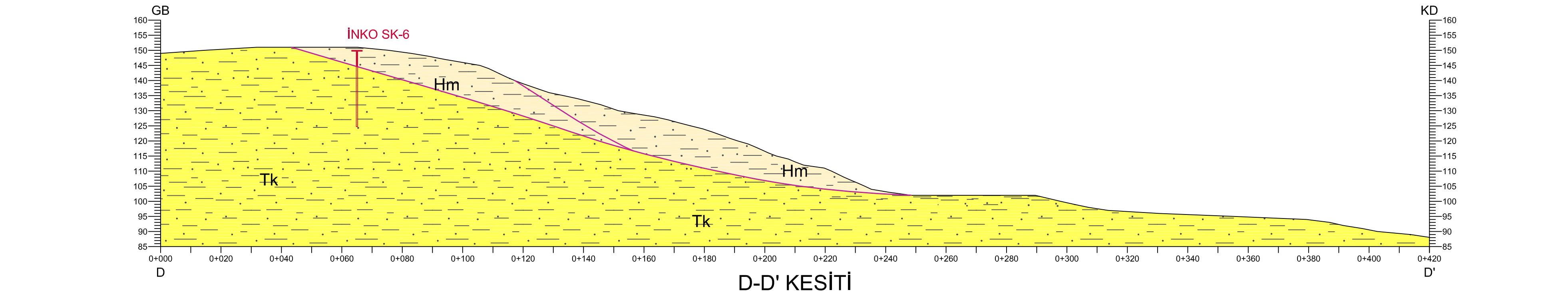
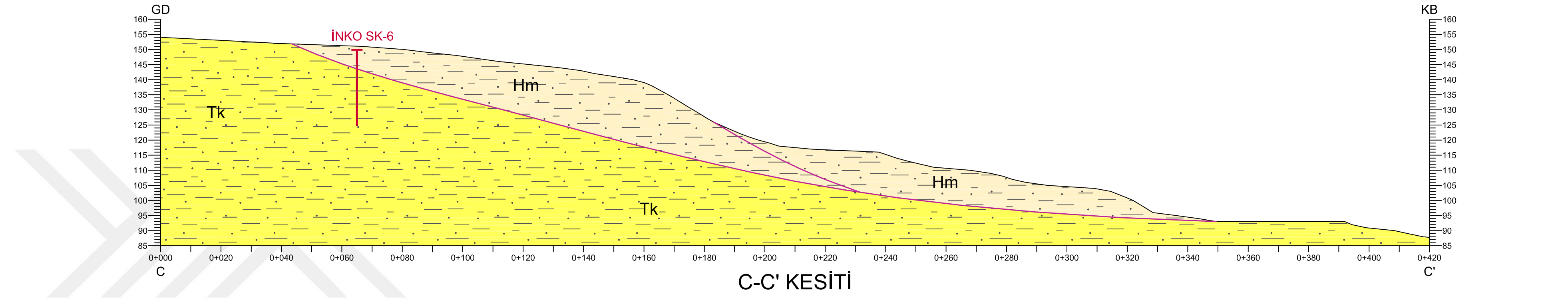
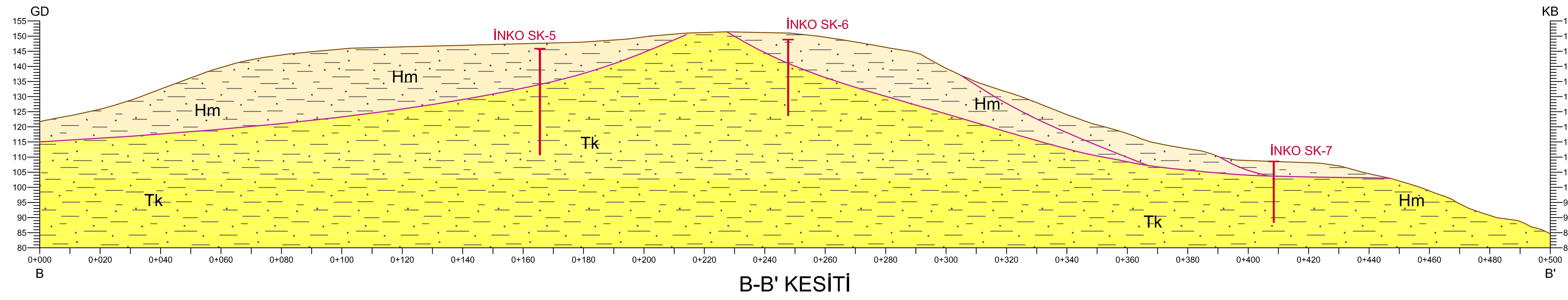
