

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**GERZE (SİNOP) YÖRESİNDEKİ AKTİF HEYELAN ALANLARININ
MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ AÇISINDAN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Jeoloji Müh. Seda ÇELLEK

**OCAK 2007
TRABZON**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**GERZE (SİNOP) YÖRESİNDEKİ AKTİF HEYELAN ALANLARININ
MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ AÇISINDAN İNCELENMESİ**

Jeoloji Müh. Seda ÇELLEK

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
Yüksek Lisans “Jeoloji Mühendisi”
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 15.01.2007

Tezin Savunma Tarihi : 31.01.2007

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Fikri BULUT

Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. Fatma GÜLTEKİN

Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. Zekai ANGIN

Enstitü Müdürü : Prof. Dr. Emin Zeki BAŞKENT

Trabzon 2007

ÖNSÖZ

Bu çalışma Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'ne Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans tezi olarak sunulmuştur.

Yüksek lisans tez danışmanlığımı yapan, büro çalışmalarında önerilerinden yararlandığım hocam Prof. Dr. Fikri BULUT'a ve her zaman bilgilerinden yararlandığım Prof. Dr. Saadettin KORKMAZ'a teşekkürü bir borç bilirim.

Büro çalışmalarımda katkılarından dolayı Arş. Gör. Hakan ERSOY'a, Arş. Gör. Dr. Reyhan KARA GÜLBAY'a, Arş. Gör. Serhat DAĞ'a, Arş. Gör. Mustafa VEKLİ'ye Arş.Gör. Ümit ÇALIK'a, Arş Gör Esra HATİPOĞLU'na, Jeo. Müh. Ayberk KAYA'ya, Jeo. Müh İlknur BATAR'a, Jeo. Müh Ahmet Dünder ŞEN'e, stabilite hesaplamalarında yardımda bulunan Uzman Dr. Banu İKİZLER'e, laboratuvar çalışmalarına yardım eden Teknisyen Yakup YAVUZ'a, Uzman Erdoğan TİMURKAYNAK'a, maddi manevi yardımlarının yanı sıra büyük bir özveri ile arazi çalışmalarımda bana yardımcı olan annem Fevziye ÇELLEK ve babam Mehmet Ali ÇELLEK'e teşekkürlerimi sunarım.

Seda ÇELLEK

Trabzon, 2007

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET.....	VI
SUMMARY.....	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VIII
TABLolar DİZİNİ.....	X
SEMBOLLER DİZİNİ.....	XII
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Amaç.....	1
1.3. Çalışma Alanının Coğrafik Konumu.....	1
1.4. Morfoloji.....	2
1.5. Ulaşım ve Yerleşim.....	3
1.6. İklim ve Bitki Örtüsü.....	3
1.7. Önceki Çalışmalar.....	5
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	6
2.1. Laboratuar Deneyleri İçin Örnek Alımı.....	6
2.2. Jeoteknik Özellikler.....	7
2.2.1. Zeminin Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi.....	7
2.2.2. Dane Dağılımı.....	8
2.2.3. Kıvam Limitleri.....	10
2.2.3.1. Likit Limit.....	10
2.2.3.2. Plastik Limit.....	11
2.2.3.3. Plastisite İndisi.....	12
2.2.3.4. Rötire (Büzülme) Limit, Likitlik İndisi ve Kıvamlılık İndisi.....	13
2.2.3.5. Killerin Aktivite Ve Şişme Potansiyeline Göre Sınıflandırılması.....	14
2.2.4. Kil Minerallerinin İncelenmesi.....	15
2.2.5. Birleştirilmiş Zemin Sınıflaması (USCS).....	15
2.2.6. AASHTO Sınıflandırılması.....	20

2.2.7.	Üçgen Sınıflandırma (FERET Üçgeni).....	21
2.2.8.	Zeminin Kayma Direnci.....	22
2.2.8.1.	Kesme Kutusu Deneyi	22
2.2.8.2.	Serbest Basınç Deneyi	23
2.3.	Duraylılık Analizleri	24
2.3.1.	Stabl5 Programı	25
3.	BULGULAR.....	27
3.1.	Gerze Yöresinin Genel Jeolojisi	27
3.1.1.	Akveren Formasyonu.....	27
3.1.2.	Atbaşı Formasyonu	31
3.1.3.	Kusuri Formasyonu.....	33
3.1.4.	Sinop Formasyonu	34
3.1.5.	Bedire Kayası Formasyonu.....	34
3.1.6.	Alüvyonlar	36
3.2.	Yapısal Jeoloji.....	36
3.3.	Gerze İlçesi ve Çevresinin Heyelan Jeolojisi Açısından İncelenmesi	37
3.3.1.	Aktif Heyelan Sahaları.....	37
3.3.1.1.	Deniz Feneri Heyelanı	37
3.3.1.2.	Uçuk Heyelanı.....	39
3.3.1.3.	Kesimhane Heyelanı	40
3.3.1.4.	Bedre Heyelanı.....	41
3.3.1.5.	Zenginler Sitesi Heyelanı.....	41
3.2.2.	Zeminlerin Jeoteknik Özellikleri	42
3.2.2.1.	Zeminlerin Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi.....	42
3.2.2.2.	İnce Taneli Zeminin Sınıflandırılması	45
3.2.2.2.1.	Dane Dağılım Eğrilerinin Hazırlanması	45
3.2.2.2.2.	Kıvam Limitleri.....	52
3.2.2.3.	Zeminin Kayma Dayanım Parametrelerinin Belirlenmesi.....	65
3.2.3.	Gerze ve Çevresindeki Yamaçların Duraylılığı	73
3.2.3.1.	Deniz Feneri Heyelanının Duraylılık Hesabı.....	73
3.2.3.2.	Uçuk Heyelanı Duraylılık Hesabı.....	75
4.	İRDELEME	78
5.	SONUÇLAR.....	79

6.	ÖNERİLER.....	80
7.	KAYNAKLAR	81
8.	EKLER.....	84
	ÖZGEÇMİŞ	

ÖZET

Heyelanların ülkemizde özellikle Karadeniz Bölgesi'nde çok yaygın olarak meydana gelmesi ve bunların sonucunda can ve mal kayıplarının oluşması konun ayrıntılı olarak incelenerek çözümler üretmesini zorunlu hale getirmektedir.

Bu çalışmada, Sinop ili Gerze ilçesinde meydana gelen ve halen aktif olan heyelan alanlarının stabilitesi incelenmiştir. Bu amaçla aktif heyelan alanlarının stabilite hesaplarını yapmak için GPS ölçümlerle profiller çıkarılmıştır.

Gerze yöresinin 1/10.000 ölçekli jeoloji haritası hazırlanarak, yaşlıdan gence doğru; Akveren Formasyonu(Maastrichtiyen), Atbaşı Formasyonu (Paleosen), Kusuri Formasyonu (Erken-Eosen), Sinop Formasyonu (Miyosen), Bedire Kayası Formasyonu (Pleistosen) ve Alüvyon (Kuvaterner) şeklinde sıralanan Litostratigrafi birimleri tanımlanmıştır.

Stabilite hesabı yapılacak olan bölgelerdeki zeminlerin mühendislik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla alınan zemin örneklerinin laboratuvar deneyleri ile efektif içsel sürtünme açısı (ϕ'), efektif kohezyonu (c'), doymun birim hacim ağırlık, doğal birim hacim ağırlık ve kuru birim hacim ağırlık (γ_d , γ_n , γ_k), özgül ağırlığı (γ_s), dane dağılımı ve içerdiği kil cinsleri belirlenmiştir.

Bu özelliklerin tespitinden sonra yamaçların çıkarılan jeolojik kesitlerinden çizilen muhtemel kayma yüzeylerine göre malzemenin ilgili mühendislik özelliklerini de kullanarak Bishop ve Janbu yöntemlerine göre stabilite hesapları yapılmıştır. Heyelanların önlenmesi için yapılması gerekenler ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: Bishop ve Janbu yöntemleri, Heyelan, Stabilite

SUMMARY

Investigation on Gerze (Sinop) Active Landslide Areas from the Engineering Geological Point of View

Due to the most extensive occurrence of landslide in the Black Sea Region and the resulting life and property losses it has become significant to conduct detailed studies for the production of possible solutions.

In this study, the stability of actual landslide areas at Gerze in province of Sinop has been treated for this purpose for being able to make the stability calculations of the landslide areas profiles through GPS measurements have been constructed.

After the preparation of a geological map on 1/10.000 scale from older to younger Akveren Formation, Atbaşı Formation, Kusuri Formation, Sinop Formation, Bedire Kayası Formation ve alluvium litostratigraphical units have been defined.

In order to determine the engineering characteristics of soil in areas where the stability calculations were carried out via laboratory experiments of soil samples cohesion, internal friction angle, saturated unit weight, natural unit weight, dry unit weight, specific weight, grain distribution and content as well as clay types have been indicated.

Following determining of these characteristics on the basis of possible slip surfaces drawn from geological sections of slopes together soil engineering properties of materials, stability calculations through Bishop and Janbu methods were made. Things aiming the prevention of landslides have been outlined.

Key Words: Bishop and Janbu analysis methods, landslide, slope stability

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Çalışma alanına ait yer bulduru haritası.....	2
Şekil 2. 1990-2005 yılları arası Sinop ili aylık ortalama yağış yüksekliği ve Sinop ili aylık ortalama sıcaklık değerleri	4
Şekil 3. Killerin kuruma sırasında hacim değiştirmesi	11
Şekil 4. a) Aktivite abağı b) şişme potansiyel sınıflama grafiğı	15
Şekil 5. Casagrande Plastisite Grafiğı (Kartı)	16
Şekil 6. Likit limiti %50 den küçük ince daneli zeminlerin sınıflandırılması.....	18
Şekil 7. Likit limiti %50 den büyük ince daneli zeminlerin sınıflandırılması	19
Şekil 8. Üçgen sınıflandırma abağı (Feret Üçgeni).....	22
Şekil 9. İnceleme Alanın Jeoloji Haritası.....	28
Şekil 10. Gerze ilçesi ve çevresinin jeolojik kesit.....	29
Şekil 11. İnceleme alanının stratigrafik kolon kesiti.....	30
Şekil 12. Köşk Mahallesi, deniz feneri yanında yüzeylenen kireçtaşları.....	31
Şekil 13. Karadayı Mahallesinin güneydoğusunda yüzeylenen Atbaşı Formasyonun'a ait kireçtaşları.....	32
Şekil 14. Değirmenler Mahallesi deniz kıyısındaki Kusuri Formasyonu'na ait laminalanma	33
Şekil 15. Bedire Kayası Formasyonu'nun genel görünümü	35
Şekil 16. Gerze burnundan itibaren kıyı boyunca yüzeylenen Akveren Formasyonu'na ait kireçtaşlarında görülen kıvrımlı yapılar.....	36
Şekil 17. Deniz Feneri Heyelanı'nın Ağustos 2005'deki görüntüsü.....	38
Şekil 18. Deniz Feneri Heyelanı'nın Kasım 2005'teki görüntüsü	38
Şekil 19. Deniz Feneri Heyelanı'nın Ağustos 2006'daki görüntüsü.....	39
Şekil 20. a) Uçuk Heyelanı ve alt kısmında oluşan su birikintisi, b) Uçuk Heyelanın altında oluşan tali kayma yüzeyi ve çevresindeki ağaçlardaki eğilmeler	40
Şekil 21. Kesimhane Heyelanından genel görünüm	40
Şekil 22. Bedre Heyelanın genel görünümü.....	41
Şekil.23. Zenginler Sitesi Heyelanın genel görünümü.....	41
Şekil 24. Piknometre deneyine ait düzenek	42
Şekil 25. Hidrometre analizi.....	45

Şekil 26. Yıkamalı elek analizde.....	45
Şekil 27. Örneklere ait granülometri eğrileri	46
Şekil 28. Dane dağılım (Granülometri) eğrisi	52
Şekil 29. Casagrande Plastisite Grafiği (Kartı)	54
Şekil 30. Aktivite abağı'na göre sınıflama.....	62
Şekil 31. Şişme potansiyelini sınıflama grafiği.....	63
Şekil 32. Üçgen sınıflandırma (Feret Üçgeni)	64
Şekil 33. 7 nolu örneğin montmorillonit ve illitçe zengin kil fraksiyonu ve yönlü X-Ray difraktogramları.....	64
Şekil 34. 24 nolu örneğin nontronit, kalsit ve montmorillonitten zengin kil fraksiyonu ve yönlü X-Ray difraktogramları.....	65
Şekil 35. a) Kesme kutusu deney aleti, b) deneyde kullanılan malzemeler.....	66
Şekil 36. Örneklere ait normal gerilme-kayma gerilmesi grafikleri	66
Şekil 37. Serbest basınç deney aleti	72
Şekil 38. Deniz Feneri Heyelanının profili	74
Şekil 39. Deniz Feneri Heyelanın üç boyutlu görüntüsü	75
Şekil 40. Uçuk Heyelanın profili.....	76
Şekil 41. Uçuk heyelanın üç boyutlu görüntüsü	76

TABLolar DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo1. 1990-2005 yılları arasında 16 yıllık ortalama yağış ve sıcaklık değerlerinin aylara göre dağılımı.....	4
Tablo 2. Dane çapına göre zeminlerin sınıflandırılması (MİT).....	10
Tablo 3. IAEG (1976)‘nin likit limit değerlerine göre yaptığı zemin sınıflaması	11
Tablo 4. Plastisite indisinin, plastisite derecesine göre sınıflaması	12
Tablo 5. Plastisite indisinin, plastisite derecesine göre sınıflaması	12
Tablo 6. Plastisite indisinin, plastisite özelliğine göre sınıflaması	13
Tablo 7. Zeminlerin kıvamlılık indisine göre sınıflaması.....	13
Tablo 8. Likitlik indisi ve kıvamlılık indisine göre zemin kıvam sınıfları	14
Tablo 9. Killerin aktivite sınıflaması	14
Tablo 10. Grup sembolleri ve temsil ettikleri zeminler	16
Tablo 11. Birleştirilmiş zemin sınıflandırma sistemi.....	17
Tablo 12. Amerikan karayolları (AASHTO) zemin sınıflandırma sistemi.....	21
Tablo 14. Serbest basınç direnci, qu değerine bağlı olarak zeminlerin kıvamı	24
Tablo 15. Yamaç dengesine etkenler	24
Tablo 16. Yamaç ve şevlerde güvenlik sayıları	25
Tablo 17. Analiz Metotları.....	25
Tablo 18. Zemin örneklerinin fiziksel özellikleri	43
Tablo 19. Zemin örneklerinin fiziksel özelliklerinin en düşü, en yüksek değerleri, standart sapma, değişim katsayısı ve ortalama değerleri.....	44
Tablo 20. Zemin gruplarının örnek numarasına göre dağılımı	51
Tablo 21. Zemin gruplarının genel değerlendirmesi.....	51
Tablo 22. Örneklerin kıvam limitlerine ait deney sonuçları	53
Tablo 23. Örneklerin kıvam limitlerine ait genel değerlendirme.....	53
Tablo 24. Birleştirilmiş zemin sınıflamasına göre belirenen zemin grubu sınıfları ve açıklamaları.....	54
Tablo 25. Örneklerin birleştirilmiş zemin sınıflamasındaki %’de dağılımı.....	55
Tablo 26. Örneklerin, likit limit ve plastisite indisi değerleri ile belirlenen plastisite sınıflaması	56

Tablo 27.	Örneklerin likit limit değerleri ile belirlenen plastiklik sınıflamasında %'de dağılımı	57
Tablo 28.	Örneklerin plastisite İndisi ile belirlenen plastiklik sınıflamasında %'de dağılımı	57
Tablo 29.	Örneklerin plastisite indisi göre sınıflandırması.....	58
Tablo 30.	Örneklerin plastisite indisi ile belirlenen plastiklik sınıflamasındaki %'de dağılımı	58
Tablo 31.	Örneklerin plastisite indisi ile belirlenen plastiklik sınıflamasında %'de dağılımı	59
Tablo 32.	Zeminlerin kıvamlılık indisine göre sınıflaması.....	59
Tablo 33.	Örneklerin kıvamlılık indisi ile belirlenen kıvamlılık sınıflamasında %'de dağılımı	60
Tablo 34.	Likitlik indisi ve kıvamlılık indisi değerleri ile zeminin kıvamı arasındaki ilişkiye göre yapılan sınıflama	60
Tablo 35.	Örneklerin kıvamlılık indisi ve likitlik indisi ile belirlenen kıvamlılık sınıflamasındaki %'de dağılımı	60
Tablo 36.	Killerin aktiviteye göre sınıflandırılması.....	61
Tablo 37.	Örneklerin aktivite sınıflamasındaki %'de dağılımı.....	61
Tablo 38.	Örneklerin şişme potansiyeli sınıflamasındaki %'de dağılımı	62
Tablo 39.	Örneklerin şişme potansiyeli sınıflamasındaki %'de dağılımı	63
Tablo 40.	Kesme kutusu deneyi sonuçları	70
Tablo 41.	Kesme kutusu deneyleri sonunda elde edilen normal ve kayma gerilmesi değerleri	71
Tablo 42.	Serbest basınç deneyi ile belirlenen zemin kıvamları.....	72
Tablo 43.	Serbest basınç deney sonuçları	73
Tablo 43.	Deniz feneri heyelanına ait güvenlik sayıları	74
Tablo 44.	Uçuk Heyelanı için hesaplanan güvenlik sayıları.....	77

SEMBOLLER DİZİNİ

A	: Zeminin özgül yoğunluğunun Gs sabitine oranı
A _f	: Kırılma anındaki en kesit alanı (cm ²)
A ₀	: İlk kesit alanı (cm ²)
c	: Kohezyon (kg/cm ²)
D:	: Dane çapı (mm)
ΔH	: Toplam boy kısalması (cm)
G _s	: Güvenlik sayısı
G _s	: Zeminin özgül ağırlığı
G _w	: Suyun özgül ağırlığı
e	: Boşluk oranı (%)
φ'	: Efektif içsel sürtünme açısı
H ₀	: İlk boy (cm)
L.L., WL.	: Likit limit
L	: Efektif derinlik
M _w	: Su kütlesi
M _{tws}	: Dara+ıslak Zemin
M _{tds}	: Dara+kuru zemin
M _s	: Katı parçacıkların kütlesi
M _t	: Dara
M _{BWS}	: T sıcaklığındaki piknometre ve damıtık suyun kütlesi
M _{BW}	: T sıcaklığında, su, zemin ve piknometre kütlesi
μ	: Deney sıcaklığındaki suyun viskozitesi
n	: Porozite (%)
P.L., WP	: Plastik limit
P.I.	: Plastisite indisi
P	: Elekten geçen malzeme yüzdesi (%)
P _{max}	: Kırılma anındaki yük (kg)
q _u	: Serbest basınç mukavemeti (kg/cm ²)
R	: Hidrometre okuması

S.L., W_s	: Büzülme limiti
S_r	: Doygunluk derecesi (%)
σ	: Normal gerilme (kg/cm^2)
τ_f (cu)	: Kayma mukavemeti (kg/cm^2)
γ_k	: Kuru birim hacim ağırlık (gr/cm^3)
γ_n	: Doğal birim hacim ağırlık (gr/cm^3)
γ_d	: Doygun birim hacim ağırlık (gr/cm^3)
γ'	: Batık birim hacim ağırlık (gr/cm^3)
T	: Bekleme süresi
t	: Zaman
u	: Boşluk suyu basıncı
w	: Su Muhtevası (%)
W_s	: Kuru zemin ağırlığı

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Dünyada olduğu gibi ülkemizde de her yıl can kayıplarına ve genellikle büyük ekonomik zararlara yol açan çok sayıda heyelan meydana gelmektedir. Özellikle Türkiye'nin en fazla yağış alan ve engebeli bölgelerinden biri olan Karadeniz Bölgesinde heyelanlar sıkça meydana gelmektedir.

Karadeniz Bölgesinin Batı Karadeniz bölümünde bulunan Gerze (Sinop) ilçesi jeolojik, jeomorfolojik ve iklim koşulları açısından heyelan oluşumuna uygun bir yöredir. Özellikle bahar aylarında meydana gelen şiddetli yağışlar ve kar sularının etkisiyle heyelanlar oluşmaktadır. Bu nedenle bölgede heyelan araştırması yapılarak meydana gelebilecek can ve mal kayıplarına engel olmak büyük önem arz etmektedir.

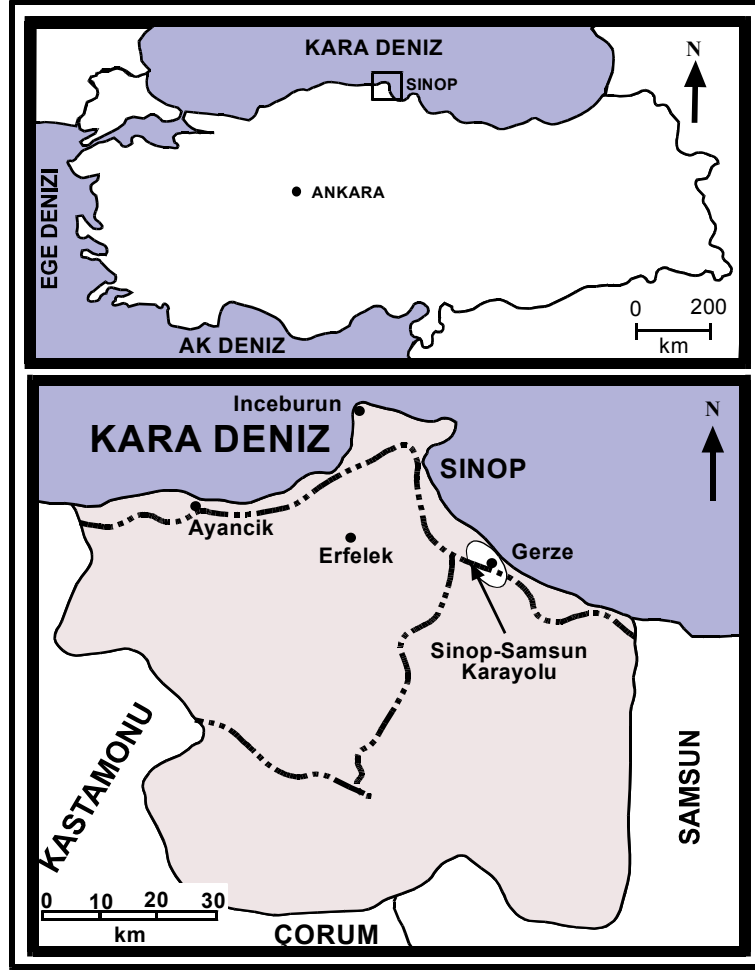
Çalışma alanı, aktif heyelan alanları içeren Gerze (Sinop) İlçesi ve çevresini kapsamaktadır. Çalışma alanı olarak bu yörenin seçilmesinde son yıllarda özellikle inceleme alanının kıyı kesiminde meydana gelen kütle hareketleri etkili olmuştur.

1.2. Amaç

Bu araştırmada, Karadeniz Bölgesinin, Batı Karadeniz bölümünde yer alan, Sinop ilinin Gerze ilçesinde yerleşim yerlerinin yoğun olduğu merkezlerde yer alan heyelan alanlarındaki malzemenin jeoteknik özelliklerinin belirlenmesi ve bu alanların duraylılığının incelenmesi amaçlanmıştır.

1.3. Çalışma Alanının Coğrafi Konumu

Çalışma alanı Batı Karadeniz Bölümünde Gerze (Sinop) ilçesi ve çevresinde yer alır ve 1/25.000 ölçekli Sinop E34-a3 paftası içerisinde yaklaşık 30 km²'lik bir alanı kapsar (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışma alanına ait yer bulduru haritası

1.4. Morfoloji

İnceleme alanı ve çevresi tipik olarak Batı Karadenizin morfolojik yapısını sunmaktadır. İncelenen alanın başlıca akarsuyu, inceleme alanını kuzeydoğu-güneybatı yönünde kat eden Sarımsak Çayıdır. Diğer akarsular Köprübaşı Deresi, Ciz Dere, Çakal Dere, Kanlı Dere, Ulu Dere, Sarıca Dere, Engel Dere, Çamlık Dere, Hacıyakası Dere, Gürleyik Dere, Acısu Dere, Kirenköy Dere, Gümbe Dere ve Koyunlu dereleridir. İnceleme alanında yükseltiler çok fazla değildir. Kadı Dağ, Türbe Tepe (219.51m.), Hugla Sırtı, Karaahmet Sırtı en belirgin yükseltilerdir. Engbelerin fazla olmadığı çalışma alanında sahil kesiminde falez oluşumlarına rastlanmaktadır.

1.5. Ulaşım ve Yerleşim

Gerze ilçesi, Sinop ilinin güneydoğusunda il merkezden yaklaşık 40 km. uzaklıkta sahilde kurulmuş bir yerleşim birimidir. İlçe merkezinden Samsun-Sinop karayolu geçmektedir. İnceleme alanındaki başlıca yerleşim birimleri Yaykıl, Belveren ve Abdaloğlu Köyleri ve bunlara bağlı mahallelerdir. Köyler ve mahalleler asfalt ve stabilize yollarla birbirine bağlıdır.

Gelişen kentleşmeyle beraber değişen ekonomik ve eğitim koşulları nedeni ile köylerden ilçe merkezine son yıllarda hızlı bir göç gerçekleştiği gözlenmiştir. Hızla gelişen göç hareketlerinin sonucu, altyapısı olmayan alanlarda yerleşimler başlamıştır.

1.6. İklim ve Bitki Örtüsü

Çalışma alanında Karadeniz İklimi gözlenir. İlde mevsimler arası sıcaklık farkları fazla değildir. Nem oranı ve yağış miktarının yüksek olması ve Karadeniz İklim özelliği nedeni ile kuraklık yaşanmamaktadır (Sinop 2004 İl Çevre Raporu).

İnceleme alanının yıllık toplam yağış miktarı 732.4 mm'dir. İnceleme alanının genelinde kurak mevsim yoktur. Ortalama aylık yağış miktarına göre en yüksek değerler Ekim-Ocak dönemlerini kapsamaktadır. Temmuz 31.9 mm ile en düşük değere ulaşılan aydır. En çok yağış 94.18 mm ile Ekim ayındadır. Mevsimlere göre değişimle birlikte yörede ortalama nem oranı %74.52dir. Yılın ortalama olarak 90 günü kapalı, 193 günü bulutlu ve 81 günü açık geçmektedir (Sinop İli Meteoroloji İstasyon Müdürlüğü).

Sinop İli Meteoroloji İstasyon Müdürlüğü'nden alınan 16 yıllık rasat sonuçlarına göre, en soğuk ay olan Şubat ayının sıcaklık ortalaması 6.1 °C; en sıcak ay olan Ağustos ayının ortalaması ise 23.6 °C'dir. Minimum sıcaklık değeri -3.5 °C ile Şubat ayında, maksimum sıcaklık değeri ise 34.4 °C ile Temmuz ayındadır.

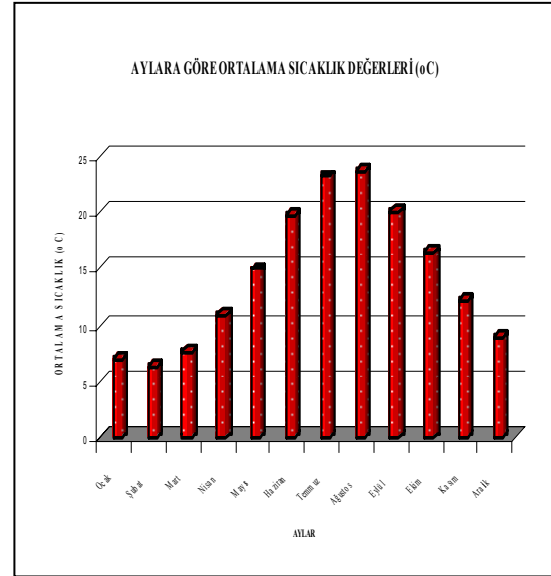
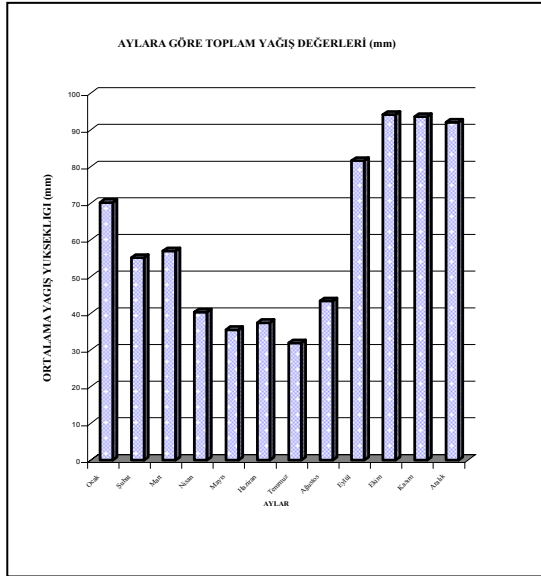
Çalışma alanına en yakın meteoroloji gözlem istasyonundan sağlanan 16 yıllık, ortalama sıcaklık ve yağış değerleri Tablo 1'de verilmiştir. Bu değerlerin aylara göre dağılım grafikleri Şekil 2'de gösterilmiştir.

Gerze yöresi Karadeniz ikliminin bir özelliği olarak her mevsim yağış aldığından zengin orman ve bitki örtüsüyle kaplıdır. Ormanlık alanlarda Çam, Köknar, Meşe, Gürgen, Kayın, Dışbudak, Karaağaç ve Kavak başlıca ağaç türleridir.

Tablo1.1990-2005 yılları arasında 16 yıllık ortalama yağış ve sıcaklık değerlerinin aylara göre dağılımı

Aylar	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Yıllık
Yağış (mm)	70.2	55.1	57	40.3	35.5	37.4	31.9	43.3	81.6	94.1	93.5	92.0	(Top) 732.4
Sıcak. (°C)	6.8	6.1	7.4	10.8	14.9	19.8	23.2	23.6	20.0	16.4	12.1	8.8	(Ort.) 14.2

Yörenin dağlık ve ormanlık oluşu tarımı büyük ölçüde etkilemektedir. Tarımsal alanlar, tarla tarımı alanları, bağ-bahçe ve çayır-mera alanlarını oluşturmaktadır. Tarım dışı alanlar funda ve orman ağaçları ile kaplıdır. Gerze, Karadeniz Bölgesi'nde zengin flora özelliklerine sahip bir yöredir. Tarım alanlarında tarla bitkileri, mısır, tütün ekilmektedir. Yer yer meyve ve sebze bahçeleri de görülmektedir (Gerze 1995 İmar Planı Araştırma Raporu).



Şekil 2. 1990-2005 yılları arası Sinop ili aylık ortalama yağış yüksekliği ve Sinop ili aylık ortalama sıcaklık değerleri

1.7. Önceki Çalışmalar

Gedik ve Korkmaz (1984), “Sinop Havzasının Jeolojisi ve Petrol Olanakları” isimli raporlarında, Sinop ilinin 1/100.000 ölçekli jeoloji haritasını hazırlamışlar ve incelenen alan içinde yer alan Akveren Formasyonu, Atbaşı Formasyonu, Kusuri Formasyonu, Sinop Formasyonu, Bedire kaya Formasyonu ve Alüvyonu ayrıntılı olarak çalışmışlardır.

Ertek vd. (1993), “Çiftlik Heyelanı (Sinop)” isimli çalışmalarında, Çiftlik köyünde meydana gelen heyelanının oluşum mekanizması ve tetikleyicileri incelenmiştir. Sinop-Samsun karayolunda meydana gelebilecek heyelanların verebileceği zarara dikkat çekilerek alternatif bir karayolu önerisinde bulunmuşlardır.

Turoğlu (1998), “Sinop Şehri ve Çevresinde Arazi Kullanımı-Jeomorfoloji İlişkisi” adlı çalışmasında, Sinop ilinin jeomorfolojik ve insan kökenli fiziksel çevre problemlerine yeni bir bakış açısı getirerek imar planında yönlendirici olarak kullanılması gerektiğini belirtmiştir.

Turoğlu (1999), “Sinop-Gerze Arası Sahil Kesiminin Uygulamalı Jeomorfolojisi çalışmasında, çalışma alanının ayrıntılı jeomorfolojik haritalarını hazırlamış ve aşınımın şekillerini değerlendirerek jeomorfolojik problemleri araştırmıştır.

Tüysüz vd. (2004), “Batı Karadeniz Bölgesi Litostratigrafi Birimleri” raporunda bölgenin litostratigrafisi incelenmiştir. Çalışma alanında yüzeyleme veren formasyonlardan Akveren Formasyonu, Atbaşı Formasyonu ve Kusuri Formasyonunu ayrıntılı olarak çalışmışlardır.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

Gerze ilçesi ve çevresinde meydana gelen heyelanları incelemek amacıyla arazi ve laboratuvar çalışmaları yapılmıştır. İnceleme alanında genel jeoloji amaçlı çalışmalar yapılarak yörenin 1/10.000 ölçekli haritası Gedik ve Korkmaz (1984)'den değiştirilerek yeniden hazırlanmıştır. Arazi çalışmalarında aktif heyelan alanları belirlenerek, laboratuvar çalışmaları için örselenmiş ve örselenmemiş örnek alımı gerçekleştirilmiştir.

