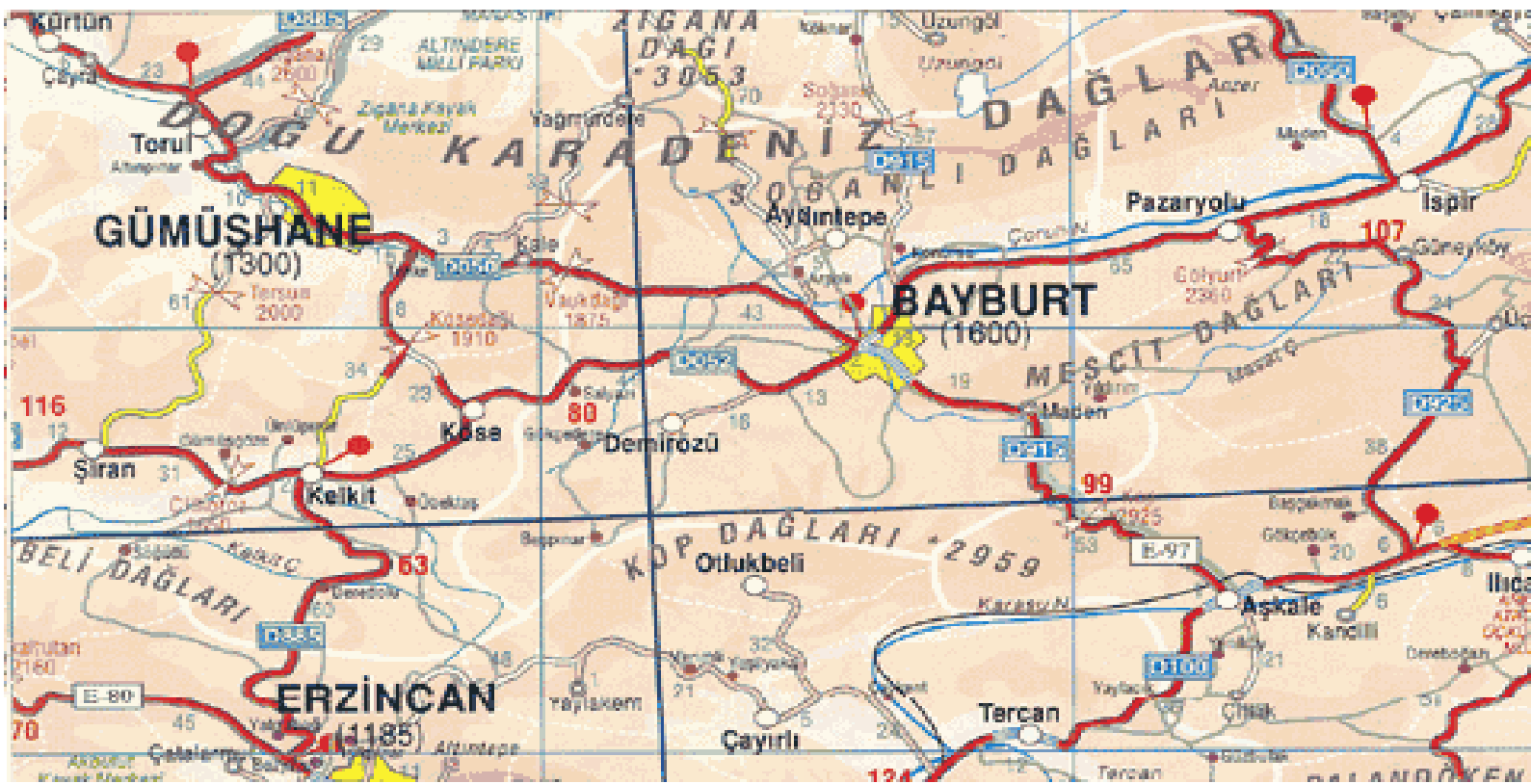




ATIK BARAJLARINDA UYGULANAN JEOTEKNİK ÇALIŞMALAR; GÜMÜŞTAŞ (GÜMÜŞHANE) ÖRNEĞİ

SELÇUK ALEMDAĞ
ERDAL GÜLDOĞAN
UĞUR ÖLGEN



Bu çalışmada; Gümüşhane ili, Organize Sanayi Bölgesinde GÜMÜŞTAŞ MADENCİLİK tarafından yapılan Kurşun -Çinko- Bakır Flatasyon tesislerine ait Atık Depolama Barajı eksen yeri olabilirliği, gövde dolgusunda kullanılan kayaların uygunluğu, göl alanına serilecek doğal kilin geçirimliliği ve kullanılacak jeosentetiklerin uygunluğu incelenmiştir.

JEOTEKNİK ÇALIŞMALAR

******EKSEN YERİ VE GÖL ALANININ GEÇİRİMLİLİĞİ***

******EKSEN YERİNİN TAŞIMA GÜCÜ***

******GÖVDE VE YAMAÇ DURAYLILIĞI***

ARAZİ ÇALIŞMALARI

- *Baraj eksen yeri ve göl alanında açılan araştırma sondajları ve gözlem kuyuları**
- *Ayrışma zonlarının belirlenmesi ve jeolojik birimlerin haritalanması**
- *Baraj gövde dolgusunda kullanılacak malzeme sahasının belirlenmesi**
- *Açılan araştırma sondajlarında BST uygulamaları**
- *Gözlem kuyularında pompaj deneyleri**
- *Gövdede kullanılan kaya dolgusunun sıkıştırılması (Silindirleme Yöntemi)**
- *Göl alanına serilen doğal kil malzemenin sıkıştırılması (Silindirleme Yöntemi)**
- *Göl alanı ve Memba Şevine Jeosentetiklerin serilmesi**

