

T.C
BİTLİS EREN ÜNİVERSİTESİ VE DİCLE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

MUŞ BULANIK MOLLAKENT GÖLETİ ZEMİN ÖZELLİKLERİ GEOTEKNİK
ANALİZİ

Mihraç GEZER

HAZİRAN 2018

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

MUŞ BULANIK MOLLAKENT GÖLETİ ZEMİN ÖZELLİKLERİ GEOTEKNİK
ANALİZİ

Hazırlayan

Mihraç GEZER

Danışman

Prof. Dr. Aydın BÜYÜKSARAÇ

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Aydın BÜYÜKSARAÇ

Doç. Dr. Mehmet Salih KESKİN

Doç. Dr. M. Cihan AYDIN

HAZİRAN 2018

Mihraç GEZER tarafından hazırlanan “**Muş Bulanık Mollakent Göleti Zemin Özellikleri Geoteknik Analizi**” adlı tez çalışması 25/06/2018 Tarihinde yapılan sınavla aşağıdaki jüri tarafından oybirliği/oyçokluğu ile Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Doç. Dr. Mehmet Salih KESKİN
(Başkan)

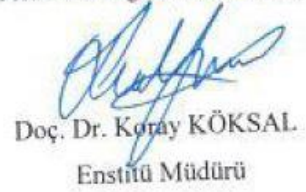
Prof. Dr. Aydın BÜYÜKSARAÇ
(Danışman)

Doç. Dr. M. Cihan AYDIN
(Üye)

İmza



Bu tezin kabulü, Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun 25/06/2018 gün ve 39/13 sayılı kararı ile onaylanmıştır.



Doç. Dr. Koray KÖKSAL
Enstitü Müdürü

ÖZET

MUŞ BULANIK MOLLAKENT GÖLETİ ZEMİN ÖZELLİKLERİ GEOTEKNİK ANALİZİ

Mihraç GEZER

Yüksek Lisans Tezi

Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Aydın BÜYÜKSARAÇ

Haziran 2018, 49 sayfa

Bu çalışmada, Muş Bulanık Mollakent Göleti zemin özellikleri Geoteknik analizi yapılmaya çalışılmıştır. Muş ili, Bulanık İlçesi, Mollakent Beldesi'ne ait 443.00 ha brüt 398.70 ha net tarım arazisine sulama suyu temini amacıyla, Kordi (Çatak) Deresi üzerinde yapılması planlanan Muş-Bulanık Mollakent Göleti'nin aks yeri, göl alanı ve yakın çevresinin zemin özelliklerinin araştırılması ve ilgili yapıların inşaatında çıkabilecek olası geoteknik sorunların belirlenerek çözüm önerilerinin sunulması amaçlanmıştır. İnceleme alanı ve yakın çevresinde, Senozoyik Tersiyer yaşlı Zırnak ve Solhan Formasyonları ile Kuvaterner yaşlı Nemrut Formasyonu ve yamaç molozu, bitkisel toprak, alüvyondan oluşan örtü birimleri yüzeylemektedir. Proje sahası "Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası" na göre 1. derece deprem bölgesi sınırları içerisinde kalmaktadır. Çalışmalar kapsamında, gölet aks ve sanat yapı yerlerinde 11 adet, toplam 237.50 m derinlikte temel sondaj kuyusu açılmıştır. Presiyometre deney sonuçlarına göre aks yerindeki anakaya için hesaplanan taşıma gücü değerleri proje yükünün üzerindedir ve gölet yerindeki anakaya yeterli taşıma gücüne sahiptir. Gölet gövdesi altından alüvyon, bitkisel toprak ve yamaç molozu sıyrma kazıları ile kaldırılacaktır. Gölet aks yerinde anakayayı oluşturan birimlerin litolojik özelliklerine bağlı olarak oturma, şişme ve sıvılaşma ile ilgili sorunlar yaşanmayacaktır.

Anahtar kelimeler: Muş, Gölet, Zemin, Geoteknik.

ABSTRACT

GEOTECHNICAL ANALYSIS OF SOIL CHARACTERISTICS IN MUŞ BULANIK MOLLAKENT DAM

Mihraç GEZER

Master Thesis

Bitlis Eren University Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Civil Engineering

Supervisor: Prof.Dr. Aydın BÜYÜKSARAÇ

June 2018, 49 pages

Geotechnical analysis of the soil properties of Muş Bulanık Mollakent Pond was tried to be done in this study. Investigation of ground properties of axle, lake and vicinity of Muş-Bulanık Mollakent Pond which is planned to be constructed on Kordi (Çatak) Stream for the purpose of irrigation water designation of 443.00 ha gross 398.70 ha agricultural land owned by Mollakent District of Muş, and possible geotechnical problems that may arise in the construction of the related structures and to present the solution proposals. In the study area and its vicinity, the Cenozoic Tertiary aged Zırnak and Solhan Formations and the Quaternary Nemrut Formation and the cover units consisting of slope rubble, vegetal soil and Alluvium are exposed. The project area remains in the 1st degree earthquake zone boundaries according to the Turkey Earthquake Regions map. Within the scope of the work, a basic sounding well has been opened at a total of 237.50 m depth in 11 ponds in the pond axle and art structure. Based on the results of the pressurometer test, the calculated bearing power values for the main bearing on the axle are above the project load and have sufficient bearing power for the main bearing at the pond. Alluvium, vegetal soil and slope rubble from the bottom of the pond will be removed with scraping excavations. Depending on the lithological properties of the units forming the main house at the pond axis, there will be no problems with sitting, swelling and liquefaction.

Keywords: Muş, Dam, Soil, Geotechnic.

TEŐEKKÜR

Tez alıőması sırasında her tŸrlŸ bilgi, teővik ve deneyimleri ile yardımlarını esirgemeyen Prof. Dr. Aydın BŸYŸKSARA'a, çalıőmalarına destek olan T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Devlet Su İşleri Genel MŸdŸrlŸėŸ, 17. BŸlge MŸdŸrlŸėŸ 172. Şube MŸdŸrlŸėŸ değerli çalıőanlarına, Muş DSİ 172. Şube MŸdŸrŸ Mehmet YILMAZ'a ve yŸksek lisans eğitimim sŸresince her tŸrlŸ maddi ve manevi destekleri ile gŸstermiő oldukları sabırdan dolayı aileme teőekkŸr ederim.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	3
3. MATERYAL VE YÖNTEM	5
3.1. Veriler ve Çalışma Yöntemi	5
3.2. Topoğrafya	7
3.3. Genel Jeoloji.....	8
3.3.1. Jeoloji.....	8
3.3.2. Stratigrafik Jeoloji.....	10
3.3.2.1. Zırnak Formasyonu (Tz).....	10
3.3.2.2. Solhan Formasyonu (Ts).....	12
3.3.2.3. Nemrut Formasyonu (Qn).....	13
3.3.2.4. Yamaç Molozu (Qym)	13
3.3.2.5. Alüvyon (Qal)	13
3.3.2.6. Bitkisel Toprak (Qbt).....	14
3.3.3. Yapısal Jeoloji.....	14
3.3.3.1. Tabakalanma	15
3.3.3.2. Eklemlenme	15
3.3.3.3. Kıvrımlanma	15
3.3.3.4. Diskordans ve Konkordans	15
3.3.4. Deprem Durumu	16
3.3.5. Hidrojeoloji.....	17
3.4. Kaya ve Zemin Mekaniği Çalışmaları.....	19
3.4.1. Presiyometre Deneyi	19
3.4.2. Yerinde Yapılan Çalışmalar.....	19
3.4.2.1. Basıncılı/Basıncısız Su Deneyleri	19
3.4.2.2. Presiyometre Deneyleri.....	22
3.4.2.3. Taşıma Gücü Hesabı	25
3.4.2.4. Oturma Hesabı	26

3.4.2.5. Şev Duraylılığı	27
4. BULGULAR	28
4.1. Aks Yeri Duraylılık Analizi	28
4.1.1. Örtü birimleri ve ayrıışmış kaya türleri	28
4.1.2. Kaya türleri	28
4.1.3. Taşıma gücü	30
4.1.4. Oturma ve şişme potansiyeli	31
4.1.5. Şev duraylılık analizi	31
4.1.6. Kazı sınıflaması	32
4.2. Gölet Duraylılık Analizi	33
4.3. Diğer Yapı Yerlerinin Duraylılığı	34
4.3.1. Dolusavak	34
4.3.2. Derivasyon-Dipsavak kondüvisi	37
4.3.3. Memba batardosu	38
4.4. Kazı Şev Analizi	39
4.5. Yamaç Molozu Şev Analizi	40
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	42
ÖZGEÇMİŞ	49

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>ŞEKİL</u>	<u>Sayfa</u>
1.1. Çalışma alanı yer bulduru haritası	2
3.1. 1:25.000 ölçekli jeoloji haritası	6
3.2. İnceleme Alanı ve Civarının Genelleştirilmiş Stratigrafik Kesiti	11
3.3. Türkiye deprem bölgeleri haritası.....	16
3.4. Çalışma alanı diri fay haritası.....	17
3.5. Presiyometre deney aletinin şematik gösterimi	22
3.6. Mollakent Göleti presiyometre deneyi çalışmaları.....	23
3.7. Taşıma gücü katsayısı (k) için kullanılan grafikler	26
4.1. Alüvyon (Kakıcı kazı) şev analizi	32
4.2. Kazı Plaxis şev analizi.....	40
4.3. Yamaç molozu Plaxis şev analizi	41

ÇİZELGELER DİZİNİ

ÇİZELGE

Sayfa

3.1. Proje alanının özellikleri.....	7
3.2. Gölet aks ve sanat yapı yerleri YAS derinlikleri ve kotları.....	18
3.3. Basınçlı su testinde derinliğe göre uygulanan basınç değerleri.....	20
3.4. Lugeon değerlerine göre kayaçların geçirimsizlik sınıflaması.....	20
3.5. Permeabilite (K katsayısına) değerlerine göre geçirimsizlik sınıflaması.....	20
3.6. Gölet yerinde yapılan Basınçsız ve Basınçlı Su Testi (BST) özet tablosu.....	21
3.7. Gölet aks ve sanat yapı yerleri presiyometre kuyularının verileri.....	22
3.8. Mollakent Göleti presiyometre deney verileri.....	23
4.1. Gölet aks yeri her iki sahildeki anakaya (Solhan Formasyonu'nun tüf-aglomera, bazaltik andezit, bazalt, kilkil-kiltaşı birimleri) için yapılan Kaya Kütleli (RMR) Sınıflaması.....	29
4.2. Gölet aks yeri izin verilebilir taşıma gücü değerleri.....	30
4.3. Gölet aks yeri oturma miktarları.....	31
4.4. Gölet gövde ve sanat yapı yerleri kazı klasları/sınıflamaları.....	33
4.5. Dolusavak eşik yapısı izin verilebilir taşıma gücü değerleri.....	35
4.6. Dolusavak düşü havuzu yeri izin verilebilir taşıma gücü değerleri.....	36
4.7. Dolusavak eşik yapısı ve düşü havuzu yerleri oturma miktarları.....	36
4.8. Kazı şevleri.....	41

SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ

S	Zeminde meydana gelen oturma miktarı
Ed	Deviatorik bölgedeki eşdeğer elastisite modülü
Ec	Küresel bölgedeki eşdeğer elastisite modülü
q*	Net taban basıncı
qa	Yapıdan zemine gelen taban basıncı
q ₀	Temel taban düzeyindeki efektif derinlik basıncı ($D_f \times \gamma_n$)
B ₀	Temel referans genişliği, genellikle 60 cm alınır.
B	Temel genişliği yada çapı ($B \geq B_0$)
A	Zemin cinsine ve EM/PL* oranına bağlı reolojik katsayı
λ_d, λ_c	Temelin L/B oranına bağlı şekil faktörü
PL	Limit basınç
P ₀	Yatay içsel basınç
F	Güvenlik katsayısı (F=3)
P*Le	Net eşdeğer limit basınç
PL1	Temel seviyesinin üstünde (+R ile +3R) aralığındaki limit basınç değerlerinin geometrik ortalaması
MPT	Menard presiyometre testi
SPT	Standart penetrasyon testi

1. GİRİŞ

Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, 17. Bölge Müdürlüğü tarafından Muş ilinde 2,264 hm³ depolama hacimli Mollakent göleti ve sulaması çalışması planlanmış ve bu çerçevede Bulanık İlçesi arazilerine ait brüt 443 ha tarım arazisinin sulanarak ülke ekonomisine katkı sağlanması amaçlanmıştır. Çalışma ile Kordi Deresi üzerine gölet ve sulama şebekesinin yapılması planlanmıştır. Buna göre göletin aks yeri, göl alanı ve yakın çevresinin mühendislik jeolojisi ve jeotektonik özellikleri araştırılmış, bu çerçevede geoteknik analizin bu tez kapsamında incelenmesi amaçlanmıştır.

DSİ tarafından proje kapsamında, aks yeri ve göl alanının jeolojik haritalaması yapılmış, gölet ve sanat yapı yerlerinde zeminin jeoteknik özelliklerinin ve hidrojeolojik koşullarının belirlenmesi amacıyla, toplamda 237.50 m derinliğinde 11 adet temel sondaj kuyusu açılmış olup, bu temel sondaj kuyularında gölet yerindeki ana kayanın geçirimsizliğinin belirlenmesi amacıyla basınçsız (permeabilite)-basıncı su deneyleri (BST), taşıma gücünün ve oturma miktarlarının belirlenmesi amacıyla da presiyometre deneyleri yapılmıştır. Ayrıca kayma potansiyeli olan yerlerde şev analizi yapılmıştır.

Gölet yeri Muş ili, Bulanık ilçesi, Mollakent Beldesi'nin yaklaşık 4.1 km güneybatısında, Kordi (Çatak) Deresi üzerinde bulunmaktadır.

Mollakent Gölet yerine ulaşım, Van il merkezinden Van-Muş Devlet Karayolu (D300)'nun 157. km'sindeki Tatvan ilçe merkezine, Tatvan ilçesi çıkışından Bitlis-Muş Devlet Karayolu (D300)'nun 48. km'sinde sağa ayrılan Muş-Ağrı Devlet Karayolu (D959)'nun 41.km'sindeki sağa ayrılan yol ayrımından 7 km asfalt yol ile Mollakent Beldesi'ne, Mollakent Beldesi'nden güneybatıya ayrılan 4.35 km stabilize ve ham yollar ile sağlanmaktadır. Gölet yerine ulaşım, sert kış şartları dışında her mevsim mümkündür (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. Çalışma alanı yer bulduru haritası (DSİ 2011)

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Çalışma alanı ve yakın çevresinde çeşitli tarihlerde değişik araştırmacılar tarafından yapılmış olan jeolojik incelemeler aşağıda verilmiştir.