Laboratuvar çalışmalarında zeminin jeoteknik özelliklerini belirlemek için, kesme kutusu, serbest basınç, özgül ağırlık, kıvam limitleri, yıkamalı elek analizi, hidrometre analizi ve kil cinsinin tayini için X-Ray difraktometre analizleri yapılmıştır. Kesme kutusu deneyinde, ASTM D3080 (1990) standartı esas alınmıştır.

Gerze ve çevresinde mevcut heyelan alanları belirlenmiş ve bu alanlar için, Stabl5 programı kullanılarak Bishop ve Janbu stabilite analiz yöntemlerinden yararlanılarak güvenlik katsayıları hesaplanmıştır.

Surfer programı kullanılarak stabilite hesabı yapılan alanların üç boyutlu görüntüleri oluşturulmuştur.

2.1. Laboratuvar Deneyleri İçin Örnek Alımı

Çalışma alanındaki zeminin dane dağılımını, kıvam limitlerini, özgül ağırlığını, serbest basınç direncini, efektif kohezyon ve içsel sürtünme açısını, birim hacim ağırlıklarını, su muhtevasını, porozitesini, boşluk oranını ve doyunluk derecesini belirlemek için örselenmiş ve örselenmemiş örnekler alınmıştır . Heyelanlı alanlarda örnekler heyelanın tepe noktası gerisindeki bozulmamış kısımdan alınmıştır. Örnek alımında 38 mm. ve 15 cm. çaplı çelik tüpler kullanılmıştır. Zeminin arazideki özelliğini muhafaza etmesi için, örnek alım işleminden sonra çelik tüplerin alt ve üst yüzeyleri parafinlenerek laboratuvar ortamına taşınmıştır.

2.2. Jeoteknik Özellikler

2.2.1. Zeminin Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi

Boşluk hacminin danelerin hacmine oranı olan boşluk oranı (e) aşağıdaki ampirik formül ile elde edilir.

$$e = \frac{\gamma_s}{\gamma_k} - 1 \quad (1)$$

Zemin içindeki boşluk hacminin zeminin toplam hacmine oranı olan porazite (n) aşağıdaki ampirik formül ile bulunur.

$$n = \frac{e}{1 + e} \quad (2)$$

Zeminin su hacminin toplam boşluk hacmine oranı olan doygunluk derecesi (S) aşağıdaki ampirik formül ile hesaplanır.

$$S = \frac{\gamma_s * W}{e} \quad (3)$$

Zeminin bütün boşluklarının su ile dolu olduğu (S=1) durumdaki kütlelerinin toplam hacmine oranı olan doygun birim hacim ağırlık (γ_{doy}) aşağıdaki ampirik formül ile elde edilir.

$$\gamma_{doy} = \frac{\gamma_s + e}{1 + e} \quad (4)$$

Batık birim hacim ağırlık (γ') zeminin su altında bulunması durumunda, zeminin doygun yoğunluğu ile suyun yoğunluğu arasındaki farka eşittir.

$$\gamma' = \gamma_{doy} - \gamma_w \quad (5)$$

Suyun kütlelerinin danelerin kütlelerine oranı olan su muhtevası (w), örselenmemiş örnekler üzerine yapılan deneylerle belirlenmiştir. Ağırlıkları belirlenen cam kaplarla, tartıldıktan sonra 105C⁰'de, 24 saat süreyle kurutulup tekrar tartılmıştır.

$$M_w = M_{tws} - M_{tds} \quad (6)$$

$$M_s = M_{tds} - M_t \quad (7)$$

$$\% w = \frac{M_w}{M_s} * 100 \quad (8)$$

M_w = Su kütlesi

M_{tws} = Dara+ıslak Zemin

M_{tds} = Dara+kuru zemin

M_s = Katı parçacıkların kütlesi

M_t = Dara

Özgül ağırlık aşağıdaki eşitlikle tanımlanır,

$$G_s = \frac{M_s * G_{WT}}{M_s - M_{bws} + M_{bw}} \quad (9)$$

G_s = Zemine ait özgül ağırlık

G_{WT} =T sıcaklığındaki damıtık suyun özgül ağırlığı

M_{BWS} =T sıcaklığındaki piknometre ve damıtık suyun kütlesi

M_{BW} = T sıcaklığında, su, zemin ve piknometre kütlesi

Burada tanıtılan yöntemlerle belirtilen özgül yoğunluk, zemin içerisinde doğal olarak oluşmuş, organik maddeler gibi su içinde çözünmeyen malzeme içermeyen katı parçacıkların ortalama değeridir (ASTM D854, 2002).

Zeminin doğal kütlesinin toplam hacmine oranı olan doğal birim hacim ağırlık olarak tanımlanmakta ve aşağıdaki eşitlikle ifade edilmektedir.,

$$m = \frac{M_T}{V_T} \quad (10)$$

Kuru kütlesinin toplam hacmine oranı olan kuru birim hacim ağırlık (γ_k), aşağıdaki eşitlikle belirlenir.

$$\gamma_k = \frac{\gamma}{1 + w} \quad (11)$$

2.2.2. Dane Dağılımı

Örnekler içerisindeki dane dağılımını belirlemek için yıkamalı elek analizi ve ıslak analiz deneyleri yapılmaktadır.

Elek analizi deneyinde, 500 gr örnek, 1lt saf su ve 2 gr sodyum heksameta-fosfat ($Na_8P_3O_{10}$)'la hazırlanan karışım içinde 24 saat bekletilerek ayrıştırılır. Sırasıyla 3, 4, 10, 25, 40, 60, 100 ve 200 nolu eleklerden yıkayarak elenir. Eleme işlemi bittikten sonra her elek üzerinde kalan malzeme ağırlıkları belirlenmiş cam kaplarla etüvde 24 saat ve 105 C⁰ sıcaklıkta kurutulup, tekrar tartılarak hesaplamalarla her elek üzerinde kalan miktarı belirlenir.

Her elekten geçen yüzde (%P), aşağıdaki bağıntıyla tespit edilir.

$$\%P = \frac{\text{ElektenGeçenMalzemeMiktarı}}{\text{ElemeyeTabiTutulanToplamMalzemeMiktarı}} * 100 \quad (12)$$

Dane çapı logaritmik yatay eksene, elekten geçen malzeme yüzdesi düşey ekseninde gösterilmek suretiyle noktalar işaretlenir ve dane dağılımı (granülometri) eğrisi çizilir.

200 nolu elekten geçen ince daneli malzemenin dane dağılımı hidrometre analiz yöntemi ile belirlenir. Kuru numune, 250 ml'lik cam kap içerisine yerleştirilerek üzerine 1lt saf su ve 40 gr sodyum heksameta-fosfat ($\text{Na}_8\text{P}_3\text{O}_{10}$) ilave edilerek hazırlanan çözeltiden 125 ml eklenerek karışım hazırlanır, 24 saat bekletilerek mikserle karıştırılır. Su-zemin karışımı hidrometre şişesine konarak üzerine saf su eklenerek 1000 ml.'ye tamamlanır. Hidrometre şişesinin ağzı el ayası ile kapatılarak alt-üst edilerek süspansiyonun her noktasında konsantrasyonun aynı olması sağlanır. Hidrometre süspansiyon içine bırakılarak belirli zaman aralıklarıyla okuma alınır.

152 H tipi hidrometre için dane çapları (D) ve yüzde geçenler(P') aşağıdaki bağıntılarla hesaplanır,

$$D = \sqrt{\frac{30 * \mu}{980 * (G_s - G_w)}} * \sqrt{\frac{L}{t}} \quad (13)$$

$$\%P' = \frac{aR}{M_s} * 100 \quad (14)$$

$$a = \frac{G_s}{2.65} \quad (15)$$

L= Efektif derinlik

t= Bekleme süresi

a=Zeminin özgül yoğunluğunun G_s sabitine oranı

R= Hidrometre okuması

μ = Deney sıcaklığındaki suyun viskozitesi

Yıkamalı elek analizi ve hidrometre analizi ile elde edilen granülometri eğrilerinde bir süreklilik elde etmek için, hidrometre analizinden bulunan geçen yüzdesi bağıntı 16'te yerine konularak, yıkamalı elek analizindeki geçen yüzdesi olarak hesaplanır.

$$\%P = \%P' * \frac{200\text{NoluElektenGeçenMalzemeMiktarı}}{\text{ElemeyeTabiTutulanToplamMalzemeMiktarı}} * 100 \quad (16)$$

Yıkamalı elek analizi ve hidrometre analizi sonuçlarının birleştirilmesi ile elde edilen dane dağılımı (granülometri) eğrisi kullanılarak, Massachusetts Institute of Technology (MIT)

tarafından geliştirilen sınıflamadaki (Tablo 2) sınır değerlerine göre zemin grupları belirlenir

Tablo 2. Dane çapına göre zeminlerin sınıflandırılması (MİT)

Zemin Sınıfı		Dane Çapı, D, (mm)
BLOK		200-60
ÇAKIL	İri Çakıl	60-20
	Orta Çakıl	20-6
	İnce Çakıl	6-2
KUM	İri Kum	2-0.60
	Orta Kum	0.60-0.20
	İnce Kum	0.20-0.06
SİLT	İri Silt	0.06-0.02
	Orta Silt	0.02-0.006
	İnce Silt	0.006-0.002
KİL	Kil	0.002 den küçük

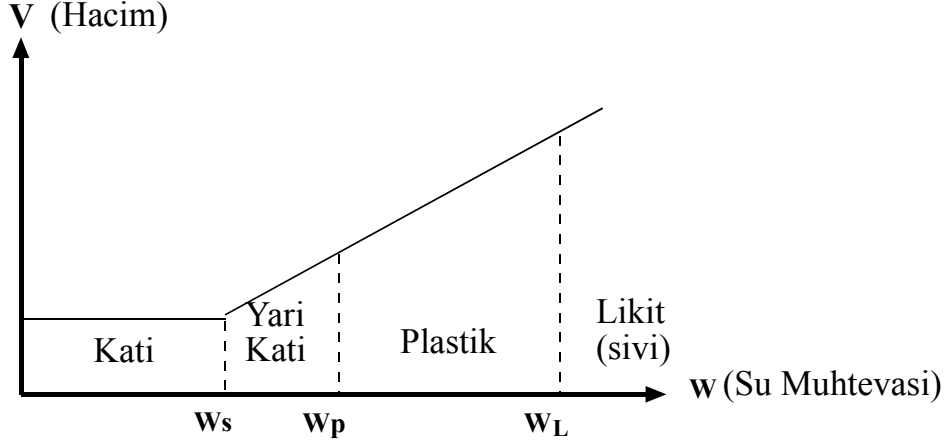
2.2.3. Kıvam Limitleri

Zeminlerde danelerin oluşturduğu hacim katı hacmi, sıvı ve gaz hacimlerinin toplamı ise boşluk hacmini oluşturmaktadır. Kurak mevsimlerde özellikle killi zeminler kuru halde yüksek bir dayanıma sahipken yağışlı mevsimlerde suyu emmesi ile akıcı hale gelerek dayanımı azalmaktadır. Bu durum boşluklarda bulunan suyun şartlara bağlı olarak buharlaşması veya boşlukları doldurması ile değişmektedir ve aynı zeminin farklı yüklemeler altında farklı davranışlar göstermesine neden olmaktadır (Şekil 3).

2.2.3.1. Likit Limit

Likit limiti belirlemek için, örselenmiş örneklerden alınan malzeme 40 nolu elekten geçirilip saf su ile yoğrulur. Casagrande aletine yerleştirilerek, aynı zemin üzerinde değişen su muhtevalarında 3 ile 5 arasında deneylerle tekrarlanır. Her deney için malzeme ağırlığı belirlenmiş cam kaplara konularak tartılır. 105 C⁰ ve 24 saat süreyle etüvde kurutulduktan sonra tekrar tartılır. Logaritmik yatay ekseninde vuruş sayısı, düşey ekseninde

su muhtevası olan bir eksen takımında deney sonuçları işaretlenerek, akma eğrisi elde edilir. 25 vuruşa karşılık gelen su muhtevası değeri likit limit olarak belirlenir. Uluslar Arası Jeoloji Komisyonu (IAEG, 1976) likit limit değerleri kullanılarak yaptığı sınıflama Tablo 3.'de görülmektedir.



Şekil 3. Killerin kuruma sırasında hacim değişimi

Tablo 3. IAEG (1976)'nin likit limit değerlerine göre yaptığı zemin sınıflaması

Plastisite Özelliği	Likit Limit Değeri (%)
Düşük plastisiteli	<35
Orta plastisiteli	35-50
Yüksek plastisiteli	50-70
Çok yüksek plastisiteli	70-90
Çok daha yüksek plastisiteli	>90

2.2.3.2. Plastik Limit

Plastik limitin belirlenmesinde, likit limit deneyinde yapıldığı gibi 40 nolu elekten geçen zemin örneği ile saf su yoğrulur. Cam plaka üzerinde el ayası ile 3 mm. çapında iplikçikler haline getirilir. Ağırlıkları belirlenmiş cam kaplarla tartılarak, 105 C⁰ ve 24 saat süreyle etüvde kurutulur ve tekrar tartılarak ağırlıkları belirlenir. Aynı zemin için deney 3 kere tekrarlanarak ortalaması alınır.

2.2.3.3. Plastisite İndisi

Likit limit ile plastik limit arasındaki fark hesaplanarak, plastisite indisi belirlenir.

$$I_p = W_L - W_P \quad (17)$$

I_p = Zeminin plastisite indisi

W_L = Zeminin likit limiti

W_P = Zeminin plastik limiti

İnce taneli zeminlerde, plastisite indisine göre Burmister (1951), Leonards (1962) ve Uluslar Arası Jeoloji Komisyonu (IAEG, 1976) tarafından önerilen sınıflamalar sırayla Tablo 4, Tablo 5 ve Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 4. Plastisite indisinin, plastisite derecesine göre sınıflaması (Burmister, 1951)

Plastisite İndisi (PI%)	Plastisite Derecesi	Tanım
0	Plastik değil	SİLT
0-5	Önemsiz derecede plastisiteye sahip	KİLLİ SİLT
5-10	Düşük plastisiteli	SİLT ve KİL
10-20	Orta plastisiteli	KİL ve SİLT
20-40	Yüksek plastisiteli	SİTLİ KİL
>40	Çok yüksek plastisiteli	KİL

Tablo 5. Plastisite indisinin, plastisite derecesine göre sınıflaması (Leonards, 1962)

Plastisite İndisi (PI%)	Plastisite Derecesi
0	Plastik değil
5-15	Az plastik
15-40	Plastik
>40	Çok plastik

Tablo 6. Plastisite indisinin, plastisite özelliğine göre sınıflaması (IAEG, 1976)

Plastisite Özelliği	Plastisite İndisi (%)
Plastik olmayan	<1
Az plastisiteli	1-7
Orta plastisiteli	7-17
Yüksek plastisiteli	17-35
Çok yüksek plastisiteli	>35

2.2.3.4. Rötire (Büzülme) Limit, Likitlik İndisi ve Kıvamlılık İndisi

Likit limiti yatay eksene, plastisite indisini dikey eksene işaretlenerek çizilen grafikten rötire limit değeri belirlenir.

Kıvam limitlerinin laboratuarda belirlenmesinden sonra arazideki durumunu belirlemek amacıyla likitlik indisi hesaplanır.

$$I_P = \frac{W_n - W_P}{W_L - W_P} = \frac{W_n - W_P}{I_P} \quad (18)$$

I_P = Likitlik İndisi

W_n = Zeminin doğal su içeriği

Likitlik indisine benzer olarak , zeminin doğal halindeki kıvamı aşağıdaki eşitlikle belirlenir. Zeminlerin kıvamlılık indeksine göre sınıflandırılması tablo 7’de verilmiştir.

$$I_c = \frac{W_L - W_n}{W_L - W_P} = \frac{W_L - W_n}{I_P} \quad (19)$$

I_c =Kıvamlılık indeksi

Tablo 7. Zeminlerin kıvamlılık indisine göre sınıflaması

Kıvamlılık İndisi (I_c)	Tanımlama
<0	Akışkan (Çamur)
0-0.25	Çok yumuşak
0.25-0.50	Yumuşak
0.50-0.75	Orta
0.75-1.00	Katı
>1.00	Çok katı

Kıvam indisi, $I_c = 1$ iken zemin plastik limitte , $I_c = 0$ iken zemin likit limitte demektir. I_c 'nin 1 den küçük olması zeminin su içeriğinin likit limitin üstünde olduğunu

gösterir. I_c 'nin 1 den büyük olması ise zeminin yarı katı veya katı durumda olduğunu gösterir (Aytekin, 2004).

Likitlik indisi ve kıvamlılık indisi değerleri ile zeminin kıvamı arasındaki ilişki Tablo 8'da gösterilmiştir.

Tablo 8. Likitlik indisi ve kıvamlılık indisine göre zemin kıvam sınıfları(Aytekin, 2004)

Zemin Kıvamı	I_L	I_C
Viskoz Sıvı	$I_L > 1$	$I_C > 1$
Plastik	$0 < I_L < 1$	$0 < I_C < 1$
Katı	$I_L < 0$	$I_C > 0$

2.2.3.5. Killerin Aktivite Ve Şişme Potansiyeline Göre Sınıflandırılması

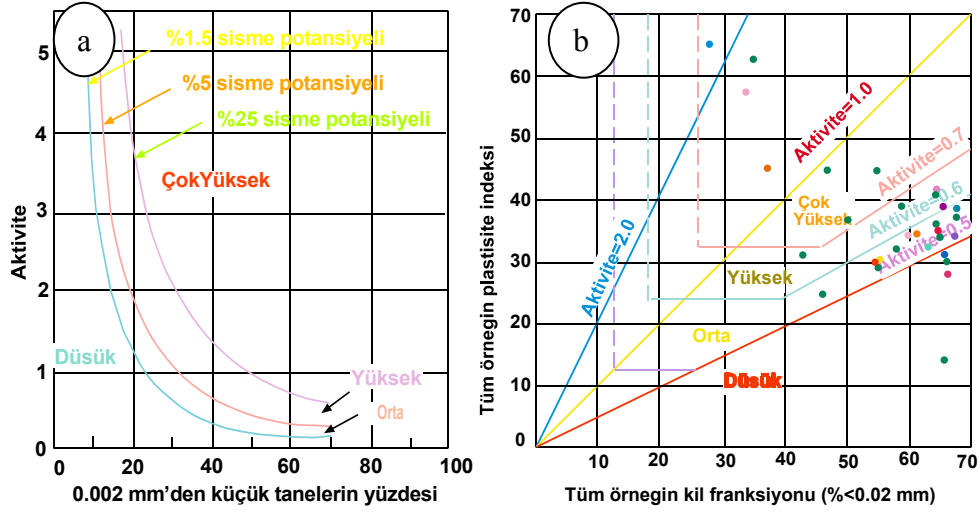
Killerin su içeriğine bağlı olarak hacimde meydana gelen değişimi göstermek için aktivite katsayısı belirlenir. Aktivite, plastisite indisinin zemine ait 0.002 mm çapına karşılık gelen geçen yüzdesine (%P) oranı ile belirlenir ve bulunan değerlere göre killer aktivitelere göre sınıflandırılır (Tablo 9).

$$A_c = \frac{I_p}{\%P(< 0.002mm)} \quad (20)$$

Tablo 9. Killerin aktivite sınıflaması (Mitchel, 1976)

aktivite	sınıflama	
<0.75	Aktif olmayan killer	(kaolinit)
0.75-1.25	Normal killer	(illit)
>1.25	Aktif killer	(montmorillonit)

Killerin aktivitelere göre sınıflamasında, Şekil 4'te görülen aktivite abağı da kullanılmaktadır. Kil fraksiyonu yatay eksene, plastisite indisi düşey eksene getirilerek çizilen abağa tüm örnekler düşürülerek örneklerin aktivite belirlenir. Aktivite katsayısı düşey eksene, 0.002 mm'den küçük tanelerin yüzdesi yatay eksene işaretlenerek çizilen grafikte ise örneklerin şişme potansiyeli belirlenir.



Şekil 4.a) Aktivite abağı (Gumoko,1974), b) şişme potansiyel sınıflama grafiği, (Seed,1964)

2.2.4. Kil Minerallerinin İncelenmesi

Örneklerin kil cinsleri ve özellikleri grafik ve tablolar yardımıyla belirlenmiştir. Kil cinslerinin belirlenmesinde ayrıca X-ray difraktometre çekimleri yapılmıştır. 200 nolu eleğin altına geçen malzeme öğütülerek suda yüzdürme yöntemiyle diğer malzemelerden ayrılmıştır. Etüvde 24 saat ve 105C⁰'de kurutulmuş örnek cam plaka üzerine yerleştirilmiştir. X-Ray difraktometre çekimleri yapılarak elde edilen grafikler yorumlanmıştır.

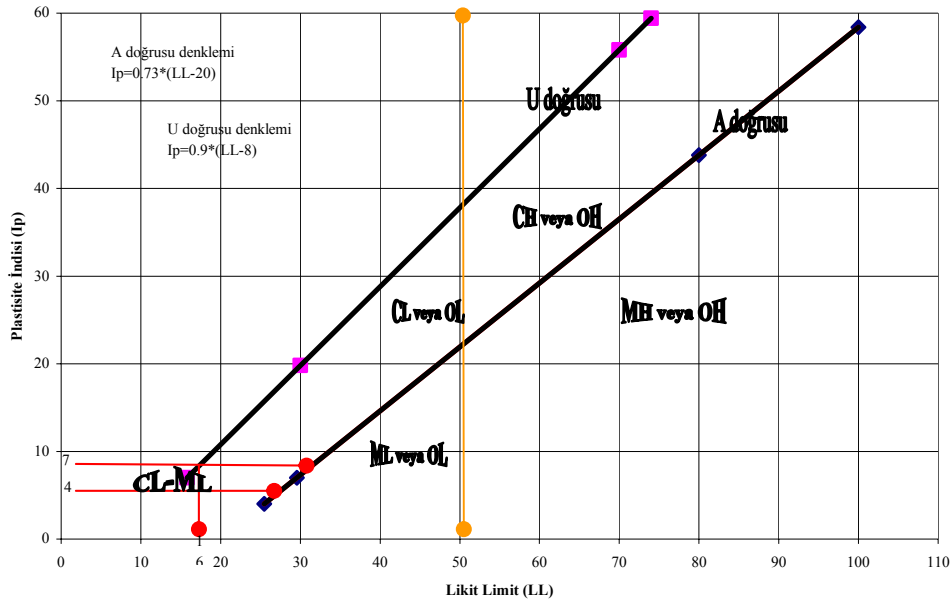
2.2.5. Birleştirilmiş Zemin Sınıflaması (USCS)

Zeminlerin sınıflandırılmasında kullanılan diğer bir yöntemde, 1942 yılında Arthur Casagrande tarafından geliştirilen birleştirilmiş zemin sınıflamasıdır. Deneylerle bulunan dane büyüklüğü ve kıvam limitleri kullanılarak yapılan bu sınıflamada zeminlerin adları aşağıdaki Tabloda görülen ikili harf sistemi ile belirlenmiştir.

USCS son olarak 1984 te ASTM tarafından yeniden gözden geçirilerek "Grup Sembolüne" ek olarak "Grup Adı" da ilave edilmiştir. İnce daneli zeminlerin sınıflandırılabilmesi için Atterberg limitleri ve plastisite grafiği (Şekil 5) kullanılmaktadır.

Tablo 10. Grup sembolleri ve temsil ettikleri zeminler

Birinci harfler		İkinci harfler	
G	Çakıl	W	İyi derecelenmiş (düzgün dane dağılımlı)
S	Kum	P	Kötü derecelenmiş
M	Silt	M	Siltli
C	Kil	C	Killi
O	Organik	H	Yüksek plastisiteli
Pt	Bitkisel ve çok organik	L	Düşük plastisiteli

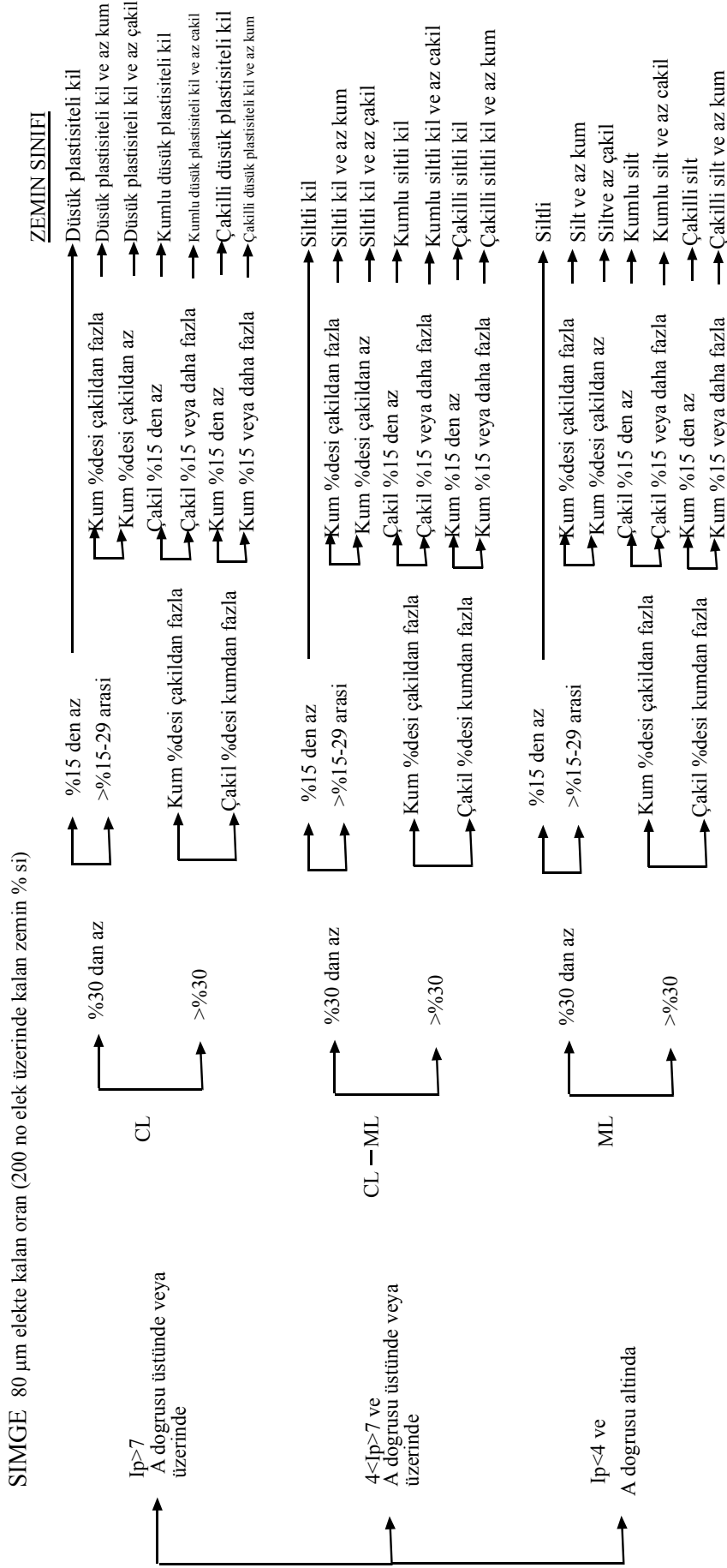


Şekil 5. Casagrande Plastisite Grafiği (Kartı)

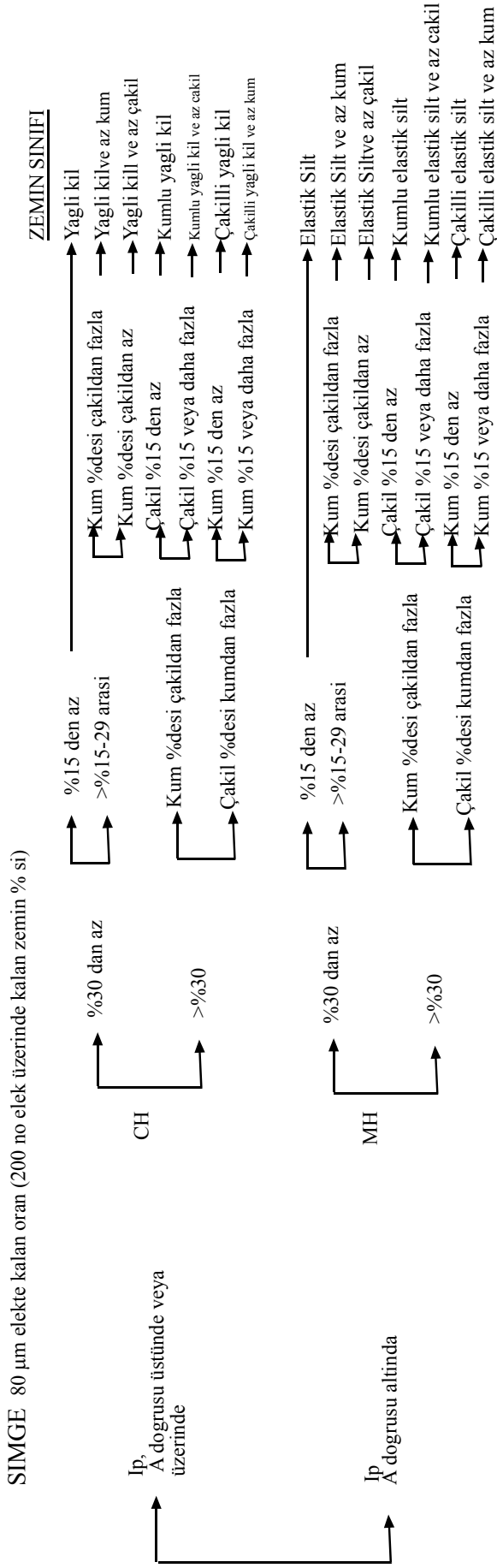
Örneklerin plastisite indisi ve likit limit değerleri kullanılarak casagrande kartı ve birleştirilmiş zemin sınıflama Tablosu ile adları belirlenir. Ayrıca örneklerin içerdiği çakıl ve kum yüzdeleri ile likit limiti %50 den küçük ince daneli zeminlerin sınıflandırılması (Şekil 6) ve likit limiti %50 den büyük ince daneli zeminlerin sınıflandırılması (Şekil 7) grafikleri kullanılarak adlandırma yapılmaktadır.

Tablo 11. Birleştirilmiş zemin sınıflandırma sistemi (USCS)

Laboratuvar Deneylerini Kullanarak Simgeleme Kriterleri				Zemin Sınıfı	
				Simge	Grup Adı
İri Daneli Zeminler (% 50 'den fazlası 80 µm elek üzerinde kalan) 200 nolu elek üzerinde kalan	ÇAKILLAR Kabadanelerin %50'den fazlası 2 mm elek üzerinde kalıyor 10 nolu elek üzerinde kalan	Temiz çakıllar (%5 ten az ince içeriyor)	$Cu \geq 4$ ve $1 \leq Cr \leq 3$	GW	Düzensiz dane dağılımlı çakıl
			$1 > Cr$ veya $Cr > 3$	GP	Üniform çakıl
		Kirli çakıllar (incesi %5 te fazla)	İnceleri plastisite kartında ML veya MH	GM	Siltli çakıl
			İnceleri plastisite kartında CL veya CH	GC	Killi çakıl
	KUMLAR %50 'den fazlası 2 mm elekten geçiyor. 10 nolu elek altına geçen	Temiz kumlar (%5'ten az incesi var)	$Cu \geq 6$ ve $1 \leq Cr \leq 3$	SW	Düzensiz dane dağılımlı kum
			$1 > Cr$ veya $Cr > 3$	SP	Üniform kum
		Kirli kumlar (incesi %5 'den fazla)	İnceleri plastisite kartında ML veya MH	SM	Siltli kum
			İnceleri plastisite kartında CL veya CH	SC	Killi kum
İnce daneli zeminler (% 50 'den fazlası 80 µm elekten geçen) 200 nolu elek altına geçen	SİTLER VE KİLLER (Likit limiti 50 den küçük)	Anorganik	$I_p > 7$ ve A doğrusu üzerinde	CL	Düşük plastisiteli kil
			$I_p < 7$ ve A doğrusu altında	ML	Silt
		Organik	W_L kurutulmuş/ W_L doğal < 0.75	OL	Organik kil Organik silt
	SİTLER VE KİLLER (Likit limiti 50 veya yüksek)	Anorganik	I_p A doğrusu üstünde veya üzerinde ($I_p > 7$)	CH	Yağlı kil
			I_p A doğrusu altında ($I_p < 7$)	MH	Elastik silt
		Organik	W_L kurutulmuş/ W_L doğal < 0.75	OH	Organik kil Organik silt
Organik Zemin	Koyu renkli, aşırı organik malzeme ihtiva ediyor.		PT	Turba	



Şekil 6. Likit limiti %50 den küçük ince daneli zeminlerin sınıflandırılması



Şekil 7. Likit limiti %50 den büyük ince daneli zeminlerin sınıflandırılması

2.2.6. AASHTO Sınıflandırılması

Bu sınıflama, Holtertogler tarafından karayollarındaki stabilite, araç yüklerinin etkisi ve donma-çözülme özellikleri dikkate alınarak zeminler için yapılmıştır. A grubuna göre yapılan sınıflamada A-1 den A-8'e kadar olan 8 alt gruba ayrılmıştır (Tablo 12). Küçük indisten büyük indese doğru gidildikçe zeminin karayolu altyapısındaki performansı düşmektedir. Yani karayollarındaki en iyi performansı A-1 göstermektedir. Grupların tanımı aşağıdaki gibidir.