LABORATUVAR ÇALIŞMALARI

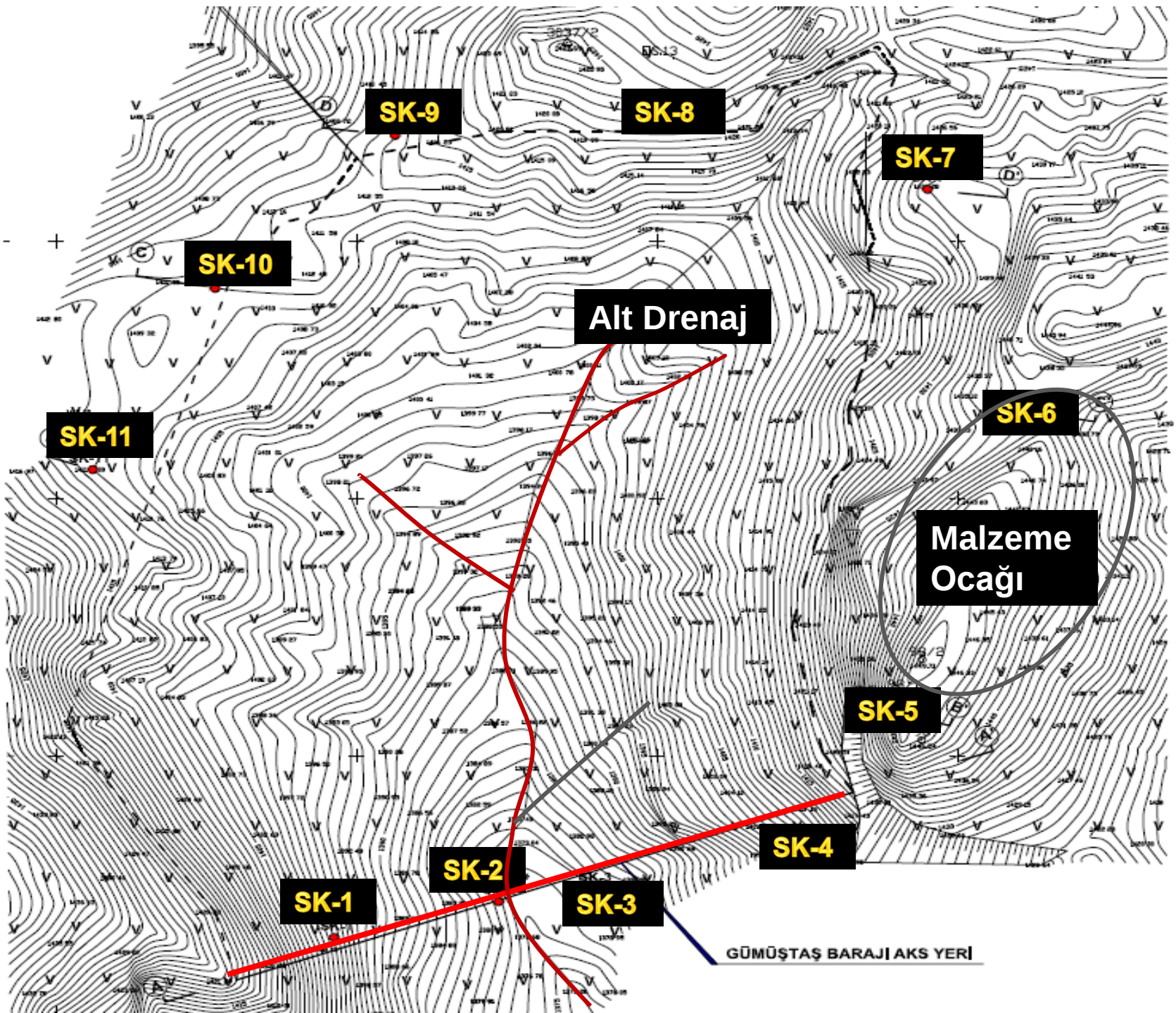
- *Gövde dolgusunda kullanılacak malzemenin Fiziko-Mekanik ve Agregat testleri**
- *Gövdenin oturacağı kayanın Fiziko-Mekanik ve Elastik özelliklerinin belirlenmesi**
- *Göl alanına serilecek kil malzemenin doğal ve sıkıştırılmış durumda geçirimsizliği**
- *Su kimyası analizleri**

4 476 700 -

4 476 600

4 476 500

H43-0-08-0-1-0



GÖVDE DOLGUSUNDA KULLANILACAK MALZEME ÖZELLİKLERİ

İnceleme alanında litolojik olarak bazalt ve aglomeralar mevcut olup bu birimlerin gövde dolgusunda kullanılabilirliği araştırılmıştır.

Bazalt ve Aglomera için yapılan testlerin standartlardaki sınır değerlerine uygunluğu

DENEY	Deney Standartları	Şartname Sınırları	Bazalt	Aglomera
Özgül ağırlık (gr/cm ³)	TS 11443	> 2.60	2.69	2.53
Hacimce su emme (%)	TS 11143	≤3.0	1.92	7.65
Tek Eksenli sıkışma dayanımı (kg/cm ²)	TS 11443	≥510	1040	310
Don Sonrası Tek Eksenli sıkışma dayanımı (kg/cm ²)	TS 10449	≥ 305	950	220
Los Angeles aşınma kaybı (%) (500 devir)	TS EN 1097-6	%40<	20.83	51
Ayrışma derecesi	BS 5930	1-2	2	4

