

**KİL ÇEKİRDEKLİ KAYA DOLGU ALTERNATİFİNİN
GÖVDE TİP SEÇİMİ ÇALIŞMALARINDA
DEĞERLENDİRİLMESİ**

İnş. Müh. Esra GÜLTEN

**Yüksek Lisans Tezi
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Doç. Dr. Nihat KAYA
TEMMUZ-2018**

T.C
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KİL ÇEKİRDEKLİ KAYA DOLGU ALTERNATİFİNİN GÖVDE TİP SEÇİMİ
ÇALIŞMALARINDA DEĞERLENDİRİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Esra GÜLTEN

(151115102)

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 05 Temmuz 2018

Tezin Savunulduğu Tarih : 27 Temmuz 2018

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Nihat KAYA (F.Ü)

Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Muhammed Emin EMİROĞLU (F.Ü)

Doç. Dr. Ö. Faruk DURSUN (İnönü Üni.)

TEMMUZ-2018

ÖNSÖZ

Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Bölümü Hidrolik Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi kapsamında bilgi ve tecrübeleri ile bana yol gösteren ve katkılarını hiç esirgemeyen değerli tez yöneticim Doç. Dr. Nihat KAYA' ya teşekkür ederim.

Tez çalışmamda ele aldığım Gümüşhane-Kelkit Deredolu Göleti gövde tip analizi için elindeki verileri benimle paylaşan DSİ 22. Bölge Müdürlüğü teknik personeline değerli katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Tez çalışmamda, şev stabilite analizlerinde GeoStudio Slope/W programının demosunu internetten indirip, kullandığım için program yöneticilerine teşekkür ederim.

Hayatımın her aşamasında bana her konuda destek olan, lisans ve yüksek lisans eğitimim boyunca maddi ve manevi hiçbir fedakârlıktan kaçınmayan sevgili aileme teşekkür ederim.

Ayrıca, manevi desteğini ve yardımlarını eksik etmeyen, her zaman yanımda ve arkamda duran meslektaşım sevgili eşime katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Esra GÜLTEN
ELAZIĞ – 2018

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	II
İÇİNDEKİLER	III
ÖZET	V
SUMMARY	VI
ŞEKİLLER LİSTESİ	VII
TABLolar LİSTESİ	XI
KISALTMALAR	XII
SEMBOLLER LİSTESİ	XIII
1. GİRİŞ	1
2. BARAJLAR	2
2.1 Tarihçe	2
2.2 Barajların Yapım Amaçları	3
2.3 Barajların Sınıflandırılması	3
2.4 Baraj Yerinin Seçimi	5
2.5 Baraj Tip Seçimi	5
2.5.1 Topoğrafya	5
2.5.2 Jeolojik ve Litolojik Yapı	5
2.5.3 Malzeme Ocaklarının Uzaklığı	6
2.5.4 İskân, İstimlâk ve Altyapı	6
2.5.5 Ulaşım ve Personel İmkânı	6
2.5.6 Çevresel Etkiler	6
2.5.7 Taşkın Durumu	7
2.5.8 İnşaat Süresi	7
2.5.9 Rantabilite	7
2.5.10 Derivasyon	7
2.5.11 Emniyet ve Ekonomik Analiz	7
3. MATERYAL ve METOT	8
3.1 Deredolu Göleti	8
3.1.1 Karakteristik Özellikleri	8
3.1.2 Jeolojik Özellikler	12
3.1.3 Deprem Durumu	15
3.1.4 Hidrolojik Özellikler	17

3.1.5	İskân ve İstimlâk.....	18
3.1.6	Tarım	19
3.1.7	Ulaşım.....	21
3.2	Şev Stabilite Analizinde Kullanılan Metot.....	21
3.2.1	GeoStudio Paket Programı	21
3.2.2	Stabilite Analizi Yapılacak Kesitin Modellenmesi	22
3.2.3	Modelin Çözümü	26
4.	DEREDOLU GÖLETİNİN FARKLI GÖVDE TİPİ ALTERNATİFLERİNİN ANALİZLERİ.....	28
4.1	Ekonomik Analiz.....	28
4.1.1	Kil Çekirdekli Kaya Dolgu Tipi Alternatifi	28
4.1.2	Homojen Kil Dolgu Tipi Alternatifi.....	43
4.1.3	Kil Çekirdekli Kum-Çakıl Dolgu Tipi Alternatifi.....	58
4.1.4	Seçilen Alternatiflerin Maliyetlerinin Değerlendirilmesi.....	73
4.2	Seçilen Alternatiflerin Şev Stabilite Analizi	73
4.2.1	Kil Çekirdekli Kaya Dolgu Alternatifi	74
4.2.2	Homojen Kil Dolgu Alternatifi.....	88
4.2.3	Kil Çekirdekli Kum-Çakıl Dolgu Alternatifi.....	101
4.2.4	Seçilen Alternatiflerin Şev Stabilitelerinin Değerlendirilmesi.....	114
4.3	Malzeme İhtiyaç-Uzaklık Analizi	117
4.3.1	Geçirimsiz Malzeme Ocakları	117
4.3.1.1	A Geçirimsiz Malzeme Ocağı	117
4.3.2	Geçirimli Malzeme Ocakları	119
4.3.2.1	C Geçirimli Malzeme Ocağı	119
4.3.3	Kaya Malzeme Ocakları	121
4.3.3.1	Kaya I Malzeme Ocağı.....	121
4.3.4	Alternatiflerin Malzeme ve Nakliye Maliyetlerinin Değerlendirilmesi	123
5.	SONUÇ	126
	KAYNAKLAR.....	127
	ÖZGEÇMİŞ	127

ÖZET

Göletler, bir akarsu vadisini kapatıp arkasında su biriktiren; enerji üretimi, içme, sulama, sanayi suyu temini ve akarsuların düzenlenmesi gibi birçok amaca hizmet eden ekonomik faydası büyük olan küçük barajlardır.

Bir gölet yapımında birden fazla gövde tipinin seçimi mümkündür. Bu nedenle gövde tipi seçilirken yapılış amacına, emniyetli ve ekonomik olmasına dikkat edilerek gerekli parametreler incelenip en uygununa karar verilmesi gerekmektedir.

Gövde tipinin seçilmesi için, gölet yerinin seçilmesi, jeolojik, hidrolojik, topoğrafik araştırmaların yapılması, malzeme ocaklarının tayini, malzeme yeterliliğinin ölçülmesi, çevresel etkilerinin değerlendirilmesi ve ekonomik olarak uygunluk gerekmektedir.

Bu çalışmada, Türkiye'nin Karadeniz Bölgesinde yer alan Gümüşhane ilinin Kelkit İlçesinin Deredolu Beldesinde sulama amacıyla yapılan Deredolu Göleti gövde tip seçim faktörlerinin incelenmesi amacıyla ele alınmıştır.

Kil Çekirdekli Kaya Dolgu gövde tipinde yapımına devam edilen Deredolu Göleti'nin farklı gövde tipinde alternatifleri oluşturulmuş ve mevcut tip ekonomik ve GeoStudio programı yardımıyla şev stabilitesi açısından diğerleriyle kıyas edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Göletler, Gövde Tip Seçimi, GeoStudio, Ekonomik Analiz

SUMMARY

Evaluation of Clay Core Rock Fill Alternatives in Small Dam Type Selection Studies

Small dams, cover river valley to collect water; are structures that serve purposes like; energy generation, supply of drinking, irrigation, industrial water and also regulation of stream flow.

It is possible to choose multiple types of body when constructing a small dam. For this reason; aim of build, safety and feasibility of dam must be considered with required parameters to choose the most suitable type of body.

In order to choose the type of the dam; location of small dam, geological, hydrological, topographical surveys, quarry assignment, quarry reserve measurement, environmental impact assessment and economic feasibility are required.

This study analyzes body type selection factors of Deredolu Small Dam; located in Deredolu Township, Kelkit District, Gümüşhane City, Blacksea Region, Turkey. This small dam has been constructed for irrigation.

Deredolu Small Dam which is under construction has Rock Filled Clay Core body type. Various types have been formed and comparison of each type is made by analyzing economic feasibility and slope stability using GeoStudio Software.

Keywords: Small Dams, Body Type Selection, GeoStudio, Economic Analysis

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1. Deredolu göletinin yeri	9
Şekil 3.2. Proje alanı deprem bölgeleri haritası (Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, 1996)....	16
Şekil 3.3. Proje alanı diri fay haritası (MTA, 1992).	17
Şekil 3.4. “Set Unit and Scale” komutu ile yapılacak işlemler	23
Şekil 3.5. “Grid” komutu ile yapılacak işlemler	23
Şekil 3.6. “KeyIn Analyses” komutuyla yapılan işlemler.....	24
Şekil 3.7. Sistemin geometrisini oluşturmak için noktaların girilmesi	25
Şekil 3.8. Malzemenin temel mühendislik parametrelerinin belirlenmesi.....	26
Şekil 3.9. Malzemenin model üzerinde atanması için gereken işlem.	26
Şekil 3.10. Sistemin çözülmesi için gereken işlem.	27
Şekil 4.1. Kil çekirdekli kaya dolgu tip kesiti	29
Şekil 4.2. Gölet vaziyet planı (kil çekirdekli kaya dolgu).....	30
Şekil 4.3. Kesit 1 (1/250 ölçekli).....	31
Şekil 4.4. Kesit 2 (1/250 ölçekli).....	32
Şekil 4.5. Kesit 3 (1/250 ölçekli).....	33
Şekil 4.6. Kesit 4 (1/250 ölçekli).....	34
Şekil 4.7. Kesit 5 (1/250 ölçekli).....	35
Şekil 4.8. Kesit 6 (1/250 ölçekli).....	36
Şekil 4.9. Metraj alan hesaplama – Kesit 1	37
Şekil 4.10. Metraj alan hesaplama – Kesit 2	37
Şekil 4.11. Metraj alan hesaplama – Kesit 3	38
Şekil 4.12. Metraj alan hesaplama – Kesit 4	38
Şekil 4.13. Metraj alan hesaplama – Kesit 5	39
Şekil 4.14. Metraj alan hesaplama – Kesit 6	39
Şekil 4.15. Metraj alan hesaplama – Örnek kesit	40
Şekil 4.16. Homojen kil dolgu tip kesiti.....	44
Şekil 4.17. Gölet vaziyet planı (homojen kil dolgu)	45
Şekil 4.18. Kesit 1 (1/250 ölçekli).....	46
Şekil 4.19. Kesit 2 (1/250 ölçekli).....	47

Şekil 4.20. Kesit 3 (1/250 ölçekli).....	48
Şekil 4.21. Kesit 4 (1/250 ölçekli).....	49
Şekil 4.22. Kesit 5 (1/250 ölçekli).....	50
Şekil 4.23. Kesit 6 (1/250 ölçekli).....	51
Şekil 4.24. Metraj alan hesaplama – Kesit 1	52
Şekil 4.25. Metraj alan hesaplama – Kesit 2	52
Şekil 4.26. Metraj alan hesaplama – Kesit 3	53
Şekil 4.27. Metraj alan hesaplama – Kesit 4	53
Şekil 4.28. Metraj alan hesaplama – Kesit 5	54
Şekil 4.29. Metraj alan hesaplama – Kesit 6	54
Şekil 4.30. Metraj alan hesaplama – Örnek kesit	55
Şekil 4.31. Kil çekirdekli kum-çakıl dolgu tip kesiti	59
Şekil 4.32. Gölet vaziyet planı (kil çekirdekli kum-çakıl dolgu)	60
Şekil 4.33. Kesit 1 (1/250 ölçekli).....	61
Şekil 4.34. Kesit 2 (1/250 ölçekli).....	62
Şekil 4.35. Kesit 3 (1/250 ölçekli).....	63
Şekil 4.36. Kesit 4 (1/250 ölçekli).....	64
Şekil 4.37. Kesit 5 (1/250 ölçekli).....	65
Şekil 4.38. Kesit 6 (1/250 ölçekli).....	66
Şekil 4.39. Metraj alan hesaplama – Kesit 1	67
Şekil 4.40. Metraj alan hesaplama – Kesit 2	67
Şekil 4.41. Metraj alan hesaplama – Kesit 3	68
Şekil 4.42. Metraj alan hesaplama – Kesit 4	68
Şekil 4.43. Metraj alan hesaplama – Kesit 5	69
Şekil 4.44. Metraj alan hesaplama – Kesit 6	69
Şekil 4.45. Metraj alan hesaplama – Örnek kesit	70
Şekil 4.46. Gümüşhane-Kelkit Deredolu Göleti gövde stabilite analizi memba şevi inşaat sonu durumu stabilitesi	77
Şekil 4.47. Gümüşhane-Kelkit Deredolu Göleti gövde stabilite analizi mansap şevi inşaat sonu durumu stabilitesi	78
Şekil 4.48. Gümüşhane-Kelkit Deredolu Göleti gövde stabilite analizi memba şevi inşaat sonu - deprem durumu stabilitesi	79

Şekil 4.49. Gümüşhane-Kelkit Deredolu Göleti gövde stabilite analizi mansap şevi inşaat sonu - deprem durumu stabilitesi	80
Şekil 4.50. Gümüşhane-Kelkit Deredolu Göleti gövde stabilite analizi memba şevi işletme durumu stabilitesi	81
Şekil 4.51. Gümüşhane-Kelkit Deredolu Göleti gövde stabilite analizi mansap şevi işletme durumu stabilitesi	82
Şekil 4.52. Gümüşhane-Kelkit Deredolu Göleti gövde stabilite analizi memba şevi işletme - deprem durumu stabilitesi	83
Şekil 4.53. Gümüşhane-Kelkit Deredolu Göleti gövde stabilite analizi mansap şevi işletme - deprem durumu stabilitesi	84
Şekil 4.54. Gümüşhane-Kelkit Deredolu Göleti gövde stabilite analizi memba şevi ani boşalma durumu stabilitesi	85
Şekil 4.55. Gümüşhane-Kelkit Deredolu Göleti gövde stabilite analizi toplam düşey gerilme değerleri (kPa)	86
Şekil 4.56. Gümüşhane-Kelkit Deredolu Göleti gövde stabilite analizi toplam düşey deplasman değerleri (m)	87
Şekil 4.57. Gümüşhane-Kelkit Deredolu Göleti gövde stabilite analizi memba şevi inşaat sonu durumu stabilitesi	90
Şekil 4.58. Gümüşhane-Kelkit Deredolu Göleti gövde stabilite analizi mansap şevi inşaat sonu durumu stabilitesi	91
Şekil 4.59. Gümüşhane-Kelkit Deredolu Göleti gövde stabilite analizi memba şevi inşaat sonu - deprem durumu stabilitesi	92
Şekil 4.60. Gümüşhane-Kelkit Deredolu Göleti gövde stabilite analizi mansap şevi inşaat sonu - deprem durumu stabilitesi	93
Şekil 4.61. Gümüşhane-Kelkit Deredolu Göleti gövde stabilite analizi memba şevi işletme durumu stabilitesi	94
Şekil 4.62. Gümüşhane-Kelkit Deredolu Göleti gövde stabilite analizi mansap şevi işletme durumu stabilitesi	95
Şekil 4.63. Gümüşhane-Kelkit Deredolu Göleti gövde stabilite analizi memba şevi işletme - deprem durumu stabilitesi	96
Şekil 4.64. Gümüşhane-Kelkit Deredolu Göleti gövde stabilite analizi mansap şevi işletme - deprem durumu stabilitesi	97

Şekil 4.65. Gümüşhane-Kelkit Deredolu Göleti gövde stabilite analizi memba şevi ani boşalma durumu stabilitesi	98
Şekil 4.66. Gümüşhane-Kelkit Deredolu Göleti gövde stabilite analizi toplam düşey gerilme değerleri (kPa)	99
Şekil 4.67. Gümüşhane-Kelkit Deredolu Göleti gövde stabilite analizi toplam düşey deplasman değerleri (m)	100
Şekil 4.68. Gümüşhane-Kelkit Deredolu Göleti gövde stabilite analizi memba şevi inşaat sonu durumu stabilitesi	103
Şekil 4.69. Gümüşhane-Kelkit Deredolu Göleti gövde stabilite analizi mansap şevi inşaat sonu durumu stabilitesi	104
Şekil 4.70. Gümüşhane-Kelkit Deredolu Göleti gövde stabilite analizi memba şevi inşaat sonu - deprem durumu stabilitesi	105
Şekil 4.71. Gümüşhane-Kelkit Deredolu Göleti gövde stabilite analizi mansap şevi inşaat sonu - deprem durumu stabilitesi	106
Şekil 4.72. Gümüşhane-Kelkit Deredolu Göleti gövde stabilite analizi memba şevi işletme durumu stabilitesi	107
Şekil 4.73. Gümüşhane-Kelkit Deredolu Göleti gövde stabilite analizi mansap şevi işletme durumu stabilitesi	108
Şekil 4.74. Gümüşhane-Kelkit Deredolu Göleti gövde stabilite analizi memba şevi işletme - deprem durumu stabilitesi	109
Şekil 4.75. Gümüşhane-Kelkit Deredolu Göleti gövde stabilite analizi mansap şevi işletme - deprem durumu stabilitesi	110
Şekil 4.76. Gümüşhane-Kelkit Deredolu Göleti gövde stabilite analizi memba şevi ani boşalma durumu stabilitesi	111
Şekil 4.77. Gümüşhane-Kelkit Deredolu Göleti gövde stabilite analizi toplam düşey gerilme değerleri (kPa)	112
Şekil 4.78. Gümüşhane-Kelkit Deredolu Göleti gövde stabilite analizi toplam düşey deplasman değerleri (m)	113
Şekil 4.79. GeoStudio programı yardımıyla yapılan şev stabilite analiz sonuçlarının karşılaştırılması (membra şevi)	115
Şekil 4.80. GeoStudio programı yardımıyla yapılan şev stabilite analiz sonuçlarının karşılaştırılması (mansap şevi)	116

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 3.1. Deredolu göleti genel karakteristikleri (Tractebel Engineering, 2014).	10
Tablo 4.1. Kil çekirdekli kaya dolgu tip alternatifi metraj tablosu	41
Tablo 4.2. Kil çekirdekli kaya dolgu tip alternatifi keşif özeti	42
Tablo 4.3. Homojen kil dolgu tip alternatifi metraj tablosu	56
Tablo 4.4. Homojen kil dolgu tip alternatifi keşif özeti.....	57
Tablo 4.5. Kil çekirdekli kum-çakıl dolgu tip alternatifi metraj tablosu	71
Tablo 4.6. Kil çekirdekli kum-çakıl dolgu tip alternatifi keşif özeti	72
Tablo 4.7. Keşif özetleri kıyaslama	73
Tablo 4.8. Hesaplarda kullanılan malzeme parametreleri	74
Tablo 4.9. Analizlerde elde edilen güvenlik sayıları	75
Tablo 4.10. Hesaplarda kullanılan malzeme parametreleri	88
Tablo 4.11. Analizlerde elde edilen güvenlik sayıları	89
Tablo 4.12. Hesaplarda kullanılan malzeme parametreleri	101
Tablo 4.13. Analizlerde elde edilen güvenlik sayıları	102
Tablo 4.14. A geçirimsiz malzeme ocağı laboratuvar deneyleri özet tablosu (Tractebel Engineering, 2014).	118
Tablo 4.15. C geçirimli malzeme ocağı laboratuvar deneyleri özet tablosu (Tractebel Engineering, 2014)	120
Tablo 4.16. Kaya I malzeme ocağı laboratuvar deneyleri özet tablosu (Tractebel Engineering, 2014)	122
Tablo 4.17. Belirlenen malzeme alanlarının özellikleri.....	123
Tablo 4.18. Kil çekirdekli kaya dolgu alternatifi nakliye keşif özeti.....	123
Tablo 4.19. Homojen kil dolgu alternatifi nakliye keşif özeti	124
Tablo 4.20. Kil çekirdekli kum-çakıl dolgu alternatifi nakliye keşif özeti	124
Tablo 4.21. Alternatiflerin nakliye keşif özetlerinin kıyaslanması.....	125

KISALTMALAR

CI	: İnorganik Kil, Çakıllı Kumlu Kil; Siltli Kil, Az-Orta Plastik
DMİ	: Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü
DSİ	: Devlet Su İşleri
GS	: Güvenlik Sayısı
ICOLD	: Uluslararası Büyük Barajlar Komisyonu (International Commission on Large Dam)
MCE	: Oluşabilecek En Büyük Deprem
MDE	: Maksimum Dizayn Depremi
MGİ	: Meteoroloji Gözlem İstasyonu
MTA	: Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü
NSS	: Normal Su Seviyesi
OBE	: İşletmeye Esas Deprem
PGA	: Maksimum Yatay Yer İvmesi
SC	: Killi Kum
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
USBR	: United States Bureau of Reclamation
YASS	: Yer altı Su Seviyesi
YOS	: Yıllık Ortalama Suyu

SEMBOLLER LİSTESİ

c	: Kohezyon
E	: Elastisite Modülü
Do	: Yolun Bugünkü Değeri
Dy	: Yolun Yeni Değeri
k	: Sismik Dizayn Katsayısı
n	: Ekonomik Ömür
t	: Yolun Mevcut Yaşı
γ	: Birim Hacim Ağırlık
φ	: İçsel Sürtünme Açısı

1. GİRİŞ

İnsanoğlu doğanın canlılığını koruması ve devam ettirebilmesi için suya gereksinim duymuştur. Doğada oluşan su, yeryüzüne yağmur, kar, dolu şeklinde düşer. Mevsimsel yağış değerlerindeki farklılıklar neticesinde yağış-akış değerleri de düzensiz olmaktadır. Bu durum suyun depo edilmesi fikrini ortaya çıkarmıştır. Yaşamın sürekliliği için büyük öneme sahip olan suyun doğal akımıyla veya depolanarak ihtiyaç duyulan amaçlara yönelik kullanılması için geçmişten günümüze kadar değişik yapılar yapılmıştır. Bu yapıların içinde suyu en iyi şekilde depo eden ve insanların kullanım amaçlarına göre çeşitlilik kazanabilen yapı barajdır.

Dünyadaki toplam su miktarı 1,4 milyar km^3 'tür. Bu suların % 97,5'i okyanuslarda ve denizlerde tuzlu su olarak, % 2,5'i ise nehir ve göllerde tatlı su olarak bulunmaktadır. Bu kadar az olan tatlı su kaynaklarının da % 90'ının kutuplarda ve yeraltında bulunması sebebiyle insanoğlunun kolaylıkla yararlanabileceği elverişli tatlı su miktarının ne kadar az olduğu görülmektedir (DSİ, 2016).

Türkiye'de yıllık ortalama yağış miktarı yaklaşık olarak 643 mm olup, yılda ortalama 501 milyar m^3 suya tekabül etmektedir. Bu suyun 274 milyar m^3 'ü toprak ve su yüzeyleri ile bitkilerden olan buharlaşmalar yoluyla atmosfere geri dönmekte, 69 milyar m^3 'lük kısmı yeraltı suyunu beslemekte, 158 milyar m^3 'lük kısmı ise akışa geçerek çeşitli büyüklükteki akarsular vasıtasıyla denizlere ve kapalı havzalardaki göllere boşalmaktadır. Yeraltı suyunu besleyen 69 milyar m^3 'lük suyun 28 milyar m^3 'ü pınarlar vasıtasıyla yerüstü suyuna tekrar katılmaktadır. Ayrıca komşu ülkelerden ülkemize gelen yılda ortalama 7 milyar m^3 su bulunmaktadır. Böylece ülkemizin brüt yerüstü suyu potansiyeli 193 milyar m^3 olmaktadır.

Yeraltı suyunu besleyen 41 milyar m^3 'lük hacimde dikkate alındığında, ülkemizin toplam yenilenebilir su potansiyeli brüt 234 milyar m^3 olarak hesaplanmıştır. Ancak günümüz teknik ve ekonomik şartları çerçevesinde, çeşitli maksatlara yönelik olarak tüketilebilecek yerüstü suyu potansiyeli yurt içindeki akarsulardan 95 milyar m^3 , komşu ülkelerden yurdumuza gelen akarsulardan 3 milyar m^3 olmak üzere, yılda ortalama toplam 98 milyar m^3 'tür. 14 milyar m^3 olarak belirlenen yeraltı suyu potansiyeli ile birlikte ülkemizin tüketilebilir yerüstü ve yeraltı su potansiyeli yılda ortalama toplam 112 milyar m^3 olup, 44 milyar m^3 ü kullanılmaktadır.

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) 2030 yılı için nüfusumuzun 100 milyon olacağını öngörmüştür. Bu durumda 2030 yılı için kişi başına düşen kullanılabilir su miktarının 1.120 m³/yıl civarında olacağı söylenebilir. Mevcut büyüme hızı, su tüketim alışkanlıklarının değişmesi gibi faktörlerin etkisi ile su kaynakları üzerine olabilecek baskıları tahmin etmek mümkündür. Ayrıca bütün bu tahminler mevcut kaynakların 20 yıl sonrasına hiç tahrip edilmeden aktarılması durumunda söz konusu olabilecektir. Bu sebeple Türkiye'nin gelecek nesillere sağlıklı ve yeterli su bırakabilmesi için kaynakların çok iyi korunup, akılcı kullanılması gerekmektedir (URL-1, 2014).

Dünyadaki ve ülkemizdeki nüfusun hızlı bir şekilde artışına paralel olarak içme-kullanma suyu talebi, sanayi ve zirai faaliyetlerdeki gelişim suya olan ihtiyacın devamlı olarak artmasına yol açmaktadır. Bunun için yağışlı dönemlerde suyun depolanarak, gerektiği zamanlarda düzenli ve sürekli bir şekilde hizmete sunulması gerekmektedir.

Bir bölgede mevcut su kaynaklarının yer ve zaman içinde dağılımı su gereksiniminin yer ve zaman içindeki dağılımı ile çoğu zaman uyuşmamaktadır. Gerekli uyuşmayı sağlayabilmek amacıyla mühendislik çalışmaları yapılması gerekir. Bu çalışmalar, fiziksel bileşenler (baraj, sulama sistemi, vb.) ve bunların işletilmesi yoluyla mevcut su kaynaklarının yer, zaman ve kalite açısından özelliklerini isteklere uyacak biçimde değiştirmeyi amaçlar (Berkün, 2007).

Su kaynaklarının geliştirilmesi, sosyo-ekonomik sebeplerin belirlenmesinden başlayarak, gerçekleştirilen projenin tüm ekonomik ömrü boyunca davranışının ve etkilerinin izlenmesine kadar, birçok aşamayı ve uzun bir süreci içermektedir. Bunlardan planlama aşaması, geliştirmeyi gerektiren sebeplerin belirlenmesi, gerekli verilerin toplanması, seçenek planların incelenmesi ve optimum planın seçimini içerir (Sezginer ve Güner, 1994). Su kaynakları projelerinde optimum çözümün bulunması ile, su kaynağının hangi nedenlerle ve ne ölçüde kullanılacağı, bu sırada hangi tesislerin yapılmasının gerektiği ve bunların büyüklükleri de belirlenmiş olur (Karataban, 1976).

Bu çalışmada, Gümüşhane-Kelkit Deredolu Göleti'nin gövde tip seçiminde kullanılan parametreler incelenmiş, bunun yerine aynı göletin Homojen Kil Dolgu ve Kil Çekirdekli Kum-Çakıl Dolgu gövde tipi olarak yapılmasının ekonomik açıdan, Geostudio programı yardımıyla şev stabilitesi açısından ve kullanılan malzeme miktar ve maliyeti açısından değerlendirilerek en uygun tip seçimi gösterilmeye çalışılmıştır.

2. BARAJLAR

2.1 Tarihçe

Baraj, su biriktirmek amacı ile hazne oluşturmak üzere bir akarsu vadisini kapatarak akışı engelleyen yapıdır. Baraj aynı zamanda su seviyesini yükseltmek ve geniş su yüzeyi oluşturmak gibi iki önemli özelliğe de sahiptir. Baraj kelimesi, XX. Yüzyılın ortasından sonra Fransızca'dan dilimize geçmiş olup sözlükte engel anlamına gelmektedir.

Uluslararası Büyük Barajlar Komisyonu (ICOLD: International Comission on Large Dam) büyük baraj tanımı için aşağıdaki kriterler verilmiştir:

- Kreti ile temeli arasındaki yükseklik 15 m'den fazla olan barajlar ile
- yüksekliği 10-15 m arasında olan fakat buna ek olarak,
- kret uzunluğu > 500 m - hazne hacmi $> 1.106 \text{ m}^3$
- en büyük taşkın debisi $> 1000 \text{ m}^3 / \text{s}$

bunlardan en az bir kriteri sağlayan büyük baraj olarak nitelendirilir.

Yüksek baraj: Yüksekliği 50 m'den fazla olan barajlara denir.

Gölet (küçük baraj): Büyük baraj tanımının dışında kalan, projesi daha kolay ve kısa sürede sonuç alınan su yapılarındandır (Gedik, 2015).

Tarihteki en eski su yapısı Ürdün'de M.Ö. 4 bin yılında yapılan 4 metre yükseklik ve 94 metre kret uzunluğundaki toprak dolgu tipindeki Jawa Barajı olarak bilinmektedir (Öziş, 1983). Tarihte ilk bilinen barajlar Srilanka, Hindistan ve Kraliçe Belkıs zamanında Yemen'de kahve sulamaları için yapılmıştır. En eski toprak baraj ise Srilanka'da M.Ö. 504 yılında yapılmıştır (Gizbili, 1992). Hitit döneminin en ilgi çekici su yapıları arasında M.Ö. 2. binin sonlarında Uzunyayla'nın sulanması amacıyla yapılan Karakuyu Barajı; Beyşehir yakınında Eflatunpınar'daki seddenin dolusavak taşı; Boğazköy'deki kutsal pınarı derleme yapısı; Alacahöyük'te ve Keban Baraj Gölünde kalan 9 Korucutepe'deki kargir kanallar, toprak künkler ve sarnıçlar olduğu bilinmektedir (Öziş, 1994). Osmanlı döneminde İstanbul'da içme ve kullanma suyu için, Avrupa Yakasında Taksim, Kırkçeşme ve Halkalı Suları, Asya Yakasında ise Çamlıca Suları ile anılan birçok su tesisi yapılmıştır (Ağırlioğlu, 2004). Türkiye Cumhuriyeti Devleti ise 1930'lu yıllarda ülkenin su

kaynaklarını geliştirmek için çalışmalar yapmıştır. 1939 yılında Nafia Vekâleti'ne bağlı olarak Su İşleri Reisliği kurulmuştur. 1923 ile 1937 tarihleri arasındaki Bursa ve Küçük Menderes havza ışlahları yapılmış, ubuk Barajı inşası bitirilmıştir. 1954 yılında da Devlet Su İşleri Umum Müdürlüğü kurulmuştur.

DSİ, Büyük Su İşleri kapsamında 325 adet baraj, Küçük Su İşleri kapsamında da 834 adet alçak baraj (gölet) olmak üzere toplam 1.159 adet depolama tesisi inşa ederek işletmeye almıştır (DSİ, 2016).

2.2 Barajların Yapım Amaçları

Barajların esas amacı suyu biriktirerek düzensiz akışları daha düzenli hale getirmektir. Barajlar bir veya birden fazla amaca hizmet edebilir. Bu amaçlar;

- İçme, sulama, sanayi suyu temini
- Hidroelektrik enerji retimi
- Yeraltı sularının beslenmesi ve yükseltilmesi
- Ulaşım
- Taşkın kontrolü
- Eğlence
- Sediment kontrolü
- Endüstri gereksinimi
- Balıkçılık
- Su taşımacılığının geliştirilmesi
- Tuzluluk kontrolü
- Mesire yeri
- Canlı hayatın korunması gibi amaçlara yönelik olarak inşa edilir.

2.3 Barajların Sınıflandırılması

Barajlar taşıdıkları özelliklere göre bazı sınıflara ayrılırlar. Bu sınıflandırmalar (ataklı, 1967);

Yapılış Amacına Göre;

İçme ve kullanma suyu sağlama, hidroelektrik enerji sağlama, endüstri suyu sağlama, taşkın kontrolü, dinlenme yeri sağlama, balıkçılık geliştirilmesi ve korunması, akarsu ve iç yolu ulaşımı, akarsu deltalarında tuzluluğun giderilmesi, katı maddelerin tutulması ve kontrolü, su kalitesinin iyileştirilmesi, atıkların toplanması, canlıların korunması

Büyükölük Kritefine Göre;

- Gövde Yüksekliği
 - 50 m' den az: Alçak Baraj
 - 50-100 m arası: Orta Yükseklikte Baraj
 - 100 m' den fazla: Yüksek Baraj
- Hazne Hacmi
- Gövde Genişliği
- Üretilen Enerji
- Gövde Hacmi

Gövdenin Stratejik Projelendirilmesine Göre;

Ön gerilmeli, Dolgu, Ağırlık, Kemer ağırlık, Payandalı, Kemer

Gövde Malzemesine Göre;

Dolgu, Beton, Kâgir, Ahşap, Çelik, Lastik Baraj

Fonksiyonlarına Göre;

Biriktirme barajı, Kabartma barajı, Taşkın geciktirme barajı

Hidrolik Özelliklerine Göre;

Üzerinden su akan, üzerinden su akmayan

Ayrıca barajların düzenleme devresine göre sınıflandırılması (Turfan, 1996);

1) Düzenleme yapmayan çevirme barajlar (Suyu istenilen yöne, örneğin bir kanala veya tünele çevirmeye yarayan)

2) Uzun vadeli düzenleme yapan barajlar (Bir yıldan daha fazla su ihtiyacını depolama özelliği olan)

3) Mevsimlik düzenleme yapan barajlar şeklindedir.

2.4 Baraj Yerinin Seçimi

Baraj yeri seçilirken akarsu vadilerinin hidrolojik, topoğrafik ve jeolojik özellikleri göz önüne alınarak alternatifler içinden en uygun olanının seçilmesi gerekir. Baraj yeri seçilirken vadinin en dar kesiti bulunmalı ve buna göre topoğrafyası, jeolojik yapısı, su tutabilme durumu, alüvyon kalınlığı, deprem durumu, dolusavak ve derivasyon imkânları, istimlâk ve alt yapı maliyetleri, rezervuar alanında su altında kalacak tarım arazileri, yerleşim yerleri, doğal kaynak ve tarihi eserlerin bulunup bulunmaması, baraj yerine ulaşım sağlanabilmesi, malzeme ocaklarının baraj yerine yakın olması gibi faktörlerin incelenmesi gerekmektedir. Vadideki uygun yerler için bu faktörlerin incelenmesi sonucunda öncelikle baraj yerine karar verilir, sonra baraj yerinde uygulanabilecek alternatifler belirlenir.

2.5 Baraj Tip Seçimi

Baraj tipinin belirlenmesi için alternatiflerin oluşturulması ve bu alternatiflerin birbirleriyle karşılaştırılarak baraj yerine en uygun, yapılış amacına en fazla yarar sağlayabilecek, en ekonomik ve emniyetli tipin aralarından seçilmesi gerekir. Baraj tip seçiminde aşağıdaki etken faktörler dikkate alınır.

2.5.1 Topoğrafya

Baraj yeri seçilirken ilk incelenmesi gereken parametre topoğrafyadır. Baraj ve rezervuar alanının özellikleri, kayaların cinsi, kalınlığı ve geçirimsizliği, göl bölgesinin su tutma özellikleri, göl yamaçlarının stabilitesi, ulaşım gibi konuların incelenmesiyle baraj tipi hakkında genel bir fikir oluşturulur. Baraj yeri seçilirken buharlaşma miktarı az olan tabanı düz derin vadiler, arkalarında büyük kapasiteli hazneleri olan darboğazlar seçilmelidir.

2.5.2 Jeolojik ve Litolojik Yapı

Baraj yeri seçilirken topoğrafyadan sonra incelenmesi gereken ikinci parametre jeolojik ve litolojik yapıdır. Yerin topoğrafyası, temel tabakların kalınlığı, zeminin jeolojik

yapısı ve taşıma gücü, mukavemeti ve eğimi, faylar, kırıklar, çatlaklar, elastisite modülü, alüvyon kalınlığı, dolusavak yeri ve kapasitesi açısından uygunluk, derivasyon olanağı, ulaşım olanakları baraj tip seçimindeki etkili olmaktadır.

Jeolojik yapı, barajın emniyetine ve fonksiyonuna etki eden en önemli faktördür. Zeminin üzerindeki yapıyı taşıyacak kadar sağlam ve su tutma özelliklerinin çok olması gerekmektedir. Çünkü sızma problemleri baraj maliyetini çok arttırabilir.

2.5.3 Malzeme Ocaklarının Uzaklığı

Baraj yapımında kullanılacak olan malzeme nakliyesi baraj maliyetini arttırabilir. Bu yüzden tip seçimine karar verilirken istenilen malzemenin baraj yerine yakın olmasına dikkat edilmelidir. Kum, çakıl ve agrega yapmak için yeterince kaya varsa beton baraj, toprak ve kaya yeteri miktarda varsa dolgu baraj tipleri yapılabilir. Bunun için maliyet kıyaslaması yapılmalı ve en ekonomik baraj tipi seçilmelidir.

2.5.4 İskân, İstimlâk ve Altyapı

Baraj gölü nedeniyle bölgede su altında kalan meskenlerin, endüstriyel tesislerin, tarım arazilerinin, yol, köprü, demiryolu, yüksek gerilim hatları, telekomünikasyon hatları gibi altyapı tesislerinin iskân, istimlâk ve yenilenme olanaklarını inceleyip, baraj maliyetine etkisi araştırılmalıdır.

2.5.5 Ulaşım ve Personel İmkânı

Baraj yerine ulaşım ne kadar kolay ve mümkünse baraj maliyetine etkisi o kadar azdır. Mevcut yollardan yararlanmak mümkünse ya da yeni yol yapımı için masraflar minimum derecede tutulursa baraj yerine ulaşım, baraj maliyetini düşürür. Aynı zamanda baraj inşaatında çalışacak işçilerin iskân ve ihtiyaçları için yer seçiminin önemi büyüktür. Diğer taraftan kalifiye elemanın, beton ve kalıp ustalarının, işçiliğin ucuz veya pahalı olması da yapılacak baraj tipinde önemli bir etkindir.

2.5.6 Çevresel Etkiler

Çevreyi korumak amacıyla bir dizi kanunlar ve yönetmelikler hazırlanmıştır. Bu kanunlar ile bölge ikliminde ve canlı yaşamında oluşacak etkiler, tarihi yerlerin su altında

kalması, sosyal ve doğal yaşam üzerindeki etkileri, tarım arazilerinin su altında kalması gibi durumlar göz önüne alınarak barajın tasarımı ve inşaatına karar verilmelidir.

2.5.7 Taşkın Durumu

Baraj yağış alanına ait hidrolik, hidrolojik, meteorolojik, morfolojik özellikleri incelenir. Bu çerçevede yağış - akış, akarsuyun malzeme taşıma miktarı, sediment birikimi, sızma, buharlaşma, akarsu drenaj sistemi, bitki örtüsü, havzadaki aşınma ve ayrışması incelenip, baraj tipi ona göre seçilmelidir.

2.5.8 İnşaat Süresi

Baraj yapılacak bölgedeki iklim koşullarının incelenmesi, kurak, fazla yağış alan ve don yapan bölgeler olarak ele alınması ve yapılacak tipin en kısa sürede bitirilecek şekilde seçilmesi gerekmektedir.

2.5.9 Rantabilite

Her baraj tipine göre inşaat sonunda elde edilecek kâr ile baraj yapımının maliyetinin çıkarılarak yapılacak barajın rantabilitesinin ölçülmesi en uygun tipin seçilmesinde yol gösterici olmaktadır.

2.5.10 Derivasyon

Akarsuyun inşaat sırasında bir tünel veya kanal yardımıyla uzaklaştırılması gerekmektedir. Tünel uzunluğu barajın tipine bağlı olduğundan, derivasyon tünelinin boyut ve maliyeti baraj tipinin maliyetini direk etkilemektedir.

2.5.11 Emniyet ve Ekonomik Analiz

Bir baraj inşaatındaki en önemli etkenler barajın emniyeti ve ekonomikliğidir. Öncelikle topoğrafik, jeolojik ve malzeme özellikleri dikkate alınarak baraj emniyeti için hangi tipin uygun olduğuna karar vermek gerekmektedir. Daha sonra yapılan ekonomik analizler barajın en uygun maliyetle hangi tipte mümkün olduğunu göstermektedir. Bütün bu analizler bize tip seçiminde yardımcı olmaktadır.

3. MATERYAL ve METOT

Bu çalışmada, sulama amacı ile Gümüşhane ili Kelkit ilçesi Deredolu Beldesinde inşa edilen Deredolu Göleti'nin seçilen gövde tipinin farklı gövde tipleriyle kıyaslanarak yapım amacına en uygun, en ekonomik ve en emniyetli gövde tip seçiminin bulunması hedeflenmektedir.

3.1 Deredolu Göleti

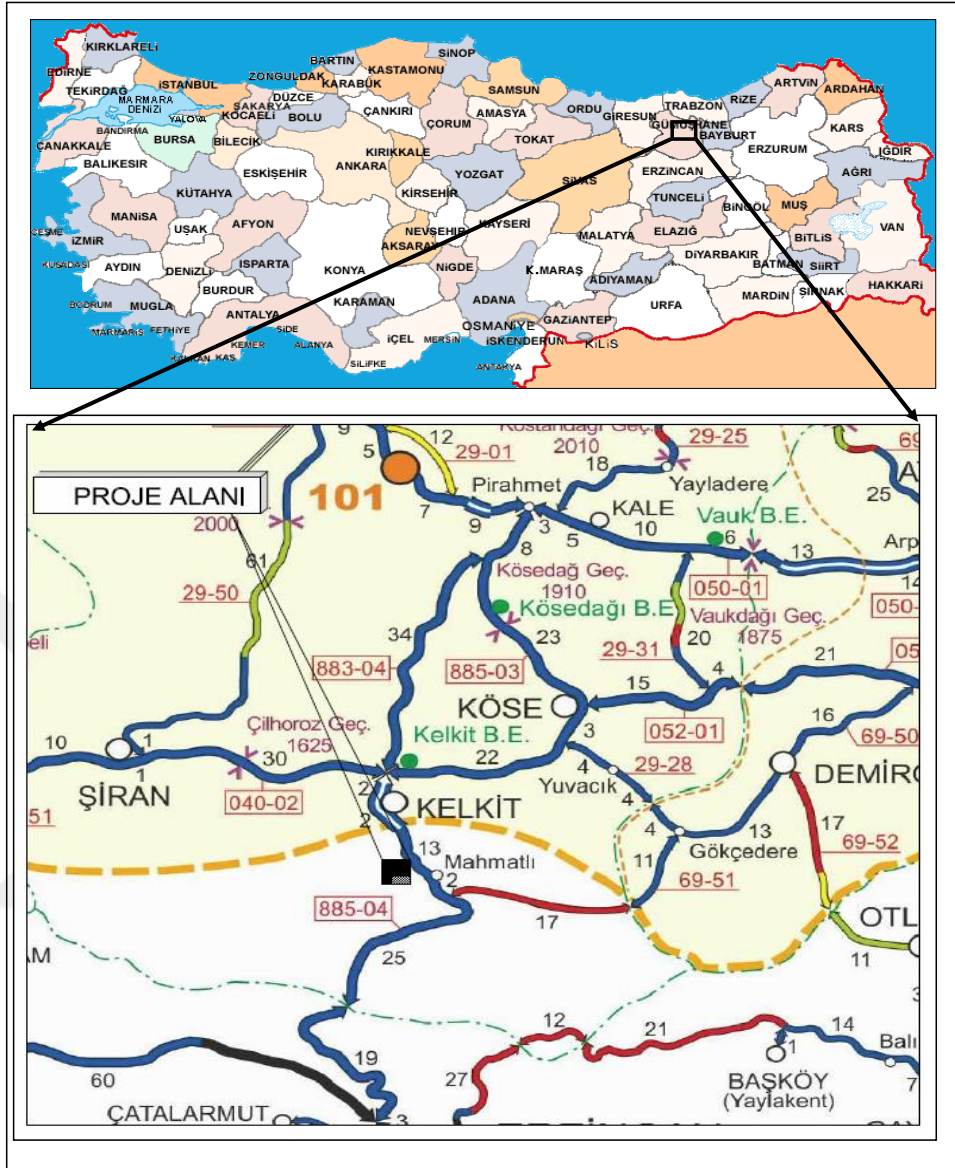
3.1.1 Karakteristik Özellikleri

Gümüşhane İli Kelkit ilçesine bağlı Deredolu Beldesi'ne ait yaklaşık 219 hektar arazinin Deredolu Göleti ile sulanması amaçlanmaktadır.

Deredolu Köyü'nde kuru tarım yapılmaktadır. Toprak kaynakları bakımından sulu tarıma elverişli olan bu arazilerin sulanabilmesi halinde, ekonomik yönden geri kalmış olan bu yörenin kalkınması sağlanabilecektir. Köy arazilerinin sulanması amacı ile yapılması planlanan Deredolu Göleti, Deredolu Beldesinin yaklaşık 1,5 km güneybatısında, Düzdoruk Deresi üzerindedir. Düzdoruk Deresi'nin baz akımı $0.74 \text{ m}^3/\text{s}$ 'dir.

Proje alanı; Gümüşhane ili Kelkit ilçesine bağlı Deredolu Beldesi, Düzdoruk deresi üzerinde yer alır (Şekil 3.1.).

Belde, Gümüşhane iline 67 km, Kelkit ilçesine 12 km uzaklıktadır.



Şekil 3.1. Deredolu göletinin yeri

Tablo 3.1. Deredolu göleti genel karakteristikleri (Tractebel Engineering, 2014).

DEREDOLU GÖLETİ KARAKTERİSTİKLER		
Amacı	Sulama	
Yeri	Kelkit Deredolu	
Akarsu Adı	Düzdoruk deresi	
HİDROLOJİ		
Yağış Alanı	3,10	km ²
Yıllık Ortalama Akım	0,758	hm ³
Buharlaşma Kaybı	0,4250	m
Sediment Verimi	250,00	m3/km2/yıl
Sediment Hacmi	0,039	hm ³
Sediment Kotu	1680,67	m
Regülasyon Oranı (Sulama Suyu için)	60,09	%
GÖL		
Maksimum Su Seviyesi	1696,33	m
Normal Su Seviyesi	1695,23	m
Minimum Su Seviyesi	1681,67	m
Normal Su Seviyesinde Hazne Hacmi	0,496	hm ³
Gölet Aktif Hacmi	0,445	hm ³
Sulamaya verilen Su	0,456	hm ³
Ortalama Göl Alanı	39.312,75	m ²
Maksimum Su Seviyesinde Göl Uzunluğu	0,40	km
Maksimum Göl Alçalması	14,66	m
GÖVDE		
Gövde Tipi	Kıl Çekirdekli Kaya Dolgu	
Talveg Kotu	1671,00	m
Gölet Kret Kotu	1698,00	m
Gölet Kret Uzunluğu	181,10	m
Kret Genişliği	10,00	m
Temelden Yükseklik	39,00	m
Talvegden Yükseklik	27,00	m
Memba Şev Eğimi	1D:	2,50 Y
Mansap Şev Eğimi	1D:	2,00 Y

Tablo 3.1. Deredolu göleti genel karakteristikleri (devamı)

DOLUSAVAK		
Dolusavak Tipi, Yeri		Konroltsüz Sağ Sahil
Yaklaşım Kanalı Kotu		1694,73 m
Dolusavak Eşik Genişliği		6,00 m
Taşkın Debisi	Q _{10.000}	13,56 m ³ / s
Taşkın Debisi	Q _{ötelenmiş}	13,56 m ³ / s
Q 25		4,45 m ³ / s
Q 50		5,52 m ³ / s
Dolusavak Maksimum Su yükü		1,10 m
Dolusavak Boşaltım Kanalı Başl. Genişliği		6,00 m
Dolusavak Boşaltım Kanalı Sonu Genişlik		6,00 m
Boşaltım Kanalı Boyu		123,35 m
Enerji Kırıcı Tipi		Sıçratma Eşiği
Enerji Kırıcı Genişliği		6,00 m
Enerji Kırıcı Boyu		- m
SULAMA TESİSLERİ		
Sulama Alanı (brüt), ha		219 ha
Sulama Alanı (net)		191,2 ha
Sulama Şebekesi Tipi		Basınç Borulu
Sulama Yöntemi		Yüksek Basıncılı, Yağmurlama
Yıllık Sulama Suyu İhtiyacı		2449,62 m ³ / ha/ yıl
Sulama Modülü		0,40 l/sn/ha

Tablo 3.1. Deredolu göleti genel karakteristikleri (devamı)

DERİVASYON		
Derivasyon Konduvisi Yerleşimi, Tipi	Sol Sahil Dairesel	
Derivasyon Konduvisi çapı	1,00	m
Konduvi Giriş Kotu	1677,30	m
Konduvi Çıkış Kotu	1672,51	m
Memba Batardo Kotu	1680,00	m
Giriş Yapısı Ölçüleri (m)	2,50	2,50
Düşey Şaft / Karesel	1,00	1,00
Düşey Şaft / Boyu	1,57	m
Derivasyon Konduvisi boyu	134,00	m
DİPSAVAK TİPİ		Cebri Boru
Tehlike Vanası Km :	135,00	m
Ayar Vanası Km :	137,00	m
Konduvi Hesap Debisi	4,45	m ³ /s
Tehlike Vanası Çapı	0,55	m
Sürgülü Vana Çapı	0,45	m
Vana Odası Cebri Boru Ana Boru	0,45	m
Branşman Çapı	0,45	m
Proje Debisinde Kayıp	0,12657	m
Minumum Su Sev. Dereye Deşarj	1,18	m ³ /s
Minumum Su Sev. Dereye Deşarj	1,24	m ³ /s
Normal Su Sev. Dereye Deşarj	1,90	m ³ /s
Normal Su Sev. Dereye Deşarj	1,99	m ³ /s

3.1.2 Jeolojik Özellikler

Çalışma alanı ve civarında Paleozoyik Devoniyen yaşlı Pulur Metamorfitle; Mesozoyik Jura yaşlı Hamurkesen Formasyonu, Jura-Kretase yaşlı Berdiga Formasyonu, Kretase yaşlı Otlukbeli Formasyonu; Senozoyik Kuvaterner yaşlı traverten yamaç molozu ve alüvyondan oluşan yüzlek birikintileri yüzeylemektedir.

Gölet aks ve sanat yapı yerlerinde açılan tüm temel sondaj kuyularında yapılan Yer Altı Su Seviyesi (YASS) ölçümlerine göre yer altı suyu akım yönü her iki sahilde de yamaçtan dereye doğrudur.

Gölet yerinde ekonomik olarak değerlendirilebilecek herhangi bir maden, hammadde vb. jeolojik oluşuma rastlanmamıştır.