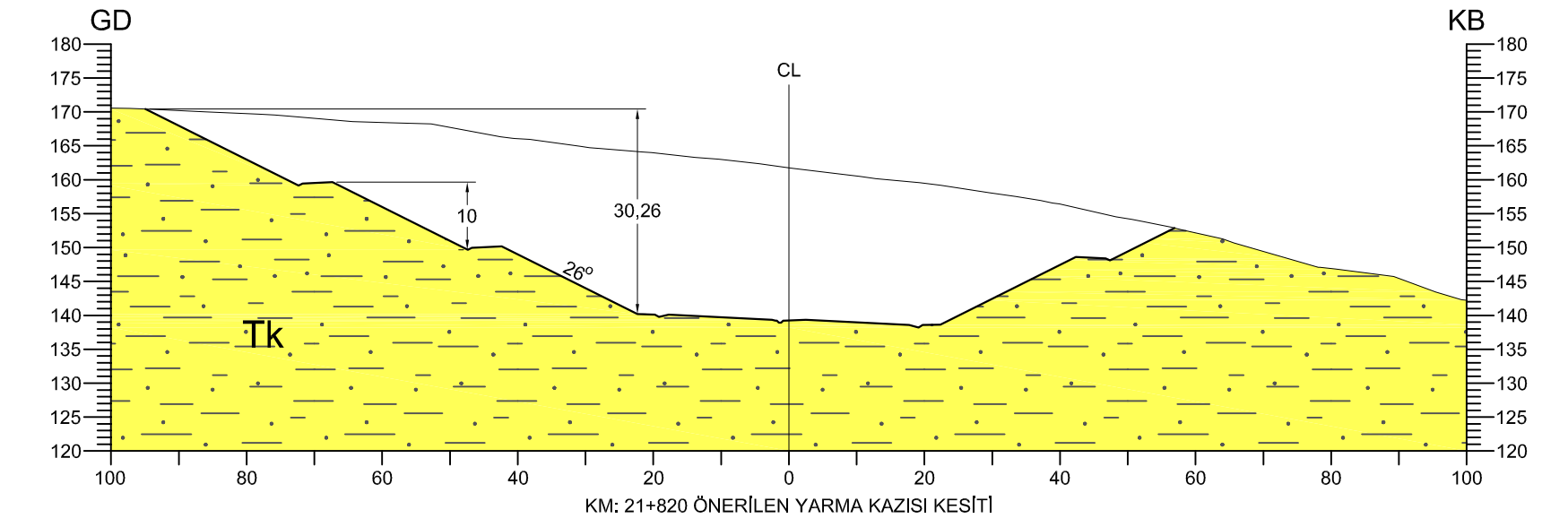
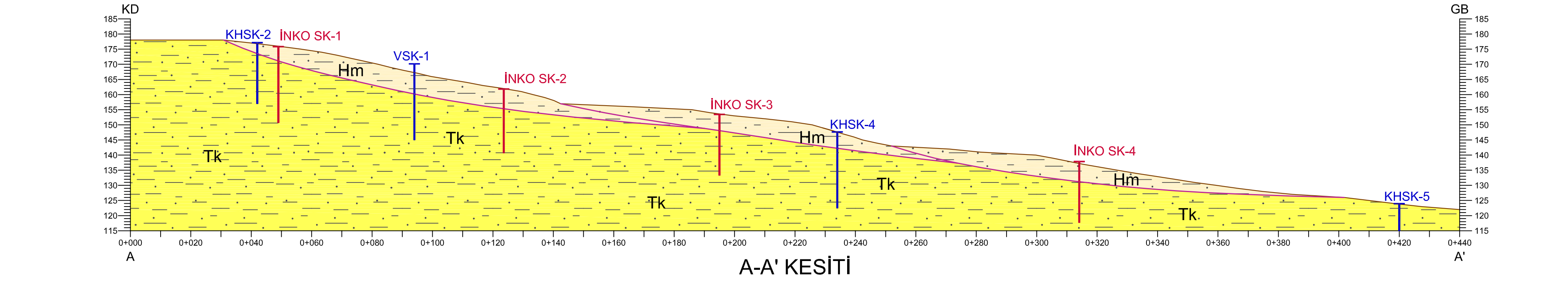