Pliyosen havzasının karasal çökellerinin, Miyosen havzasının çökelleri üzerine uyumsuz olarak geldiğini bütün eski incelemelerden anlamak olanaklıdır. Miyosen havzasının çökelleri üzerinde, Kıraner (1957)'e göre uyumsuz olarak Üst Miyosen yaşında karasal kireçli kilitaşı, kumtaşı ve kireçtaşı kaya türleri; Ürgün (1961)'e göre uyumsuz olarak karasal Neojen (Dasiyen) Acı Su Fasiyesi, Birgili (1968)'ye göre uyumsuz olarak Pliyosen yaşındaki Zırnak Formasyonu, Özyeğin (1968)'e göre uyumsuz olarak Pliyosen yaşındaki Zırnak Formasyonu, Dinçer (1969)'e göre uyumsuz olarak Zırnak Formasyonu, Ünal (1970)'a göre uyumsuz olarak kireçli kilitaşı, tuf, kumtaşı, çakilitaşı, kireçtaşı araldanmasından oluşan Zırnak Formasyonu, El-nayif (1969)'e göre Pliyosen yaşındaki gölssel Zırnak Formasyonu; Soytürk (1973)'e göre altta uyumsuz olarak Pliyosen yaşındaki Elmakaya Formasyonu'nun volkanotortulları, üstünde Elmakaya'ya uyumlu olarak Pliyosen yaşındaki gölssel Bulanık Formasyonu'nun bulunduğunu açıklamışlardır.

Şaroğlu ve Güner (1981), Soytürk (1973) tarafından Kuvaterner yaşında değerlendirilen volkanik kayaları, Üst Miyosen yaşındaki Solhan Formasyonu'nun volkanotortulları olarak değerlendirmişlerdir.

Göncüoğlu ve Turhan (1983), Soytürk (1973)'ün gölssel Bulanık Formasyonu olarak değerlendirdiği çökelleri, Bitlis Masifi ve Eosen havzasının çökelleri üzerinde uyumsuz olarak bulunan Solhan Formasyonu'nun volkanotortulları olarak değerlendirmişlerdir.

Bölgede, bu pliyosen havzasının kapanmasından sonra, Kıraner (1957)'e göre Üst Miyosen (diğerlerine göre pliyosen) yaşındaki çökelleri örten andezit-bazalt, Birgili (1968)'ye göre pliyosen yaşındaki çökelleri örten bazalt-tuf, Özyeğin (1968)'e göre bazalt (Kuvaterner); Dinçer (1969)'e göre trakitik tüfler (Kuvaterner), Ünal (1970)'a göre andezit (Pliyosen) ve bazalt (Kuvaterner), El-nayif (1969)'e göre bazı volkanitler, Soytürk (1973)'e göre değişik volkanik kayalar, Şaroğlu ve Güner (1981)'e göre bazalt ignimbirit ve riyolit gibi bazı volkanik kayaların geliştiğinden söz etmişlerdir.

Güner (1984) Nemrut yanardağının jeolojisi ve jeomorfolojisini çalışmış, bu sırada Muş Bölgesi, Adilcevaz ve Ahlat kesimlerinin jeolojisine, jeomorfolojisine ayrıntılı yer vermiştir.

Akay ve Türkecan (1990), Muş Tersiyer Havzası'nın stratigrafisini, yapısal jeolojisini, jeomorfolojik özellikleri ve volkanolojisini ortaya koymuşlar, çalıştıkları bölgenin 1/100000

ölçekli ayrıntılı jeoloji ve jeomorfoloji haritasını hazırlamışlar ve bölgedeki formasyonları açıklamışlardır.

Şenel ve Ercan (2002), MTA Genel Müdürlüğü Jeoloji Etütleri Dairesi tarafından yürütülen “1/500000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları” çalışması kapsamında, bölgede daha önce çeşitli araştırmacılar tarafından yapılan birçok jeolojik çalışmadan yararlanarak inceleme alanının da içinde yer aldığı Van Paftası’nı derlemişlerdir.

Baykal, Kelkit Şiran bölgesinde yapmış olduğu çalışmasında Paleozoyik yaşlı metamorfik ve granitik temel kayalarla Jura Alt –Üst Kretase Eosen ve Neojen yaşlı tortul kayaların varlığını ve özelliklerini ortaya koymaya çalışmıştır.

Powell ve Morgenstern (1985)’teki çalışmalarında baraj ve rezervuar alanında gözlenen geçirimsizlik problemlerinin, derecelere göre çeşitli ıslah yöntemlerinin kullanılabileceğini belirtmiş ve farklı katof elemanları için sağlanan permeabilite katsayısı aralıklarını tanımlamaya çalışmışlardır.

Korkanç (2006)’da Niğde İli Dikilitaş Gölet’inde yapmış olduğu çalışmada sondaj loglarını ve diğer bilgileri derlemiş ve gölet rezervuar alanında gözlemlenen sorunlar için sonuca yönelik yorumlamalarda bulunarak bir rapor hazırlamıştır.

Tosun (2004)’de Baraj Mühendisliğinde Geçirimli Zeminler ve İyileştirme Esasları konusunda çalışmış ve bu çalışmada baraj rezervuar alanında geçirimsizlik nedeni ile gözlenen jeoteknik problemlerin giderilmesine yönelik uygulanacak ıslah yöntemleri hakkında görüşlerini sunmuştur.

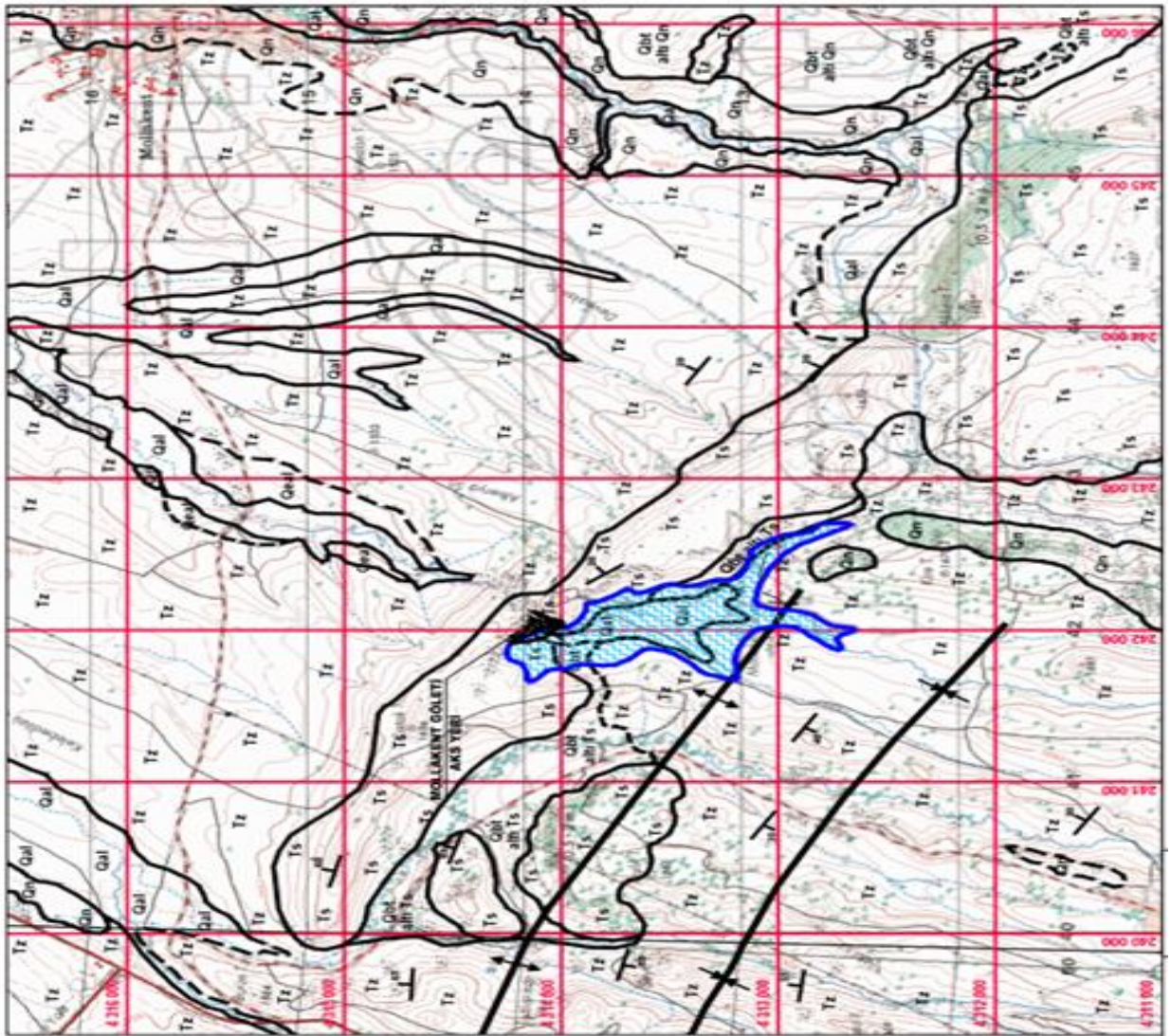
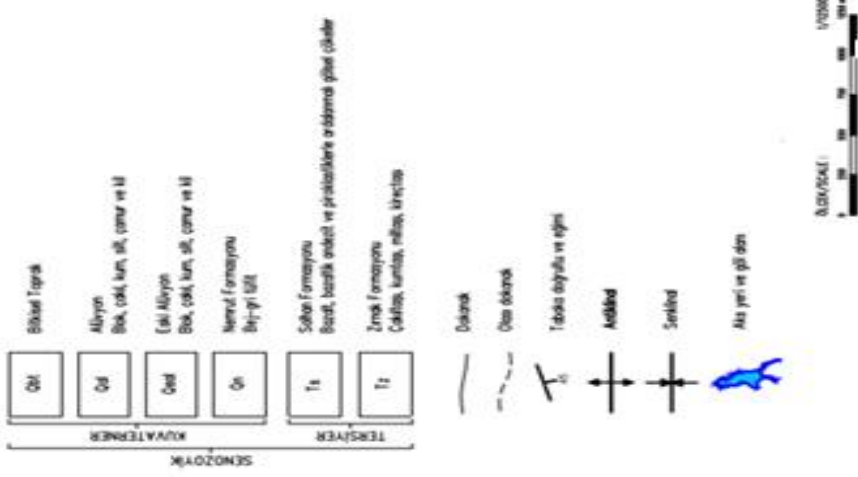
3. MATERYAL VE YÖNTEM

Muş, Bulanık-Mollakent göleti yerinde yapılan planlama çalışmaları çerçevesinde temel çalışmalar yapılmış ve değerlendirilmek üzere veriler toplanmıştır. Bu çalışmalar DSİ tarafından gerçekleştirilmiştir. Çalışmalardan elde edilen bilgiler doğrultusunda gölet planlaması yapılacaktır. Mevcut veriler incelendiğinde, çalışma alanının jeolojik özellikleri, temel kaya ve dolgu malzeme özellikleri belirlenmiş ve haritalanmış durumdadır. Yeraltı suyu seviyeleri elde edilmiştir. Sondaj çalışmaları yapılmış ve alandaki derine doğru değişen zemin bilgileri elde edilmiştir. Çalışma alanına ait bu temel bilgilerin üzerine hesaplanması gereken ya da belirlenmesi gereken geoteknik analiz çalışmaları yapılacaktır. Çalışma alanında ek sondaj veya arazi deneyi yapılmayacaktır. Elde edilen mevcut veriler doğrultusunda analizler gerçekleştirilecektir. Kilin taşıma gücü hesaplaması yapılacaktır. Kaya mekaniği deneylerine dayalı kaya kalite sınıflandırması yapılacaktır. Çalışma alanındaki olası zemin sorunu ve oturma hesabı yapılacaktır. Özellikle kayma potansiyeli olan dolgu alanlarla ilgili şev analizi yapılacaktır.

3.1. Veriler ve Çalışma Yöntemi

Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Jeoloji Etütleri Dairesi tarafından 2002 yılında “1:500.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları” çalışması kapsamında Van paftası ve 1990 yılında MTA Genel Müdürlüğü Jeoloji Etütleri Dairesi tarafından hazırlanan “Muş Tersiyer Havzasının Stratigrafisi, Yapısal Jeolojisi, Bazı Jeomorfolojik Özellikleri ve Volkanolojisi” çalışmaları ile bölgenin jeolojisi ve ilgili jeoloji haritaları hazırlanmıştır. Çalışma sahası ve yakın çevresinde bu jeolojik çalışmalardan yararlanılmıştır. 1/25000 ölçekli Van K48-a1 ve Muş K47-b2 no.lu topoğrafik haritaları kullanılarak mühendislik jeolojisi haritası oluşturulmuştur (Şekil 3.1).

ACIKLAMALAR



Şekil 3.1. 1:25.000 ölçekli jeolojik haritası (DSİ 2011)

Buradan formasyonların sınırları, tabaka duruşları ve süreksizlikler 1/25.000 ölçekli haritaya işlenerek jeolojik pafta oluşturulmuştur. Sondajlar sırasında arazide yerinde deneyler yapılmıştır. Proje alanının özellikleri Çizelge 3.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1. Proje alanının özellikleri (DSİ 2011)

Amacı	Sulama	Kret Genişliği	10.00 m
Yeri	Muş ili, Bulanık ilçesi, Mollakent Beldesi	Net Sulama Alanı	398.70 ha
Akarsu Adı	Kordi (Çatak) Deresi	Brüt Sulama Alanı	443.00 ha
Gövde tipi	Kil Çekirdekli Kaya Dolgu	Gövde Hacmi (batardo dahil)	319,284 m ³
Talveg Kotu	1,584.00 m	Geçirimsiz (Kil) Malzeme Miktarı	86,179 m ³
Kret Kotu	1,602.65 m	Geçirimli (Filtre) Malzeme Miktarı	27,353 m ³ (13,725 m ³ çakıl + 13,628 m ³ kum)
Talvegden Yükseklik	21.00 m	Kaya Malzeme Miktarı	205,752 m ³ (kaya ufağı ve riprap dahil)
Temelden Yükseklik	23.00 m	Beton Agrega Miktarı	10,000 m ³
Minimum Su Seviyesi	1,592.74 m	Dolusavak Yeri, Tipi	Sağ Sahil, Kontrolsüz
Normal Su Seviyesi	1,599.95 m	Kondüvisi Yeri, Tipi	Sağ Sahil, Atnalı
Mak. Su Seviyesi	1,601.43 m	Kret Uzunluğu	229.86 m

3.2. Topoğrafya

Etüt alanında genel eğim kuzeydoğu yönünde olup Kordi deresi akış yönündedir. Ayrıca Kordi deresine bağlanan diğer yan derelerin akış yönünde de bir eğim gözlenmektedir. Etüt alanında 797 ha (genel alanın % 48.87’sinde) alanda % 2-6 (j2) kompleks eğim, 459 ha (genel alanın % 28.14’ünde) alanda % 6-12 (j3) kompleks eğim gözlenmiştir. 348 ha (genel alanın % 21.34’ünde) alanda % 0-2 eğim düz veya düze yakındır (DSİ 2011).

3.3. Genel Jeoloji

İnceleme alanı, Alp Orojenezi'nin güney eksenini, yani Toros-Zagros Orojenik Kuşağı üzerinde bulunmaktadır. Çalışma sahası, güneyinde Bitlis Masifi'ne ait metamorfik kayaların, batısı ve kuzeyinde genç Nemrut ve Süphan'ın ürünleri olan volkanik ve volkanoklastik kayaların, doğusunda ise Yüksekova Karmaşığı'na ait volkanik kayalar ve ofiyolit bileşenlerinin, genç-güncel akarsu ve gölsel kırıntılılar ile karbonatların yüzeylendiği Van Gölü Havzası'nın kuzeybatısında yer almaktadır.