A-1 grubu: bu gruptaki zeminler dolgu olarak kullanıldıkları zaman iyi stabilite ve çok az oturma gösterir

A-2 grubu: Biraz ince bir malzeme içerirler ve nemden A-1 grubundaki zeminlere göre daha fazla etkilenirler. Kaliteli A-1 grubundaki zeminlere göre daha düşüktür.

A-3 grubu: İnce ve kohezyonlu zemin içerirler fakat büzülmeleri hemen hemen yok gibidir.

A-4 grubu: Bu zeminler silt içerirler, kohezyonları çok düşüktür ve donmadan etkilenirler.

A-5 grubu:Değişik içsel sürtünme açlarına sahiptirler, kohezyonları oldukça düşüktür, yüksek geçirimsizlikleri vardır. Donmadan etkilenirler.

A-6 grubu: Bol miktarda kil içerirler A-5'e benzer fakat kohezyon, plastisite ve sıkışabilirlikleri daha fazla, daha az geçirimsiz ve düşük içsel sürtünme açısına sahiptirler.

A-7 grubu: Plastisite, kohezyon, deformasyon şişme ve büzülme özellikleri geniş bir dağılım aralığına sahip killerdir.

A-8 grubu: Yapı malzemesi olarak kullanılmayacak olan toz ve mil boyutundaki bol organik malzeme içeren zeminlerdir.

Grup indisi aşağıdaki Şekilde hesaplanır

$$GI=(F-35)*[0.2+0.005*(LL-40)]+0.01*(F-15)*(PI-10) \quad (21)$$

GI yükseldikçe zeminin altyapıda kullanılması için uygunluğu düşer.

Tablo 12. Amerikan karayolları (AASHTO) zemin sınıflandırma sistemi

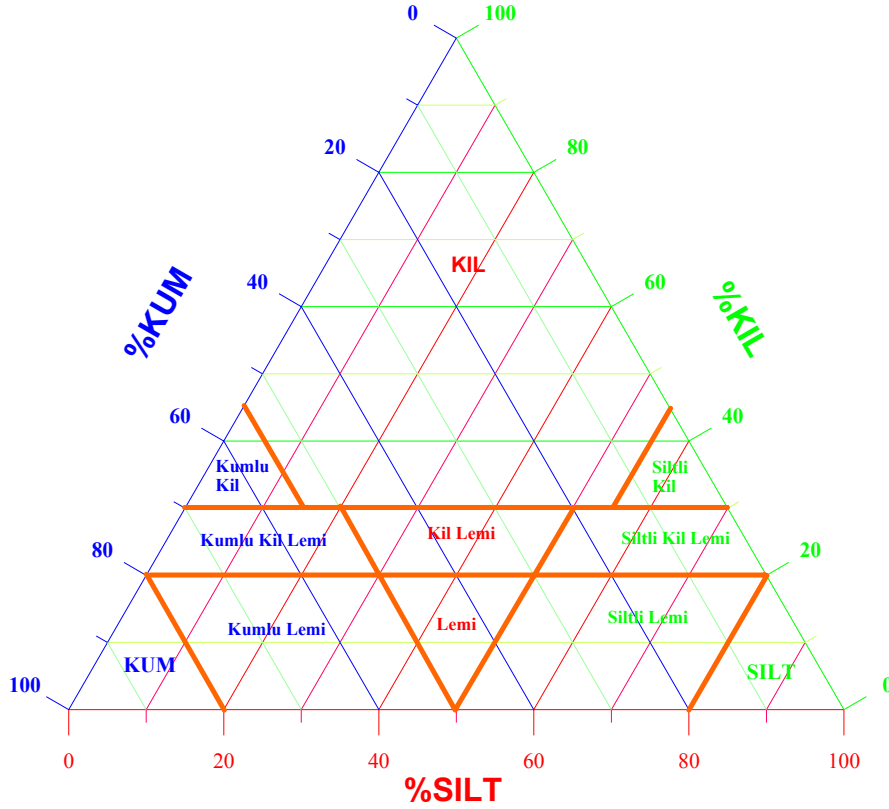
Genel Sınıflandırma	İri daneli malzemeler (% 35 veya daha az 200 nolu elekten geçen)							İnce daneli malzemeler siltli-kil malzemeler (% 35'den fazla 200 nolu elek atlına geçen)			
Grup sınıflandırma	A-1		A-3 ¹					A-4	A-5	A-6	A-7
Elek Analizi Yüzde Geçen	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5 ² A-7-6
No:10	50 max	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
No: 40	30 max	50 max	51 max	-	-	-	-	-	-	-	-
No: 200	15 max	25 max	50 max	35 max	35 max	35 max	35 max	36 min	36 min	36 min	36 min
No: 40 altına Geçen kısmın Özellikleri											
Likit limit	-	-	40 max	41 min	40 max	41 min	40 max	40 max	41 min	40 max	41 min
Plastisite indisi	6 max	NP	10 max	10 max	11 min	11 min	10 max	10 max	10 max	11 min	11 min
Grup İndisi	0	0	0	0	0	4 max		8 max	12 max	16 max	20 max
Ana malzemenin Ekseriya Görülen tipleri	Taş parçacıkları çakıl ve kum		İnce kum	Siltli veya killi çakıl ve kum				Siltli zeminler		Killi zeminler	
Taban olarak genel değerlendirme	Fevkalade iyi							Orta ve kötü			

A-7-5= W_L , 30'a eşit veya azdır.

A-7-6= W_L 30'dan fazladır.

2.2.7. Üçgen Sınıflandırma (FERET Üçgeni)

Bu sınıflamada zemine ait kum, silt ve kil yüzdeleri kullanılır. Granülometri eğrisi kullanılarak, çakıl, kum, silt ve kil yüzdeleri belirlenir. Çakıl yüzdesi çıkarılarak ve kalan kum, kil ve silt yüzdelерinin toplamı %100 olacak şekilde bu kısımların yüzdeleri tekrar belirlenir. Elde edilen yüzdelер Şekil 8'de görülen Feret üçgeni üzerine işaretlenerek hangi noktaya düştüğü belirlenir. Üçgen üzerine düşen bölgeye göre zemin adlandırılır.



Şekil 8. Üçgen sınıflandırma abağı (Feret Üçgeni)

2.2.8. Zeminin Kayma Direnci

Zemin üzerine yapılacak yüklemelerde stabilite ve deformasyon koşullarının aynı anda sağlanması gerekir. Her iki koşulunda incelenmesinde zemine ait kayma direncini, parametrelerinin bilinmesi gerekmektedir. Bu parametreler serbest basınç ve kesme kutusu deneyi yapılarak belirlenir.

2.2.8.1. Kesme Kutusu Deneyi

Zeminlerin kayma direnci, zemine uygulanan yük altında zemin danelerinin birbirine göre rölatif hareketlerine gösterdikleri dirençtir ve şevlerin denge analizinde çok önemli bir parametredir. Kohezyonlu zeminlerin kesilme süreçleri boşluk suyundan dolayı kohezyonsuz zeminlere göre daha farklıdır. kohezyonlu zeminlerin kapiller sistemi daha gelişmiş olması kohezyon miktarının da artmasına neden olmaktadır. Kohezyonlu zeminlerin sürtünme dirençleri kohezyonsuz zeminlerden daha azdır, bunun nedeni saf kil

partiküllerinin daha kolay deforme olmasıdır. Killerde kil partiküllerinin toplam temas yüzeyi çok daha fazladır bundan dolayı killerin kohezyonu kumlarından çok daha fazladır. Gerçek kohezyonda killerin bu temas yüzeylerindeki artıştır.

Kare kesitli iki parçadan oluşan kutu içerisine yerleştirilen zemine, sabit normal gerilme ve artan kesme kuvveti uygulanır. Kutunun üst parçası sabit tutulurken alt parça yatay düzlem üzerinde hareket ettirilir. Deney numunenin ortasından geçen bir düzlem boyunca zeminin kaymaya zorlanarak kırılması esasına dayanır.

2.2.8.2. Serbest Basınç Deneyi

Üç eksenli kesme deneyinin özel bir hali olan serbest basınç deneyi genellikle doymuş kil zeminlerde kayma direncinin belirlenmesinde kullanılır. Silindirik şeklindeki zemin örneklerinin yanal basınç uygulanmadan yani sıfır yanal basınç altında kesme gerilmesinin belirlendiği bir deneydir. Bu deney, deney esnasında nem kaybının olmadığı varsayımına dayanır. Serbest basınç deneyinden elde edilen sonuçlar yaklaşık değerlerdir. Deney sonuçlarıyla kohezyonlu zeminlerin kıvam derecelerini, zemin şevleri ve diğer zemin kütlelerinin dayanımları hakkında bilgi verir. Böylelikle zemin temellerin taşıması hakkında da tahmin yapılabilir.

Deneylerden elde edilen sonuçlar aşağıda verilen eşitliklerde yerine konarak serbest basınç mukavemeti ve kayma mukavemeti tespit edilmektedir.

$$qu = \frac{P_{\max}}{A_f} = \sigma_1 \quad (31)$$

$$A_f = \frac{A_0}{1 - \frac{\Delta H}{H_0}} \quad (32)$$

$$\tau_f = c_u = \frac{qu}{2} \quad (33)$$

$$2c_u = \frac{P_{\max}}{A_f} = qu \quad (34)$$

Serbest basınç değerlerinden yararlanılarak zeminin kıvamı belirlenebilmektedir (Tablo 14).

Tablo 14. Serbest basınç direnci, q_u değerine bağlı olarak zeminlerin kıvamı

kıvam	q_u (kg/cm ²)
çok yumuşak	0.25 den küçük
yumuşak	0.25-0.50
	0.50-1.0
orta sert	1.0-2.0
sert	2.0-4.0
çok sert	4.0 dan büyük

2.3. Duraylılık Analizleri

Duraylılık analizi, bir yamaç yada şevde dengeyi koruyan kuvvet veya momentlerin, kaymayı sağlayan kuvvet veya momentlere oranı olarak tanımlanan güvenlik sayısını belirlemek için yapılmaktadır.

$$GüvenlikSayısı = \frac{DirenenKuvvetler}{HareketeGeçirenKuvvetler} \quad (35)$$

Direnen kuvvetlerin azalması, harekete geçiren kuvvetlerin artmasıyla güvenlik sayısı değeri azalır ve yamaç dengesini kaybeder. Yamacın dengesini bozan faktörler Tablo 15'te gösterilmektedir. Tablo 15'da ise yamaç ve şevlerdeki güvenlik sayıları belirtilmektedir.

Tablo 15. Yamaç dengesine etkenler

I.Gerilme Artışı	II.Dirençte azalma
Yamaç üstünde yük artışı	Aşınma, yıpranma
Topuğa yakın bölgeden malzeme kaybı	Süreksizlik yüzeylerinde su basıncı
Deprem ve diğer titreşim ivmeleri	Kuru ortamda ani ıslanma ve yapının bozulması
Boşluk veya çatlak suyundaki artış	Zaman ve hareket sonucu dirençte maksimumdan kalıcıya düşme
Çekme çatlaklarına su dolması	Killi matrisin şişmesi
Giderek kırılma olayı	Çatlak ve boşluklarda buz mercleklerinin erimesi
Yamaç dışındaki su düzeyinde düşme	Çimentolayıcı malzemenin yıkanması

Tablo 16. Yamaç ve şevlerde güvenlik sayıları

Şart	Güvenlik Sayısı G.S.		
	Toplam Gerilme	Efektif Gerilme	Deprem
Dolgularda yapım sonu	1.50	-	-
Yarmalar	1.50	1.25	1.0
Barajda sızıntı	1.50	1.25	-
Barajda ani su düşmesi	1.50	1.10	-
Laboratuvar maksimum direnç parametreleri kullanımı ile	1.50	1.35	1.0
Kalıcı dirence göre	-	1.20	1.0
Uzun vadede duraylılık	-	1.20	-
Yamaç üzerinde yapı bulunması	1.80	1.50	1.2
Fisürlü killer	-	1.50	-

Duraylılık analizi için geliştirilen değişik metodlar Tablo 17’de verilmiştir.

Tablo 17. Analiz Metotları

Metot	Kayma Yüzeyi	Toplam Moment Dengesi	Toplam kuvvet dengesi	Dilimler arası kuvvetlerde yapılan kabuller
$\phi_0=0$	Dairesel	*		
İsveç Dilim Yöntemi	Dairesel	*		Dilimler arası kuvvetlerin bileşkesi dilim tabanına paralel
Kama analizi	Dairesel değil		*	Belirli eğim
Sonsuz şev analizi	Dairesel değil		*	Şeve paralel
Bishop	Genel	*		Paralel
Basitleştirilmiş jambu	Genel		*	Paralel
Genel jambu	Genel	*	*	Belirli itki çizgisi
Spencer	Genel	*	*	Sabit eğim
Morgenstern-price	Genel	*	*	$X/E=\lambda f(x)$
Genel dilim yöntemi	Genel	*	*	$X/E=\lambda f(x)$

2.3.1. Stabl5 Programı

Stabl5, iki boyutlu stabilite problemlerini, limit denge metoduyla çözen bir programdır. Stabilitesiz bir şeve karşılık gelen güvenlik sayısının hesaplanması, dilim metoduyla olmaktadır, bu değiştirilmiş Bishop metodunun bir adaptasyonudur. Kritik yüzeylerin genel potansiyel kayma yüzeyleri ve buna karşılık gelen güvenlik sayıları için rasgele teknikler kullanır. Bu tekniklerden ilki, dairesel yüzeyler üretir, ikincisi kayma bloğu karakter yüzeyleri üretir. Sonuncusu da rasgele şekilli düzensiz yüzeyler üretir.

Stabl5 programıyla şev stabilite problemini çözmek için, şev geometrisi kartezyen koordinat sistemine çizilir. Koordinat eksenini pozitif bölgede kalacak şekilde ve deneme kayma yüzeyleri yatay eksenin altına geçmeyecek şekilde yerleştirilir.

Şev geometrisi çizildikten sonra, farklı özellik gösteren zeminlerin oluşturduğu yüzeyler ve alt yüzeyler birbirinden doğrularla ayrılır. Su koordinatını belirleyen bütün noktalar X ve Y koordinatları ile sırayla belirlenir. Özel durumlar için (su ve yük) veri grubu oluşturularak stabilite problemleri çözülür.

Stabl5 programı kullanılarak Bishop ve Janbu yöntemi ile güvenlik sayıları belirlenmektedir.

Genelleştirilmiş Janbu yönteminde herhangi bir varsayım yapılmadığından, genel denklemden bilinmeyen sayısı, bilinenlere karşı artmaktadır. Bu nedenle çözüm karmaşıklaşmakta, çoğu zaman da el ile çözüme imkan vermemektedir. Böylece çözümde dilimler arası kayma kuvvetleri sıfır alınarak, basitleştirilmiş Janbu yöntemi geliştirilmiştir.

Janbu tarafından geliştirilen yöntemin en önemli özelliği, her tipteki kayma yüzeyine uygulanabilir olmasıdır. Basitleştirilmiş Janbu yöntemide, kuvvet dengesi kullanılarak stabilite analizi yapılmıştır (Janbu, 1956).

Janbu kendi adıyla anılan bu metodu (Janbu, 1954; 1957) hem dairesel kayma yüzeyleri hem de, dairesel olmayan kayma yüzeyleri için incelemiştir. Genelleştirilmiş Janbu yöntemi, dilimlerarası kuvvetlerin etkidiği noktayı dikkate alınarak yapılan bir kabulde, dilimlerarası kuvvetlerin etkisini içerir.

Dairesel kayma yüzeylerinde, şev stabilite analizi yapan Bishop yöntemi, önceleri genel şekilli yüzeyler için geliştirilmiş fakat daha sonradan dairesel yüzey varsayımının önemli hata vermeyip hesaplarda kolaylık sağladığı anlaşıncaya bu şekilde uygulamaya alınmıştır (Bishop, 1955; Bishop ve Morgenstern, 1960)

Genellikle homojen zeminlerde meydana gelen dairesel kaymalar için limit denge kabulüyle, dilimlere etkiyen yanal kuvvetlerin yatay, dilimler arası kesme kuvvetlerinin sıfır olduğu ayrıca normal kuvvet ve ağırlığın dilim tabanının ortasına etkidiği varsayılır (TS 8853). Daha önceki şekliyle genel kayma yüzeyleri için geliştirilen bu metod, sonradan dairesel yüzey varsayımının hesaplarda önemli hatalar meydana getirmediği, pratik olduğu anlaşıncaya sadece dairesel kayma yüzeylerine uygulanır olmuştur (Haliloğlu, 1997).

3. BULGULAR

3.1. Gerze Yöresinin Genel Jeolojisi

Gerze ve çevresinin jeolojisi, önceki çalışmalar başlığı altında belirtildiği gibi, birçok araştırmacı tarafından incelenmiştir. Bu nedenle bu çalışmada yeni bir jeolojik incelemeye gidilmemiştir. Kapsamlı bir çalışma olması nedeni ile Gedik ve Korkmaz'a (1984) dayanılarak anlatılacaktır.

Gerze ilçe merkezi ve çevresini kapsayan çalışma alanında, Türkiye Stratigrafi Komitesi tarafından hazırlanan "Stratigrafi Sınıflandırma ve Adlama Kuralları" (MTA,1986) esaslarına göre altı birim ayrıtarılarak haritalanmıştır (Şekil 9). Bunlar yaşlıdan gence doğru; Maastrichtiyen-Paleosen yaşlı Akveren Formasyonu, Paleosen -Erken Eosen yaşlı Atbaşı Formasyonu, Erken-Orta Eosen yaşlı Kusuri Formasyonu, Miyosen yaşlı Sinop Formasyonu, Pleistosen yaşlı Bedire Kayası Formasyonu ve alüvyondur (Şekil 11).

3.1.1. Akveren Formasyonu

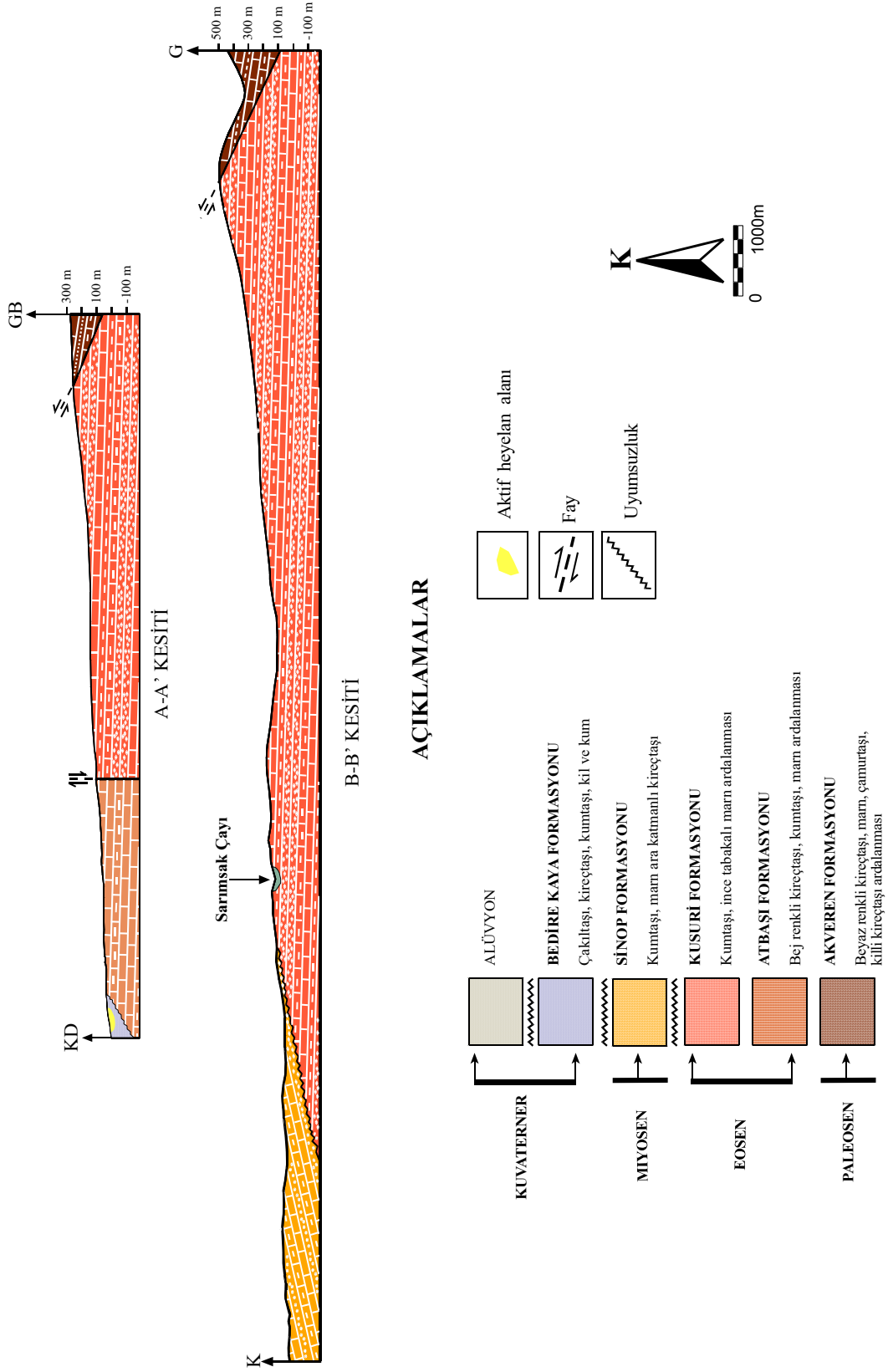
Çalışma alanında beyaz renkli kalın katmanlı kireçtaşlarından oluşan Formasyon, Ketin ve Gümüş (1963), Gedik vd. (1981) tarafından Akveren Formasyonu olarak adlandırılmıştır.

Akveren Formasyonu, Gerze burnunda, Gerze'nin doğusundan itibaren kıyı boyunca görülür. Birimin doğu sınırı deniz, diğer birimle sınırını ise olası faylar oluşturmaktadır.

Formasyon, beyaz, gri-bej renkli olup, tabakalar orta kalınlıkta tabaka eğimleri düşük ve güney doğuya doğrudur (Şekil 12). Faylanmanın etkisi ile çoğu yerde tabakalar ilksel konumlarını kaybetmişlerdir.

Akveren Formasyonu, çalışma alanının taban kayacını oluşturmakta olup, Atbaşı formasyonu tarafından uyumlu olarak üzerlenmektedir.

Birim genellikle kireçtaşı, çamurtaşı ve marn aralanmalarından oluşan tortul bir istif olup, kalınlığı yaklaşık olarak 150 m.'dir.



Şekil 10. Gerze ilçesi ve çevresinin jeolojik kesiti

TERSİYER				LİTOLOJİ		AÇIKLAMALAR	
KRETASE	Eosen		MIYOSEN	KUVA.	SİSTEM		
ÜST KRETASE	Paleosen			SERİ			
MAASTRIH.	Daniyen	ORTA EOSEN		Geç Ple.	KAT		
AKVEREN	ALT EOSEN	KUSURİ	SINOP	BEDİRE KAYA	FORMASYON		
80 m	ATBAŞI	500 m	70 m	20 m	KALINLIK (m)		
							Alüvyon
							Çakıltaşı, kireçtaşı, kumtaşı, kil ve kum
							Kumtaşı, marn ara katmanlı kireçtaşı
							Kumtaşı, ince marn tabakalı
							Bej renkli kireçtaşı, kumtaşı, marn ar dalanması
							Beyaz renkli kireçtaşı, marn, çamurtaşı, killi kireçtaşı ar dalanması

Ölçeksizdir

Şekil 11. İnceleme alanının stratigrafik kolon kesiti (Ölçeksiz)



Şekil 12. Köşk Mahallesi, deniz feneri yanında yüzeylenen kireçtaşları

Akveren Formasyonu'na Ketin ve Gümüş (1963) tarafından Maastrichtiyen, Gedik ve Korkmaz (1984) tarafından Maastrichtiyen-Paleosen, Akman (1992) tarafından Kampaniyen-Paleosen, Tüysüz vd. (1997) tarafından Maastrichtiyen yaşları verilmiştir.

Paleosen yaşlı kalın katmanlı bol algli ve fosilli beyaz renkli kireçtaşlarından oluşan Akveren Formasyonu, sığ ortamda çökelmiştir.

Akveren Formasyonu, Blumenthal (1940) tarafından "Gerze tipi kalkerli fliş" olarak adlandırılan formasyon ve Gayle (1959) tarafından Akveren tabakaları olarak adlandırılan, Ayancık güneyindeki killi kireçtaşlarından oluşan formasyonla deneştirilebilir. Akveren Formasyonu Akyol vd. (1974) tarafından, Güney kuşakta Alaplı Formasyonu adı ile tanınan istifin daha derin denizel eşdeğeridir.

3.1.2. Atbaşı Formasyonu

Formasyon, Ketin ve Gümüş (1963) ile Gedik vd. (1981) tarafından Atbaşı Formasyonu olarak adlandırılmıştır.

Formasyon, çalışma alanının güney kısmında, Karaday ve Tihirköy Mahalleleri civarında yüzeyleme vermektedir.

Atbaşı Formasyonu son derece homojen bir birimdir. Formasyon orta kalın tabakalı marn, çamurtaşı ve gri-bej renkli kireçtaşlarından oluşur (Şekil 13). Kumtaşı ve kumlu

kireçtaşlarının katman tabanlarında tortul yapılara rastlamak olağandır. Marnlar karbonat çamurtaşlarına nazaran daha dayanımlı tabakalar halindedir. Kil açısından zengin olan bu birimler su alarak şiştiklerinden yüzeysel alterasyondan fazla etkilenmişlerdir.



Şekil 13. Karadayı Mahallesi'nin güneydoğusunda yüzeylenen Atbaşı Formasyonun'a ait kireçtaşları

Akveren Formasyonu üzerine uyumlu olarak gelen Atbaşı Formasyonu, Kusuri Formasyonu tarafından uyumlu olarak üzerlenmektedir.

Formasyon çalışma alanının güney sınırı ile sonlanmaktadır ve yaklaşık kalınlığı, 80 m.'dir.

Atbaşı formasyonu litolojik ve sedimentolojik özelliklerinin yanı sıra içerdiği pelajik fauna nedeniyle derin denizel bir ortamda, türbiditik akıntılarla oluşmuş, fliş fasiyesinin özelliklerini yansıtır.

Birime Ketin ve Gümüş (1963) Paleosen-Erken Eosen, Akyol vd. (1974) Paleosen, Gedik ve Korkmaz (1984) Erken Eosen, Tüysüz vd. (1997) Paleosen yaşını vermişlerdir.

Atbaşı Formasyonu, Akyol vd. (1974) tarafından Cide Kurucaşile yöresinde yüzeylenen ve Cide Formasyonun olarak adlandırılan kırmızı marn üyesi ile denestirilebilir özelliktedir. Atbaşı Formasyonu, Blumenthal (1940) tarafından "Tangal'ın Alacalı Flişi" olarak tanımlanmıştır.

3.1.3. Kusuri Formasyonu

Formasyon, Gedik vd. (1981) tarafından Kusuri Formasyonu olarak adlandırılmıştır.

Kusuri Formasyonu, çalışma alanında özellikle Tiyır Köyden Çarşı Mahallesi kadar olan sahil kısmında ve Belveren köyü ile Abdaloğlu Köylerindeki içine alan geniş bir alanda yayılım gösterir.

Kusuri formasyonu oldukça homojen bir kumtaşı-şeyl ardalanması ile temsil edilir. Alt kesimlerinde ince tabakalı kiltası-marn ardalanmasından oluşan birim, üste doğru giderek artan kumtaşı ara katkıları içerir ve kumtaşı-şeyl ardalanmasına dönüşür. Akveren Formasyonuna yakın olan alt seviyelerdeki kiltası-marn seviyeleri gri-yeşil renkli, ince tabakalı ve dağılgan yapıdadır. Üste doğru artan kumtaşı gri, haki renkli, sert, belirgin tabakalı olup kuvars ve litik daneler açısından zengindir (Şekil 14).



Şekil 14. Değirmenler Mahallesi deniz kıyısındaki Kusuri Formasyonuna ait laminalanma

Atbaşı Formasyonu üzerine uyumlu olarak gelen Kusuri Formasyonu, Sinop Formasyonu tarafından uyumsuz olarak üzerlenmektedir.

Çalışma alanındaki kalınlığı yaklaşık olarak 500 m.'dir.

Kusuri Formasyonu türbiditik bir istifdir. Kendi içinde üste doğru tabaka kalınlığı artan ve tane boyu irileşen bir istif sunar. Walker (1978)'in ince tabakalı türbiditik fasiyesine karşılık gelir.

Ketin ve Gümüş (1963) birime Orta-Erken Eosen; Akyol vd. (1974) Erken-Eosen, Gedik ve Korkmaz (1984) Orta Eosen, Tüysüz vd. (1989) ise Erken-Orta Eosen yaşlarını vermişlerdir.

Birim Güney kuşakta Çaycuma Formasyonu ile karşılaştırılabilir, özelliktedir.

3.1.4. Sinop Formasyonu

Formasyon, Gedik ve Korkmaz (1984) tarafından Sinop Formasyonu olarak adlandırılmıştır.

Çalışma alanında, Yaykıl köyü ve çevresinde gözlenmektedir.

Sinop Formasyonu kıltaşı, killi kireçtaşı, marn, miltaşı ve ince daneli kumtaşlarından oluşmuş olup, orta-kalın katmanlıdır.

Bedire Kayası Formasyonu tarafından üzerlenen Sinop Formasyonu, Kusuri Formasyonu üzerine açısız uyumsuzlukla gelir.

Birimin kalınlığı yaklaşık olarak 70m.'dir.

Genellikle bol fosilli, kumlu kireçtaşı, miltaşı, oolitik kireçtaşı ve çakıltaşlarından oluşan, çapraz katmanlanmalı en üst seviyeleri beyaz kumlarla ve killi biten Sinop formasyonu, sığ denizel deltayık, tatlı su ve fluviyal ortamların özelliklerini gösterir ve bu ortamlarla yan ve düşey geçişlidir.

Formasyonun yaşı Gedik ve Korkmaz tarafından, Miyosen olarak verilmiştir.

Sinop Formasyonu, Gayle (1959), Badgley (1959), Gedik (1961), Özkan ve Gümüş (1963) tarafından ayrılmamış olan Sarıkum Formasyonu ile İğneada Kanara burnundaki Karagan Formasyonu ile denestirilebilir özelliktedir.

3.1.5. Bedire Kayası Formasyonu

Formasyon, Gedik vd. (1981) tarafından Bedire Kayası Formasyonu olarak adlandırılmıştır.

Gerze'nin 3 km. batısında Bedire Kayası yöresinde ve Sinop kenti ile Boztepe yarımadası arasında yüzeyler.

Altta çok iri bloklu çakıltası, kireçtaşı, kumtaşı içerir. Üst kısımda ise sarı renkli kil ve kumdan oluşmuştur (Şekil 15).



Şekil 15. Bedire Kayası Formasyonu'nun genel görünümü

Bedire Kayası Formasyonu, Gerze yöresinde Akveren Formasyonu üzerine açısız uyumsuzlukla gelmektedir.

Bedire Kayası Formasyonun kalınlığı 20 m'dir.

Formasyonun yaşı, İnal (1984) tarafından paleontolojik verilerle Pleistosen olarak belirlenmiştir.

Bedire Kayası Formasyonu, regressif ve transgressif bir istifile karakterize edilen kıyı gerisi çökellerinden oluşmaktadır (Barka,1983).

Bedire Kayası Formasyonu, Yalçınlar, (1958) tarafından Samsun ve Ünye'deki denizel Kuvaterner olarak tanımlanan birimle, İnandık (1957) tarafından tanımlanan Kuvaterner depolarıyla, Özsayar (1977) tarafından tanımlanan Kuvaterner oluşuklarıyla ve Barka vd. (1983) tarafından tanımlanan Karagan Kale kumlarıyla denestirilebilir özelliktedir

3.1.6. Alüvyonlar

Alüvyon inceleme alanında Sarımsakçayı ve onu besleyen kollarının vadi tabanlarında yüzeylenir. Başlıca blok, çakıl ve kum boyutunda yer yerde kil ve silt boyutunda ki malzemenin karışımından oluşmuştur.

3.2. Yapısal Jeoloji

Çalışma alanında yapısal unsur olarak tabakalar, kıvrımlar faylar ve uyumsuzluklar bulunmaktadır.

İnceleme alanında Akveren, Atbaşı, Kusuri ve Sinop Formasyonları tabakalı yapı sunarlar. Tabaka doğrultuları KD-GB eğimleri ise 7° - 30° arasında, güney doğuya doğrudur.

Çalışma alanında Akveren Formasyonu ile Kusuri Formasyonu arasında bindirme fayı, Kusuri Formasyonu ile Atbaşı Formasyonu arasında normal faylar bulunmaktadır.

İnceleme alanında Atbaşı Formasyonu ve Kusuri Formasyonu içerisinde 1/10.000 ölçekli haritada gösterilemeyecek kadar küçük boyutta kıvrımlar gözlenmiştir (Şekil 16).

İnceleme alanında Eosen yaşlı Kusuri Formasyonu ile Miyosen yaşlı Sinop Formasyonu ve Kuvaterner yaşlı Bedire Kayası Formasyonları arasında uyumsuzluk bulunmaktadır.