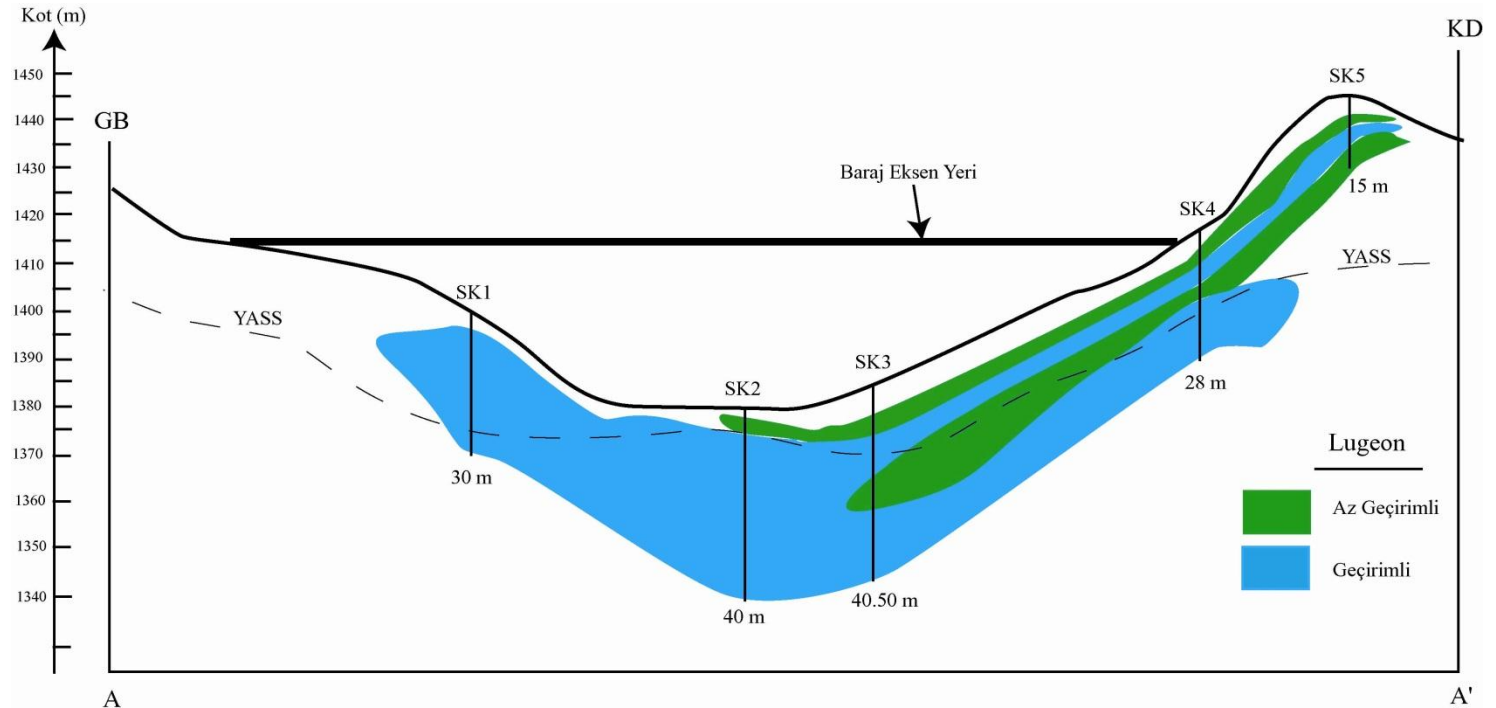
Yapılan değerlendirme sonucunda bazaltların gövde dolgusunda kullanılmasında bir sakınca olmadığı, aglomeraların ise dolgu için uygun olmadığı belirlenmiştir.



Eksen Yeri ve Göl Alanının Geçirirliiliği

İnceleme alanındaki kayaçların geçirgenlik değerlerini belirlemek için açılmış olan sondaj kuyularında basınçlı su deneyleri (BST) yapılmış olup, bazalt ve aglomeralar Lugeon Sınıflamasına göre değerlendirilmiştir.

Lugeon sınır değerleri (1/m/dak)	Kaya Sınıfı	Geçirirlilik değerlerinin dağılımı (%)
< 1	Geçirimsiz	0
1 - 5	Az Geçirirli	17
5 - 25	Geçirirli	83
> 25	Çok Geçirirli	0



Eksen Yeri ve Göl Alanında Yapılan Geçirimsizlik Çalışmaları

Öncelikle göl alanına serilecek olan doğal kil malzemenin uygun olup olmadığını belirlemek için aşağıdaki testler yapılmak zorundadır.!!!