Muş Havzası, Van Havzası'ndan Eosen - Oligosen zamanında oluşmuş Van transversal yükselimi ile ayrılır. Muş Havzası iki büyük yükselimi arasında meydana gelmiş, dağlar arası bir basen niteliğinde olup genelde kuzeydeki egemen tektoniğin etkisinde kalmıştır. Muş havzası bir Tersiyer havza olup, dönemseller olarak Orta-Üst Eosen, Üst Eosen-Alt Miyosen, Orta-Üst Miyosen, Pliyosen ve Üst Pliyosen-Kuvaterner çökme dönemlerine ait çökel topluluklarından oluşmaktadır.

3.3.1. Jeoloji

İnceleme alanı ve yakın çevresinde, Senozoyik Tersiyer yaşlı Zırnak ve Solhan Formasyonları ile Kuvaterner yaşlı Nemrut Formasyonu ve yamaç molozu, bitkisel toprak, alüvyondan oluşan örtü birimleri yüzeylenmektedir.

Planlama aşaması mühendislik jeolojisi çalışmaları kapsamında, gölet aks ve sanat yapı yerlerinde 11 adet, toplam 237.50 m derinlikte temel sondaj kuyusu açılmıştır.

Mollakent Göleti aks yerinde açılan sondajlara ve arazi gözlemlerine göre gölet yerinde anakayayı tersiyer yaşlı Solhan Formasyonu'nun bazalt, andezit, bazaltik andezit, kil-kiltaşı birimleri oluşturmaktadır.

Temel sondaj kuyularında yapılan yeraltı seviyesi ölçümlerine göre aks yerinde yeraltısuyu akım yönü, her iki sahilde de yamaçtan dereye doğrudur.

Gölet aks yerindeki temel sondaj kuyularında yapılan basınçlı/basınçsız su testlerine göre birimler sol sahilde çok geçirimli-geçirimli; sağ sahil ve talvegde üst seviyelerde çok geçirimli-geçirimli, alt seviyelere doğru ise çoğunlukla az geçirimli-geçirimsiz seviyelerde içermektedir.

Kil çekirdekli kaya dolgu gövde tipinde inşa edilmesi planlanan Mollakent Göleti aks yeri ve göl alanında geçirimsizlik; sol sahil, talveg ve sağ sahilde 30.00 m derinliğinde oluşturulacak enjeksiyon perdesi ile sağlanacaktır. Sıyırma kazıları sonrası oluşturulacak kil çekirdek hendeği kazılarında zeminde oluşabilecek zayıflıkları iyileştirmek amacıyla perde

enjeksiyonunun memba ve mansabında 5.00 m derinliğinde kapak (konsolidasyon) enjeksiyonu yapılacaktır (DSİ 2011).

Kaya kütlesi (RMR) sınıflamasında, sıyırma kazılarından sonra anakaya olarak karşılaşılabilecek olan Solhan Formasyonu'nun bazalt, andezit, bazaltik andezit, kil-kiltaşı birimleri "orta kaya" niteliğinde olup bazalt, andezit, bazaltik andezit sert kaya (c2); kil-kiltaşı yumuşak kaya (c1) kazı sınıfındadır.

Mollakent Göleti taşıma yükü değeri normal durumda 4.20 kg/cm^2 , deprem durumunda 5.59 kg/cm^2 olacak şekilde projelendirilmiştir. Presiyometre deney sonuçlarına göre aks yerindeki anakaya için hesaplanan taşıma gücü değerleri çalışma yükünün üzerindedir ve gölet yerindeki anakaya yeterli taşıma gücüne sahiptir.

Gölet gövdesi altından alüvyon, bitkisel toprak ve yamaç molozu sıyırma kazıları ile kaldırılacak olması nedeniyle ve gölet aks yerinde anakayayı oluşturan birimlerin litolojik özelliklerine bağlı olarak oturma, şişme ve sıvılaşma ile ilgili sorunlar yaşanmayacaktır. Göl alanında geçirimsizlik açısından bir sorun beklenmemektedir.

Aks yeri sol sahilde 1.5-6.00 m arası, talvegde 6.00 m ve sağ sahilde 3.00-6.00 m arası değişen derinliğinde yapılacak sıyırma kazıları ile bitkisel toprak, alüvyon ve yamaç molozundan oluşan örtü birimleri gövde altından kaldırılacak, gölet anakaya üzerine oturtulacak kil çekirdek altında anakayada 2.00 m derinliğinde ve 10.00 m genişliğinde çekirdek hendeği (cut-off) kazısı oluşturulacaktır.

Göl alanında gölet inşaatı sonrasında ufak çaplı akmalar dışında gölet stabilitesini etkileyecek önemli bir problem beklenmemektedir.

Jeolojik ve topoğrafik koşullar ile işletme şartları dikkate alınarak dolusavak ve derivasyon-dipsavak kondüvisi sağ sahilde inşa edilecektir. Dolusavak, derivasyon-dipsavak kondüvi güzergâhlarında ve memba batardosu yerinde yapılacak sıyırma kazılarıyla alüvyon, bitkisel toprak ve yamaç molozu kaldırılacak ve sanat yapıları Solhan Formasyonu'nun tuf, aglomera, bazaltik andezit ve kil-kiltaşı birimlerinden oluşan anakaya üzerine oturtulacaktır. Sanat yapı yerlerinde yüzeyleyen anakaya yeterli taşıma gücüne sahiptir.

Mollakent Göleti gövde ve sanat yapı yerlerinde yapılacak kazıların anakayada 1/3 (yatay/düşey) şev eğiminde, 4.00 m palye genişliğinde ve 5.00 m palye yüksekliğinde; yamaç molozunda yapılacak kazıların ise yamaç molozu ve ayrılmış zeminde 1/1 (yatay/düşey) şev eğiminde, 5.00 m palye genişliğinde ve 4.00 m palye yüksekliğinde, alüvyonda ise 2/1 (yatay/düşey) şev eğiminde, 4.00 m palye genişliğinde ve 4.00 m palye yüksekliğinde yapılabileceği belirlenmiştir (DSİ 2011).

Kil çekirdekli kaya dolgu gövde tipinde yapımı planlanan Mollakent Göleti inşaatı için batardo dahil, 49148 m³ geçirimsiz (kil), 16 897 m³ geçirimli (8 438 m³ filtre çakıl + 8 459 m³ filtre kum), 84607 m³ kaya (riprap ve kaya ufağı dahil) ve yardımcı tesislerinin inşaatı için 10 000 m³ beton agrega malzemesine ihtiyaç vardır. İhtiyaç duyulan doğal yapı malzemelerinin temini amacıyla, yapılan malzeme etütleri sonucunda 1 adet geçirimsiz malzeme alanı (A), 1 adet geçirimli malzeme alanı (B) ve 2 adet kaya malzeme alanı (Kaya I ve Kaya II) tespit edilmiştir (DSİ 2011).

3.3.2. Stratigrafik Jeoloji

İnceleme alanı ve yakın çevresinde, Senozoyik Tersiyer yaşlı Zırnak ve Solhan Formasyonları ile Kuvaterner yaşlı Nemrut Formasyonu ve yamaç molozu, bitkisel toprak, alüvyondan oluşan örtü birimleri oluşturur.

Çalışma sahası ve yakın çevresinde oluşmuş jeolojik formasyonların konumları, litolojik ve fiziksel özellikleri Şekil 3.2’de ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

3.3.2.1. Zırnak Formasyonu (Tz)

Karasal ve gölsel çakıltası-kumtaşı-miltaşı-kireçtaşı litolojilerinden oluşan formasyon İlker (1966) tarafından adlandırılmıştır.

Formasyon, genellikle kirlili beyaz-bej-sarımsı-gri renkli, zayıf çimentolu, orta-kalın yer yer çapraz tabakalı çakıltası-kumtaşı-miltaşı-marnlı çamurtaşı ar dalanmasından oluşmuştur. Yer yer kumtaşı, marn, çamurtaşı, tuf ve linyit ar dalanması şeklinde olup beyaz renkli gevşek tutturulmuş oolitic kireçtaşı içermektedir.

Birimdeki çakıltası tabakaları çoğunlukla altındaki daha yaşlı formasyonların çakıllarından oluşmuştur ve genellikle metamorfiktir. Formasyonun flüvyal olduğu kesimlerde çakıltaları ve kumtaşıları çapraz tabakalanma gösterir ve yeşil-bordo renkli miltaşı düzeyleri çamur topakları kapsayabilir. Kırmızı bordo-yeşil alacalı renkli, zayıf çimentolu orta-kalın tabakalı çakıltası-kumtaşı-marn-çamurtaşı ar dalanmasından oluşan birim içerisinde batıya doğru yer yer sıklaşan ve kalınlaşan evaporit merccek ve tabakaları görülmektedir.

Formasyonda beyaz-krem renkli, gözenekli, ender lamellibranslı, oolitic gölsel kireçtaşı tabakaları, kırıntılı tabakalarla ar dalanmalı olarak bulunmaktadır. Kireçtaşı tabakaları kalın olup, ayrılmış-taze yüzetleri sarı ve sıktır. Çökel yapısı olarak laminalar gözlenmektedir. Bu gölsel kireçtaşı-kumtaşı tabakalarının altında da, Miyosen yaşındaki denizel litolojiler üzerinde oturan,

karasal (alüvyal-kolüvyal) çökeller bulunmaktadır. Ancak formasyon bazı kesimlerde tümüyle karasal (alüvyal ya da kolüvyal) karakterde olup gölsel çökeller gözlenmemektedir.

ÜST SİSTEM	SİSTEM	FORMASYON	SİMGE	KALINLIK (m)	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR
KUVATERNER	KUVATERNER	Bitkisel Toprak	Qbt	1 - 3		Bitkisel Toprak: Bazalt-piroklastik malzemenin ayrışmasıyla ince malzemeden oluşmuş tarım toprağı
		Alüvyon	Qal	1.5 - 2		Alüvyon: Blok, çakıl, kum, silt, çamur ve kilden oluşan güncel akarsu birikintileri
		Eski Alüvyon	Qeal	2 - 3		Eski Alüvyon: Blok, çakıl, kum, silt ve ince piroklastik malzemeden oluşan eski akarsu ve göl çökelleri, az çimentolu taraça
		Yamaç Molozu	Qym	1 - 2		Yamaç molozu: Blok ve çakıl boyutunda, taneleri çok az tutturulmuş veya tutturulmamış döküntü malzemesi
	Nemrut Formasyonu	Qn	5 - 100		Uyumsuzluk	Piroklastiklerden oluşan gri, siyahımsı, boz renkli tüfit
TERSİYER	TERSİYER	Solhan Formasyonu	Ts	100 - 1000		Uyumsuzluk Volkanikler ve piroklastik arakatlı göl çökelleri; Kahvemsi sarı, gri, beyaz renkli tüf-tüfit; tüf-aglomera-piroklastik arakatlı ve birbirleri ile ardalanmalı beyaz-yeşilimsi-sarı renkli kilitaşı, kumtaşı, grimsi-mavi renkli laminal miltası ve çakıltaşı düzeyleri; kahve-fümensi gri renkli, ince tüfit arakatlı, pürüzlü-kırıklı, seyrek sütun soğumalı, sıkı-sert, yer yer yastık yapılı bazaltik andezit ve gözenekli, yer yer laminalı, bloksu ayrışmalı, ince kristalli olivinli bazalt
		Zirnak Formasyonu	Tz	< 250		Kirli beyaz-bej-sarımsı-gri renkli, zayıf çimentolu, orta-kalın yer yer çapraz tabakalı, yer yer tüf ve linyit arakatlı, yer yer beyaz renkli, gevşek tutturulmuş oolitik kireçtaşı ara seviyeli çakıltaşı, kumtaşı, miltası, marnlı çamurtaşı ardalanması

Şekil 3.2. İnceleme Alanı ve Civarının Genelleştirilmiş Stratigrafik Kesiti (Ölçeksiz) (DSİ 2011)

Formasyon bazı kesimlerde çakıltası (obsidiyen çakıllı) arakatkılı kumtaşı ve miltaşından oluşup nadiren beyaz tüflerle kıltaşı ardalanır olarak görülmekte ve bej kumtaşı-tüf-kıltaşı ardalanması, harmonik olmayan kıvrımcıklar sunmaktadır.

Formasyon, Pliyosen havzasının tortullarını temsil eder. Havzanın ilk gelişmeye başladığı sırada, tabanda alüvyal ve kolüvyal çökeller birikmiştir. Çökmenin ileri evresinde bölge göl ile kaplanmış ve buna bağlı olarak da kumtaşı, oolitik kireçtaşı tabakaları gölün plaj kesiminde çökelmiştir. Miltaşı tabakaları ise gölün pelajik kesimlerinde çökelmiştir.

Formasyon, Bitlis Masifi kayaçları ve bölgenin daha yaşlı formasyonları üzerinde açısal uyumsuzlukla oturmaktadır. Solhan Formasyonu ile aynı havzada oluşmuş olup, yanal geçişli, dolayısıyla yaşıttırlar. Kuvaterner yaşlı Nemrut Formasyonu ve örtü birimleri tarafından açısal uyumsuzlukla örtülmektedir.

Bölgede kalınlığı en fazla 250 m olan formasyon, stratigrafik konumu, diğer birimlerle olan dokanak ilişkileri ve fosil içeriğine göre Erken Pliyosen-Geç Pliyosen yaşlıdır.

3.3.2.2. Solhan Formasyonu (Ts)

Bazalt, bazaltik andezit, piroklastik ve çökel tabakalarından oluşan formasyon Şaroğlu ve Güner (1981) tarafından adlandırılmıştır.

Formasyon genellikle bazalt, andezit ve piroklastik kayaçların tabakalarından oluşmuştur. Bazen tortul arakatlari kapsayıp, yer yer de tümüyle volkano-tortullardan oluşur. Bej renkli, kalın tabakalı kötü boylanmalı tüf-aglomera düzeyi ile onun üstünde bazaltları bulunmaktadır.

Formasyon alttan üste doğru, altta ayrışma rengi kahvemsı sarı, taze yüzeyi gri-beyaz renkli, yer yer pişme izleri gözlenen açık renkli tüflerle arakatkılı, köşeli blok ya da çakıllardan oluşan kolüvyal küçük mercekli tüfit; orta düzeylerinde beyaz-grimsi beyaz renkli, kalın tabakalı, kötü boylanmalı tüf-aglomera ardalanmalı piroklastiklerle ara katkılı ve birbirleri ile ardalanmalı olan beyaz-yeşilimsi-sarı renkli, yapraklanmalı, yapraklanma yüzeyleri bitki fosilli kıltaşı, sarı renkli kumtaşı, grimsi-mavi renkli laminalı miltaşı ile metamorfik ve diğer kayaç türlerinden oluşan yuvarlaklaşmış çakıl düzeyli gölssel çökeller; üste doğru çürüme rengi kahverengi, taze yüzeyi fümemsı gri, ince tüfit arakatkılı, iri plajiyoklas kristalli, pürüzlü-kırıklı, seyrek sütün soğumalı, sıkı-sert, yer yer yastık yapılı bazaltik andezit ve en üstte ise çürüme rengi koyu gri, taze rengi eflatunumsu gri, gözenekli, yer yer de laminalı, bloksu ayrışmalı, ince kristalli, olivinli bazaltlardan oluşmuştur. Solhan Formasyonu, çöken bir havza içerisinde çökelmiştir.