Şekil 16. Gerze burnundan itibaren kıyı boyunca yüzeylenen Akveren Formasyonu'na ait kireçtaşlarında görülen kıvrımlı yapılar

3.3. Gerze İlçesi ve Çevresinin Heyelan Jeolojisi Açısından İncelenmesi

Bu kapsamda yapılan çalışmalar arazi, laboratuvar çalışmaları ve stabilite analizi olmak üzere kısımlara ayrılmıştır. Arazi çalışmalarında heyelan alanlarının belirlenmesi, laboratuvar çalışmaları için örselenmiş ve örselenmemiş örnek alımları yer almaktadır. Laboratuvar çalışmalarında alınan zemin örnekleri üzerinde deneyler yapılarak malzemenin jeoteknik özellikleri belirlenmiştir.

3.3.1. Aktif Heyelan Sahaları

Aktif heyelan alanları arazi çalışmaları sonucunda belirlenmiştir. Bunlar Deniz Feneri restoran, Zenginler Sitesi, Bedre, Mezbahane ve Uçuk dolaylarında yer almaktadır. Bu alanlarda heyelanlar aktif olup, kaymalar devam etmektedir. Ayrıca heyelanların esas aynalarının gerisinde hala açık gerilme çatlakları gözlenmektedir. İncelenen heyelanların bulunduğu ortamların zeminin türü killi, siltli ve kumlu olduğundan dolayı, kayan malzeme topoğrafya yüzeyinde kaşık ve yarımaya şeklinde göstermektedir.

3.3.1.1. Deniz Feneri Heyelanı

Deniz Feneri restoranı yanında Kusuri Formasyonu içerisinde yer almaktadır. 2005'in kış aylarında meydana gelmiştir. Heyelan başlangıcından itibaren geriye doğru gerilme çatlakları içeren ikinci bir bölge oluşmuştur. Heyelan sonucu kayan malzeme deniz kenarına doğru aktığı için heyelanın topuk ve kabarma bölgesi gibi ana elemanları gözükmemektedir. Heyelana ait üç ayrı zamanda alınan resimler şekil 17, 18, 19'de verilmiştir.

Şekil 17, 2005 ağustos ayında ilk kaymadan sonra çekilmiş görüntüdür. Aynı yılın şubat ayında aşırı kar yağışı, karların erimesi ve şiddetli yağışların ardından yeni kayma meydana gelmiştir ve esas ayna gerisinde açıklıkları 60 cm ile 80 cm arasında değişen gerilme çatlakları oluşmuştur.



Şekil 17. Deniz Feneri Heyelanı'nın Ağustos 2005'deki görüntüsü

Yöreye en çok yağışın düştüğü ekim-kasım ayları arasında heyelanın bulunduğu alanda kayma devam etmiştir (Şekil 18).



Şekil 18. Deniz Feneri Heyelanı'nın Kasım 2005'teki görüntüsü

Hareketlenme 2006 kışı ve devamında yağışlı geçen bahar aylarında da devam ederek tehlikeli duruma gelmiştir (Şekil 19).



Şekil 19. Deniz Feneri Heyelanı'nın Ağustos 2006'daki görüntüsü

3.3.1.2. Uçuk Heyelanı

Çalışma alanında Engel Mahallesi yakınlarında oluşan ve adına yöre halkı tarafından Uçuk konan heyelanın ne zaman meydana geldiğine dair kesin bir bilgi olmamakla beraber, en az elli yıldır varlığından söz edilmektedir. Sinop-Samsun karayoluyla ve deniz ile sınırlanmış alanda, denize doğru devamlı toprak kayması olmaktadır. Arazi çalışmaları sırasında Uçuk Heyelanın alt kısımlarında da iki ayrı tali kayma yüzeyi görülmüştür. Her iki kayma yüzeyinin hemen altında su çıkışları vardır. Bunlar küçük su birikintileri oluşturmuşlardır. Heyelan, Bedire Kayası Formasyonunun kil ve kumlu seviyeleri içerisinde yer almaktadır (Şekil 20).



Şekil 20. a) Uçuk Heyelanı ve alt kısmında oluşan su birikintisi, b) Uçuk Heyelanının altında oluşan tali kayma yüzeyi ve çevresindeki ağaçlardaki eğilmeler.

3.3.1.3. Kesimhane Heyelanı

Kabağanköyde ilçeye ait mezbahanenin çevresinde meydana geldiğinden aynı isimle adlandırılmıştır. Heyelanlı alanın sınırı boyunca Sarımsak Deresinin kollarından biri geçmektedir ve Kusuri Formasyonu içinde yer almaktadır (Şekil 21).



Şekil 21. Kesimhane Heyelanından genel görünüm

3.3.1.4. Bedre Heyelanı

Eynelliköy mevkiinde Bedre olarak adlandırılan ve ilçe halkınca sayfiye alanı olarak kullanılan bölgede meydana gelen heyelan yine aynı adı taşımaktadır. Alan Bedire Kayası Formasyonu içinde yer almaktadır (Şekil 22).



Şekil 22. Bedre Heyelanının genel görünümü

3.3.1.5. Zenginler Sitesi Heyelanı

Çarşı Mahallesiinde, Kusuri Formasyonu içerisinde, Samsun-Sinop karayolu ile deniz sahili arasında kalan yerleşim alanlarında 2005 yılında meydana gelmiştir (Şekil 23).



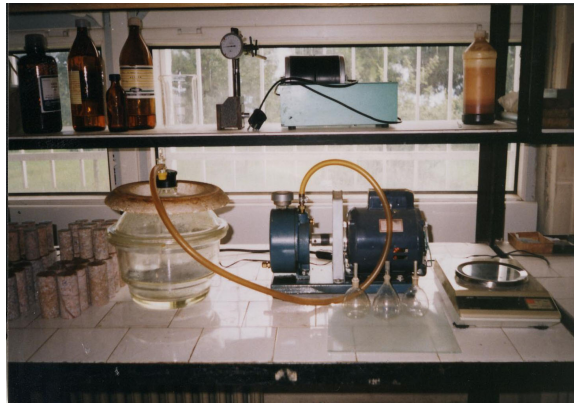
Şekil.23. Zenginler Sitesi Heyelanının genel görünümü

3.2.2. Zeminlerin Jeoteknik Özellikleri

İnceleme alanındaki kayaçlar tamamen ayrışarak zemin haline dönüşmüşlerdir, bu nedenle ayrışmış malzemenin jeoteknik özellikleri zemin mekaniği ilkelerine göre belirlenmiştir. Arazi çalışmaları esnasında inceleme alanını temsil eden 30 ayrı noktadan örnek alınmıştır. Alınan örselenmiş ve örselenmemiş örnekler üzerinde deneyler yapılarak zeminin jeoteknik özellikleri tespit edilmiştir. Bunlardan örselenmiş örnekler ile yapılan deneyler sonucunda, örneklerin kıvam limitleri ve buna bağlı olarak aktivasyon katsayıları, özgül ağırlıkları, ıslak elek analizi ve hidrometre deneylerinden dane dağılım eğrileri elde edilmiştir. Örnekler USCS ye göre adlandırılmıştır. Örselenmemiş örneklere üzerine yapılan deneylerde ise örneklerin serbest basınç dirençleri, efektif kohezyonları, efektif içsel sürtünme açıları, birim hacim ağırlıkları, su muhtevaları, poroziteleri, boşluk oranları, doygunluk dereceleri, kuru birim hacim ağırlıkları bulunmuştur. Bunun yanı sıra kil malzemedeki suda yüzdürme yöntemi ile hazırlanan örnekler üzerine X-Ray difraktometre çekimleri yapılmış ve killerin cinsleri tespit edilmiştir. Ayrıca aktivasyon katsayısı yöntemi ile hesaplamalar yapılarak da yine kil isimlendirmesi yapılmıştır.

3.2.2.1. Zeminlerin Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi

Örneklerin özgül ağırlıklarını belirlemek için piknometre deneyi (Şekil 24) yapılmış ve elde edilen sonuçlar Tablo 18’ de verilmiştir.



Şekil 24. Piknometre deneyine ait düzenek

Örselenmemiş numuneler üzerinde yapılan deneylerle doğal birim hacim ağırlık, su muhtevası, kuru yoğunluk, porozite, boşluk oranı, doygunluk derecesi, doygun yoğunluk, Batık yoğunluk (γ') değerleri belirlenmiş ve elde edilen sonuçlar Tablo 18'de gösterilmiştir.

Tablo 18. Zemin örneklerinin fiziksel özellikleri

Ö.No	γ_n (gr/cm ³)	w	γ_k (gr/cm ³)	γ_s (gr/cm ³)	e	n	Sr	γ_{doy} (gr/cm ³)	γ' (gr/cm ³)
S-1	1.776	0.282	1.385	2.648	0.911	0.477	0.818	1.862	0.862
S-2		0.222		2.605					
S-3				2.621					
S-4	1.678	0.260	1.332	2.556	0.920	0.479	0.723	1.811	0.811
S-5	2.013	0.215	1.657	2.731	0.648	0.393	0.906	2.051	1.051
S-6				2.536					
S-7	1.881	0.147	1.639	2.668	0.628	0.386	0.626	2.025	1.025
S-8	1.756	0.244	1.411	2.528	0.792	0.442	0.780	1.853	0.853
S-9	1.843	0.250	1.475	2.684	0.820	0.451	0.818	1.925	0.925
S-10				2.625					
S-11	2.092	0.258	1.663	2.642	0.589	0.371	1.157	2.033	1.033
S-12	1.855	0.250	1.484	2.500	0.684	0.406	0.913	1.891	0.891
S-13	1.610	0.250	1.288	2.498	0.939	0.484	0.665	1.773	0.773
S-14	1.911	0.247	1.533	2.647	0.727	0.421	0.898	1.954	0.954
S-15	1.866		1.866	2.642	0.416	0.294		2.159	1.159
S-16	1.916	0.214	1.578	2.553	0.617	0.382	0.885	1.960	0.960
S-17		0.307		2.521					
S-18	1.861	0.330	1.399	2.604	0.861	0.463	0.997	1.862	0.862
S-19	1.918	0.264	1.517	2.626	0.731	0.422	0.949	1.940	0.940
S-20	1.259	0.257	1.001	2.595	1.591	0.614	0.419	1.615	0.615
S-21	1.784	0.305	1.367	2.643	0.934	0.483	0.864	1.850	0.850
S-22	1.786	0.288	1.387	2.564	0.849	0.459	0.868	1.846	0.846
S-23	1.750	0.196	1.463	2.622	0.792	0.442	0.650	1.905	0.905
S-24	1.869	0.300	1.437	2.595	0.805	0.446	0.967	1.884	0.884
S-25	1.975	0.256	1.572	2.593	0.649	0.394	1.022	1.966	0.966
S-26	1.969	0.289	1.527	2.602	0.704	0.413	1.069	1.940	0.940
S-27	0.276			2.679					
S-28	2.085	0.172	1.779	2.586	0.454	0.312	0.981	2.091	1.091
S-29	1.923	0.302	1.477	2.542	0.721	0.419	1.065	1.896	0.896
S-30	1.838	0.286	1.430	2.605	0.822	0.451	0.905	1.881	0.881

Fiziksel özelliklerin en düşük ve en yüksek değerleri, standart sapmaları, değişim katsayıları ve ortalamaları ise Tablo 19'da verilmiştir.

Tablo 19. Zemin örneklerinin fiziksel özelliklerinin en düşük, en yüksek değerleri, standart sapma, değişim katsayısı ve ortalama değerleri.

Fiziksel Özellikler	En Düşük Değer	En Yüksek Değer	Standart Sapma	Değişim Katsayısı	Ortalama
Doğal Birim Hacim Ağırlık γ_n (gr/cm ³)	1.610	2.09	0.169	10.083	1.842
Su Muhtevası w (%)	0.147	0.33	0.043	16.996	0.253
Kuru Birim Hacim Ağırlık γ_k (gr/cm ³)	1.28	1.86	0.156	10.619	1.470
Özgül Ağırlık γ_s	2.60	2.80	0.058	2.212	2.601
Boşluk Oranı e	0.41	1.59	0.214	27.065	0.791
Porozite n	0.29	0.61	0.057	13.186	0.435
Doygunluk Derecesi Sr	0.65	1.15	0.168	19.381	0.867
Doygun Birim Hacim Ağırlık γ_{do} (gr/cm ³)	1.61	2.16	0.101	5.287	1.905
Batık Birim Hacim Ağırlık γ' (gr/cm ³)	0.61	1.16	0.101	11.129	0.905

Tablo 19 incelendiğinde örneklerin özgül ağırlığının 2.6 ile 2.8, doğal birim hacim ağırlığının, 1.610 ile 2.09, , kuru birim hacim ağırlığının, 1.28 ile 1.86, boşluk oranının, 0.41 ile 1.59, porozitenin 0.29 ile 0.61, doyunluk derecesinin, 0.65 ile 1.15, doyun yoğunluğun, 1.61 ile 2.16 ve Batık yoğunluk 0.61 ile 1.16 arasında değişen değerler aldıkları belirlenmiştir.

3.2.2.2. İnce Taneli Zeminin Sınıflandırılması

3.2.2.2.1. Dane Dağılım Eğrilerinin Hazırlanması

Araziden alınan örselenmiş 30 adet örnek kullanılarak yıkamalı elek analizi ve hidrometre analizi yapılmıştır (Şekil 25, 26). Her iki deneyle elde edilen sonuçlar kullanılarak granülometri eğrileri çizilmiştir (Şekil 27).

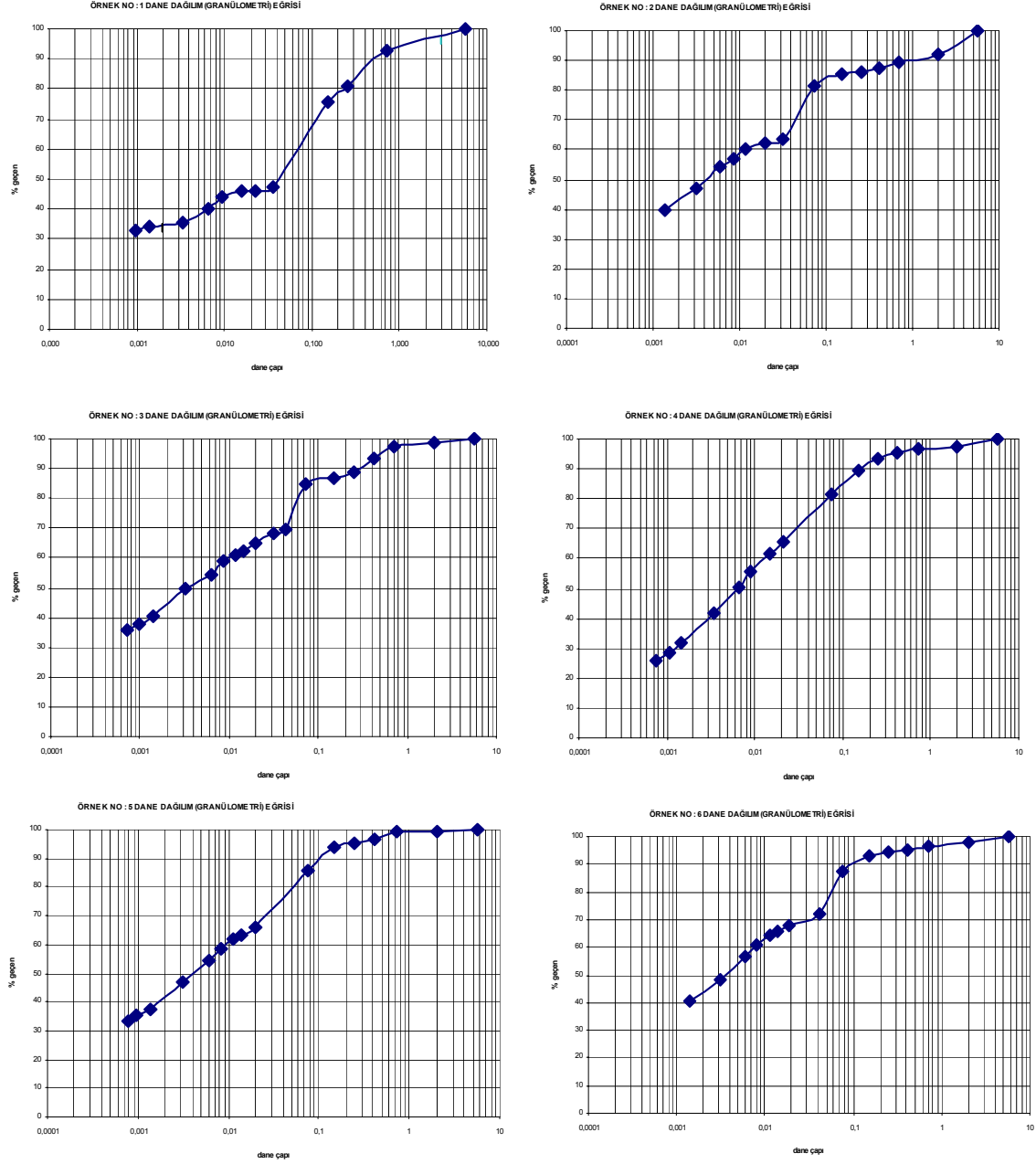


Şekil 25. Hidrometre analizi



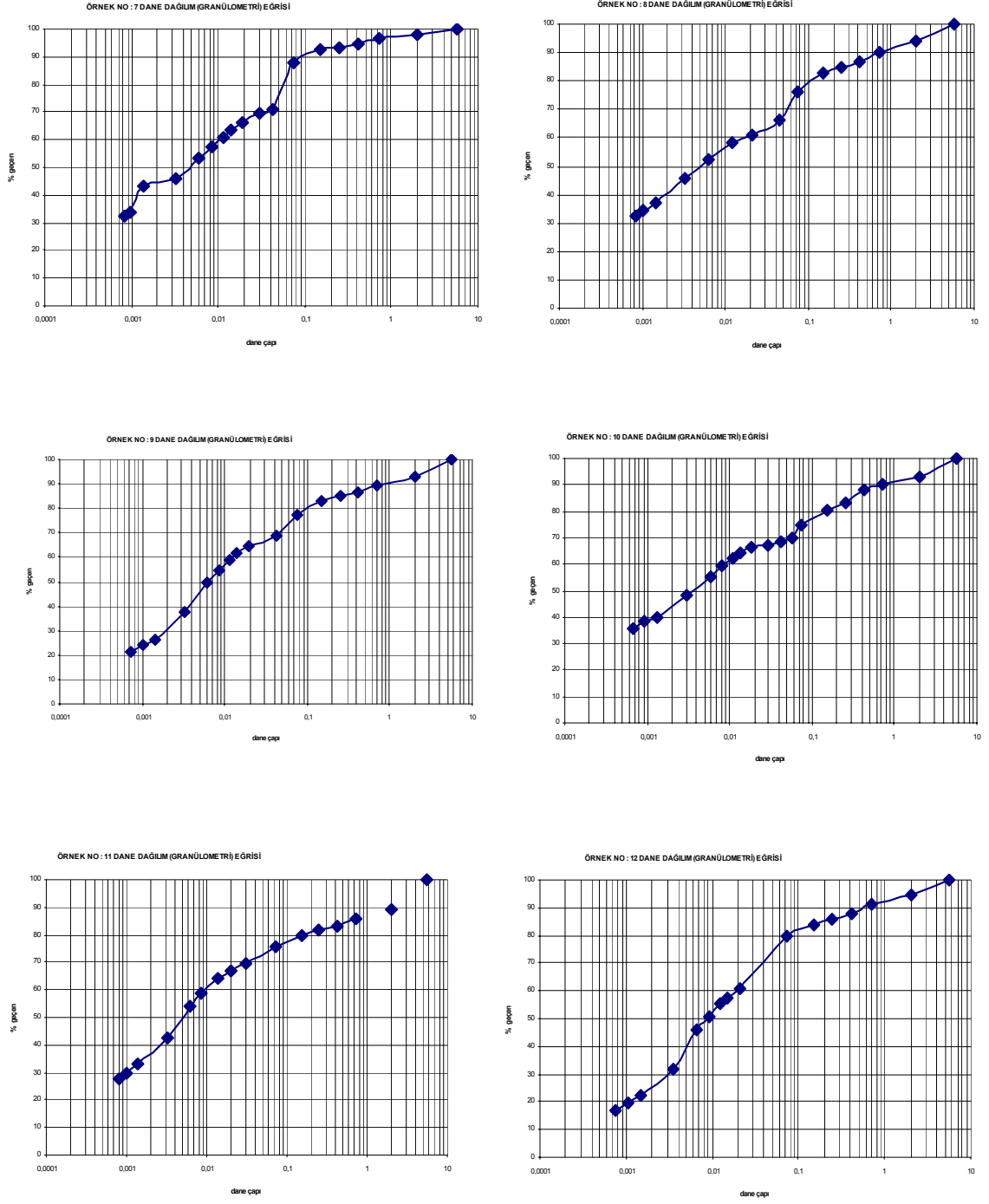
Şekil 26. Yıkamalı elek analizinde

Gronülometri eğrilerinden MİT sınıflamasındaki sınır değerlerine göre belirlenen zemin birleşenleri Tablo 20’de, zemin birleşenlerinin ortalama değerleri ise Tablo 21’de sunulmuştur.

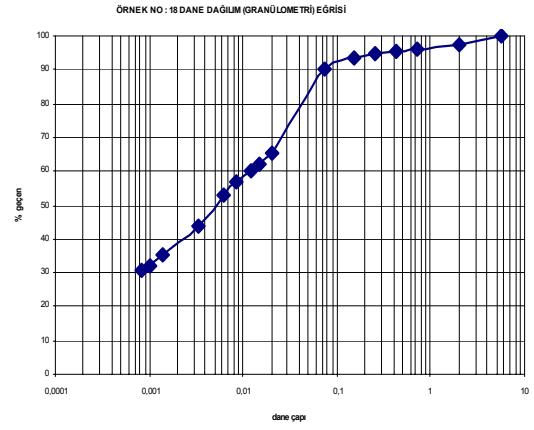
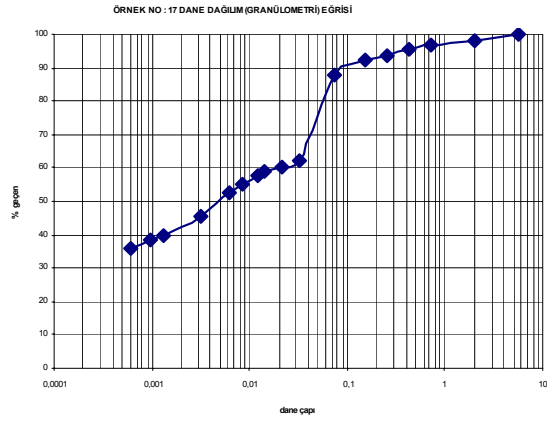
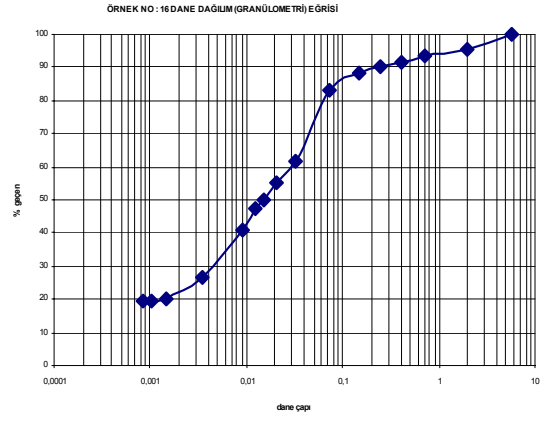
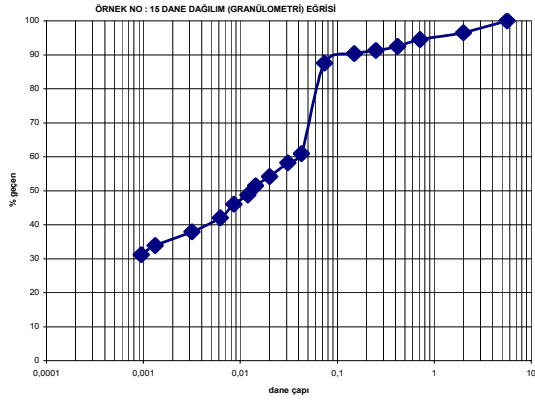
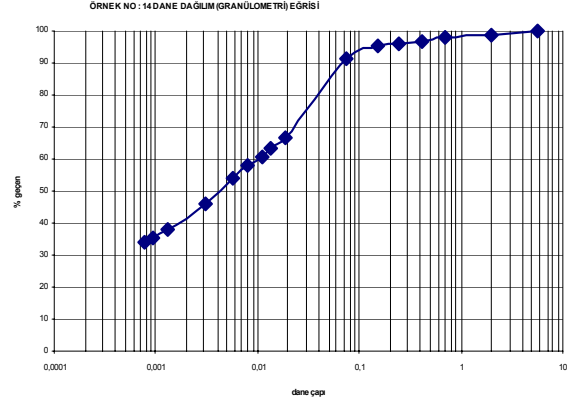
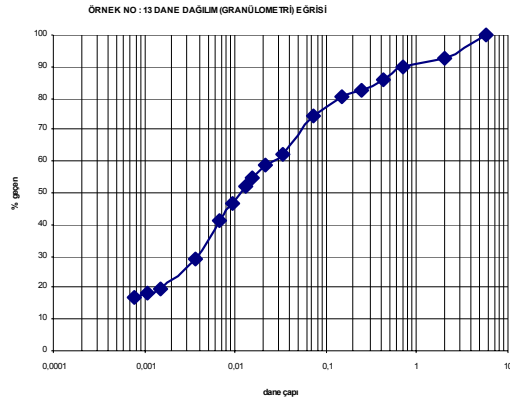


Şekil 27. Örneklere ait granülometri eğrileri

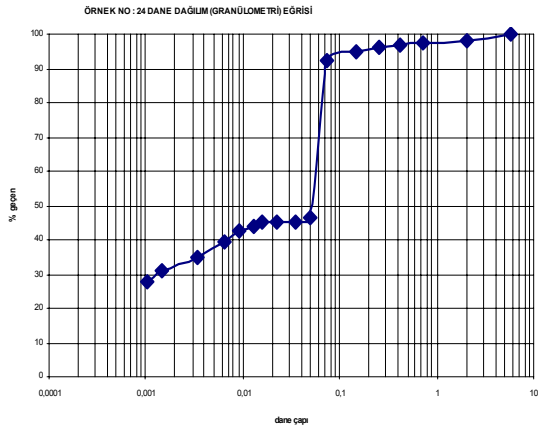
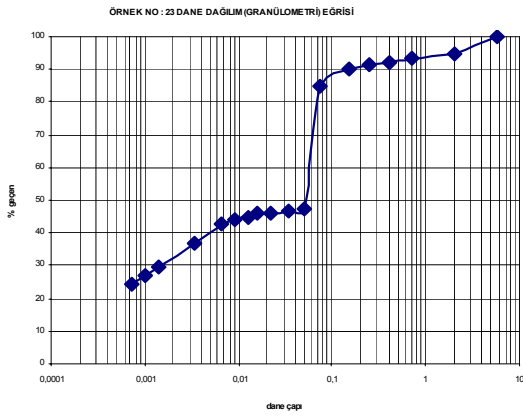
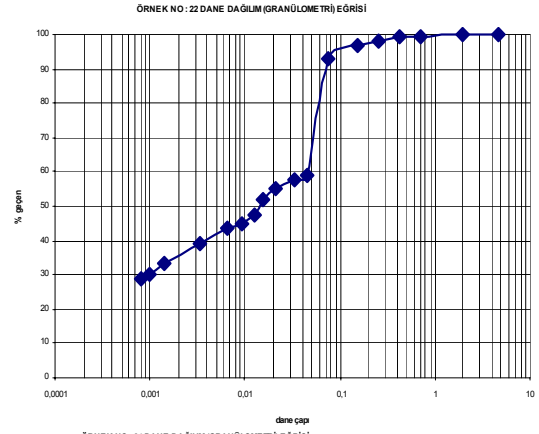
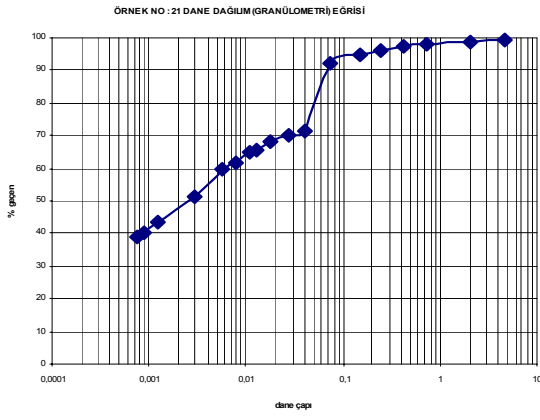
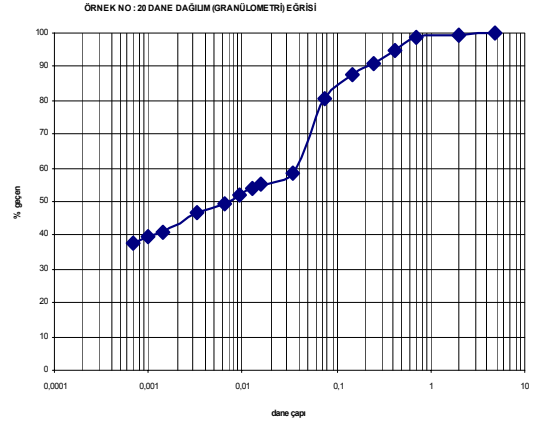
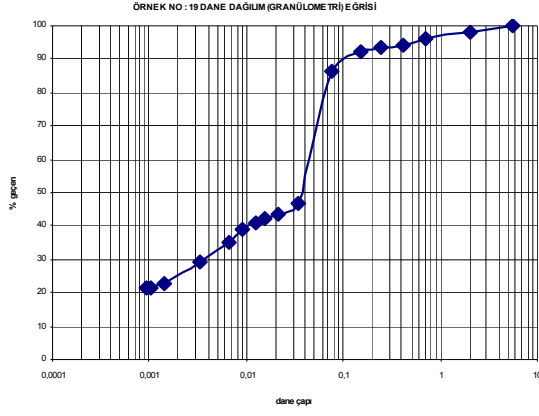
Şekil 27'in devamı



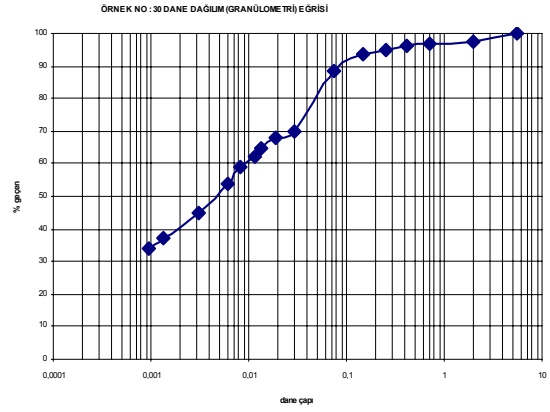
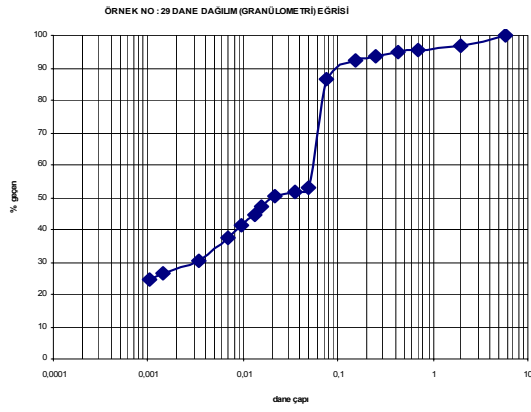
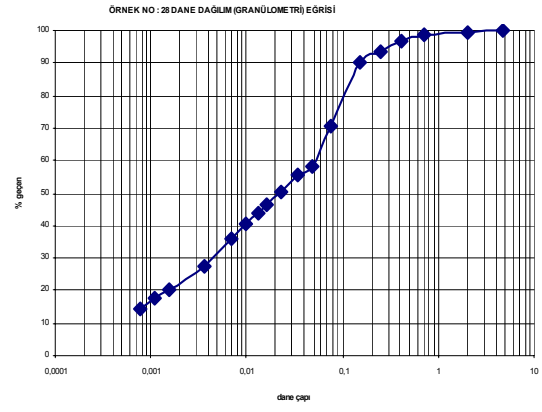
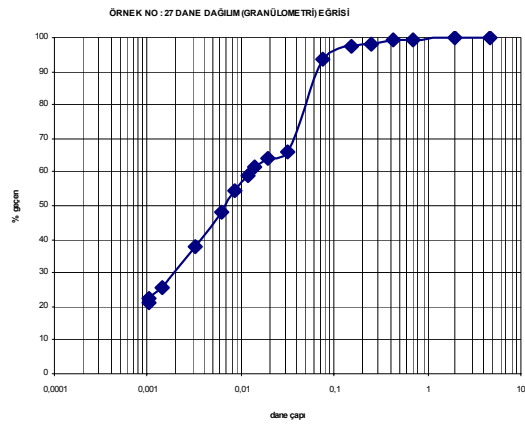
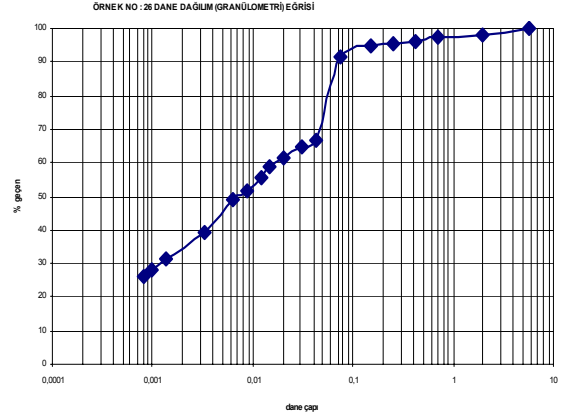
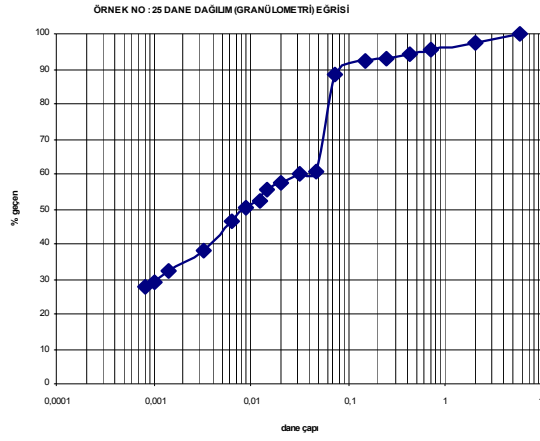
Şekil 27'in devamı