Planlama aşaması mühendislik jeolojisi çalışmaları kapsamında, gölet aks ve sanat yapı yerlerinde temel kaya ve zeminin jeoteknik özelliklerini, stabilitesini, geçirgenliğini ve yer altı suyu durumunu araştırmak amacıyla gölet aks yerinde 5 adet, dolusavak güzergâhında 1 adet, derivasyon dipsavak kondüvi güzergâhında 3 adet, memba batardosu yerinde 1 adet olmak üzere 10 adet, toplam 259,50 m derinliğinde temel araştırma sondaj kuyusu açılmıştır.

Deredolu Göleti aks yerinde arazi gözlemlerine ve açılan sondajlara göre gölet yerinde ana kayayı Mesozoyik-Jura yaşlı Hamurkesen Formasyonu bazalt ve dasit birimleri oluşturmaktadır. Bu birimlerin üzerinde kalınlığı sağ ve sol sahilde bazalt ve dasit birimlerin üzerinde kalınlığı 0.20-2.00 m arası değişen yamaç molozu ile kalınlığı 4.50-7.50 m arasın kil litolojisindeki ana kayanın ayrılmış kısmı, talvegde 0.30-8.00 m arası kalınlıkta alüvyon bulunmaktadır.

Gölet aks yerindeki temel sondaj kuyularında yapılan basınçlı/basınçsız su testlerine göre birimler üst kısımlarda geçirimli; alta doğru ise çoğunlukla az geçirimli-geçirimsiz, yer yer geçirimli özelliktedir.

Aks yerinde geçirimsizlik; sol sahil ve talveg’de 20.00 m, sağ sahil ve dolusavak altında 25.00 m, derinlikte oluşturulacak 3 m aralıklı tek sıra enjeksiyon perdesi ile sağlanacaktır.

Enjeksiyon işlerinde toplam 1 450,00 m perde, 640,00 m kapak enjeksiyonu delgisi yapılacaktır.

Aks yerinde yüzeyleyen birimlerin göl alanında da devam etmesi ve göl alanında herhangi bir tektonik yapının gözlenmemesinden dolayı, aks yerinde yapılan temel araştırma sondajlarından elde edilen geçirimlilik değerlerinin, göl alanı için de geçerli olacağı, göl alanında su kaçaklarına neden olabilecek fay ve büyük ölçekte çatlak sistemleri mevcut olmaması ve ayrıca göletin yapılacağı Düzdoruk Deresi vadisi sağ ve sol sahilinde daha düşük kotta vadi bulunmamasından dolayı gölet göl alanından yan vadilere su kaçağı da olmayacaktır.

Kaya kütlesi (RMR) sınıflamasında, sıyırma kazılarından sonra karşılaşılabilecek olan temel kayası koşulları için Hamurkesen Formasyonu dasit ve bazalt birimleri “orta kaya” niteliğindedir.

RMR değerlendirmesi ve arazi gözlemlerine göre gölet yerinde ana kayayı oluşturan Hamurkesen Formasyonu birimleri duraylılık sorunu beklenmemektedir.

Gölet aks yerinde, sağ ve sol sahilde bazalt ve dasit birimlerin üzerinde kalınlığı 0.20-2.00 m arası değişen yamaç molozu ile kalınlığı 4.50-7.50 m arasın kil litolojisindeki ana kayanın ayrıışmış kısmı, talvegde 0.30-8.00 m arası kalınlıkta alüvyon ile ana kayanın ayrıışmış kısımlarının tamamı, sağ sahilde ise pressiyometre deneyi taşıma gücü hesaplaması sonuçlarına göre ana kayanın ayrıışmış kısmının yüzeyden itibaren 3.00 m'lik bölümü gövde altı sıyırma kazısında kaldırılacak, ayrıca kil çekirdek altında ana kayada 2.00 m derinliğinde, 8.00 m genişliğinde çekirdek hendeği kazısı oluşturulacaktır.

Gölet yerinde özel bir araştırmayı gerektirecek herhangi bir kitle hareketine veya benzer bir olumsuzluğa rastlanmamıştır. Gölet aks yerinde yamaçlar duraylı görünmekte olup heyelan sorunu beklenmemektedir.

Deredolu Göleti taşıma yükü değeri 6.00 kg/cm^2 ; deprem durumunda 7.98 kg/cm^2 olacak ve taze, az, orta derecede-ayrıışmış ve yer yer tamamen ayrıışmış; az çatlaklı kırıklı, kırıklı-çok çatlaklı kırıklı, yer yer parçalanmış özellikteki bazalt ve dasit birimleri üzerinde inşa edilecek şekilde projelendirilmiştir.

Planlama çalışmaları sırasında gölet gövdesi altındaki temel kayanın taşıma gücünün belirlenmesine yönelik olarak gölet aks yerinde yapılan pressiyometre deney sonuçlarına göre hesaplanan ana kayanın taşıma gücü değerleri, $2.15\text{--}24.03 \text{ kg/cm}^2$ arasında olup proje yükünün üzerindedir ve buna göre de gölet yerindeki ana kaya yeterli taşıma gücüne sahiptir.

Gölet aks yeri için hesaplanan oturma miktarları 1.84-18.83 cm arasındadır. Oturma miktarları gövde altı sıyırma kazıları yapılmadığı duruma göre hesaplanmıştır. Ancak gövde altında alüvyon, yamaç molozu ve ana kayanın ayrıışmış kısmı kaldırılacağı için gölet inşası ve sonrasında olabilecek oturmalar gövde stabilitesi yönünden sorun yaratmayacaktır.

Gölet aks yerinde temel kayayı oluşturan ve temel araştırma kuyularında geçilen dasit ve bazalt birimlerinin litolojik özelliklerine bağlı olarak ve gövde altında ana kayanın ayrıışmış kısmı kaldırılacağı için şişme açısından sorun beklenmemektedir.

Gölet yerinde gövde altındaki alüvyon kalınlığının az ve sıyırma kazıları ile tamamen kaldırılacak olması nedeniyle gölet yerinde sıvılaşma ile ilgili herhangi bir sorun yaşanmayacaktır.

Gövde ve sanat yapı yerlerinde yapılacak kazıların ana kayada 1/3 (yatay/düşey) şev eğiminde, 4.00 m palye genişliğinde ve 5.00 m palye yüksekliğinde; örtü birimlerinde (alüvyon ve ayrışmış zeminde) yapılacak kazıların ise 1/1 (yatay/düşey) şev eğiminde, 4.00 m palye genişliğinde ve 5.00 m palye yüksekliğinde yapılabileceği belirlenmiştir. Kazılar sırasında kazı şev eğimleri, kazıların yapılacağı jeolojik birimlerin litolojik özelliklerine bağlı olarak, yerinde değerlendirilip değiştirilebilecektir.

Taşıma yükü değeri 1.50 kg/cm^2 olacak şekilde projelendirilmiş, pressiyometre deney sonuçlarına göre hesaplanan taşıma gücü değerleri dolusavak eşik yapısı yerinde 5.87-24.03 arasında; düşü havuzu yerinde ise $2.92\text{-}6.46 \text{ kg/cm}^2$ arasında olup proje yükünün üzerinde olup bu verilere göre dolusavak eşik yapısı ve düşü havuzu yerinde ana kaya, yeterli taşıma gücüne sahiptir.

Memba batardo yerinde duraylılık açısından bir sorun beklenmemektedir (Tractebel Engineering, 2014).

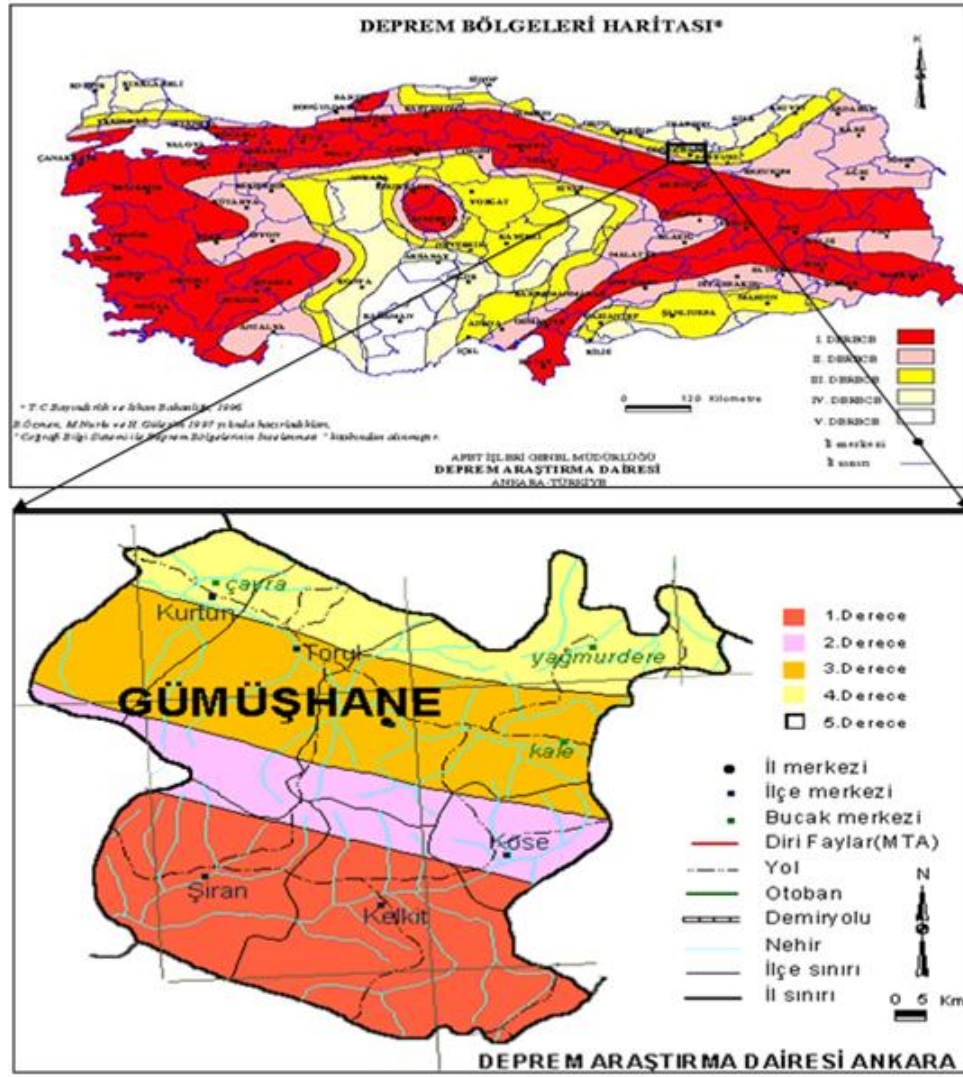
3.1.3 Deprem Durumu

Proje sahası Bakanlar Kurulunun 18 Nisan 1996 tarih ve 96/8109 sayılı kanunu ile yürürlüğe girmiş T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı “Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası” na göre 1. derece deprem bölgesi sınırları içerisinde kalmaktadır (Şekil 3.2.).

Gümüşhane-Kelkit Deredolu Göleti için hazırlanan aks yeri Sismik Tehlike Analiz Raporunun yapılan deterministik hesaplar sonucunda maksimum yatay yer ivmesi (PGA) = 0.19 g olarak bulunmuştur.

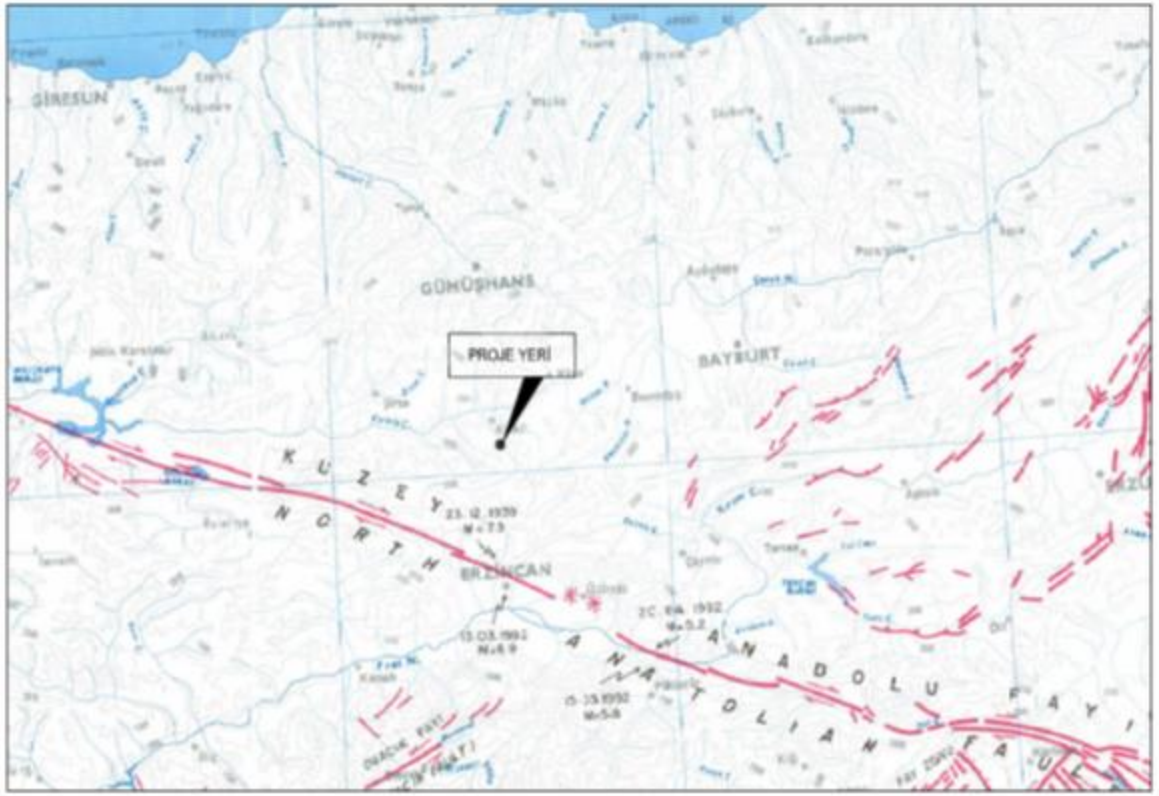
Olasılıksal hesapla 100 yıllık ekonomik ömür içerisinde %50 aşılma olasılığı ile beklenen maksimum yatay yer hareketi ivmesi (144 yıllık geri dönüş periyodu) için işletmeye esas deprem (OBE) = 0.145 g olarak hesaplanmıştır.

Yapının 50 yıllık ömrü içerisinde %10 aşılma olasılığı ile beklenen maksimum yatay yer ivmesinin (475 yıllık geri dönüş periyodu) için Maksimum Dizayn Depremi= Oluşabilecek En Büyük Deprem (MDE=MCE) = 0.234 g olarak alınması ve sismik dizayn katsayısının (k) = 0.12 olarak alınması önerilir.



Şekil 3.2. Proje alanı deprem bölgeleri haritası (Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, 1996).

Gümüşhane İli sınırları içerisinde kalan bölge, aktif fay-deprem ilişkisi açısından ele alındığında, inceleme alanında proje yapılarını etkileyecek diri fay “Türkiye Diri Fay Haritası”nda da görüleceği gibi Kuzey Anadolu Fayı olup gölet aks yeri Kuzey Anadolu Fayı’na kuş uçuşu yaklaşık 30 km kadar uzaklıktadır (Şekil 3.3.).



Şekil 3.3. Proje alanı diri fay haritası (MTA, 1992).

3.1.4 Hidrolojik Özellikler

Proje alanı, Doğu Karadeniz Bölgesi iklimi ile Doğu Anadolu Bölgesi iklimi arasındaki geçiş bölgesinde bulunmaktadır. Bu nedenle her iki iklim kuşağından da etkilenmektedir. Ancak Doğu Anadolu İklimi daha etkilidir. Bu durum yazları sıcak ve kurak, kışları ise soğuk ve yağışlı karasal iklim özelliğidir. İklim gereği gece ve gündüz arasındaki sıcaklık farkı yüksektir. En çok yağış kış ve ilkbahar mevsiminde düşer.

Proje sahası ve çevresinde, DMİ ve DSİ tarafından işletilmiş/işletilmekte olan meteoroloji gözlem istasyonları (MGİ) Çambaşı MGİ, Kelkit MGİ ve Çamur MGİ' dur.

Proje yerini etkileyen Kelkit MGİ' de sıcaklık rasadı yapılmaktadır. Uzun yıllar ortalama sıcaklık değeri 6,8°C'dir. Ancak gölet yeri bu istasyona göre biraz daha yüksek bir kotta (1698,00 m NSS) olduğundan sıcaklık düzeltilmesi yapılarak proje yeri sıcaklıkları hesaplanmıştır. Buna göre ortalama sıcaklık 5,58°C'dir.

Proje alanı ve civarında yer alan meteoroloji gözlem istasyonlarında yağış ölçümü yapılmaktadır. Deredolu Göleti aylık toplam yağışlarının ortalaması incelendiğinde en çok

yağışın Mayıs ayında, en az yağışın ise Ağustos ayında düştüğü görülmektedir. Proje havzasında yıllık toplam yağışların ortalaması 385,59 mm olarak hesaplanmıştır.

Proje sahası yakınında buharlaşma rasadı yapılan Çamur MGİ'dir. Projenin buharlaşma rasatları bu MGİ'nin (1985-2001) arasını kapsayan Class A Pan buharlaşma değerlerinden faydalanılarak hesaplanmıştır.

Deredolu Göletinin “net buharlaşma” hesabında, Çamur MGİ'nin aylık ortalama buharlaşma değerleri kullanılmıştır. Deredolu Göleti NSS'indeki Yıllık Toplam “Net Buharlaşma” değeri 425,39 mm olarak bulunmuştur.

Deredolu Gölet yeri yıllık ortalama debisi 0.026 m³/s, Yıllık Ortalama Suyu (YOS)= 0.82 hm³'tür.

Gölet yerine yıllık, Turc yöntemiyle 0,136 hm³ ve Coutagne yöntemiyle 0.183 hm³ akım geldiği hesaplanmıştır.

Buna göre Deredolu Göleti ortalama yıllık toplam akım değeri 0.758 hm³'dir.

Projede su kayıpları 2 şekilde olacaktır.

1-Buharlaşma kayıpları

2-Sızma kayıpları

Buharlaşma Su Kayıpları

Yıllık net buharlaşma miktarı, 425,39 mm'dir. Gölet rezervuarından meydana gelecek yıllık toplam buharlaşma kaybı miktarı 19 000 m³'dür.

Sızma Su Kayıpları

Göl alanının jeolojik yapısı ve üst toprak tabakasının fiziksel durumu dikkate alınarak, sızma kaybı, toplam buharlaşma hacim değerinin % 110'u olarak işletme çalışmalarında hesaplanmış olup, 21 000 m³'tür.

Toplam Su Kayıpları

Toplam su kayıpları, buharlaşma kayıpları ile sızma kayıplarının toplamından ibaret olan 40 000 m³'tür (Tractebel Engineering, 2014).

3.1.5 İskân ve İstimlâk

Etüt alanında toplu iskân görülmektedir. Evler, genellikle basit köy evi niteliğinde olup, tamamı taş veya kâgirdir. Çoğunlukla tek katlıdır. Her evin yanında ahır, ağıl, samanlık mevcuttur.

Ana kanal güzergâhında herhangi bir yerleşim söz konusu değildir. Yerleşim alanı gölalanı ve ana kanal dışında kalmaktadır. Projenin gerçekleşmesi ile rezervuar ve ana kanal altında kalan yerlerin dışındaki tarım arazileri işletmelerin ihtiyacını karşılayacağından dolayı çiftçilerin başka yere iskân edilmelerine gerek yoktur.

Deredolu Göleti rezervuar alanında stabilize tarla yolunun yaklaşık olarak 0,5 km'si su altında kalmaktadır. Su altında kalan kısımların uzunlukları hesaplanarak, kamulaştırma ve net gelir kayıp değerleri ilgili tablolara yansıtılmıştır. Bu yolun maliyeti Gümüşhane İl Özel İdaresi Yol ve Ulaşım Hizmetleri Müdürlüğünden alınmıştır. 2014 yılı birim fiyatı 30 000 TL/km'dir. Yolun kamulaştırma ve net gelir kayıpları değerleri amortisman formülü ile hesaplanmıştır.

$$Do=Dy / n (n - t)$$

$$n = \text{Ekonomik ömür}$$

$$t = \text{Şu andaki yaşı}$$

$$Dy = \text{Yeni değeri}$$

$$Do = \text{Yolun bugünkü değeri}$$

$$Do=Dy / n (n - t)= 30\ 000,00 / 9 \times (9- 6)=10\ 000,00 \text{ TL/km}$$

Bulunan Do (bugünkü değer) değeri kapitalizasyon faiz oranı ile çarpıldıktan sonra elde edilen değer, göletin ekonomik ömrüne bölünerek yıla düşen net gelir kaybı hesaplanmıştır.

$$\begin{aligned} \text{Yol için Net Gelir Kaybı} &= 10\ 000,00 \times 0,08 / 50 \\ &= 16,00 \text{ TL/ km / yıl} \end{aligned}$$

Yeni yol bağlantı çözümlerinin yapım maliyetlerinin planlamacı tarafından hesaplanarak, toplam fiili ödeme değerine ilave edilmesi gerekmektedir (Tractebel Engineering, 2014).

3.1.6 Tarım

Proje alanının ekonomisi tarıma dayalıdır. Tarımsal faaliyetler hububat, yem bitkileri ve hayvancılıktan oluşmaktadır. Biraz da yetersiz koşullarda sulanan patates, dane fasulye, silajlık mısır, yonca ve meyve üretimi vardır.

Etüt alanında tarımda genel anlamda aile tüketimine yönelik olarak küçük ölçekli bir üretim geçerlidir. Aile gereksinimi dışındaki üretilen değerlerin pazarlanması yöre ekonomisinin temel unsuru olarak görülmektedir.

Ailelerin başlıca uğraşlarını ve geçim kaynaklarını tarımsal faaliyetleri sonucu elde ettikleri ürünler oluşturmaktadır. Fakat tarımsal faaliyetlerin temel koşulu olan toprak ve bunun tamamlayıcı unsuru olan iklimin olumlu olmasına karşılık, en önemli unsur olan sulama suyunun yetersiz oluşu nedeniyle verimler düşüktür.

Proje sahasında hububat ve yem bitkileri ağırlıklı tarım şekli hâkimdir. Buğday, arpa, fiğ, çayır, nadas şeklinde gelişen kuru tarımsal üretim yanında, %12 civarında patates, dane fasulye, silajlık mısır, yonca ve meyvede yetersiz sulu tarım uygulanmaktadır. Sulamaya ilgi fazladır. Fakat özellikle kurak mevsimlerde suya ihtiyacın çok olduğu dönemlerde sulama kısıtlı olarak yapılmaktadır. Kısıtlı olan sulama çiftçilerin kendi imkânlarıyla dereden çok zor şartlarda su almalarıyla sağlanabilmektedir.

Hububat grubu bitkilerden buğday tarımı ağırlıkta olup, bunu sınırlıda olsa arpa izlemektedir. Buğdayda ekmeklik çeşitlerin tarımı yapılmaktadır. Yetersiz sulanabilen kısımlarda mevcut hayvancılığın yem ihtiyacını karşılamak üzere yonca üretimi yapılmaktadır. Proje sahasında ortalama %30 oranında nadas uygulanmaktadır.

Proje alanında hayvancılıkta önemli bir geçim kaynağıdır. Küçükbaş ve büyükbaş hayvancılık önemli boyuttadır. Yağ, peynir, süt, yün, yapağı gibi hayvansal ürünler elde edilmektedir. Hayvancılığa dayalı olarak izlenen tarım politikalarındaki tutarsız yaklaşımlara rağmen proje sahasında hayvancılıkta bugün için ulaşılan nokta projenin uygulamaya girişiyle daha da artacak, sulama koşullarında sağlanacak gelişmeler, özellikle hayvansal yeme yönelik tarıma belli bir ivme kazandıracaktır. Özellikle son yıllarda hayvancılığa yönelik dane ve silajlık mısır tarımı yörede yeni yeni yaygınlaşma eğilimindedir. Bugün için 2200 adet büyükbaş, 100 adet küçükbaş hayvan varlığı saptanmıştır.

Tarımsal etkinliklerde işgücü ihtiyacı insan ve makine gücünden yararlanılarak sağlanmaktadır. Toprak işleme araç ve gereçleri dışında yaygın makine kullanımı görülmemektedir. Proje alanında saptanan traktör sayısı 20 olup, bunların donanımları yeterli düzeydedir. Hepsine ait yeterli düzeyde toprak işleme aleti bulunmaktadır.

Gübre fiyatlarında özellikle son yıllarda aşırı bir değişim ve dalgalanma görülmektedir. Bu nedenle her bir gübre çeşidi için yıl içinde kullanılabilecek ortak bir fiyat uygulaması sağlıklı bulunmadığından insiyatif kullanılarak kullanılan her gübre çeşidi için kullanılma devresi içerisinde geçerli olan fiyat esas alınmıştır.

Gübre kullanımı normal düzeydedir. Taban gübresi olarak yaygın anlamda 18-46 DAP gübresi ve takviye olarak %33'lük amonyum nitrat ve üre kullanılmaktadır.

Tarımda ilaç kullanımı için aynı şeyleri söylemek pek mümkün değildir. Ancak sulamanın başlamasıyla birlikte biraz artacağı düşünülmüştür. Yaygın olarak kullanılan grup, yabancı ot kontrol ilaçlarıdır.

Yörede kullanılan tüm herbisit, insektisit ve fungusit grubu ilaçlar değişik marka ve etkili madde oranları ile çeşitlilik göstermektedir. Maliyet hesaplamalarımızda ortalama ilaç fiyatları üzerinden hareket edilmiştir. Gerek gübre ve gerekse de ilaç kullanımı sulu tarım koşullarının gelişimine paralel olarak az da olsa artış gösterecektir.

Sulama koşullarında sağlanacak gelişmelerle özellikle hayvansal yeme yönelik tarım belli bir ivme kazanacaktır. Yöre çiftçisi tarımsal destekler, bitkisel ve hayvansal üretim, mücadele ve gübre konularında teorik ve pratik bilgilerle eğitilmektedir (Tractebel Engineering, 2014).

3.1.7 Ulaşım

Etüt alanındaki iskân merkezi Kelkit Erzincan karayolu üzerinde yer almasından dolayı ulaşım açısından önemli bir konumdadır.

3.2 Şev Stabilité Analizinde Kullanılan Metot

Gümüşhane Kelkit Deredolu Göletinin alternatif tiplerinin şev stabilite analizleri sonucunda güvenlik sayısının elde edilebilmesi için GeoStudio 2007 paket programının içerisinde yer alan SLOPE-W programından yararlanılmıştır.

3.2.1 GeoStudio Paket Programı

GeoStudio, sonlu elemanlar yöntemi ile çalışan, farklı geoteknik problemleri için bünyesinde farklı analiz kısımları bulunduran (SLOPE/W, SIGMA/W; SEEP/W, QUAKE/W, VADOSE/W, CTRAN/W, AIR/W, TEMP/W) bir bilgisayar programıdır. Zemin ortamında meydana gelen deformasyon, şevlerin stabilitesi, taşıma kapasitesi, zemin suyu akışı, deprem etkileri vb. problemleri inceler ve çözüm üretir.

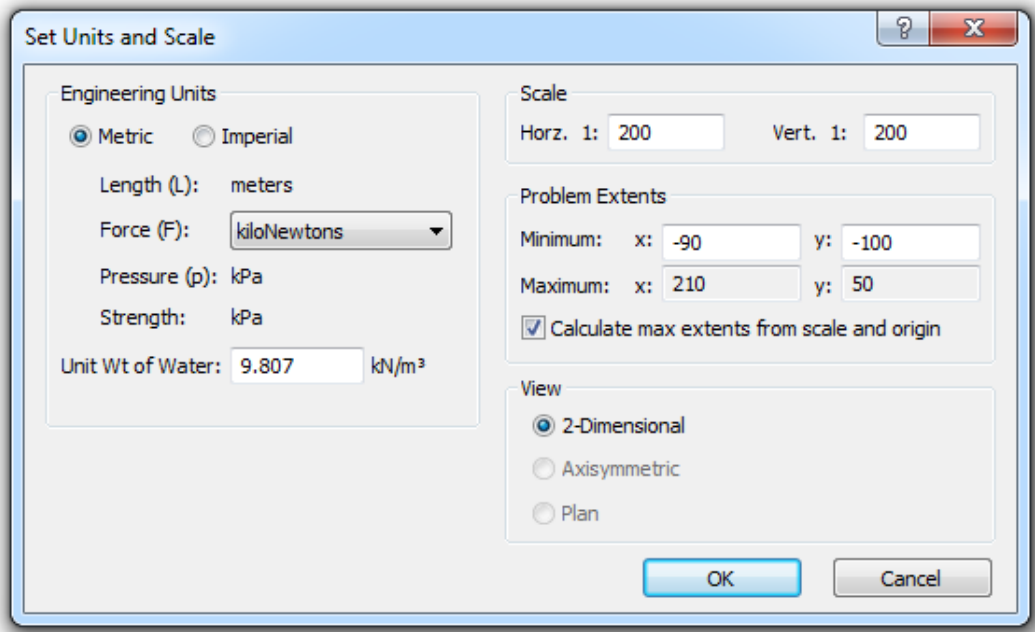
Programın kodları ilk olarak 1977 yılında Profesör D.G. Frendlung tarafından Saskatchewan Üniversitesinde şev stabilite problemlerini çözebilmek için yazılmıştır. İlk ticari versiyonları bilgisayar teknolojisinin gelişmemesinden dolayı sadece sınırlı sayıda kullanılmıştır. 1980'li yıllarda kişisel bilgisayar sayısının artması, bilgisayarlardaki bellek problemi ve bilgisayar fiyatlarındaki düşüş yüzünden programda düzenlemeler yapılmıştır. 1983 yılında kodları tekrar yazılmış ve PC-SLOPE ismiyle piyasaya sunulmuştur. Seksenli

yılların sonunda bilgisayar teknolojisinde kullanıcıya daha iyi görsellik sunan CAD (Computer Aided Design) sistemleri yerini almıştır. Program da bu yeniliği takip etmiş ve Microsoft işletim sistemi ile uyumlu çalışacak versiyonu üretilip, tekrar isimlendirilerek SLOPE/W ismi ile satışı başlatılmıştır. Sonraki yıllarda programın, farklı geoteknik uygulamalarında da kullanılabilmesi için, analiz kısımlarına ayrılmış ve paket program genel bir isimle GeoStudio olarak piyasaya verilmiştir (GeoStudio, 2008).

Limit denge koşulu kullanarak analiz yapan Slope/W ile heterojen zemin tiplerini, karmaşık stratigrafik durumları, farklı geometrilerdeki yüzeyler gibi basit ve karmaşık problemler modellenenbilmektedir. Boşluk suyu basıncı etkisi, zemin özellikleri ve çeşitli analiz yöntemleri ile yükleme koşulları olasılık yöntemlerine göre yapılabildiği gibi limit denge analizlerine ek olarak sonlu elemanlar analizi ile de belirlenebilmektedir.

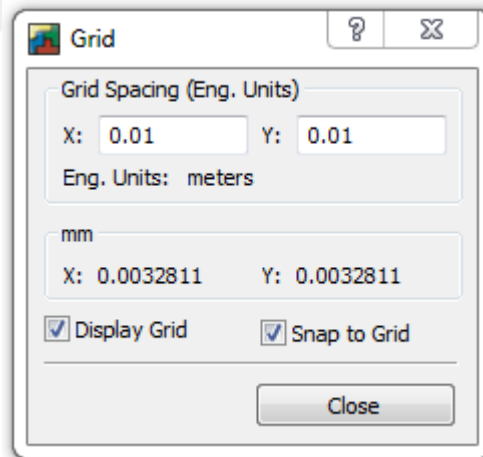
3.2.2 Stabilité Analizi Yapılacak Kesitin Modellenmesi

Öncelikle Autocad yazılımında çizilen örnek kesitlerden en derini bulunur. Kesitin başladığı ve bittiği yerden kesitin ölçüsünün 2 katı kadar sağa ve sola, 3 katı kadar derine gidecek şekilde noktalar belirlenir. “Ucs” komutuyla ilk noktaya (0,0) değeri verilir. Daha sonra tüm kırılma noktaları tek tek ölçülerek GeoStudio programında girilecek değerler belirlenir. GeoStudio programı açıldıktan sonra öncelikle ‘Set’ menüsündeki “Units and Scale” sekmelerine girilerek analizde kullanılacak birim ve kullanılacak sayfanın büyüklüğü ayarlanabilmektedir (Şekil 3.4.).



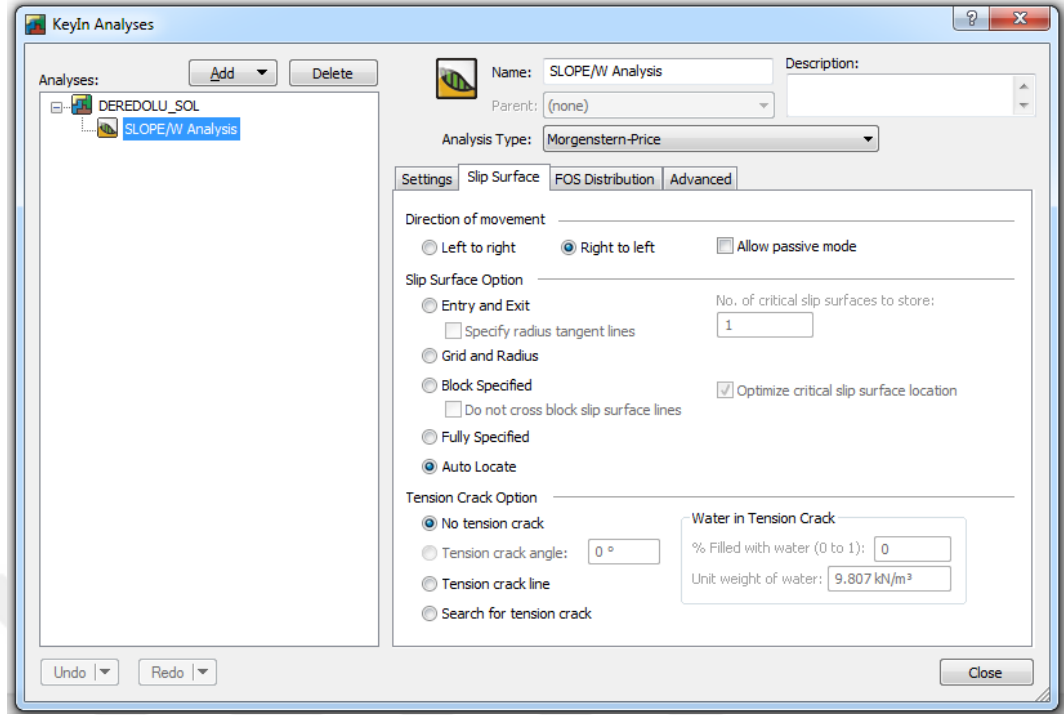
Şekil 3.4. “Set Unit and Scale” komutu ile yapılacak işlemler

Grid aralıkları da yine ‘Set’ menüsündeki “Grid” sekmesinden ayarlanabilmektedir (Şekil 3.5.).



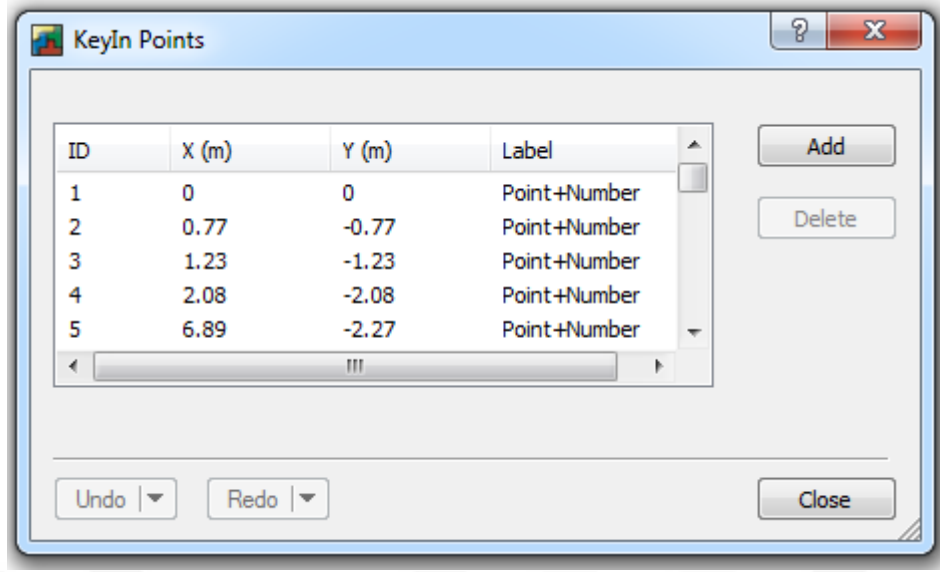
Şekil 3.5. “Grid” komutu ile yapılacak işlemler

“KeyIn” menüsünden seçilen “Analyses” komutuyla ekrana gelen seçenekler ile şevin hareket yönü ve kayma dairesi seçeneklerinin belirlenmesi gösterilmektedir (Şekil 3.6.).



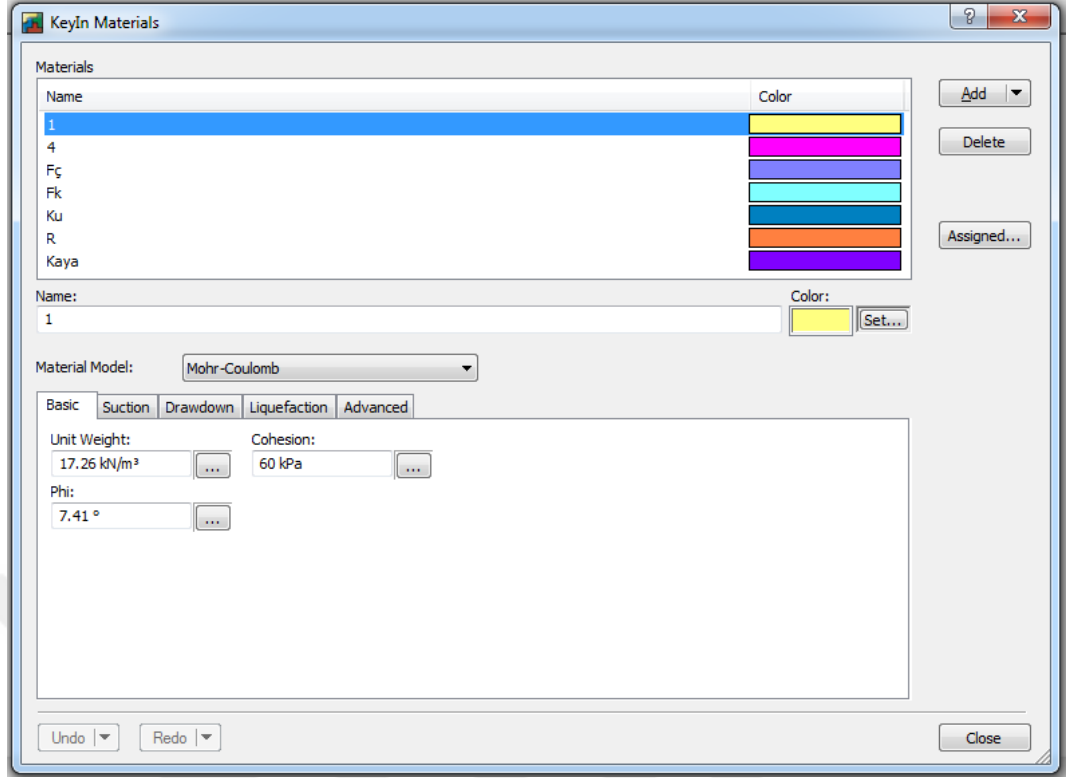
Şekil 3.6. “KeyIn Analyses” komutuyla yapılan işlemler

Daha sonra “Draw” komutu ile sistemin geometrisi oluşturulmaya başlanır. Burada “Draw” komutundan “Point” seçeneği seçilerek Autocad yazılımından alınan noktalar (x,y) olarak tek tek girilir. Daha sonra ise “Polyline” komutuyla noktalar birleştirilir, “Regions” komutunda seçilerek noktalar birleştirdiği alanlar oluşturulur ve geometri tamamlanır. Eğer geometride bir değişiklik yapılmak istenirse “Modify” komutundan “Objects” seçeneği seçilmelidir. Burada atanmış olan nokta silinebilir ya da başka bir koordinata kaydırılabilir (Şekil 3.7.).



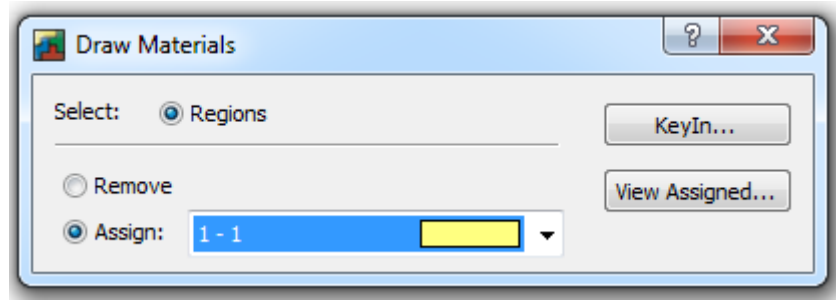
Şekil 3.7. Sistemin geometrisini oluşturmak için noktaların girilmesi

Malzeme özellikleri ile ilgili bilgilerin programa girilmesi için “KeyIn” menüsündeki “Material Properties” sekmesine girilir ve analizde kullanılacak zemin türleri için kullanılacak model belirlendikten sonra malzeme ismi yazılıp, malzemenin birim hacim ağırlığı, kohezyonu ve kayma mukavemeti açısı tanımlanır. Programda atanacak parametreler laboratuvar ortamında yapılan deneylerle elde edilen verilerdir. Analizlerde zemin ortamında çalışılacağı için Mohr-Coulomb kayma mukavemeti teorisi kullanılacaktır (Şekil 3.8.).



Şekil 3.8. Malzemenin temel mühendislik parametrelerinin belirlenmesi

Malzeme özellikleri tanımlandıktan sonra bunları geometrisi oluşturulmuş modele atamak için “Draw” komutundan “Materials” seçilir ve “Assign” ile model geometri üzerinde malzeme seçimi yapılır (Şekil 3.9.).

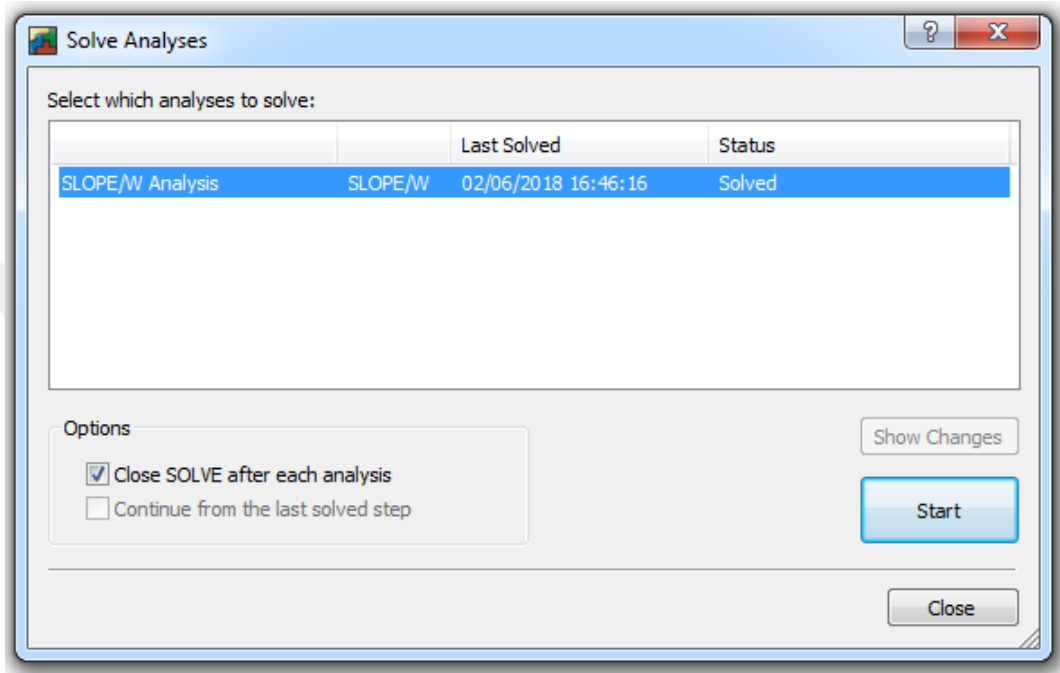


Şekil 3.9. Malzemenin model üzerinde atanması için gereken işlem.

3.2.3 Modelin Çözümü

Modelin geometrisinin belirlenmesi, malzeme özelliklerin tanımlanması, yeraltı su seviyesinin belirlenmesi ve kayma yüzeyinin belirlenmesi tamamlandıktan sonra model çözümü işlemine başlanır. Model oluşturulurken oluşan hataların görülebilmesi için analiz

özölmeden önce “Tools” menüsü altında yer alan “Verify/Optimize Data” komutu ile kontrol edilir, meydana gelen hataların adedini ve ne olduğunu program kullanıcıya gösterir. Eğer bir hatayla karşılaşılıymışsa bu hata düzeltilir ve hatanın düzeltildiği onaylandıktan sonra modelin özümü “Tools” menüsünde yer alan “Solve Analyses” komutu ile yapılır (Şekil 3.10.).



Şekil 3.10. Sistemin özölmesi için gereken işlem.

Modelin özümü tamamlandıktan sonra kritik kayma dairesinin güvenlik sayısı ve kayma mukavemeti parametrelerinin grafikleri “Contour” komutuyla görülebilir.

4. DEREDOLU GÖLETİNİN FARKLI GÖVDE TİPİ ALTERNATİFLERİNİN ANALİZLERİ

4.1 Ekonomik Analiz

Gümüşhane-Kelkit Deredolu Göleti için seçilen Kil Çekirdekli Kaya Dolgu gövde tipini kıyaslamak amacıyla alternatif olarak Homojen Kil Dolgu ve Kil Çekirdekli Kum-Çakıl Dolgu gövde tip örnekleri çizilmiştir. Çizilen her bir alternatiften 25 m aralıklarla 6 adet enkesit alınıp, bu enkesitlere ait metrajlar hesaplanmıştır. Bu metrajlar doğrultusunda gövde tiplerinin avantajları ve dezavantajları karşılaştırılıp en ekonomik tip seçimi elde edilmeye çalışılmıştır.

4.1.1 Kil Çekirdekli Kaya Dolgu Tipi Alternatifi

Kil çekirdekli dolgu barajlar dünyanın her yerinde en çok tercih edilen baraj tipidir. Merkezi kil çekirdekli kaya dolgu barajlar, geçirimsizliği temin edecek kil malzeme, filtre için kum-çakıl ve kaya malzeme kullanılarak inşa edilmektedir. 15 m ile 20 m den daha düşük yüksekliklerde baraj inşasında genellikle diğer tip barajların daha ekonomik olduğu görülmektedir. Bu gibi durumlarda yatay ve düşey drenli toprak dolgu baraj tipi yapılmaktadır. Uygulamada 335 m yüksekliğe kadar kaya dolgu baraj yapımı mevcuttur (USBR 1986; Karadayı 1990).

Bu tip göletlerde kabuk zonlarının dolgusu kaya ile inşa edilir. Kil çekirdekle kabuklar arasında kum ve çakıl filtreler ilâveten, hem membada, hem mansapta kaya ufağından elde edilen 3,0 m kalınlığında birer tranzisyon tabakası oluşturulur.

Memba şevi 1. derece deprem bölgelerinde 2.5:1.0, 2. derece deprem bölgelerinde 2.25:1.00, 3., 4. ve 5. derece deprem bölgelerinde 2.0:1.0 olarak alınır.

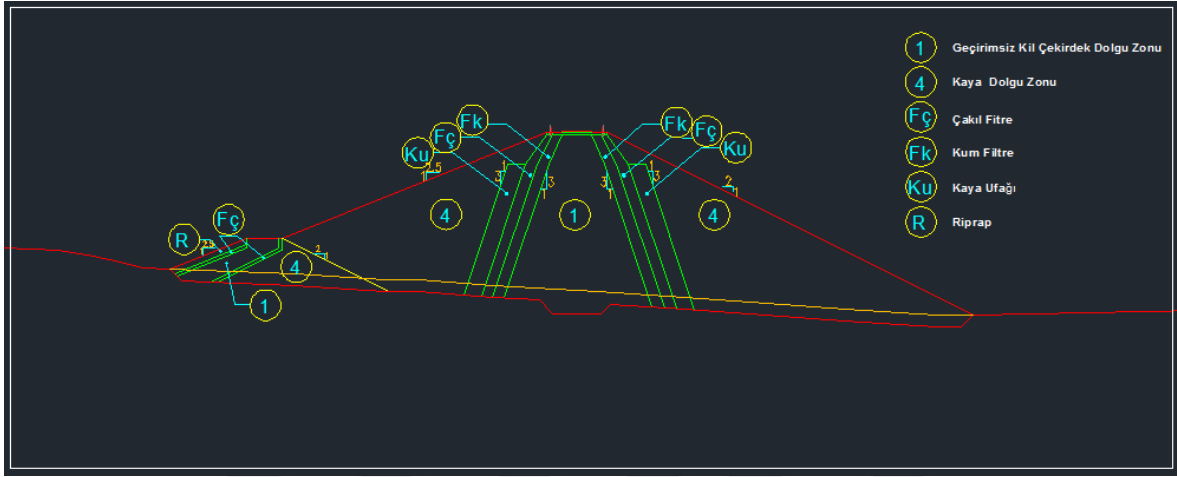
Mansap şevini belirleyen “m” 1. derece deprem bölgelerinde 2.25, diğer deprem bölgelerinde 2.0 olarak alınır.

Kum ve çakıl filtrelerin kalınlıkları, 1. derece deprem bölgelerinde 2.0 m diğer deprem bölgelerinde 1.5 m olarak alınır.

Kil çekirdeğin üst genişliği 1. ve 2. derece deprem bölgelerinde 5.0 m, diğer bölgelerde 4.0 m olarak yapılır.