Formasyon, Erken-Geç Pliyosen yaşındaki Zırnak Formasyonu ile yanal geçişli olup Kuvaterner yaşlı Nemrut Formasyonu tarafından açısız uyumsuz olarak örtülmüştür.

Kalınlığı 100-1000 m arasında değişen formasyon, stratigrafik konumu, diğer birimlerle olan dokanak ilişkileri ve fosil içeriğine göre Erken-Geç Pliyosen yaşlıdır.

3.3.2.3. Nemrut Formasyonu (Qn)

Gri tüfler şeklinde gözlenen formasyon, adını Van Gölü'nün batısındaki formasyonun kendisini oluşturan Nemrut Dağı'ndan almıştır.

Nemrut Formasyonu, ayrışma yüzeyi gri-grimsi siyah, taze rengi beyaz-boz, su aldığı zaman rengi gri-grimsi siyah renkli olup tümüyle piroklastiklerden ve tüfitten oluşmuştur. İnceleme alanında diğer formasyonların aşınma yüzeylerini örtecek şekilde, aşınma yüzeyleri üzerine depolanmıştır.

Tüfit tabakaları atmosferik koşullarda çökelmiş olan Nemrut Formasyonu, inceleme alanında kendinden yaşlı Zırnak ve Solhan Formasyonları üzerinde açısız uyumsuz olarak yer almaktadır.

Kalınlığı bölgede genellikle 5-100 m arasında değişen Nemrut Formasyonu, stratigrafik konumu ve dokanak ilişkilerine göre Kuvaterner yaşlıdır.

3.3.2.4. Yamaç Molozu (Qym)

Yamaç molozu, çoğunlukla dik morfolojiyi oluşturan birimlerden beslendiklerinden çok bileşenlidir. Tane boyları, ince kum-iri blok arasında değişir. Taneler çoğunlukla köşeli ve yuvarlaktır. Boylanma ve derecelenme görülmez, düzensiz yığılımlıdır. Yamaç molozunun gölet yerindeki kalınlığının 1.50-6.00 m arasında değişmektedir.

3.3.2.5. Alüvyon (Qal)

Akarsu yataklarında, çöküntü alanlarında ve ovalarda birikmiş çakıl, kum, çamur birikintileridir. Çalışma alanında alüvyon Kordi (Çatak) Deresi yatağı sağ ve sol sahili boyunca düzlük alanlarda yer yer genişleyen ve daralan boyutlarda, bitkisel toprak ile örtülü olan tutturulmamış, gevşek, iç yapısız, çok değişken karakterli, boyu mil-iri blok arasında değişen köşeli tanelidir. Tane türü değişken olup Kuvaterner öncesi tüm kaya birimlerinin parçalarını içerir. Gölet aks yerinde talvegde alüvyon kalınlığının 2.00-6.00 m arasında değişmektedir.

3.3.2.6. Bitkisel Toprak (Qbt)

Çöküntü alanlarında ve ovalarda formasyonların ayrışmasıyla ince malzemedan oluşmuş organik malzeme içeren bitkisel toprak, inceleme alanında anakayanın ayrışması sonucu kahve-gri renkli, çakıllı, kumlu kilden oluşmuştur. Gölet yeri ve göl alanında kalınlığı lokal olarak 0.50-0.90 m arasında değişmektedir.

3.3.3. Yapısal Jeoloji

Bölgesel tektonik çerçeve içinde inceleme alanı, Alp Orojenezi'nin güney eksenini, yani Toros-Zagros orojenik kuşağı üzerinde bulunur. Orta Miyosen'de Arabistan levhası ile Avrasya levhasının çarpışması sonucu oluşan bu önemli, aktif, kıta-kıta çarpışma kuşağının Anadolu'da kalan kesimi, Bitlis Bindirme Kuşağı veya Güneydoğu Anadolu Bindirme Kuşağı olarak bilinmektedir (Şengör ve Yılmaz 1983).

Bu kuşak boyunca, Bitlis-Pötürge-Malatya Napları adı verilen allokton kütleler, Miyosen'de Güneydoğu Anadolu Otoktonu üzerine onlarca kilometre sürüklenerek yerleşmiştir (Şenel 2004). Allokton kütlelerin bu son yerleşiminden sonra bölgede değişik yönlerde faylanmalar gerçekleşmiştir. Doğu Anadolu'da Neotektonik dönem, Bitlis Kenet kuşağındaki okyanus kapanmasının sonunda kıta-kıta çarpışması ile başlamıştır (Şengör 1980). Çarpışma sonucunda,

- D-B doğrultulu kıvrımlar,
- KD-GB, KKD-GGB doğrultulu sol yönlü doğrultu atımlı faylar,
- BKB-DGD, KB-GD doğrultulu sağ yönlü doğrultu atımlı faylar,
- K-G doğrultu açılma çatlakları gelişmiştir.

Neotektonik dönemde kıvrımlanmayla aynı doğrultuda K-G yönünde sıkışma kuvvetlerinin etkisi altında kalan havzada D-B ve DKD doğrultulu yüksek açılı ters faylar ve bindirmeler gelişmiştir.

Bölgenin günümüzdeki yapısal ve morfolojik gelişiminde, tektonik etkinliğin yanı sıra, volkanizma da belirleyici olmuştur.

Tüm bu yapısal şekillerin sonunda Doğu Anadolu K-G yönünde kısılmakta ve kabuğu kalınlaşmaktadır (Şengör ve Kidd 1979).

3.3.3.1. Tabakalanma

Bölgede etkin olan tektonizma sonucu inceleme alanında yüzeyleyen birimler orijinal durumlarını yitirmişlerdir. Zırnak Formasyonu tabakaları çoğunlukla KB-GD doğrultulu olup genellikle 20°-45° arasında değişen açılarla kuzeydoğu ve güneybatıya eğimlidir.

Solhan Formasyonu tabakaları da çoğunlukla B-D, KB-GD doğrultulu olup genellikle 5°-30° arasında değişen açılarla kuzeydoğuya eğimlidir.

Ancak bu formasyonlar bölgede yer alan KB-GD gidişli senklinal ve antiklinal eksenleri boyunca kıvrımlanmıştır. Senklinal ve antiklinalin yapraklarında bu formasyonlara ait tabakaların eğimleri artarak eğim yönleri değiştirmektedir.

Kuvaterner yaşlı Nemrut Formasyonu ve örtü çökelleri ise bu kıvrımlanmadan etkilenmemiş olup yatay-yataya yakın tabakalanma sunmaktadır.

3.3.3.2. Eklemlenme

Çalışma alanı yakın çevresindeki tektonizma ve bindirmelerin etkisi ile birimlerde çok yönlü düzensiz eklem sistemleri gelişmiştir.

3.3.3.3. Kıvrımlanma

Bölgede, Laramien Orojenezi ile ilgili kuzeybatı-güneydoğu doğrultulu, asimetric, dar ve disharmonik tipte bir kıvrım sistemi mevcuttur. Kıvrımlanmadan sonra bölge genel olarak yükselmiştir. Yükselim ekseninin gidişi kuzeydoğu-güneybatıdır.

Bölgede bir diğer önemli kıvrım sistemi, Tersiyer sonunda yükselim eksenine paralel kuzeydoğu-güneybatı doğrultulu oluşan açık, simetric ve konsantrik tipte gelişmiş genç kıvrımlanma sistemidir.

İnceleme alanında, gölet yerinin güney-güneybatısından geçen KB-GD doğrultulu, biri antiklinal ve biri senklinal olmak üzere iki adet kıvrım eksenini bulmakta olup çalışma alanında yüzeyleyen birimlerin orijinal durumlarını yitirip eğim kazanmalarına neden olmuştur.

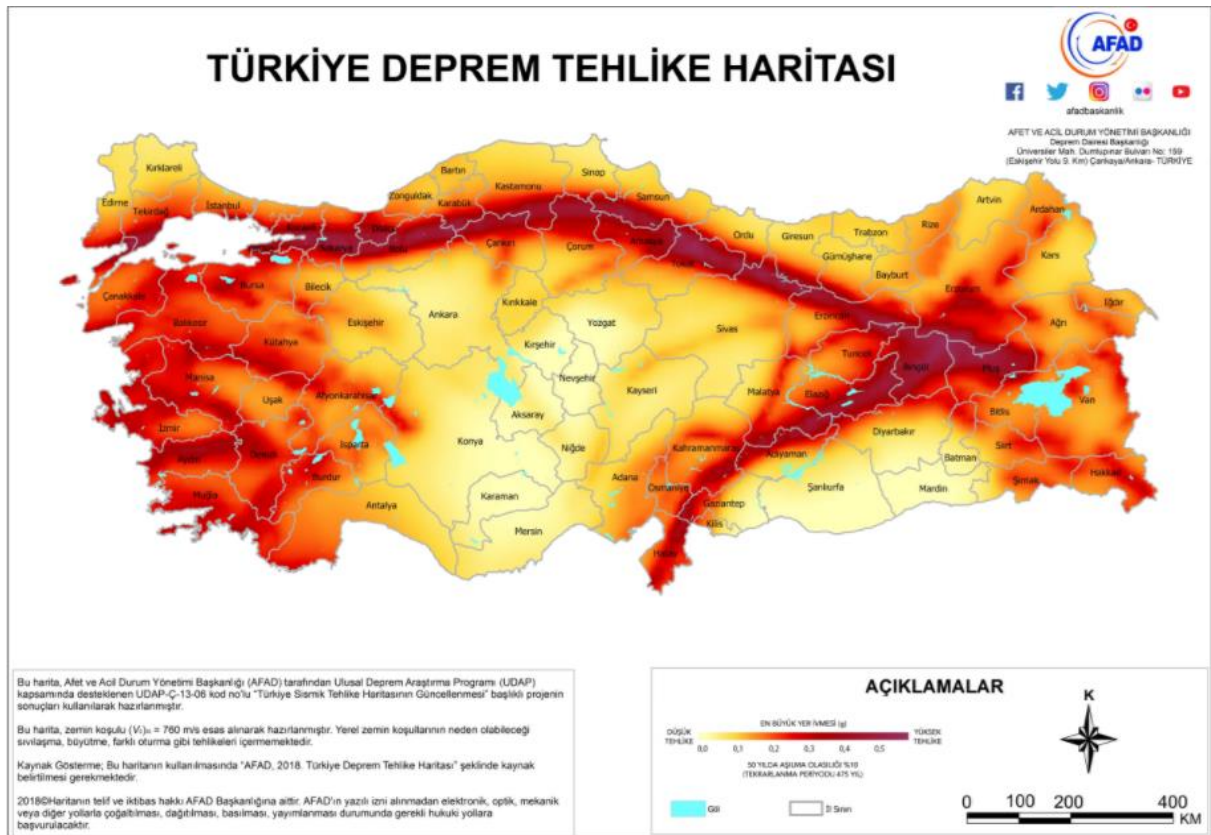
3.3.3.4. Diskordans ve Konkordans

İnceleme alanında yüzeyleyen Senozoyik Tersiyer yaşlı Zırnak ve Solhan Formasyonları birbirleri ile uyumlu ve yanall geçişlidir. Kuvaterner yaşlı Nemrut Formasyonu bu formasyonlar üzerinde açısall uyumsuz olarak bulunur ve tüm bu birimler Kuvaterner yaşlı yamaç molozu, eski

alüvyon, alüvyon ve bitkisel topraktan oluşan genç örtü birimleri tarafından uyumsuz olarak örtülürler.

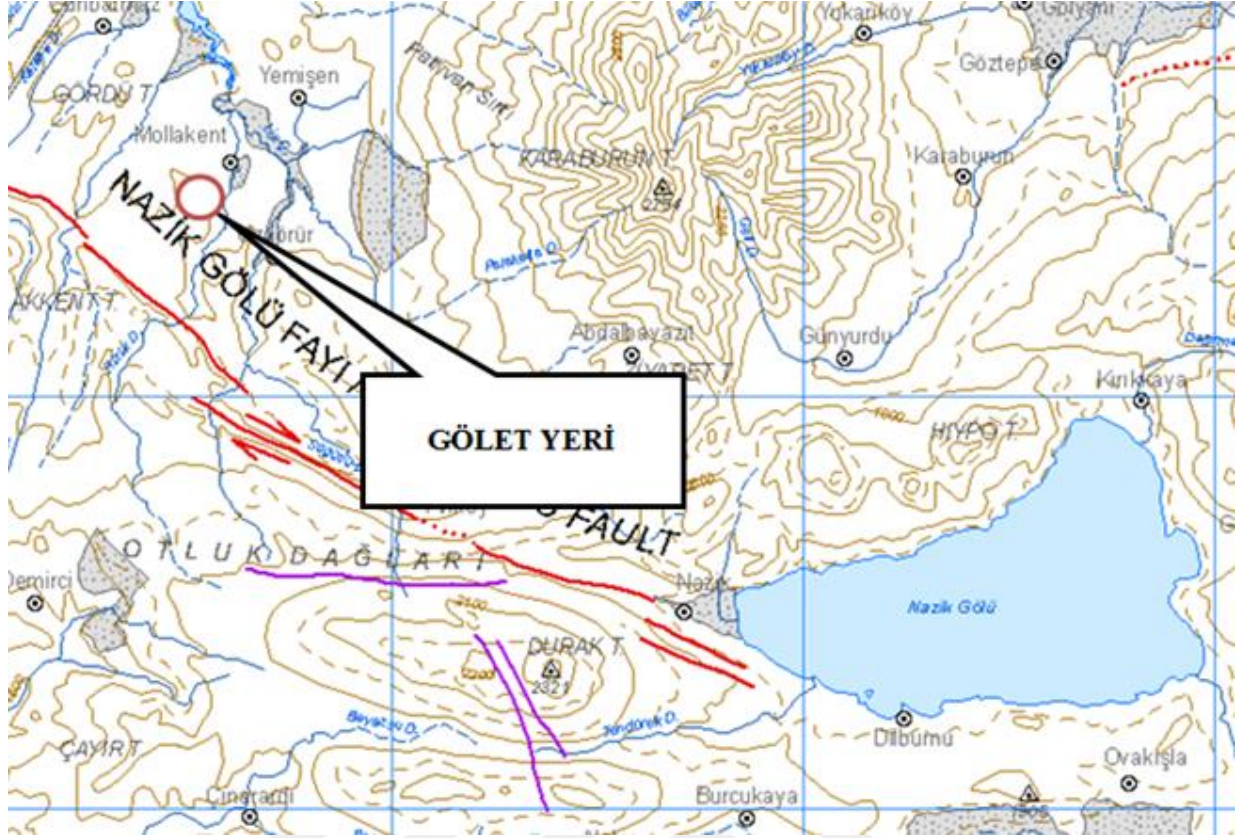
3.3.4. Deprem Durumu

Çalışma sahası Bakanlar Kurulu'nun 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 3.3).