***Malzemenin zemin sınıfı**

***Kil yüzdesi**

***Şişme potansiyeli**

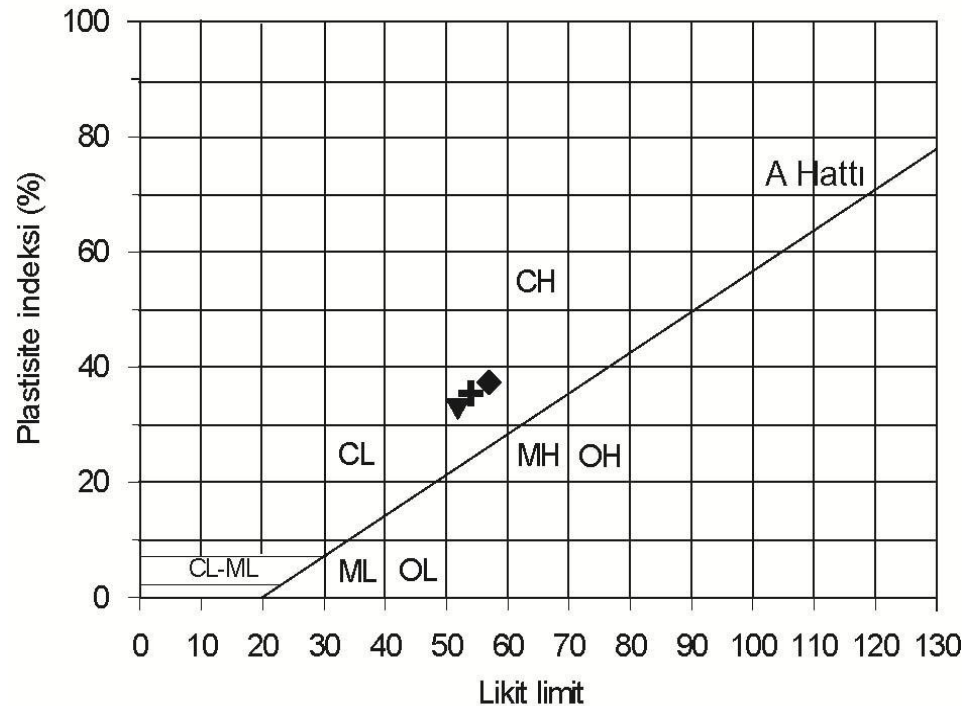
***Sıkışabilirliği**

***Geçirimsizliği**

Kıvam limitleri ve plastisite indeksi

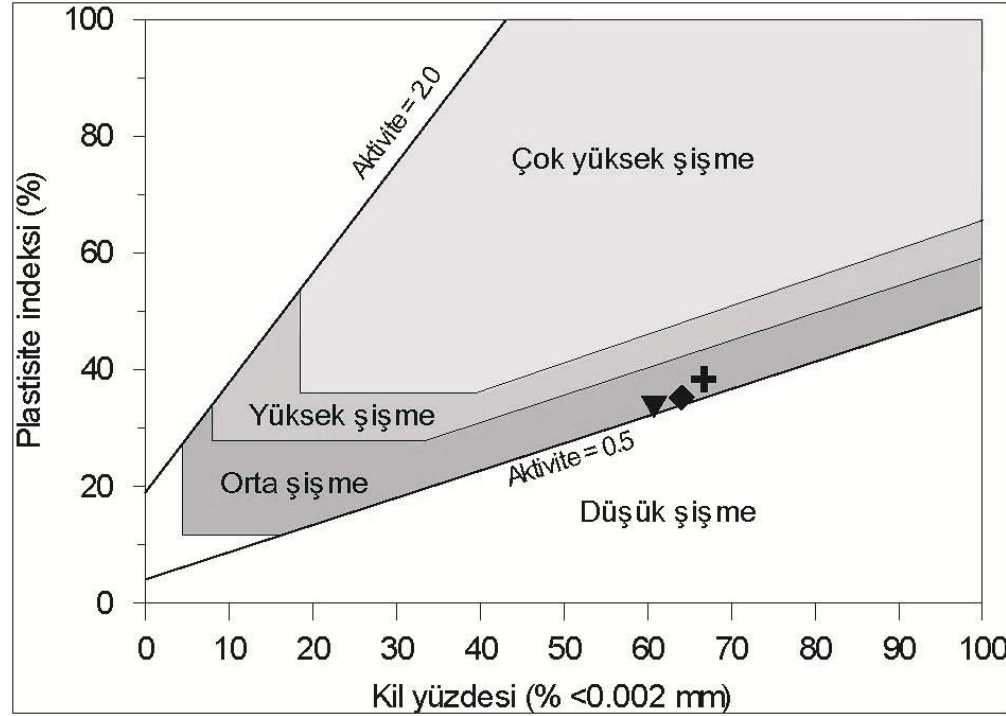
Kıvam limitleri ince taneli zeminlerin sınıflandırılmasında, aktivite ve şişme davranışlarının belirlenmesinde kullanılan temel parametrelerdir.

Kıvam limitleri ve plastisite indeksi	Değişim aralığı		Aritmetik ortalama (X)	Standart sapma (S)
	En az	En çok		
Likit limit	51	58	53	3.25
Plastik limit	16	21	18	4.34
Plastisite indeksi	35	37	35	4.12



Malzemenin Kil yüzdesi (Hidrometre analizi)

Tane boyu (%)	Değişim aralığı		Aritmetik ortalama (X)	Standart sapma (S)
	En az	En çok		