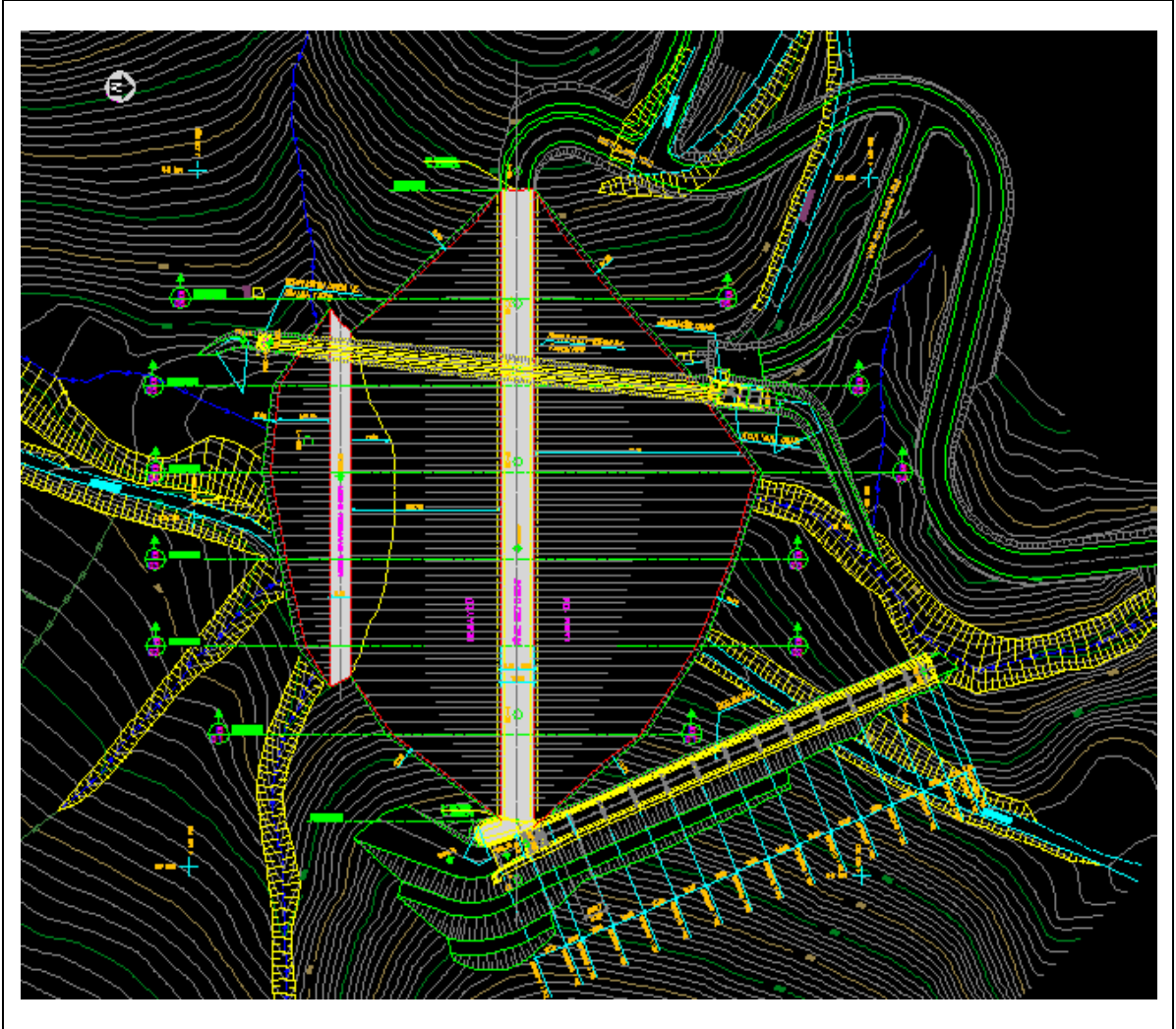
Kil çekirdeğin memba ve mansap şevleri aynı, 1. ve 2. derece deprem bölgelerinde 1.0 H:4.0 V, diğer bölgelerde 1.0 H:3.0 V olarak alınır. Bununla birlikte, kil malzemenin nispeten kıt olduğu yerlerde kil çekirdeğin üst genişliği 4.0 m'ye düşürülüp, şevler 1.0:4.0 olarak yapılmaktadır (Dalkır, 2011).

Deredolu Göleti kil çekirdekli kaya dolgu tipi örnek kesiti aşağıda verilmiştir (Şekil 4.1.).



Şekil 4.1. Kil çekirdekli kaya dolgu tip kesiti

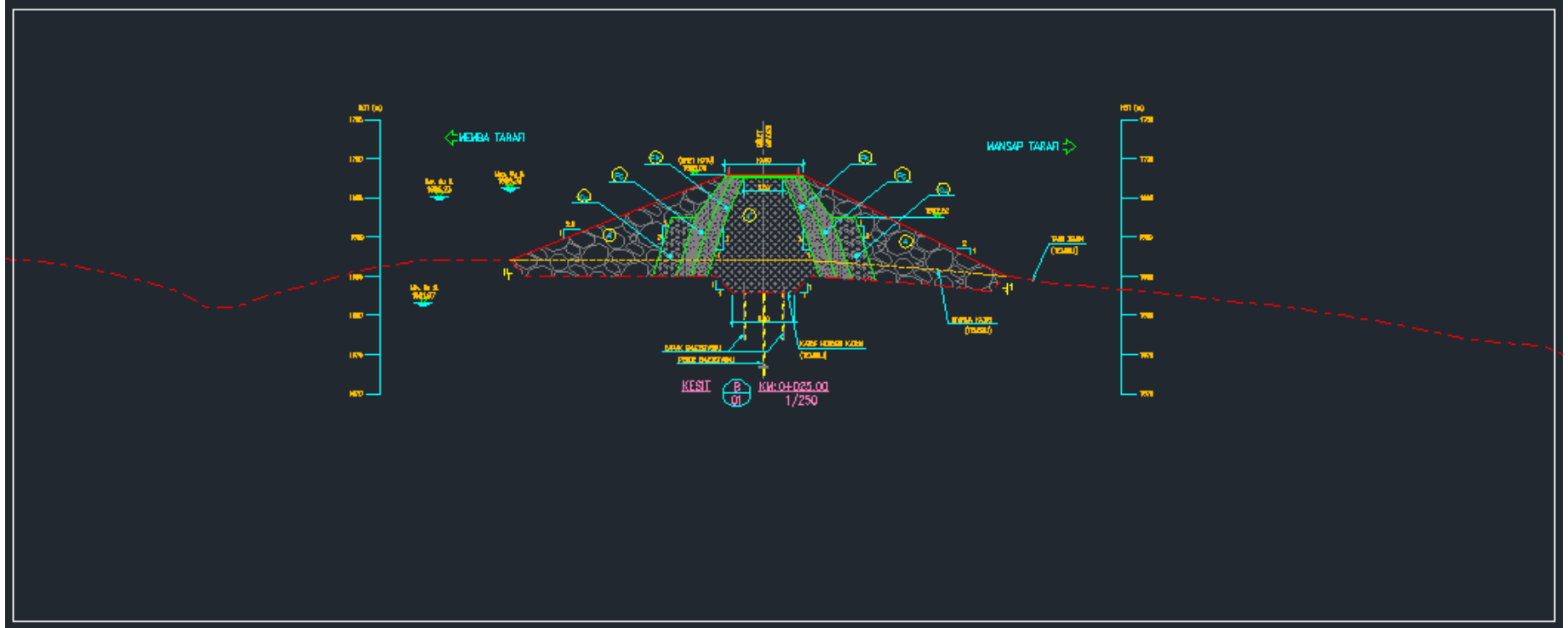
Deredolu Göleti kil çekirdekli kaya dolgu tipi vaziyet planı aşağıda verilmiştir (Şekil 4.2.).



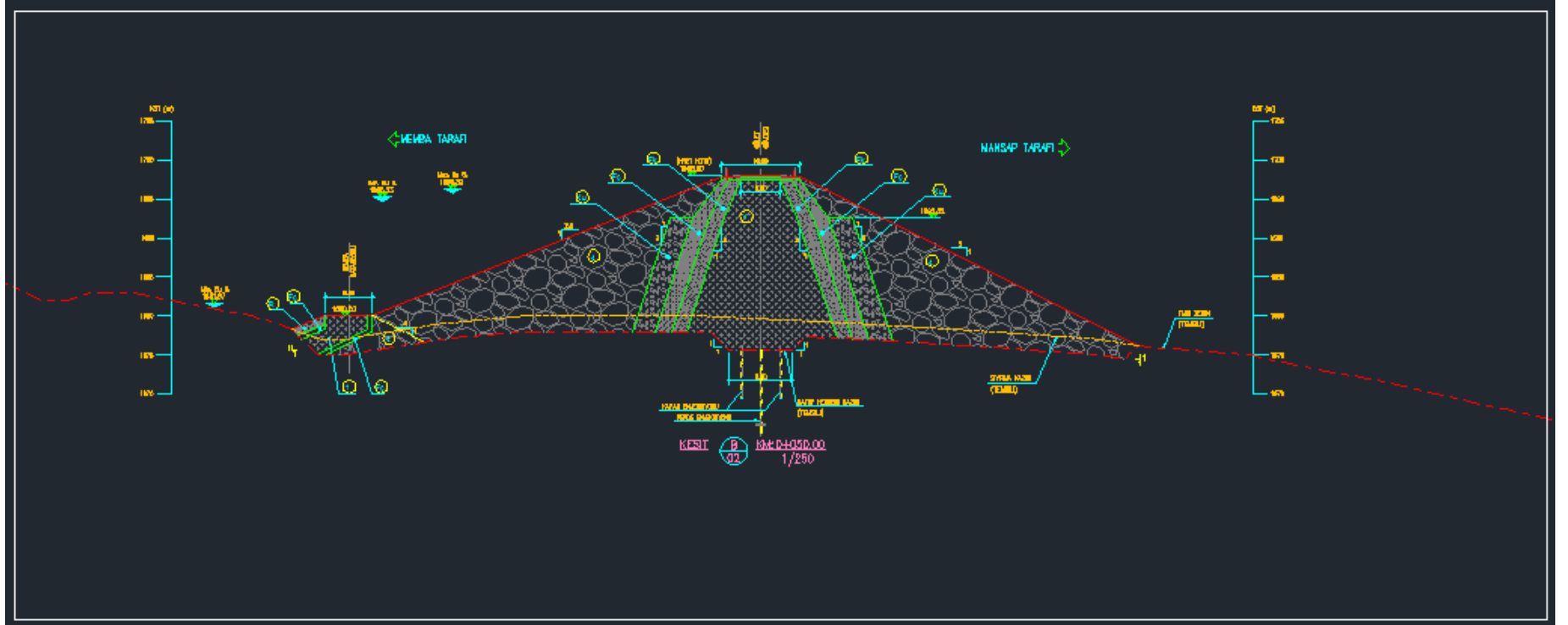
Şekil 4.2. Gölet vaziyet planı (kil çekirdekli kaya dolgu)

Kil çekirdekli kaya dolgu tipi 1/250 ölçekli çizilen 6 adet kesiti Şekil 4.3., Şekil 4.4., Şekil 4.5., Şekil 4.6., Şekil 4.7. ve Şekil 4.8.'de verilmiştir.

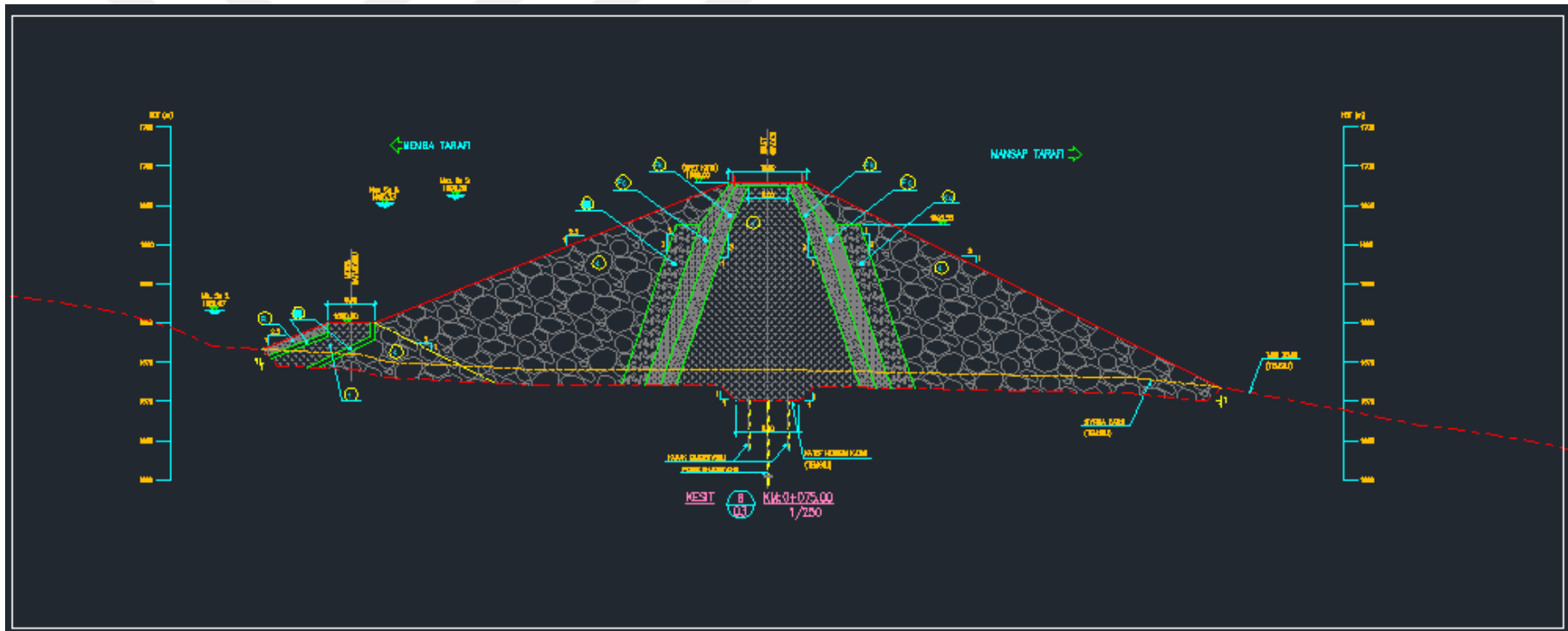
Kil çekirdekli kaya dolgu tipi metraj alan hesaplama kesitleri Şekil 4.9., Şekil 4.10., Şekil 4.11., Şekil 4.12., Şekil 4.13. ve Şekil 4.14.'de verilmiştir.



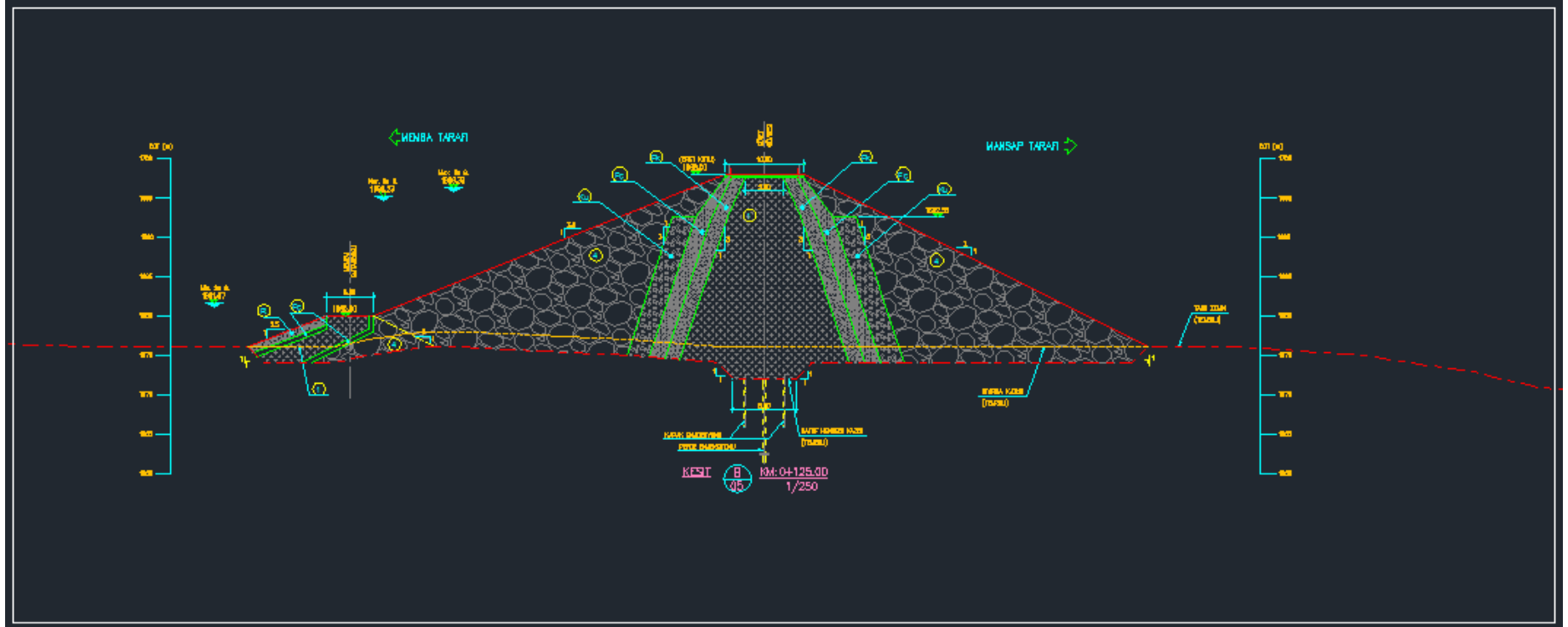
Şekil 4.3. Kesit 1 (1/250 ölçekli)



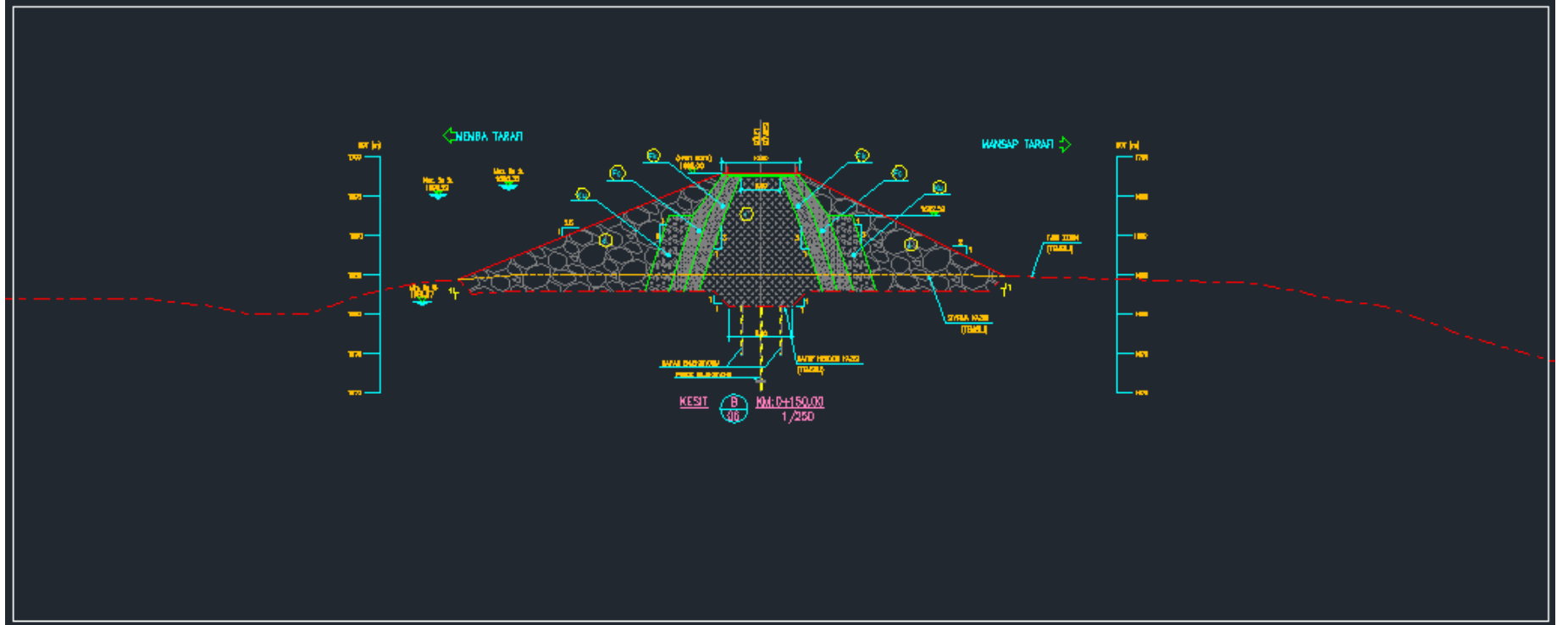
Şekil 4.4. Kesit 2 (1/250 ölçekli)



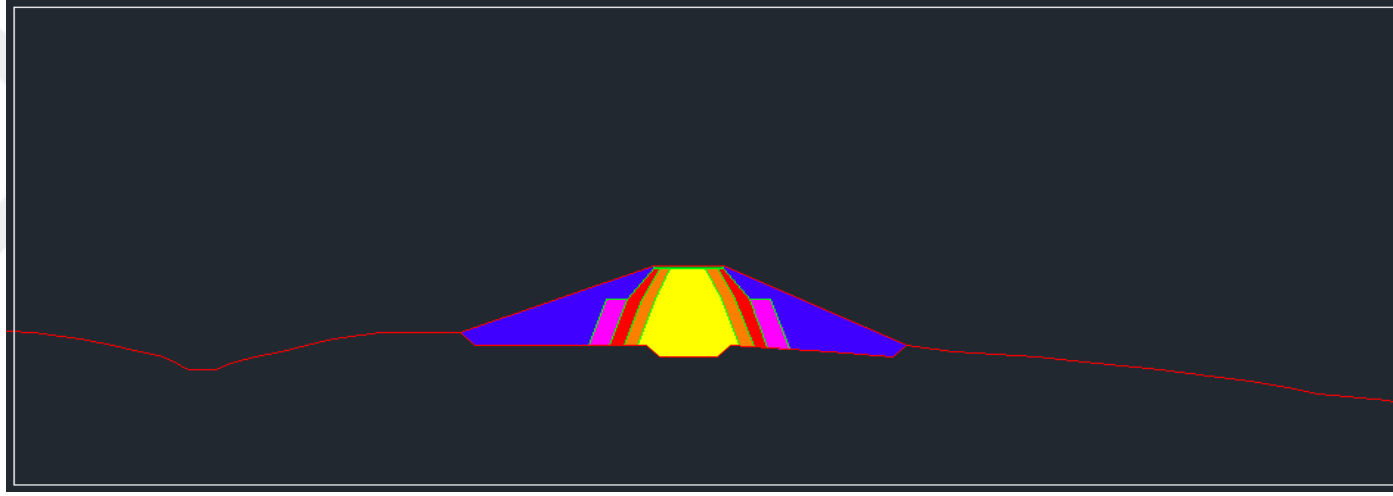
Şekil 4.5. Kesit 3 (1/250 ölçekli)



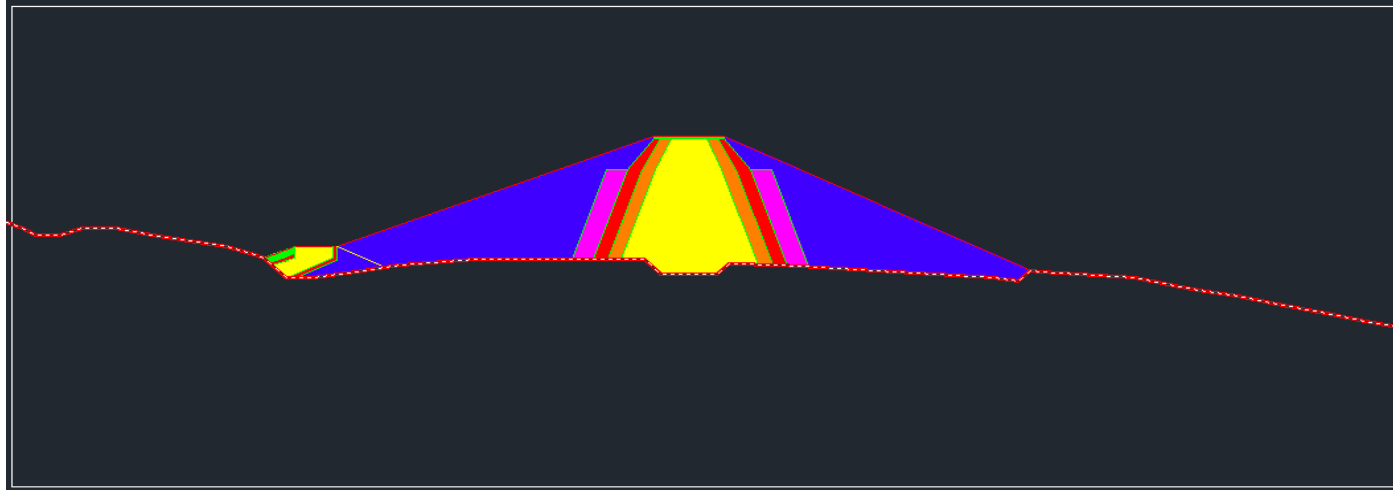
Şekil 4.7. Kesit 5 (1/250 ölçekli)



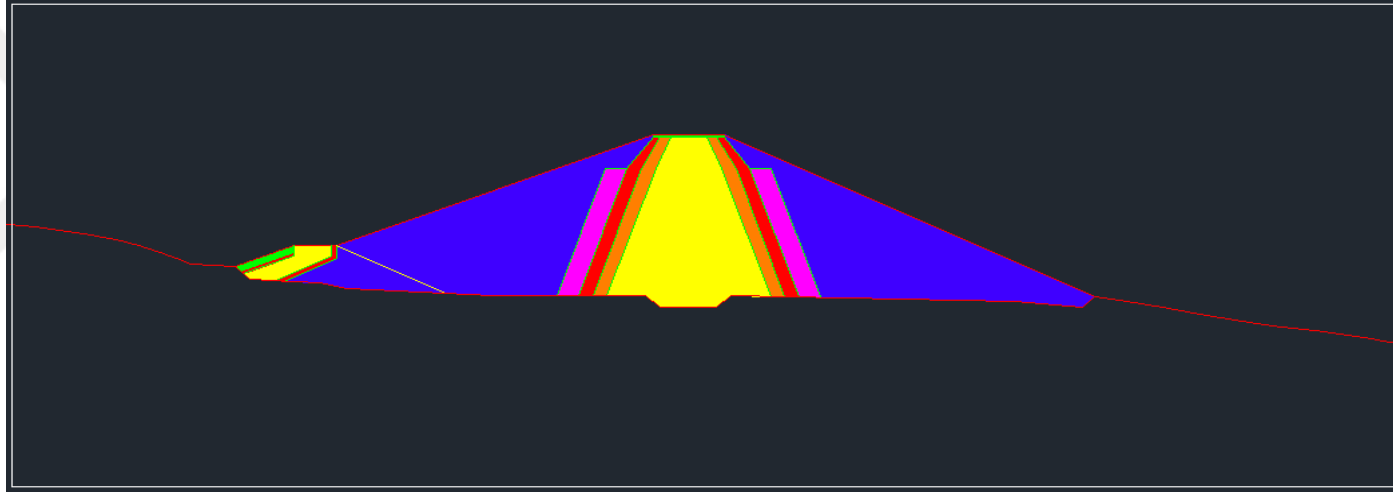
Şekil 4.8. Kesit 6 (1/250 ölçekli)



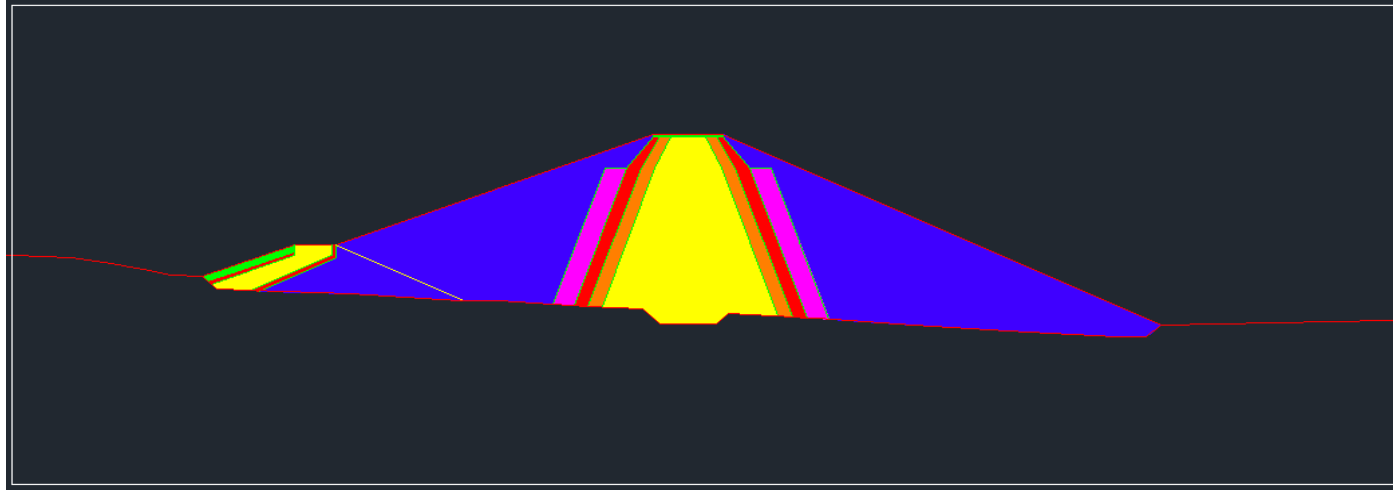
Şekil 4.9. Metraj alan hesaplama – Kesit 1



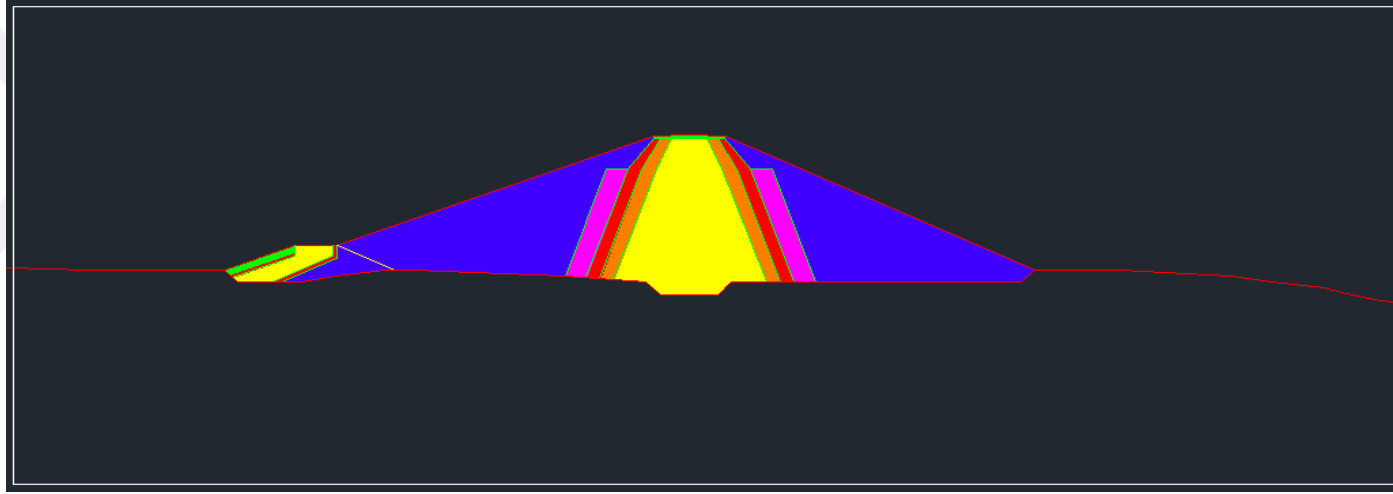
Şekil 4.10. Metraj alan hesaplama – Kesit 2



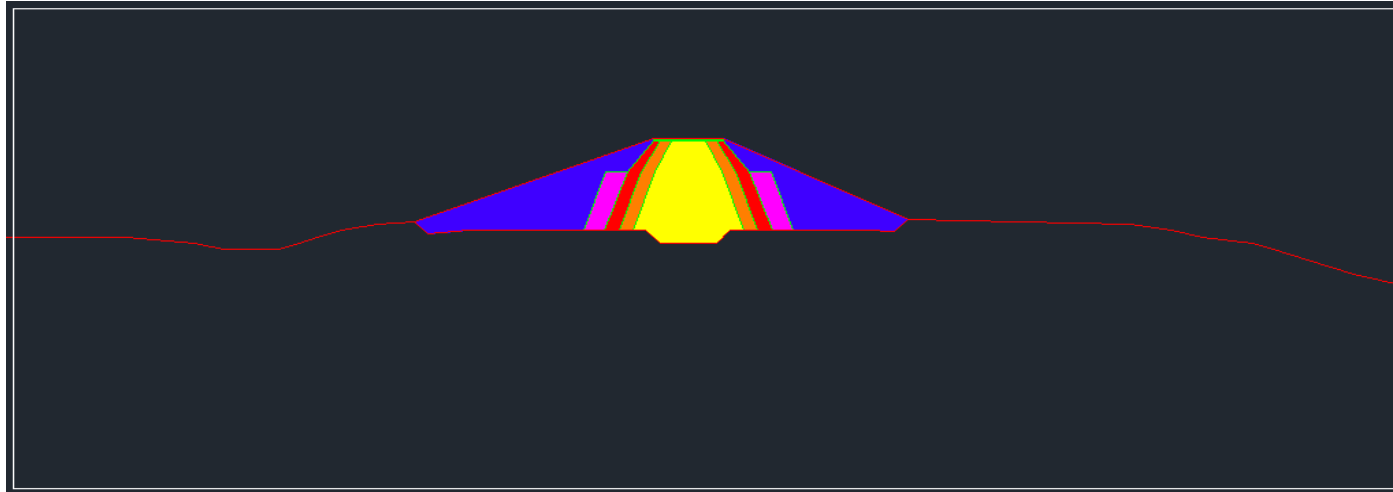
Şekil 4.11. Metraj alan hesaplama – Kesit 3



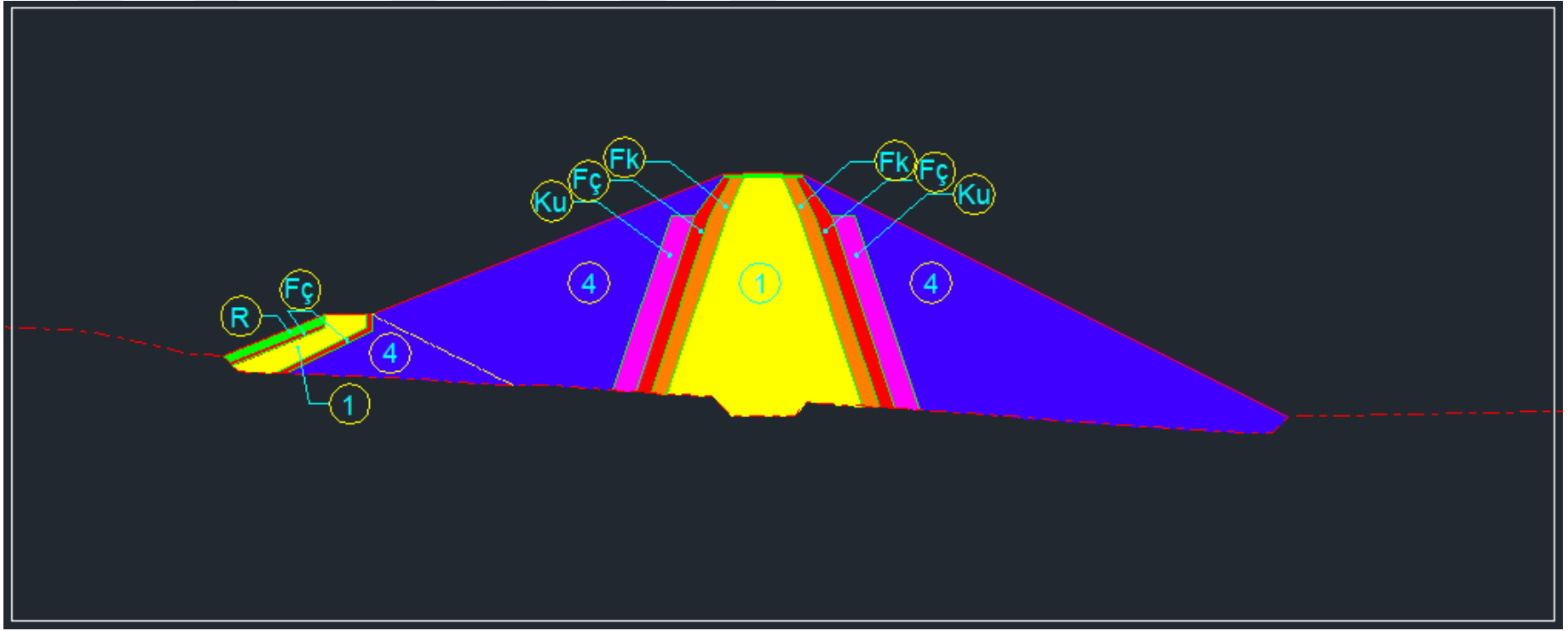
Şekil 4.12. Metraj alan hesaplama – Kesit 4



Şekil 4.13. Metraj alan hesaplama – Kesit 5



Şekil 4.14. Metraj alan hesaplama – Kesit 6



Şekil 4.15. Metraj alan hesaplama – Örnek kesit

Tablo 4.1. Kıl çekirdekli kaya dolgu tip alternatifii metraj tablosu

DEREDOLU GÖLETİ KİL ÇEKİRDEKLİ KAYA DOLGU TİPİ ALTERNATİFİ																			
Km	Ara mesafe	1		4		Ku		Fç		Fk		Riprap		Kazı		Stabilize		Cut Off Kazısı	
		alan	hacim	alan	hacim	alan	hacim	alan	hacim	alan	hacim	alan	hacim	alan	hacim	alan	hacim	alan	hacim
0+000.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00	
0+025.00	25.00	144.93	1.812	248.97	3.112	46.58	582	45.69	571	47.90	599	0.00	0	122.55	1.532	4.30	54	19.97	250
0+050.00	25.00	291.44	5.455	699.40	11.855	90.59	1.715	82.51	1.603	77.39	1.566	4.21	53	212.62	4.190	4.30	108	20.11	501
0+075.00	25.00	420.35	8.897	1034.36	21.672	124.08	2.683	108.56	2.388	108.56	2.324	8.56	160	239.64	5.653	4.30	108	19.66	497
0+100.00	25.00	501.67	11.525	1299.47	29.173	140.33	3.305	124.92	2.918	111.07	2.745	13.53	276	267.54	6.340	4.30	108	20.01	496
0+125.00	25.00	377.68	10.992	816.76	26.453	108.50	3.110	100.17	2.814	90.53	2.520	10.36	299	225.10	6.158	4.30	108	20.51	507
0+150.00	25.00	174.90	6.907	317.11	14.173	57.12	2.070	53.08	1.916	55.58	1.826	0.00	129	135.93	4.513	4.30	108	20.00	506
0+181.10	31.10	0.00	2.720	0.00	4.931	0.00	888	0.00	825	0.00	864	0.00	0	0.00	2.114	0.00	67	0.00	311
			48.308		111.369		14.354		13.035		12.445		917		30.499		658		3.068

Tablo 4.2. Kıl çekirdekli kaya dolgu tip alternatifi keşif özeti

KİL ÇEKİRDEKLİ KAYA DOLGU GÖVDE ALTERNATİFİ KEŞİF ÖZETİ						
SIRA NO	POZ NO	İŞİN CİNSİ	BİRİMİ	MİKTARI	BİRİM FİYATI (TL)	TUTARI (TL)
KAZI VE DOLGU İŞLERİ						
1	B-14.018	Barajlarda mekanik tokmakla sedde, dolgu veya baraj dolgusunun sıkıştırılması	m ³	4.830,79	12,88	62.220,61
2	B-14.D2	Baraj çekirdek hendeği (Cut-off) kazısı ve baraj temeli su boşaltma zammı (Hal 1: Q=20 m ³ /saat, h=10 m)	m ³	1.533,82	0,66	1.014,73
3	B-14.D2	Baraj çekirdek hendeği (Cut-off) kazısı ve baraj temeli su boşaltma zammı (Hal 2: Q=80 m ³ /saat, h=10 m)	m ³	1.533,82	1,32	2.026,49
4	B-15.040	Barajlarda kayadan başka zeminde röpriz yapılması	m ³	0,00	2,79	0,00
5	B-15.052/A	Barajlarda titreşimli silindirle sedde, dolgu veya baraj dolgusunun sıkıştırılması (en az 8 ton) (150 m ³ için 1 saat)	saat	911,17	152,99	139.399,22
6	B-15.052/B	Barajlarda titreşimli silindirle sedde, dolgu veya baraj dolgusunun sıkıştırılması (en az 15 ton) (150 m ³ için 1 saat)	saat	101,24	270,30	27.365,34
7	B-15.054	Barajlarda keçiyağı silindirle sedde, dolgu veya baraj dolgusunun sıkıştırılması (150 m ³ için 1 saat)	saat	322,05	154,31	49.695,97
8	B-15.301	Barajlarda kaya ve bataklık zeminler hariç her cins ve klasta zeminlerin kazılması ve depoya konulması (Sıyırma ve şekil verme kazısı)	m ³	3.049,93	3,31	10.095,25
9	B-15.302	Barajlarda ocak ve/veya malzeme ariyet sahalarında kaya ve bataklık zeminler hariç her cins ve klasta zeminlerin kazılması ve dolgu, sedde ve/veya baraj dolgusuna konulması (geçirimsiz malzeme)	m ³	48.307,93	5,04	243.471,94
10	B-15.306	Barajlarda yumuşak kaya zeminlerin kazılması, dolgu ve/veya depoya konulması	m ³	1.524,96	9,66	14.731,14
11	B-15.310	Barajlarda kaya kazılması, dolgu ve/veya depoya konulması	m ³	25.924,37	14,86	385.236,09
12	B-15.312	Barajlarda ocak ve/veya ariyet sahalarında kaya kazılması ve dolgu, sedde ve/veya baraj dolgusuna konulması (kaya malzeme)	m ³	125.722,65	15,36	1.931.099,95
13	B-15.321	Barajlarda sedde, dolgu veya baraj dolgusunun sulanması (keçiyağı ile sıkıştırılan dolgular)	m ³	2.415,40	5,45	13.163,91
14	B-15.322	Barajlarda sedde, dolgu veya baraj dolgusunun sulanması (kaya dolgu ve keçiyağı ile sıkıştırılan dolgular hariçinde)	m ³	2.613,83	3,44	8.991,57
15	B-15.323	Barajlarda kaya dolgunun tazyikli su ile yıkanması	m ³	31.430,66	2,09	65.690,09
16	B-08.D/3	Barajlarda stabilize yol için kum-çakıl hazırlanması	m ³	658,12	5,01	3.297,16
17	B-15.342	Barajlarda filtre malzemesi konulması (tuvenan)	m ³	0,00	4,76	0,00
18	B-15.343	Barajlarda filtre malzemesi konulması (elenmiş)	m ³	25.480,16	18,33	467.051,25
19	B-15.344	Barajlarda filtre malzemesi yıkanması	m ³	25.480,16	1,29	32.869,40
20	B-15.345	Barajlar filtre malzemesinde elek artığı malzeme bedeli	m ³	6.370,04	2,79	17.772,41
21	B-15.348	Barajda Ocaktan-Ariyetten Gelen Kaya İle Riprap Yapılması	m ³	916,60	23,49	21.530,88
22	B-15.380	Kayadan gayri zemin şevlerinin ve taş dolgu şevlerinin düzeltilmesi	m ²	13.000,00	1,61	20.930,00
23	B-15.381	Kayalık zeminde şev düzeltilmesi	m ²	3.240,00	6,44	20.865,60
24	B-D.402	Çakıllı malzeme ile alt temel ve temel malzemesi hazırlanması ve yerine konması	m ³	320,00	7,44	2.380,80
Ara Toplam						3.540.899,78

Tablo 4.2. Kil çekirdekli kaya dolgu tip alternatifi keşif özeti (devamı)

TAŞIMALAR						
25	B-07.D/3	Karayolu ile taşımalar (Poz B-15.302 ile ilgili geçirimsiz malzeme)	m ³	48.307,93	2,19	105.794,36
26	B-07.D/4	Karayolu ile taşımalar (Poz B-15.306 ile ilgili)	m ³	1.524,96	3,94	6.008,35
27	B-07.D/3	Karayolu ile taşımalar (Poz B-15.312 ile ilgili)	m ³	125.722,65	4,38	550.665,22
28	B-07.D/3	Karayolu ile taşımalar (Poz B-08.D/3 ile ilgili kum-çakıl malzeme)	m ³	658,12	3,10	2.040,16
29	B-07.D/3	Karayolu ile taşımalar (Poz B-D.402 ile ilgili)	m ³	320,00	3,10	992,00
30	B-07.D/3	Karayolu ile taşımalar (Poz B-15.348 ile ilgili)	m ³	916,60	4,38	4.014,70
31	B-07.D/4	Karayolu ile taşımalar (Poz B-15.301 ile ilgili)	m ³	3.049,93	3,94	12.016,71
32	B-07.D/4	Karayolu ile taşımalar (Poz B-15.342 ile ilgili)	m ³	0,00	10,39	0,00
33	B-07.D/3	Karayolu ile taşımalar (Poz B-15.343 ile ilgili filtre (elenmiş) malzeme)	m ³	25.480,16	11,54	294.040,99
34	B-07.D/3	Karayolu ile taşımalar (Poz B-15.345 ile ilgili)	m ³	6.370,04	11,54	73.510,25
35	B-07.D/5	Karayolu ile taşımalar (Poz B-15.310 ile ilgili)	m ³	25.924,37	7,41	192.099,56
Ara Toplam						1.241.182,29
GENEL TOPLAM						4.782.082,07

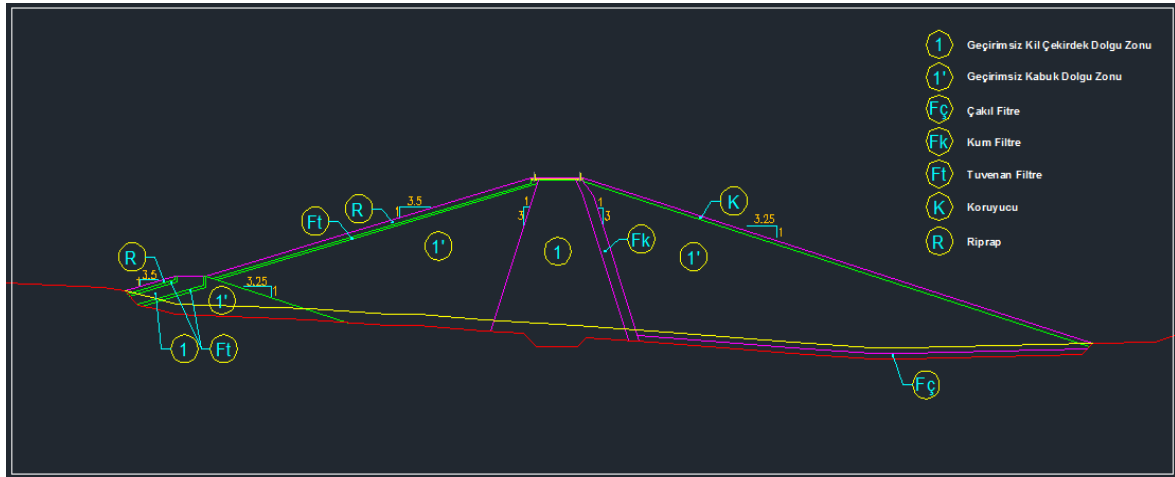
4.1.2 Homojen Kil Dolgu Tipi Alternatifi

Homojen kil dolgu göletlerde geçirimsizliği garanti altına almak için iyi sıkıştırılmış (min %98) merkezi kil çekirdek yapılır. Kabuklar da aynı kil ile veya nispeten biraz daha kötü bir kil ile doldurularak daha az sıkışma (min %85) değerleri elde edilir. Kil çekirdek ile mansap kabuğu arasında düşey bir kum filtre tabakası yapılır. Bu kum filtre mansap kabuğunun tabanında bulunan 2.0 m kalınlığında olan yatay bir çakıl filtreye bağlanır.

Memba şevi “n” 1. ve 2 derece deprem bölgelerinde 3.50, 3., 4. ve 5. derece deprem bölgelerinde 3.25 olarak alınır. Mansap şevi “m” 1. ve 2. derece deprem bölgelerinde sırasıyla 3.25 ve, 3., 4. ve 5. derecelerde 3.00 olarak alınır.

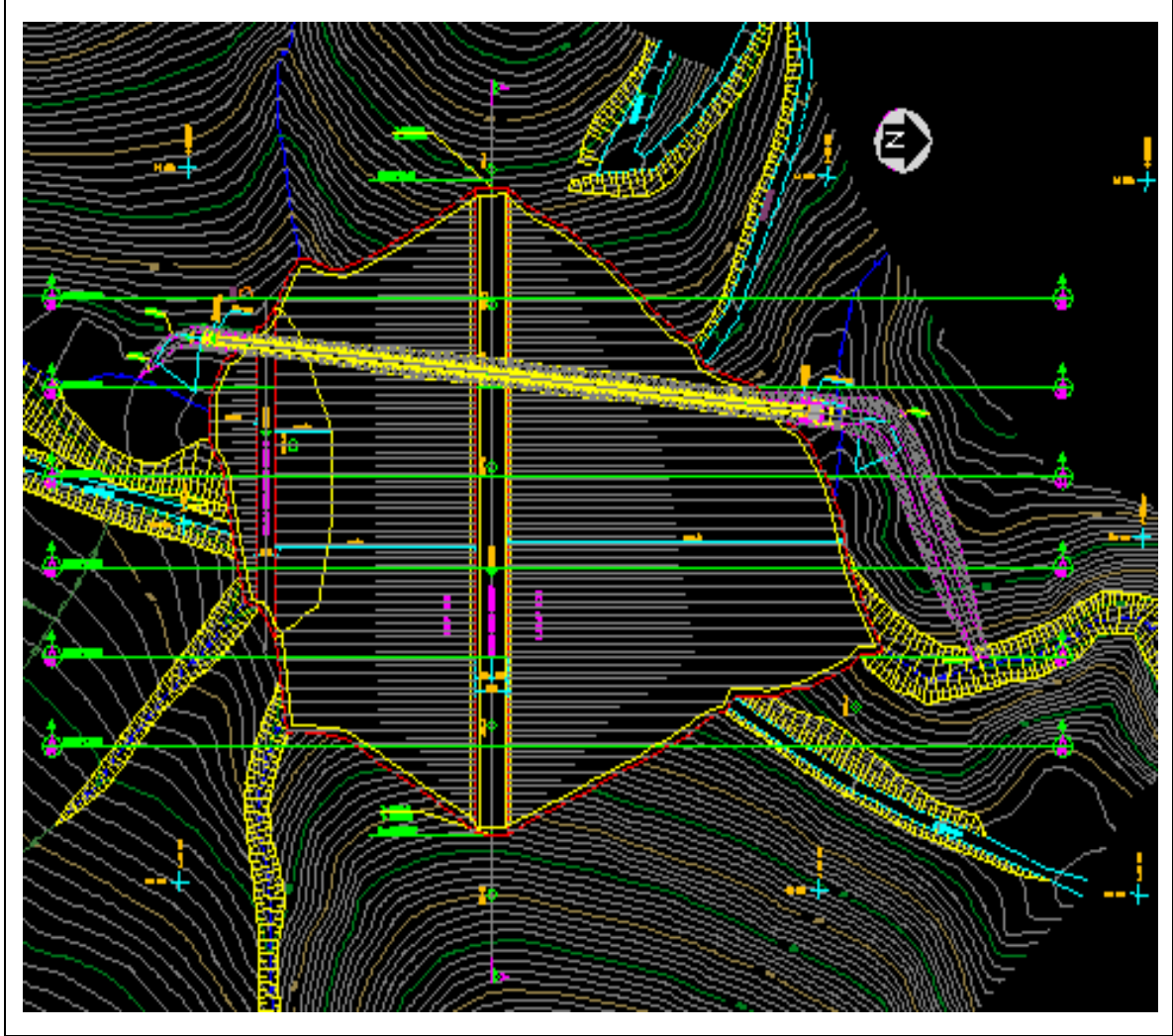
Homojen kil dolgu göletlerin memba yüzünü oyulmalardan korumak maksadıyla riprap yerleştirilir ve riprap ile toprak dolgu arasında bir tuvenan filtre yapılır. Riprap kalınlığının genellikle 0.90 m olması gerekmektedir. Tuvenan filtrenin kalınlığı genellikle 0.60 m olarak yapılır.