GEBZE-ORHANGAZI-İZMİR OTOYOLU
KM:21+000 - KM:22+700 ARASI
KABAKLI HEYELAN SAHASI DOKÜMANTASYON HARİTASI

HAZIRLAYAN	Reşit Yücel PİLATIN
ÇİZEN	Reşit Yücel PİLATIN
ÖLÇEK	1/2000
TARİH	Haziran 2018

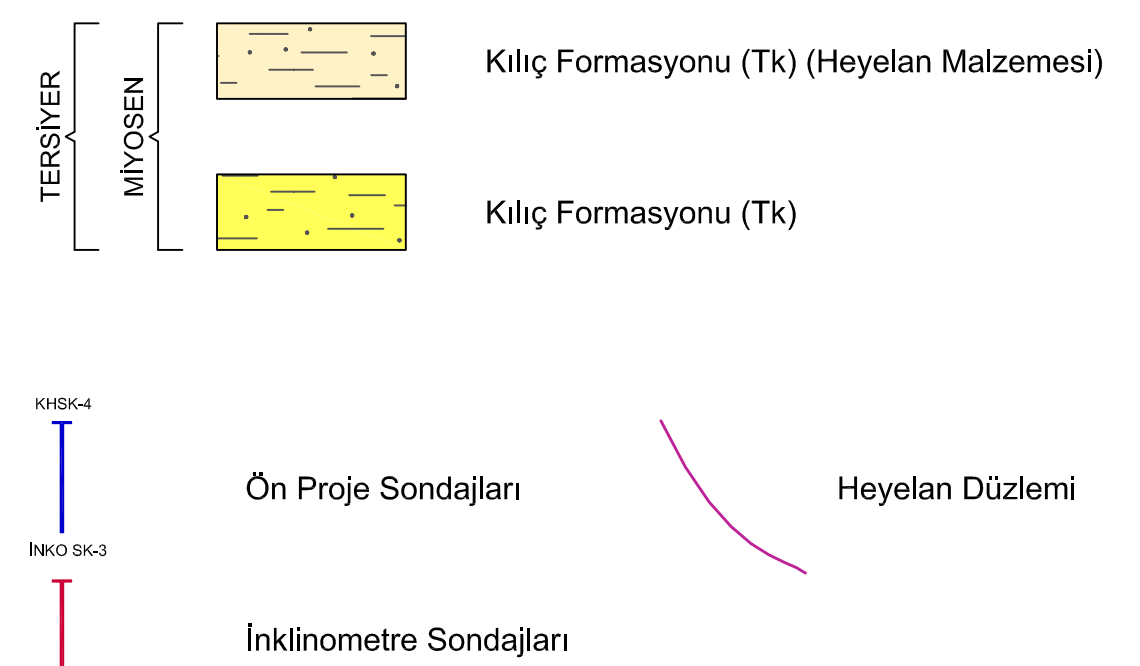


EK-3
1/1000 Ölçekli
Düşey Zemin Profilleri



EK-3

AÇIKLAMALAR



GEBZE-ORHANGAZI-İZMİR OTOYOLU
KM:21+000 - KM:22+700 ARASI
KABAKLI HEYELAN SAHASI DÜŞEY ZEMİN PROFİLLERİ

HAZIRLAYAN	Reşit Yücel PİLATİN
ÇİZEN	Reşit Yücel PİLATİN
ÖLÇEK	1/1000
TARİH	Haziran 2018



HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS/DOKTORA TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ .ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞI'NA

Tarih: 19/06/2018

Tez Başlığı / Konusu: GEBZE - ORHANGAZİ OTOYOLU'NUN KABAKLI HEYELAN SAHASINDAKİ ŞEVLERİNİN DURAYLILIK DEĞERLENDİRMESİ

Yukarıda başlığı/konusu gösterilen tez çalışmamın a) Kapak sayfası, b) Giriş, c) Ana bölümler d) Sonuç kısımlarından oluşan toplam 91 sayfalık kısmına ilişkin, 19/06/2018/ tarihinde ~~çalışmam~~/tez danışmanım tarafından Turnitin adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 2 'dir.

Uygulanan filtrelemeler:

- 1- Kaynakça hariç
- 2- Alıntılar hariç/~~dâhil~~
- 3- 5 kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Çalışması Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Uygulama Esasları'nı inceledim ve bu Uygulama Esasları'nda belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini saygılarımla arz ederim.

19.06.2018
Tarih ve İmza

Adı Soyadı: Reşit Yücel Pilatin
Öğrenci No: N09220680
Anabilim Dalı: Jeoloji Mühendisliği
Programı: Jeoloji Mühendisliği
Statüsü: ☒ Y.Lisans ☐ Doktora ☐ Bütünleşik Dr.

DANIŞMAN ONAYI

UYGUNDUR.

Prof. Dr. Harun Sonmez

(Unvan, Ad Soyad, İmza)