Şekil 3.3. Türkiye deprem bölgeleri haritası (AFAD 2018)

Muş ili sınırları içerisinde kalan çalışma alanı aktif fay-deprem ilişkisi açısından ele alındığında; çalışma yapılarını etkileyecek diri faylar, "Türkiye Diri Fay Haritası"ndan da (MTA 2018) görülebileceği gibi gölet yerinin güneybatısında aks yerine yaklaşık 3.3 km mesafedeki KB-GD doğrultulu sağ yanal doğrultu atımlı Nazik Gölü Fayı'dır. Ayrıca gölet yerinin yaklaşık 11.8 km kuzeydoğusunda KB-GD doğrultulu sağ yanal doğrultu atımlı Bulanık Fayı bölgedeki diğer önemli diri faydır (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Çalışma alanı diri fay haritası (DSİ 2011)

Mollakent Göleti için ayrıca “Sismik Tehlike Analiz Raporu” hazırlanmıştır. Hazırlanan bu rapora göre, Muş-Bulanık Mollakent Göleti için yapılan deterministik hesaplar sonucunda maksimum yatay yer ivmesi (PGA) = 0.216 g; olasılıksal hesaplar sonucunda 100 yıllık ekonomik ömür içerisinde %50 aşılma olasılığı ile beklenen maksimum yatay yer hareketi ivmesi (144 yıllık geri dönüş periyodu için) İşletmeye Esas Deprem (OBE) = 0.129 g olarak bulunmuştur (DSİ 2011).

Yapının 50 yıllık ömrü içerisinde %10 aşılma olasılığı ile beklenen maksimum yatay yer ivmesinin (475 yıllık geri dönüş periyodu için) Maksimum Dizayn Depremi (MDE) = Oluşabilecek En Büyük Deprem (MCE) = 0.54 g olarak bulunmuştur ve sismik dizayn katsayısının (k) = 0.20 olarak alınması önerilmektedir (DSİ 2011).

3.3.5. Hidrojeoloji

Mollakent Göleti Çatak Deresi üzerinde inşa edilecektir. Mollakent Göleti'nin drenaj alanı 18.10 km²'dir. Mollakent Göleti'nin yapılacağı Kordı (Çatak) Deresi üzerinde DSİ tarafından 2009 yılında kurulan 21-337 no.lu akım gözlem istasyonu kurulmuştur. Bu istasyonun 2010 yılı

verileri değerlendirilerek Mollakent Göleti için yıllık işletmeye esas su potansiyeli 2.74 hm³ olarak hesaplanmıştır. Aks yeri ve göl alanında kaynak boşalımları ile içme-sulama-kullanma amaçlı açılmış keson ve su sondaj kuyuları gözlenmemiştir (DSİ 2011).

Gölet aks yerinde her iki sahilde Tersiyer yaşlı Solhan Formasyonu'nun akifer niteliğinde olmayan bazalt, bazaltik andezit, piroklastik ve çökel birimleri ile göl alanında Tersiyer yaşlı Solhan Formasyonu kayaları ile birlikte Tersiyer yaşlı Zırnak Formasyonu'nun birbirleri ile ardalanmalı çakıltaşı-kumtaşı-miltası-marnlı çamurtaşı-kireçtaşı birimleri yüzeylemektedir. Bu formasyonlar üzerinde yer yer düzlüklerde bazalt-piroklastik ince malzemeden oluşmuş bitkisel toprak örtüsü, yamaçlarda yamaç molozu ve dere yatağı boyunca alüvyon yer almaktadır.

Gölet aks ve sanat yapı yerlerinde açılan tüm temel sondaj kuyularında, yeraltı su seviyesinin ve konumunun belirlenmesine yönelik olarak kuyu taban kotuna kadar rasat borusu inilmiş ve çeşitli tarihlerde yeraltı su seviyesi (YASS) ölçümleri alınmıştır. Bu ölçümlere göre YASS derinlikleri ve kotları Çizelge 3.2'de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Gölet aks ve sanat yapı yerleri YAS derinlikleri ve kotları (DSİ 2011)

Temel Araştırma Sondajı				Yeraltısu Seviyesi (YASS)		
No	Yeri	Derinliği (m)	Kotu (m)	Ölçüm Tarihi	Derinliği (m)	Kotu (m)
SK-1	Aks yeri sol sahil	35.00	1603.00	05.12.2014	11.00	1592.00
SK-2	Aks yeri sol sahil	30.00	1594.00	05.12.2014	12.00	1582.00
SK-3	Aks yeri talveg	30.00	1582.50	05.12.2014	1.00	1581.50
SK-3A	Aks yeri sağ sahil	10.00	1585.50	05.12.2014	4.00	1581.50
SK-4	Aks yeri sağ sahil	30.00	1590.00	05.12.2014	6.00	1584.00
SK-5	Aks yeri sağ sahil	40.00	1610.00	05.12.2014	23.00	1587.00
SK-5A	Aks yeri sağ sahil	20.00	1612.50	05.12.2014	20.00	1592.50
DSK-1	Dolusavak enerji kırıcı havuzu	10.50	1585.00	05.12.2014	8.00	1577.00
KSK-1	Derivasyon kondüvisi girişi	10.00	1586.50	05.12.2014	2.00	1584.50
KSK-2	Derivasyon kondüvisi çıkışı	12.00	1585.00	05.12.2014	8.00	1577.00
BSK-1	Memba batardosu Yeri	10.00	1583.50	05.12.2014	2.00	1581.50

3.4. Kaya ve Zemin Mekaniği Çalışmaları

3.4.1. Presiyometre Deneyi

Saha araştırmaları ve zemin karakteristiklerinin belirlenmesi, geoteknik tasarımların en önemli unsurlarıdır. Bu veriler bozulmamış numuneler üzerinde yapılan laboratuvar testleriyle de elde edilebilir ancak bozulmamış halde numune almadaki zorluklar, laboratuvar test sonuçlarını şaibeli hale getirmektedir. Sondaj veya araştırma çukurlarından elde edilen numunelerin her ne kadar bozulmamış olduğu varsayılsa da, sondaj itkisi, sondaj dönme hareketi, sondaj suyu, sondaj hava basıncı, sondaj devir sayısı, numunenin orijinal yerinden koparılması, hava ile teması, deney yapılana kadar geçen süre vb. gibi etkenlerden dolayı numunenin bozulmamış numune olduğunu iddia etmek pek mümkün değildir.

Laboratuvar testlerinin zemin ve kaya kütlelerini yeterince temsil etmemesi, güvenilir laboratuvar testlerinin ise çok pahalı yöntemler olması, arazi deneylerinin önemini arttırmaktadır. Geoteknik incelemelerde en yaygın olarak bilinen iki arazi testi Menard presiyometre testi (MPT) ve standart penetrasyon testidir (SPT). Her iki test de zemin karakteristiklerinin belirlenmesinde ve içerisinde uygulandıkları temel sondajlarının derinlikleri boyunca dayanım parametrelerini elde etmede kullanılırlar. Geoteknik incelemelerde, MPT testlerinin oldukça doğru sonuçlar vermesinin yanında, diğer arazi testlerine kıyasla uzun zaman, yüklü maliyet ve tecrübe gerektirmektedir. Özellikle ülkemizde, taşıma gücü ve oturma miktarı hesaplamaları yapılırken genellikle, sadece laboratuvar ve/veya SPT sonuçları kullanılmaktadır. Bu nedenle MPT testlerinden elde edilen parametrelere daha basit ve ucuz olan test yöntemleriyle ve ampirik denklemlerle ulaşma ihtiyacı doğmaktadır.

3.4.2. Yerinde Yapılan alışmalar

3.4.2.1. Basıncılı/Basıncısız Su Deneyleri

Gölet aks yerindeki temel kaya birimlerinin geçirimsizlik değerlerini belirlemek amacıyla açılan tüm sondaj kuyularında, 2 metrelik zonlarda tek lastik yöntemiyle basıncılı ve basıncısız su deneyleri yapılmıştır.

Basıncılı su deneylerinde 2, 4, 6, 8 ve 10 atmosfer basınç kademelerinde su verilerek, her basınç kademesinde 10 dakika süredeki su kayıpları ölçülerek yapılmıştır. Deneylerde, kademe derinliğine göre uygulanan basınçlar izelge 3.3'de, Lugeon (Lu) değerlerine göre geçirimsizlik

sınıflaması Çizelge 3.4’de, geçirimsizlik (permeabilite) katsayısına (K) göre geçirimsizlik sınıflaması ise Çizelge 3.5’de verilmiştir.

Aks yeri sol sahilde açılan SK-1 ve SK-2 no.lu temel sondaj kuyularında kil-kiltaşı birimi geçilmiştir. Açılan karotlu temel sondaj kuyularındaki sondaj suyu devri %70-80 arasında değişmektedir. Temel sondaj kuyularında 2.00 m’de bir olmak üzere derinliğe göre değişen basınçlarda “Basınçlı Su Testi” (BST) yapılmıştır.

Yapılan basınçlı su testi sonuçları, gözlemler ve beklentiler dışında gelişmiştir. Basınçlı Su Testi (BST) sırasında kuyuya belirli basınçlarla verilen suyun kuyuda şişme yaptığı, paker çözüldükten sonra ise verilen suyun tekrar kuyu ağzından %70-80’inin geri geldiği tespit edilmiştir. Bunun en önemli sebebi SK-1 ve SK-2 no.lu temel sondaj kuyularında geçilen kil-kiltaşı biriminin düşük dayanımlı ve plastisitesinin yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. Bu nedenle yapılan basınçlı su testi (BST) kuyuya kademeli basınçlar altında verilen su miktarları tek başına dikkate alındığında yanıltıcı olabileceği kanaatine varılmıştır (DSİ 2011).

Çizelge 3.3. Basınçlı su testinde derinliğe göre uygulanan basınç değerleri (DSİ 2011)

Derinlik (m)	Basınç (atm)
0.00-4.00	1-2-1
4.00-10.00	2-4-2
10.00-20.00	2-4-6-4-2
20.00-30.00	2-4-6-8-6-4-2
30.00-40.00	2-4-6-8-10-8-6-4-2
40.00 <	2-4-6-8-10-8-6-4-2

Çizelge 3.4. Lugeon değerlerine göre kayaçların geçirimsizlik sınıflaması (DSİ 2011)

Lugeon (L/dak/m)	Sınıfı
< 1	Geçirimsiz
1-5	Az Geçirimli
5-25	Geçirimli
> 25	Çok Geçirimli

Çizelge 3.5. Permeabilite (K katsayısına) değerlerine göre geçirimsizlik sınıflaması (DSİ 2011)

Permeabilite Katsayısı - K (cm/s)	Sınıflama
$> 10^{-3}$	Çok Geçirimli
$10^{-3} - 10^{-5}$	Geçirimli-Yarı Geçirimli
$10^{-5} - 10^{-6}$	Az Geçirimli
$< 10^{-6}$	Geçirimsiz

Yukarda belirtilen tüm bu sebep ve sonuçları doğrultusunda DSİ 17. Bölge Müdürlüğü'nünde görüşü alınarak basınçlı su testi (BST) sonucunda kuyudan geriye gelen su miktarı kadar azaltma yapılması uygun olacağı kanaatine varılmıştır. Pratikte ise her basınç kademesinde verilen su miktarlarında %80 oranında azaltma yapılmış; basıncın yükselmediği kademelerde ise yükseldiği basınç seviyesi maksimum kabul edilerek geçirimsizlik değerleri bulunmuştur.

Kuyuya verilen su miktarı %80 oranında düşürülerek hesaplanan SK-1 ve SK-2 no.lu temel sondaj kuyuları geçirimsizlik değerleri diğer tüm kuyularda yapılan basınçlı su testi (BST) sonuçlarına göre hesaplanarak geçirimsizlik değerleriyle uyum sağlamıştır.

Mollakent Göleti aks ve sanat yapı yerlerinde açılan temel sondajlarda yapılan basınçlı su deneyleri sonucunda belirlenen geçirimsizlik (Lugeon) değerleri ve basınçsız su deneyi sonucunda belirlenen geçirimsizlik (permeabilite) katsayısı (K) değerleri Çizelge 3.6'da verilmiştir.

Çizelge 3.6. Gölet yerinde yapılan Basınçsız ve Basınçlı Su Testi (BST) özet tablosu (DSİ 2011)

MOLLAKENT GÖLETİ TEMEL SONDAJ KUYULARI						
Kademe (m)	Kuyu no: Permeabilite Katsayıları (K) / Lugeon Değerleri (Lu)					
	SK-1	SK-2	SK-3	SK-4	SK-5	BSK-1
0.00-2.00	1.20E-03	7.50E-04	1.80E-04	9.10E-04	-	-
2.00-4.00	10.31	2.00E-03	1.50E-03	2.50E-03	Paker Tutmadı	>25
4.00-6.00	5.96	7.69	1.70E-03	>25	18.84	>25
6.00-8.00	6.77	5.82	>25	>25	19.77	>25
8.00-10.00	15.65	6.33	>25	>25	>25	>25
10.00-12.00	7.93	7.85	>25	>25	23.77	-
12.00-14.00	7.31	5.17	>25	7.54	>25	-
14.00-16.00	4.68	10.91	>25	13.14	21.52	-
16.00-18.00	8.59	6.37	8.60	6.89	15.00	-
18.00-20.00	5.24	4.84	10.67	10.25	14.15	-
20.00-22.00	12.34	7.66	7.24	10.16	3.89	-
22.00-24.00	16.30	6.85	7.12	12.05	4.05	-
24.00-26.00	11.12	5.37	5.62	9.46	1.84	-
26.00-28.00	10.91	6.80	6.61	7.83	1.43	-
28.00-30.00	7.61	13.48	4.98	8.10	0.89	-
30.00-32.00	14.80	-	-	-	0.30	-
32.00-34.00	5.92	-	-	-	1.02	-
34.00-36.00	-	-	-	-	1.53	-
36.00-38.00	-	-	-	-	1.40	-
38.00-40.00	-	-	-	-	2.38	-

3.4.2.2. Presiyometre Deneyleri

Mollakent Göleti aks ve sanat yapı yerlerinde temel kayanın taşıma gücünün ve inşaat sonrası olabilecek oturma miktarının belirlenmesi amacıyla açılan 3 adet temel sondaj kuyusunda (SK-3, SK-5A ve DSK-1) her 2.00 metrede bir olmak üzere toplam 22 adet presiyometre deneyi yapılmıştır. Yapılan deneylerin yeri, derinlikleri ve sayıları Çizelge 3.7’de verilmiştir.