Çakıl	-	-	-	-
Kum	2	7	4	2.31
Silt	20	25	24	4.53
Kil	60	66	62	4.93



Zemin örneklerinin şişme potansiyeli abağındaki dağılımları

Geçirimlilik

Geçirimlilik deneyleri laboratuarda ASTM D 5856'ya uygun şekilde kompaksiyon kalıplı düşen seviyeli geçirimsizlik düzeneğinde yapılmıştır. Numuneler kompaksiyon kalıbında saf su kullanılarak optimum su muhtevalarında (%15), Max kuru birim hacim ağırlık (15.7 kN/m^3) ve Standart Proctor enerjisinde sıkıştırılmıştır.

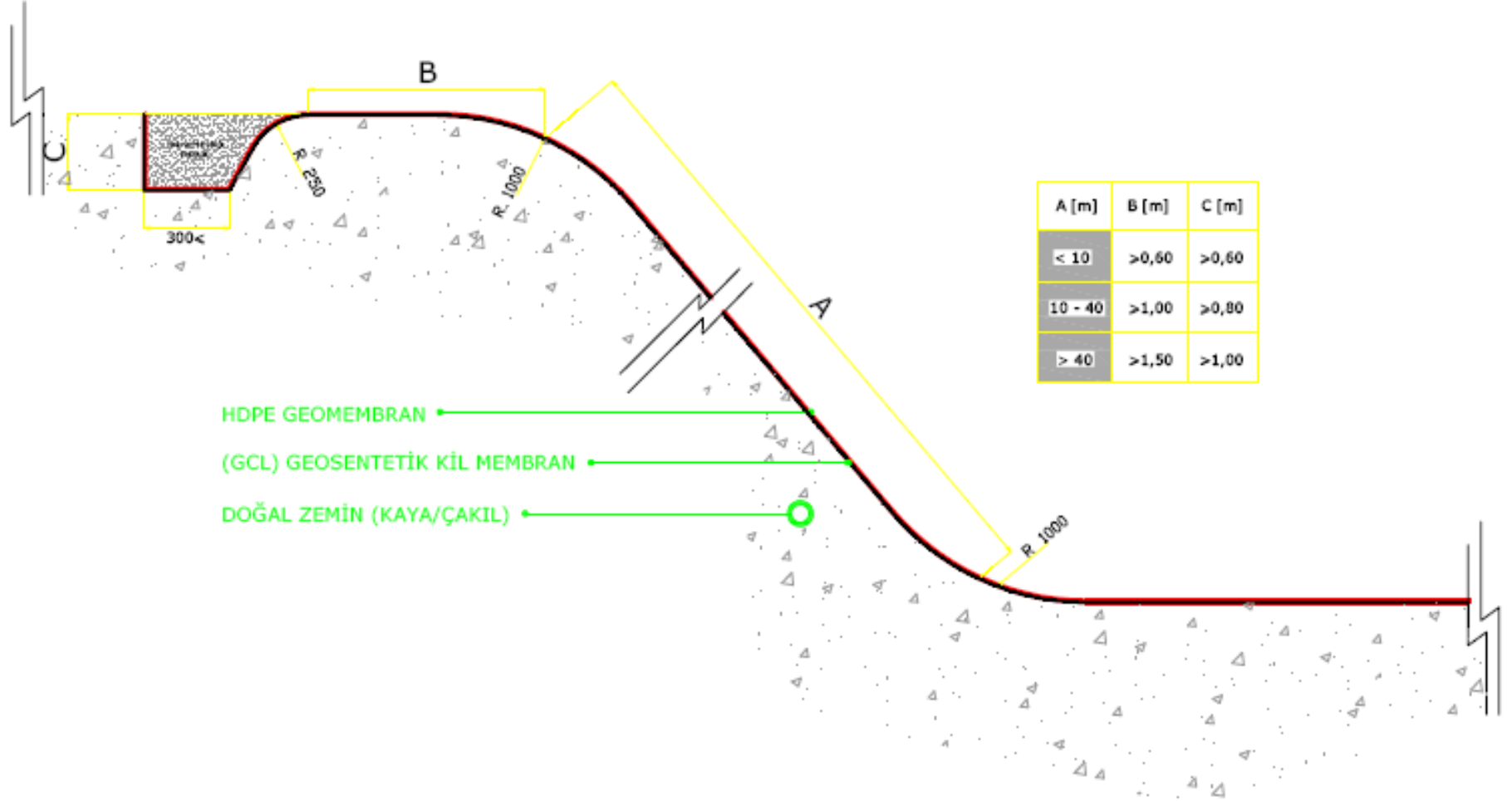
Yapılan deneyler sonucunda doğal haldeki ortalama geçirimsizlik katsayısı $1.05 \times 10^{-6} \text{ m/sn}$ olarak, sıkıştırılmış haldeki geçirimsizlik katsayısı değeri $1.21 \times 10^{-9} \text{ m/sn}$ olarak belirlenmiştir.