Şekil 27'in devamı



Şekil 27'in devamı



Tablo 20. Zemin gruplarının örnek numarasına göre dağılımı

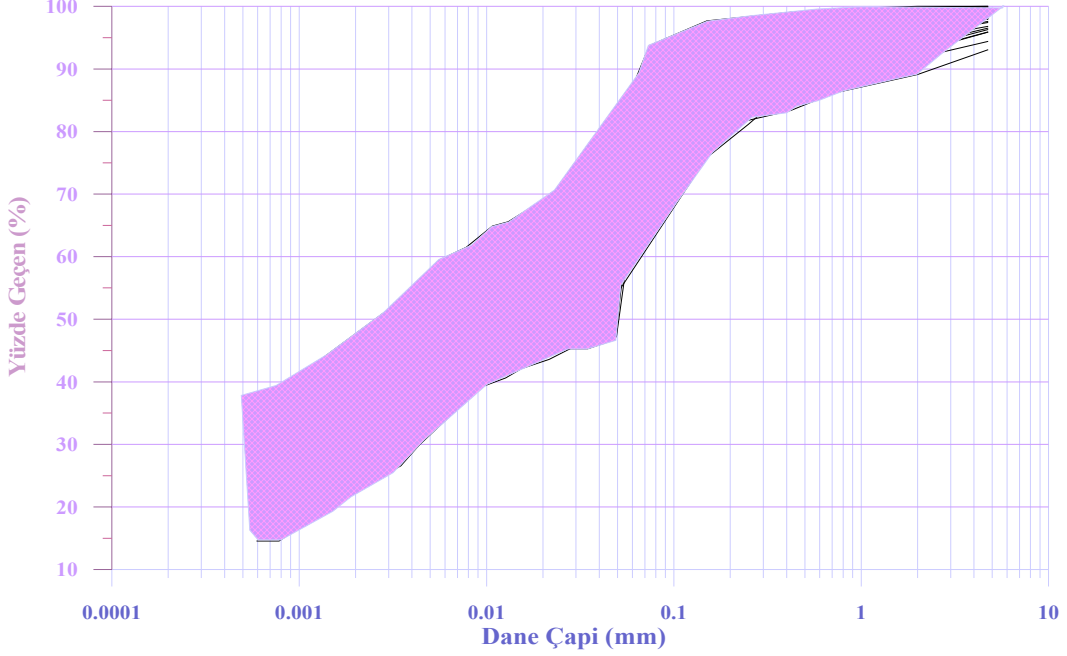
Örnek No	KİL (%)	SİLT (%)				KUM (%)				ÇAKIL (%)
		İnce	Orta	Kalın	Toplam	İnce	Orta	Kalın	Toplam	
1	35	5	6.5	10.5	22	22	12.5	6	40.5	2.5
2	43	11	8	15.5	34.5	8.5	3.5	2.5	14.5	8
3	44	10	11	14	35	9	8	3	20	1
4	35.5	13.5	16	13.5	43	13.5	4	1	18.5	3
5	42	12	12	17	41	12	3.5	1	16.5	0.5
6	44	12.5	11.5	14	38	12	2	2	16	2
7	45	8.5	13	15.5	37	11	3	2	16	2
8	41	11	9	11	31	12	5	5	22	6
9	31	18	15	10	39	10	10	15	31	1
10	44	11.5	11	3.5	26	12	8	3.5	23.5	6.5
11	37	17	13	7	37	7	6	2	15	11
121	25	19	16.5	15.5	51	9	6	4	19	5
13	22	16	20	14.2	50	10	6	5	21	7
14	42	12	14	20	46	7.5	1.5	1.5	10.5	1.5
15	36	6	12	25	43	12	3	2	17	4
16	22	11	22	25	58	10	5	2.5	17.5	4.5
17	42	10.5	7.5	23	41	10	4	1	15	2
18	39	14	12	22	48	7	2	1	10	3
19	25	9	10	33	52	16	2	3	21	2
20	43	6	7	19	32	15	7	2.5	24.5	0.5
21	47	13	8	20	41	7.5	2	1	10.5	1.5
22	36	7	12	31	50	12	1.5	0.5	14	0
23	32	10	4	20	34	25	2	1.5	28.5	5.5
24	32	7	6	27	40	24	1.5	0.5	26	2
25	34	12.5	11	21.5	45	14	2	2	18	3
26	35	13	14	22	49	11	2	1	14	2
27	30	18	16	24	57	10	1	2	13	0
28	23	11	15	15	41	29	5	1.3	35.3	0.7
29	28	8	14	21	43	22	2	2	26	3
30	41	11	16	17	44	10	2	0.5	12.5	2.5

Tablo 21. Zemin gruplarının genel değerlendirmesi

	KİL (%)	SİLT (%)				KUM (%)				ÇAKIL (%)
		İnce	Orta	Kalın	Toplam	İnce	Orta	Kalın	Toplam	
En Yüksek Değer	47.00	18.00	22.00	33.00	58.00	29.00	12.50	6.00	40.50	6.50
En Düşük Değer	22.00	5.00	4.00	3.50	22.00	7.00	1.00	1.00	10.00	0.00
Standart Sapma	7.49	3.65	4.10	6.68	8.37	5.72	2.82	2.72	7.33	2.59
Değişim Katsayısı	27.23	15.42	34.80	44.09	27.98	20.96	32.95	81.39	66.15	22.83
Ortalama	27.49	23.66	11.78	15.16	29.92	27.31	8.55	3.35	11.08	11.33

Tablo 21'e göre örnekler, ortalama %27.49 kil, % 29.92 silt, %11.08 kum ve % 11.33 çakıl içermektedir. Değişim katsayısı çok yüksektir. Bunun nedeni en büyük değerle en küçük değer arasındaki farkın büyük olmasıdır.

Örneklerin granülometri eğrileri aynı x-y düzlemi üzerine çizilerek, Şekil 28 ‘daki grafik elde edilmiştir.



Şekil 28. Dane dağılım (Granülometri) eğrisi

Granülometri eğrisinden, örneklerin en fazla %100, en az ise %15’inin geçtiği dane çaplarının büyüklüğünün ise 6 mm’yi geçmediği belirlenmiştir. Dane çapının en küçük değeri ise bilinmemektedir.

3.2.2.2.2. Kıvam Limitleri

Kıvam limitlerine ait deney sonuçları Tablo 22’de, bu sonuçların genel olarak değerlendirmesi Tablo 23’de ve örneklerin Casagrande grafiği üzerindeki yerleri ise Şekil 29’da verilmiştir. Örneklerden sadece iki tanesinin CL (düşük plastisiteli kil), geri kalanların ise CH (yüksek plastisiteli kil) olduğu görülmektedir (Tablo 24).

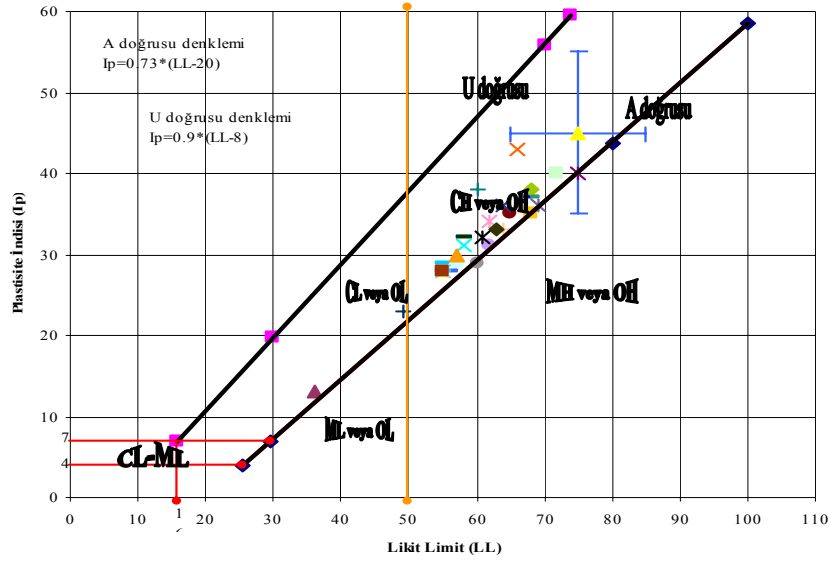
Tablo 22. Örneklerin kıvam limitlerine ait deney sonuçları

Örnek Numarası	Likit Limit	Plastik Limit	Rötre Limit	Plastisite İndisi	Likitlik İndeksi	Kıvam İndisi	Aktivite Katsayısı
S1	75	30	17	45	-0.04	1.04	0.38
S2	59	27	18	32	-0.15	1.15	0.56
S3	77	35	20	42	-0.83	1.83	0.48
S4	67	30	18	37	-0.11	1.11	0.49
S5	61	22	13	39	-0.01	1.01	0.33
S6	68	30	19	38	-0.79	1.79	0.50
S7	56	25	18	31	-0.33	1.33	0.58
S8	62	28	17	34	-0.11	1.11	0.50
S9	72	31	18	41	-0.14	1.14	0.44
S10	56	26	18	30	-0.87	1.87	0.60
S11	56	28	19	28	-0.08	1.08	0.68
S12	62	28	17	34	-0.09	1.09	0.50
S13	63	31	20	32	-0.19	1.19	0.63
S14	65	31	19	34	-0.19	1.19	0.56
S15	57	28	18	29	-0.97	1.97	0.62
S16	56	26	18	30	-0.15	1.15	0.60
S17	69	30	18	39	0.02	0.98	0.46
S18	69	33	20	36	0.00	1.00	0.56
S19	58	27	17	31	-0.02	1.02	0.55
S20	68	23	12	45	0.06	0.94	0.27
S21	70	33	23	37	-0.07	1.07	0.62
S22	60	30	19	30	-0.04	1.04	0.63
S23	49	25	18	24	-0.22	1.22	0.75
S24	69	31	16	38	-0.01	1.01	0.42
S25	59	26	19	33	-0.01	1.01	0.58
S26	64	30	19	34	-0.03	1.03	0.56
S27	56	27	18	29	-0.93	1.93	0.62
S28	36	23	19	13	-0.44	1.44	1.46
S29	65	28	17	37	0.06	0.94	0.46
S30	62	28	17	34	0.02	0.98	0.50

Tablo 23. Örneklerin kıvam limitlerine ait genel değerlendirme

	Likit Limit %	Plastik Limit %	Rötre Limit %	Plastisite İndisi %	Likitlik indeksi	Kıvam indisi	Aktivite Katsayısı
En Yüksek.	75.00	35.00	23.00	45.00	0.06	1.97	0.68
En Düşük	36.00	22.00	13.00	13.00	-0.97	0.94	0.27
Standart Sapma	8.12	3.08	1.99	6.35	0.32	0.32	0.20
Değişim Katsayısı	13.06	10.86	11.08	18.75	-	26.06	35.12
Ortalama	62.20	28.33	17.97	33.87	-0.22	1.22	0.56

Deneysel sonuçlarda örneklerin, likit limitlerinin %36 ile %75, plastik limitlerinin %23 ile %33, rötre limitinin %12 ile %23, plastisite indisinin, %13 ile %45, likitlik indisinin 0.01 ile 0.97 kıvam indisinin 0.94 ile 1.97, aktivite katsayısının 0.33 ile 1.46 arasında değişen değerler aldığı belirlenmiştir.



Şekil 29. Casagrande Plastisite Grafiği (Kartı)

Tablo 24. Birleştirilmiş zemin sınıflamasına göre beliren zemin grubu sınıfları ve açıklamaları

ÖRNEK NO	AÇIKLAMA	ZEMİN GRUBU SINIFLAMA	ÖRNEK NO	AÇIKLAMA	ZEMİN GRUBU SINIFLAMA
S1	yağlı kil	CH	S16	yağlı kil	CH
S2	yağlı kil	CH	S17	yağlı kil	CH
S3	yağlı kil	CH	S18	yağlı kil	CH
S4	yağlı kil	CH	S19	yağlı kil	CH
S5	yağlı kil	CH	S20	yağlı kil	CH
S6	yağlı kil	CH	S21	yağlı kil	CH
S7	yağlı kil	CH	S22	yağlı kil	CH
S8	yağlı kil	CH	S23	yağlı kil	CL
S9	yağlı kil	CH	S24	yağlı kil	CH
S10	yağlı kil	CH	S25	yağlı kil	CH
S11	yağlı kil	CH	S26	yağlı kil	CH
S12	yağlı kil	CH	S27	yağlı kil	CH
S13	yağlı kil	CH	S28	yağlı kil ve az kum	CL
S14	yağlı kil	CH	S29	yağlı kil	CH
S15	yağlı kil	CH	S30	yağlı kil	CH

Tablo 24 incelendiğinde S-28 örneğinin yağlı kil ve az kum diğer örneklerin ise sadece yağlı kilden oluştuğu, belirlenmiştir. S-23 ve S-28 örneklerinin düşük plastisiteli diğerlerinin ise yüksek plastisiteli oldukları belirlenmiştir.

Birleştirilmiş zemin sınıflamasından yararlanılarak örneklerin likit limit değerlerine göre de sınıflamış ve likit limit değerinin % 50'den büyük ve küçük olmasına göre değerlendirilmiştir (Tablo 25).

Tablo 25. Örneklerin birleştirilmiş zemin sınıflamasındaki %'de dağılımı

Birleştirilmiş Zemin Sınıflaması	Zemin Örneklerinin % Dağılımı
yağlı kil ve az kum	%6.66
yağlı kil	%96.66

Tablo 25 incelendiğinde örneklerin genelinin yağlı kilden oluştuğu anlaşılmaktadır.

Örneklerin likit limit ve plastisite indisi değerlerine göre IAEG (1976) tarafından verilen sınıflamalardaki yerleri Tablo 26'de görülmektedir.

Örnekler IAEG'nin likit limiti baz alarak yaptığı sınıflamaya göre değerlendirildiğinde, S-1, S-3, S-9 ve S-21'in çok yüksek plastisiteli, diğer örneklerin ise yüksek plastisiteli oldukları belirlenmiştir. Plastisite indisine göre yapılan sınıflandırmada ise, S-28'in orta plastisiteli, örneklerinin yarısının çok yüksek plastisiteli diğer yarısının ise yüksek plastisiteli oldukları belirlenmiştir.

Tablo 26. Örneklerin, likit limit ve plastisite indisi değerleri ile belirlenen plastisite sınıflaması

Örnek No	Likit Limite Göre	Plastisite İndisine Göre
S1	Çok yüksek plastisiteli	Çok yüksek plastisiteli
S2	Yüksek plastisiteli	Çok yüksek plastisiteli
S3	Çok yüksek plastisiteli	Çok yüksek plastisiteli
S4	Yüksek plastisiteli	Çok yüksek plastisiteli
S5	Yüksek plastisiteli	Çok yüksek plastisiteli
S6	Yüksek plastisiteli	Çok yüksek plastisiteli
S7	Yüksek plastisiteli	Yüksek plastisiteli
S8	Yüksek plastisiteli	Yüksek plastisiteli
S9	Çok yüksek plastisiteli	Çok yüksek plastisiteli
S10	Yüksek plastisiteli	Yüksek plastisiteli
S11	Yüksek plastisiteli	Yüksek plastisiteli
S12	Yüksek plastisiteli	Yüksek plastisiteli
S13	Yüksek plastisiteli	Yüksek plastisiteli
S14	Yüksek plastisiteli	Yüksek plastisiteli
S15	Yüksek plastisiteli	Yüksek plastisiteli
S16	Yüksek plastisiteli	Yüksek plastisiteli
S17	Yüksek plastisiteli	Çok yüksek plastisiteli
S18	Yüksek plastisiteli	Çok yüksek plastisiteli
S19	Yüksek plastisiteli	Yüksek plastisiteli
S20	Yüksek plastisiteli	Çok yüksek plastisiteli
S21	Çok yüksek plastisiteli	Çok yüksek plastisiteli
S22	Yüksek plastisiteli	Yüksek plastisiteli
S23	Yüksek plastisiteli	Yüksek plastisiteli
S24	Yüksek plastisiteli	Çok yüksek plastisiteli
S25	Yüksek plastisiteli	Yüksek plastisiteli
S26	Yüksek plastisiteli	Yüksek plastisiteli
S27	Yüksek plastisiteli	Yüksek plastisiteli
S28	Yüksek plastisiteli	Orta plastisiteli
S29	Yüksek plastisiteli	Çok yüksek plastisiteli
S30	Yüksek plastisiteli	Yüksek plastisiteli

Örneklerin plastiklik sınıflamasındaki %'de dağılımı ise, sırasıyla Tablo 27 ve Tablo 28'de verilmiştir.

Tablo 27. Örneklerin likit limit değerleri ile belirlenen plastiklik sınıflamasında (IAEG, 1976) %'de dağılımı

Likit Limit Sınıflaması (IAEG, 1976)	Zemin Örneklerinin Plastiklik Sınıflamasına Göre % Dağılımı
<35 Düşük plastisiteli	%0
35-50 Orta plastisiteli	%0
50-70 Yüksek plastisiteli	%86.66
70-90 Çok yüksek plastisiteli	%13.33
>90 Çok daha yüksek plastisiteli	%0

Tablo 28. Örneklerin plastisite İndisi ile belirlenen plastiklik sınıflamasında (IAEG, 1976) %'de dağılımı

Plastisite İndisi Sınıflaması (IAEG, 1976)i	Zemin Örneklerinin Plastiklik Sınıflamasına Göre % Dağılımı
<1 Plastik olmayan	%0
1-7 Az plastisiteli	%0
7-17 Orta plastisiteli	%3.33
17-35 Yüksek plastisiteli	%53.33
>35 Çok yüksek plastisiteli	%43.33

Tablo 27 ve 28 incelendiğinde örneklerin likit limit ve plastisite indisine göre yüksek ve çok yüksek plastisiteli olduğu anlaşılmaktadır.

İnce daneli zeminler için Burmister (1951) ve Leonards (1962) tarafından plastisite indisini kullanılarak sınıflama yapılmıştır. Elde edilen deney sonuçlarının bu sınıflamalardaki yerleri Tablo 29'da verilmiştir. Tüm örneklerin bu sınıflamalardaki %'de dağılımları ise Tablo 30 ve Tablo 31'te verilmektedir.

Tablo 29 incelendiğinde örneklerden, S-1, S-3, S-9 ve S-20'nin Burmister'e göre çok yüksek plastisiteli ve killi, Leonards'a göre ise çok plastik oldukları belirlenmiştir. Burmister'e göre S-28'in orta plastisiteli, kil ve siltten oluştuğu, Leonards'a göre ise az plastik olduğu belirlenmiştir. Diğer örneklerin ise Burmister'e göre yüksek plastisiteli siltli kil, Leonards'a göre ise plastik olduğu belirlenmiştir. Örneklerin Burmister'e göre genel olarak yüksek plastisiteli siltli kilden oluştuğu Leonards'a göre ise örneklerin genel olarak plastik olduğu belirlenmiştir.

Tablo 29. Örneklerin plastisite indisi göre sınıflandırması

Örnek Numarası	Burmister (1951)		Leonards (1962)
	PLASTİSİTE DERECESESİ	TANIMLAMA	PLASTİSİTE DERECESESİ
S1	Çok yüksek plastisiteli	KİL	Çok plastik
S2	Yüksek plastisiteli	SİLT Lİ KİL	Plastik
S3	Çok yüksek plastisiteli	KİL	Çok plastik
S4	Yüksek plastisiteli	SİLT Lİ KİL	Plastik
S5	Yüksek plastisiteli	SİLT Lİ KİL	Plastik
S6	Yüksek plastisiteli	SİLT Lİ KİL	Plastik
S7	Yüksek plastisiteli	SİLT Lİ KİL	Plastik
S8	Yüksek plastisiteli	SİLT Lİ KİL	Plastik
S9	Çok yüksek plastisiteli	KİL	Çok plastik
S10	Yüksek plastisiteli	SİLT Lİ KİL	Plastik
S11	Yüksek plastisiteli	SİLT Lİ KİL	Plastik
S12	Yüksek plastisiteli	SİLT Lİ KİL	Plastik
S13	Yüksek plastisiteli	SİLT Lİ KİL	Plastik
S14	Yüksek plastisiteli	SİLT Lİ KİL	Plastik
S15	Yüksek plastisiteli	SİLT Lİ KİL	Plastik
S16	Yüksek plastisiteli	SİLT Lİ KİL	Plastik
S17	Yüksek plastisiteli	SİLT Lİ KİL	Plastik
S18	Yüksek plastisiteli	SİLT Lİ KİL	Plastik
S19	Yüksek plastisiteli	SİLT Lİ KİL	Plastik
S20	Çok yüksek plastisiteli	KİL	Çok plastik
S21	Yüksek plastisiteli	SİLT Lİ KİL	Plastik
S22	Yüksek plastisiteli	SİLT Lİ KİL	Plastik
S23	Yüksek plastisiteli	SİLT Lİ KİL	Plastik
S24	Yüksek plastisiteli	SİLT Lİ KİL	Plastik
S25	Yüksek plastisiteli	SİLT Lİ KİL	Plastik
S26	Yüksek plastisiteli	SİLT Lİ KİL	Plastik
S27	Yüksek plastisiteli	SİLT Lİ KİL	Plastik
S28	Orta plastisiteli	KİL ve SİLT	Az plastik
S29	Yüksek plastisiteli	SİLT Lİ KİL	Plastik
S30	Yüksek plastisiteli	SİLT Lİ KİL	Plastik

Tablo 30. Örneklerin plastisite indisi ile belirlenen plastiklik sınıflamasındaki (Burmister, 1951) %'de dağılımı

Plastisite İndisi (PI%)	Plastisite Derecesi	Tanım	Zemin Örneklerinin Plastiklik Sınıflamasına Göre % Dağılımı
0	Plastik değil	SİLT	%0
0-5	Önemsiz derecede plastisiteye sahip	KİLLİ SİLT	%0
5-10	Düşük plastisiteli	SİLT ve KİL	%0
10-20	Orta plastisiteli	KİL ve SİLT	%3.33
20-40	Yüksek plastisiteli	SİLT Lİ KİL	%83.33
>40	Çok yüksek plastisiteli	KİL	%13.33

Tablo 31. Örneklerin plastisite indisi ile belirlenen plastiklik sınıflamasında (Leonards, 1962) %'de dağılımı

Plastisite İndisi Sınıflaması Leonards (1962)	Zemin Örneklerinin Plastiklik Sınıflamasına Göre % Dağılımı	
0	Plastik değil	%0
5-15	Az plastik	%3.33
15-40	Plastik	%83.33
>40	Çok plastik	%13.33

Örneklerin deneyler sonucunda ampirik formüller yardımıyla, kıvam indisleri bulunarak, ilgili sınıflamada ki yerleri belirlenmiştir (Tablo 32). Örneklerin Kıvam derecesine göre verilen sınıflamadaki yüzde dağılımları ise Tablo 33'da verilmiştir.

Tablo 32. Zeminlerin kıvamlılık indisine göre sınıflaması

Örnek Numarası	Tanımlama	Örnek Numarası	Tanımlama	Örnek Numarası	Tanımlama
S1	Çok katı	S11	Çok katı	S21	Çok katı
S2	Çok katı	S12	Çok katı	S22	Çok katı
S3	Çok katı	S13	Çok katı	S23	Çok katı
S4	Çok katı	S14	Çok katı	S24	Çok katı
S5	Çok katı	S15	Çok katı	S25	Çok katı
S6	Çok katı	S16	Çok katı	S26	Çok katı
S7	Çok katı	S17	Katı	S27	Çok katı
S8	Çok katı	S18	Katı	S28	Çok katı
S9	Çok katı	S19	Çok katı	S29	Katı
S10	Çok katı	S20	Katı	S30	Katı

Örneklerin Kıvamlılık İndisine göre sınıflandırılmasında S-17, S-18, S-20, S-29 ve S-30 örneklerinin katı, diğer örneklerin ise çok katı olduğu belirlenmiştir.

Diğer bir sınıflamaya göre ise kıvam indisinin sayısal değerlerine bakılarak, S-18 örneğinde $I_c=1$ olduğundan zemin plastik limitedir. S-17, S-20, S-29 ve S-30 örneklerinde I_c 'nin 1 den küçük olması zeminin su içeriğinin likit limitin üstünde olduğunu gösterir, diğer örneklerin ise I_c 'nin 1 den büyük olması ise zeminin yarı katı veya katı durumda olduğunu gösterir

Tablo 33. Örneklerin kıvamlilik indisi ile belirlenen kıvamlilik sınıflamasında %'de dağılımı

Kıvamlilik İndisi (I_c) Sınıflaması	Zemin Örneklerinin Kıvamlilik Sınıflamasına Göre % Dağılımı
<0 Akışkan (Çamur)	%0
0-0.25 Çok yumuşak	%0
0.25-0.50 Yumuşak	%0
0.50-0.75 Orta	%0
0.75-1.00 Katı	%16.66
>1.00 Çok katı	%83.33

Örneklerin, likitlik indisi ve kıvamlilik indisi değerleri ile zeminin kıvamı arasındaki ilişki değerlendirilerek yapılan sınıflamadaki yerleri belirlenmiştir (Tablo 34). Tablo 35'te ise Tablo 34 kullanılarak genel bir değerlendirme yapılmıştır.

Tablo 34. Likitlik indisi ve kıvamlilik indisi değerleri ile zeminin kıvamı arasındaki ilişkiye göre yapılan sınıflama

ÖRNEK NO	zemin kıvamı	ÖRNEK NO	zemin kıvamı	ÖRNEK NO	zemin kıvamı
S1	Katı	S11	Katı	S21	Katı
S2	Katı	S12	Katı	S22	Katı
S3	Katı	S13	Katı	S23	Katı
S4	Katı	S14	Katı	S24	Katı
S5	Katı	S15	Katı	S25	Katı
S6	Katı	S16	Katı	S26	Katı
S7	Katı	S17	Plastik	S27	Katı
S8	Katı	S18	Plastik	S28	Katı
S9	Katı	S19	Katı	S29	Plastik
S10	Katı	S20	Plastik	S30	Plastik

Tablo 35. Örneklerin kıvamlilik indisi ve likitlik indisi ile belirlenen kıvamlilik sınıflamasındaki %'de dağılımı

Kıvamlilik İndisi (I_c) ve Likitlik indisi (I_L) Sınıflaması			Zemin Örneklerinin Kıvamlilik Sınıflamasına Göre Dağılımı
Viskoz Sıvı	$I_L > 1$	$I_C > 1$	%0
Plastik	$0 < I_L < 1$	$0 < I_C < 1$	%16.66
Katı	$I_L < 0$	$I_C > 0$	%83.33

Sınıflama sonucu S-17, S-18, S-20, S-29, S-30 örneklerinin plastik diğer örneklerin ise katı kıvamda oldukları belirlenmiştir.

Killerin aktivitelerine göre sınıflandırılması Tablo 36’da, örneklerin aktivite sınıflamasındaki %’de dağılımı ise Tablo 37’de verilmiştir.

Tablo 36. Killerin aktiviteye göre sınıflandırılması

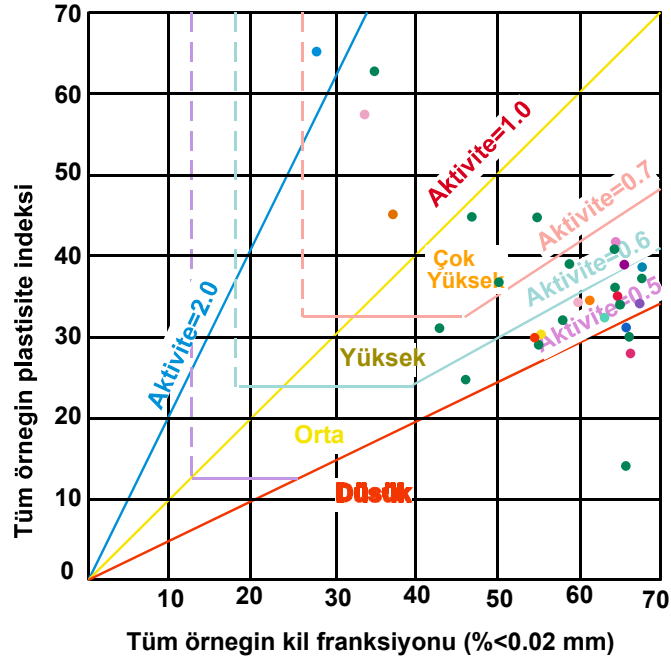
Örnek No	sınıflama	kil	Örnek No	sınıflama	kil
S1	Normal killer	(illit)	S16	Aktif killer	(montmorillonit)
S2	Aktif olmayan killer	(kaolinit)	S17	Aktif olmayan killer	(kaolinit)
S3	Normal killer	(illit)	S18	Normal killer	(illit)
S4	Normal killer	(illit)	S19	Normal killer	(illit)
S5	Normal killer	(illit)	S20	Normal killer	(illit)
S6	Aktif olmayan killer	(kaolinit)	S21	Aktif olmayan killer	(kaolinit)
S7	Aktif olmayan killer	(kaolinit)	S22	Aktif olmayan killer	(kaolinit)
S8	Aktif olmayan killer	(kaolinit)	S23	Aktif olmayan killer	(kaolinit)
S9	Normal killer	(illit)	S24	Normal killer	(illit)
S10	Aktif olmayan killer	(kaolinit)	S25	Normal killer	(illit)
S11	Aktif olmayan killer	(kaolinit)	S26	Normal killer	(illit)
S12	Normal killer	(illit)	S27	Normal killer	(illit)
S13	Normal killer	(illit)	S28	Aktif olmayan killer	(kaolinit)
S14	Aktif olmayan killer	(kaolinit)	S29	Normal killer	(illit)
S15	Aktif olmayan killer	(kaolinit)	S30	Aktif olmayan killer	(kaolinit)

Tablo 37. Örneklerin aktivite sınıflamasındaki %’de dağılımı

aktivite sınıflama	Zemin Örneklerinin % Dağılımı	
<0.75	Aktif olmayan killer	%46.66
0.75-1.25	Normal killer	%50
>1.25	Aktif killer	%3.33

Tablo 36’da görüldüğü gibi örneklerden S-16 aktif kil (montmorillonit) den, diğer örneklerin ise aktif olmayan killer (illit) ve normal killer (kaolinit) den oluşmuştur.

Örneklerin şişme potansiyeli, Gramko (1974) tarafından verilen aktivite abağı kullanılarak belirlenmiştir (Şekil 30).



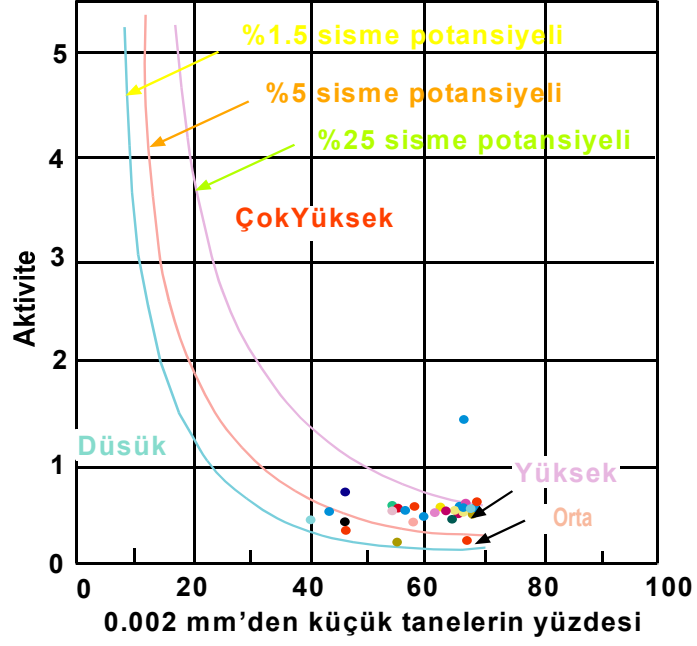
Şekil 30. Aktivite abağı'na göre sınıflama

Örneklerin, aktivite abağında ki yerleri dağınık olmakla beraber büyük kısmının aktivitesinin 0.5 ve 0.6 arasında olduğu ve değişen aktivite değerlerine sahip oldukları belirlenmiştir. Örneklerin şişme potansiyelinin ise orta ve yüksek şişme potansiyeline sahip oldukları belirlenmiştir.