Deneyler G tipi Menard Presiyometresi ile yapılmış ve basınç gölet kapasitesi 0-80 bar, 76 mm çapındaki yarıklı muhafaza içerisinde ölçüm hücresi hacmi 535 cm³ ve dış çapı 58 mm olan BX tipi sonda (prob) kullanılmıştır. Deneyde her basınç kademesinde 30 saniyelik aralıklarla ikişer deformasyon okuması yapılmış, grafikler her basınç kademesindeki ikinci deformasyon okumasına göre çizilmiştir. 76 mm çapında açılmış kuyuların hepsinde tüm deneyler BX kodlu 58 mm dış çaplı sondayla gerçekleştirilmiş ve deney grafiklerinde basınç düzeltmeleri, kullanılan proba göre yapılmıştır. Presiyometre deney aletinin şematik gösterimi Şekil 3.5’de, presiyometre deney çalışmaları Şekil 3.6’da verilmiştir (DSİ 2011)

Çizelge 3.7. Gölet aks ve sanat yapı yerleri presiyometre kuyularının verileri (DSİ 2011)

KUYU NO	YERİ	DENEY DERİNLİĞİ (m)	DENEY SAYISI (adet)
SK-3	Aks Yeri Talveg	20.00	8
SK-5A	Aks Yeri Sağ Sahil	20.00	10
DSK-1	Dolusavak Enerji Kırıcı Havuzu	10.00	4
TOPLAM			22



Şekil 3.5. Presiyometre deney aletinin şematik gösterimi (DSİ 2014)

Mollakent Göleti yerinde açılan sondaj kuyularında presiyometre deneyi yapılan seviyeler ve bu seviyelere ait deney sonuçları Çizelge 3.8’de verilmiştir.



Şekil 3.6. Mollakent Göleti presiyometre deneyi çalışmaları (DSİ 2014)

Çizelge 3.8. Mollakent Göleti presiyometre deney verileri (DSİ 2014)

Sondaj No	Yeri	Litoloji	YAS (m)	Derinlik (m)	Limit Basınç P_L (kg/cm ²)	Net Limit Basınç P^*_L (kg/cm ²)	Elastisite Modülü E_M (kg/cm ²)	E_M/P_L
SK-3	Aks yeri talveg	0.00-6.00 m Alüvyon	1.00 m	0.00-2.00	166.36	154.80	6654.00	40.00
				6.00-8.00	23.00	10.04	90.00	3.90
		6.00-20.00 m Kil-Kiltaşı		8.00-10.00	19.79	9.55	636.00	32.14
				10.00-12.00	15.50	7.30	133.00	8.56
				12.00-14.00	14.90	9.28	92.00	6.17
				14.00-16.00	16.80	6.38	127.00	7.57
				16.00-18.00	23.00	20.68	291.00	12.65
				18.00-20.00	14.85	9.18	95.00	6.38

Çizelge 3.8. (devam)

Sondaj No	Yeri	Litoloji	YAS (m)	Derinlik (m)	Limit Basınç PL (kg/cm ²)	Net Limit Basınç P*L (kg/cm ²)	Elastisite Modülü EM (kg/cm ²)	EM/PL
SK-5A	Aks yeri sağ sahil	0.00-3.00 m Yamaç Molozu	---	0.00-2.00	110.43	95.46	4417.00	40.00
		3.00-20.00 m Bazaltik Andezit		2.00-4.00	116.56	111.56	4662.00	40.00
				4.00-6.00	157.71	147.11	6308.00	40.00
				6.00-8.00	90.61	76.10	3624.00	40.00
				8.00-10.00	138.11	130.93	5524.00	40.00
				10.00-12.00	92.69	83.24	3708.00	40.00
				12.00-14.00	116.53	103.49	4661.00	40.00
				14.00-16.00	96.35	87.82	3854.00	40.00
				16.00-18.00	115.19	104.08	4608.00	40.00
				18.00-20.00	104.37	94.52	4175.00	40.00
DSK-1	Dolusavak düşü havuzu	2.00-4.00 m Bazalt	8.00 m	2.00-4.00	15.00	7.63	104.00	6.90
		4.00-10.00 m Kil-Kiltaşı		4.00-6.00	5.50	3.48	19.00	3.53
				6.00-8.00	4.90	4.24	16.00	3.27
				8.00-10.00	6.78	4.85	25.00	3.71

Presiyometre deneylerinden elde edilen pl ve E_M değerleri kullanılarak Mollakent Göleti yerindeki anakaya için emniyetli taşıma gücü ve çalışma yükü altında oluşacak oturma miktarları Menard formülleri ile hesaplanmıştır.

3.4.2.3. Taşıma Gücü Hesabı

Menard formülasyonlarına göre temel zeminin emniyetli taşıma gücü aşağıdaki bağıntı ile bulunur (Menard 1975).

$$q = q_0 + (k \times P_L - P_0) \quad (3.1)$$

q = Temel zeminin taşıma gücü

q_0 : Zeminin temel seviyesindeki düşey içsel basıncı ((sürşarj) ($D_f \times \gamma_n$))

k : Temel şekline derinliğine, zeminin cinsine bağlı katsayı (Şekil 3.7)

P_L : Limit basınç

P_0 : Yatay içsel basınç

$$q_{em} = q = (q_0 + (k \times P^*L_e) / F) \quad (3.2)$$

q_{em} : Temel zeminin emniyetli taşıma gücü

F : Güvenlik katsayısı ($F=3$)

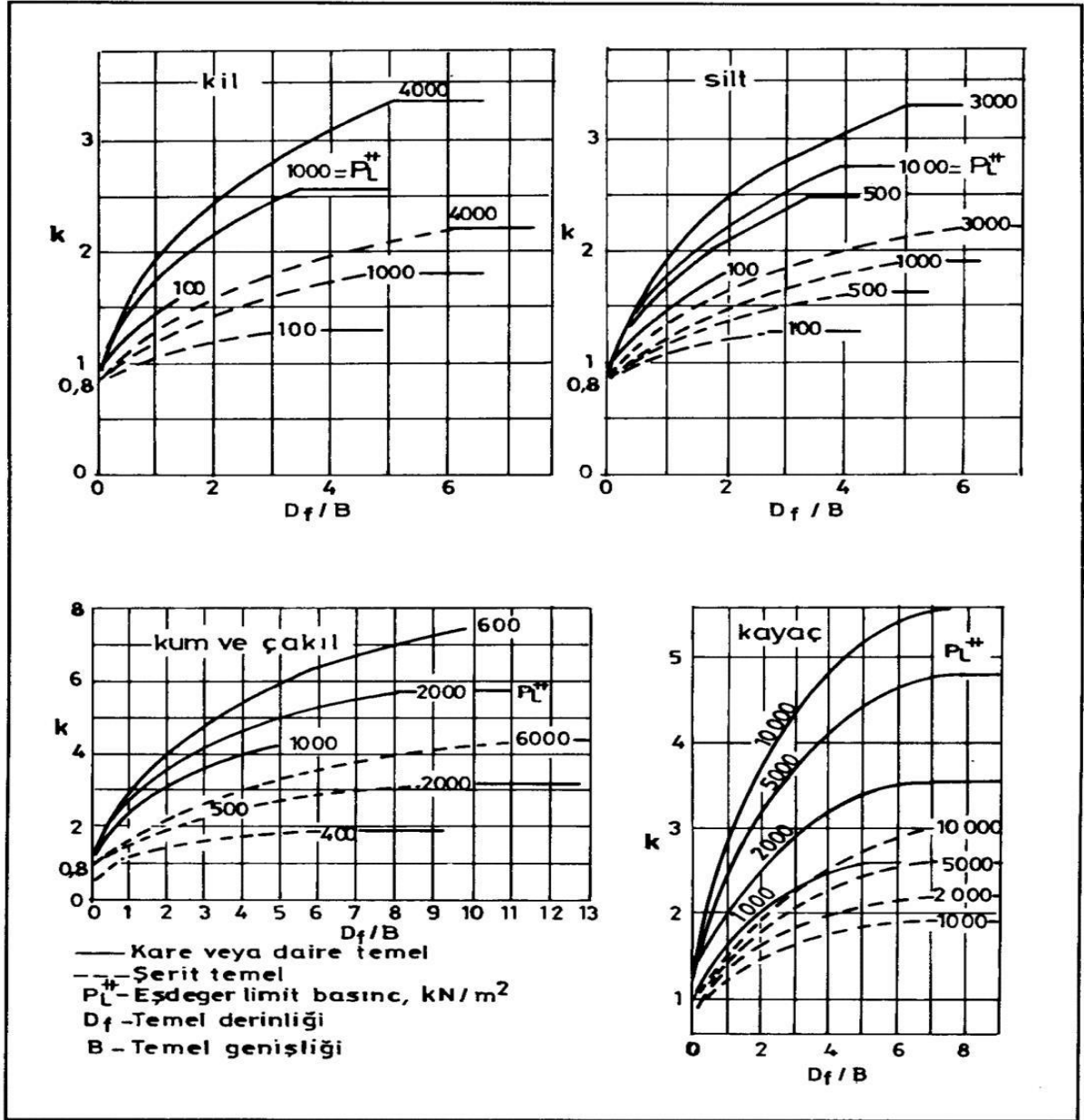
$$P^*L_e = (P_{L1} \times P_{L2} \times P_{L3})^{1/3} \quad (3.3)$$

P^*L_e = Net eşdeğer limit basınç

P_{L1} = Temel seviyesinin üstünde (+R ile +3R) aralığındaki limit basınç değerlerinin geometrik ortalaması

P_{L2} = Temel seviyesinin altında ve üstünde (+R ile -R) aralığındaki limit basınç değerlerinin geometrik ortalaması

P_{L3} = Temel seviyesinin altında (-R ile -3R) aralığındaki limit basınç değerlerinin geometrik ortalaması



Şekil 3.7. Taşıma gücü katsayısı (k) için kullanılan grafikler (Menard 1975)

3.4.2.4. Oturma Hesabı

Bir yapıdaki oturma miktarı presiyometre deneyinden elde edilen EM (Elastisite Modülü) değerleri kullanılarak Menard tarafından önerilen;

$$S = 2 / (9 \times Ed) \times (q^* \times B0) \times [(\lambda d \times B) / B0] \alpha + [\alpha / (9 \times Ec) \times (q^* \times \lambda c \times B)] \quad (3.4)$$

Hesaplanmaktadır.

Bu bağıntıda;

S = Zeminde meydana gelen oturma miktarı
Ed = Deviatorik bölgedeki eşdeğer elastisite modülü
Ec = Küresel bölgedeki eşdeğer elastisite modülü
q* = Net taban basıncı = qa-q0 (kPa)
qa= Yapıdan zemine gelen taban basıncı
q0 = Temel taban düzeyindeki efektif derinlik basıncı (Df ×γn)
B0 = Temel referans genişliği, genellikle 60 cm alınır.
B= Temel genişliği ya da çapı (B≥B0)
α = Zemin cinsine ve EM/PL* oranına bağlı reolojik katsayı
λd, λc = Temelin L/B oranına bağlı şekil faktörü

3.4.2.5. Şev Duraylılığı

Düzensiz veya belirli bir geometriye sahip eğimli yüzeylere şev adı verilir. Şevler, doğal ve yapay şevler olmak üzere ikiye ayrılır. Doğal şevler (yamaç) düzensiz bir geometriye sahiptir. Yapay (mühendislik amaçlı) şevler belirli bir geometriye sahiptir. Duraylılık, herhangi bir cismin yerini ve konumunu koruyabilmesi koşuludur. Şev duraysızlığı, kayan kütlelerin sınırları boyunca gelişen bir makaslama yenilmesine bağlı olarak şevi oluşturan malzemenin aşağı yöndeki hareketidir. Duraysızlığın nedenleri:

1. Dış kuvvetler (örneğin sismik aktivite)
2. Gözenek suyu basıncındaki artış
3. Makaslama dayanımındaki azalma
4. Şevdeki gerilim durumunun değişmesi
5. Aşınma, ayrışma vb.

Şev analizi yapmaktaki amaçlar:

1. Farklı koşullar, farklı özelliklerde duraylılığın araştırılması.
2. Duraysızlık mekanizmasının belirlenmesi.
3. Tasarım ve iyileştirmeye yönelik analizler vb.

Şev analizi yöntemleri:

1. Kinematik Analiz
2. Limit Denge Analizi
3. Nümerik Analiz
4. Olasılık Yaklaşımı

4. BULGULAR

4.1.Aks Yeri Duraylılık Analizi

4.1.1.Örtü birimleri ve ayrıışmış kaya türleri

Mollakent Göleti yerinde yapılan arazi incelemelerine ve açılan temel sondajlarına göre gölet yerinde anakayayı Tersiyer yaşlı Solhan Formasyonu'nun bazalt, andezit, bazaltik andezit, kil-kiltaşı birimleri oluşturmaktadır. Gölet aksındaki örtü birimleri, talvegde alüvyon ve yamaçlarda yüzeylenen yamaç molozu çökellerinden oluşmaktadır. Gölet aks yerinde anakayayı oluşturan katmanlar, Kordi Deresi yatağı boyunca farklı boyutlarda alüvyon ile kaplıdır. Açılan temel sondajlarından elde edilen sonuçlara göre talvegde, kuvaterner öncesi tüm kaya katmanlarının parçalarını içeren; orta-iyi yuvarlanmış taneli, blok-çakıl ve kum boyutunda malzemedan oluşan alüvyonun kalınlığı 2.00-6.00 m arasında farklılık göstermektedir. Gölet aks yerinde sol sahilde kalınlığı 1.50-5.00 m, sağ sahilde 3.00-6.00 m arasında değişen yamaç molozu anakayayı örtmektedir. Göletin anakaya üzerine oturtulması için aks yerinde sol sahilde 1.5-6.00 m arası, talvegde 6.00 m ve sağ sahilde 3.00-6.00 m arası sıyırma kazıları yapılacaktır. Kil çekirdek altında anakayada 2.00 m derinliğinde ve 10.00 m genişliğinde çekirdek hendeği (cut-off) kazısı yapılacaktır.

4.1.2. Kaya türleri

Mollakent Göleti aks yerinde yapılan arazi incelemelerinde ve açılan temel sondajlarına göre gölet yerinde anakayayı Tersiyer yaşlı Solhan Formasyonu'nun tuf-aglomera, bazaltik andezit, bazalt, kil-kiltaşı birimleri oluşturmaktadır. Gölet aks yeri temel sondajlarında geçilen Solhan Formasyonu'nun tuf-aglomera, bazaltik andezit, bazalt, kil-kiltaşı birimleri orta RQD'li; çok geçirimli, geçirimli, az geçirimli ve yer yer geçirimsiz özelliktedir. Gölet kazı ve dolgu alanında anakayayı oluşturan bu birimlerde, verilen Çizelge 4.1'deki gölet aks yeri temel sondaj kuyu verilerine göre hesaplanan karot yüzdesi ortalama %66.71; RQD değerleri ortalaması ise %42.01'dir. Mollakent Göleti aks yerinde arazi gözlemlerine, açılan temel sondaj kuyu verilerine ve presiyometre deney sonuçlarına göre, gölet yeri sol ve sağ sahil ile talvegde anakayayı oluşturan Solhan Formasyonu'nun tuf-aglomera, bazaltik andezit, bazalt, kil-kiltaşı birimler için yapılan "Kaya Kütlesi (RMR) Sınıflaması" Çizelge 4.1'de verilmiştir (DSİ, 2011).