Bu da bize uygun şekilde sıkıştırılan kilin geçirimsiz malzeme olarak kullanılabilirliğini göstermektedir.



Göl alanına serilen doğal kilin silindir ile sıkıştırılması





ölçeksizdir

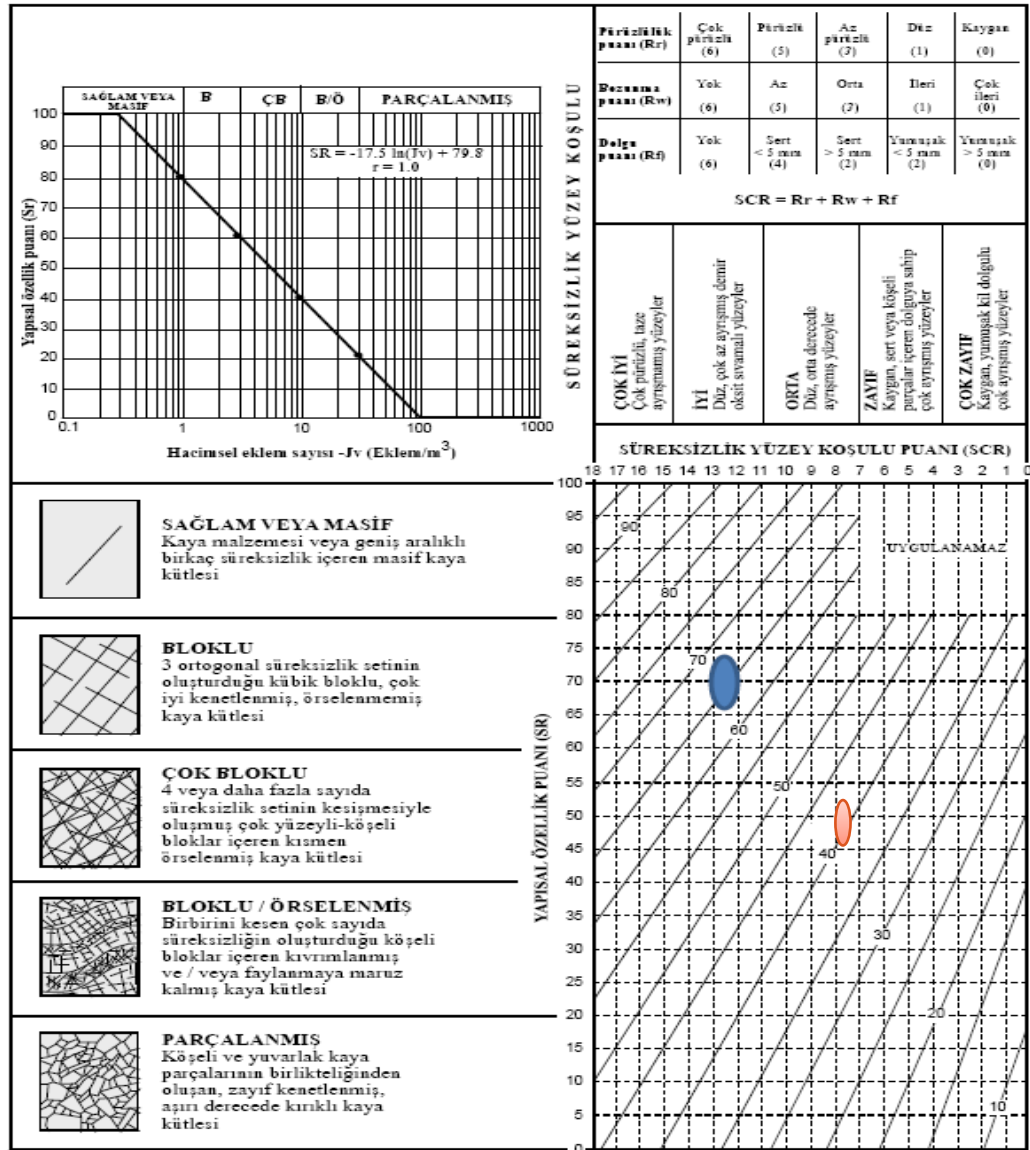






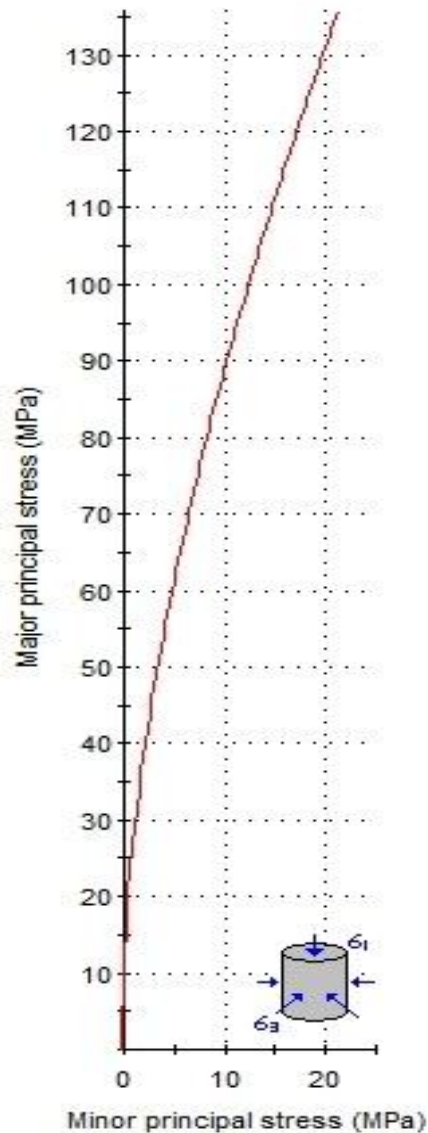
BARAJ EKSEN YERİNİN TAŞIMA GÜCÜ

Bazalt ve aglomera kaya kütlelerine ait Jeolojik Dayanım İndeksi (GSI) değerini belirlemek için Sönmez ve Ulusay (2002) tarafından önerilen sayısal sınıflama abağı kullanılmıştır. Jeolojik Dayanım İndeksi sınıflama sistemine göre bazalt kaya kütesine ait GSI değerinin 60-65 arasında, Aglomeraların ise 40-45 aralığında değiştiği belirlenmiştir. Kaya kütesine ait özellikler ise Hoek-Brown (Hoek vd, 2002) yenilme kriteri ile belirlenmiştir. Kaya kütesine ait deformasyon modülü, çekme dayanımı, tek eksenli sıkışma dayanımı, kohezyon ve içsel sürtünme açısı değerleri belirlenmiştir.



Bazalt kaya kütlesinin Sönmez ve Ulusay (2002) tarafından önerilen (Jeolojik Dayanım İndeksi) GSI sistemi ağına göre değerlendirilmesi.

Bazaltlara ait kaya kütle özellikleri



Analysis of Rock/Soil Strength using RocData

Hoek-Brown Classification

intact uniaxial compressive strength = 85 MPa
GSI = 65 $m_i = 25$ Disturbance factor = 0

Hoek-Brown Criterion

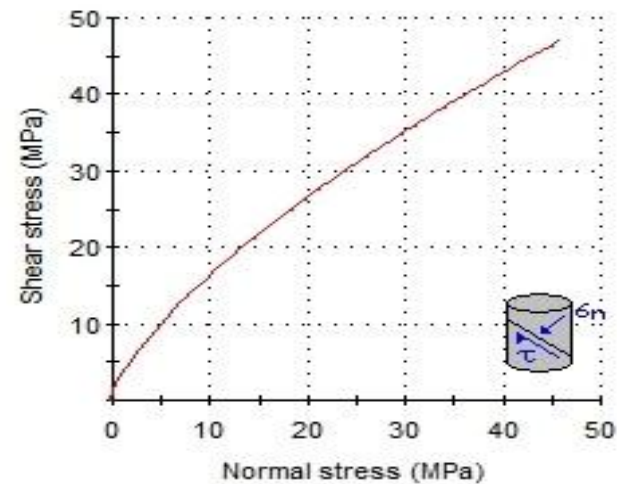
$m_b = 7.163$ $s = 0.0205$ $a = 0.502$

Mohr-Coulomb Fit

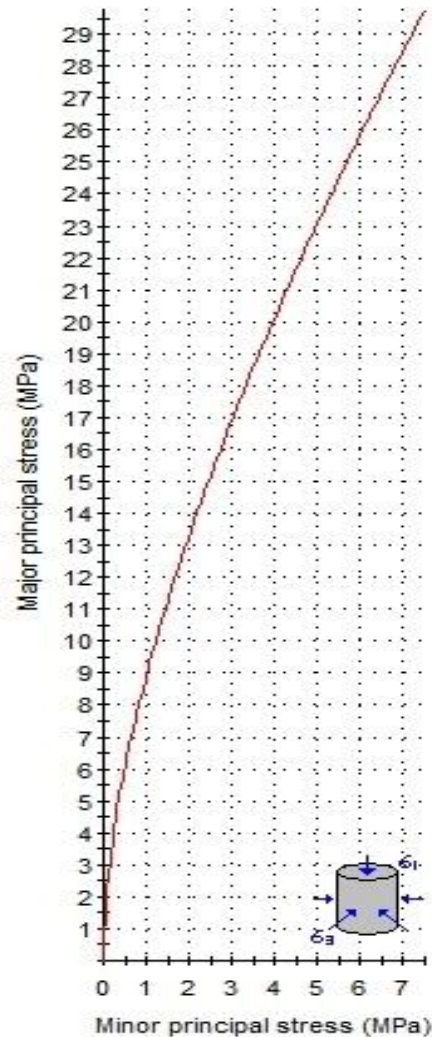
cohesion = 6.837 MPa friction angle = 42.93 deg

Rock Mass Parameters

tensile strength = -0.243 MPa
uniaxial compressive strength = 12.068 MPa
global strength = 31.393 MPa
modulus of deformation = 21862.99 MPa