Deredolu Göleti homojen kil dolgu tipi örnek kesiti aşağıda verilmiştir (Şekil 4.16.).



Şekil 4.16. Homojen kil dolgu tip kesiti

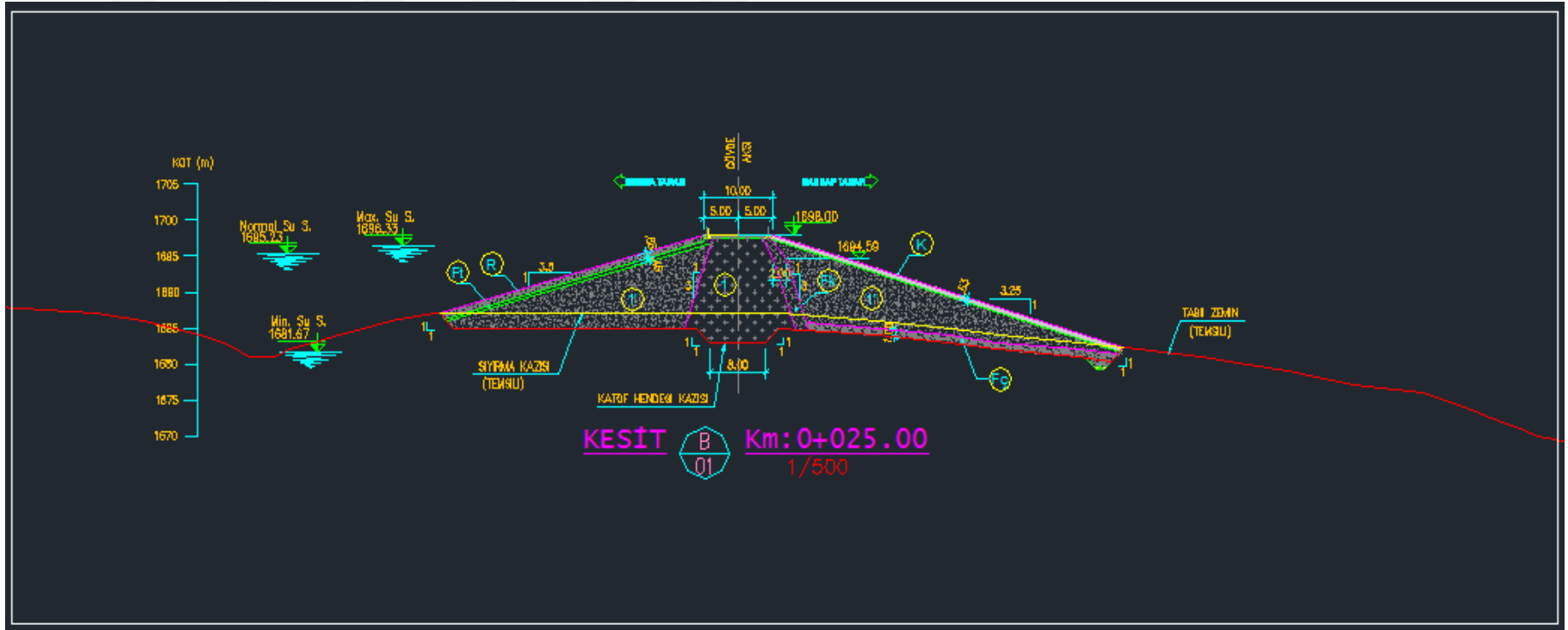
Deredolu Göleti homojen kil dolgu tipi vaziyet planı aşağıda verilmiştir (Şekil 4.17.).



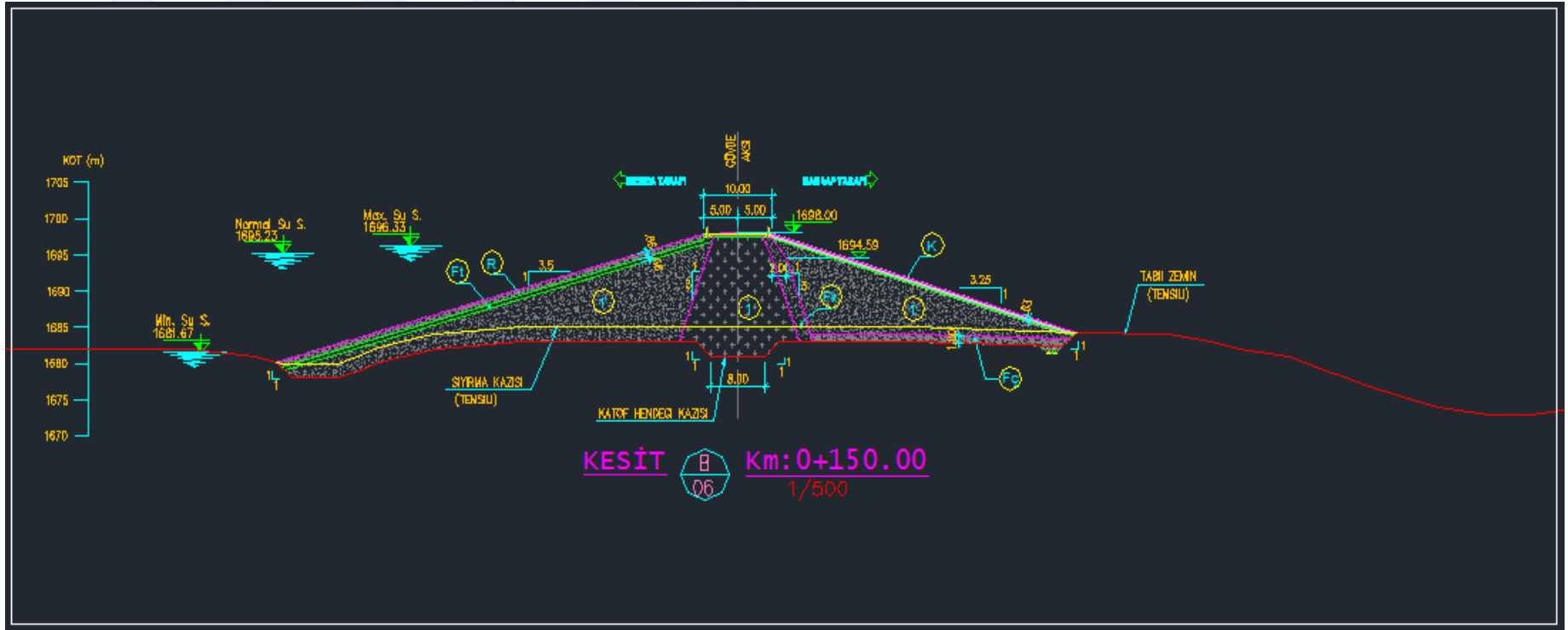
Şekil 4.17. Gölet vaziyet planı (homojen kil dolgu)

Homojen kil dolgu tipi 1/250 ölçekli çizilen 6 adet kesiti Şekil 4.18., Şekil 4.19., Şekil 4.20., Şekil 4.21., Şekil 4.22. ve Şekil 4.23.'de verilmiştir.

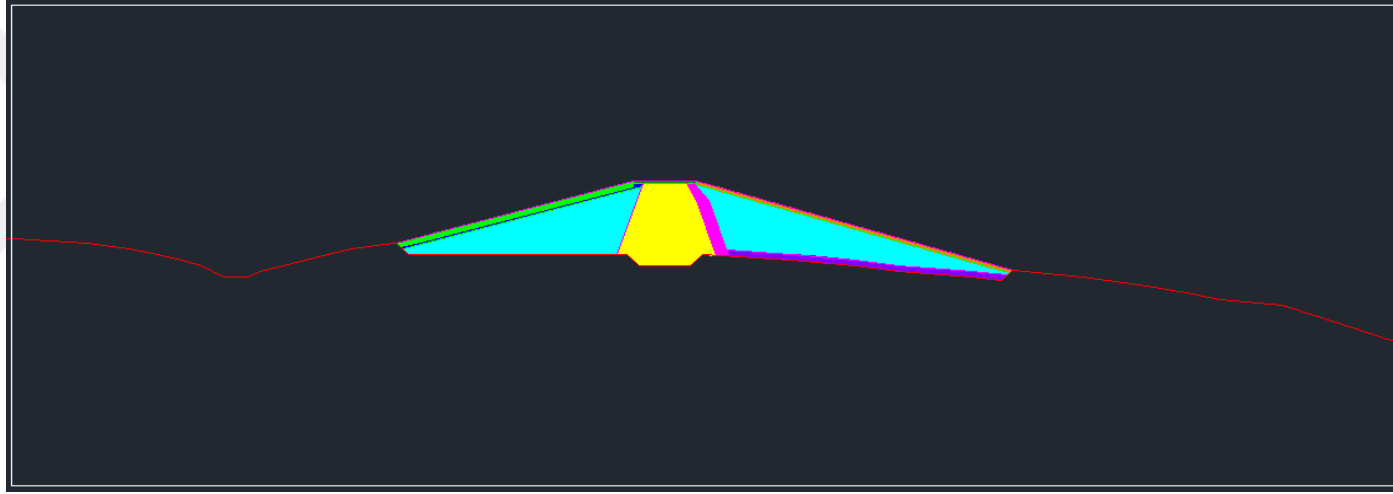
Homojen kil dolgu tipi metraj alan hesaplama kesitleri Şekil 4.24., Şekil 4.25., Şekil 4.26., Şekil 4.27., Şekil 4.28. ve Şekil 4.29.'da verilmiştir.



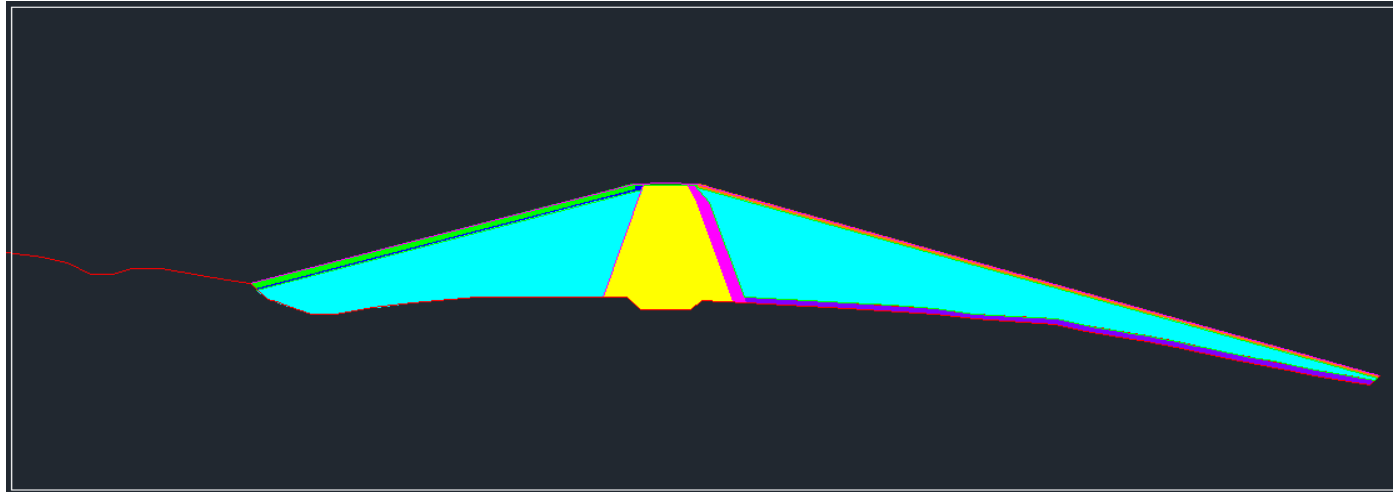
Şekil 4.18. Kesit 1 (1/250 ölçekli)



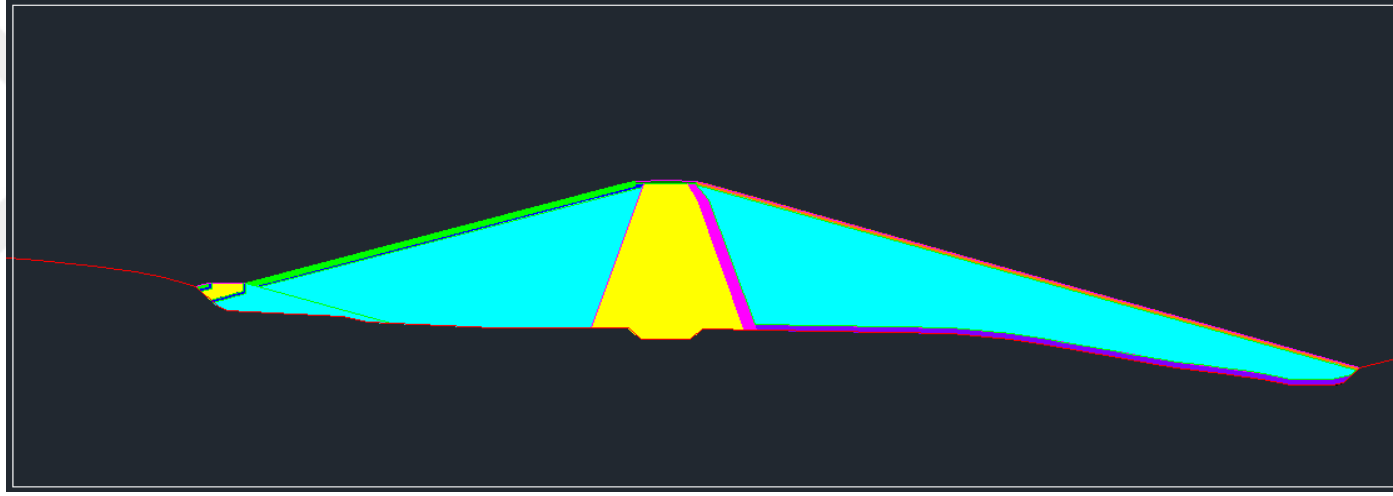
Şekil 4.23. Kesit 6 (1/250 ölçekli)



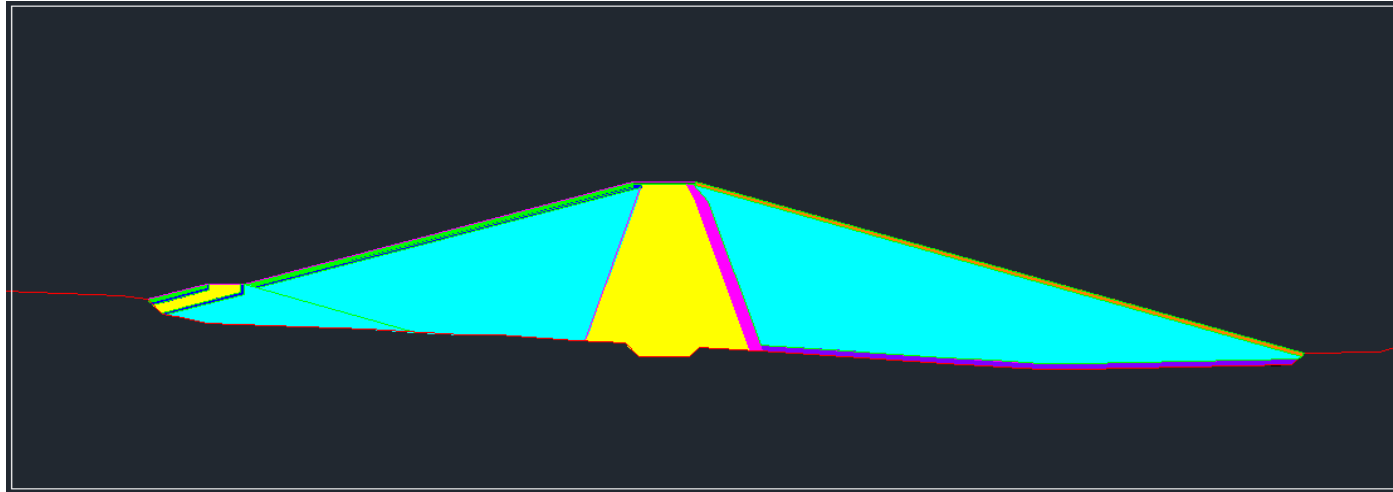
Şekil 4.24. Metraj alan hesaplama – Kesit 1



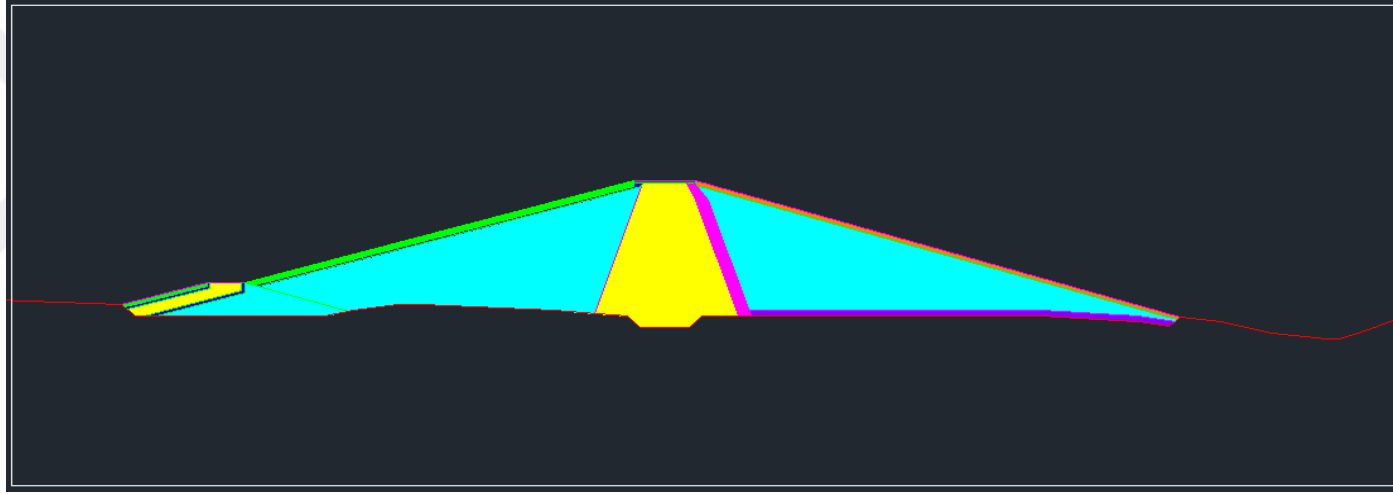
Şekil 4.25. Metraj alan hesaplama – Kesit 2



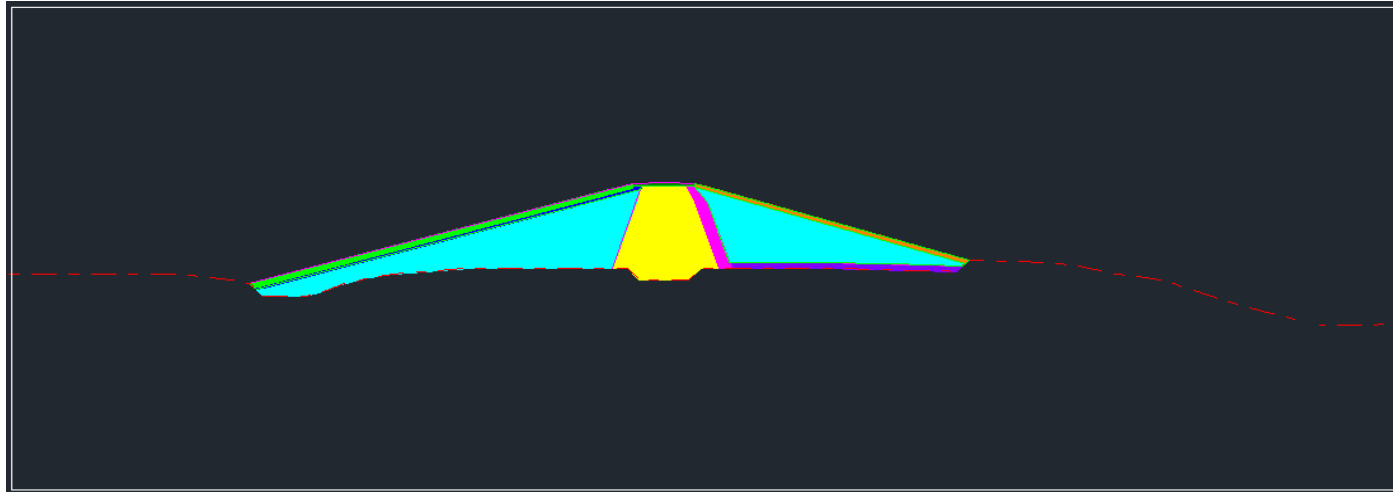
Şekil 4.26. Metraj alan hesaplama – Kesit 3



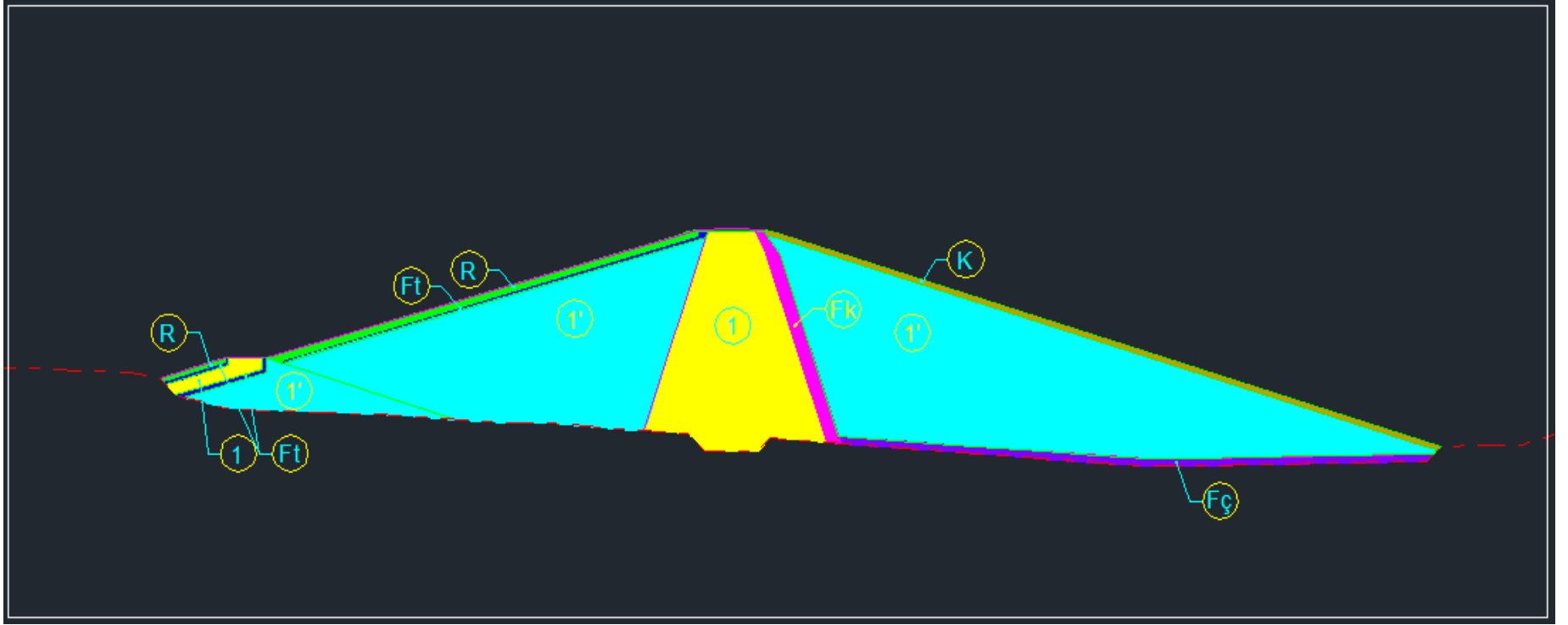
Şekil 4.27. Metraj alan hesaplama – Kesit 4



Şekil 4.28. Metraj alan hesaplama – Kesit 5



Şekil 4.29. Metraj alan hesaplama – Kesit 6



Şekil 4.30. Metraj alan hesaplama – Örnek kesit

Tablo 4.3. Homojen kil dolgu tip alternatifii metraj tablosu

DEREDOLU GÖLETİ HOJEN KİL DOLGU TİPİ ALTERNATİFİ																					
Km	Ara mesafe	1		1'		K		Fç		Fk		Ft		Riprap		Kazı		Stabilize		Cut Off Kazısı	
		alan	hacim	alan	hacim	alan	hacim	alan	hacim	alan	hacim	alan	hacim	alan	hacim	alan	hacim	alan	hacim	alan	hacim
0+000.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00	
0+025.00	25.00	166.99	2.087	491.93	6.149	33.26	416	44.62	558	24.23	303	18.74	234	33.87	423	194.77	2.435	4.30	54	20.00	250
0+050.00	25.00	503.18	8.377	1676.60	27.107	71.92	1.315	102.09	1.834	39.68	799	29.90	608	54.95	1.110	362.71	6.969	4.30	108	20.11	501
0+075.00	25.00	584.61	13.597	1985.30	45.774	69.94	1.773	96.14	2.478	50.24	1.124	34.83	809	56.63	1.395	371.90	9.183	4.30	108	19.67	497
0+100.00	25.00	531.16	13.947	2273.31	53.233	64.18	1.676	85.91	2.276	57.31	1.344	42.67	969	61.32	1.474	368.94	9.261	4.30	108	20.01	496
0+125.00	25.00	516.94	13.101	1874.75	51.851	51.01	1.440	68.01	1.924	45.77	1.289	46.23	1.111	63.99	1.566	337.24	8.827	4.30	108	20.31	504
0+150.00	25.00	200.06	8.962	613.21	31.100	28.73	997	36.84	1.311	27.77	919	29.93	952	55.03	1.488	228.49	7.072	4.30	108	20.00	504
0+181.10	31.10	0.00	3.111	0.00	9.535	0.00	447	0.00	573	0.00	432	0.00	465	0.00	856	0.00	3.553	0.00	67	0.00	311
		63.184		224.748		8.064		10.953		6.210		5.149		8.313		47.298		658		3.064	

Tablo 4.4. Homojen kil dolgu tip alternatifi keşif özeti

HOMOJEN KİL DOLGU GÖVDE ALTERNATİFİ KEŞİF ÖZETİ						
SIRA NO	POZ NO	İŞİN CİNSİ	BİRİMİ	MİKTARI	BİRİM FİYATI (TL)	TUTARI (TL)
KAZI VE DOLGU İŞLERİ						
1	B-14.018	Barajlarda mekanik tokmakla sedde, dolgu veya baraj dolgusunun sıkıştırılması	m ³	28.793,16	12,88	370.855,88
2	B-14.D2	Baraj çekirdek hendeği (Cut-off) kazısı ve baraj temeli su boşaltma zammı (Hal 1: Q=20 m ³ /saat, h=10 m)	m ³	1.531,78	0,66	1.013,39
3	B-14.D2	Baraj çekirdek hendeği (Cut-off) kazısı ve baraj temeli su boşaltma zammı (Hal 2: Q=80 m ³ /saat, h=10 m)	m ³	1.531,78	1,32	2.023,79
4	B-15.040	Barajlarda kayadan başka zeminde röpriz yapılması	m ³	0,00	2,79	0,00
5	B-15.052/A	Barajlarda titreşimli silindirle sedde, dolgu veya baraj dolgusunun sıkıştırılması (en az 8 ton) (150 m ³ için 1 saat)	saat	155,31	152,99	23.760,35
6	B-15.052/B	Barajlarda titreşimli silindirle sedde, dolgu veya baraj dolgusunun sıkıştırılması (en az 15 ton) (150 m ³ için 1 saat)	saat	17,26	270,30	4.664,37
7	B-15.054	Barajlarda keçiyağı silindirle sedde, dolgu veya baraj dolgusunun sıkıştırılması (150 m ³ için 1 saat)	saat	1.919,54	154,31	296.204,82
8	B-15.301	Barajlarda kaya ve bataklık zeminler hariç her cins ve klasta zeminlerin kazılması ve depoya konulması (Sıyırma ve şekil verme kazısı)	m ³	4.729,81	3,31	15.655,68
9	B-15.302	Barajlarda ocak ve/veya malzeme ariyet sahalarında kaya ve bataklık zeminler hariç her cins ve klastaki zeminlerin kazılması ve dolgu, sedde ve/veya baraj dolgusuna konulması (geçirimsiz malzeme)	m ³	287.931,59	5,04	1.451.175,20
10	B-15.306	Barajlarda yumuşak kaya zeminlerin kazılması, dolgu ve/veya depoya konulması	m ³	2.364,91	9,66	22.845,00
11	B-15.310	Barajlarda kaya kazılması, dolgu ve/veya depoya konulması	m ³	40.203,42	14,86	597.422,82
12	B-15.312	Barajlarda ocak ve/veya ariyet sahalarında kaya kazılması ve dolgu, sedde ve/veya baraj dolgusuna konulması (kaya malzeme)	m ³	8.063,65	15,36	123.857,66
13	B-15.321	Barajlarda sedde, dolgu veya baraj dolgusunun sulanması (keçiyağı ile sıkıştırılan dolgular)	m ³	14.396,58	5,45	78.461,36
14	B-15.322	Barajlarda sedde, dolgu veya baraj dolgusunun sulanması (kaya dolgu ve keçiyağı ile sıkıştırılan dolgular hariçinde)	m ³	1.782,08	3,44	6.130,35
15	B-15.323	Barajlarda kaya dolgunun tazyikli su ile yıkanması	m ³	2.015,91	2,09	4.213,26
16	B-08.D/3	Barajlarda stabilize yol için kum-çakıl hazırlanması	m ³	658,12	5,01	3.297,16
17	B-15.342	Barajlarda filtre malzemesi konulması (tuvenan)	m ³	5.148,98	4,76	24.509,13
18	B-15.343	Barajlarda filtre malzemesi konulması (elenmiş)	m ³	17.162,66	18,33	314.591,60
19	B-15.344	Barajlarda filtre malzemesi yıkanması	m ³	17.162,66	1,29	22.139,83
20	B-15.345	Barajlar filtre malzemesinde elek artığı malzeme bedeli	m ³	4.290,67	2,79	11.970,96
21	B-15.348	Barajda Ocaktan-Ariyetten Gelen Kaya İle Rırap Yapılması	m ³	8.312,56	23,49	195.262,05
22	B-15.380	Kayadan gayri zemin şevlerinin ve taş dolgu şevlerinin düzeltilmesi	m ²	19.700,00	1,61	31.717,00
23	B-15.381	Kayalık zeminde şev düzeltilmesi	m ²	4.920,00	6,44	31.684,80
24	B-D.402	Çakıllı malzeme ile alt temel ve temel malzemesi hazırlanması ve yerine konması	m ³	320,00	7,44	2.380,80
Ara Toplam						3.635.837,26

Tablo 4.4. Homojen kil dolgu tip alternatifi keşif özeti (devamı)

TAŞIMALAR						
25	B-07.D/3	Karayolu ile taşımalar (Poz B-15.302 ile ilgili geçirimsiz malzeme)	m ³	287.931,59	2,19	630.570,18
26	B-07.D/4	Karayolu ile taşımalar (Poz B-15.306 ile ilgili)	m ³	2.364,91	3,94	9.317,73
27	B-07.D/3	Karayolu ile taşımalar (Poz B-15.312 ile ilgili)	m ³	8.063,65	4,38	35.318,79
28	B-07.D/3	Karayolu ile taşımalar (Poz B-08.D/3 ile ilgili kum-çakıl malzeme)	m ³	658,12	3,10	2.040,16
29	B-07.D/3	Karayolu ile taşımalar (Poz B-D.402 ile ilgili)	m ³	320,00	3,10	992,00
30	B-07.D/3	Karayolu ile taşımalar (Poz B-15.348 ile ilgili)	m ³	8.312,56	4,38	36.409,01
31	B-07.D/4	Karayolu ile taşımalar (Poz B-15.301 ile ilgili)	m ³	4.729,81	3,94	18.635,47
32	B-07.D/4	Karayolu ile taşımalar (Poz B-15.342 ile ilgili)	m ³	5.148,98	10,39	53.497,87
33	B-07.D/3	Karayolu ile taşımalar (Poz B-15.343 ile ilgili filtre (elenmiş) malzeme)	m ³	17.162,66	11,54	198.057,12
34	B-07.D/3	Karayolu ile taşımalar (Poz B-15.345 ile ilgili)	m ³	4.290,67	11,54	49.514,28
35	B-07.D/5	Karayolu ile taşımalar (Poz B-15.310 ile ilgili)	m ³	40.203,42	7,41	297.907,34
Ara Toplam						1.332.259,95
GENEL TOPLAM						4.968.097,21

4.1.3 Kil Çekirdekli Kum-Çakıl Dolgu Tipi Alternatifi

Kum-çakıl malzeme kısa mesafeden ve dere yatağından alındığında kaya malzemeden maliyet olarak daha ucuza elde edilebilmektedir. Fakat baraj yüksekliğinin artması ile kum-çakıl malzemenin kullanımı emniyetli olmamaktadır.

Kil çekirdekli kum-çakıl gövde tipli göletlerde merkezi çekirdek kil ile kabuk dolguları kum-çakıl ile inşa edilir. Kil çekirdeğin hem memba, hem mansap tarafında birer kum filtre bulunur. Yapılan hesaplarda gerekli görülmesi durumunda birer çakıl filtre de eklenir. Mansap tarafındaki çakıl filtre, kabuk dolgusunun tabanında 1.5 m kalınlığında yapılan yatay bir filtreye bağlanır.

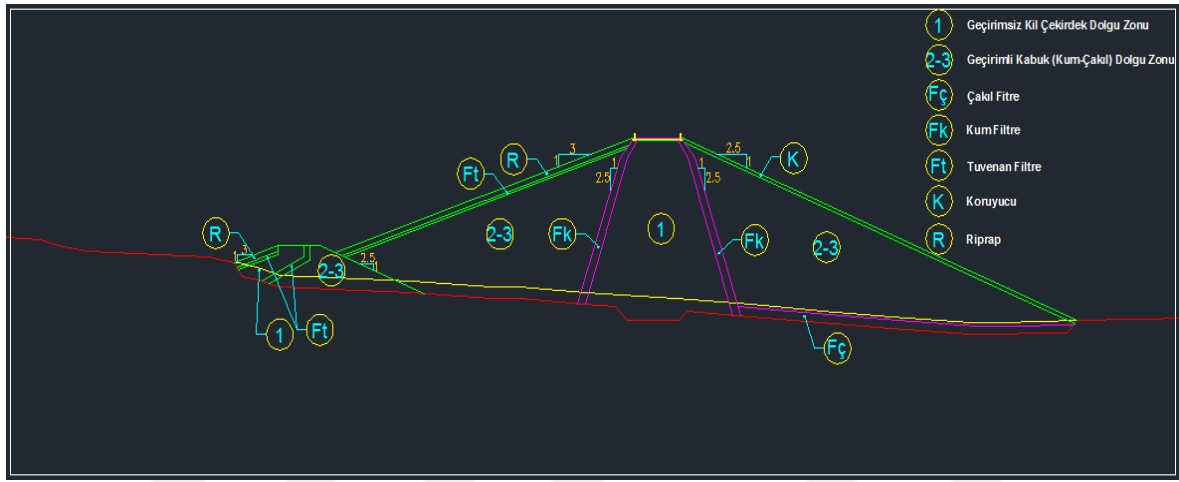
Memba şevi 1. derece deprem bölgelerinde 3.25:1.00, diğer deprem bölgelerinde 3.0:1.0 yapılır. Mansap şevini belirleyen “m” 1. derece deprem bölgelerinde 3.00, diğer deprem bölgelerinde 2.75 yapılır.

Kil çekirdeğin üst genişliği 1. ve 2. derece deprem bölgelerinde 5.0 m, diğer bölgelerde 4.0 m yapılır. Çekirdeğin memba ve mansap şevleri aynı olup, 1. ve 2. derece deprem bölgelerinde 1.0 H:3,0 V, 3., 4. ve 5. derece bölgelerde 1.0 H:2.5 V olarak

yapılması tavsiye edilir. Bununla birlikte, kil malzemenin k t olduğu gölet yerlerinde, Kil çekirdeğin üst genişliği 5.0 m'den 4.0 m'ye düşürülüp, şevleri 1.0:3.0'den 1.0:4.0 olarak yapılır.

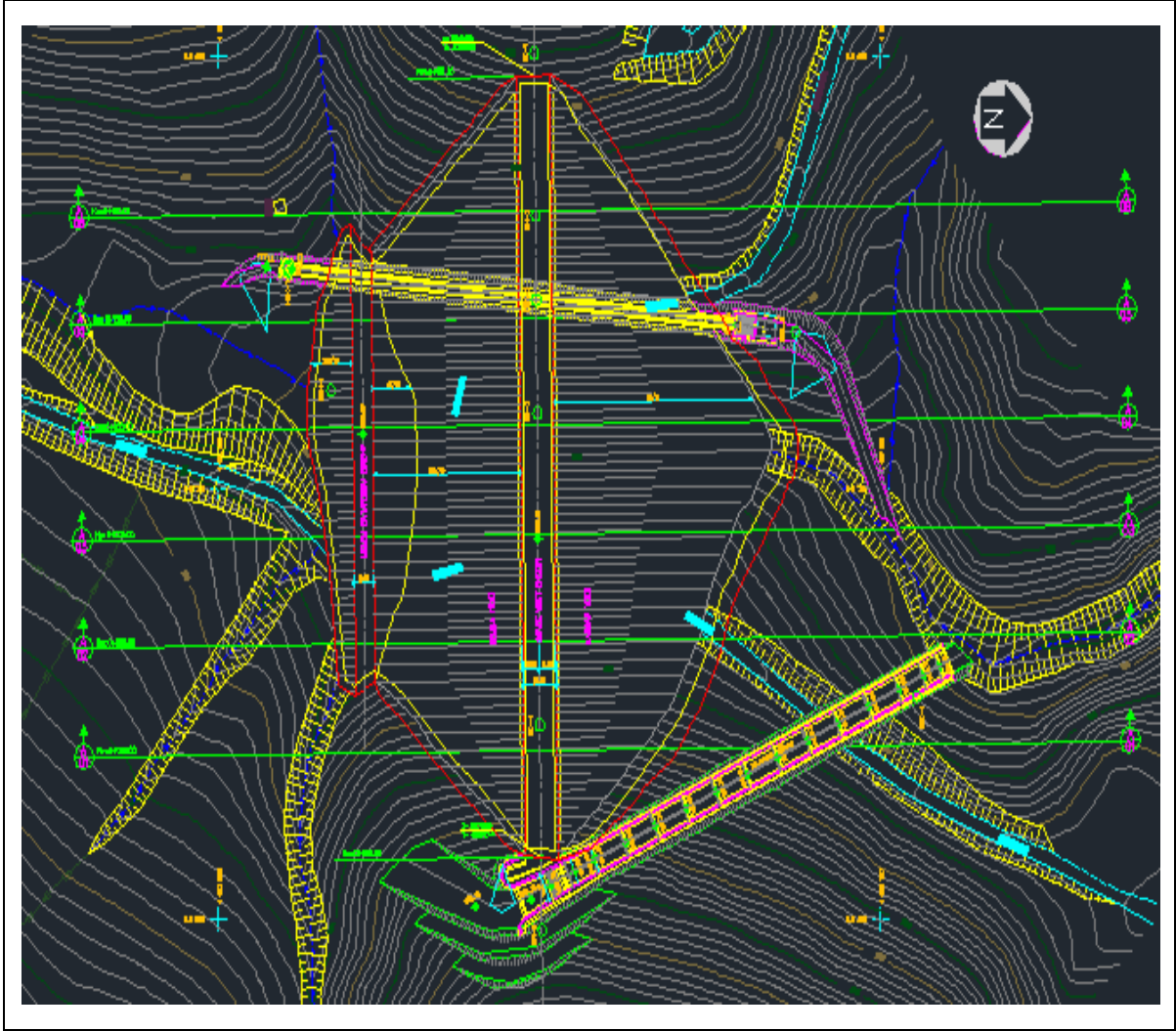
Kum ve çakıl filtrelerin kalınlıkları 1. ve 2. derece deprem bölgelerinde 2.0 m, diğer bölgelerde 1.5 m yapılır.

Deredolu Göleti kil çekirdekli kum-çakıl dolgu tipi örnek kesiti aşağıda verilmiştir (şekil 4.31.).



şekil 4.31. Kil  ekirdekli kum-çakıl dolgu tip kesiti

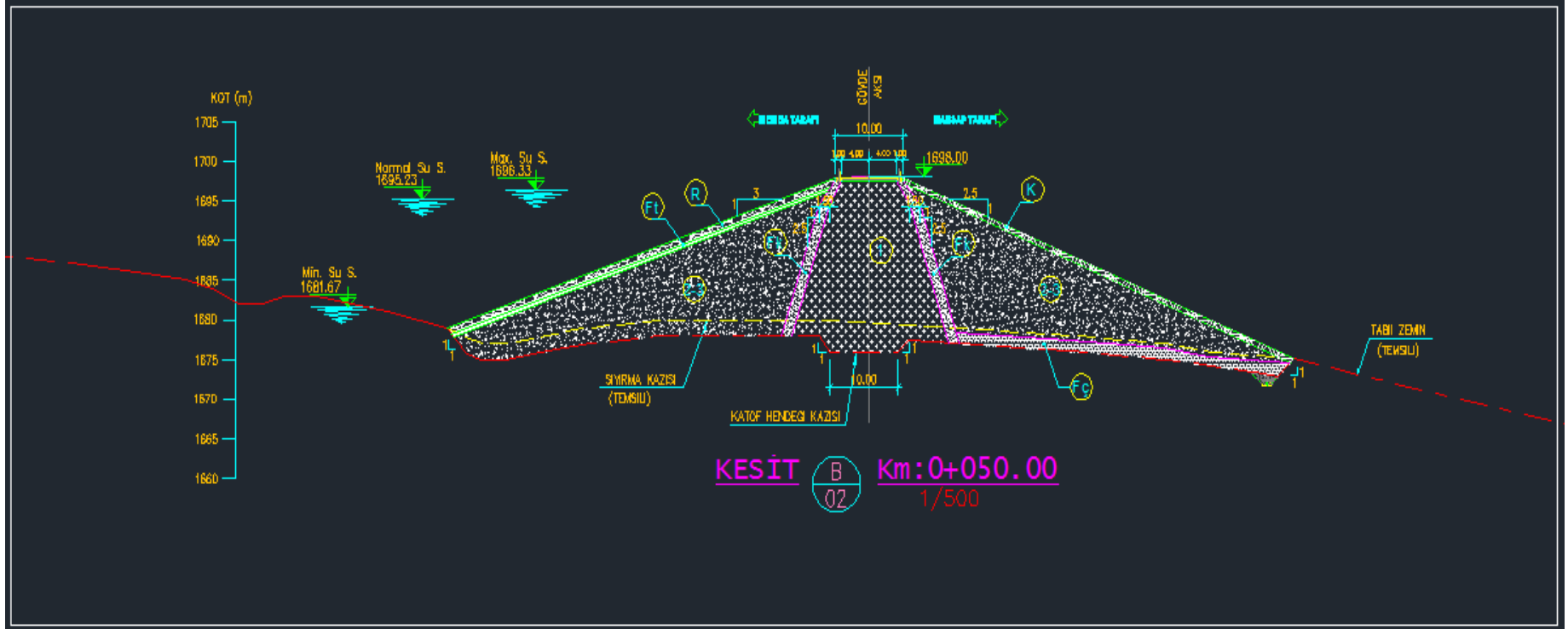
Deredolu Göleti kil çekirdekli kum-çakıl dolgu tipi vaziyet planı aşağıda verilmiştir (Şekil 4.32.).



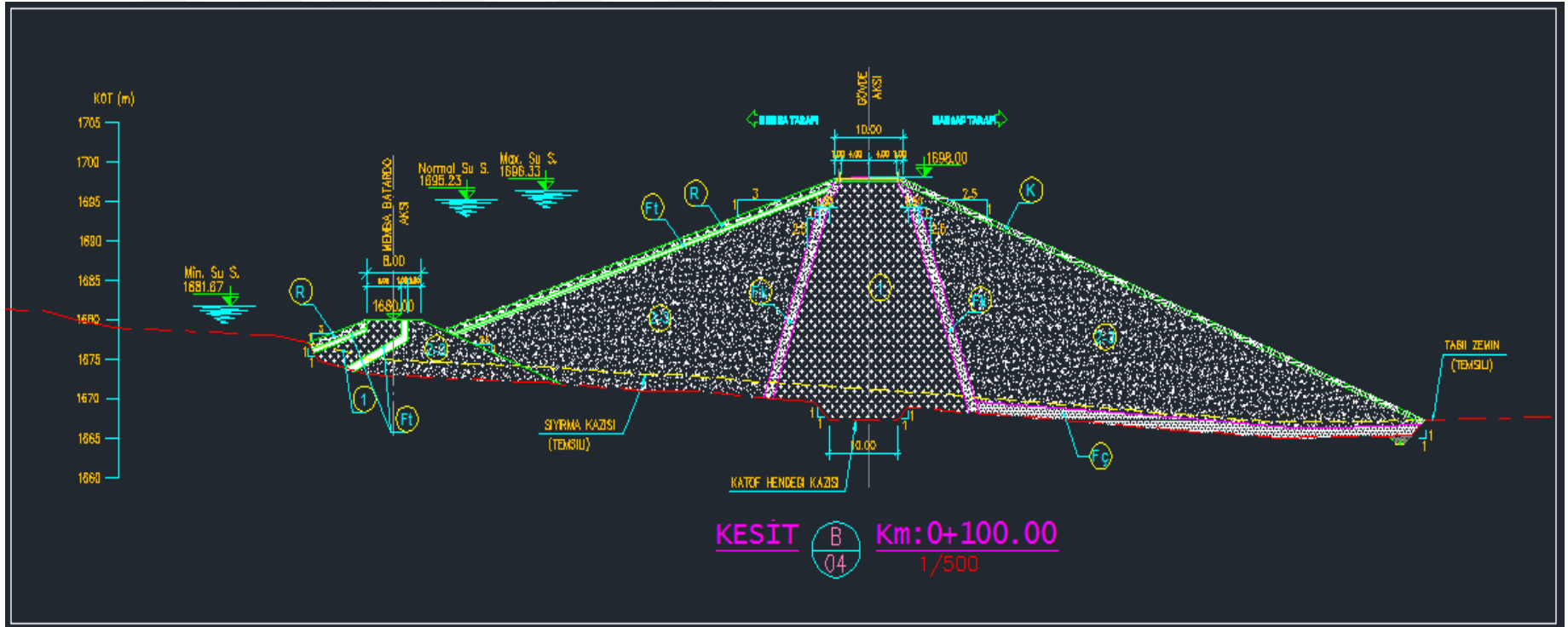
Şekil 4.32. Gölet vaziyet planı (kil çekirdekli kum-çakıl dolgu)

Kil çekirdekli kum-çakıl dolgu tipi 1/250 ölçekli çizilen 6 adet kesiti Şekil 4.33., Şekil 4.34., Şekil 4.35., Şekil 4.36., Şekil 4.37. ve Şekil 4.38.'de verilmiştir.

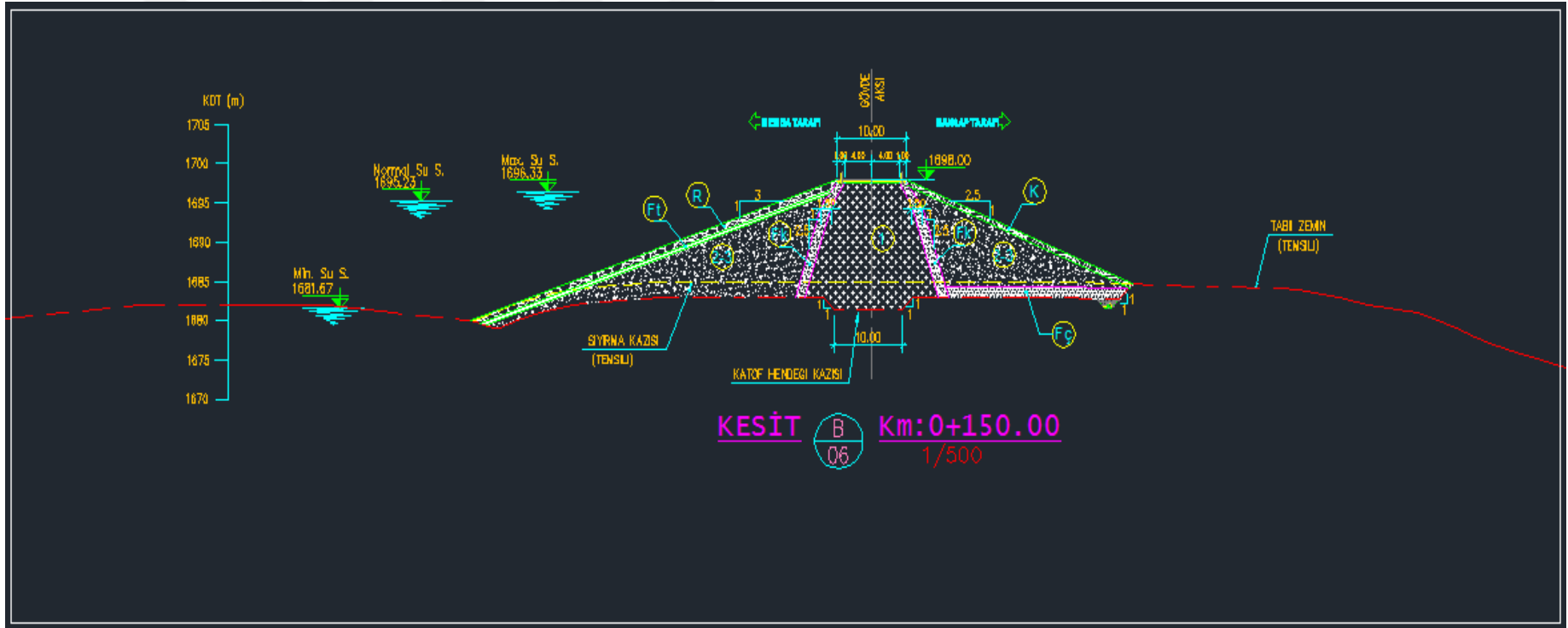
Kil çekirdekli kum-çakıl dolgu tipi metraj alan hesaplama kesitleri Şekil 4.39., Şekil 4.40., Şekil 4.41., Şekil 4.42., Şekil 4.43. ve Şekil 4.44.'de verilmiştir.