Tablo 38. Örneklerin şişme potansiyeli sınıflamasındaki %'de dağılımı

Şişme Potansiyeli	Zemin Örneklerinin % Dağılımı
Düşük	%13.33
Orta	%43.33
Yüksek	%30
Çok Yüksek	%20

Örneklerin şişme potansiyelini belirlemek için Seed (1964) tarafından hazırlana grafik kullanılmıştır (Şekil 31). Grafikten elde edilen sonuçlar ise Tablo 39'da verilmiştir.



Şekil 31. Şişme potansiyelini sınıflama grafiği

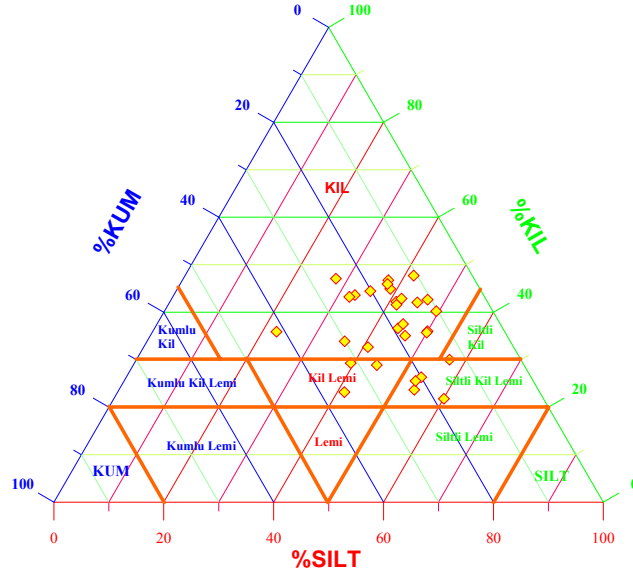
Tablo 39. Örneklerin şişme potansiyeli sınıflamasındaki %'de dağılımı

Şişme Potansiyeli	Zemin Örneklerinin % Dağılımı
Düşük	%0
Orta	%20
Yüksek	%76.67
Çok Yüksek	%3.33

Tablo 39 ve Şekil 31 değerlendirildiğinde yine örneklerin orta ve yüksek şişme potansiyeline sahip oldukları görülmektedir.

1950'de AASHTO (American Association of State Highway Officials) tarafından yapılan sınıflamaya göre S-28 örneği A-6 grubunda, diğer örnekler ise A-7 grubunda olduğu belirlenmiştir. Killi olarak sınıflandırılan zeminlerin, genel değerlendirmesinin orta ile kötü olduğu belirlenmiştir.

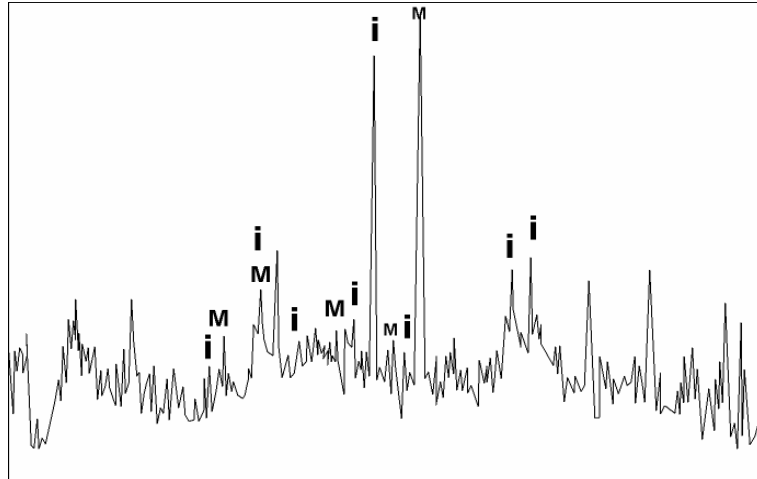
Üçgen sınıflandırma sisteminde örneklerin yerleri Şekil 32'de gösterilmektedir.



Şekil 32. Üçgen sınıflandırma (Feret Üçgeni)

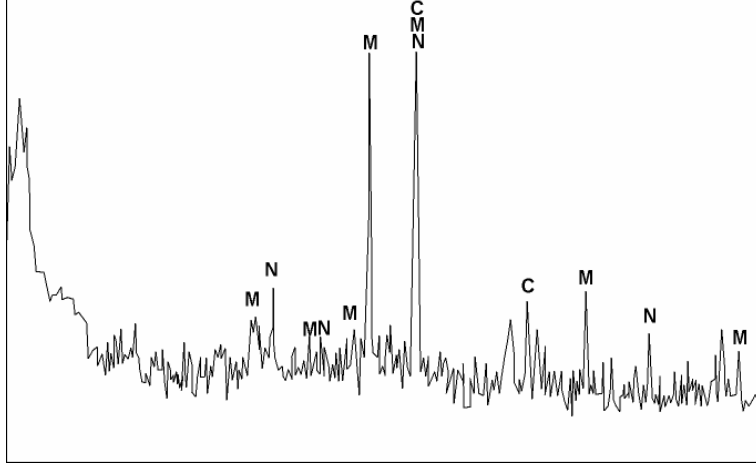
Sınıflandırma sonucunda örneklerin çoğunun kilden, geri kalanın ise kil lemi ve siltli kil leminden oluştuğu belirlenmiştir.

İnceleme alanından alınan zemin örneklerinin içerdiği kil malzemesi üzerinde X-Ray difraktometre çekimleri yapılmıştır . Bu işlem için araziye temsil edecek Şekilde14 adet örnek (S-3, S-4, S-5, S-7, S-9, S-10, S-13, S-17, S-19, S-23, S-22, S-24, S-25, S-26) seçilmiştir. Bu örneklerden de S-7 ve S-24 daha ayrıntılı incelenmiştir (Şekil 33 ve 34).



Şekil 33. 7 nolu örneğin montmorillonit ve illitçe zengin kil fraksiyonu ve yönlü X-Ray difraktogramları

S-7 örneğinin ayrıntılı incelenmesi ile montmorillonit ve illitten oluştuğu belirlenmiştir.

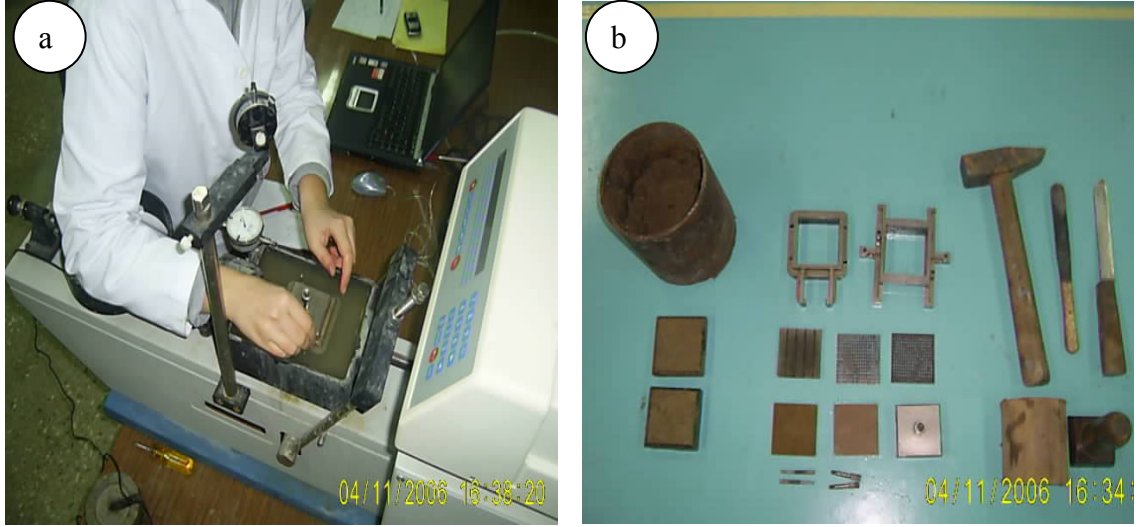


Şekil 34. 24 nolu örneğin nontronit, kalsit ve montmorillonitten zengin kil fraksiyonu ve yönlü X-Ray difraktogramları

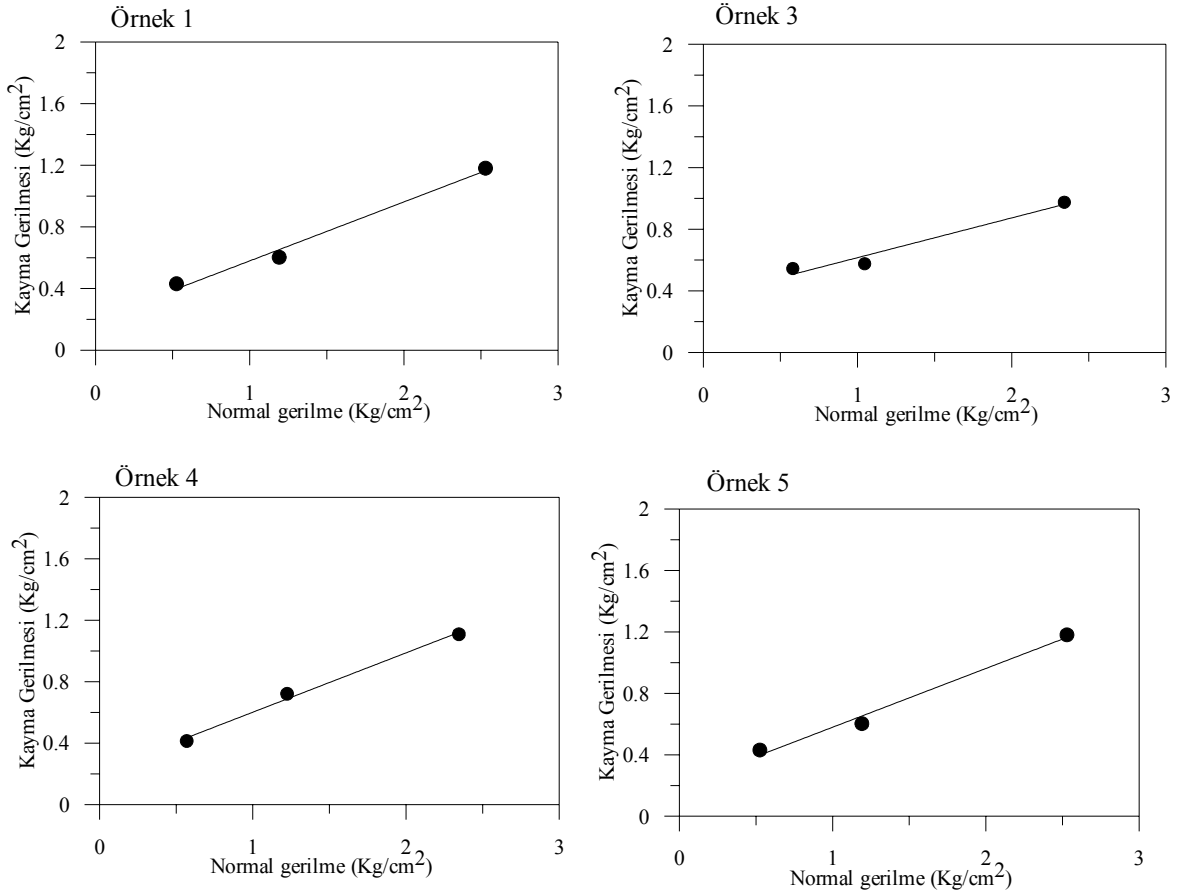
S-24 örneğinin ayrıntılı incelemesiyle ise nontronit, kalsit ve montmorillonitten oluştuğu belirlenmiştir.

3.2.2.3. Zeminin Kayma Dayanım Parametrelerinin Belirlenmesi

Zeminin kayma dayanımı parametreleri olan içsel sürtünme açısı ve kohezyonu belirlemek amacıyla kesme kutusu ve serbest basınç deneyleri yapılmıştır. Kesme kutusu deneyinde Şekil 35'te gösterilen deney aletleri kullanılmıştır. Örnekler üzerinde yapılan deneyler sonucunda elde edilen normal gerilme ve kayma gerilmesi değerleri Tablo 40'da, bu değerler kullanılarak çizilen normal gerilme-kayma gerilmesi grafikleri ise Şekil 36'da verilmiştir.

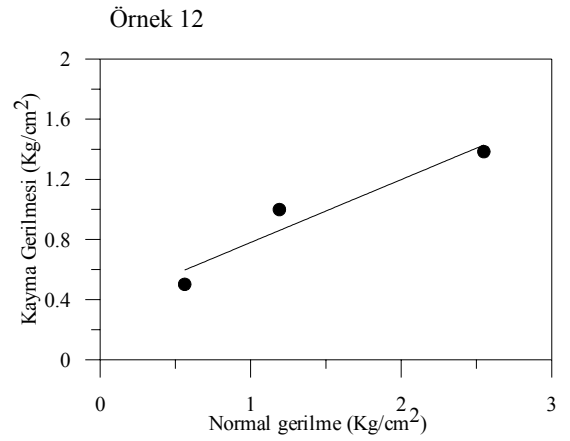
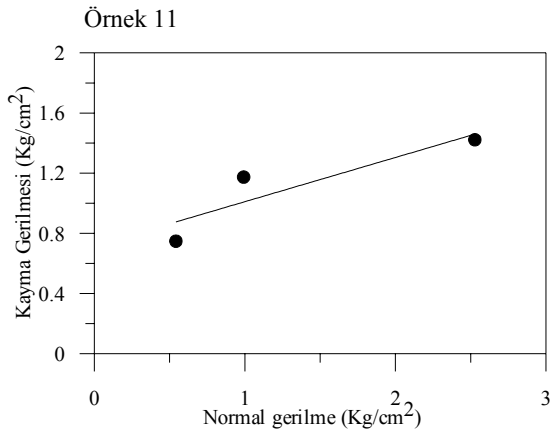
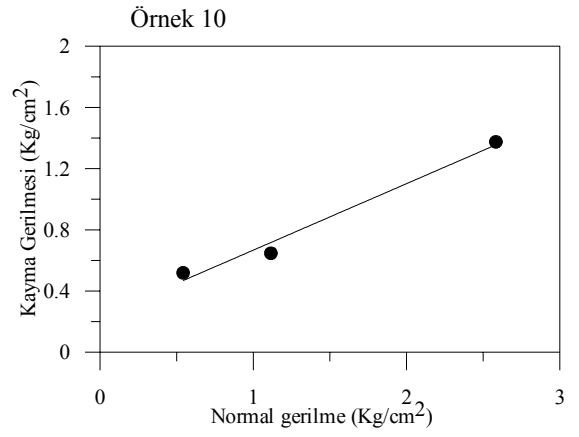
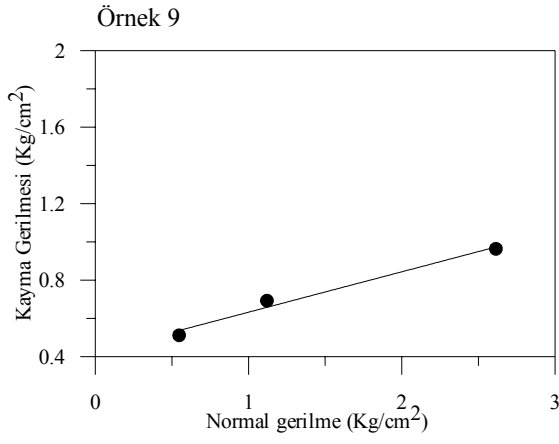
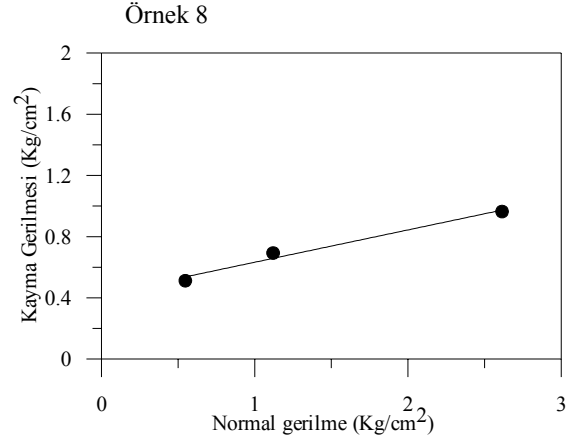
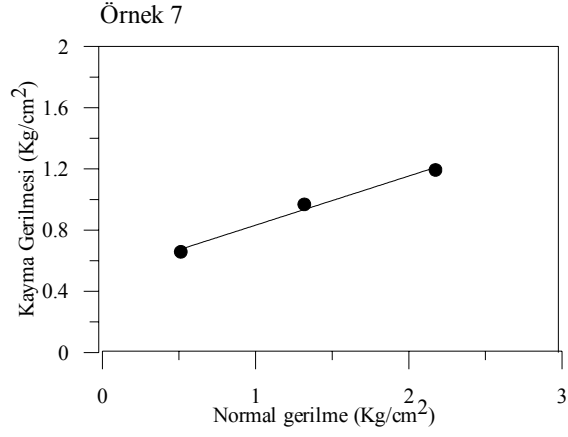


Şekil 35. a) Kesme kutusu deney aleti, b) deneyde kullanılan malzemeler (çelik tüp ve kesme kutusu deneyi hücre düzeneği)



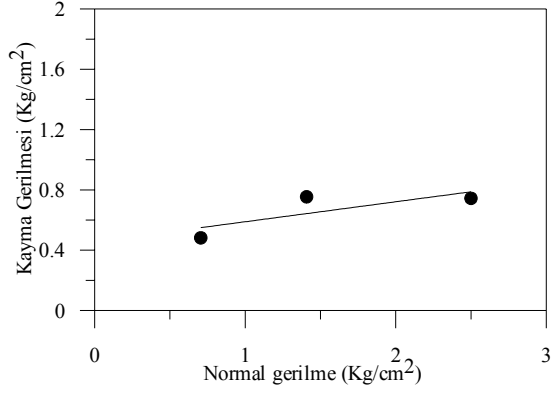
Şekil 36. Örneklere ait normal gerilme-kayma gerilmesi grafikleri

Şekil 36'nın devamı

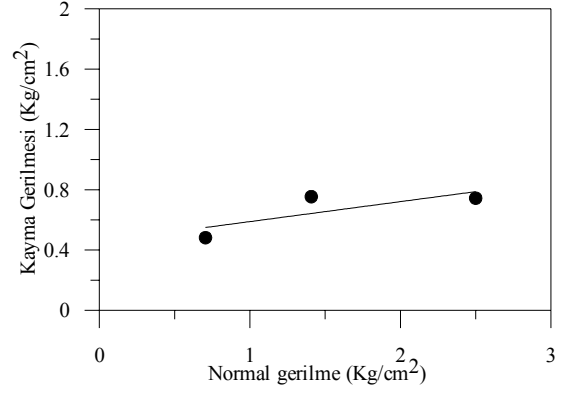


Şekil 36'nın devamı

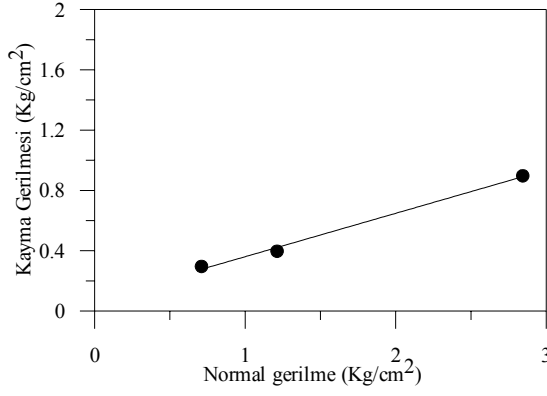
Örnek 13



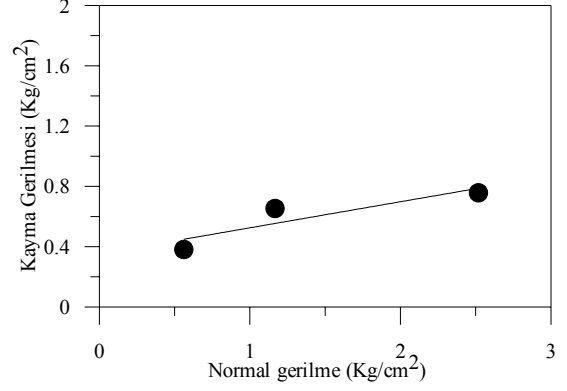
Örnek 14



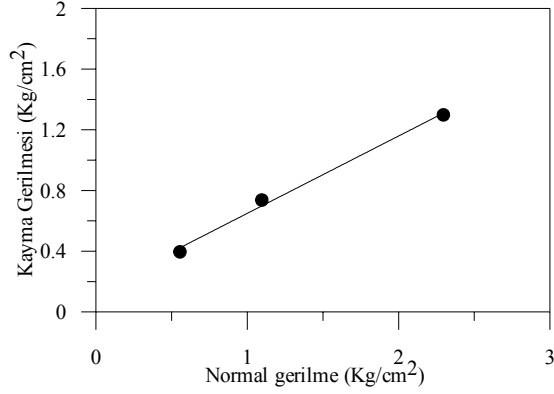
Örnek 15



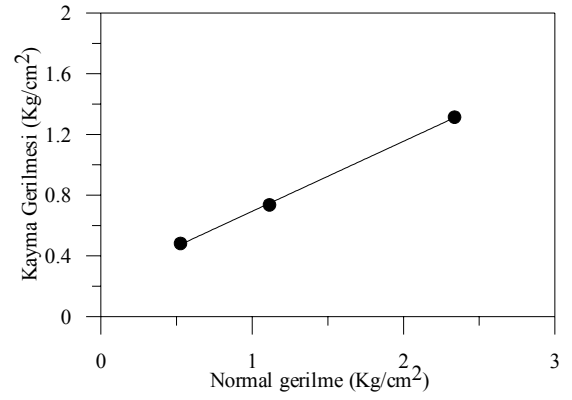
Örnek 16



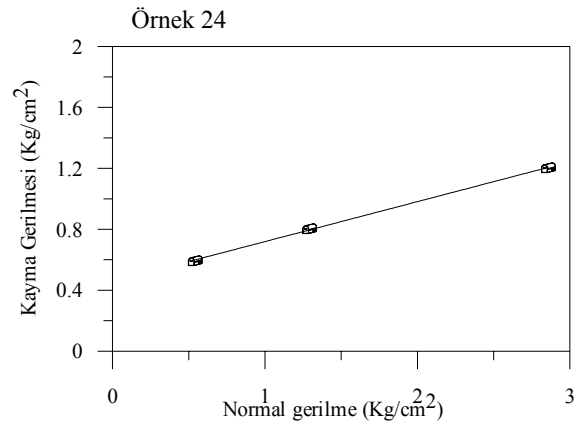
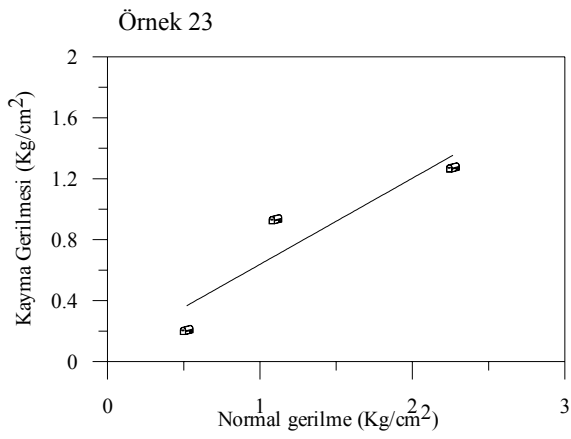
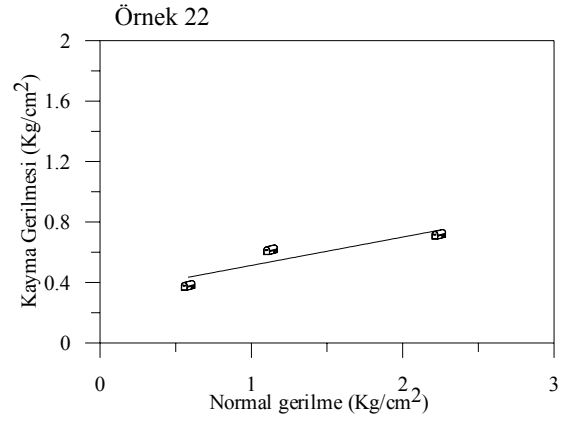
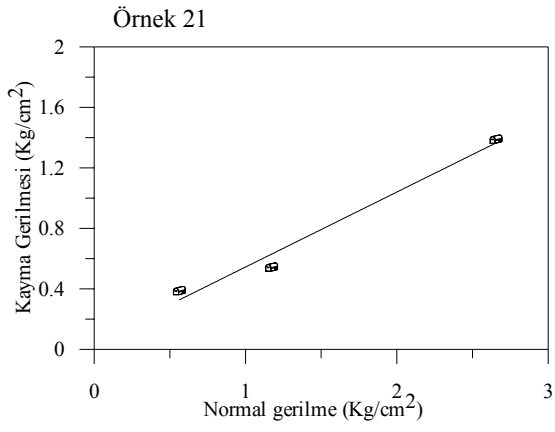
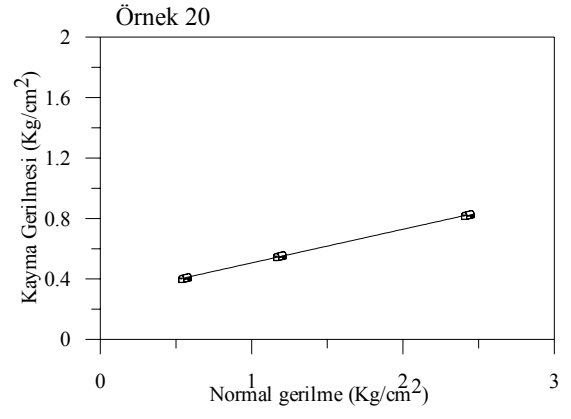
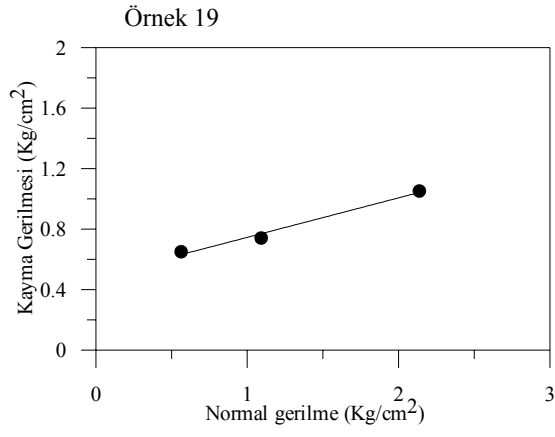
Örnek 17



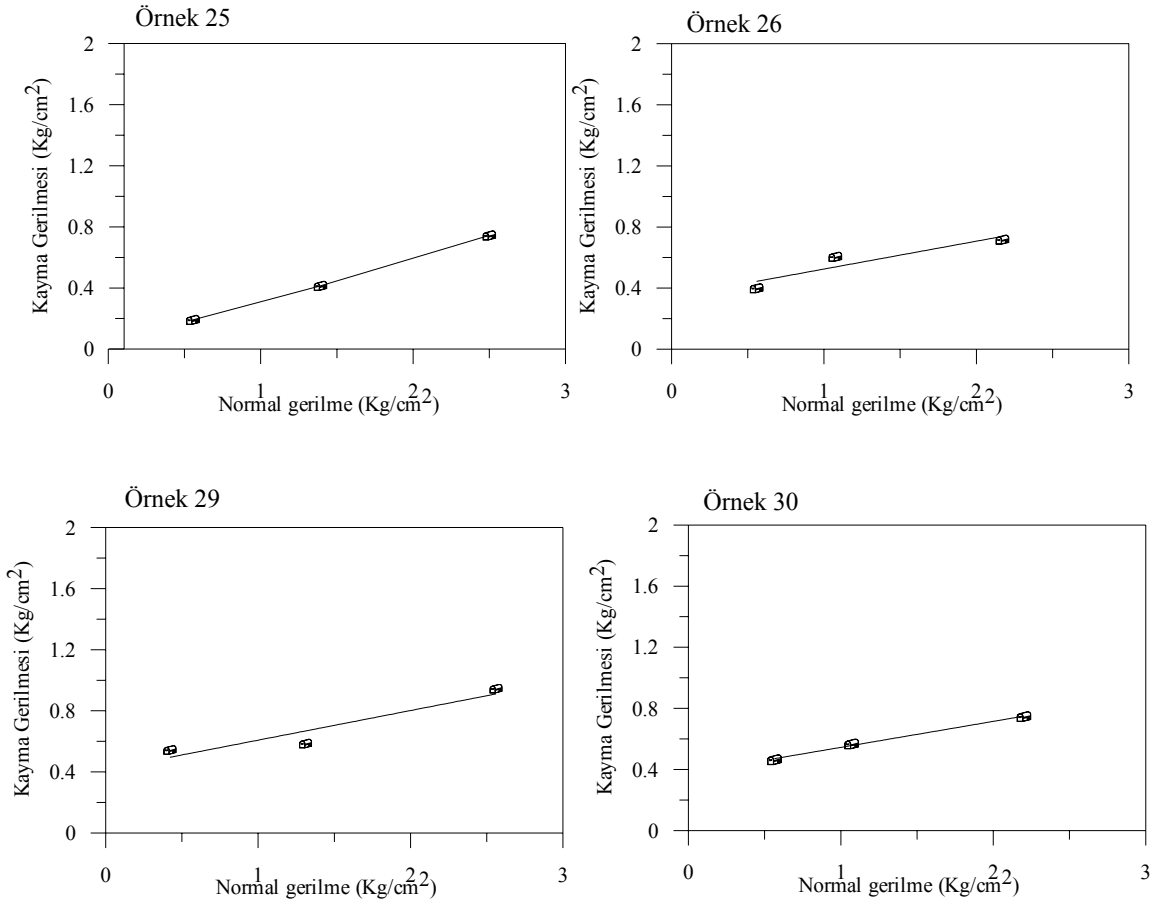
Örnek 18



Şekil 36'nın devamı



Şekil 36'nın devamı



Tablo 40. Kesme kutusu deneyi sonuçları

Örnek No	c kg/cm ²	tan	ϕ'	Örnek No	c kg/cm ²	tan	ϕ'
S-1	0.194	0.383	20.996	S-16	0.232	0.461	24.768
S-3	0.357	0.257	14.461	S-17	0.483	0.261	14.649
S-4	0.215	0.215	21.126	S-18	0.422	0.137	7.851
S-5	0.216	0.216	20.349	S-19	0.252	0.604	31.169
S-7	0.510	0.321	17.827	S-20	0.283	0.222	12.565
S-8	0.283	0.280	15.679	S-21	0.048	0.048	26.376
S-9	0.232	0.434	23.499	S-22	0.325	0.187	10.63
S-10	0.579	0.335	18.551	S-23	0.072	0.565	29.483
S-11	0.361	0.418	22.694	S-24	0.457	0.262	14.681
S-12	0.456	0.132	7.530	S-25	0.027	0.284	15.886
S-13	0.072	0.287	16.055	S-26	0.341	0.182	10.342
S-14	0.352	0.172	9.803	S-29	0.265	0.261	14.67
S-15	0.139	0.509	26.998	S-30	0.374	0.170	9.67

Verilen grafikler kullanılarak kohezyon (c') ve içsel sürtünme açısı (ϕ') değerleri belirlenmiştir. Örneklerin içsel sürtünme açılarının 7.53° ile 29.48° arasında c' 'nin ise 0.027 ile 0.51 kg/cm^3 arasında değişen değerler aldığı belirlenmiştir.

Tablo 41. Kesme kutusu deneyleri sonunda elde edilen normal ve kayma gerilmesi değerleri

Örnek Numarası	Düşey yük kN/m^2					
	0.18 kN/m^2		0.36 kN/m^2		0.72 kN/m^2	
	Kayma Gerilme (τ) kg/cm^2	Normal Gerilme (σ) kg/cm^2	Kayma Gerilme (τ) kg/cm^2	Normal Gerilme (σ) kg/cm^2	Kayma Gerilme (τ) kg/cm^2	Normal Gerilme (σ) kg/cm^2
1	0.431	0.525	0.603	1.191	1.181	2.529
3	0.545	0.580	0.576	1.046	0.975	2.341
4	0.414	0.569	0.721	1.224	1.109	2.345
5	0.449	0.567	0.627	1.075	1.046	2.268
7	0.658	0.512	0.968	1.318	1.193	2.174
8	0.512	0.647	0.693	1.120	0.964	2.614
9	0.519	0.542	0.647	1.115	1.375	2.583
10	0.748	0.542	1.174	0.992	1.422	2.528
11	0.502	0.562	0.999	1.191	1.384	2.549
12	0.482	0.705	0.754	1.408	0.744	2.500
13	0.296	0.710	0.397	1.212	0.897	2.844
14	0.381	0.561	0.653	1.167	0.757	2.518
15	0.396	0.555	0.737	1.096	1.298	2.296
16	0.482	0.526	0.736	1.114	1.314	2.337
17	0.650	0.563	0.741	1.092	1.052	2.137
18	0.543	0.651	0.540	1.157	0.775	2.469
19	0.536	0.389	0.560	0.667	0.872	0.945
20	0.406	0.559	0.551	1.186	0.823	2.428
21	0.388	0.563	0.544	1.173	1.390	2.655
22	0.381	0.582	0.617	1.127	0.719	2.238
23	0.207	0.519	0.934	1.102	1.274	2.266
24	0.594	0.542	0.804	1.293	1.204	2.859
25	0.191	0.555	0.414	1.392	0.744	2.500
26	0.399	0.558	0.605	1.075	0.717	2.171
29	0.544	0.422	0.586	1.312	0.945	2.561
30	0.464	0.565	0.567	1.071	0.746	2.201

Serbest basınç mukavemeti deneyinde, Şekil 37’de görülen deney düzeneği kullanılmıştır. Serbest basınç deneyi sonucunda zeminin kıvamı belirlenmiştir (tablo 42). Deneyle sonucunda örneklerin serbest basınç mukavemeti ve kayma mukavemeti değerleri elde edilmiştir (Tablo 43).