Aglomeralara ait kaya kütle özellikleri



Analysis of Rock/Soil Strength using RocData

Hoek-Brown Classification

intact uniaxial compressive strength = 30 MPa

GSI = 40 m_i = 19 Disturbance factor = 0

Hoek-Brown Criterion

m_b = 2.229 s = 0.0013 a = 0.511

Mohr-Coulomb Fit

cohesion = 1.567 MPa friction angle = 33.02 deg

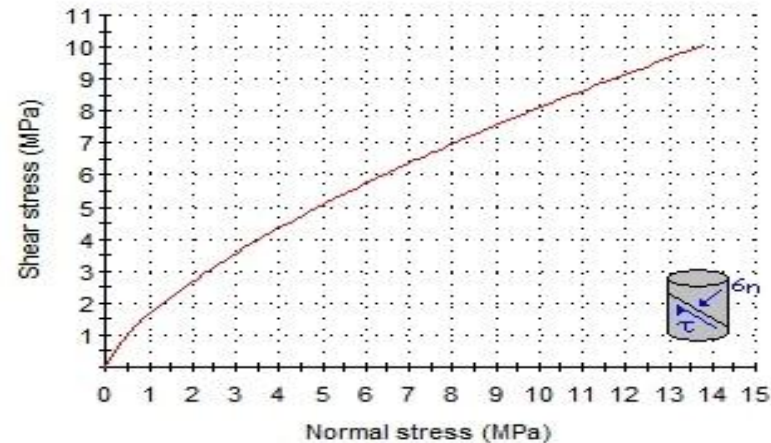
Rock Mass Parameters

tensile strength = -0.017 MPa

uniaxial compressive strength = 0.992 MPa

global strength = 5.776 MPa

modulus of deformation = 3080.07 MPa



Eksen yerinde yapılan kaya kütle değerlendirmeleri sonucunda Güvenlik katsayısının 5 alınması durumunda bazaltların taşıma gücü **6 MPa** değerinde, aglomeraların ise **1.1 MPa** değerinde olduğu belirlenmiştir. Baraj gövdesinde kullanılan kaya dolgu bazaltlardan oluşup, özgül ağırlığı 27 kN/m^3 tür. Gövde yüksekliğinin 20m olduğu durumda eksen yerinde oluşacak düşey gerilme **0.05 MPa** dır. Sonuç olarak bazalt ve aglomeralar taşıma gücü açısından bir problem teşkil etmemektedir. Yapım aşamasında gövdede farklı oturmalara sebebiyet vermemek için aglomeralar sıyırılıp gövde bazaltlar üzerine oturtulmuştur.

BARAJ GÖVDESİNİN DURAYLILIĞI

Şev duraylılık analizlerinde en yüksek gövde kesitleri kullanılmış olup, analizler SLIDE adlı Limit Denge Programında yapılmıştır.

Memba ve Mansap şev eğimleri 2Y:1D olarak (26°) alınmıştır.