Çizelge 4.1. Gölet aks yeri her iki sahildeki anakaya (Solhan Formasyonu'nun tüf-aglomera, bazaltik andezit, bazalt, kil-kiltaşı birimleri) için yapılan Kaya Kütleli (RMR) Sınıflaması (Bieniawski 1989)

RMR KAYA KÜTLESİ SINIFLAMASI - Bieniawski, 1989 (tüf-aglomera, bazaltik andezit, bazalt, kil-kiltaşı)										
A. SINIFLAMA PARAMETRELERİ VE PUANLARI										
1	Kaya malzemesinin dayanımı	Nokta yükü dayanım indeksi	> 10 Mpa	4-10 Mpa	2-4 Mpa	1-2 Mpa	Düşük aralıklar için tek eksenli dayanım tercih edilir			Puanlama
		Tek eksenli basınç dayanımı	> 250 Mpa	100-250 Mpa	50-100 Mpa	25-50 Mpa	5-25 Mpa	1-5 Mpa	< 1 Mpa	
Puan			15	12	7	4	2	1	0	7
2	Kaya kalitesi göstergesi, RQD (%)		90-100	75-90	50-75	25-50	< 25			Puanlama
	Puan		20	17	13	8	3			8
3	Süreksizlik sıklığı		> 2 m	0.6 - 2 m	200 - 600 mm	60 - 200 mm	< 60 mm			Puanlama
	Puan		20	15	10	8	5			5
4	Süreksizlik durumu		Çok pürüzlü yüzeyler Sürekli değil Ayrılma yok Sert eklem yüzeyleri	Az pürüzlü yüzeyler Ayrılma < 1 mm Az bozunmuş yüzeyler	Az pürüzlü yüzeyler Ayrılma < 1 mm Oldukça bozunmuş yüzeyler	Kaygan yüzeyler veya Dolgu < 5mm veya Açıklık 1-5 mm Sürekli eklemeler	Yumuşak dolgu veya devamlı kaygan yüzeyler Kalınlık > 5mm veya Açıklık > 5mm veya Dolgu > 5mm Devamlı süreksizlikler			Puanlama
	Puan		30	25	20	10	0			20
5	Yeraltısuyu	Tünelin 10m'lik kısmından gelen su	yok	< 10 lt/dk	10 - 25 lt/dk	25 - 125 lt/dk	> 125 lt/dk			Puanlama
		Eklemden gelen su veya su basıncı Oranı	0	0 - 0.1	0.1 - 0.2	0.2 - 0.5	< 0.5			
		En büyük asal gerilme veya Genel koşullar	Tamamen kuru	Nemli	Islak	Damlama	Su akışı			
		Puan	15	10	7	4	0			
B. TÜNELDE SÜREKSİZLİK EĞİM VE DOĞRULTUSUNUN ETKİSİ										
Doğrultu tünel eksenine dik				Doğrultu tünel eksenine paralel			Doğrultuya bakılmaksızın eğim 0°-20° arasında		Puanlama	
Eğim yönünde ilerleme		Eğime karşı dik yönde ilerleme								
Eğim 45° - 90°	Eğim 20° - 45°	Eğim 45° - 90°	Eğim 20° - 45°	Eğim 45° - 90°	Eğim 20° - 45°					
Çok uygun	Uygun	Orta	Uygun değil	Hiç uygun değil	Orta	Orta				
C. SÜREKSİZLİK YÖNELİMİNE GÖRE DÜZELTME										
Süreksizliklerin doğrultu ve eğimi		Çok uygun	Uygun	Orta	Uygun değil	Hiç uygun değil	Puanlama			
Puan	Tünel	0	-2	-5	-10	-12				
	Temeller	0	-2	-7	-15	-25				
	Şevler	0	-5	-25	-50	-60	-5			
TOPLAM PUAN							45			
D. KAYA SINIFLARI VE PUANLARI										
Sınıf No.	I	II	III	IV	V					
Tanımlama	Çok iyi kaya	İyi kaya	Orta kaya	Zayıf Kaya	Çok zayıf kaya					
Puanlama	100 - 81	80 - 61	60 - 41	40 - 21	20 >					
E. KAYA SINIFLARININ BAZI ÖZELLİKLERİ										
Sınıf No.	I	II	III	IV	V					
Kaya kütleli Kohezyonu, c (kPa)	> 400	300 - 400	200 - 300	100 - 200	< 100					
İçsel Sürtünme Açısı, Ø (°)	> 45	35 - 45	25 - 35	15 - 25	< 15					
İzinverilebilir Taşıma Gücü, α _s (ton/m ²)	600 - 440	440 - 280	280 - 135	135 - 45	45 - 30					

4.1.3. Taşıma gücü

Mollakent Göleti çoğunlukla taze-az-orta, yer yer çok ve tamamen ayrıışmış, genellikle çok çatlaklı-kırıklı-parçalanmış, RMR sınıflamasına göre “orta kaya” sınıfında tuf-aglomera, bazaltik andezit, bazalt, kil-kiltaşı tabakaları üzerinde ve taşıma yükü değeri normal durumda 4.20 kg/cm²; deprem durumunda ise 5.59 kg/cm² olacak şekilde projelendirilmiştir.

Planlama çalışmaları sırasında gölet gövdesi altındaki temel kayanın taşıma gücünün belirlenmesine yönelik olarak gölet aks yeri talveg’de açılan SK-3 ve sağ sahilde açılan SK-5A no.lu temel sondaj kuyularında 20.00 m derinliğe kadar her 2.00 m’de bir olmak üzere toplam 18 adet presiyometre deneyi yapılmıştır. Yapılan presiyometre deney sonuçlarına göre, bu kuyular için 2.00 m’lik kademelerle artan temel derinlikleri için izin verilebilir taşıma gücü değerleri hesaplanarak Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Gölet aks yeri izin verilebilir taşıma gücü değerleri (DSİ 2011)

Sondaj No	Yeri	Litoloji	YAS (m)	Derinlik (m)	Net Limit Basınç P*L (kg/cm ²)	k Sabiti	Emniyetli Taşıma Gücü (kg/cm ²)
SK-3	Aks yeri talveg	0.00-6.00 m Alüvyon	1.00 m	0.00-2.00	154.80	0.95	12.11
		6.00-8.00		10.04	1.20	11.14	
		8.00-10.00		9.55	1.35	12.89	
		10.00-12.00		7.30	1.45	14.86	
		12.00-14.00		9.28	1.40	9.69	
		14.00-16.00		6.38	1.45	10.41	
		16.00-18.00		20.68	1.45	7.98	
18.00-20.00	9.18	1.50	8.63				
SK-5A	Aks yeri sağ sahil	0.00-3.00 m Yamaç Molozu	---	0.00-2.00	95.46	1.10	39.12
		2.00-4.00		111.56	1.15	40.01	
		4.00-6.00		147.11	1.25	43.38	
		6.00-8.00		76.10	1.40	47.93	
		8.00-10.00		130.93	1.50	52.33	
		10.00-12.00		83.24	1.60	57.09	
		12.00-14.00		103.49	1.70	59.15	
		14.00-16.00		87.82	1.80	63.89	
		16.00-18.00		104.08	1.90	67.77	
		18.00-20.00		94.52	1.95	68.67	

Çizelge 4.2'deki Presiyometre deney sonuçları anakayanın taşıma gücünün 7.98 – 68.67 kg/cm² arasında olduğunu göstermektedir. Bu sonuçlara göre kil çekirdek altında ana kaya yeterli taşıma gücüne sahiptir.

4.1.4. Oturma ve şişme potansiyeli

Mollakent Göleti aks yeri talvegde SK-3 ve sağ sahilde SK-5A no.lu temel sondaj kuyularında yapılan presiyometre deney sonuçlarına göre 1 kg/cm² statik yük için hesaplanan oturma miktarları Çizelge 4.3'de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Gölet aks yeri oturma miktarları (DSİ 2011)

Sondaj No	Temel Derinliği D _f (m)	Statik Yük (q*) = 1 kg/cm ² için Oturma Miktarı (cm)	Gölet Dolgu Yüksekliği H (m)	Çalışma Yükü kg/cm ²	Çalışma yüküne göre hesaplanan Oturma Miktarı (cm)
SK-3	7.70	0.78	17.45 m	3.50	2.73
SK-5A	7.70	0.02	9.81 m	2.00	0.04

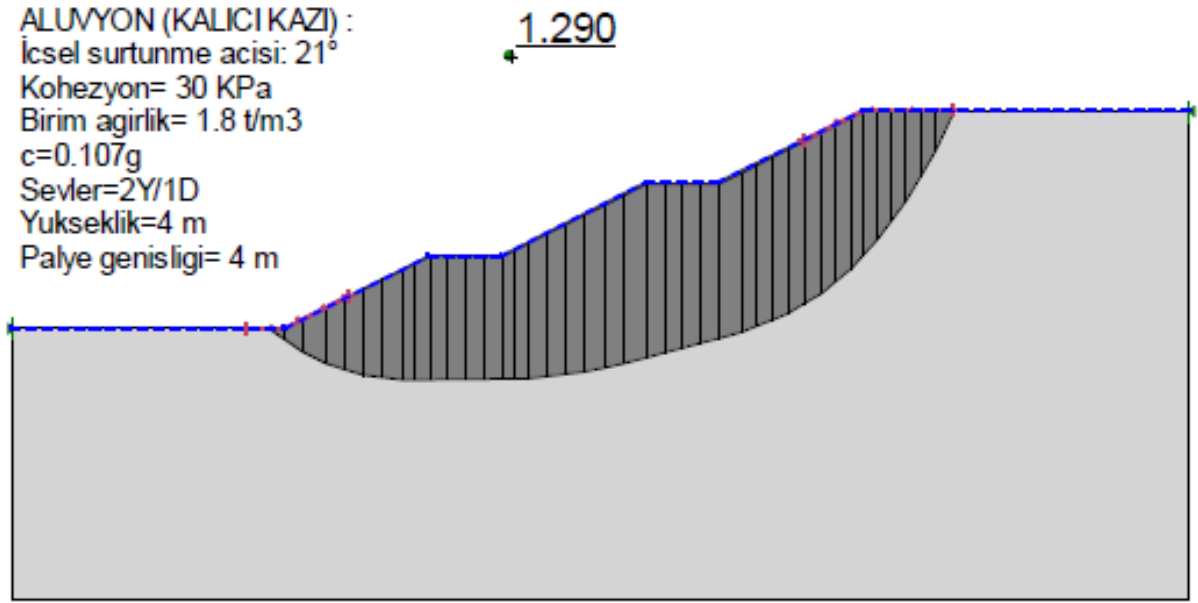
Gölet aks yeri proje yükü için oturma miktarları 0.04-2.73 cm arasında olup, bu değerler izin verilebilir limitler içindedir. Bu nedenle gölet inşası ve sonrasında meydana gelebilecek oturmalar gövde stabilitesi yönünden sorun teşkil etmeyecektir.

Gölet aks yerinde temel kayayı tüf-aglomera, bazaltik andezit, bazalt, kil-kiltaşı birimleri meydana getirmektedir. Bu birimlerin litolojik özelliklerinden dolayı aks yerinde şişme sorunu oluşması beklenmemektedir.

4.1.5. Şev duraylılık analizi

Mollakent Göleti gövde ve sanat yapı yerlerinde yüzeyleyen birimlerin jeolojik-jeoteknik parametreleri [presiyometre deneylerinden elde edilen kohezyon (c) ve içsel sürtünme açısı (φ) değerleri] dikkate alınarak gövde ve sanat yapı yerlerinde yapılacak kazılarda şev duraylılığı için gereken kazı şev eğimleri ile palye yükseklik ve genişliklerinin belirlenmesi için Geostudio (slope modülü) programı kullanılarak şev stabilite analizi yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre, sanat yapı yerlerinde yapılacak kazıların anakayada 1/3 (yatay/düşey) şev eğiminde, 4.00 m palye genişliğinde ve 5.00 m palye yüksekliğinde; yamaç molozunda yapılacak kazıların ise yamaç molozu ve ayrılmış zeminde 1/1 (yatay/düşey) şev eğiminde, 5.00 m palye genişliğinde ve 4.00 m palye yüksekliğinde, alüvyonda ise 2/1 (yatay/düşey) şev eğiminde, 4.00 m palye genişliğinde ve 4.00 m palye yüksekliğinde yapılabileceği belirlenmiştir (DSİ 2011).

Yapılan Şev analizindeki Şev oranları Karayolları Genel M¼d¼rl¼ę¼ Şev alıŐma Rehberi 1989’da verilen kaya yarmalarındaki Şev oranları ile uyumludur. Ancak kazılar sırasında kazı Şev açıları, kazıların yapılacağı jeolojik birimlerin litolojik ¼zelliklerine bağlı olarak, yerinde değerlendirilip deęiŐtirilebilecektir. Şev duraylılık analizi Şekil 4.1’de verilmiştir.



ngr¼len Kazı Şevleri

Al¸vyon Birimde ngr¼len Kazı Şevleri	
Palye Y¸ksekliği :	4.00 m
Palye Genisliği :	4.00 m
Kazı Şev Eğimi :	2:Y/1:D
G¼venlik Katsayısı :	1.290

Şekil 4.1. Al¸vyon (Kalıcı kazı) Şev analizi (DSİ 2011)

4.1.6. Kazı sınıflaması

Mollakent Göleti gövdesi ile dolusavak, derivasyon-dipsavak kond¼visi ve memba batardosundan oluşan sanat yapıları Solhan Formasyonu’nun bazalt, andezit, bazaltik andezit, kil-kiltaşı tabakaları ¸zerinde yapılacaktır. Sıyırma kazılarından sonra anakaya olarak karŐılaŐılacak olan Solhan Formasyonu’nun bazalt, andezit, bazaltik andezit, kil-kiltaşı birimleri ‘‘orta kaya’’ niteliğinde olup bazalt, andezit, bazaltik andezit sert kaya (c2); kil-kiltaşı yumuşak kaya (c1) kazı sınıfındadır. Bu sonuca arazi incelemeleri, temel sondaj kuyu verileri, kaya k¼tlesi (RMR) sınıflamasına ve presiyometre deney sonuçları dikkate alınarak varılmıştır.

Dolusavak, derivasyon-dipsavak kondüvisi ve memba batardosu yerinde de gösterildiği şekilde bitkisel toprak, yamaç molozundan ve alüvyondan oluşan örtü birimleri kaldırılacak ve yapılar anakaya üzerine oturtulacaktır. Gölet gövde ve sanat yapı yerleri kazı klasları/sınıflamaları Çizelge 4.4’de verilmiştir (DSİ 2011).

Çizelge 4.4. Gölet gövde ve sanat yapı yerleri kazı klasları/sınıflamaları (DSİ 2011)

Mollakent Göleti Kazı Sınıflaması/Klası								
Kazı Yeri	Zemin Cinsi							Litoloji
	Toprak		Küskü		Kaya			
	Yumuşak	Sert	Yumuşak	Sert	Yumuşak	Sert	Çok Sert	
	Kazı Sınıfı							
	a1	a 2	b 1	b 2	c 1	c 2	c 3	
Oranı %								
Gövde	5	-	10	5	60	20	-	Beyaz-gri renkli, bloklu, çakıllı, kumlu alüvyon; Koyu kahve renkli, killi, yer yer aglomera bloklu yamaç molozu; Taze-az-orta, yer yer çok ve tamamen ayrılmış, genellikle çok çatlaklı-kırıklı-parçalanmış, RMR sınıflamasına göre “orta kaya” niteliğinde tuf-aglomera, bazaltik andezit, bazalt, kil-kiltaşı
Dolusavak	-	5	5	5	65	20	-	
Derivasyon-Dipsavak Kondüvisi	5	-	10	10	75	-	-	
Memba Batardosu	5	-	5	5	5	80	-	

Aks yeri sıyırma ve çekirdek hendeği kazıları, gövde sıyırma kazıları ve diğer yapı yerleri sıyırma kazıları gösterilmiştir.