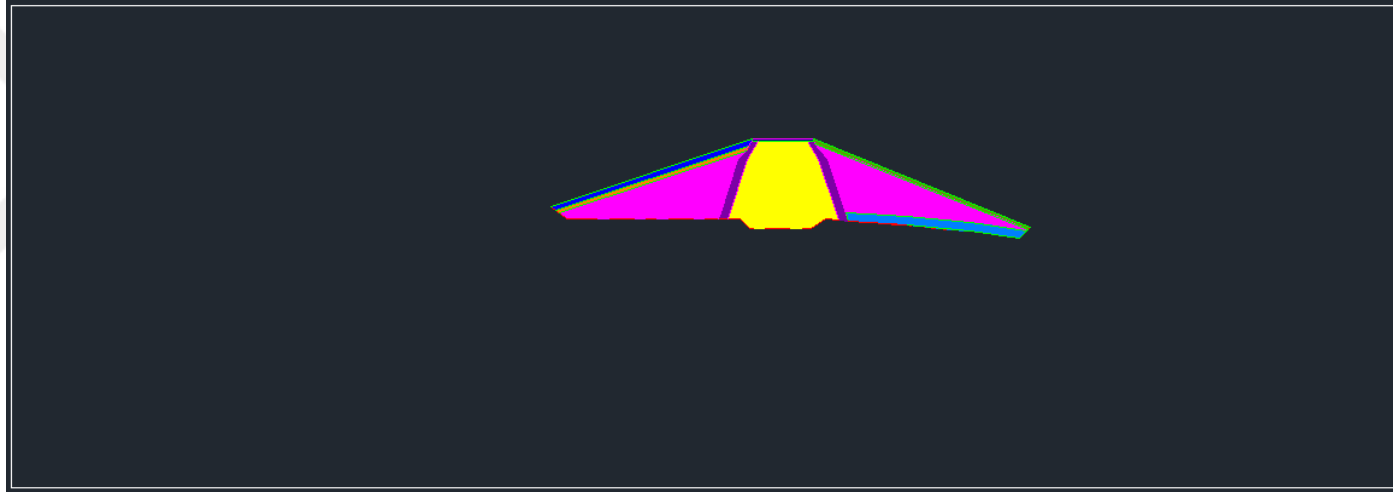
Şekil 4.34. Kesit 2 (1/250 ölçekli)



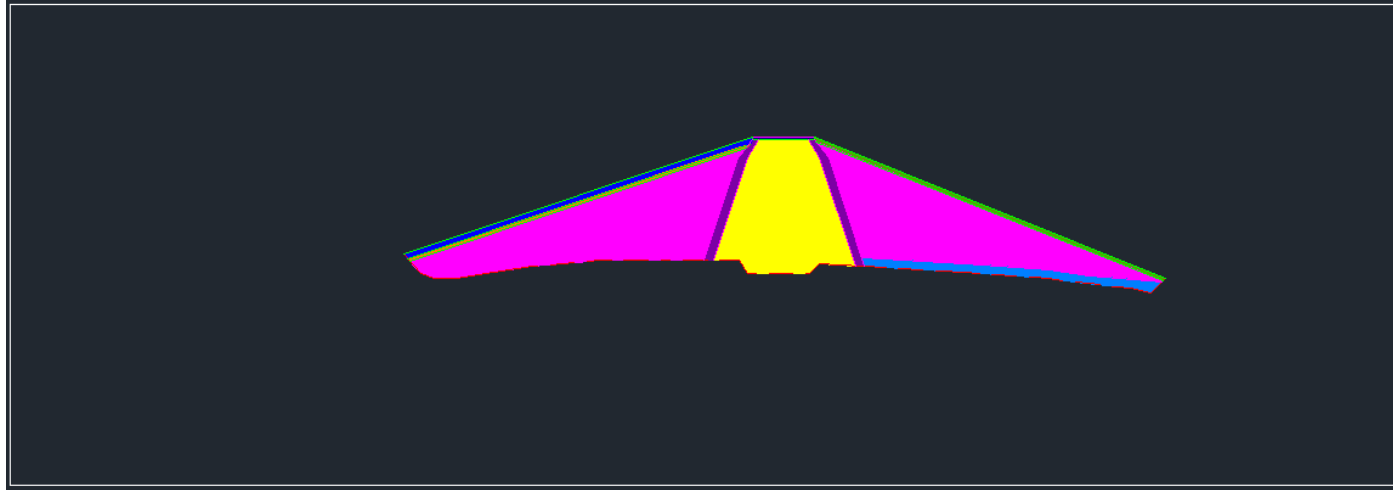
Şekil 4.36. Kesit 4 (1/250 ölçekli)



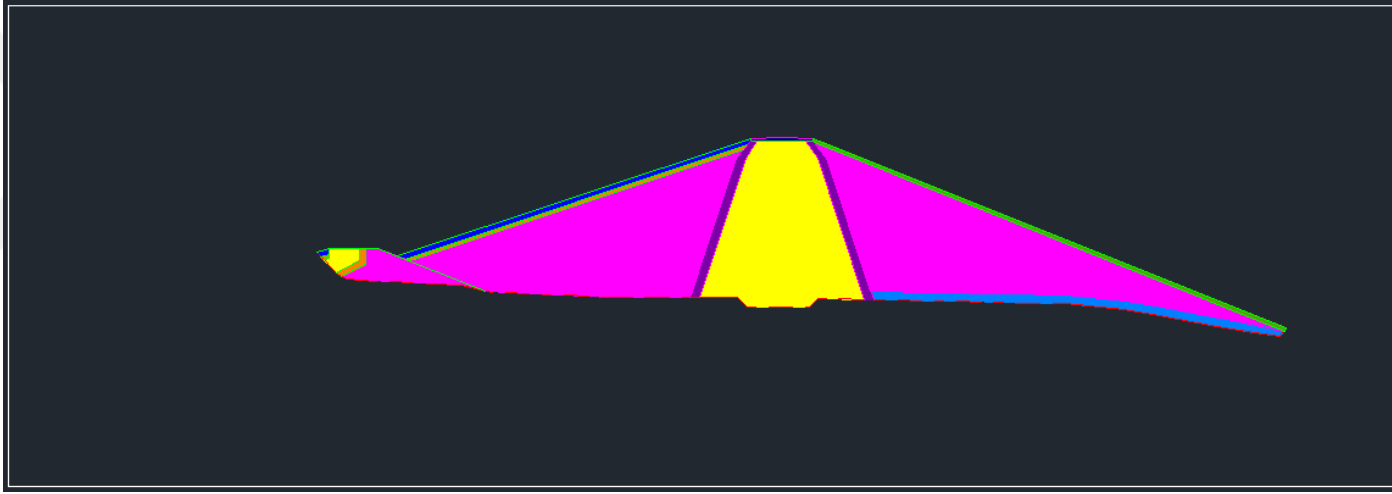
Şekil 4.38. Kesit 6 (1/250 ölçekli)



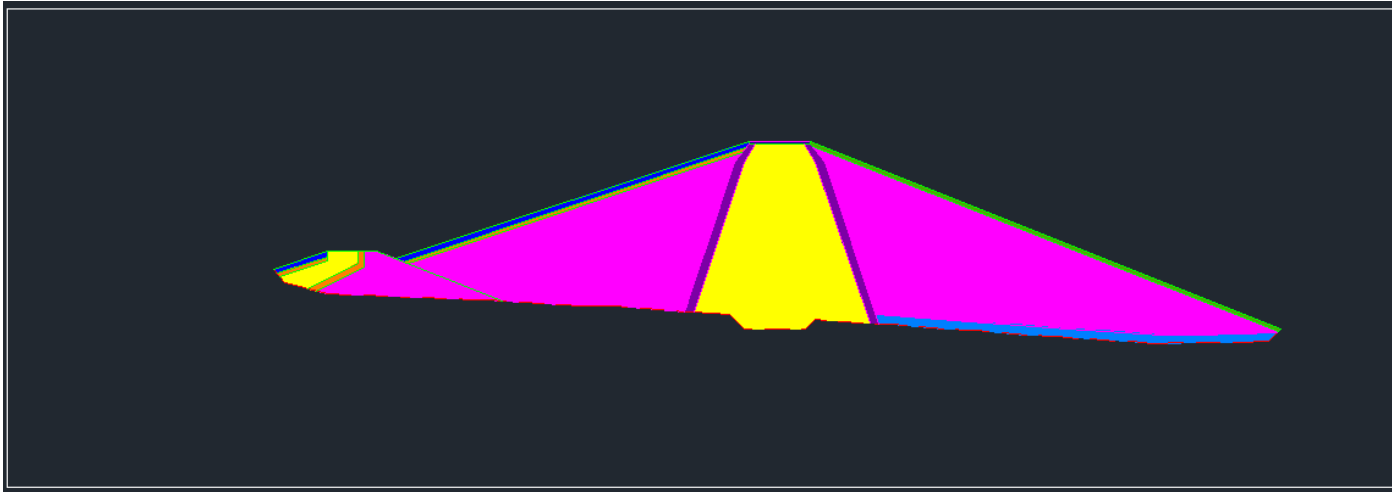
Şekil 4.39. Metraj alan hesaplama – Kesit 1



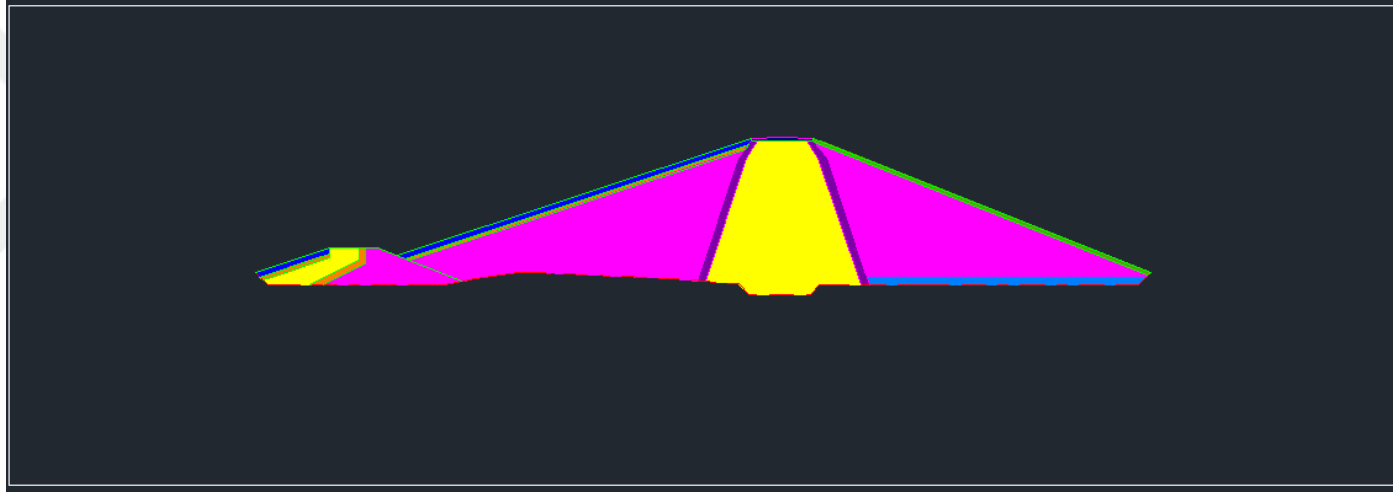
Şekil 4.40. Metraj alan hesaplama – Kesit 2



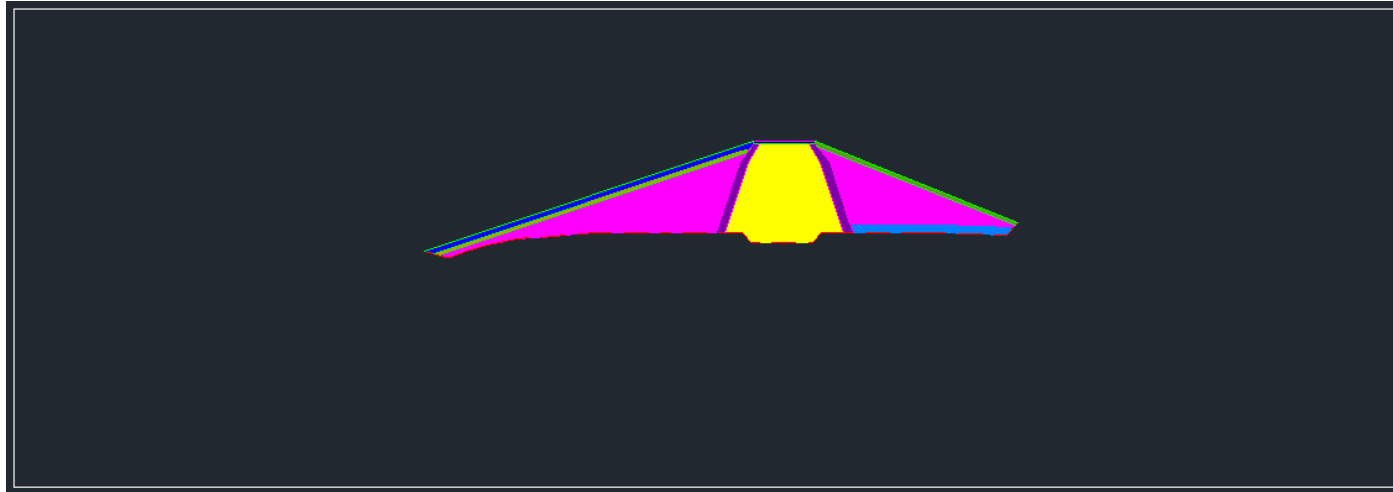
Şekil 4.41. Metraj alan hesaplama – Kesit 3



Şekil 4.42. Metraj alan hesaplama – Kesit 4



Şekil 4.43. Metraj alan hesaplama – Kesit 5



Şekil 4.44. Metraj alan hesaplama – Kesit 6

Tablo 4.5. Kıl çekirdekli kum-çakıl dolgu tip alternatifi metraj tablosu

DEREDOLU GÖLETİ KİL ÇEKİRDEKLİ KUM-ÇAKIL DOLGU TİPİ ALTERNATİFİ																					
Km	Ara mesafe	1		2-3		K		Fç		Fk		Ft		Riprap		Kazı		Stabilize		Cut Off Kazısı	
		alan	hacim	alan	hacim	alan	hacim	alan	hacim	alan	hacim	alan	hacim	alan	hacim	alan	hacim	alan	hacim	alan	hacim
0+000.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00	
0+025.00	25.00	189.45	2.368	305.21	3.815	20.81	260	39.69	496	36.42	455	16.30	204	28.32	354	151.04	1.888	4.30	54	18.01	225
0+050.00	25.00	343.87	6.666	904.97	15.127	33.75	682	66.65	1.329	58.57	1.187	29.15	568	49.60	974	244.00	4.938	4.30	108	21.01	488
0+075.00	25.00	496.89	10.509	1384.10	28.613	45.63	992	92.51	1.989	75.47	1.676	36.42	820	51.48	1.263	311.77	6.947	4.30	108	17.60	483
0+100.00	25.00	599.40	13.704	1717.08	38.765	45.28	1.136	92.77	2.316	83.73	1.990	45.37	1.022	57.90	1.367	324.21	7.950	4.30	108	22.53	502
0+125.00	25.00	467.83	13.340	1092.53	35.120	32.37	971	65.74	1.981	68.15	1.898	46.76	1.152	60.99	1.486	286.88	7.639	4.30	108	18.16	509
0+150.00	25.00	225.98	8.673	403.73	18.703	19.52	649	36.94	1.284	42.10	1.378	26.92	921	46.50	1.344	188.50	5.942	4.30	108	17.25	443
0+181.10	31.10	0.00	3.514	0.00	6.278	0.00	304	0.00	574	0.00	655	0.00	419	0.00	723	0.00	2.931	0.00	67	0.00	268
			58.775		146.422		4.994		9.970		9.240		5.105		7.512		38.235		658		2.917

Tablo 4.6. Kıl çekirdekli kum-çakıl dolgu tip alternatifi keşif özeti

KİL ÇEKİRDEKLİ KUM-ÇAKIL DOLGU GÖVDE ALTERNATİFİ KEŞİF ÖZETİ						
SIRA NO	POZ NO	İŞİN CİNSİ	BİRİMİ	MİKTARI	BİRİM FİYATI (TL)	TUTARI (TL)
KAZI VE DOLGU İŞLERİ						
1	B-14.018	Barajlarda mekanik tokmakla sedde, dolgu veya baraj dolgusunun sıkıştırılması	m ³	5.877,47	12,88	75.701,80
2	B-14.D2	Baraj çekirdek hendeği (Cut-off) kazısı ve baraj temeli su boşaltma zammı (Hal 1: Q=20 m ³ /saat, h=10 m)	m ³	1.458,30	0,66	964,77
3	B-14.D2	Baraj çekirdek hendeği (Cut-off) kazısı ve baraj temeli su boşaltma zammı (Hal 2: Q=80 m ³ /saat, h=10 m)	m ³	1.458,30	1,32	1.926,70
4	B-15.040	Barajlarda kayadan başka zeminde röpriz yapılması	m ³	0,00	2,79	0,00
5	B-15.052/A	Barajlarda titreşimli silindire sedde, dolgu veya baraj dolgusunun sıkıştırılması (en az 8 ton) (150 m ³ için 1 saat)	saat	1.027,70	152,99	157.227,79
6	B-15.052/B	Barajlarda titreşimli silindire sedde, dolgu veya baraj dolgusunun sıkıştırılması (en az 15 ton) (150 m ³ için 1 saat)	saat	114,19	270,30	30.865,25
7	B-15.054	Barajlarda keçiyağı silindire sedde, dolgu veya baraj dolgusunun sıkıştırılması (150 m ³ için 1 saat)	saat	391,83	154,31	60.463,48
8	B-15.301	Barajlarda kaya ve bataklık zeminler hariç her cins ve klasta zeminlerin kazılması ve depoya konulması (Sıyırma ve şekil verme kazısı)	m ³	3.823,48	3,31	12.655,72
9	B-15.302	Barajlarda ocak ve/veya malzeme ariyet sahalarında kaya ve bataklık zeminler hariç her cins ve klasta zeminlerin kazılması ve dolgu, sedde ve/veya baraj dolgusuna konulması (geçirimsiz malzeme)	m ³	58.774,69	5,04	296.224,44
10	B-15.302	Barajlarda ocak ve/veya malzeme ariyet sahalarında kaya ve bataklık zeminler hariç her cins ve klasta zeminlerin kazılması ve dolgu, sedde ve/veya baraj dolgusuna konulması (geçirimsiz malzeme)	m ³	146.421,97	5,04	737.966,75
11	B-15.306	Barajlarda yumuşak kaya zeminlerin kazılması, dolgu ve/veya depoya konulması	m ³	1.911,74	9,66	18.467,41
12	B-15.310	Barajlarda kaya kazılması, dolgu ve/veya depoya konulması	m ³	32.499,57	14,86	482.943,68
13	B-15.312	Barajlarda ocak ve/veya ariyet sahalarında kaya kazılması ve dolgu, sedde ve/veya baraj dolgusuna konulması (kaya malzeme)	m ³	4.993,73	15,36	76.703,74
14	B-15.321	Barajlarda sedde, dolgu veya baraj dolgusunun sulanması (keçiyağı ile sıkıştırılan dolgular)	m ³	2.938,73	5,45	16.016,10
15	B-15.322	Barajlarda sedde, dolgu veya baraj dolgusunun sulanması (kaya dolgu ve keçiyağı ile sıkıştırılan dolgular hariçinde)	m ³	17.139,49	3,44	58.959,85
16	B-15.323	Barajlarda kaya dolgunun tazyikli su ile yıkanması	m ³	1.248,43	2,09	2.609,23
17	B-08.D/3	Barajlarda stabilize yol için kum-çakıl hazırlanması	m ³	658,12	5,01	3.297,16
18	B-15.342	Barajlarda filtre malzemesi konulması (tuvenan)	m ³	5.105,35	4,76	24.301,45
19	B-15.343	Barajlarda filtre malzemesi konulması (elenmiş)	m ³	19.209,47	18,33	352.109,62
20	B-15.344	Barajlarda filtre malzemesi yıkanması	m ³	19.209,47	1,29	24.780,22
21	B-15.345	Barajlar filtre malzemesinde elek artığı malzeme bedeli	m ³	4.802,37	2,79	13.398,61
22	B-15.348	Barajda Ocaktan-Ariyetten Gelen Kaya İle Riprap Yapılması	m ³	7.511,77	23,49	176.451,51
23	B-15.380	Kayadan gayri zemin şevlerinin ve taş dolgu şevlerinin düzeltilmesi	m ²	15.700,00	1,61	25.277,00
24	B-15.381	Kayalık zeminde şev düzeltilmesi	m ²	3.920,00	6,44	25.244,80
25	B-D.402	Çakıllı malzeme ile alt temel ve temel malzemesi hazırlanması ve yerine konması	m ³	320,00	7,44	2.380,80
Ara Toplam						2.676.937,86

Tablo 4.6. Kıl çekirdekli kum-çakıl dolgu tip alternatifi keşif özeti (devamı)

TAŞIMALAR						
26	B-07.D/3	Karayolu ile taşımalar (Poz B-15.302 ile ilgili geçirimsiz malzeme)	m ³	146.421,97	11,54	1.689.709,59
27	B-07.D/3	Karayolu ile taşımalar (Poz B-15.302 ile ilgili geçirimsiz malzeme)	m ³	58.774,69	2,19	128.716,57
28	B-07.D/4	Karayolu ile taşımalar (Poz B-15.306 ile ilgili)	m ³	1.911,74	3,94	7.532,25
29	B-07.D/3	Karayolu ile taşımalar (Poz B-15.312 ile ilgili)	m ³	4.993,73	11,54	57.627,68
30	B-07.D/3	Karayolu ile taşımalar (Poz B-08.D/3 ile ilgili kum-çakıl malzeme)	m ³	658,12	3,10	2.040,16
31	B-07.D/3	Karayolu ile taşımalar (Poz B-D.402 ile ilgili)	m ³	320,00	3,10	992,00
32	B-07.D/3	Karayolu ile taşımalar (Poz B-15.348 ile ilgili)	m ³	7.511,77	11,54	86.685,84
33	B-07.D/4	Karayolu ile taşımalar (Poz B-15.301 ile ilgili)	m ³	3.823,48	3,94	15.064,51
34	B-07.D/4	Karayolu ile taşımalar (Poz B-15.342 ile ilgili)	m ³	5.105,35	10,39	53.044,56
35	B-07.D/3	Karayolu ile taşımalar (Poz B-15.343 ile ilgili filtre (elenmiş) malzeme)	m ³	19.209,47	11,54	221.677,31
36	B-07.D/3	Karayolu ile taşımalar (Poz B-15.345 ile ilgili)	m ³	4.802,37	11,54	55.419,33
37	B-07.D/5	Karayolu ile taşımalar (Poz B-15.310 ile ilgili)	m ³	32.499,57	7,41	240.821,85
Ara Toplam						2.559.331,63
GENEL TOPLAM						5.236.269,49

4.1.4 Seçilen Alternatiflerin Maliyetlerinin Değerlendirilmesi

Keşif-metraj hesapları yapılırken 2014 DSI birim fiyatları kullanılmıştır. Yapılan metrajlar sonucunda oluşturulan keşif özetleri Tablo 4.7.'de özetlenmiştir.

Tablo 4.7. Keşif özetleri kıyaslama

GÖVDE TİPİ	GÖVDE MALİYET (TL)
KİL ÇEKİRDEKLİ KAYA DOLGU	4.782.082,07
HOMOJEN KİL DOLGU	4.968.097,21
KİL ÇEKİRDEKLİ KUM-ÇAKIL DOLGU	5.236.269,49

4.2 Seçilen Alternatiflerin Şev Stabilité Analizi

Gümüşhane-Kelkit Deredolu Göletinin alternatif tiplerinin her biri için gölet gövdesinin en yüksek ve kritik kesiti GeoStudio paket programı içerisinde yer alan SLOPE/W programı ile modellenmiştir. Bu modellerin

- İnşaat sonrası memba stabilitesi
- İnşaat sonrası mansap stabilitesi
- Deprem durumu memba stabilitesi
- Deprem durumu mansap stabilitesi
- İşletme durumu memba stabilitesi
- İşletme durumu mansap stabilitesi
- İşletme + deprem durumu memba stabilitesi
- İşletme + deprem durumu mansap stabilitesi
- Ani boşalma

Durumları için şev stabilite analizleri yapılmış ve güvenlik katsayıları hesaplanmıştır.

4.2.1 Kil Çekirdekli Kaya Dolgu Alternatifi

Gümüşhane-Kelkit Deredolu Göleti Kil Çekirdekli Kaya Dolgu alternatifinde memba şevi 2.5Y/1D ve mansap şevi 2Y/1D olarak alınmıştır. Yapılan hesaplarda kullanılan zemin parametreleri Tablo 4.8.'de verilmektedir.

Tablo 4.8. Hesaplarda kullanılan malzeme parametreleri

MALZEME	$\gamma(\text{Kn/m}^3)$	E(kPa)	ν	c(kPa)	Φ°
Temel Kayası	27.08	1 000 000	0.45	172.3	47.66
1	17.26	10000	0.25	60	7.41
4	25	100000	0.30	15	40
Fç	15	10000	0.25	0	30
Fk	15	10000	0.25	0	30
Ku	25	10000	0.25	15	30
R	25	10000	0.25	15	30

İnşaat Sonrası Stabilite:

Memba ve mansap şevleri için inşaat sonrası durumunda yapılan analizlerde sırasıyla GS=2.670 ve GS=2.014 değerleri elde edilmiştir. Analizlerde elde edilen güvenlik sayıları kısa dönem için aranan GS>1.3 şartını sağlamaktadır.

Deprem Durumunda Stabilit :

Deredolu Göleti 1. Dereceden deprem bölgesinde inşa edilecektir. şev stabilitesine ek olarak dinamik analizler de yapılacak olmakla birlikte öncelikle şevlerin uygunluğunu kontrol etmek amacıyla pseudo-statik analizler yapılmıştır. Bu analizlerde deprem ivmesi 0.145g alınmıştır. İnşaat sonu durumunda memba ve mansap şevleri için sırasıyla $GS=1.832$ ve $GS=1.471$ değerleri elde edilmiştir. Analizlerde elde edilen güvenlik sayıları inşaat sonu durumları için aranan $GS>1.0$ kriterini sağlamaktadır.

İşletme Durumunda Stabilit :

Memba ve mansap şevleri için işletme durumunda yapılan analizlerde sırasıyla $GS=2.826$ ve $GS=2.014$ değerleri elde edilmiştir. Hesaplarda rezervuarın ani boşalması durumu dikkate alınmıştır. Analizlerde elde edilen güvenlik sayıları kısa dönem için aranan $GS>1.5$ şartını sağlamaktadır.

İşletme + Deprem Durumunda Stabilit :

Memba ve mansap şevleri için işletme+deprem durumunda yapılan analizlerde sırasıyla $GS=1.637$ ve $GS=1.471$ değerleri elde edilmiştir. Analizlerde elde edilen güvenlik sayıları kısa dönem için aranan $GS>1.1$ şartını sağlamaktadır.

İncelenen durumlar sonunda elde edilen güvenlik sayıları Tablo 4.9.'da verilmiştir.

Tablo 4.9. Analizlerde elde edilen güvenlik sayıları

DURUM	MEMBA	MANSAP	GEREKEN EMNİYET KATSAYILARI
İNşAAT SONU	2.670	2.014	1.3
İşLETME	2.826	2.014	1.5
İNşAAT SONU-DEPREM-OBE	1.832	1.471	1
İşLETME-DEPREM-OBE	1.637	1.471	1.1
ANİ BOşALMA	2.046		1.3

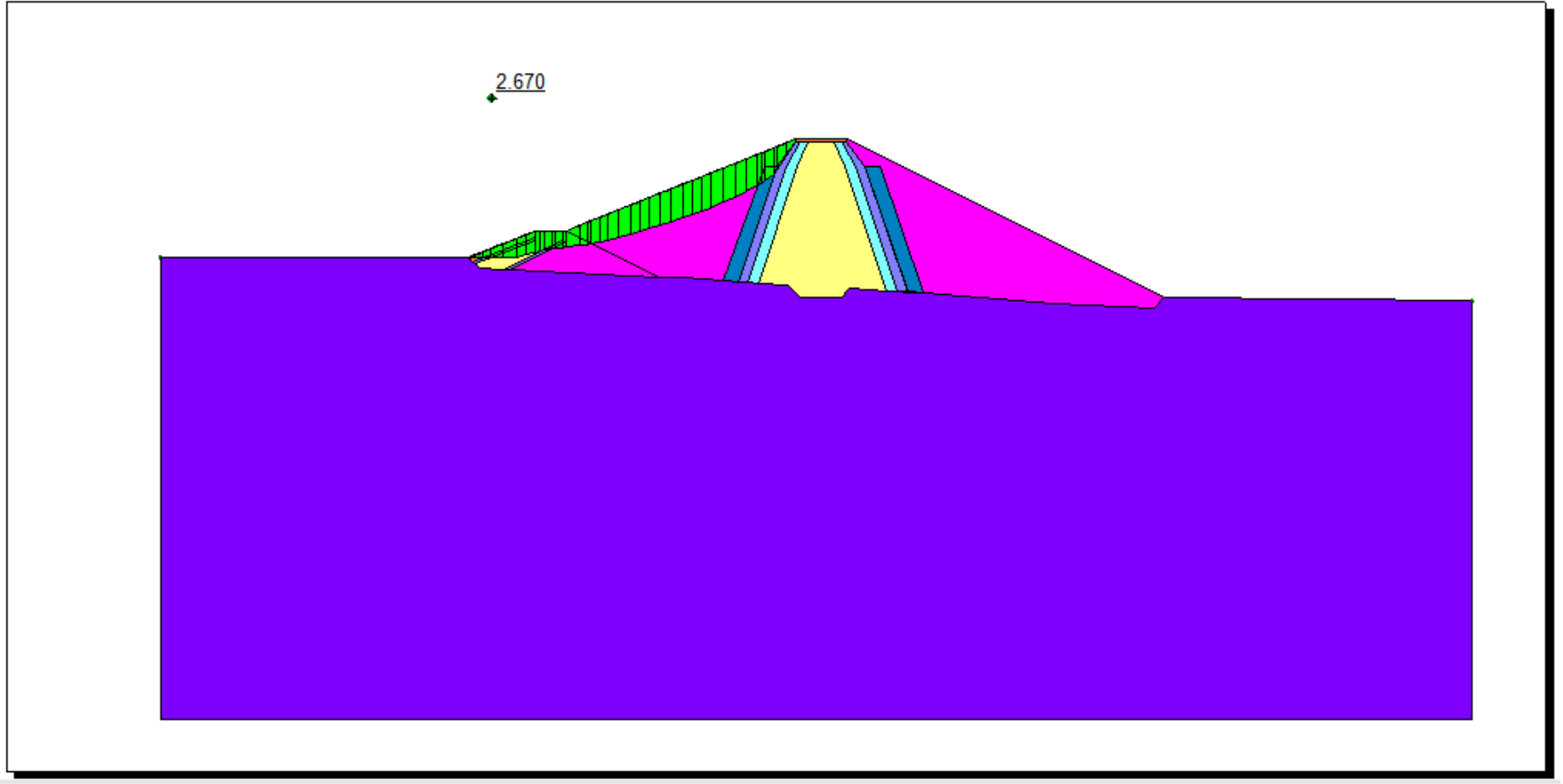
Gümüşhane Kelkit Deredolu Göleti Kil  ekirdekli Kaya Dolgu alternatifi için yapılan analizler sonucunda;

- GeoStudio programı ile yapılan analizlerde maksimum düşey deplasman 32 cm olarak bulunmuştur.
- Memba ve mansap şevleri için inşaat sonu durumunda yapılan analizlerde $GS>1.3$ şartı sağlanmaktadır.

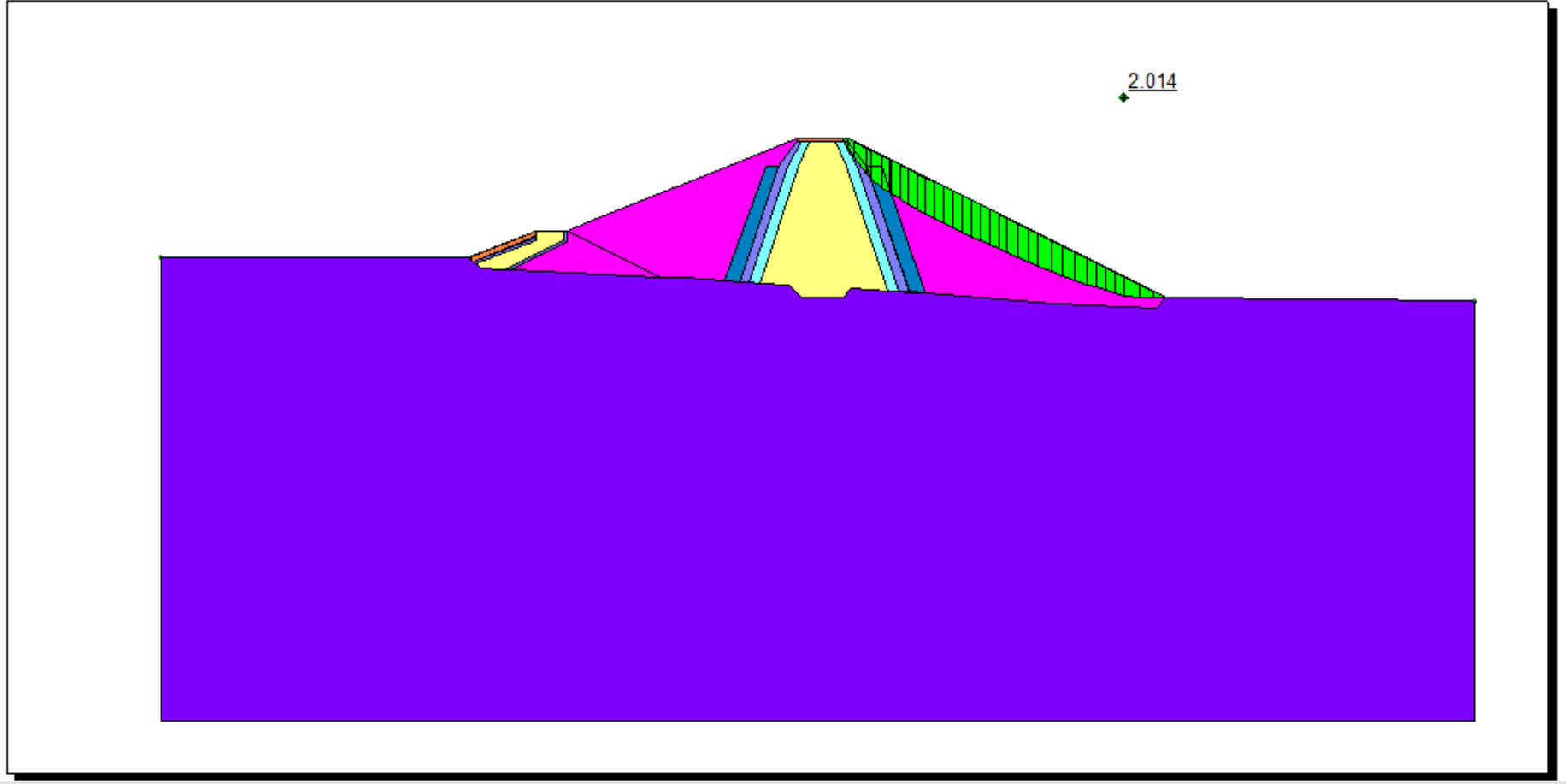
- Memba ve mansap şevleri için deprem durumunda yapılan analizlerde $GS>1.0$ şartı sağlanmaktadır.
- Memba ve mansap şevleri için işletme durumunda yapılan analizlerde $GS>1.5$ şartı sağlanmaktadır.
- Memba ve mansap şevleri için işletme+deprem durumunda yapılan analizlerde $GS>1.1$ şartı sağlanmaktadır.

Yapılan analizle sonucunda elde edilen sonuçlar Şekil 4.46., Şekil 4.47., Şekil 4.48., Şekil 4.49., Şekil 4.50., Şekil 4.51., Şekil 4.52., Şekil 4.53., Şekil 4.54., Şekil 4.55., Şekil 4.56. 'da verilmiştir.

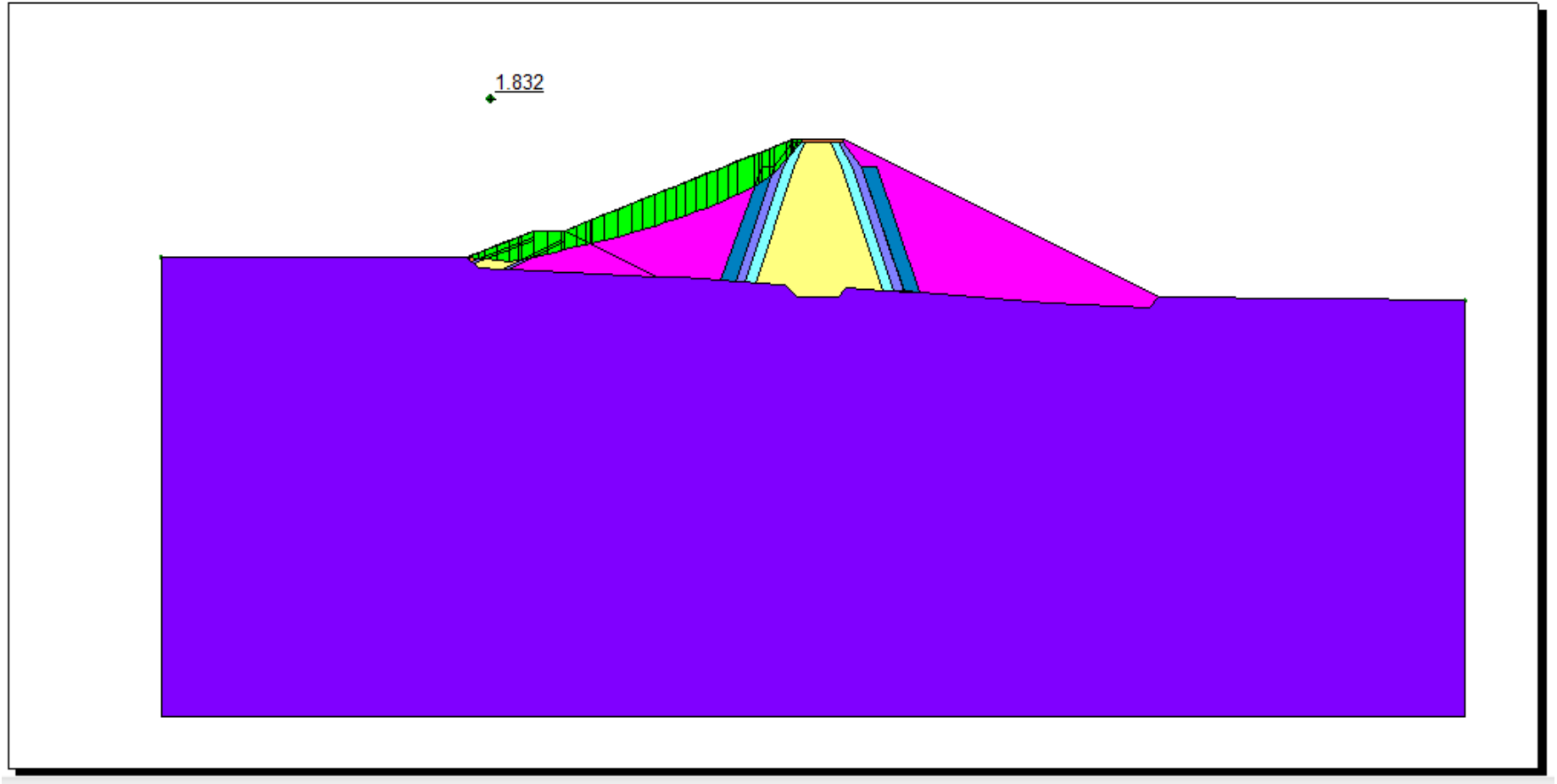




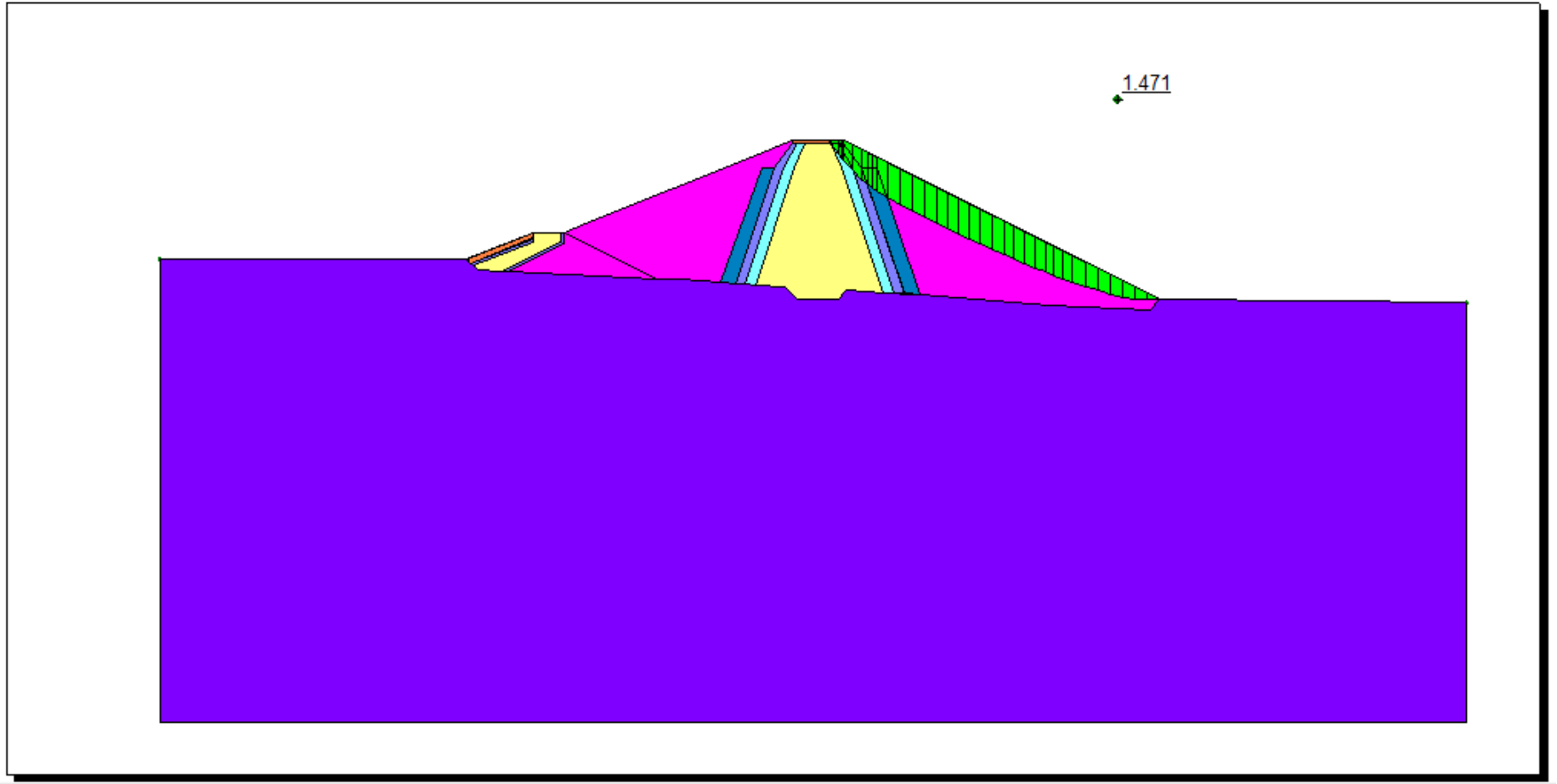
Şekil 4.46. Gümüşhane-Kelkit Deredolu Göleti gövde stabilite analizi memba sevi inşaat sonu durumu stabilitesi



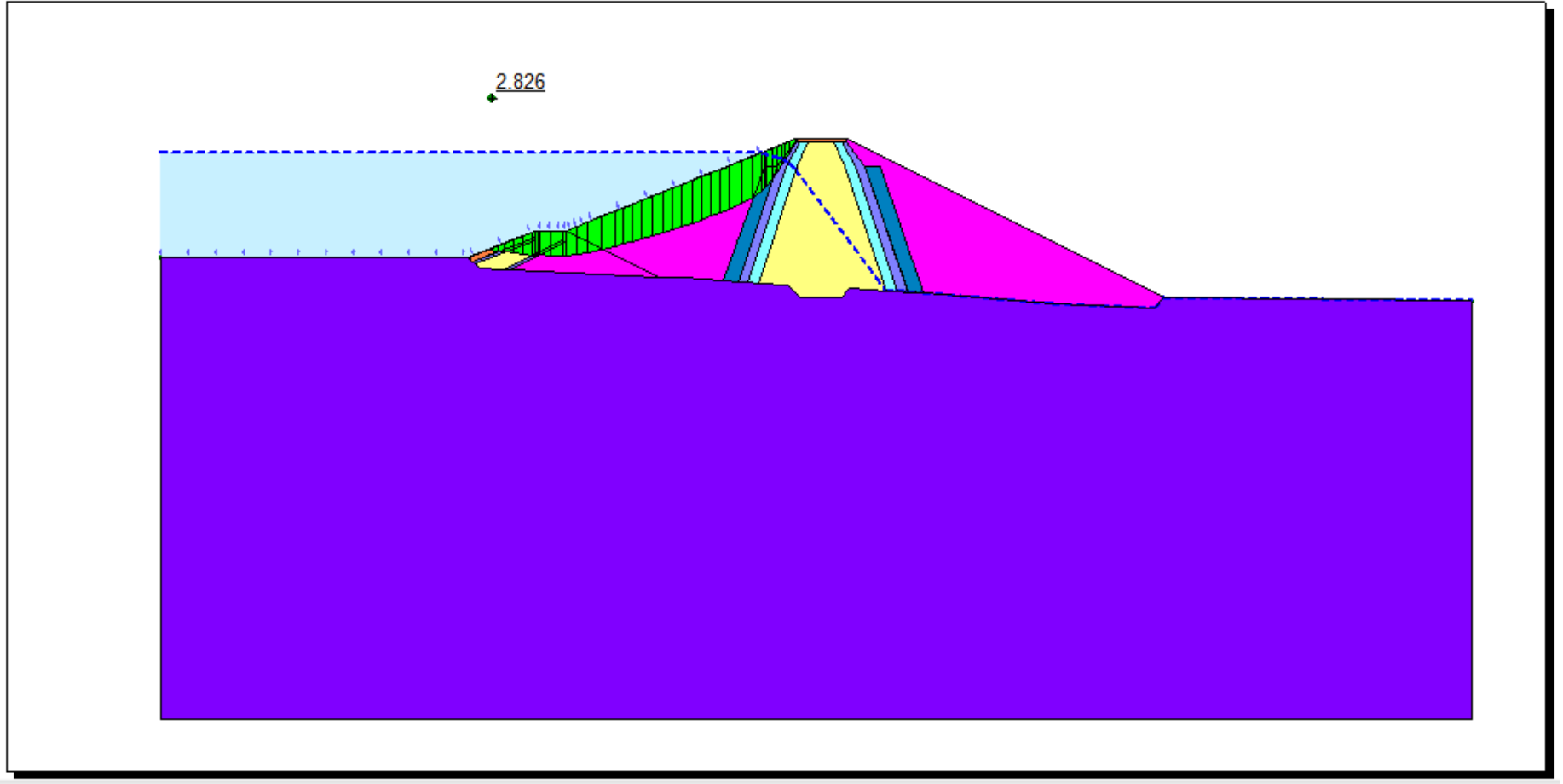
Şekil 4.47. Gümüşhane-Kelkit Deredolu Göleti gövde stabilite analizi mansap sevi inşaat sonu durumu stabilitesi