Şekil 37. Serbest basınç deney aleti

Tablo 42. Serbest basınç deneyi ile belirlenen zemin kıvamları

örnek no	zemin kıvamı	örnek no	zemin kıvamı	örnek no	zemin kıvamı
S-5	sert	S-18	orta sert	S-25	sert
S-7	orta sert	S-20	yumuşak-orta sert	S-26	sert
S-11	sert	S-21	orta sert	S-27	sert
S-12	çok sert	S-23	orta sert	S-28	sert
S-15	orta sert	S-24	sert	S-29	sert

Tablo 42’de serbest basınç deneyi yapılan 16 örnekten, S-20’nin yumuşak-orta sert, S-12’nin çok sert, diğer örneklerin ise orta sert ve sert kıvamda olduğu görülmektedir.

Tablo 43 ‘e göre örneklerin serbest basınç mukavemeti 1.895 kg/cm^2 ile 7.326 kg/cm^2 arasında kohezyon ise 1.89 kg/cm^2 ile 5.5 kg/cm^2 arasında değişmektedir.

Tablo 43. Serbest basınç deney sonuçları

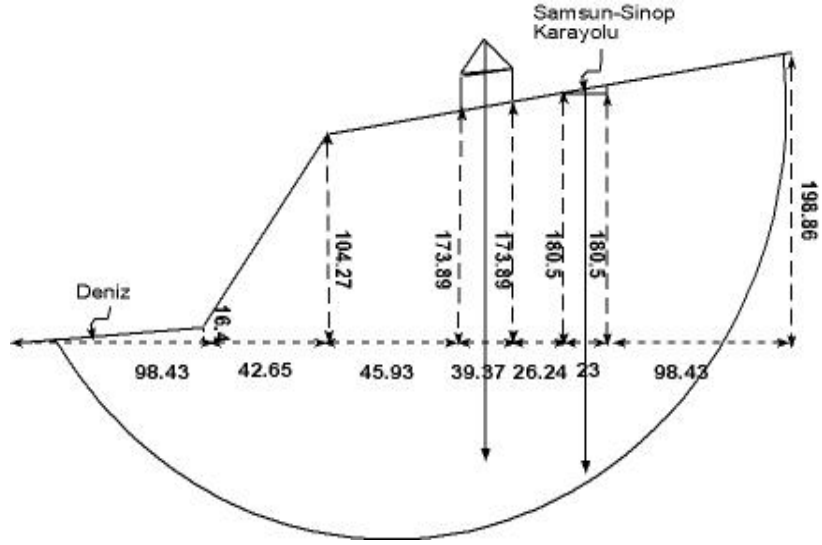
Örnek No	P (kg)	ΔL (cm)	A_0 (cm ²)	A_f (cm ²)	c (kg/cm ²)	Serbest Basınç Dayanım (kg/cm ²)
5	31.504	1.100	10.292	11.998	2.626	5.251
7	22.793	0.916	10.368	11.772	1.936	3.872
11	30.076	0.566	9.991	10.909	2.757	5.513
12	81.480	0.326	10.636	11.121	3.663	7.326
15	18.650	0.386	10.178	10.703	1.743	3.485
16	21.360	0.700	10.368	11.423	1.870	3.740
18	15.790	0.780	9.438	10.477	1.508	3.015
20	18.930	1.388	16.582	19.980	0.948	1.895
21	25.220	1.176	11.143	13.099	1.925	3.850
23	12.940	0.613	10.985	11.864	1.091	2.181
24	25.790	0.606	10.425	11.296	2.283	4.566
25	25.078	6.676	10.368	12.216	2.053	4.105
26	30.076	0.746	10.368	11.512	2.613	5.225
27	29.900	1.343	9.511	11.389	2.626	5.251
28	27.930	0.830	10.559	11.764	2.374	4.748
29	25.640	0.836	9.456	10.640	2.411	4.821

3.2.3. Gerze ve Çevresindeki Yamaçların Duraylılığı

Gerze ve çevresindeki yamaçları oluşturan malzemenin jeoteknik özellikleri laboratuvar çalışmalarıyla belirlenmiş ve elde edilen sonuçlar Ek'de verilmiştir. Bu bölümde Deniz feneri ve Uçuk heyelanlarının duraylılığı Stabl5 programıyla hesaplanmıştır.

3.2.3.1. Deniz Feneri Heyelanının Duraylılık Hesabı

Deniz feneri heyelanının GPS aleti ile alınan ölçüm sonuçlarına göre kesiti çıkartılmıştır (Şekil 38). Daha sonra stabl5 programındaki Bishop ve Janbu yöntemleri kullanılarak değişik kayma yüzeyleri için güvenlik sayıları belirlenmiş ve bunların ortalaması Tablo 43'te, hesaplama aşamaları ise Ek'de verilmiştir.



Şekil 38. Deniz Feneri Heyelanının profili

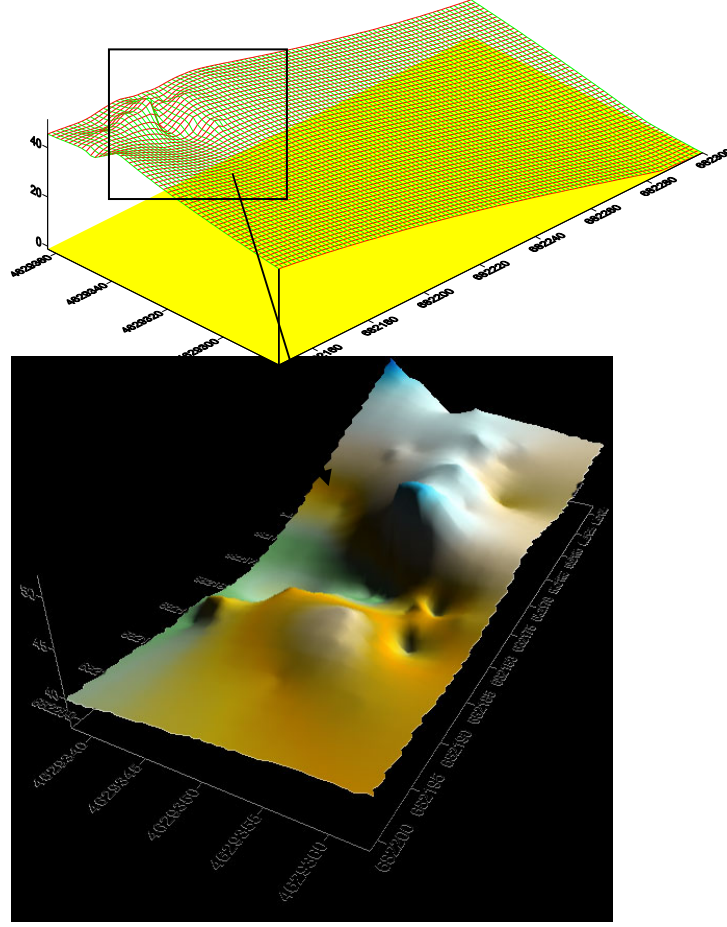
Tablo 43 incelendiğinde, su ve yük dahil edilerek belirlenen ortalama güvenlik sayısının Bishop yöntemine göre 0.4894, Janbu yöntemine göre 0.4182 olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca, yük (ev ve yol) ve su etkisi ortadan kaldırılarak yapılan hesaplamalar sonucunda ortalama güvenlik sayısının Bishop yöntemiyle 0.9763, Janbu yöntemiyle ise 0.9059 olarak bulunmuştur.

Yapılan hesaplamalar da gösteriyor ki su ve yük güvenlik sayısını olumsuz yönde etkilemektedir.

Deniz Feneri Heyelanından stabilite analizi için alınan GPS ölçümleri kullanılarak Surfer Programında üç boyutlu görüntüsü oluşturulmuştur (Şekil 39).

Tablo 43. Deniz feneri heyelanına ait güvenlik sayıları

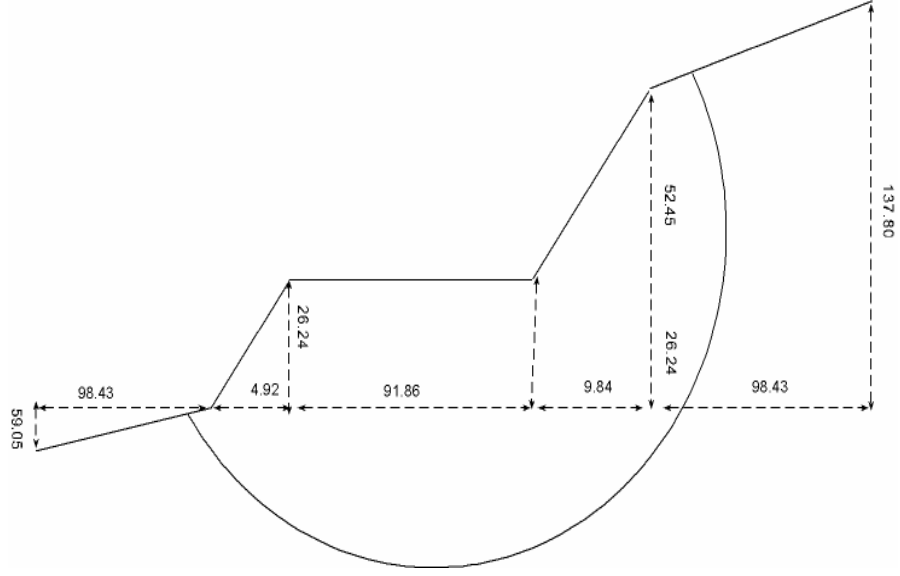
Su ve yük Hesaplanarak		Su ve yük olmadığı durumda	
Bishop	Janbu	Bishop	Janbu
0.459	0.389	0.898	0.836
0.469	0.391	0.911	0.845
0.467	0.399	0.925	0.87
0.47	0.413	0.94	0.886
0.481	0.424	0.971	0.89
0.504	0.424	1.011	0.93
0.504	0.426	1.025	0.941
0.509	0.432	1.026	0.942
0.512	0.438	1.027	0.953
0.519	0.446	1.029	0.966
0.4894	0.4182	0.9763	0.9059



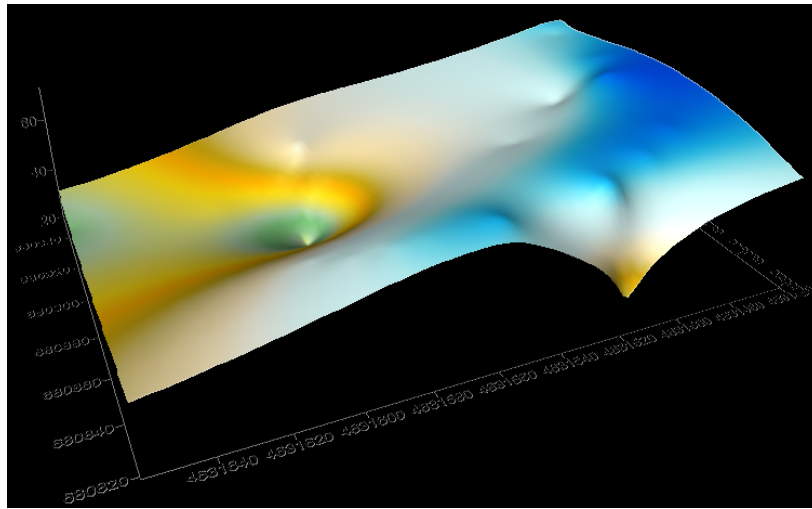
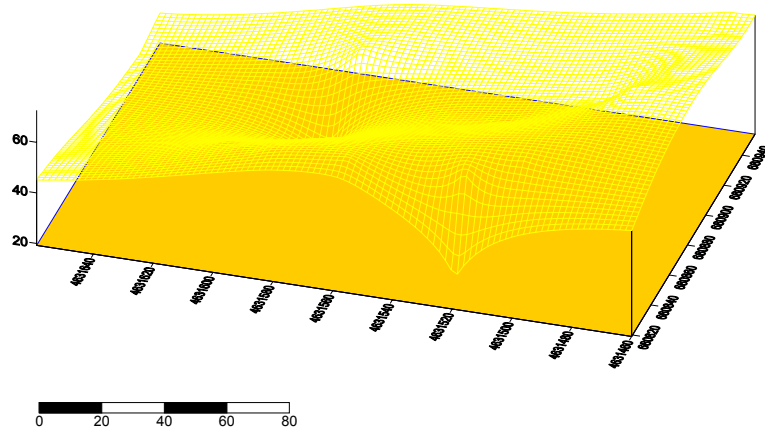
Şekil 39. Deniz Feneri Heyelanının üç boyutlu görüntüsü

3.2.3.2. Uçuk Heyelanı Duraylılık Hesabı

Deniz feneri heyelanında olduğu gibi Uçuk heyelanının GPS aleti ile alınan ölçüm sonuçlarına göre kesiti çıkartılmıştır (Şekil 40). Daha sonra stab15 programındaki Bishop ve Janbu yöntemleri kullanılarak değişik kayma yüzeyleri için güvenlik sayıları belirlenmiş ve bunların ortalaması Tablo 44’te, hesaplama aşamaları ise Ek’de verilmiştir.



Şekil 40. Uçuk Heyelanın profili



Şekil 41. Uçuk heyelanın üç boyutlu görüntüsü

Tablo 44. Uçuk Heyelanı için hesaplanan güvenlik sayıları

Su ve yük Hesaplanarak		Su ve yük olmadığı durumda	
Bishop	Janbu	Bishop	Janbu
0.632	0.608	0.854	0.889
0.632	0.608	0.854	0.889
0.632	0.608	0.854	0.889
0.632	0.608	0.855	0.889
0.632	0.608	0.855	0.889
0.632	0.608	0.856	0.889
0.633	0.609	0.856	0.889
0.633	0.609	0.856	0.89
0.633	0.609	0.856	0.891
0.634	0.609	0.857	0.891
0.6325	0.6084	0.8553	0.8895

Tablo 44 incelendiğinde, su dahil edilerek belirlenen ortalama güvenlik sayısının Bishop yöntemine göre 0.6325, Janbu yöntemine göre 0.6084 olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca, su etkisi ortadan kaldırılarak yapılan hesaplamalar sonucunda ortalama güvenlik sayısının Bishop yöntemiyle 0.8553, Janbu yöntemiyle ise 0.8895 olarak bulunmuştur.

Yapılan hesaplamalar da gösteriyor ki su güvenlik sayısını olumsuz yönde etkilemektedir.

Uçuk Heyelanından stabilite analizi için alınan GPS ölçümleri kullanılarak Surfer Programında üç boyutlu görüntüsü oluşturulmuştur (Şekil 41).

4. İRDELEME

Ülkemiz hızla büyümekte ve endüstrileşmektedir. Bu süreç içerisinde artan nüfus dolayısıyla yerleşim alanlarına olan ihtiyaç gün geçtikçe artmaktadır. Ancak yerleşim alanlarında gerçekleştirilen plansız yapılaşmalar birçok çevre problemini de beraberinde getirmektedir. Bunun sonucunda da uygun teknoloji ve hizmet, yerleşim bölgelerinde tam olarak götürülememekte ve sorunlar giderek artmaktadır.

Bölgemiz sahip olduğu iklim, coğrafik konum, jeolojik ve topoğrafik özellikleri bakımından duraysızlık problemlerinin sıklıkla yaşandığı bir bölgedir. Dolayısıyla bu alanlarda yapılacak yerleşim alanları ya da mühendislik projelerinin plan ve tasarım aşamalarında zemin yapılarının jeoteknik özelliklerinin sağlıklı bir şekilde belirlenmesi gerekmektedir.

Sinop ili Gerze ilçesinde yapılan bu çalışmada da bu sorunlar göz önünde bulundurularak mevcut heyelanların duraylılık koşullarının incelenmesinin yanı sıra, kentleşmenin yayıldığı alanların jeoteknik özellikleri detaylı olarak belirlenmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen veriler yörede gerçekleştirilecek olan mühendislik projelerinin tasarım aşamasında faydalı olarak kullanılabilir niteliktedir.

5. SONUÇLAR

Bu çalışmada Gerze ilçesi yerleşim alanında meydana gelen heyelanların stabilitesi incelenmiştir. Bu amaçla Gerze yöresindeki kayaçların jeoteknik özellikleri arazi çalışmaları ve laboratuvar deneyleriyle araştırılmış ve aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

1-Gerze ilçesi ve çevresinin 1/10.000 ölçekli jeoloji haritası hazırlanmış ve altı birim ayrıntılanmıştır. Bu birimlerin stratigrafik dizilimi aşağıdaki gibidir:

- Alüvyon (Kuvaterner)
- Bedire Kayası Formasyonu (Pleistosen)
- Sinop Formasyonu (Miyosen)
- Kusuri Formasyonu (Erken-Orta Eosen)
- Atbaşı Formasyonu (Paleosen -Erken Eosen)
- Akveren Formasyonu (Maastrichtiyen-Paleosen)

2- Heyelanlar, tamamen ayrışarak zemin durumuna dönüşmüş malzeme içerisinde meydana gelmiştir. Tamamen ayrışmış malzemenin özgül ağırlığı 2.60-2.80, su muhtevası % 15- % 33, doğal birim hacim ağırlığı 1.610-2.09, kuru birim hacim ağırlığı 1.28-1.86, boşluk oranı 0.41-1.59, porozitesi 0.29-0.61, doygunluk derecesi 0.65-1.15, doygun yoğunluğu 1.61-2.16, batık yoğunluğu 0.61-1.16 arasında değiştiği belirlenmiştir.

3-Tamamen ayrışmış malzemenin ortalama % 27.49 kil, % 29.92 silt, % 11.08 kum ve % 11.33 çakıl içerdiği saptanmıştır.

4- Tamamen ayrışmış malzemenin likit limiti % 36-%75, plastik limiti % 23-%33, rötre limiti %12-%23, plastisite indisi %13-%45, likitlik indisi 0.01-0.97, kıvam indisi 0.94-1.97, aktivite katsayısı 0.33-1.46 arasında değiştiği tespit edilmiştir.

5-Zeminlerin kıvam indislerine göre yapılan çeşitli sınıflamalar da, çoğunun yüksek ve çok yüksek plastisiteli, kıvamlılıklarının katı ve çok katı, Birleştirilmiş Zemin sınıflamasına göre çoğunlukla yağlı kil olarak adlandırıldığı, Aktivitelerine göre, normal ve aktif olamayan kil içerdikleri, Şişme potansiyellerinin ise orta ve yüksek değerler gösterdiği belirlenmiştir.

6- Zeminlerin kohezyonunun $0.027-0.579 \text{ kg/cm}^2$, içsel sürtünme açısının $29.5-7.53$, serbest basınç dayanımının $1.89-5.5 \text{ kg/cm}^2$ arasında değiştiği belirlenmiştir.

7- mevcut heyelan alanlarının, stabl5 programı ile yapılan duraylılık analizinde, duraysız oldukları belirlenmiştir.

6. ÖNERİLER

Uçuk heyelanın meydana geldiği alan moloz boşaltım alanı olarak kullanıldığı için artan yükten dolayı ikinci bir heyelanın meydana gelmesi olasılığı vardır bu nedenle, moloz döküm alanı olarak başka alanların araştırılması yada bu alan için önlem alınması gerekmektedir.

Gerze ve çevresinde özellikle kıyı alanlarda tarla tarımı yapılmaktadır. Az eğimli yamaçalarda yapılan tarla tarımında toprağın sürüldüğü yöne dikkat edilmemektedir. Eğim yönüne doğru olan sürüm erozyonu arttırmaktadır, toprağı havalandırmak için yapılan sürüm ile su kanalları oluşturularak toprak erozyonuna neden olmaktadır. Tarımda toprak sürülmesi eğim yönüne değil, direnci zayıflatmayacak şekilde yani eğim yönüne dik yapılmalıdır.

Bedre heyelanı sahip olduğu litoloji ve deniz kenarında olması dolayısıyla özellikle dalgalardan ve gel-gitlerden olumsuz etkilenmektedir. Deniz kıyısından kaçak olarak kum çekimi devam etmektedir. Kum alımıyla deniz altı eğimi değişerek girdap ve akıntıların meydana gelmesine neden olmaktadır. Bu da kıyıların ortadan kalmasına ve dalga etkisini daha da artırmaktadır. Dalgaların sönümleyicisi olan kıyı kesiminin ortadan kalkması falezler oluşmasına neden olmuştur. Denizel erozyondan dolayı yamaçların yanal destekleri ortadan kalkmıştır. Denizden ve sahilden yapılan kaçak kum çekimleri daha sıkı güvenlik tedbirleri alınarak engellenmelidir. Böylece kıyı için tehdit oluşturan bu durum ortadan kalkacaktır, aksi halde son yıllarda kıyı bölgelerde meydana gelen kütle hareketleri zamanla artarak devam edecektir.

7. KAYNAKLAR

- ASTM D854, 2002 Standard Test Methods for Specific Gravity of Soil Solids by Water Pycnometer1, ASTM, Philadelphia.
- ASTM D3080-90,1990 Standard Test Method for Direct Shear Test of Soil Under Consolidated Darained Condition, ASTM, Philadelphia.
- Akkan , E., 1975, Sinop Yarımadasının jeomorfolojisi, A.Ü.D ve Tar. Coğ. F. Yayını 261.
- Akman, Ü., 1992, Amasra-Arıt arasının jeolojisi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 209s.
- Akyol, Z., Arpat, E., Erdoğan, B., Göğer, E., Güner, Y., Şaroğlu, F., Şentürk, İ., Tütüncü, K.ve Uysal, Ş., 1974, Cide-Kurucuşide dolayının jeoloji haritası ve açıklaması, MTA Enstitüsü.
- Aytekin, M., 2004, Deneysel Zemin Mekaniği, Genişletilmiş II.Baskı, Teknik Yayınevi, Ankara.
- Barka, A., Sütçü, Y., Tekin, F., Gedik İ., Karabıyıkoglu, M., Saraç, G., Arel, E. ve Özdemir, M., 1983, Sinop Yarımadasının jeolojisi ve tektonik evrimi, TJK 1983 kurultayı tebliği 55s.
- Badglay, P.C., 1959, Sinop havzasının petrol olanakları, Petrol İşleri Genel Müdürlüğü Arşivi.
- Bishop, A. W., 1955. The Use of the Slipe Circle in the Stability Analysis of the Slopes, Geotechnique, 5, 7-17.
- Bishop, A.W. ve Morgenstern, N., 1960, Stability Coefficient for Earth Slopes, Geotechnique, 10,4, 129-150.
- Blumenthal, M., 1940, Gökırmak ile Karadeniz arasındaki Pontik silislerinin jeolojisi hakkında, MTA Enstitüsü, Derleme Rapor No. 1067.
- Burmister, D. M., 1951, Identification and Classification of Soils-An Apprasial and Statement of Principles.
- Gayle, R. B., 1959. Sinop yöresi ile ilgili Çalışma. Petrol işleri arşivi no:17.
- Gedik, A., Özbudak, N., İztan, H., Korkmaz, S.ve Ağırdağ, D. S., 1981, Sinop Havzasının jeolojisi ve petrol olanakları ile ilgili ön sonuçlar: TJK 35. Bil. Tek. Kurul. Bil. Özet.
- Gedik, A., Ercan, T. ve Korkmaz, S., 1983. Orta Karadeniz (Samsun-Sinop) havzasının Jeolojisi ve volkanik kayaçların petrolojisi, MTA Enstitüsü dergisi.

- Gedik, A. ve Korkmaz, S., 1984. "Sinop Havzasının Jeolojisi ve Petrol Olanakları". Jeoloji Mühendisliği, TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları.
- Gramko, 1974, Review of expansive soils. Journal Geotechnical engineering Division, ASCE, 100, GTG, 667-668.
- Haliloğlu, S., B., 1997, Heyelan Analizinde Kullanılan Yöntemler ve Sayısal Çözümleri, yüksek Lisans Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- IAEG,. 1976, Engineering Geology Maps a Guide to Their Preparation, 1, Unesco Pres, Paris.
- İmar Planı Araştırma Raporu Gerze-Sinop, 1995, Şubat.
- İnandık, H., 1957. Sinop-Terme arasında ki kıyıların morfolojik etüdü, T. Coğr. Derg. 17, 51-71, İstanbul.
- Janbu, N., 1954, Stability Analysis of Slopes With Dimensionless Parameters, Harward Soil Mechanics Series No. 46.
- Janbu, N., Bjerrum, L. ve Kjaernsli, B.,1956, Veiledning Veld Losning av Fundamenterings Oppgaver, Norwegian Geotechnical Institute Publ. No. 16.
- Janbu, N., 1957, Earth Pressure and Bearing Capacity Calculations by Generalized Procedure of Slices, proc. 4th Int. Conf. Soil Mech. and Foundation Eng., London, 2, 207-212
- Ketin, İ. ve Gümüş, A., 1963. Sinop-Ayancık arasında III bölgeye dahil sahaların jeolojisi: TPAO Rapor No: 288.
- Leonards, G. A. (Editor), 1962. Foundation Engineering. Mc Graw Hill Book Comp., 1136p.
- Özsayar, T., 1977. Karadeniz Bölgesindeki neojen formasyonları ve bunların mollusk faunasının incelenmesi: KTÜ yayın no 79. Trabzon.
- Seed, H. B., Mitchel, S. K. Ve Chan, C. K., 1964, Studies of swell and swelling pressure compacted clays, ASCE, Soil Mechanic and Foundations division, 88, 55-87.
- Sinop, 2004. İl Çevre Raporu, Sinop Valiliği, İl Çevre ve Orman Müdürlüğü.
- TS 1900, 1987, İnşaat Mühendisliğinde Zemin Laboratuar Deneyleleri, T.S.E., Ankara, I. Baskı.
- Turoğlu, H., 1998."Sinop Şehri ve Çevresinde Arazi Kullanımı-Jeomorfoloji İlişkisi" Türkiye Coğrafya Dergisi, 33, 519-528.
- Turoğlu H., 1999. "Sinop-Gerze Arası Sahil Kesiminin Uygulamalı Jeomorfolojisi". Coğrafya Dergisi, 7.

- Türkiye Stratigrafi Komitesi, Stratigrafi Sınıflama ve Adlama Kuralları, 1986. M.T.A., Ankara.
- Tüysüz, O., Aksay, A., Yiğitbaş, E., 2004. Batı Karadeniz Bölgesi Litostratigrafi Birimleri. MTA yayınları, Stratigrafi Komitesi Litostratigrafi birimleri serisi-1
- Tüysüz, O., Kirici, S. ve Sunal, G., 1997, Cide-Kurucaşili dolayının jeolojisi. TPAO Rapor No. 3736.
- Tüysüz, O., Yiğitbaş, E. v., Serdar, H. S., 1989, Orta Pontidlerin Jeolojisi. TPAO Raporu, 291s.
- Walker, R.G., 1978, Deepwater sandstone facies and ancient submarine fans. Models for exploration for stratigrafic traps, AAPG Bull. 62, 932-966.
- Yalçınlar, İ., 1958, Samsun bölgesinin Neojen ve Kuvaterner kıyı depoları, İst. Üniv. Coğr. Ens. Dergisi, 5, 9.
- Yiğitbaş, E. ve Elmas, A., 1997, Bolu-Eskipazar-Devrek-Çaycuma dolayının jeolojisi. TPAO Raporu.

8. EKLER

** PCSTABL5 **

by
Purdue University
--Slope Stability Analysis--
Simplified Janbu, Simplified Bishop
or Spencer's Method of Slices

Run Date: 21.12.2006
Time of Run: 21.43
Run By: SEDA
Input Data Filename: SEDA.IN
Output Filename: SEDA.OUT

PROBLEM DESCRIPTION Deniz Feneri Sevi Bishop

BOUNDARY COORDINATES

3 Top Boundaries
3 Total Boundaries

Boundary No.	X-Left (ft)	Y-Left (ft)	X-Right (ft)	Y-Right (ft)	Soil Type Below Bnd
1	.00	.00	98.43	16.40	1
2	98.43	16.40	141.08	108.27	1
3	141.08	108.27	374.05	196.86	1

ISOTROPIC SOIL PARAMETERS

1 Type(s) of Soil

Soil Type No.	Total Unit Wt. (pcf)	Saturated Unit Wt. (pcf)	Cohesion Intercept (psf)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param. (psf)	Pressure Constant (psf)	Piez. Surface No.
1	115.0	120.6	476.4	25.5	.00	.0	1

1 PIEZOMETRIC SURFACE(S) HAVE BEEN SPECIFIED

Unit Weight of Water = 62.40

Piezometric Surface No. 1 Specified by 4 Coordinate Points

Point No.	X-Water (ft)	Y-Water (ft)
1	.00	.00
2	91.91	9.84
3	134.52	101.70
4	367.48	190.30

BOUNDARY LOAD(S)

2 Load(s) Specified

Load No.	X-Left (ft)	X-Right (ft)	Intensity (lb/sqft)	Deflection (deg)
1	187.01	226.38	495.5	.0
2	252.62	275.22	614.2	.0

NOTE - Intensity Is Specified As A Uniformly Distributed Force Acting On A Horizontally Projected Surface.

A Critical Failure Surface Searching Method, Using A Random Technique For Generating Circular Surfaces, Has Been Specified.

75 Trial Surfaces Have Been Generated.

25 Surfaces Initiate From Each Of 3 Points Equally Spaced Along The Ground Surface Between $X = .00$ ft. and $X = 98.43$ ft.

Each Surface Terminates Between $X = 141.08$ ft. and $X = 300.00$ ft.

Unless Further Limitations Were Imposed, The Minimum Elevation At Which A Surface Extends Is $Y = .00$ ft.

5.00 ft. Line Segments Define Each Trial Failure Surface.

Restrictions Have Been Imposed Upon The Angle Of Initiation. The Angle Has Been Restricted Between The Angles Of -25.0 And $.0$ deg.

Following Are Displayed The Ten Most Critical Of The Trial Failure Surfaces Examined. They Are Ordered - Most Critical First.

* * Safety Factors Are Calculated By The Modified Bishop Method * *

Failure Surface Specified By 44 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)			
1	49.22	8.20	12	103.54	13.94
2	54.20	7.81	13	108.28	15.54
3	59.20	7.61	14	112.96	17.31
4	64.20	7.58	15	117.57	19.25
5	69.19	7.74	16	122.10	21.36
6	74.18	8.08	17	126.55	23.64
7	79.15	8.61	18	130.92	26.07
8	84.10	9.32	19	135.19	28.66
9	89.02	10.21	20	139.37	31.41
10	93.91	11.27	21	143.44	34.31
11	98.75	12.52	22	147.41	37.36
23	151.26	40.55	26	162.07	50.94
24	154.99	43.88	27	165.41	54.66
25	158.59	47.34	28	168.62	58.50

29	171.68	62.45	38	192.18	102.28
30	174.59	66.51	39	193.62	107.07
31	177.35	70.68	40	194.88	111.91
32	179.96	74.95	41	195.97	116.79
33	182.41	79.31	42	196.87	121.71
34	184.70	83.75	43	197.60	126.65
35	186.82	88.28	44	197.95	129.90
36	188.78	92.88			
37	190.57	97.55			

Circle Center At $X = -62.3$; $Y = 143.9$ and Radius, 136.4

*** .459 ***

	.00	46.76	93.51	140.27	187.03
233.78	.00				
X	.00	*	-----+	-----+	-----+
+
	46.76	+.1			
		-.1			
		-51			
		.51			
		.51			
A	93.51	.512			
		.5w2			
		.751*			
		.7511.			
		.95513			
		.75613			
		.975.13		W	
X	140.27	+..75541333		*	
		-.75521133			
		-.0765211 333			
		-.97654211 333			
		-.976552211 3333333			
		-.076.5222111 33			
I	187.03	+0866.4422 1111 /1			
		.....8667.4222 1111111			
		.....88677.44222555			
		.....06677744422255555			
		.....868.7774442222			
		.....6668.7774444921/			
S	233.78	+668880 444			
		.....666.8888888			
		.....6666...../2			
		.....6666..			
		.....66.			
		.....2/			
	280.54	+			
				
				
				
F	327.29	+			
				
				
				
				
T	374.05	+			W
		*			

** PCSTABL5 **

by
Purdue University
1

--Slope Stability Analysis--
Simplified Janbu, Simplified Bishop
or Spencer's Method of Slices

Run Date: 21.12.2006
Time of Run: 21.45
Run By: SEDA
Input Data Filename: SEDA.IN
Output Filename: SEDA.OUT

PROBLEM DESCRIPTION Deniz Feneri Sevi Janbu

BOUNDARY COORDINATES

3 Top Boundaries
3 Total Boundaries

Boundary No.	X-Left (ft)	Y-Left (ft)	X-Right (ft)	Y-Right (ft)	Soil Type Below Bnd
1	.00	.00	98.43	16.40	1
2	98.43	16.40	141.08	108.27	1
3	141.08	108.27	374.05	196.86	1

ISOTROPIC SOIL PARAMETERS

1 Type(s) of Soil

Soil Type No.	Total Unit Wt. (pcf)	Saturated Unit Wt. (pcf)	Cohesion Intercept (psf)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param. (psf)	Piez. Constant (psf)	Piez. Surface No.
1	115.0	120.6	476.4	25.5	.00	.0	1

1 PIEZOMETRIC SURFACE(S) HAVE BEEN SPECIFIED

Unit Weight of Water = 62.40

Piezometric Surface No. 1 Specified by 4 Coordinate Points

Point No.	X-Water (ft)	Y-Water (ft)
1	.00	.00
2	91.91	9.84
3	134.52	101.70
4	367.48	190.30

BOUNDARY LOAD(S)

2 Load(s) Specified

Load No.	X-Left (ft)	X-Right (ft)	Intensity (lb/sqft)	Deflection (deg)
1	187.01	226.38	495.5	.0
2	252.62	275.22	614.2	.0

NOTE - Intensity Is Specified As A Uniformly Distributed Force Acting On A Horizontally Projected Surface.