Gövde Dolgusu Malzeme Özellikleri

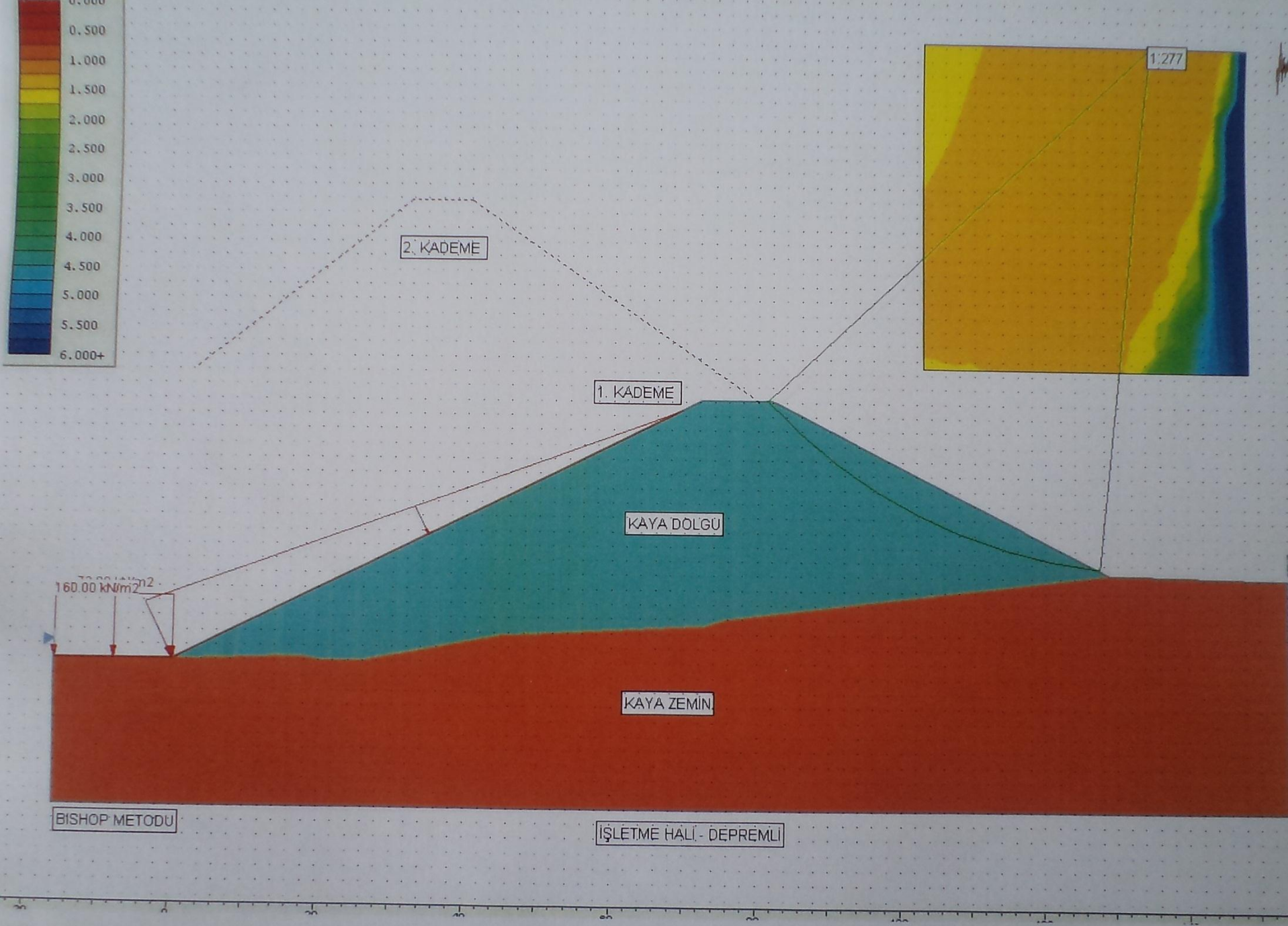
$$\gamma = 27 \text{ kN/m}^3$$

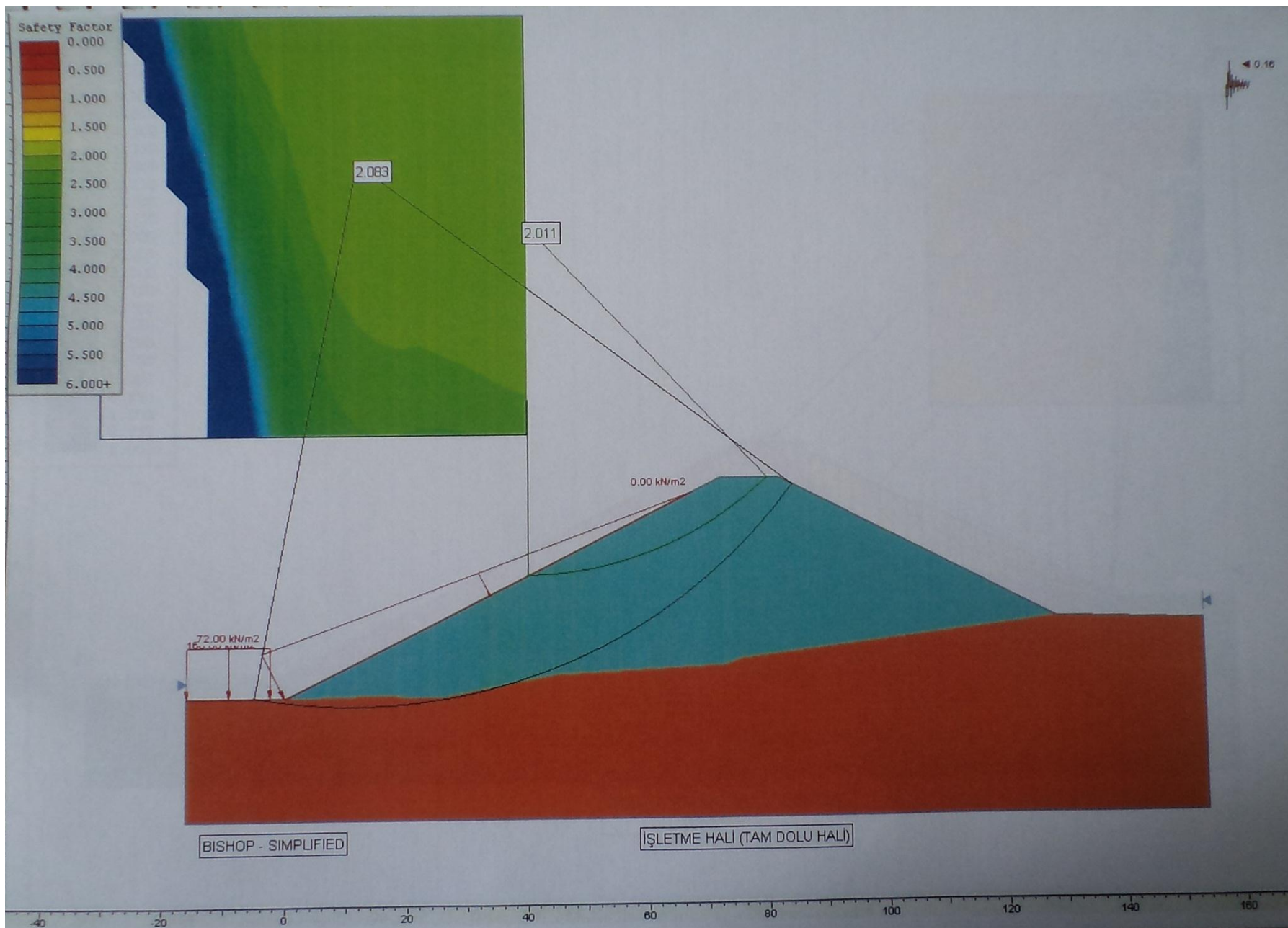
$$\phi = 38^\circ$$

$$c = 5 \text{ kPa}$$

Yatay deprem yer ivmesi $a = 0.16 \text{ g}$ olarak alınmıştır.

Analizlerde göl alanının tamamen atık malzeme ile dolduğu varsayılarak analizler gerçekleştirilmiştir.





SONUÇLAR

***Kaya kütlesinde yapılan basınçlı su deneyi verileri Lugeon cinsinden değerlendirilmiş ve atık barajı eksen yeri ve göl alanındaki birimlerin derinlik ve yanal dağılımda geçirimli özellikte olduğu belirlenmiştir.**

***Yapılan kil analizleri dikkate alındığında; göl alanında kullanılması planlanan kilin geçirimsizlik, sıkıştırma ve şişme potansiyeli açısından uygun olduğu belirlenmiştir. Ayrıca göl alanında kullanılan jeosentetikler sayesinde göl alanı ve eksen yerinde herhangi bir geçirimlilik beklenmemektedir.**

***Kaya kütle mühendislik özellikleri değerlendirildiğinde baraj gövdesinin oturacağı bazaltların taşıma gücünün 6 MPa olduğu hesaplanmış olup, bu değer baraj gövdesinin oturacağı alan için oldukça güvenlidir.**

*** Kaya dolgu baraj gövdesi için yapılan memba ve mansap şev analizleri değerlendirildiğinde duraysızlık açısından bir problem söz konusu değildir.**

SABIRLA DİNLEDİĞİNİZ İÇİN TEŞEKKÜRLER

SELÇUK ALEMDAĞ
ERDAL GÜLDOĞAN
UĞUR ÖLGEN