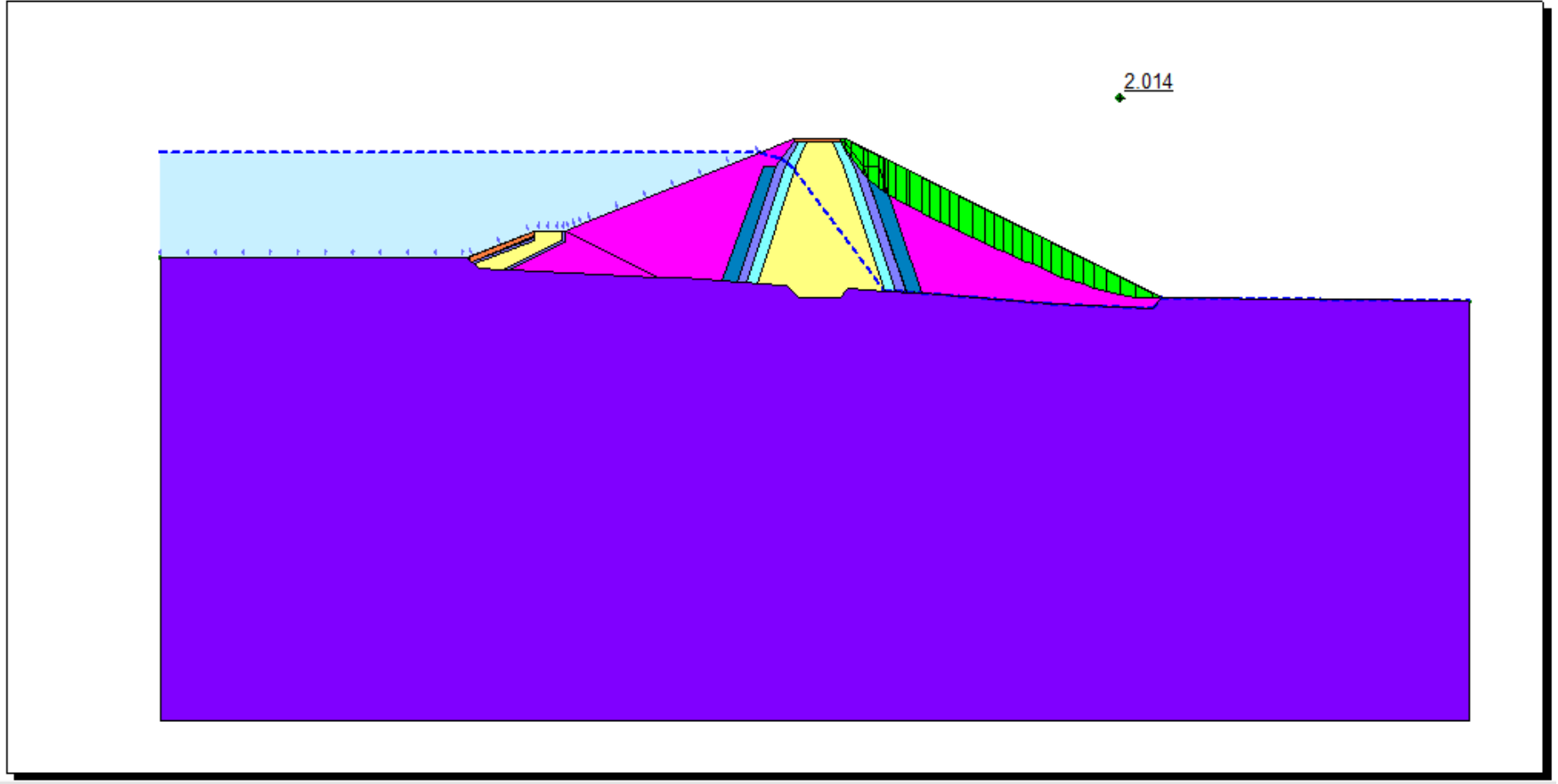
Şekil 4.48. Gümüşhane-Kelkit Deredolu Göleti gövde stabilite analizi memba şevi inşaat sonu - deprem durumu stabilitesi



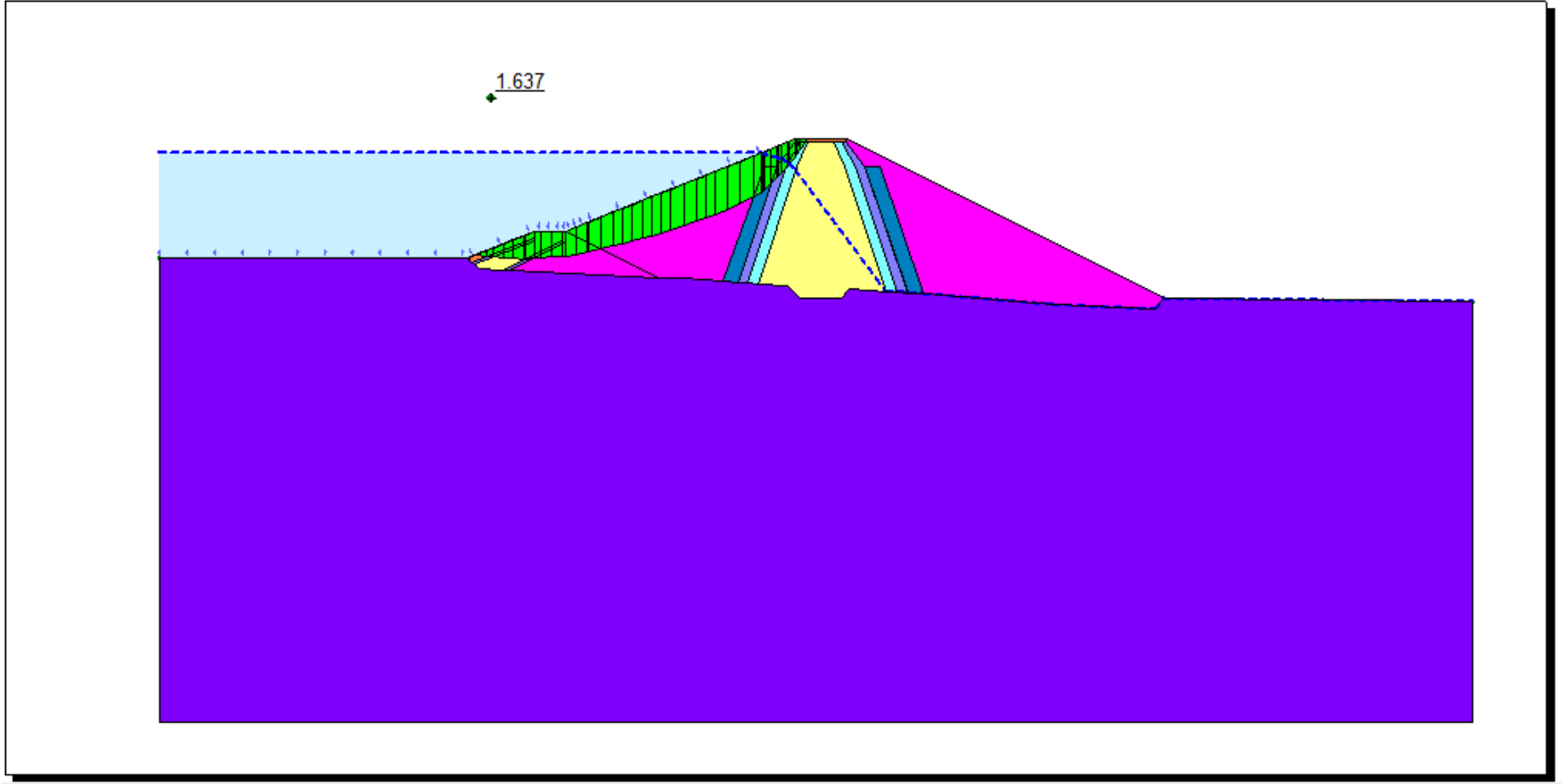
Şekil 4.49. Gümüşhane-Kelkit Deredolu Göleti gövde stabilite analizi mansap sevi inşaat sonu - deprem durumu stabilitesi



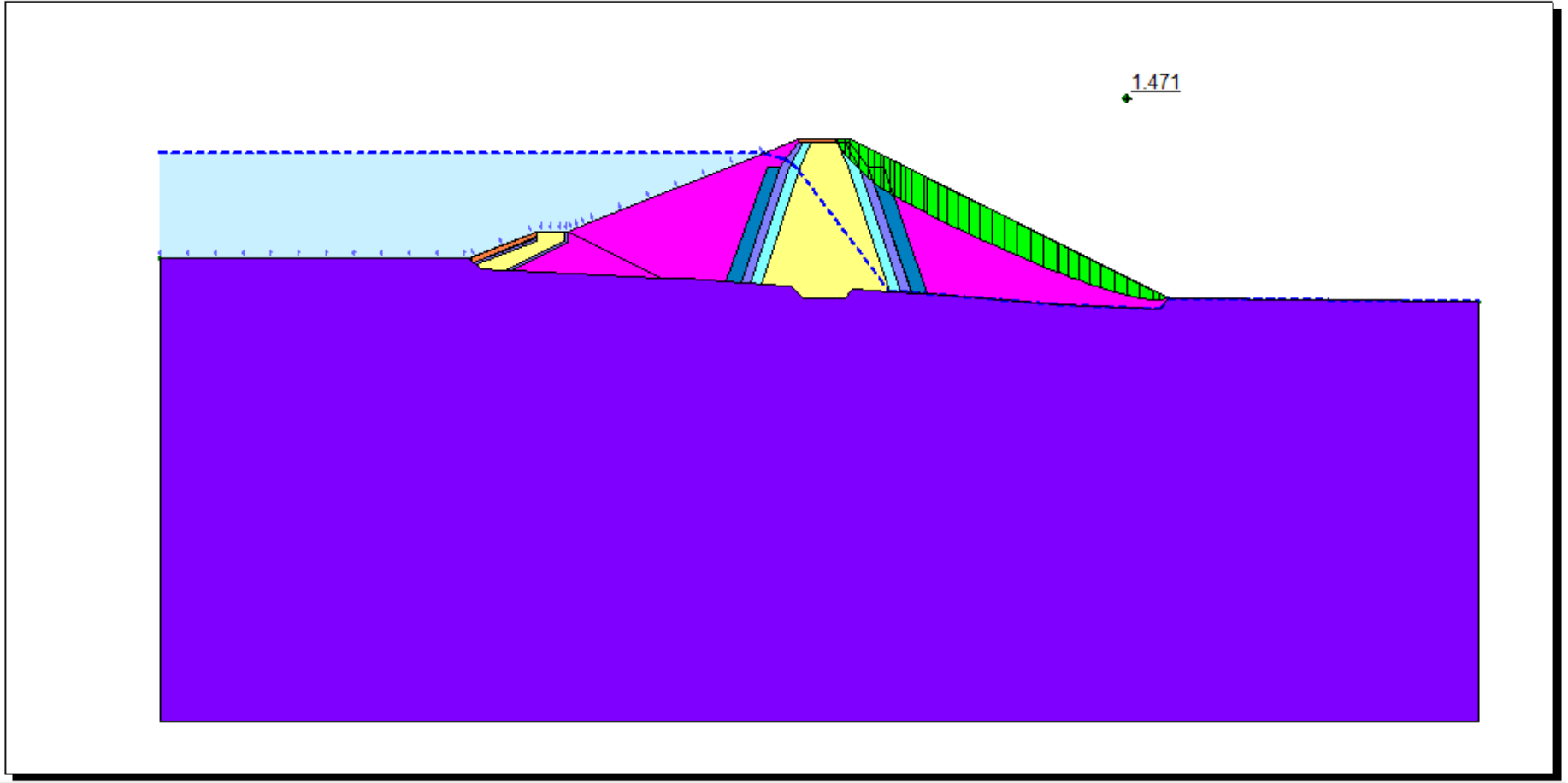
Şekil 4.50. Gümüşhane-Kelkit Deredolu Göleti gövde stabilite analizi memba şevi işletme durumu stabilitesi



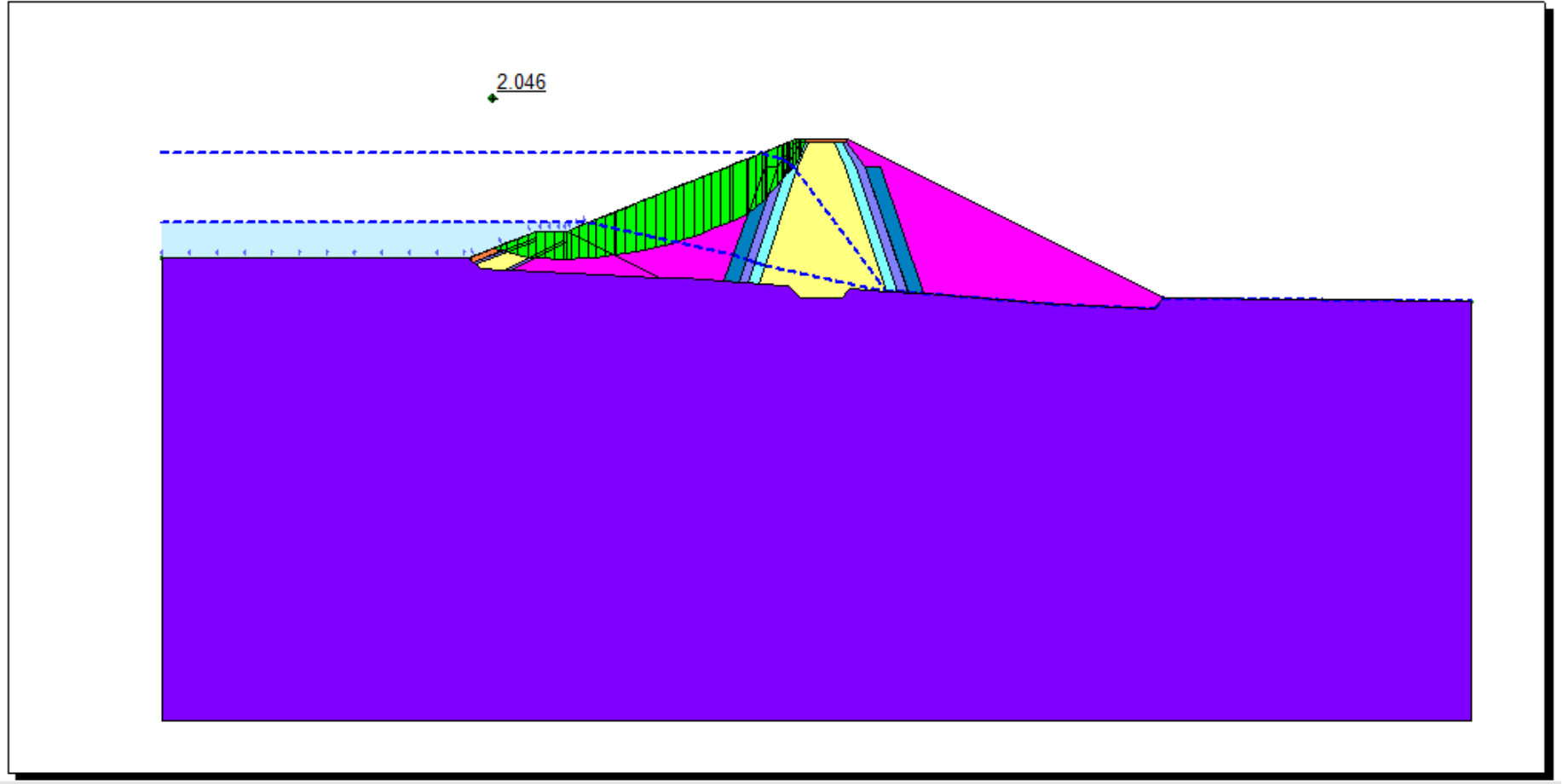
Şekil 4.51. Gümüşhane-Kelkit Deredolu Göleti gövde stabilite analizi mansap sevi işletme durumu stabilitesi



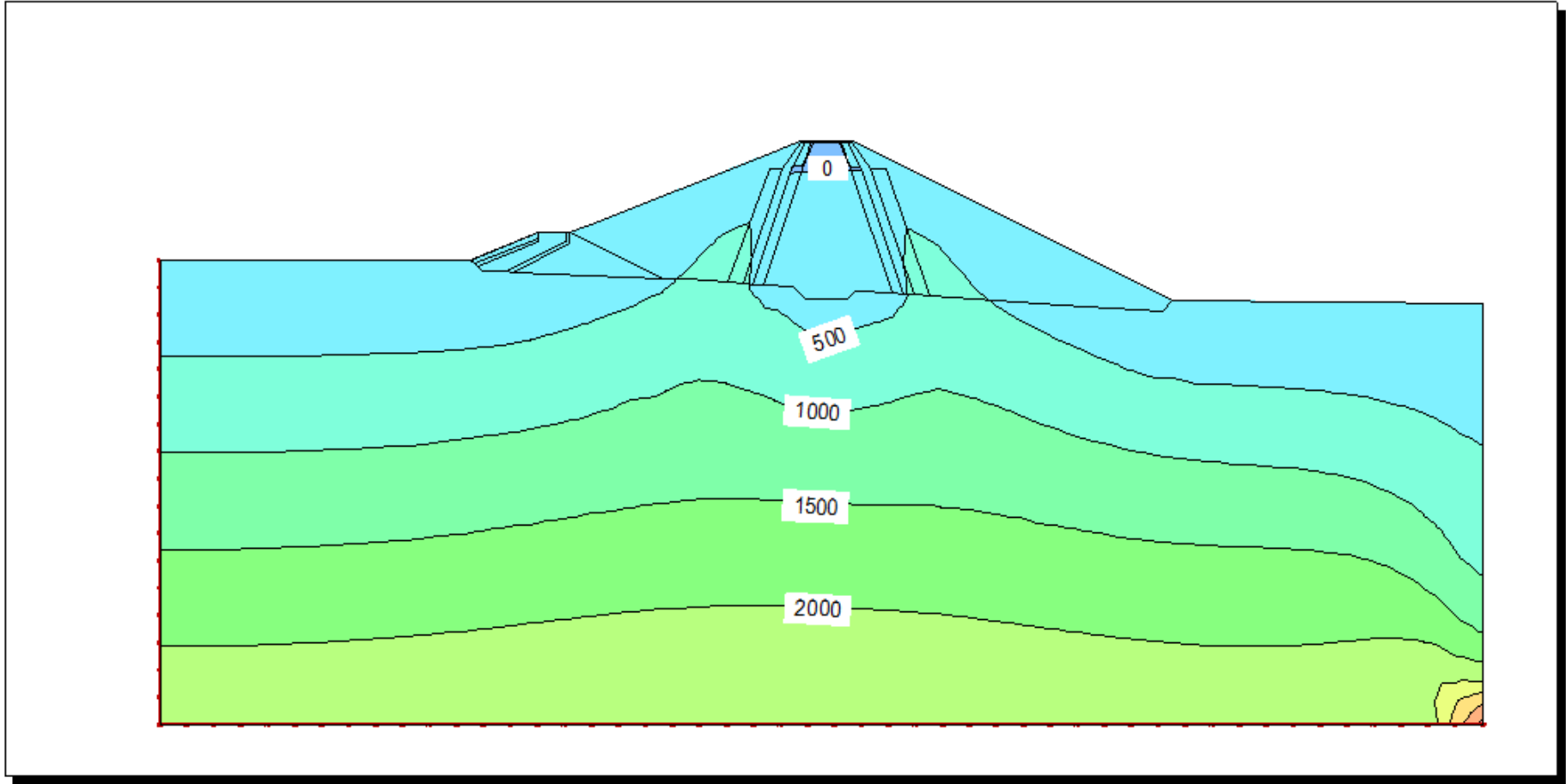
Şekil 4.52. Gümüşhane-Kelkit Deredolu Göleti gövde stabilite analizi memba şevi işletme - deprem durumu stabilitesi



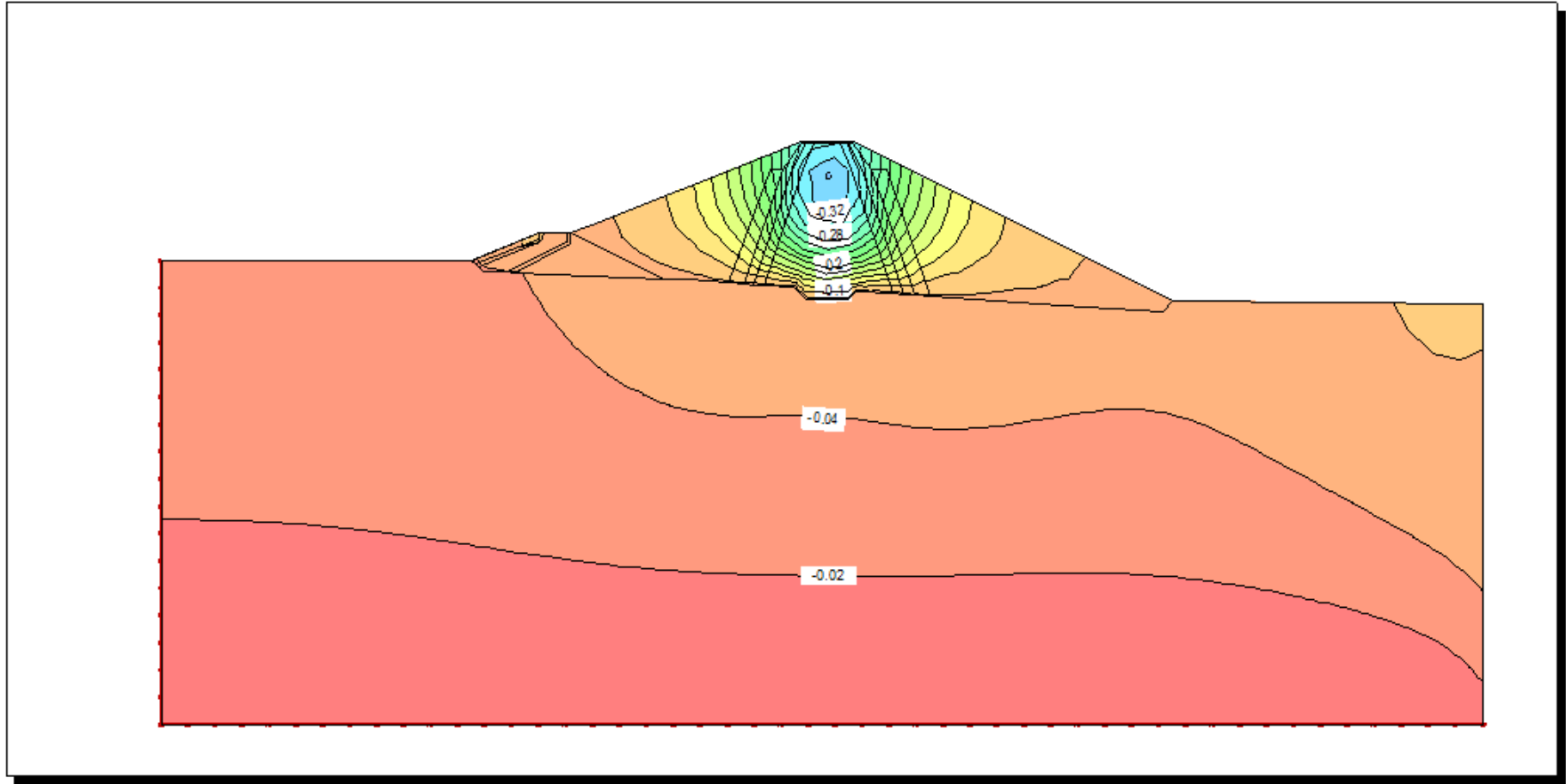
Şekil 4.53. Gümüşhane-Kelkit Deredolu Göleti gövde stabilite analizi mansap sevi işletme - deprem durumu stabilitesi



Şekil 4.54. Gümüşhane-Kelkit Deredolu Göleti gövde stabilite analizi memba şevi ani boşalma durumu stabilitesi



Şekil 4.55. Gümüşhane-Kelkit Deredolu Göleti gövde stabilite analizi toplam düşey gerilme değerleri (kPa)



Şekil 4.56. Gümüşhane-Kelkit Deredolu Göleti gövde stabilite analizi toplam düşey deplasman değerleri (m)

4.2.2 Homojen Kil Dolgu Alternatifi

Gümüşhane-Kelkit Deredolu Göleti Homojen Kil Dolgu alternatifinde memba şevi 3.5Y/1D ve mansap şevi 3.25Y/1D olarak alınmıştır. Yapılan hesaplarda kullanılan zemin parametreleri Tablo 4.10.'da verilmektedir.

Tablo 4.10. Hesaplarda kullanılan malzeme parametreleri

MALZEME	$\gamma(\text{Kn/m}^3)$	$E(\text{kPa})$	ν	$c(\text{kPa})$	ϕ°
Temel Kayası	27.18	1 000 000	0.45	190.7	44.52
1	17.26	10000	0.25	60	7.41
1'	17.92	10000	0.25	66	5.47
Fç	15	10000	0.25	0	30
Fk	15	10000	0.25	0	30
Ft	15	10000	0.25	0	30
K	25	10000	0.25	15	30
R	25	10000	0.25	15	30

İnşaat Sonrası Stabilité:

Memba ve mansap şevleri için inşaat sonrası durumunda yapılan analizlerde sırasıyla $GS=1.996$ ve $GS=1.620$ değerleri elde edilmiştir. Analizlerde elde edilen güvenlik sayıları kısa dönem için aranan $GS>1.3$ şartını sağlamaktadır.

Deprem Durumunda Stabilité:

Deredolu Göleti 1. Dereceden deprem bölgesinde inşa edilecektir. Şev stabilitesine ek olarak dinamik analizler de yapılacak olmakla birlikte öncelikle şevlerin uygunluğunu kontrol etmek amacıyla pseudo-statik analizler yapılmıştır. Bu analizlerde deprem ivmesi $0.145g$ alınmıştır. İnşaat sonu durumunda memba ve mansap şevleri için sırasıyla $GS=1.257$ ve $GS=1.049$ değerleri elde edilmiştir. Analizlerde elde edilen güvenlik sayıları inşaat sonu durumları için aranan $GS>1.0$ kriterini sağlamaktadır.

İşletme Durumunda Stabilité:

Memba ve mansap şevleri için işletme durumunda yapılan analizlerde sırasıyla $GS=2.109$ ve $GS=1.620$ değerleri elde edilmiştir. Hesaplarda rezervuarın ani boşalması

durumu dikkate alınmıştır. Analizlerde elde edilen güvenlik sayıları kısa dönem için aranan $GS>1.5$ şartını sağlamaktadır.

İşletme + Deprem Durumunda Stabilité:

Memba ve mansap şevleri için işletme+deprem durumunda yapılan analizlerde sırasıyla $GS=1.562$ ve $GS=1.041$ değerleri elde edilmiştir. Analizlerde elde edilen güvenlik sayıları kısa dönem için aranan $GS>1.1$ şartını sağlamamaktadır.

İncelenen durumlar sonunda elde edilen güvenlik sayıları Tablo 4.11.'de verilmiştir.

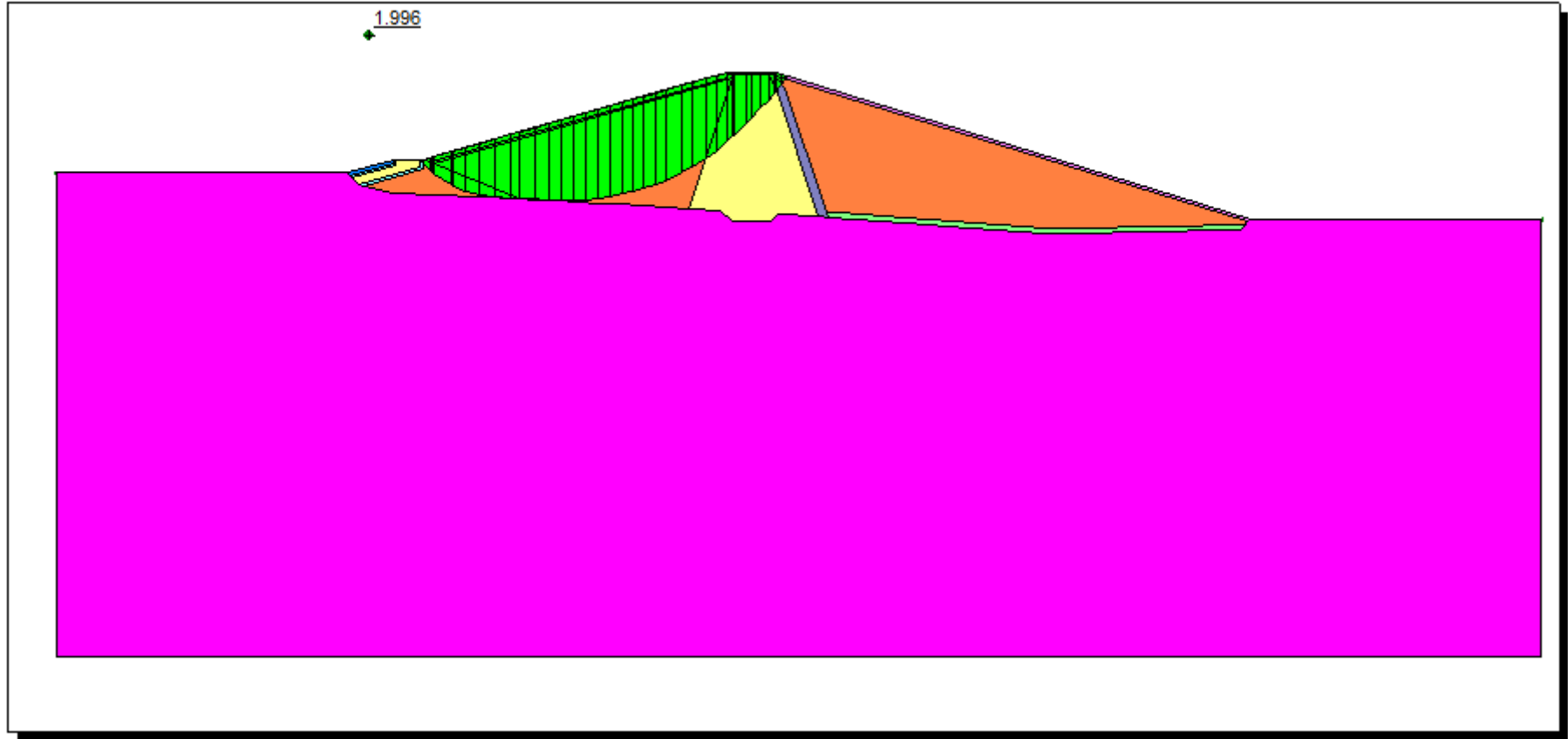
Tablo 4.11. Analizlerde elde edilen güvenlik sayıları

DURUM	MEMBA	MANSAP	GEREKEN EMNİYET KATSAYILARI
İNŞAAT SONU	1.996	1.620	1.3
İŞLETME	2.109	1.620	1.5
İNŞAAT SONU-DEPREM-OBE	1.257	1.049	1
İŞLETME-DEPREM-OBE	1.562	1.041	1.1
ANİ BOŞALMA	1.897		1.3

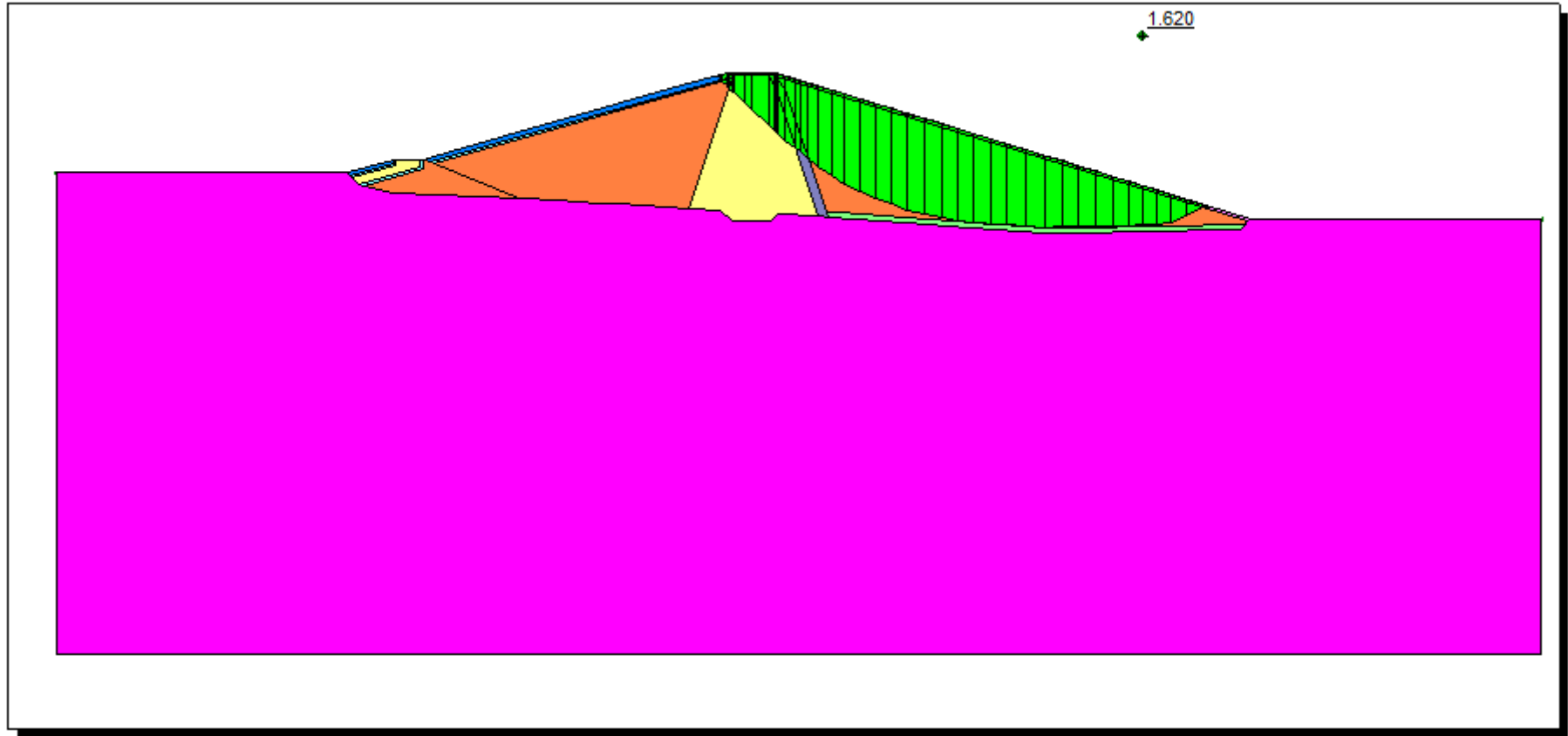
Gümüşhane Kelkit Deredolu Göleti Homojen Kil Dolgu alternatifi için yapılan analizler sonucunda;

- GeoStudio programı ile yapılan analizlerde maksimum düşey deplasman 65 cm olarak bulunmuştur.
- Memba ve mansap şevleri için inşaat sonu durumunda yapılan analizlerde $GS>1.3$ şartı sağlanmaktadır.
- Memba ve mansap şevleri için deprem durumunda yapılan analizlerde $GS>1.0$ şartı sağlanmaktadır.
- Memba ve mansap şevleri için işletme durumunda yapılan analizlerde $GS>1.5$ şartı sağlanmaktadır.
- Memba ve mansap şevleri için işletme+deprem durumunda yapılan analizlerde $GS>1.1$ şartı sağlanmamaktadır.

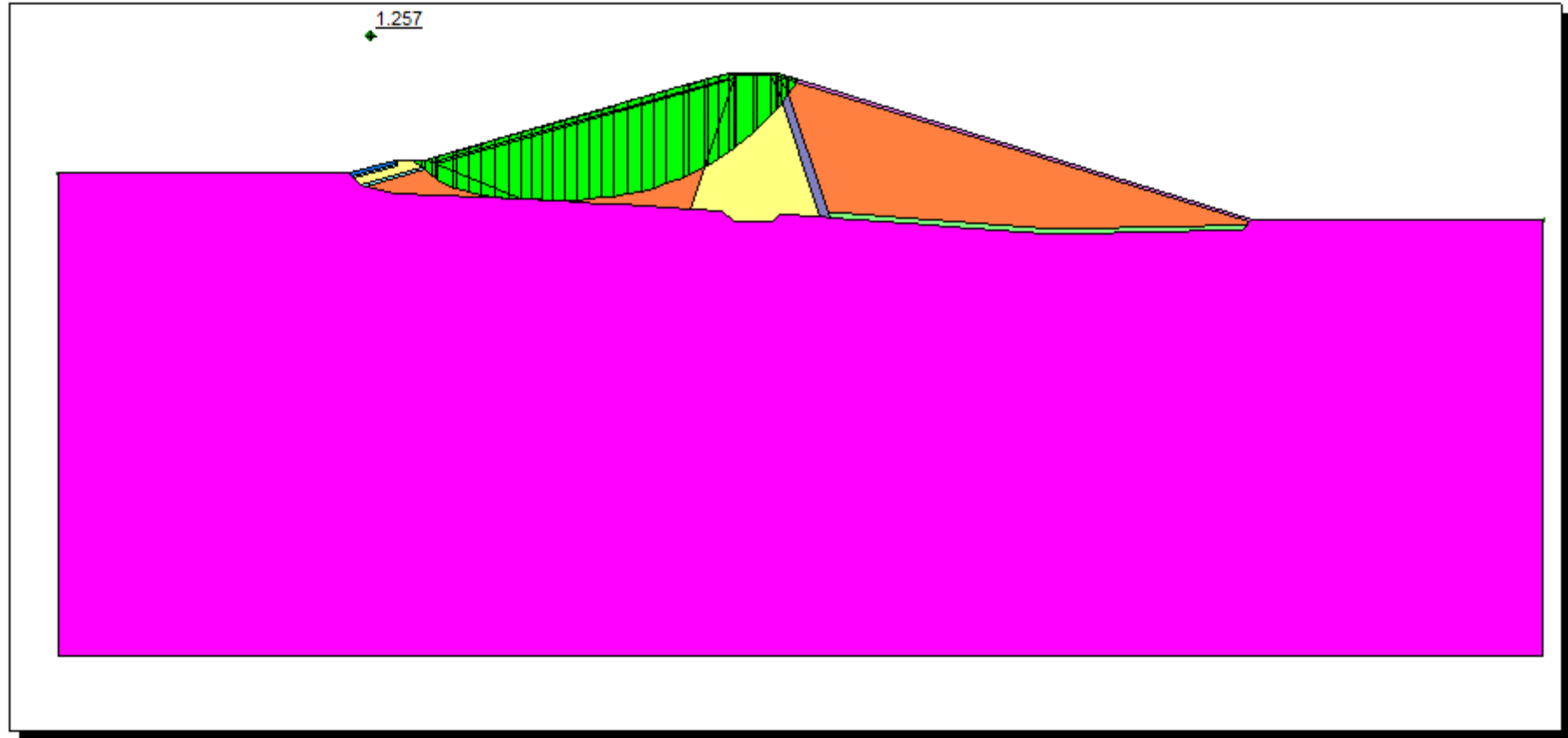
Yapılan analizle sonucunda elde edilen sonuçlar Şekil 4.57., Şekil 4.58., Şekil 4.59., Şekil 4.60., Şekil 4.61., Şekil 4.62., Şekil 4.63., Şekil 4.64., Şekil 4.65., Şekil 4.66., Şekil 4.67. 'de verilmiştir.



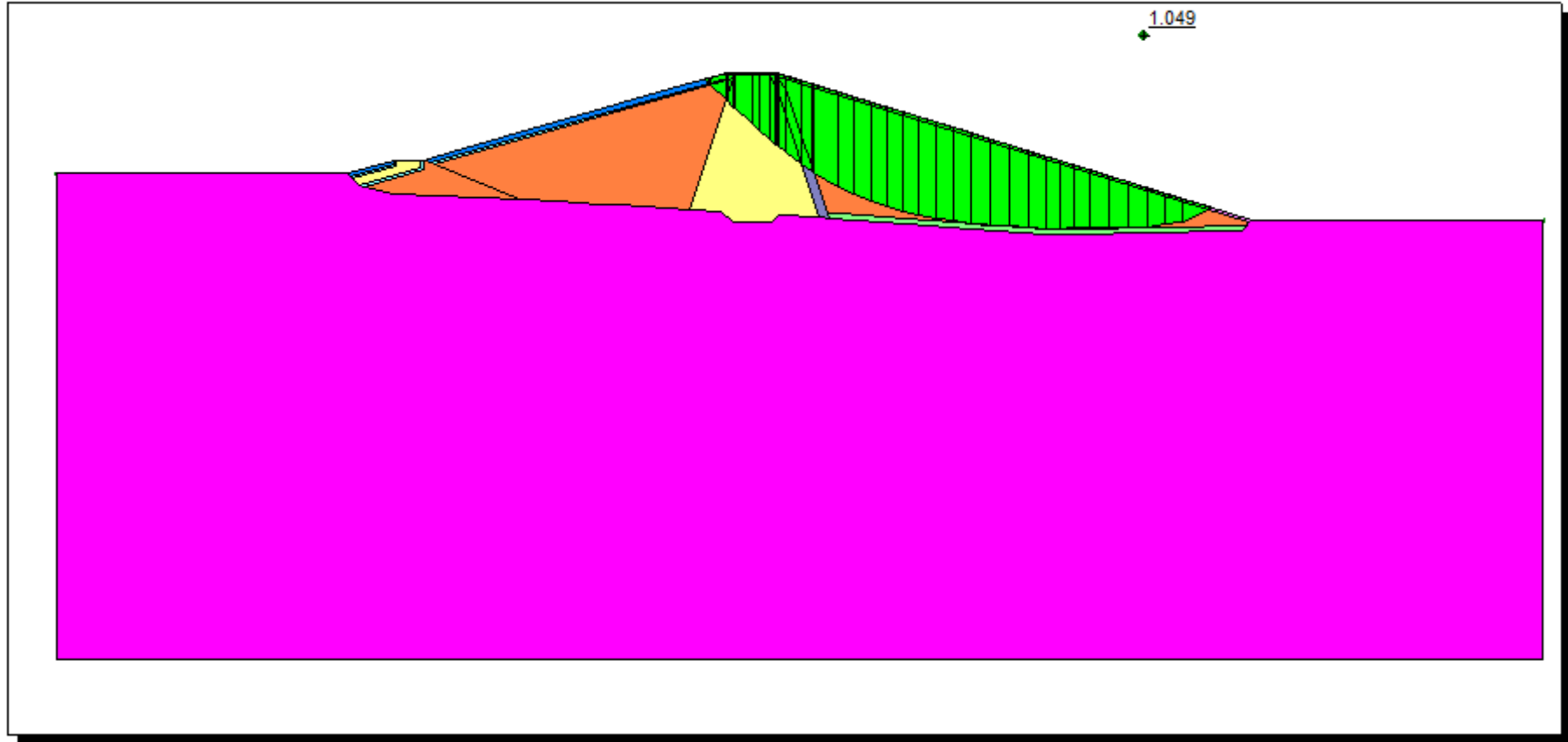
Şekil 4.57. Gümüşhane-Kelkit Deredolu Göleti gövde stabilite analizi memba şevi inşaat sonu durumu stabilitesi



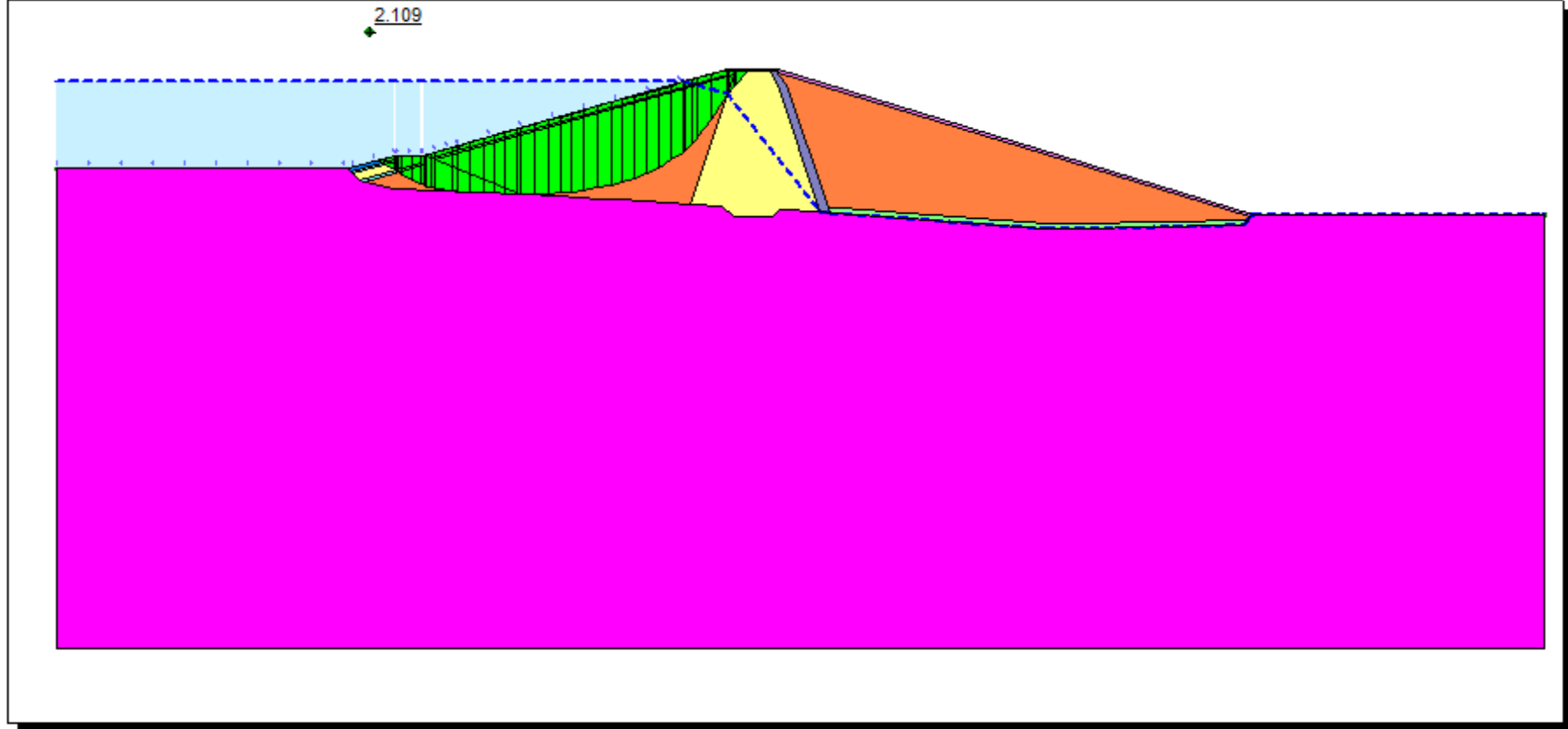
Şekil 4.58. Gümüşhane-Kelkit Deredolu Göleti gövde stabilite analizi mansap sevi inşaat sonu durumu stabilitesi



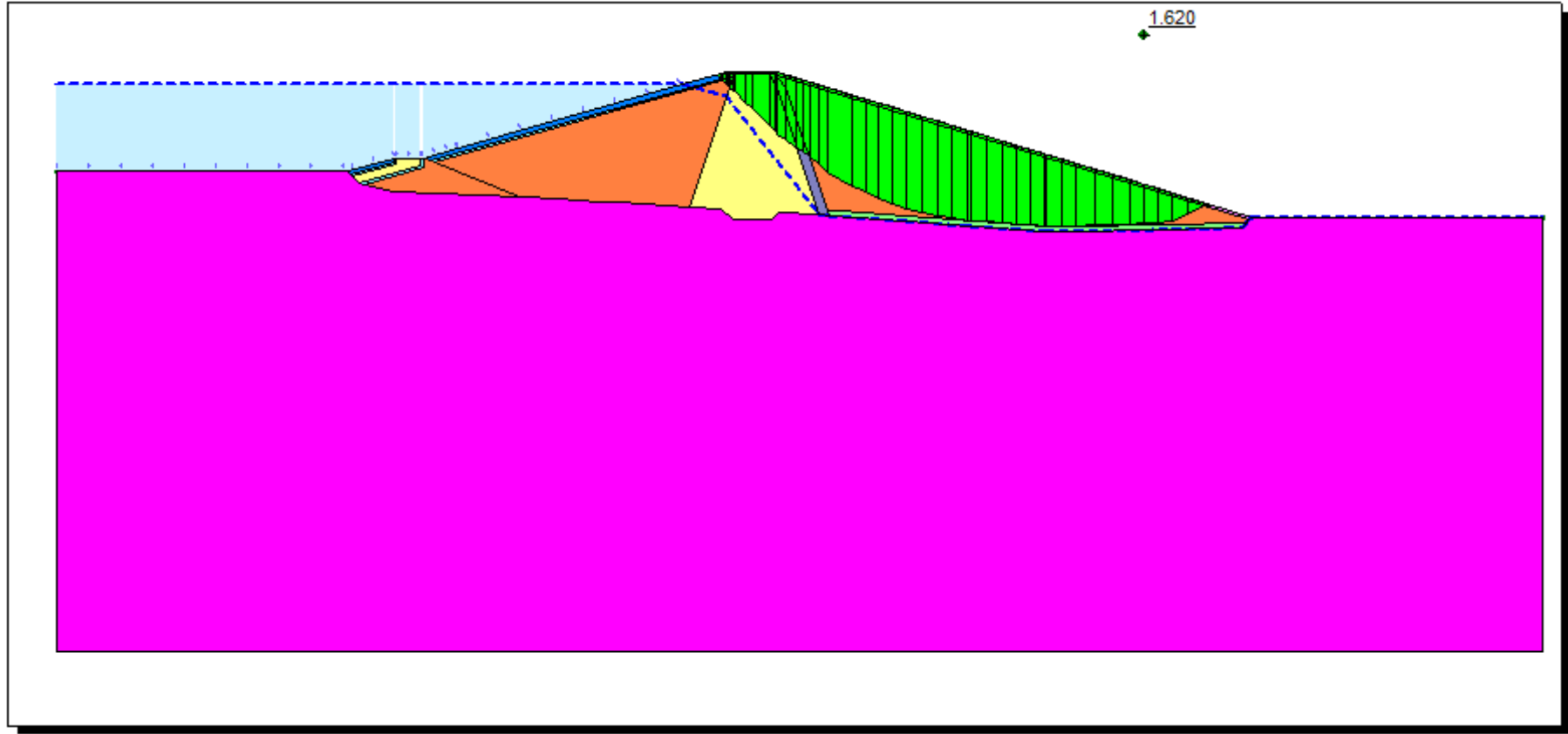
Şekil 4.59. Gümüşhane-Kelkit Deredolu Göleti gövde stabilite analizi memba şevi inşaat sonu - deprem durumu stabilitesi