1

A Critical Failure Surface Searching Method, Using A Random Technique For Generating Circular Surfaces, Has Been Specified.

75 Trial Surfaces Have Been Generated.

25 Surfaces Initiate From Each Of 3 Points Equally Spaced Along The Ground Surface Between $X = .00$ ft.
and $X = 98.43$ ft.

Each Surface Terminates Between $X = 141.08$ ft.
and $X = 300.00$ ft.

Unless Further Limitations Were Imposed, The Minimum Elevation At Which A Surface Extends Is $Y = .00$ ft.

5.00 ft. Line Segments Define Each Trial Failure Surface.

Restrictions Have Been Imposed Upon The Angle Of Initiation. The Angle Has Been Restricted Between The Angles Of -25.0 And $.0$ deg.

1

Following Are Displayed The Ten Most Critical Of The Trial Failure Surfaces Examined. They Are Ordered - Most Critical First.

* * Safety Factors Are Calculated By The Modified Janbu Method * *

Failure Surface Specified By 39 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)			
1	49.22	8.20	21	140.44	41.16
2	54.21	7.91	22	143.94	44.73
3	59.21	7.83	23	147.28	48.45
4	64.20	7.96	24	150.47	52.31
5	69.19	8.30	25	153.48	56.29
6	74.16	8.86	26	156.32	60.41
7	79.10	9.63	27	158.99	64.64
8	84.00	10.61	28	161.47	68.98
9	88.86	11.80	29	163.76	73.42
10	93.66	13.19	30	165.86	77.96
11	98.40	14.79	31	167.77	82.58
12	103.07	16.59	32	169.48	87.28
13	107.65	18.59	33	170.98	92.05
14	112.14	20.78	34	172.28	96.88
15	116.54	23.16	35	173.37	101.76
16	120.83	25.72	36	174.25	106.68
17	125.01	28.47	37	174.93	111.63
18	129.07	31.39	38	175.38	116.61
19	133.00	34.49	39	175.62	121.40
20	136.79	37.74			

*** .389 ***

** PCSTABL5 **

by
Purdue University

1

--Slope Stability Analysis--
Simplified Janbu, Simplified Bishop
or Spencer's Method of Slices

Run Date: 21.12.2006
Time of Run: 22.00
Run By: SEDA
Input Data Filename: SEDA.IN
Output Filename: SEDA.OUT

PROBLEM DESCRIPTION Deniz Feneri Sevi Bishop Susuz

BOUNDARY COORDINATES

3 Top Boundaries
3 Total Boundaries

Boundary No.	X-Left (ft)	Y-Left (ft)	X-Right (ft)	Y-Right (ft)	Soil Type Below Bnd
1	.00	.00	98.43	16.40	1
2	98.43	16.40	141.08	108.27	1
3	141.08	108.27	374.05	196.86	1

1

ISOTROPIC SOIL PARAMETERS

1 Type(s) of Soil

Soil Type No.	Total Unit Wt. (pcf)	Saturated Unit Wt. (pcf)	Cohesion Intercept (psf)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param. (psf)	Piez. Pressure Constant No.
1	115.0	120.6	476.4	25.5	.00	.0 1

1

A Critical Failure Surface Searching Method, Using A Random Technique For Generating Circular Surfaces, Has Been Specified.

75 Trial Surfaces Have Been Generated.

25 Surfaces Initiate From Each Of 3 Points Equally Spaced

Along The Ground Surface Between $X = .00$ ft.
and $X = 98.43$ ft.

Each Surface Terminates Between $X = 141.08$ ft.
and $X = 300.00$ ft.

Unless Further Limitations Were Imposed, The Minimum Elevation
At Which A Surface Extends Is $Y = .00$ ft.

5.00 ft. Line Segments Define Each Trial Failure Surface.

Restrictions Have Been Imposed Upon The Angle Of Initiation.
The Angle Has Been Restricted Between The Angles Of -25.0
And $.0$ deg.

1

Following Are Displayed The Ten Most Critical Of The Trial
Failure Surfaces Examined. They Are Ordered - Most Critical
First.

* * Safety Factors Are Calculated By The Modified Bishop Method * *

Failure Surface Specified By 39 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	49.22	8.20
2	54.21	7.91
3	59.21	7.83
4	64.20	7.96
5	69.19	8.30
6	74.16	8.86
7	79.10	9.63
8	84.00	10.61
9	88.86	11.80
10	93.66	13.19
11	98.40	14.79
12	103.07	16.59
13	107.65	18.59
14	112.14	20.78
15	116.54	23.16
16	120.83	25.72
17	125.01	28.47
18	129.07	31.39
19	133.00	34.49
20	136.79	37.74
21	140.44	41.16
22	143.94	44.73
23	147.28	48.45

24	150.47	52.31
25	153.48	56.29
26	156.32	60.41
27	158.99	64.64
28	161.47	68.98
29	163.76	73.42
30	165.86	77.96
31	167.77	82.58
32	169.48	87.28
33	170.98	92.05
34	172.28	96.88
35	173.37	101.76
36	174.25	106.68
37	174.93	111.63
38	175.38	116.61
39	175.62	121.40

Circle Center At X = 58.6 ; Y = 124.9 and Radius, 117.1

*** .898 ***

T	Y	A	X	I	S	F
233.78	.00	46.76	93.51	140.27	187.03	
-----+	X .00	*-----+	-----+	-----+	-----+	-----+
	8					
	8					
	8					
	8					
	08					
46.76	+81					
	-81					
	-51					
	.51					
	.51					
	.511					
A 93.51	.521					
	.751*					
	.75218					
	..5521					
	..75621					
	...75.21					
X 140.27	+..75542111			*		
	-...75532211					
	-.....765322 111					
	-7654322 111					
	-76553322 1111111					
	-76.5333222 11					
I 187.03	+66.4433 2222					
	-667.4333 222222					
	-677944333555					
	-667774443335555					
	-6..77744433333					
	-666.07774444.3					
S 233.78	+66.988 444					
	-666.988.....					
	-6666888..					
	-666688					
	-66.					
	-66.					
280.54	+66.					
	-66.					
	-66.					
	-66.					
	-66.					
	-66.					
F 327.29	+66.					
	-66.					
	-66.					
	-66.					
	-66.					
T 374.05	+66.					

** PCSTABL5 **

by
Purdue University

1

--Slope Stability Analysis--
Simplified Janbu, Simplified Bishop
or Spencer's Method of Slices

Run Date: 21.12.2006
Time of Run: 22.01
Run By: SEDA
Input Data Filename: SEDA.IN
Output Filename: SEDA.OUT

PROBLEM DESCRIPTION Deniz Feneri Sevi Janbu Susuz

BOUNDARY COORDINATES

3 Top Boundaries
3 Total Boundaries

Boundary No.	X-Left (ft)	Y-Left (ft)	X-Right (ft)	Y-Right (ft)	Soil Type Below Bnd
1	.00	.00	98.43	16.40	1
2	98.43	16.40	141.08	108.27	1
3	141.08	108.27	374.05	196.86	1

1

ISOTROPIC SOIL PARAMETERS

1 Type(s) of Soil

Soil Type No.	Total Unit Wt. (pcf)	Saturated Unit Wt. (pcf)	Cohesion Intercept (psf)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param. (psf)	Pressure Constant	Piez. Surface No.
1	115.0	120.6	476.4	25.5	.00	.0	1

1

A Critical Failure Surface Searching Method, Using A Random Technique For Generating Circular Surfaces, Has Been Specified.

75 Trial Surfaces Have Been Generated.

25 Surfaces Initiate From Each Of 3 Points Equally Spaced Along The Ground Surface Between X = .00 ft.
and X = 98.43 ft.

Each Surface Terminates Between X = 141.08 ft.
and X = 300.00 ft.

Unless Further Limitations Were Imposed, The Minimum Elevation At Which A Surface Extends Is Y = .00 ft.

5.00 ft. Line Segments Define Each Trial Failure Surface.

Restrictions Have Been Imposed Upon The Angle Of Initiation.
The Angle Has Been Restricted Between The Angles Of -25.0
And .0 deg.

Following Are Displayed The Ten Most Critical Of The Trial
Failure Surfaces Examined. They Are Ordered - Most Critical
First.

* * Safety Factors Are Calculated By The Modified Janbu Method * *

Failure Surface Specified By 39 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)				
1	49.22	8.20	21	140.44	41.16	
	2	54.21	7.91	22	143.94	44.73
	3	59.21	7.83	23	147.28	48.45
	4	64.20	7.96	24	150.47	52.31
	5	69.19	8.30	25	153.48	56.29
	6	74.16	8.86	26	156.32	60.41
	7	79.10	9.63	27	158.99	64.64
	8	84.00	10.61	28	161.47	68.98
	9	88.86	11.80	29	163.76	73.42
	10	93.66	13.19	30	165.86	77.96
	11	98.40	14.79	31	167.77	82.58
	12	103.07	16.59	32	169.48	87.28
	13	107.65	18.59	33	170.98	92.05
	14	112.14	20.78	34	172.28	96.88
	15	116.54	23.16	35	173.37	101.76
	16	120.83	25.72	36	174.25	106.68
	17	125.01	28.47	37	174.93	111.63
	18	129.07	31.39	38	175.38	116.61
	19	133.00	34.49	39	175.62	121.40
	20	136.79	37.74			
	***	.836	***			

T	Y	A	X	I	S	F
233.78	.00	46.76	93.51	140.27	187.03	
-----+	X .00	*-----+	-----+	-----+	-----+	-----+

	46.76	+.1	-.1	-.51	.51	.51
		.51	.51	.511	.521	.651*
	A 93.51	.6521.	.75521	..65821	..765.21	
		X 140.27	+..65542111		*	
			-.65532211			
			-.9685322 111			
			-.76854322 111			
			-.768553322 1111111			
		I 187.03	+ .966.5333222	11		
			+.9766.4433 2222			
			+.09766.4333 2222222			
			+.099666.44333555			
			+.098866644433355555			
			+.0089.66644433333			
		S 233.78	+ .008889.666444473			
			+.000889999 444			
			+.0888.999999			
			+.0888.....			
			+.008888..			
			+.88.			
		280.54	+			
			+.			
			+.			
			+.			
		F 327.29	+			
			+.			
			+.			
			+.			
		T 374.05	+			*

** PCSTABL5 **

by
Purdue University

1

--Slope Stability Analysis--
Simplified Janbu, Simplified Bishop
or Spencer's Method of Slices

Run Date: 21.12.2006
Time of Run: 11.10
Run By: SEDA
Input Data Filename: UMIT.IN
Output Filename: UMIT.OUT

PROBLEM DESCRIPTION Seda Ucuk Sevi Bishop

BOUNDARY COORDINATES

5 Top Boundaries
5 Total Boundaries

Boundary No.	X-Left (ft)	Y-Left (ft)	X-Right (ft)	Y-Right (ft)	Soil Type Below Bnd
1	.00	.00	98.43	59.06	1
2	98.43	59.06	103.34	85.31	1
3	103.34	85.31	195.21	85.31	1
4	195.21	85.31	205.05	137.80	1
5	205.05	137.80	303.48	137.80	1

1

ISOTROPIC SOIL PARAMETERS

1 Type(s) of Soil

Soil Type No.	Total Unit Wt. (pcf)	Saturated Unit Wt. (pcf)	Cohesion Intercept (psf)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param. (psf)	Pressure Constant No.	Piez. Surface
1	125.7	128.0	759.4	12.2	.00	.0	1

1

1 PIEZOMETRIC SURFACE(S) HAVE BEEN SPECIFIED

Unit Weight of Water = 62.40

Piezometric Surface No. 1 Specified by 6 Coordinate Points

Point No.	X-Water (ft)	Y-Water (ft)
1	.00	.00
2	98.43	52.50
3	103.34	78.74
4	195.21	78.74

5 205.05 131.24
 6 303.48 131.24

1

A Critical Failure Surface Searching Method, Using A Random Technique For Generating Circular Surfaces, Has Been Specified.

75 Trial Surfaces Have Been Generated.

25 Surfaces Initiate From Each Of 3 Points Equally Spaced Along The Ground Surface Between $X = .00$ ft. and $X = 103.00$ ft.

Each Surface Terminates Between $X = 195.00$ ft. and $X = 300.00$ ft.

Unless Further Limitations Were Imposed, The Minimum Elevation At Which A Surface Extends Is $Y = .00$ ft.

5.00 ft. Line Segments Define Each Trial Failure Surface.

Restrictions Have Been Imposed Upon The Angle Of Initiation. The Angle Has Been Restricted Between The Angles Of -25.0 And $.0$ deg.

Following Are Displayed The Ten Most Critical Of The Trial Failure Surfaces Examined. They Are Ordered - Most Critical First.

* * Safety Factors Are Calculated By The Modified Bishop Method * *

Failure Surface Specified By 70 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)				
1	.00	.00	23	108.63	14.78	
	2	5.00	.00	24	113.43	16.17
	3	10.00	.06	25	118.22	17.63
	4	15.00	.19	26	122.98	19.15
	5	19.99	.39	27	127.72	20.74
	6	24.99	.64	28	132.44	22.38
	7	29.98	.96	29	137.15	24.08
	8	34.96	1.35	30	141.82	25.85
	9	39.94	1.80	31	146.48	27.67
	10	44.92	2.31	32	151.11	29.55
	11	49.88	2.89	33	155.72	31.50
	12	54.84	3.53	34	160.30	33.50
	13	59.79	4.24	35	164.85	35.56
	14	64.73	5.01	36	169.38	37.68
	15	69.66	5.84	37	173.88	39.86
	16	74.58	6.74	38	178.36	42.10
	17	79.49	7.70	39	182.80	44.39
	18	84.38	8.72	40	187.21	46.74
	19	89.26	9.81	41	191.59	49.15
	20	94.13	10.96	42	195.95	51.61
	21	98.98	12.17	43	200.26	54.13
	22	103.82	13.44	44	204.55	56.70

45	208.80	59.33	58	260.73	98.31
46	213.02	62.02	59	264.44	101.66
47	217.21	64.76	60	268.11	105.06
48	221.35	67.55	61	271.73	108.50
49	225.46	70.39	62	275.31	111.99
50	229.54	73.29	63	278.85	115.53
51	233.58	76.24	64	282.33	119.11
52	237.57	79.24	65	285.78	122.74
53	241.53	82.30	66	289.17	126.41
54	245.45	85.40	67	292.52	130.12
55	249.33	88.55	68	295.82	133.88
56	253.17	91.76	69	299.07	137.68
57	256.97	95.01	70	299.18	137.80

Circle Center At X = 2.5 ; Y = 388.2 and Radius, 388.2

*** .632 ***

T	Y	A	X	I	S	F
189.68	.00	37.94	75.87	113.81	151.74	
-----+	X .00	*-----+	-----+	-----+	-----+	-----+
	1					
	1					
	1					
	1					
	1					
	1					
	37.94	1.				
	-1	-1				
	-1	-1	.			
	-1.	-1.	.			
	-1.	-1.	..			
	-1	-1	...			
	A 75.87	+ 1.	...			
	- 1.	- 1.	.....		
	- 1	- 1	.....		
	- 1	- 1	.....		
	- 11	- 11	.....	W *	W*	
	- 1	- 1	.....	..
	X 113.81	+ 1	.....	...
	- .1	- .1	.....	..
	- .14	- .14	.....	..
	- .1	- .1	.....	..
	- .11	- .11	.....	..
	- .17	- .17	.....	..
	I 151.74	+ .1	.....	.....
	- .11	- .11	.....	.....
	- .16	- .16	.....	.....
	- .12	- .12	.....	.....
	- .17	- .17	.....	.....
	- .18	- .18	.....	.....
	S 189.68	+ .118	.....	.....
	- .1	- .1	.....	W*		
	- .117	- .117	.....	.....	W*	
	- .10	- .10	.....	.....
	- .117	- .117	.....	.....
	- .17	- .17	.....	.....
	227.61	+ .15	.....	.....
	- .167	- .167	.....	.....
	- .1180	- .1180	.....	.....
	- .15	- .15	.....	.....
	- .167	- .167	.....	.....
	- .1178	- .1178	.....	.....
	F 265.55	+ .117	.....	.....
	- .147	- .147	.....	.....
	- .1268	- .1268	.....	.....
	- .11478	- .11478	.....	.....
	- .1147	- .1147	.....	.....
	- .11	- .11	.....	.....
	T 303.48	+ .11	.....	.....	W*	

** PCSTABL5 **

by
Purdue University

1

--Slope Stability Analysis--
Simplified Janbu, Simplified Bishop
or Spencer's Method of Slices

Run Date: 21.12.2006
Time of Run: 11.14
Run By: SEDA
Input Data Filename: UMIT.IN
Output Filename: SEDA.OUT

PROBLEM DESCRIPTION Ucuk Sevi Janvbu

BOUNDARY COORDINATES

5 Top Boundaries
5 Total Boundaries

Boundary No.	X-Left (ft)	Y-Left (ft)	X-Right (ft)	Y-Right (ft)	Soil Type Below Bnd
1	.00	.00	98.43	59.06	1
2	98.43	59.06	103.34	85.31	1
3	103.34	85.31	195.21	85.31	1
4	195.21	85.31	205.05	137.80	1
5	205.05	137.80	303.48	137.80	1

1

ISOTROPIC SOIL PARAMETERS

1 Type(s) of Soil

Soil Type No.	Total Unit Wt. (pcf)	Saturated Unit Wt. (pcf)	Cohesion (psf)	Friction Intercept (deg)	Friction Angle Param. (psf)	Pore Pressure Constant (psf)	Piez. Surface No.
1	125.7	128.0	759.4	12.2	.00	.0	1

1

1 PIEZOMETRIC SURFACE(S) HAVE BEEN SPECIFIED

Unit Weight of Water = 62.40

Piezometric Surface No. 1 Specified by 6 Coordinate Points

Point No.	X-Water (ft)	Y-Water (ft)
1	.00	.00
2	98.43	52.50
3	103.34	78.74
4	195.21	78.74
5	205.05	131.24
6	303.48	131.24

1

A Critical Failure Surface Searching Method, Using A Random Technique For Generating Circular Surfaces, Has Been Specified.

75 Trial Surfaces Have Been Generated.

25 Surfaces Initiate From Each Of 3 Points Equally Spaced Along The Ground Surface Between $X = .00$ ft. and $X = 103.00$ ft.

Each Surface Terminates Between $X = 195.00$ ft. and $X = 300.00$ ft.

Unless Further Limitations Were Imposed, The Minimum Elevation At Which A Surface Extends Is $Y = .00$ ft.

5.00 ft. Line Segments Define Each Trial Failure Surface.

Restrictions Have Been Imposed Upon The Angle Of Initiation. The Angle Has Been Restricted Between The Angles Of -25.0 And $.0$ deg.

- 1 Following Are Displayed The Ten Most Critical Of The Trial Failure Surfaces Examined. They Are Ordered - Most Critical First.

* * Safety Factors Are Calculated By The Modified Janbu Method * *

Failure Surface Specified By 68 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)			
1	.00	.00	27	127.54	21.53
2	5.00	.00	28	132.24	23.24
3	10.00	.07	29	136.92	25.01
4	15.00	.20	30	141.57	26.84
5	19.99	.40	31	146.20	28.73
6	24.99	.67	32	150.80	30.68
7	29.98	1.00	33	155.38	32.70
8	34.96	1.40	34	159.93	34.78
9	39.94	1.87	35	164.45	36.91
10	44.91	2.41	36	168.94	39.11
11	49.87	3.01	37	173.40	41.37
12	54.83	3.67	38	177.83	43.68
13	59.77	4.41	39	182.23	46.06
14	64.71	5.21	40	186.60	48.49
15	69.63	6.07	41	190.93	50.99
16	74.55	7.00	42	195.23	53.54
17	79.45	8.00	43	199.50	56.15
18	84.33	9.06	44	203.73	58.81
19	89.20	10.19	45	207.92	61.53
20	94.06	11.38	46	212.08	64.31
21	98.90	12.64	47	216.20	67.14
22	103.72	13.96	48	220.28	70.03
23	108.52	15.35	49	224.33	72.97
24	113.31	16.80	50	228.33	75.97
25	118.07	18.31	51	232.29	79.02
26	122.82	19.89	52	236.21	82.12

53	240.09	85.27	62	273.02	115.91
54	243.93	88.48	63	276.44	119.55
55	247.73	91.73	64	279.82	123.24
56	251.48	95.04	65	283.14	126.98
57	255.18	98.40	66	286.42	130.75
58	258.84	101.80	67	289.64	134.57
59	262.46	105.26	68	292.29	137.80
60	266.02	108.76			
61	269.54	112.31			

*** .608 ***

	Y	A	X	I	S	F	T
	.00	37.94	75.87	113.81	151.74		
189.68							
+	X	.00	*	-----+	-----+	-----+	-----+
		1					
		1					
		1					
		1					
		1					
	37.94	1.					
		-1					
		-1	.				
		-1.	.				
		-1.	..				
		-1	...				
	A	75.87	+ 1.	...			
		- 1.	.....			
		- 1.	.....			
		- 1.	.....			
		- 11.	.....	W *	W*		
		- 1.	.....		..
	X	113.81	+ 1.	.....	...
		- .1.	.....		..
		- .81.	.....		..
		- ..1.	.....		...
		- ..31.	.....		...
		- ...31.	.....		...
	I	151.74	+ .. .1.	.....	...
		- ...31.	.....		...
		- ...51.	.....		...
		- ...11.	.....		...
		- ...31.	.....		...
		- ...12.	.....		...
	S	189.68	+ ...512.	.....	...
		- ...1.	.....	W*	..		
		- ...511.	.....	..	W*		
		- ...16.	.....		..
		- ...711.	.....		..
		- ...11.	.....		..
	227.61	+ ...31.	.....		..
		- ...311.	.....		..
		- ...5126.	.....		..
		- ...11.	.....		..
		- ...511.	.....		..
		- ...3312.	.....		..
	F	265.55	+ ...311.	.....	...
		- ...311.	.....		...
		- ...8312.	.....		...
		- ...95112.	.....		...
		- ...8311.	.....		...
		- ...83.	.....		...
	T	303.48	+ ...83.	.....	W*		

** PCSTABL5 **

by
Purdue University

1

--Slope Stability Analysis--
Simplified Janbu, Simplified Bishop
or Spencer's Method of Slices

Run Date: 21.12.2006
Time of Run: 22.12
Run By: SEDA
Input Data Filename: BISHOP.IN
Output Filename: SEDA.OUT

PROBLEM DESCRIPTION seda ucuk sevi Bishop SUSUZ

BOUNDARY COORDINATES

5 Top Boundaries
5 Total Boundaries

Boundary No.	X-Left (ft)	Y-Left (ft)	X-Right (ft)	Y-Right (ft)	Soil Type Below Bnd
1	.00	.00	98.43	59.06	1
2	98.43	59.06	103.34	85.31	1
3	103.34	85.31	195.21	85.31	1
4	195.21	85.31	205.05	137.80	1
5	205.05	137.80	303.48	137.80	1

1

ISOTROPIC SOIL PARAMETERS

1 Type(s) of Soil

Soil Type No.	Total Unit Wt. (pcf)	Saturated Unit Wt. (pcf)	Cohesion Intercept (psf)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param. (psf)	Piez. Pressure Constant No.
1	125.7	128.0	759.4	12.2	.00	.0 1

1

A Critical Failure Surface Searching Method, Using A Random
Technique For Generating Circular Surfaces, Has Been Specified.

75 Trial Surfaces Have Been Generated.

25 Surfaces Initiate From Each Of 3 Points Equally Spaced
Along The Ground Surface Between $X = 0.00$ ft.
and $X = 103.00$ ft.

Each Surface Terminates Between $X = 195.00$ ft.
and $X = 300.00$ ft.

Unless Further Limitations Were Imposed, The Minimum Elevation
At Which A Surface Extends Is $Y = 0.00$ ft.

5.00 ft. Line Segments Define Each Trial Failure Surface.

Restrictions Have Been Imposed Upon The Angle Of Initiation.
The Angle Has Been Restricted Between The Angles Of -25.0
And 0.0 deg.

1

Following Are Displayed The Ten Most Critical Of The Trial
Failure Surfaces Examined. They Are Ordered - Most Critical
First.

* * Safety Factors Are Calculated By The Modified Janbu Method * *

Failure Surface Specified By 66 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)			
1	.00	.00	20	93.91	12.22
2	5.00	.00	21	98.73	13.57
3	10.00	.07	22	103.52	14.98
4	15.00	.22	23	108.30	16.47
5	19.99	.43	24	113.05	18.03
6	24.99	.72	25	117.78	19.65
7	29.97	1.08	26	122.48	21.34
8	34.95	1.51	27	127.16	23.10
9	39.93	2.01	28	131.82	24.93
10	44.90	2.58	29	136.45	26.82
11	49.85	3.23	30	141.05	28.78
12	54.80	3.94	31	145.62	30.80
13	59.74	4.73	32	150.16	32.89
14	64.67	5.59	33	154.67	35.05
15	69.58	6.52	34	159.15	37.27
16	74.48	7.52	35	163.60	39.55
17	79.36	8.59	36	168.02	41.90
18	84.23	9.73	37	172.40	44.31
19	89.08	10.94	38	176.74	46.79

39	181.05	49.32	54	240.78	94.44
40	185.32	51.92	55	244.39	97.90
41	189.56	54.58	56	247.96	101.40
42	193.75	57.30	57	251.48	104.95
43	197.91	60.08	58	254.94	108.56
44	202.02	62.92	59	258.35	112.21
45	206.10	65.81	60	261.71	115.92
46	210.13	68.77	61	265.02	119.67
47	214.12	71.79	62	268.27	123.46
48	218.07	74.86	63	271.47	127.31
49	221.97	77.98	64	274.61	131.20
50	225.82	81.17	65	277.70	135.13
51	229.63	84.41	66	279.73	137.80
52	233.39	87.70			
53	237.11	91.04			

*** .854 ***

	Y	A	X	I	S	F	T
189.68	.00	37.94	75.87	113.81	151.74		
+	X	.00	*-----+	*-----+	*-----+	*-----+	*-----+
		1					
		1					
		1					
		1					
		1					
	37.94	11					
		-1					
		-1					
		-1.					
		-16					
		-1					
	A	75.87	+ 1.				
			11				
			- 1.				
			1.				
			41.		*	*	
			16.				
	X	113.81	+ 51.				
			.11				
			.1				
			.21				
			.11				
			.16				
	I	151.74	+ .416				
			.41				
			.136				
			.511				
			.166				
			.4110				
	S	189.68	+ .9136				
			.4116		*		
			.5216			*	
			.5116				
			.74116				
			.922160				
	227.61	+ .411300					
			.44136				
			.941166				
			.8521166				
			.5421166				
			.4421166				
	F	265.55	+ .942211660				
			.5422116				
			.54221				
			.9442				
			.94				
	T	303.48	+ .				*

** PCSTABL5 **

by
Purdue University

1

--Slope Stability Analysis--
Simplified Janbu, Simplified Bishop
or Spencer's Method of Slices

Run Date: 21.12.2006
Time of Run: 22.10
Run By: SEDA
Input Data Filename: BISHOP.IN
Output Filename: SEDA.OUT

PROBLEM DESCRIPTION ucuk sevi Janbu SUSUZ

BOUNDARY COORDINATES

5 Top Boundaries
5 Total Boundaries

Boundary No.	X-Left (ft)	Y-Left (ft)	X-Right (ft)	Y-Right (ft)	Soil Type Below Bnd
1	.00	.00	98.43	59.06	1
2	98.43	59.06	103.34	85.31	1
3	103.34	85.31	195.21	85.31	1
4	195.21	85.31	205.05	137.80	1
5	205.05	137.80	303.48	137.80	1

1

ISOTROPIC SOIL PARAMETERS

1 Type(s) of Soil

Soil Type No.	Total Unit Wt. (pcf)	Saturated Unit Wt. (pcf)	Cohesion Intercept (psf)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param. (psf)	Piez. Pressure Constant (psf)
1	125.7	128.0	759.4	12.2	.00	.0

1

A Critical Failure Surface Searching Method, Using A Random Technique For Generating Circular Surfaces, Has Been Specified.

75 Trial Surfaces Have Been Generated.

25 Surfaces Initiate From Each Of 3 Points Equally Spaced
Along The Ground Surface Between $X = .00$ ft.
and $X = 103.00$ ft.

Each Surface Terminates Between $X = 195.00$ ft.
and $X = 300.00$ ft.

Unless Further Limitations Were Imposed, The Minimum Elevation
At Which A Surface Extends Is $Y = .00$ ft.

5.00 ft. Line Segments Define Each Trial Failure Surface.

Restrictions Have Been Imposed Upon The Angle Of Initiation.
The Angle Has Been Restricted Between The Angles Of -25.0
And $.0$ deg.

1

Following Are Displayed The Ten Most Critical Of The Trial
Failure Surfaces Examined. They Are Ordered - Most Critical
First.

* * Safety Factors Are Calculated By The Modified Bishop Method * *

Failure Surface Specified By 68 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	.00	.00
2	5.00	.00
3	10.00	.07
4	15.00	.20
5	19.99	.41
6	24.99	.68
7	29.97	1.03
8	34.96	1.44
9	39.93	1.91
10	44.91	2.46
11	49.87	3.07
12	54.82	3.76
13	59.76	4.51
14	64.70	5.33
15	69.62	6.21
16	74.53	7.16
17	79.42	8.18

18	84.30	9.27
19	89.17	10.42
20	94.02	11.64
21	98.85	12.93
22	103.66	14.28
23	108.46	15.70
24	113.23	17.18
25	117.98	18.73
26	122.72	20.35
27	127.43	22.02
28	132.11	23.77
29	136.78	25.57
30	141.41	27.44
31	146.02	29.38
32	150.61	31.37
33	155.16	33.43
34	159.69	35.56
35	164.19	37.74
36	168.66	39.98
37	173.09	42.29
38	177.50	44.66
39	181.87	47.08
40	186.21	49.57
41	190.51	52.11
42	194.78	54.72
43	199.01	57.38
44	203.21	60.10
45	207.37	62.88
46	211.49	65.71
47	215.57	68.60
48	219.61	71.54
49	223.61	74.55
50	227.56	77.60
51	231.48	80.71
52	235.35	83.87
53	239.18	87.09
54	242.97	90.35
55	246.71	93.67
56	250.40	97.04
57	254.05	100.46
58	257.65	103.93
59	261.20	107.45
60	264.71	111.02
61	268.16	114.63
62	271.56	118.29
63	274.92	122.00
64	278.22	125.75
65	281.47	129.55
66	284.67	133.39
67	287.82	137.28
68	288.23	137.80

Circle Center At X = 2.5 ; Y = 365.1 and Radius, 365.1

*** .889 ***

		Y	A	X	I	S	F
T							
		.00	37.94	75.87	113.81	151.74	
189.68							
-----+	X	.00	*-----+-----+-----+-----+-----				
			1				
			1				
			1				
			1				
			1				
		37.94	11				
			-1				
			-1	.			
			-1.	.			
			-1.	..			
			-1	...			
	A	75.87	+ 1.	...			
			- 12	....		
			- 1	.....		
			- 1	.....		
			- 11	.....	*	*
			- 1	.....		
	X	113.81	+ 31	.....		
			- .12	.....		
			- ..1	.....		
			- ..16	.....		
			- ..916	.....		
			- ...91	.....		
	I	151.74	+ ..12	.....		
			- ...912	.....		
			-018	.....		
			-316	.....		
			-91	.....		
			-116	.....		
	S	189.68	+0718	.....		
			-112*			
			-0316	.....			*
			-312	.....		
			-4126	.....		
			-7116	.....		
		227.61	+91228	.....		
			-91128	.....		
			-07112	.....		
			-53126	.....		
			-031226	.....		
			-9911266	.....		
	F	265.55	+9711266	.....		
			-9311266	.....		
			-931226	.....		
			-07112	.....		
			-971	.....		
			-9	.....		
	T	303.48	+*				

ÖZGEÇMİŞ

Seda ÇELLEK, 1980 yılında Samsun'da doğdu. İlkokulu Samsun ve Zile'de (Tokat) tamamladı. Orta öğrenimini Zile (Tokat) ve Amasya'da tamamladı. Lise öğrenimine Amasya ve Çorum 'da devam etti, Samsun Anadolu Atatürk Lisesinden mezun oldu. 1998-1999 öğretim yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde lisans eğitime başladı. 2003 yılında mezun oldu, aynı yıl Karadeniz Teknik Üniversitesinde yüksek lisans eğitime başladı. Ocak-2006 yılında aynı üniversitede Fen Bilimleri Enstitüsüne bağlı olarak 50-d kadrosunda Araştırma görevlisi olarak göreve başladı. İngilizce bilmektedir.