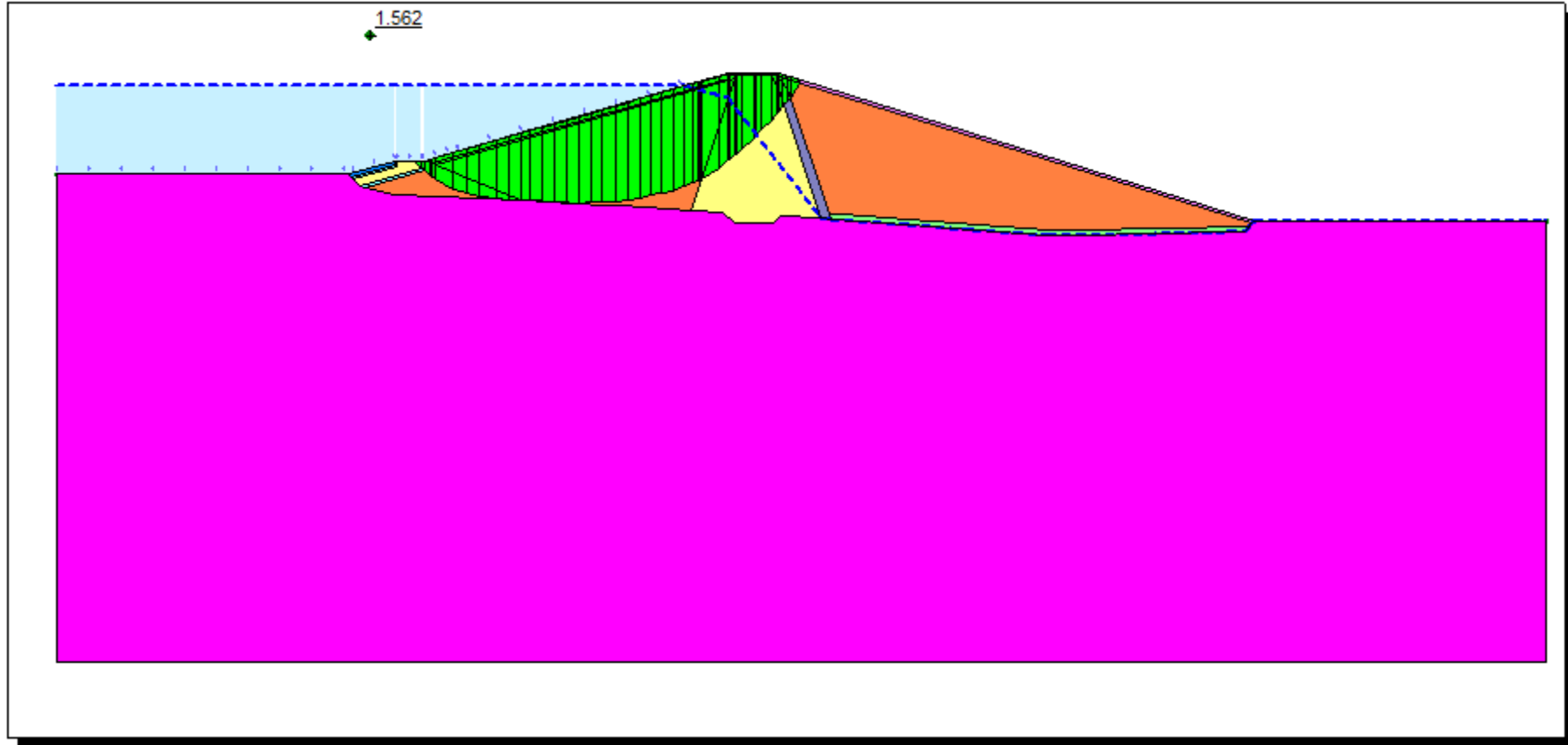
Şekil 4.60. Gümüşhane-Kelkit Deredolu Göleti gövde stabilite analizi mansap şevi inşaat sonu - deprem durumu stabilitesi



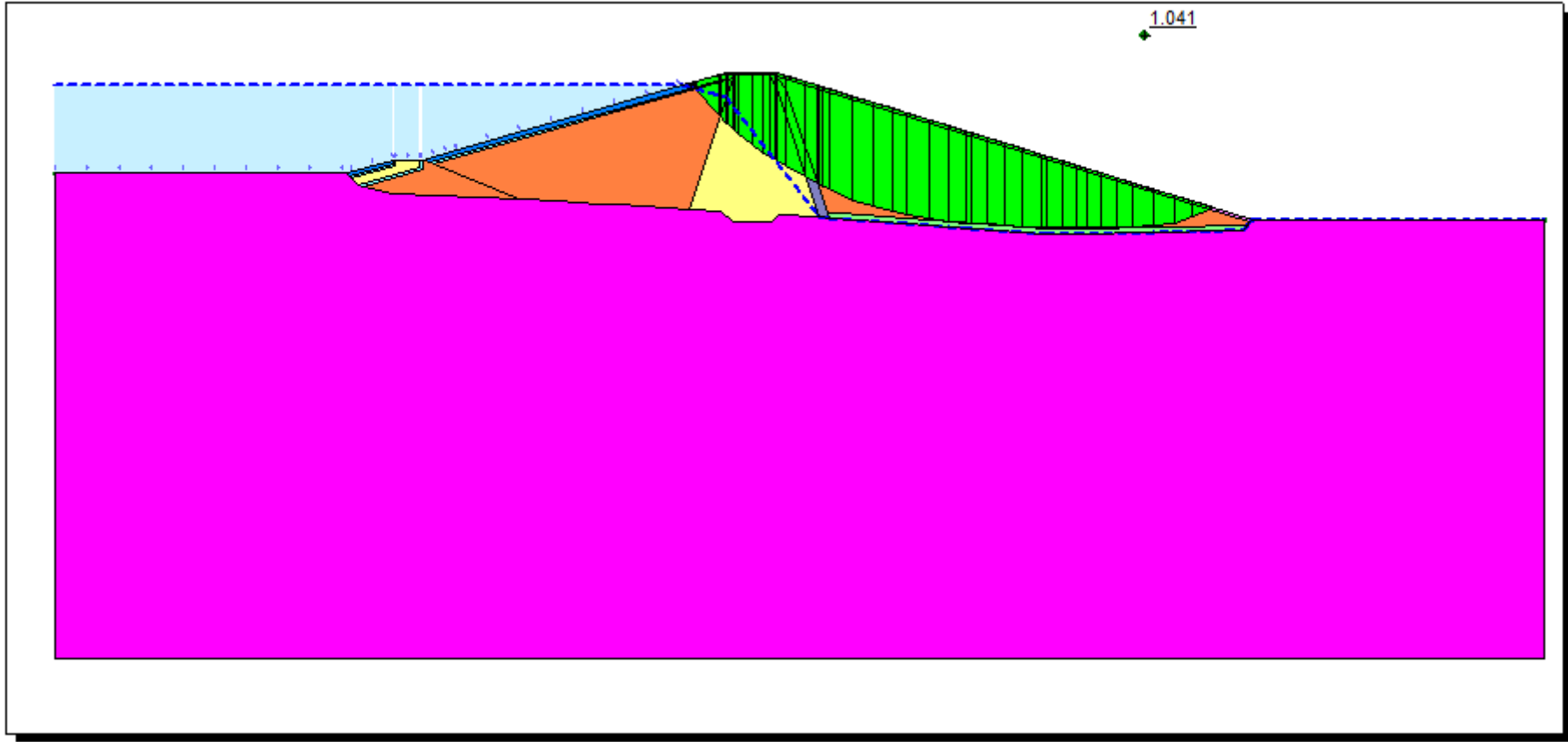
Şekil 4.61. Gümüşhane-Kelkit Deredolu Göleti gövde stabilite analizi memba şevi işletme durumu stabilitesi



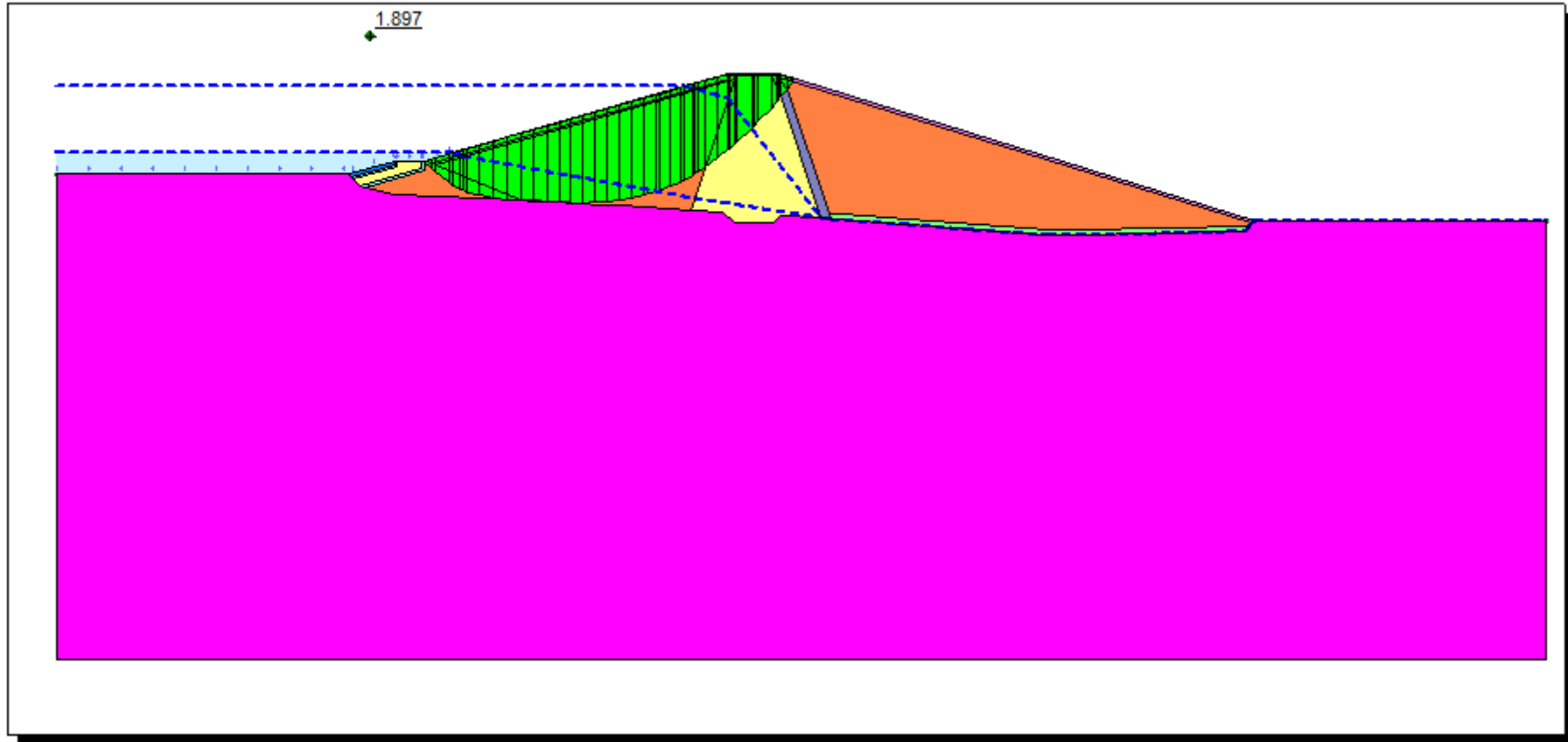
Şekil 4.62. Gümüşhane-Kelkit Deredolu Göleti gövde stabilite analizi mansap sevi işletme durumu stabilitesi



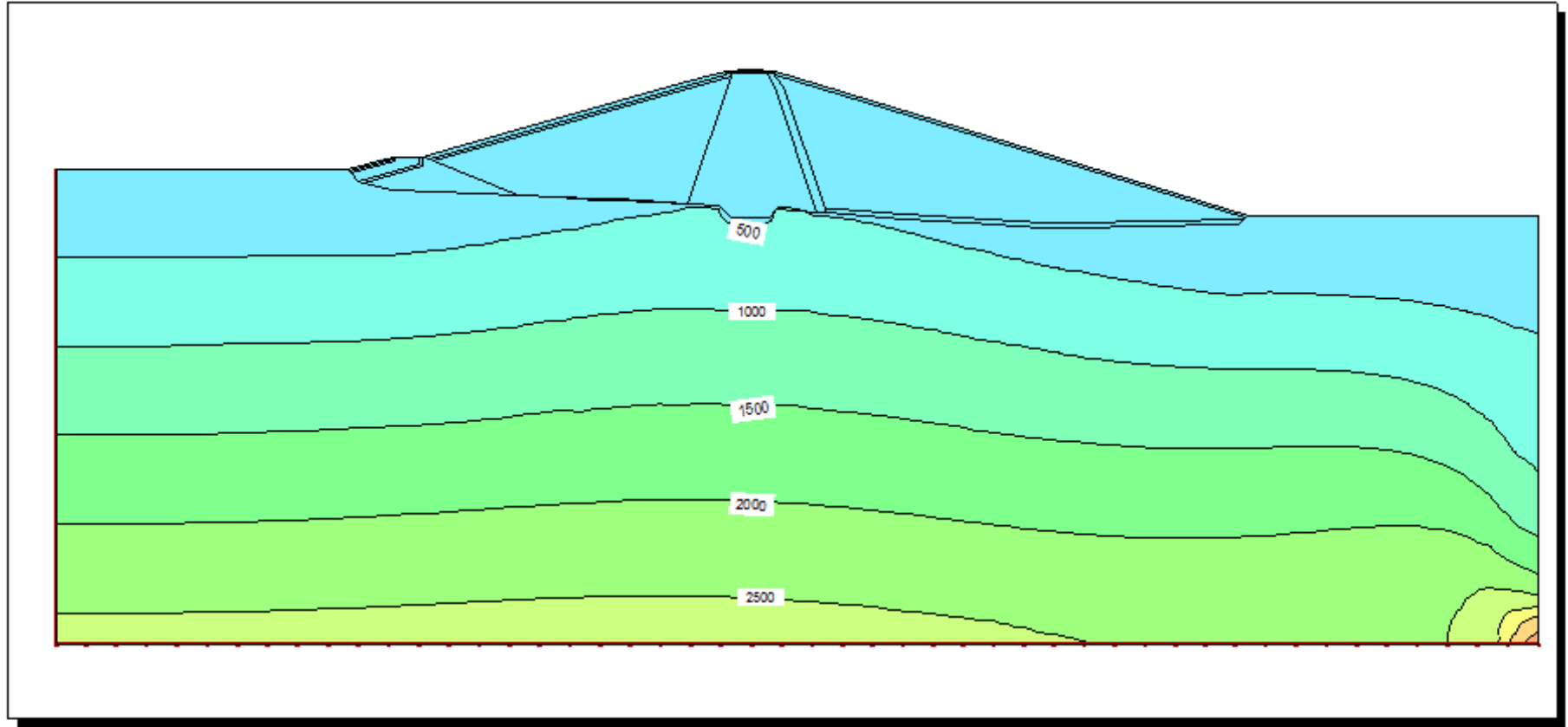
Şekil 4.63. Gümüşhane-Kelkit Deredolu Göleti gövde stabilite analizi memba şevi işletme - deprem durumu stabilitesi



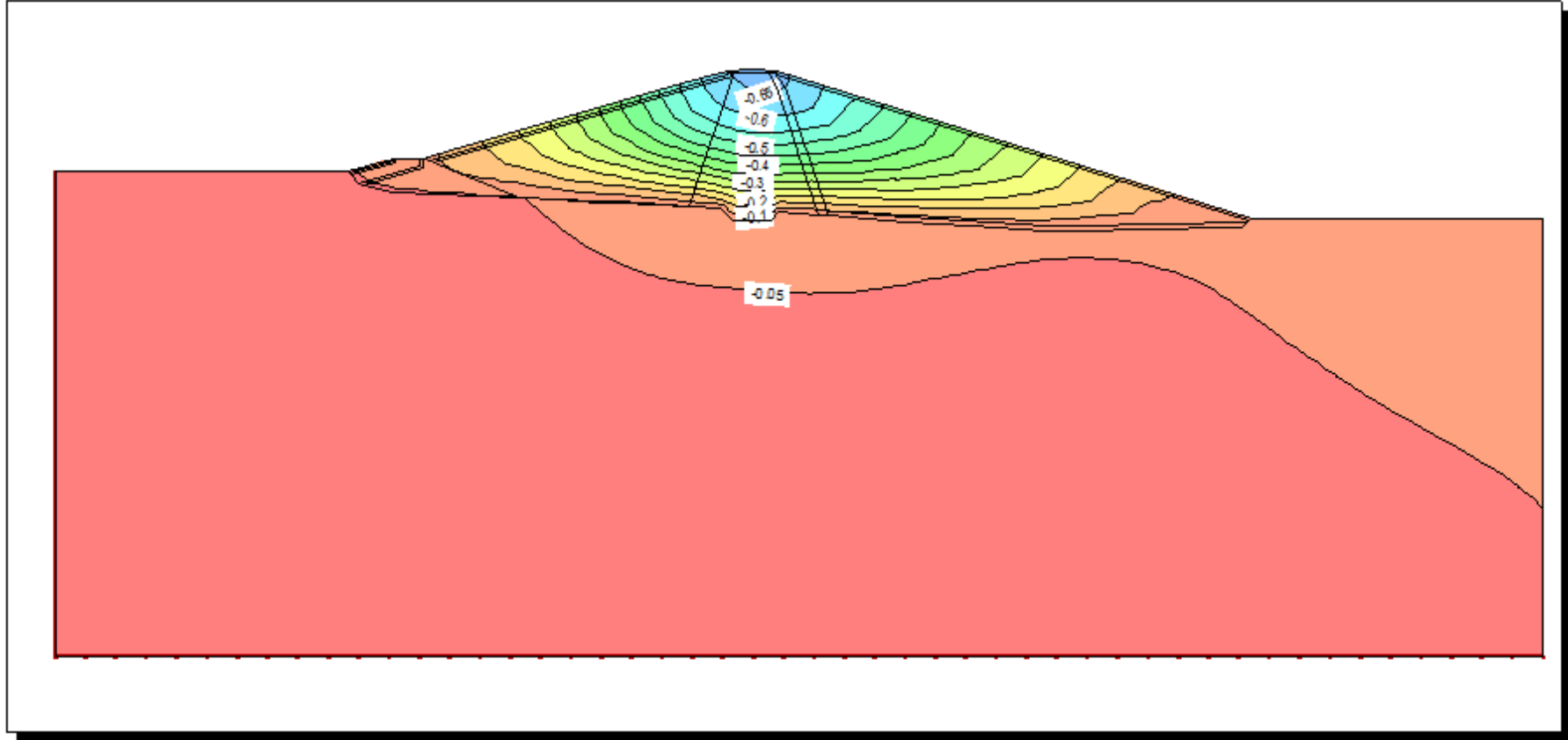
Şekil 4.64. Gümüşhane-Kelkit Deredolu Göleti gövde stabilite analizi mansap sevi işletme - deprem durumu stabilitesi



Şekil 4.65. Gümüşhane-Kelkit Deredolu Göleti gövde stabilite analizi memba sevi ani boşalma durumu stabilitesi



Şekil 4.66. Gümüşhane-Kelkit Deredolu Göleti gövde stabilite analizi toplam düşey gerilme değerleri (kPa)



Şekil 4.67. Gümüşhane-Kelkit Deredolu Göleti gövde stabilite analizi toplam düşey deplasman değerleri (m)

4.2.3 Kil Çekirdekli Kum-Çakıl Dolgu Alternatifi

Gümüşhane-Kelkit Deredolu Göleti Kil Çekirdekli Kum-Çakıl Dolgu alternatifinde memba şevi 3Y/1D ve mansap şevi 2.5Y/1D olarak alınmıştır. Yapılan hesaplarda kullanılan zemin parametreleri Tablo 4.12.'de verilmektedir.

Tablo 4.12. Hesaplarda kullanılan malzeme parametreleri

MALZEME	$\gamma(\text{Kn/m}^3)$	E(kPa)	ν	c(kPa)	ϕ°
Temel Kayası	27.08	1 000 000	0.45	172.3	47.66
1	17.26	10000	0.25	60	7.41
2-3	22	10000	0.30	0	30
Fç	15	10000	0.25	0	30
Fk	15	10000	0.25	0	30
Ft	15	10000	0.25	0	30
K	25	10000	0.25	15	30
R	25	10000	0.25	15	30

İnşaat Sonrası Stabilité:

Memba ve mansap şevleri için inşaat sonrası durumda yapılan analizlerde sırasıyla GS=1.816 ve GS=1.495 değerleri elde edilmiştir. Analizlerde elde edilen güvenlik sayıları kısa dönem için aranan GS>1.3 şartını sağlamaktadır.

Deprem Durumunda Stabilité:

Deredolu Göleti 1. Dereceden deprem bölgesinde inşa edilecektir. Şev stabilitesine ek olarak dinamik analizler de yapılacak olmakla birlikte öncelikle şevlerin uygunluğunu kontrol etmek amacıyla pseudo-statik analizler yapılmıştır. Bu analizlerde deprem ivmesi 0.145g alınmıştır. İnşaat sonu durumunda memba ve mansap şevleri için sırasıyla GS=1.208 ve GS=1.034 değerleri elde edilmiştir. Analizlerde elde edilen güvenlik sayıları inşaat sonu durumları için aranan GS>1.0 kriterini sağlamaktadır.

İşletme Durumunda Stabilité:

Memba ve mansap şevleri için işletme durumunda yapılan analizlerde sırasıyla GS=1.763 ve GS=1.494 değerleri elde edilmiştir. Hesaplarda rezervuarın ani boşalması

durumu dikkate alınmıştır. Analizlerde elde edilen güvenlik sayıları kısa dönem için aranan $GS>1.5$ şartını sağlamaktadır.

İşletme + Deprem Durumunda Stabilité:

Memba ve mansap şevleri için işletme+deprem durumunda yapılan analizlerde sırasıyla $GS=0.969$ ve $GS=1.035$ değerleri elde edilmiştir. Analizlerde elde edilen güvenlik sayıları kısa dönem için aranan $GS>1.1$ şartını sağlamamaktadır.

İncelenen durumlar sonunda elde edilen güvenlik sayıları Tablo 4.13.'de verilmiştir.

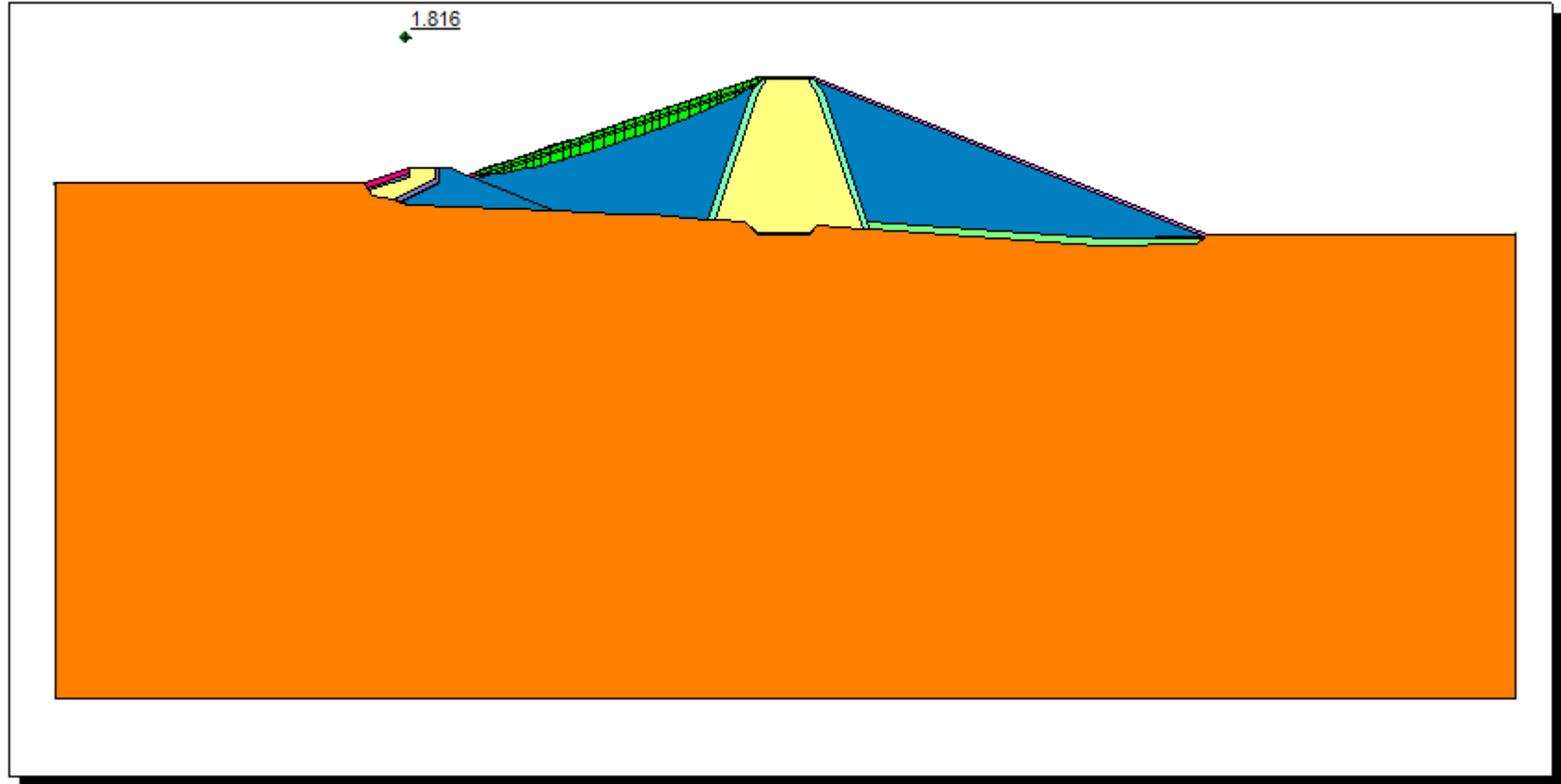
Tablo 4.13. Analizlerde elde edilen güvenlik sayıları

DURUM	MEMBA	MANSAP	GEREKEN EMNİYET KATSAYILARI
İNŞAAT SONU	1.816	1.495	1.3
İŞLETME	1.763	1.494	1.5
İNŞAAT SONU-DEPREM-OBE	1.208	1.034	1
İŞLETME-DEPREM-OBE	0.969	1.035	1.1
ANİ BOŞALMA	1.220		1.3

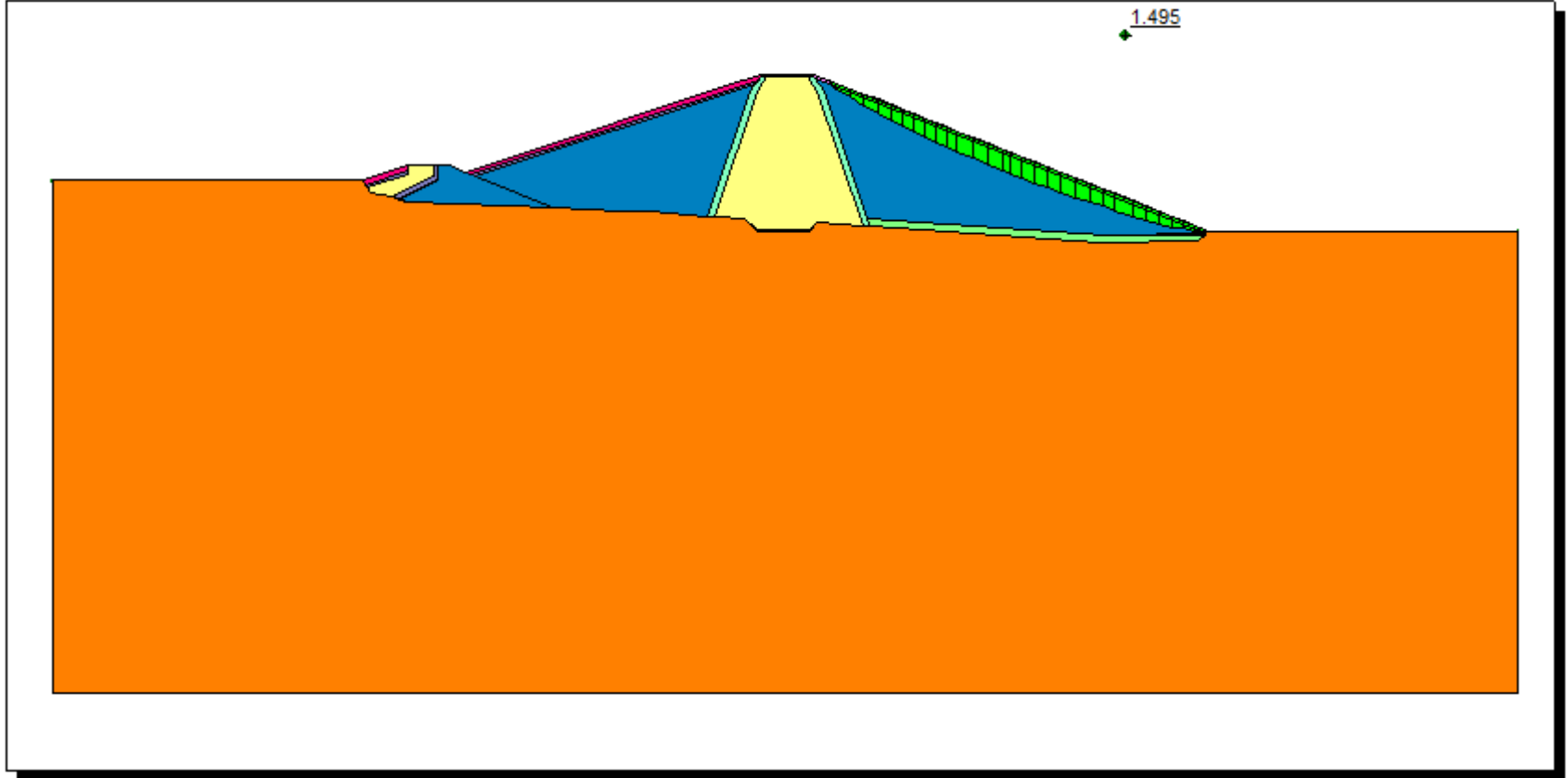
Gümüşhane Kelkit Deredolu Göleti Kil Çekirdekli Kum-Çakıl Dolgu alternatifi için yapılan analizler sonucunda;

- GeoStudio programı ile yapılan analizlerde maksimum düşey deplasman 65 cm olarak bulunmuştur.
- Memba ve mansap şevleri için inşaat sonu durumunda yapılan analizlerde $GS>1.3$ şartı sağlanmaktadır.
- Memba ve mansap şevleri için deprem durumunda yapılan analizlerde $GS>1.0$ şartı sağlanmaktadır.
- Memba ve mansap şevleri için işletme durumunda yapılan analizlerde $GS>1.5$ şartı sağlanmaktadır.
- Memba ve mansap şevleri için işletme+deprem durumunda yapılan analizlerde $GS>1.1$ şartı sağlanmamaktadır.

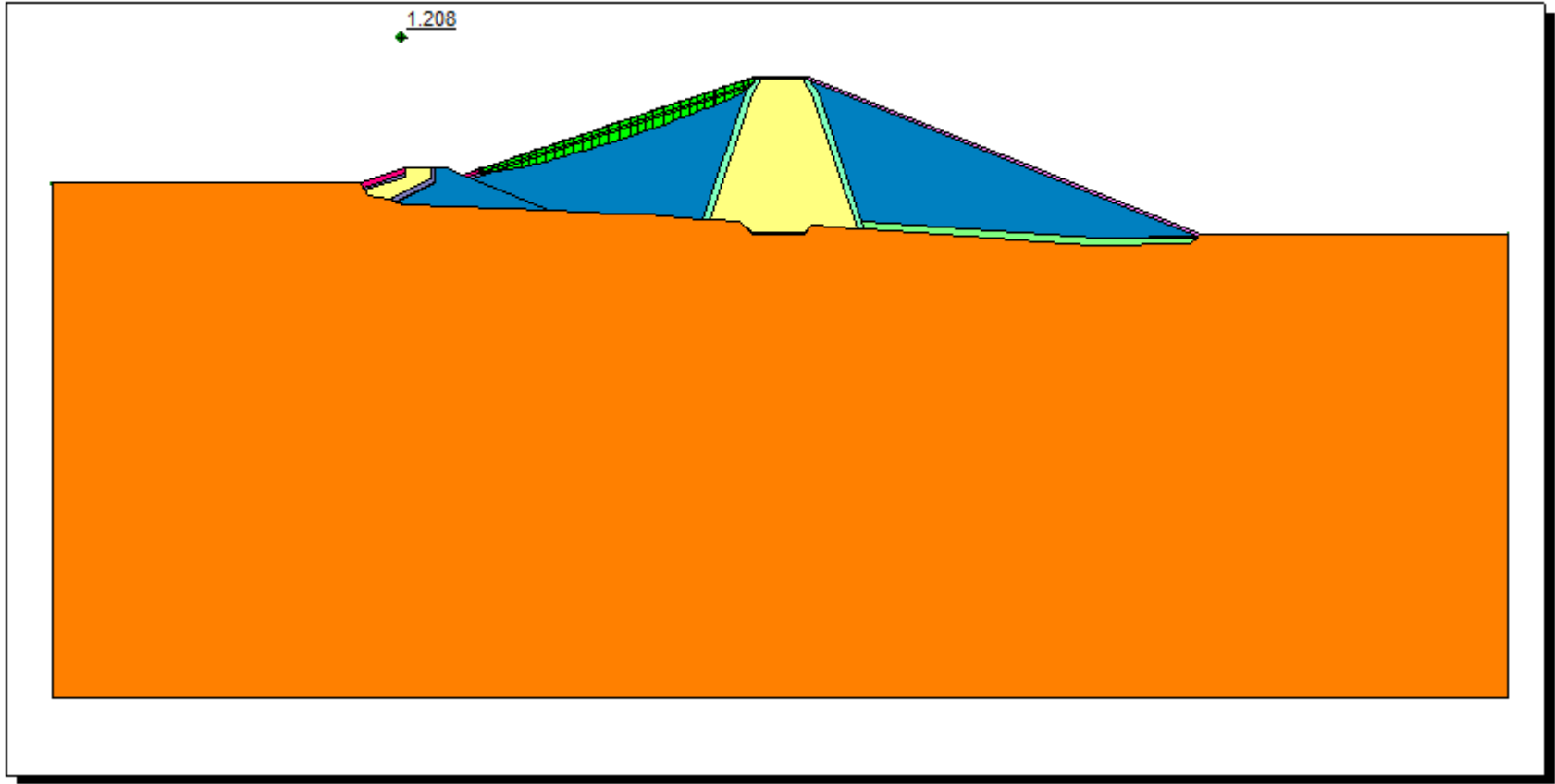
Yapılan analizle sonucunda elde edilen sonuçlar Şekil 4.68., Şekil 4.69., Şekil 4.70., Şekil 4.71., Şekil 4.72., Şekil 4.73., Şekil 4.74., Şekil 4.75., Şekil 4.76., Şekil 4.77., Şekil 4.78. 'de verilmiştir.



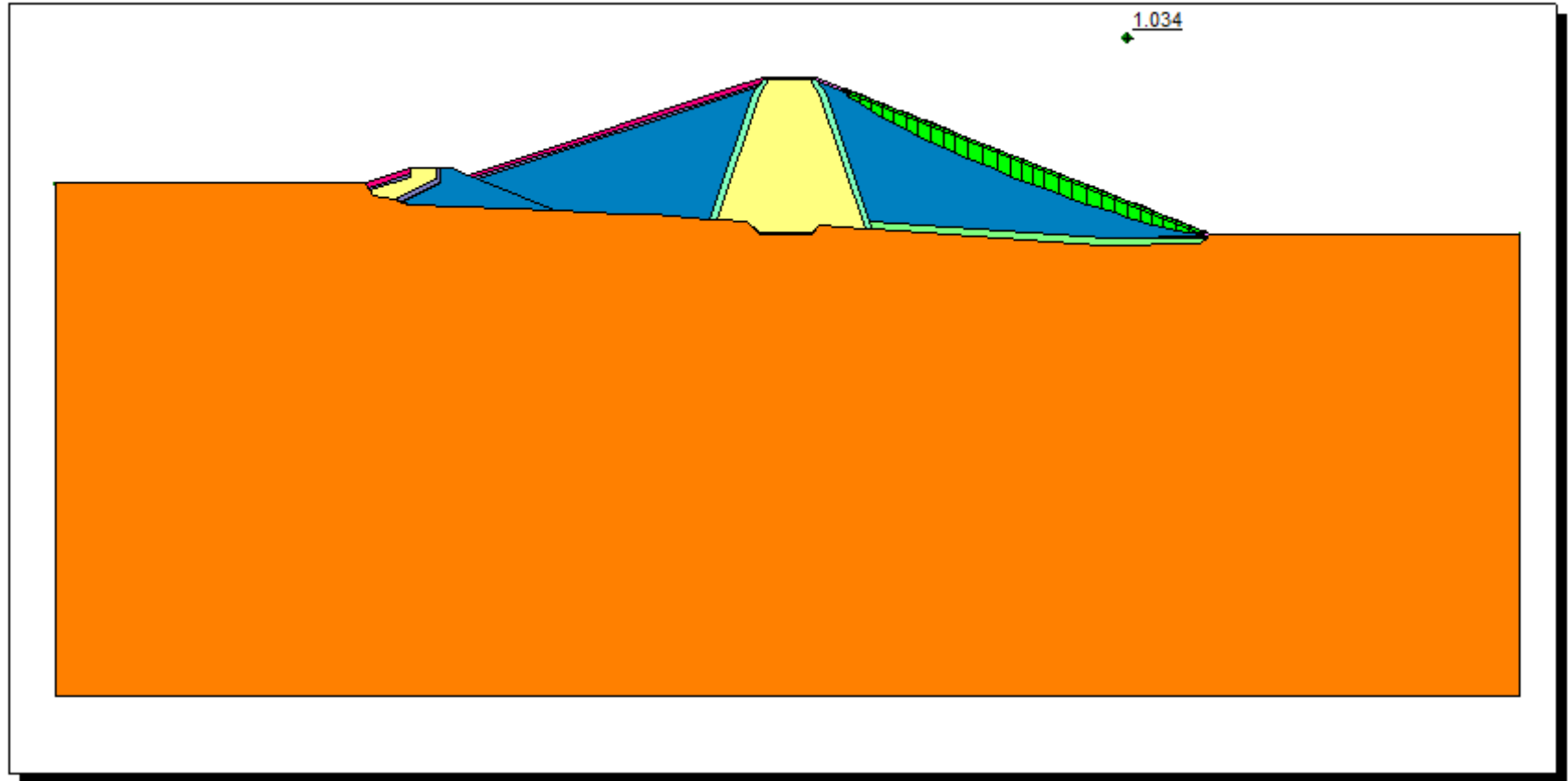
Şekil 4.68. Gümüşhane-Kelkit Deredolu Göleti gövde stabilite analizi memba şevi inşaat sonu durumu stabilitesi



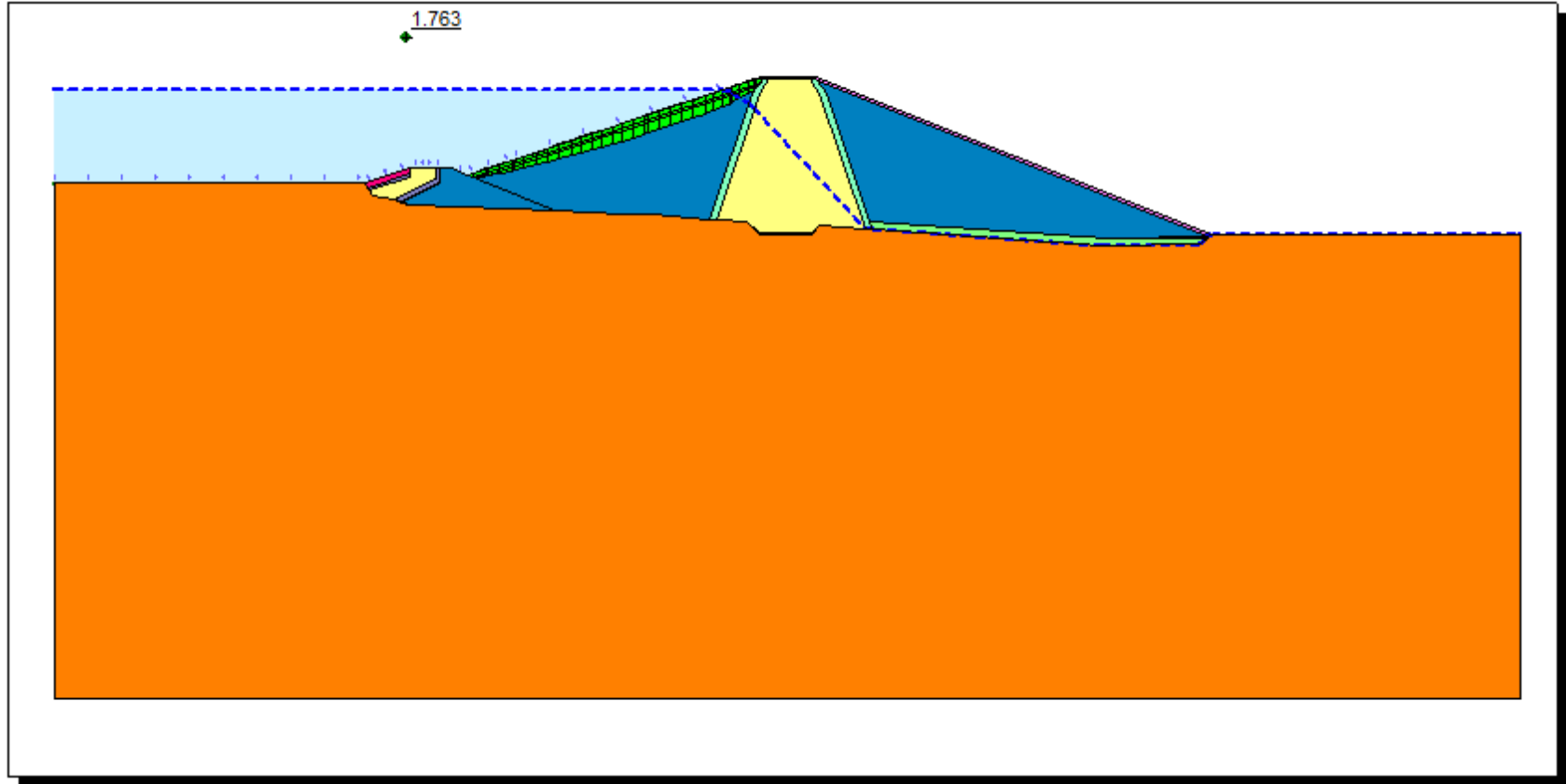
Şekil 4.69. Gümüşhane-Kelkit Deredolu Göleti gövde stabilite analizi mansap sevi inşaat sonu durumu stabilitesi



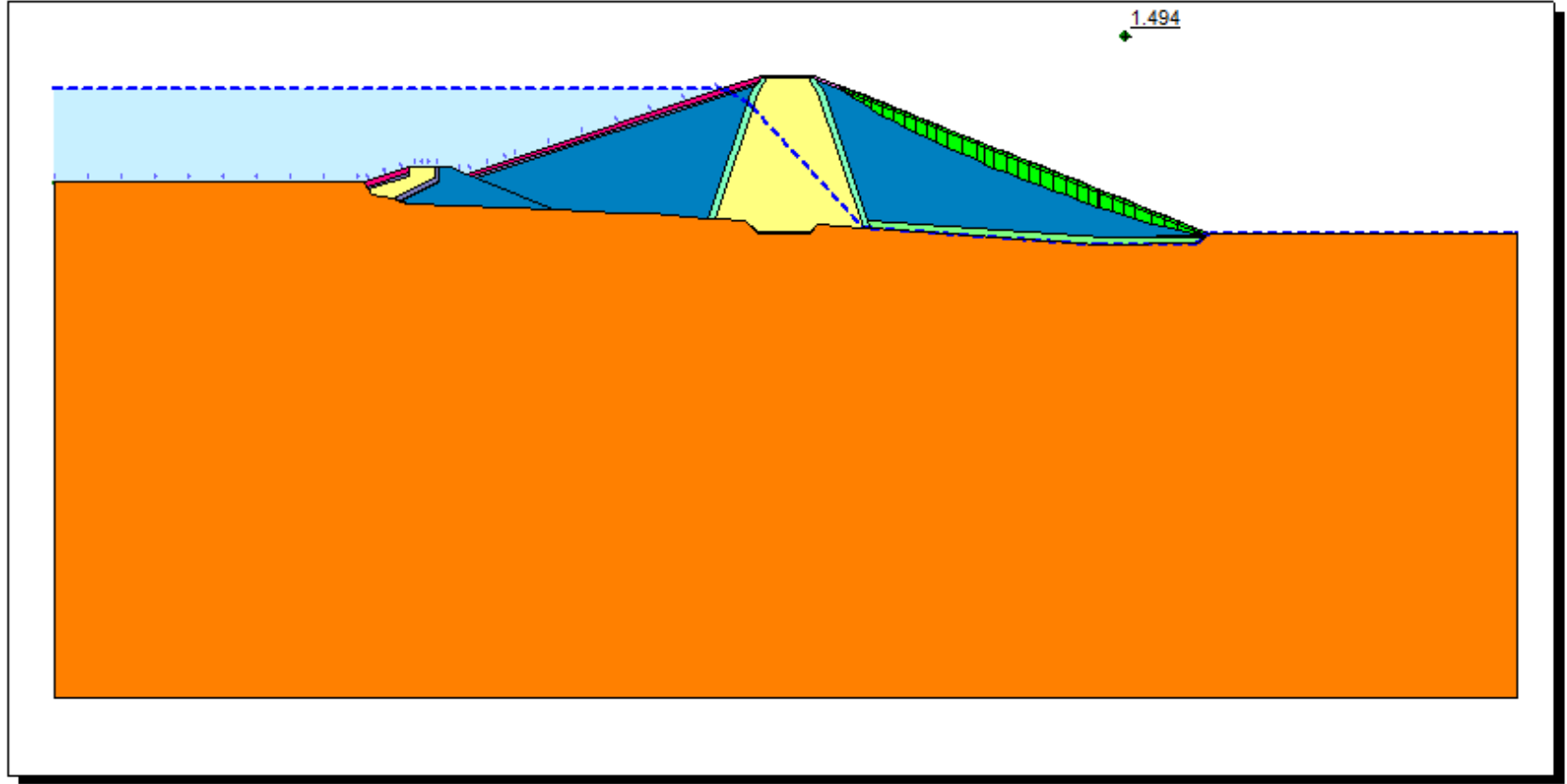
Şekil 4.70. Gümüşhane-Kelkit Deredolu Göleti gövde stabilite analizi memba şevi inşaat sonu - deprem durumu stabilitesi



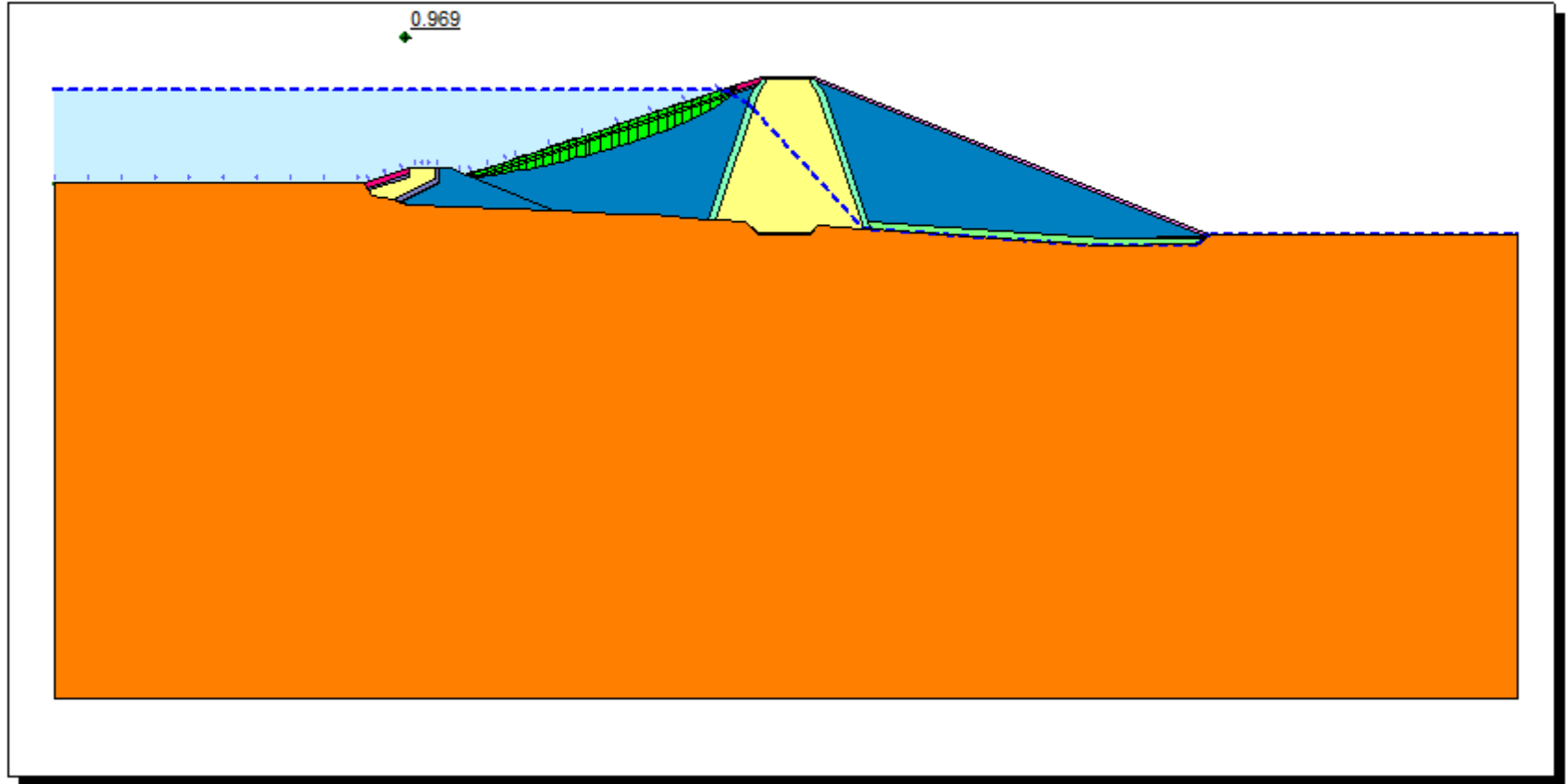
Şekil 4.71. Gümüşhane-Kelkit Deredolu Göleti gövde stabilite analizi mansap şevi inşaat sonu - deprem durumu stabilitesi



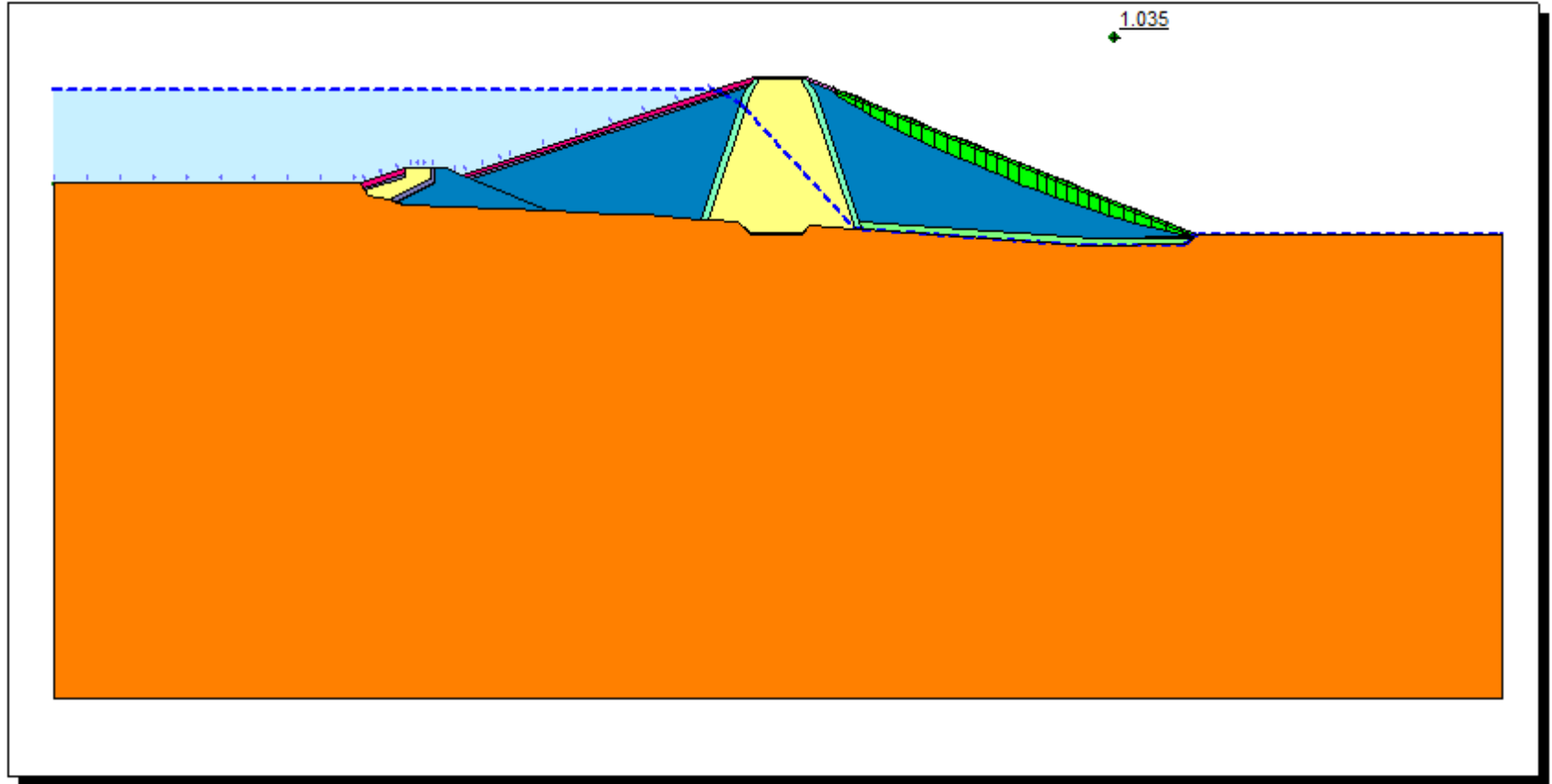
Şekil 4.72. Gümüşhane-Kelkit Deredolu Göleti gövde stabilite analizi memba şevi işletme durumu stabilitesi



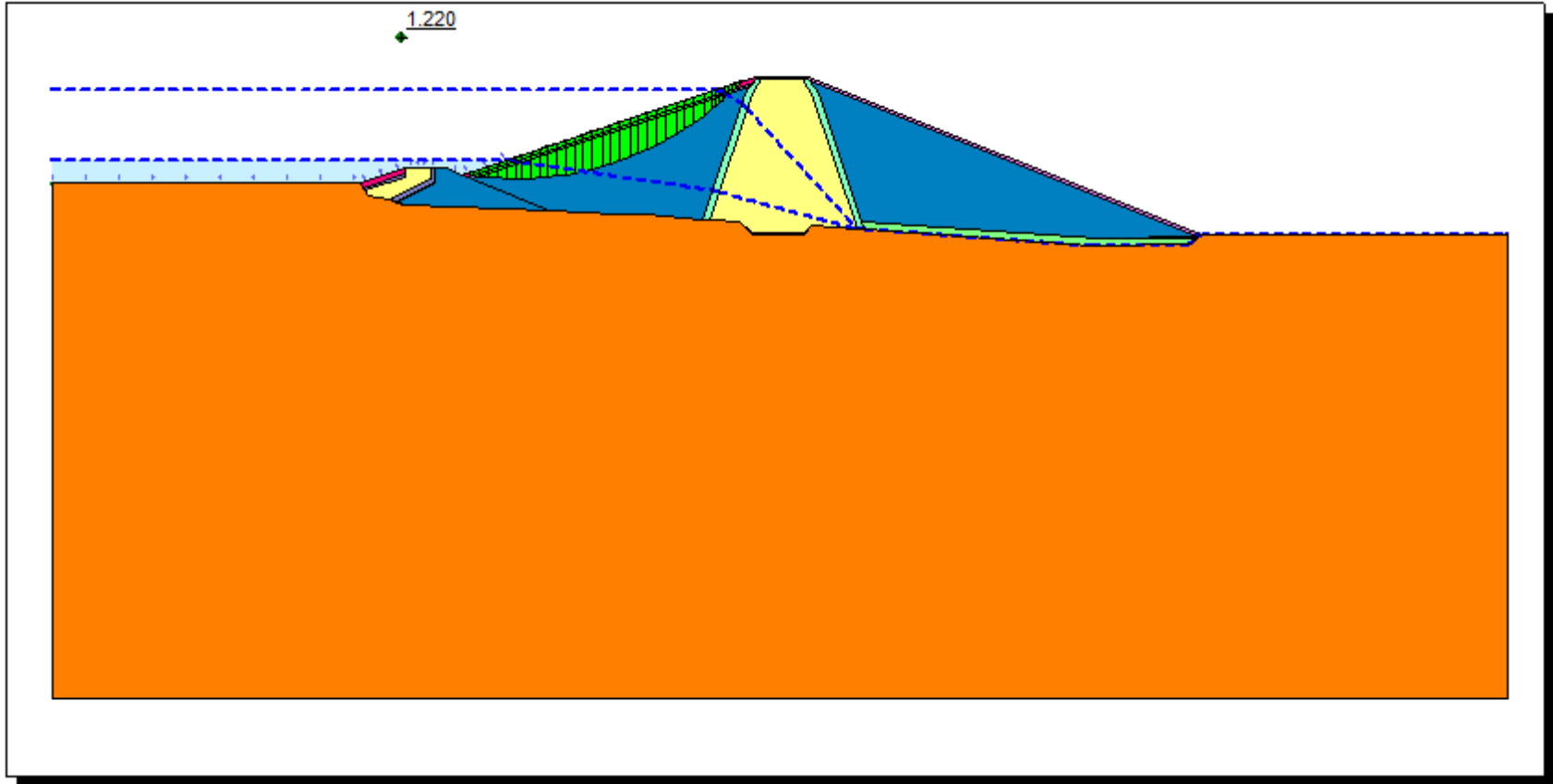
Şekil 4.73. Gümüşhane-Kelkit Deredolu Göleti gövde stabilite analizi mansap şevi işletme durumu stabilitesi



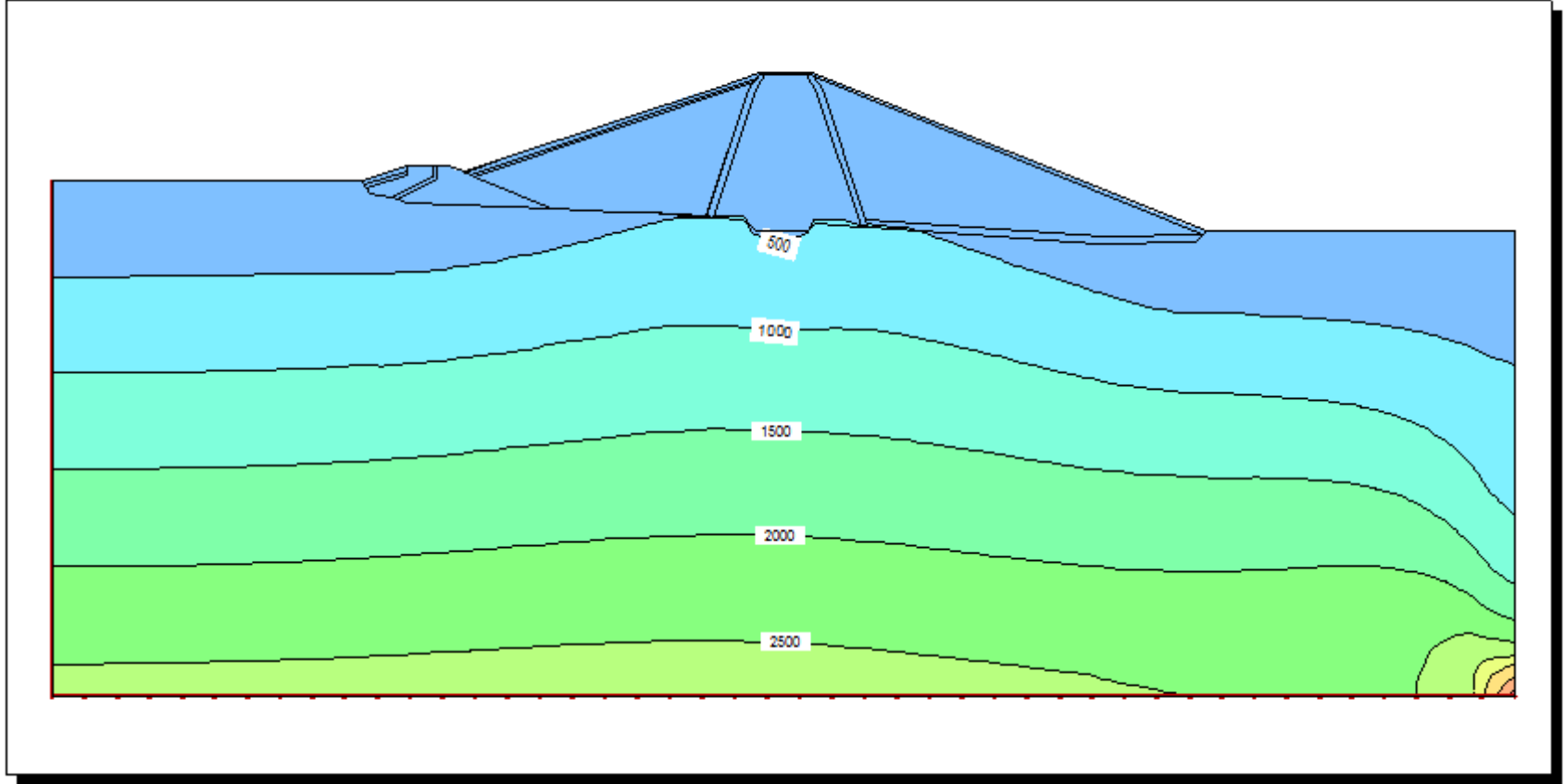
Şekil 4.74. Gümüşhane-Kelkit Deredolu Göleti gövde stabilite analizi memba şevi işletme - deprem durumu stabilitesi



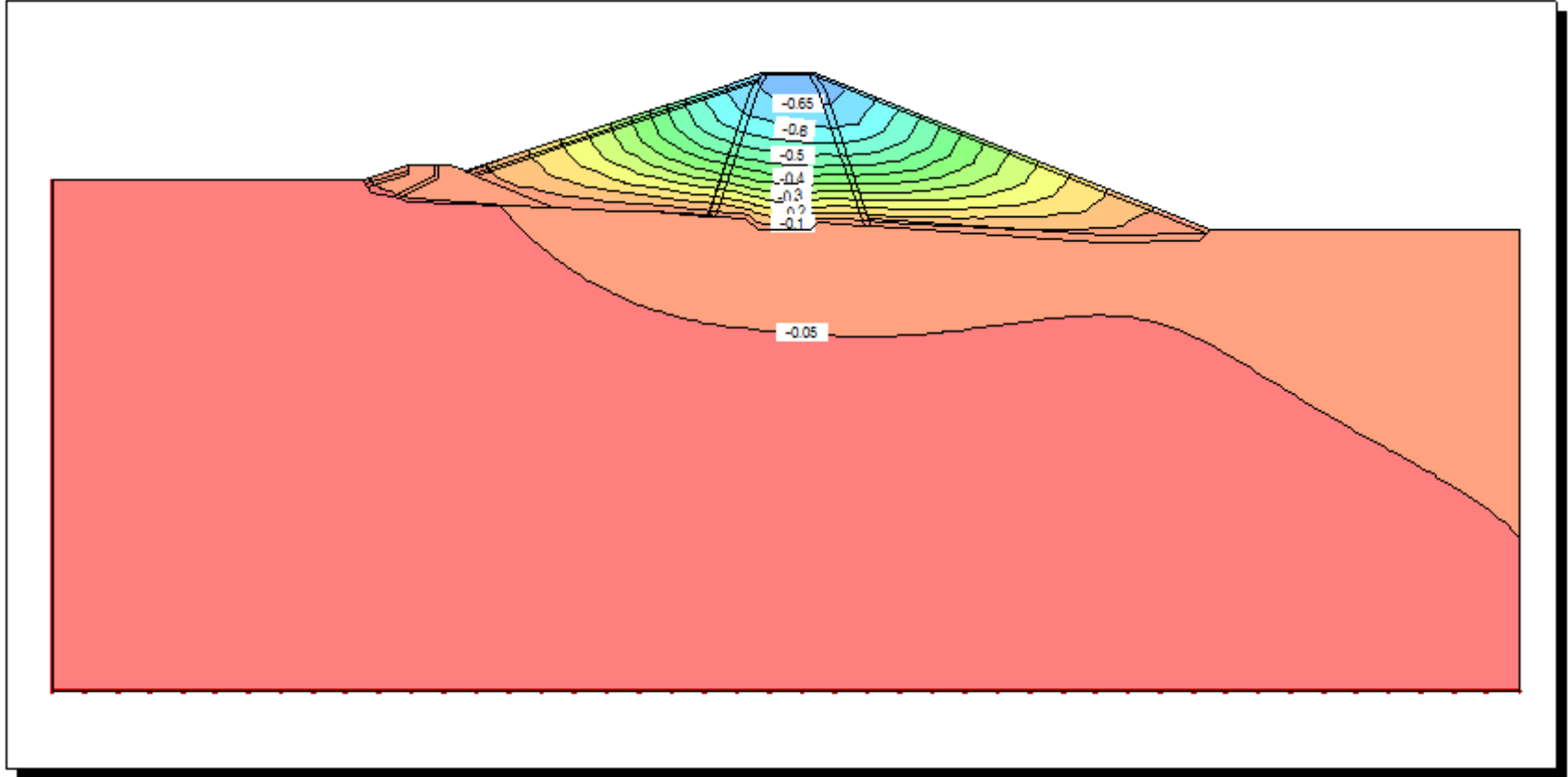
Şekil 4.75. Gümüşhane-Kelkit Deredolu Göleti gövde stabilite analizi mansap sevi işletme - deprem durumu stabilitesi



Şekil 4.76. Gümüşhane-Kelkit Deredolu Göleti gövde stabilite analizi memba şevi ani boşalma durumu stabilitesi



Şekil 4.77. Gümüşhane-Kelkit Deredolu Göleti gövde stabilite analizi toplam düşey gerilme değerleri (kPa)



Şekil 4.78. Gümüşhane-Kelkit Deredolu Göleti gövde stabilite analizi toplam düşey deplasman değerleri (m)

4.2.4 Seçilen Alternatiflerin Şev Stabilitelerinin Değerlendirilmesi

GeoStudio programıyla üç gövde tipi için de yapılan şev stabilite analizleri sonucunda;

Kil Çekirdekli Kaya Dolgu, Homojen Kil Dolgu ve Kil Çekirdekli Kum-Çakıl Dolgu tipleri için,

- Memba ve mansap şevleri için inşaat sonu durumunda yapılan analizlerde $GS > 1.3$ şartı sağlanmaktadır.
- Memba ve mansap şevleri için deprem durumunda yapılan analizlerde $GS > 1.0$ şartı sağlanmaktadır.
- Memba ve mansap şevleri için işletme durumunda yapılan analizlerde $GS > 1.5$ şartı sağlanmaktadır.

Homojen Kil Dolgu tipi için,

- Mansap şevi için işletme+deprem durumunda yapılan analizlerde $GS > 1.1$ şartı sağlanmamaktadır.

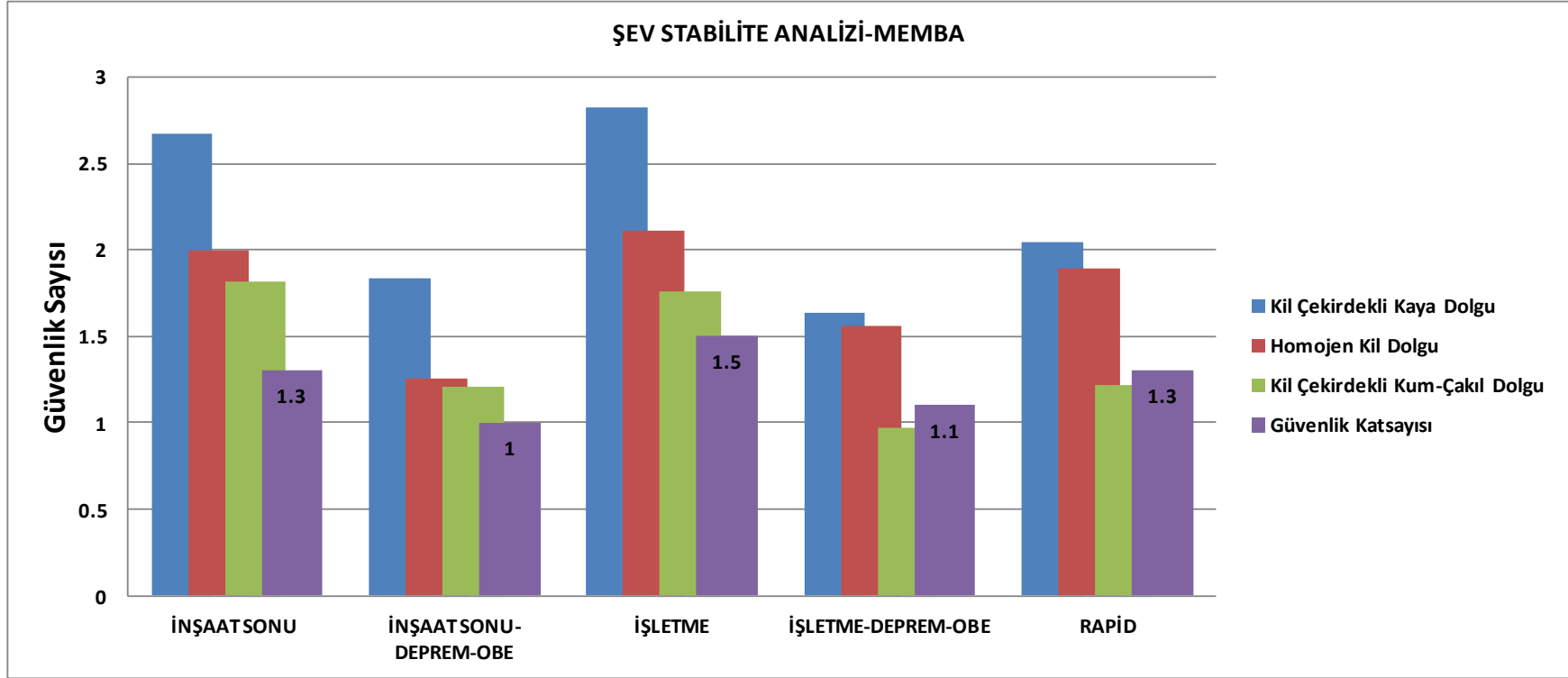
Kil Çekirdekli Kum-Çakıl Dolgu tipi için,

- Memba ve mansap şevleri için işletme+deprem durumunda yapılan analizlerde $GS > 1.1$ şartı sağlanmamaktadır.
- Memba şevi için ani boşalma durumunda yapılan analizlerde $GS > 1.1$ şartı sağlanmamaktadır.

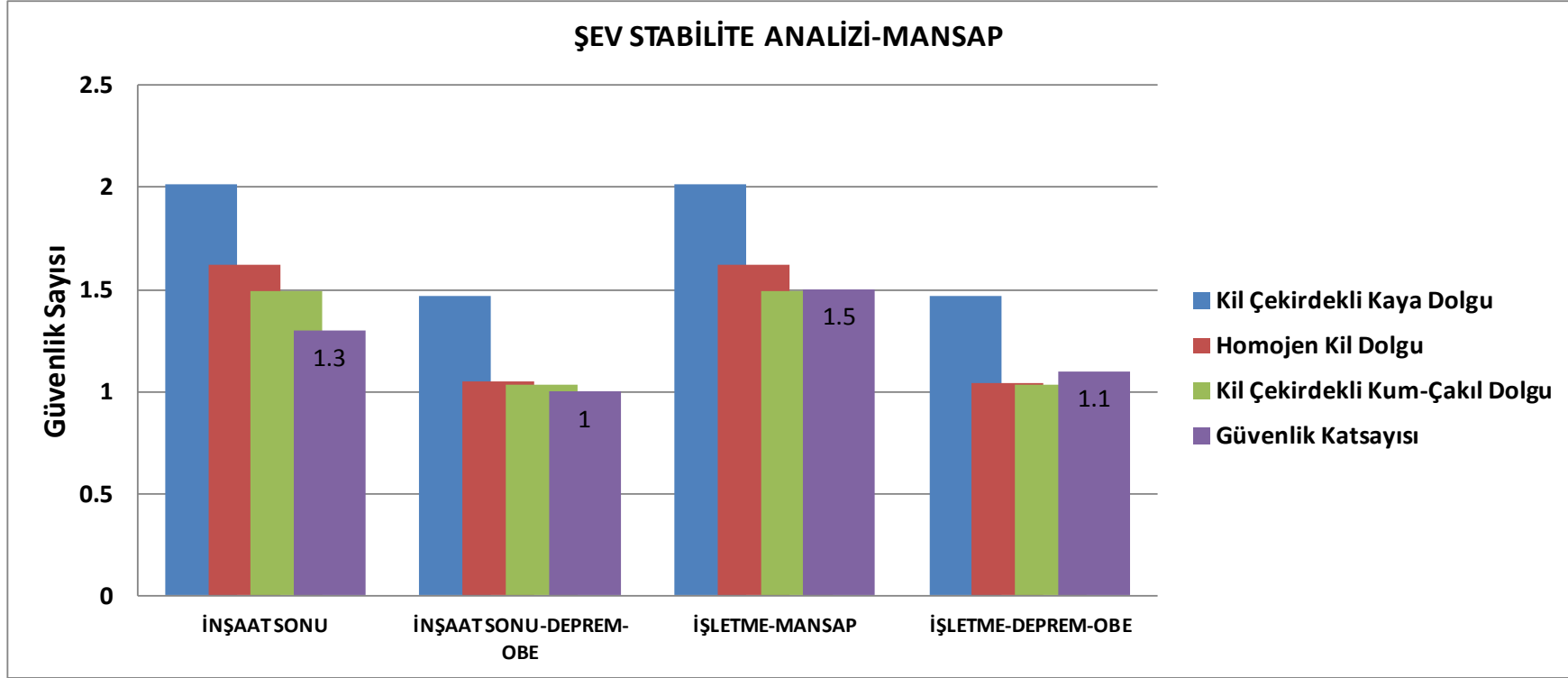
GeoStudio programı yardımıyla yapılan şev stabilite analizi memba şevi sonuçlarının karşılaştırılması Şekil 4.79.'da verilmiştir.

GeoStudio programı yardımıyla yapılan şev stabilite analizi mansap şevi sonuçlarının karşılaştırılması Şekil 4.80.'de verilmiştir.

Şekil 4.79. GeoStudio programı yardımıyla yapılan şev stabilite analiz sonuçlarının karşılaştırılması (memba şevi)



Şekil 4.80. GeoStudio programı yardımıyla yapılan şev stabilite analiz sonuçlarının karşılaştırılması (mansap şevi)



4.3 Malzeme İhtiyaç-Uzaklık Analizi

Deredolu Göleti ve yardımcı tesislerinin inşaatı için ihtiyaç duyulan doğal yapı malzemelerinin temini amacıyla malzeme etütleri yapılmış; bu etütler sonucunda 1 adet geçirimsiz malzeme ocağı (A), 1 adet geçirimli malzeme ocağı (C) ve 1 adet kaya malzeme ocağı (Kaya-I) tespit edilmiştir. Belirlenen malzeme ocaklarından makine ile araştırma çukurları açılmış ve açılan çukurlardan örnekler alınarak laboratuarda gerekli tanımlama ve mühendislik deneyleri yaptırılmıştır.

4.3.1 Geçirimsiz Malzeme Ocakları

4.3.1.1 A Geçirimsiz Malzeme Ocağı

Yeri: A geçirimsiz malzeme ocağı gölet aksının yaklaşık 0,5 km güneyinde membada göl alanı içinde tarım arazileridir.

İyelik: Alanın iyeliği hazineye aittir.

Yapıya Olan Uzaklığı, Ulaşım ve Yol Durumu: Malzeme ocağından gölet aksına olan uzaklığı ortalama 0,5 km olup, ulaşım ham yolla sağlanır.

Malzeme Etütleri: Malzeme ocağında, makine ile derinlikleri 1.00-2.50 m arasında değişen 16 adet araştırma çukuru açılmıştır. Araştırma çukurlarında yeraltı suyuna rastlanmamıştır. Açılan araştırma çukurlarının 5 tanesinden sıyırma yöntemiyle 5 adet bozulmuş örnek alınmış ve örnekler üzerinde laboratuarda mühendislik ve tanımlama deneyleri yapılmıştır.

Laboratuar Deney Sonuçları ve Değerlendirme: Arazi araştırmaları ve laboratuar deney sonuçlarına göre ocaktaki malzeme CI (inorganik kil, çakıllı kumlu kil; siltli kil, az-orta plastik) ve SC (killi kum) zemin sınıfında çıkmıştır. Malzeme ocağından alınan numuneler üzerinde yapılan laboratuar deney sonuçları Tablo 4.14.'de özet halinde verilmiştir.

Tablo 4.14. A geçirimsiz malzeme ocağı laboratuvar deneyleri özet tablosu (Tractebel Engineering, 2014).

Deney Adı	Deney Sonuçları (min-max)	Limit Değerler
Özgül Ağırlık (Gs)	2.67-2.74	> 2,50
Elek Analizi		
200 no'lu elekten geçen (%)	89.35-56.59	> %12 kil
4 no'lu elekte kalan (%)	0.00-3.89	-
Doğal Su İçeriği (W_n) (%)	15.06 – 25.83	-
Birim Ağırlık		
Doğal Birim Ağırlık (gr/cm ³)	1.726 – 1.792	-
Kuru Birim Ağırlık (gr/cm ³)	1.381 – 1.538	-
Kıvam Limitleri (%)		
Likit Limit (LL)	38 – 46	40 – 50 arası
Plastik Limit (PL)	19 – 22	-
Plastiste İndisi (PI)	19 – 24	14 – 20 arası
Zemin Sınıfı	CI	-
Permeabilite (K) (cm/s)	1.78x10 ⁻⁷ – 3.69x10 ⁻⁷	10 ⁻⁶ -10 ⁻⁸
Standart Proktor		
Kuru Birim Hacim Ağırlık ($\gamma_{k\ max}$) (gr/cm ³)	1.753 – 1.854	> 1,65
Optimum Su İçeriği (W _{opt}) (%)	14.54 – 23.60	%15 – 20 arası
Üç Eksenli Kesme		
Kohezyon (C) (kg/cm ²)	0.60-0.66	-
İçsel Sürtünme Açısı (Φ) (°)	5.47-7.41	-
Konsolidasyon		
Şişme Yüzdesi (%)	1.10-1.30	-
Şişme Basıncı (kgf/cm ²)	70.58-70.79	-
Porozite(n)	0.42-0.49	-
Boşluk Oranı(eo)	0.74-0.97	-
İğne Deliği Deneyi	ND 1, ND 2-1	-
Dağılma Deneyi	2	-

Malzeme Miktarı: A Geçirimsiz Malzeme Ocağı'nın yüzölçümü 266 472,15 m²'dir. Ocaktan, 0.20 m kalınlığındaki bitkisel toprak sıyrıldıktan sonra, ortalama 2.00 m'lik kazı derinliği (işletme derinliği artırılabilir) ile 532 944,30 m³ geçirimsiz malzeme alınabilecektir.

4.3.2 Geçirimli Malzeme Ocakları

4.3.2.1 C Geçirimli Malzeme Ocağı

Yeri: Malzeme ocağı gölet aksı 14 km kuzeybatısındaki Yenice köyünün 1 km kuzeybatısındaki Balahor Deresi alüvyal depozitleridir.

İyelik: Alanın iyeliği hazineye aittir.

Yapıya Olan Uzaklığı, Ulaşım ve Yol Durumu: Malzeme sahasının gölete olan uzaklığı ortalama 14 km'dir. Malzeme ocağına ulaşım 12,5 km asfalt, 1,5 km ham yolla sağlanır. Ham yolun iyileştirilmesi ve genişletilmesi gerekmektedir.

Malzeme Etütleri: Malzeme alanında, makine ile derinliği 1.50 m, 6 adet araştırma çukuru açılmış ve çukurların kesitleri yapılmıştır. Açılan araştırma çukurlarının 6 tanesinden sıyırma yöntemiyle laboratuvar deneyleri için 2 adet bozulmuş örnek alınmış ve örnekler üzerinde laboratuvar mühendislik ve tanımlama deneyleri yapılmıştır.

Laboratuvar Deney Sonuçları ve Değerlendirme: Arazi araştırmaları ve laboratuvar deney sonuçlarına göre ocaktaki malzeme iyi derecelenmiş çakıl, kum-çakıl karışımları (GW) zemin sınıfındadır. Malzeme ocağından alınan numuneler üzerinde yapılan laboratuvar deney sonuçları Tablo 4.15.'de özet halinde verilmiştir.

Tablo 4.15. C geçirimli malzeme ocağı laboratuvar deneyleri özet tablosu (Tractebel Engineering, 2014)

Deney Adı		Deney Sonucu						Limit Değerler
		Numune No						
		C-301	C-302	C-303	C-304	C-305	C-306	
Geçiş Birim Hacim Ağırlık Tayini g/cm³		1.568 (kum) 1.599 (çakıl)	1.583 (kum) 1.602 (çakıl)	1.588 (kum) 1.606 (çakıl)	1.591 (kum) 1.601 (çakıl)	1.584 (kum) 1.607 (çakıl)	1.612 (kum) 1.624 (çakıl)	
Bağıl Yoğunluk	İri Agregat	2.68	2.64	2.66	2.68	2.67	2.69	> 2.60
	İnce Agregat	2.65	2.63	2.64	2.64	2.65	2.66	-
Su Emme (%)	İri Agregat	0.63	0.68	0.78	0.72	0.67	0.13	< %1
	İnce Agregat	0.72	0.61	0.57	0.7	0.68	0.26	< %1
Elekt Analizi (% geçen)	75 mm (3")	96.76	94.08	94.53	93.21	94.89	94.41	-
	50 mm (2")	90.39	86.8	89.57	86.85	88.7	89.46	-
	37.5 mm (1.1/2")	81.47	77.92	85.39	81.3	82.74	85.62	-
	31.5 mm (1.1/4")	71.83	72.82	80.81	75.9	76.83	80.5	-
	25 mm (1")	64.18	68.94	75.97	70.95	70.02	75.33	-
	19 mm (3/4")	53.81	64.96	69.58	66.16	64.06	70.37	-
	11.2 mm (7/16")	47.45	56.93	61.89	61.24	57.96	64.35	-
	9.5 mm (3/8")	40.48	51.82	54.8	56.48	50.85	58.7	-
	4.75 mm (No:4)	31.83	44.64	49.24	51.66	44.04	53.74	-
	2 mm (No:10)	26.73	39.54	42.7	45.53	37.99	47.25	-
	1 mm (No:18)	22.01	34.43	35.4	38.6	33.37	40.33	-
	0.6 mm (No:30)	19.07	28.05	29.03	31.16	25.59	33.38	-
	0.43 mm (No:40)	16.01	22.44	22.65	22.79	19.68	25.39	-
	0.25 mm (No:60)	12.73	16.06	16.31	17.24	14.57	17.1	-
	0.15 mm (No:100)	8.9	10.95	10.83	11.24	9.38	9.59	-
	0.08 mm (No: 200)	4.89	4.92	3.59	4.88	4.27	1.98	-
İnce Madde Oran Tayini % (0.075 mm- No.200'den geçen)	İri Agregat	3.24	5.92	5.47	6.79	5.11	5.59	-
	İnce Agregat	4.89	4.92	3.59	4.88	4.27	1.98	-
Tuvenan Agregamın Sınıflara Ayrılması	Çakıl (%)	73.27	60.46	57.3	54.47	62.01	52.75	-
	Kum (%)	21.85	34.63	39.11	40.65	33.72	45.27	-
Atterberg Limitleri	Blok (%)	3.24	5.92	5.47	6.79	5.11	5.59	-
	Likit Limit	0	0	0	0	0	0	-
	Plastik Limit	0	0	0	0	0	0	-
Zemin Sınıfı	Plastisite İndisi	0	0	0	0	0	0	-
	USCS	GW	GW	GW	GW	GW	GW	-
Kül Topaklan Tayini %	İri Agregat	0.22	0.2	0.23	0.21	0.27	0.05	< %0.25
	İnce Agregat	0.9	0.91	0.83	0.73	0.71	0.22	< 1
Dona Dayanıklılığın Kimyasal Yolla Tayini (Sodyum Sülfat ile)	İri Agregat	11.88	10.27	9.37	9.03	11.22	7.72	< %18
	İnce Agregat	9.45	8.65	8.15	10.13	9.17	6.49	< %15
Los Angeles Aşınma Kaybı	100 devir	5.68 (ir)	6.00 (ir)	6.80 (ir)	6.14 (ir)	7.20 (ir)	4.40 (ir)	% 8-10
	500 devir	24.00 (ir)	24.24 (ir)	25.90 (ir)	23.66 (ir)	24.90 (ir)	22.24 (ir)	% 40-50
	1000 devir							-
İrifi Kesafet	ak.min. (g/cm³)	1.599	1.602	1.606	1.601	1.607	1.624	-
	ak.mak. (g/cm³)	1.649	1.652	1.656	1.663	1.663	1.677	-
	Su içeriği Wn (%)	7.24	6.51	4.01	8.25	5.14	4.87	-
Permeabilite Deneyi	K (cm/sn)	1.28x10-3	1.33x10-3	1.49x10-3	1.50x10-3	1.67x10-3	2.14x10-3	-
Organik Madde	(Renk)	2	2	2	2	2	2	-

Malzeme Miktarı: C Geçirimli malzeme ocağının yüzölçümü 488 221,00 m²' dir. Alandan, ortalama 0.20 m killi, siltli taşkın malzemesi sıyrıldıktan sonra 1.5 m' lik kazı derinliği ile 729 316,50 m³ malzeme alınabilecektir.

4.3.3 Kaya Malzeme Ocakları

4.3.3.1 Kaya I Malzeme Ocağı

Yeri: Malzeme ocağı gölet aksının yaklaşık 2,0 km kuzeybatısındaki Dünyabüzü tepenin güneydoğusunda yüzeyleyen kireçtaşlarıdır.

İyelik: Malzeme ocağının iyeliği hazineye aittir.

Yapıya Olan Uzaklığı, Ulaşım ve Yol Durumu: Malzeme sahasının gölete olan uzaklığı ortalama 2,0 km olup, ulaşım ham yolla sağlanır. Ham yolun iyileştirilmesi ve genişletilmesi gerekmektedir.

Malzeme Etütleri: Malzeme ocağından, yüzeyden 2 adet kaya blok numunesi alınmış ve 2 adet örnek üzerinde laboratuarda mühendislik deneyleri yapılmıştır.

Laboratuar Deney Sonuçları ve Değerlendirme: Arazi gözlemlerine ve laboratuar deney sonuçlarına göre alandaki malzeme kireçtaşı olup limitlere uygundur ve kaya dolgu, riprap, filtre ve beton agrega malzemesi olarak kullanılabilir özelliktedir.

Malzeme alanından alınan numuneler üzerinde yapılan laboratuar deney sonuçları Tablo 4.16.'da özet halinde verilmiştir.

Tablo 4.16. Kaya I malzeme ocağı laboratuvar deneyleri özet tablosu (Tractebel Engineering, 2014)

Deneyler	Numune No		Limit Değerler
	T-1	T-2	
Özgül Ağırlık (Gs)	2.74	2.73	>2,65
Su emme (%)	0.08	0.06	< %1,8
Birim Hacim Ağırlık (gr/cm ³)			
Yaş (Doğal)	2.718	2.708	-
Kuru	2.715	2.703	-
Doğal Su Muhtevası (%)	0.09	0.16	-
Yoğunluk Derecesi-Doluluk Oranı(%)	99.79	99.85	-
Porozite			
Görünen	0.21	0.15	-
Gerçek	0.98	0.91	-
Na ₂ SO ₄ Don Kaybı (%)	4.97	6.54	Max %10
Don Sonu Basınç Kaybı(%)	0.289	0.380	Max %10
Los Angeles Aşınma Kaybı (%)			
100 Devir	3.70	3.98	Max %8-10
500 Devir	20.10	19.84	Max %40
Tek Eksenli Basınç Dayanımı (kg/cm ²)	935.25	927.07	>500
Üç Eksenli Basınç Dayanımı			
Kohezyon (c) (MPa)	19.07	17.23	-
İçsel Sürtünme Açısı (°)	44.52	47.66	-

Malzeme Miktarı: Kaya-I Malzeme ocağının yüzölçümü 224 967,00 m²'dir. Alandan, ortalama 10.00 m'lik işletme derinliği ile 2 249 670,00 m³ kaya malzeme alınabilecektir.

Deredolu Göleti yapımı için ihtiyaç duyulan malzeme miktarları ve bu malzemelerin temini için belirlenen tüm malzeme ocaklarının özellikleri Tablo 4.17.'de verilmiştir.

Tablo 4.17. Belirlenen malzeme alanlarının özellikleri

Alanın Adı	Yapıya Uzaklığı (km)	Yol Durumu (km)	Geçirimsiz Malzeme Miktarı (m3)	Geçirimli Malzeme Miktarı (m3)	Kaya Malzeme Miktarı (m3)
A Geçirimsiz Malzeme Alanı	0.5	0.5 km ham yol	532 944.30	-	-
C Geçirimli Malzeme Alanı	14.00	12.50 km asfalt 1.50 km ham yol	-	729 316.50	-
Kaya-I Malzeme Alanı	2.00	2.0 km ham yol	-	-	2 249 670.00

4.3.4 Alternatiflerin Malzeme ve Nakliye Maliyetlerinin Değerlendirilmesi

Deredolu Göleti ve yardımcı tesislerinin inşaatı için ihtiyaç duyulan doğal yapı malzemelerinin temini amacıyla 3 adet malzeme ocağı tespit edilmiştir.

Malzeme ocağındaki miktarlar 3 tip gölet tipi için de yeterlidir. Ancak malzeme alanlarına ulaşım farklıdır. Malzeme alanlarına ulaşım için mevcut ham yolların genişletilip iyileştirilmesi gerekmektedir. Bu da nakliye maliyetlerini arttırarak keşif özeti etkiler.

Kil çekirdekli kaya dolgu alternatifi nakliye keşif özeti Tablo 4.18.'de verilmiştir.

Tablo 4.18. Kil çekirdekli kaya dolgu alternatifi nakliye keşif özeti

KİL ÇEKİRDEKLİ KAYA DOLGU ALTERNATİFİ NAKLİYE KEŞİF ÖZETİ						
1	B-07.D/3	Geçirimsiz Malzeme ile İlgili Taşımlar	m ³	48.307.93	2.19	105.794.36
2	B-07.D/4	Yumuşak Kaya ile İlgili Taşımlar	m ³	1.524.96	3.94	6.008.35
3	B-07.D/3	Kaya Malzeme ile ilgili Taşımlar	m ³	125.722.65	4.38	550.665.22
4	B-07.D/3	Kum-Çakıl Malzeme ile İlgili Taşımlar	m ³	658.12	3.10	2.040.16
5	B-07.D/3	Stabilize Malzeme ile İlgili Taşımlar	m ³	320.00	3.10	992.00
6	B-07.D/3	Riprap ile İlgili Taşımlar	m ³	916.60	4.38	4.014.70
7	B-07.D/4	Kazı Taşınması ile İlgili Taşımlar	m ³	3.049.93	3.94	12.016.71
8	B-07.D/4	Filtre-Tuvenan ile İlgili Taşımlar	m ³	0.00	10.39	0.00
9	B-07.D/3	Elenmiş Filtre-Çakıl,Filtre-Kum ile İlgili Taşımlar	m ³	25.480.16	11.54	294.040.99
10	B-07.D/3	Elek Artığı Filtre Malzeme ile İlgili Taşımlar	m ³	6.370.04	11.54	73.510.25
11	B-07.D/5	Gövde Kazısı ile İlgili Taşımlar	m ³	25.924.37	7.41	192.099.56
Ara Toplam						1.241.182.29

Homojen kil dolgu alternatif nakliye keşif özeti Tablo 4.19.'da verilmiştir.

Tablo 4.19. Homojen kil dolgu alternatif nakliye keşif özeti

HOMOJEN KİL DOLGU ALTERNATİFİ NAKLİYE KEŞİF ÖZETİ						
1	B-07.D/3	Geçirimsiz Malzeme ile ilgili Taşımlar	m ³	287.931.59	2.19	630.570.18
2	B-07.D/4	Yumuşak Kaya ile ilgili Taşımlar	m ³	2.364.91	3.94	9.317.73
3	B-07.D/3	Kaya Malzeme ile ilgili Taşımlar	m ³	8.063.65	4.38	35.318.79
4	B-07.D/3	Kum-Çakıl Malzeme ile ilgili Taşımlar	m ³	658.12	3.10	2.040.16
5	B-07.D/3	Stabilize Malzeme ile ilgili Taşımlar	m ³	320.00	3.10	992.00
6	B-07.D/3	Rırap ile ilgili Taşımlar	m ³	8.312.56	4.38	36.409.01
7	B-07.D/4	Kazı Taşınması ile ilgili Taşımlar	m ³	4.729.81	3.94	18.635.47
8	B-07.D/4	Filtre-Tuvenan ile ilgili Taşımlar	m ³	5.148.98	10.39	53.497.87
9	B-07.D/3	Elenmiş Filtre-Çakıl,Filtre-Kum ile ilgili Taşımlar	m ³	17.162.66	11.54	198.057.12
10	B-07.D/3	Elek Artığı Filtre Malzeme ile ilgili Taşımlar	m ³	4.290.67	11.54	49.514.28
11	B-07.D/5	Gövde Kazısı ile ilgili Taşımlar	m ³	40.203.42	7.41	297.907.34
Ara Toplam						1.332.259.95

Kil çekirdekli kum-çakıl dolgu alternatif nakliye keşif özeti Tablo 4.20.'de verilmiştir.

Tablo 4.20. Kil çekirdekli kum-çakıl dolgu alternatif nakliye keşif özeti

KİL ÇEKİRDEKLİ KUM-ÇAKIL DOLGU ALTERNATİFİ NAKLİYE KEŞİF ÖZETİ						
1	B-07.D/3	Geçirimli Malzeme ile ilgili Taşımlar	m ³	146.421.97	11.54	1.689.709.59
2	B-07.D/3	Geçirimsiz Malzeme ile ilgili Taşımlar	m ³	58.774.69	2.19	128.716.57
3	B-07.D/4	Yumuşak Kaya ile ilgili Taşımlar	m ³	1.911.74	3.94	7.532.25
4	B-07.D/3	Kaya Malzeme ile ilgili Taşımlar	m ³	4.993.73	11.54	57.627.68
5	B-07.D/3	Kum-Çakıl Malzeme ile ilgili Taşımlar	m ³	658.12	3.10	2.040.16
6	B-07.D/3	Stabilize Malzeme ile ilgili Taşımlar	m ³	320.00	3.10	992.00
7	B-07.D/3	Rırap ile ilgili Taşımlar	m ³	7.511.77	11.54	86.685.84
8	B-07.D/4	Kazı Taşınması ile ilgili Taşımlar	m ³	3.823.48	3.94	15.064.51
9	B-07.D/4	Filtre-Tuvenan ile ilgili Taşımlar	m ³	5.105.35	10.39	53.044.56
10	B-07.D/3	Elenmiş Filtre-Çakıl,Filtre-Kum ile ilgili Taşımlar	m ³	19.209.47	11.54	221.677.31
11	B-07.D/3	Elek Artığı Filtre Malzeme ile ilgili Taşımlar	m ³	4.802.37	11.54	55.419.33
12	B-07.D/5	Gövde Kazısı ile ilgili Taşımlar	m ³	32.499.57	7.41	240.821.85
Ara Toplam						2.559.331.63

İncelenen üç alternatifin nakliye keşif özetleri kıyaslanması Tablo 4.21.'de verilmiştir.

Tablo 4.21. Alternatiflerin nakliye keşif özetlerinin kıyaslanması

GÖVDE TİPİ	MALZEME TAŞIMA MALİYET (TL)
KİL ÇEKİRDEKLİ KAYA DOLGU	1.241.182,29
HOMOJEN KİL DOLGU	1.332.259,95
KİL ÇEKİRDEKLİ KUM-ÇAKIL DOLGU	2.559.331,63

Malzeme nakliye maliyetleri dikkate alındığında en avantajlı tip Kil Çekirdekli Kaya Dolgu Tipi olmuştur.

5. SONUÇ

2013-2014 yılları arasında DSİ 22. Bölge Müdürlüğünce araştırması ve projesi yaptırılan Gümüşhane-Kelkit Deredolu Göleti'nin Kil Çekirdekli Kaya Dolgu tipi olarak inşa edilmesi teknik yönden uygulanabilir bulunmuş ve yapımına başlanmıştır.

Bu çalışmada yapım aşamasındaki baraj gövdesine alternatif olarak Homojen Kil Dolgu ve Kil Çekirdekli Kum-Çakıl Dolgu gövde tipleri üzerinde birtakım analizler yapılarak hangisinin daha uygulanabilir olduğu yönünde çalışmalar yapıp, birbiriyle kıyaslanıp, değerlendirilmiştir.

Ekonomik analizler üç alternatif için de yapıldığında, en ekonomik çıkan alternatif Kil Çekirdekli Kaya Dolgu gövde tipi olmuştur. Bunu sırasıyla Homojen Kil Dolgu ve Kil Çekirdekli Kum-Çakıl Dolgu gövde tipleri takip etmiştir.

Şev stabilite analizi üç alternatif için de yapıldığında, güvenlik katsayısının Kil Çekirdekli Kaya Dolgu tipinde daha yüksek çıktığı görülmüştür. Homojen Kil Dolgu tipinde güvenlik katsayılarının sınırda olması, Kil Çekirdekli Kum-Çakıl Dolgu tipinde ise güvenlik katsayılarından bazılarının sınırın altında kalması sebebiyle güvenilir olmadığı görülmüştür.

Malzeme ihtiyaç-uzaklık analizi üç alternatif için de yapıldığında, malzeme ve nakliye maliyet hesapları sonucunda Kil Çekirdekli Kaya Dolgu barajın ekonomik olduğu gözlenmiştir.

Bu çalışmada dolguda kullanılan malzeme cinsi, malzeme sahalarının gölet aksına mesafesi ve gövde kesitleri, şev stabilite analizleri gibi parametreler göz önünde bulundurularak, üç gövde tipi üzerinde incelemeler yapılmıştır. Yapılan ekonomik analizler ve değerlendirmeler sonucunda bu üç alternatif içinde Kil Çekirdekli Kaya Dolgu barajın daha ekonomik, emniyetli ve uygulanabilir olduğu sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

Ağralıoğlu, N., 2004. Baraj Planlama ve Tasarımı Cilt 1.Su Vakfı Yayınları, İstanbul.

Bayındırlık ve İskan Bakanlığı., 1996. Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası (1/1.800.000 Ölçekli) Harita Genel Komutanlığı, Ankara.

Baykal, E., 1952. Kelkit-Şiran Bölgesinde Jeolojik Araştırmalar, MTA Rapor No. 2205, Ankara.

Berkün, M., 2007. Su Yapıları. Birsen Yayınevi, İstanbul.

Çataklı, O.N., 1967. Büyük Bentler, İTÜ İnşaat Fakültesi Ders Notları, İstanbul.

Dalkır, Ö., 2011.Gölet Projeleri Rehberi

D.S.İ., 2016. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü 2016 Yılı Faaliyet Raporu.

Gedik, Dr.N., 2015. BAÜ Müh.-Mim.Fak.İnş.Müh.Böl.Ders Notu

GeoStudio, 2008. Stability Modelling with Slope/W 2007 Version, Geo-Slope International Ltd., Canada.

Gizbili, M., 1992. Dolgu Barajlar ve Gövde Stabilite Hesap Esasları. DSİ, Ankara.

Karadayı, N., 1990. Tiplerine Göre Barajların İncelenmesi, Baraj Projeleri ve Baraj İnşaatında Dikkat Edilecek Önemli Hususlara Kısa Bir Bakış, Barajlarda İnşaatın Teknik Kontrolü ve Mukavele Semineri, 19-23 Kasım 1990, DSİ Genel Müd. Barajlar ve HES Daire Başkanlığı, Fethiye.

Karataban, A.Y., 1976. Su Kaynaklarının Planlama ve İdaresinde Ekonomik ve Mali Fizibilite. DSİ, Ankara.

MTA,1992. Türkiye Diri Fay Haritası.

Öziş, Ü., 1983. Su Yapıları. E.Ü, İzmir.

Öziş,Ü., 1994. Su ve Toprak Kaynaklarının Geliştirilmesi Konferansı. 4s., Ankara.

Sezginer, Y., Güner, R., 1994. Su ve Toprak Kaynaklarının Geliştirilmesi Konferansı. 124 s., Ankara.

Tractebel Engineering, 2014.“Gümüşhane-Kelkit Deredolu Göleti Planlama Raporları”, ANKARA.

Turfan,M., 1996. Enerji ve Tabii kaynaklar Bakanlığı, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Özetle Baraj Nedir?, 6-8, Ankara.

URL-1, <http://www.dsi.gov.tr/toprak-ve-su-kaynaklari>. 2014

USBR, 1986. “Design of Small Dams”, A Water Resources Technical Publication, Third Edition, United States Department of the Interior, Bureau of Reclamation, USA.

ÖZGEÇMİŞ



Doğum Tarihi 11.02.1989

Doğum Yeri Ankara

Lise 2003-2007 Ankara Kanuni Lisesi

Lisans 2007-2012 Gazi Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi
İnşaat Mühendisliği Bölümü

Çalıştığı Kurumlar 2012-2015 Tractebel Engineering

2017-2018 Kutay İnşaat Taah. ve Tic. Ltd.Şti.