4.2.Gölet Duraylılık Analizi

Mollakent Göleti göl alanında da aks yerine benzer olarak Solhan Formasyonu’nun tuf-aglomera, bazaltik andezit, bazalt, kil-kiltaşı birimleri yer almaktadır.

Kaya kütlesi (RMR) sınıflamasına göre, sıyırma kazılarından sonra anakaya olarak karşılaşılabilecek olan Solhan Formasyonuna ait tuf-aglomera, bazaltik andezit, bazalt, kil-kiltaşı birimleri “orta kaya” niteliğinde olup bazalt, andezit, bazaltik andezit sert kaya (c2), kil-kiltaşı yumuşak kaya (c1) kazı sınıfındadır.

Bu tabakalar üzerinde sağ ve sol sahilde kalınlığı 0.50-0.90 m arası bitkisel toprak, 1.50-6.00 m arasında değişen yamaç molozu ile talvegde 2.00-6.00 m kalınlıkta alüvyon bulunmakta olup, göletin su tutmasıyla beraber yamaçlarda duraylılık yönünden sorun teşkil etmeyecek önemsiz akmalar olabilecektir.

Göl alanında yapılan çalışmalar ve incelemelere göre heyelan ve yer kayması gibi yamaç stabilitesini bozacak bir yapısal bozukluğa rastlanmamıştır. Ufak çaplı akma vb. stabilite bozulmaları dışında inşaat sonrası gölet stabilitesini bozabilecek önemli bir duraylılık problemi beklenmemektedir.

4.3. Diğer Yapı Yerlerinin Duraylılığı

4.3.1. Dolusavak

Dolusavak yapısı sağ sahilde inşa edilecektir. Buna jeolojik ve topografik koşullar dikkate alınarak karar verilmiştir. Dolusavak yapısı Tersiyer yaşlı Solhan Formasyonu'nun tuf, aglomera, bazaltik andezit ve kil-kiltaşı birimleri üzerinde inşa edilecektir.

Dolusavak eşik yapısı yerinde SK-5 ve SK-5A, düşü havuzu yerinde ise DSK-1 no.lu temel sondaj kuyuları açılmıştır.

Dolusavak eşik yapısı yerinde SK-5 no.lu temel sondaj kuyusunda 0.00-6.00 metreler arasında yamaç molozu, 6.00-13.50 metreler arasında tuf-aglomera, 13.50-18.10 metreler arasında bazaltik andezit, 18.10-40.00 metreler arasında ise kil-kiltaşı geçilmiştir. Kuyudaki karot verimi yamaç molozunda %14.75, tuf-aglomera, bazaltik andezit ve kil-kiltaşı birimlerinde ise %27.00-%100.00 arasında değişmekte olup ortalama %86.58'dir. RQD (kaya niteliği) değerleri ise %0.00-%88.00 arasında değişmekte olup ortalama %37.03'tür. SK-5A no.lu temel sondaj kuyusunda 0.00-3.00 metreler arasında yamaç molozu, 3.00-20.00 metreler arasında ise bazaltik andezit birimi geçilmiştir. Kuyudaki karot verimi yamaç molozunda %19.50, bazaltik andezit biriminde ise %10.00-%61.00 arasında değişmekte olup ortalama %24.63'tür. RQD (kaya niteliği) değerleri ise %0.00-%20.00 arasında değişmekte olup ortalama %2.36'dır.

Dolusavak düşü havuzu yerinde açılan DSK-1 no.lu temel sondaj kuyusunda 0.00-4.00 metreler arasında bazalt, 4.00-10.50 metreler arasında ise kil-kiltaşı geçilmiştir.

Dolusavak güzergahında kaya kütlesi (RMR) sınıflamasına göre, sıyırma kazılarından sonra anakaya olarak karşılaşılabacak olan Solhan Formasyonuna ait tuf-aglomera, bazaltik andezit, kil-kiltaşı birimleri "orta kaya" niteliğinde olup bazalt, andezit, bazaltik andezit sert kaya (c2), kil-kiltaşı yumuşak kaya (c1) kazı sınıfındadır.

Planlama çalışmaları sırasında Mollakent Göleti dolusavak eşik yapısı taşıma yükü değeri 3.67 kg/cm^2 ve düşü havuzu taşıma yükü değeri 4.76 kg/cm^2 olacak şekilde çalışılmıştır. Dolusavak güzergâhındaki anakayanın taşıma gücünün belirlenmesine yönelik olarak dolusavak eşik yapısı yerinde açılan SK-5A no.lu temel araştırma sondaj kuyusunda 10 adet ve dolusavak düşü havuzu yerinde açılan DSK-1 no.lu temel araştırma sondaj kuyusunda ise 5 adet olmak üzere toplam 15 adet presiyometre deneyi yapılmıştır.

Dolusavak eşik yapısı yerinde açılan SK-5A no.lu temel sondaj kuyusunda 2.00 m’de bir yapılan presiyometre deney sonuçlarına göre, 2.00 m’lik kademelerle artan temel derinlikleri için hesaplanan izin verilebilir taşıma gücü değerleri Çizelge 4.5’te verilmiştir.

Çizelge 4.5. Dolusavak eşik yapısı izin verilebilir taşıma gücü değerleri (DSİ 2011)

Sondaj No	Yeri	Litoloji	YAS (m)	Derinlik (m)	Net Limit Basınc P*L (kg/cm ²)	k Sabiti	Emniyetli Taşıma Gücü (kg/cm ²)
SK-5A	Dolusavak eşik yapısı	0.00-3.00 m Yamaç Molozu	---	0.00-2.00	95.46	1.00	34.70
				2.00-4.00	111.56	1.15	39.62
		3.00-20.00 m Bazaltik Andezit		4.00-6.00	147.11	1.30	44.76
				6.00-8.00	76.10	1.40	47.98
				8.00-10.00	130.93	1.50	51.44
				10.00-12.00	83.24	1.60	55.48
				12.00-14.00	103.49	1.70	62.38
				14.00-16.00	87.82	1.80	64.18
				16.00-18.00	104.08	1.90	67.65
				18.00-20.00	94.52	1.95	69.25

SK-5A no.lu temel sondaj kuyusu için hesaplanan taşıma gücü değerleri presiyometre deney sonuçlarına göre $34.70-69.25 \text{ kg/cm}^2$ arasında olup çalışma yükünün üzerindedir. Bu sonuca bakarak dolusavak eşik yapısı yerinde anakaya, yeterli taşıma gücüne sahiptir.

Dolusavak düşü havuzunda açılan DSK-1 no.lu temel sondaj kuyusunda yapılan presiyometre deney sonuçlarına göre, 2.00 m’lik kademelerle artan temel derinlikleri için hesaplanan izin verilebilir taşıma gücü değerleri Çizelge 4.6’da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Dolusavak düşü havuzu yeri izin verilebilir taşıma gücü değerleri (DSİ 2011)

Sondaj No	Yeri	Litoloji	YAS (m)	Derinlik (m)	Net Limit Basınç P*L (kg/cm ²)	k Sabiti	Emniyetli Taşıma Gücü (kg/cm ²)
DSK-1	Dolusavak düşü havuzu	2.00-4.00 m Bazalt	8.00 m	2.00-4.00	7.63	0.90	2.15
		4.00-10.00 m		4.00-6.00	3.48	1.00	2.69
		Kil-Kiltaşı		6.00-8.00	4.24	1.05	3.15
				8.00-10.00	4.85	1.10	3.91

Dolusavak düşü havuzu yerinde açılan DSK-1 no.lu temel sondaj kuyusu için presiyometre deney sonuçlarına göre hesaplanan taşıma gücü değerleri 2.15-3.91 kg/cm² arasında olup kazı derinliği göz önünde bulundurulduğunda dolusavak düşü havuzu yerinde anakaya yeterli taşıma gücüne sahiptir.

Presiyometre deney sonuçlarına göre dolusavak eşik yapısı yerinde açılan SK-5A ve düşü havuzu yerinde açılan DSK-1 no.lu temel sondaj kuyularında hesaplanan oturma miktarları Çizelge 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Dolusavak eşik yapısı ve düşü havuzu yerleri oturma miktarları (DSİ 2011)

Sondaj No	Temel Derinliği D _f (m)	Statik Yük (q*) = 1 kg/cm ² için Oturma Miktarı (cm)	Çalışma Yükü kg/cm ²	Çalışma yüküne göre hesaplanan Oturma Miktarı (cm)
SK-5A	7.70	0.03	3.67	0.11
DSK-1	3.70	4.20	4.76	20.00

Dolusavak eşik yapısı yeri oturma miktarı 0.11 cm; düşü havuzu yeri oturma miktarı 20.00 cm olup bu değerler izin verilebilir limitler içerisindedir. Bundan dolayı dolusavak eşik yapısı ve düşü havuzu yerinde olabilecek oturmalar stabilite yönünden sorun teşkil etmeyecektir.

Dolusavak güzergâhında sıyırma kazı derinliği; bitkisel toprak, yamaç molozu ve alüvyon kaldırılmasıyla anakayaya kadar olacaktır. Gölet dolusavak kazı sınıfı/sınıflaması Çizelge 4.4’de verilmiştir.

Dolusavak eşik yapısı ve düşü havuzu yerinde yapılacak kazıların anakayada 1/3 (yatay/düşey) şev eğiminde, 4.00 m palye genişliğinde ve 5.00 m palye yüksekliğinde; örtü

birimlerinde yapılacak kazıların ise yamaç molozu ve ayrıışmış zeminde 1/1 (yatay/düşey) Şev eğiminde, 5.00 m palye genişliğinde ve 4.00 m palye yüksekliğinde, alüvyonda 2/1 (yatay/düşey) Şev eğiminde, 4.00 m palye genişliğinde ve 4.00 m palye yüksekliğinde yapılması uygun olacaktır. Ancak kazılar sırasında kazı Şev açıları, kazıların yapılacağı jeolojik birimlerin litolojik özelliklerine bağlı olarak, yerinde değerlendirilip değiştirilebilecektir.

Şev duraylılığı bakımından sorunlu olacak yerlerde dolusavak kazıları sırasında, yüzey ve yağmur sularının zemine sızmasını engellemek ve drenajını sağlamak için Şev başlarında kafa hendeği, palye diplerinde ise drenaj hendekleri; ayrıca Şev yüzeylerinde zemin suyunun drenajının sağlanması için drenaj delgileri açılmalı ve Şev yüzeylerinde hasır elik - püskürtme betonu - kaya bulonu uygulaması yapılmalıdır.

Yeraltı su seviyesi dolusavak eşik yapısı yerinde açılan SK-5 no.lu temel araştırma sondaj kuyusunda 23.00 m, SK-5A no.lu temel araştırma sondaj kuyusunda yeraltı 20.00 m; düşü havuzu yerinde açılan DSK-1 no.lu temel araştırma sondaj kuyusunda 8.00 m'dir. Bu sonuçlara göre dolusavak kazıları sırasında yeraltı suyu problemi beklenmemektedir.

4.3.2.Derivasyon-Dipsavak kondüvisi

Derivasyon-dipsavak kondüvisi sağ sahilde 115 m uzunluğunda ve atnalı olarak projelendirilmiştir. Solhan Formasyonu'nun tuf-aglomera, bazaltik andezit, bazalt, kil-kiltaşı tabakaları üzerinde inşa edilecektir.

Derivasyon-dipsavak kondüvisinde KSK-1 ve KSK-2 olmak üzere 2 adet, toplam 22.0 m derinliğinde temel sondaj kuyusu açılmıştır.

Derivasyon-dipsavak kondüvi güzergâhı girişinde 1586.50 m kotunda, 10.00 m derinliğinde düşey olarak açılan KSK-1 no.lu temel sondaj kuyusunda, 0.00-0.90 metreler arasında bitkisel toprak, 0.90-2.00 metreler arasında alüvyon, 2.00-2.80 metreler arasında kil-kiltaşı, 2.80-3.20 metreler arasında alüvyon, 3.20-10.00 metreler arasında ise kil-kiltaşı geçilmiştir. Kuyudaki karot verimi yamaç molozunda ortalama %35.00; kil-kiltaşı biriminde ise %53.00-% 100.00 arasında değişmekte olup ortalama %68.00'dir. RQD (kaya niteliği) değerleri ise %13.00-%46.00 arasında değişmekte olup ortalama %25.00'dir.

Gölet ekseni ile derivasyon-dipsavak kondüvi güzergâhının kesişim yerinde açılan SK-4 no.lu temel sondaj kuyusunda 0.00-4.50 metreler arasında yamaç molozu, 4.50-30.00 metreler arasında kil-kiltaşı geçilmiştir. Kuyudaki karot verimi yamaç molozunda ortalama %15.66, kil-kiltaşı biriminde ise %15.00-%100.00 arasında değişmekte olup ortalama %77.29'dur. RQD (kaya niteliği) değerleri ise %0.00-%93.00 arasında değişmekte olup ortalama %50.66'dir.

Derivasyon-dipsavak kondüvi güzergâhı çıkışında 1585.00 m kotunda, 12.00 m derinliğinde düşey olarak açılan KSK-2 no.lu temel sondaj kuyusunda 0.00-7.50 metreler arasında bazalt, 7.50-12.00 metreler arasında ise kil-kiltaşı geçilmiştir. Kuyudaki karot verimi %23.00-%100.00 arasında değişmekte olup ortalama %52.44'tür. RQD (kaya niteliği) değerleri ise %0.00-%97.00 arasında değişmekte olup ortalama %19.88'dir.

Sıyırma kazılarında sonra anakaya olarak karşılaşılabilecek olan Solhan Formasyonu'nun kil-kiltaşı birimleri genel olarak orta kaya niteliğinde olup yumuşak kaya (c1) sınıfındadır. Bu sonuca derivasyon-dipsavak kondüvi güzergahında yapılan gözlemler, temel sondaj kuyusu verileri, Kaya Kütlesi (RMR) Sınıflaması ve laboratuvar deney sonuçları dikkate alınarak ulaşılmıştır.

Mollakent Göleti derivasyon-dipsavak kondüvisi taşıma yükü değeri 0.80 kg/cm^2 olacak ve Solhan Formasyonu'nun tuf-aglomera, bazaltik andezit, bazalt, kil-kiltaşı birimleri üzerinde inşa edilecek şekilde planlanmıştır. Derivasyon-dipsavak kondüvisi güzergahında SK-3 no.lu temel sondaj kuyusunda yapılan presiyometre deney sonuçlarına göre emniyetli taşıma gücü değerleri $7.98-14.86 \text{ kg/cm}^2$ arasında değişmektedir. Bu değerler proje yükünün üzerindedir ve anakaya yeterli taşıma gücüne sahiptir. Yamaç molozu ve alüvyonun kaldırılmasıyla kondüvi güzergahında anakayaya kadar sıyırma yapılacaktır.

KSK-1 ve SK-4 no.lu temel sondaj kuyuları derivasyon-dipsavak kondüvi girişinde açılmış olup yapılan ölçümlerde yeraltı seviyesi 2.00 m-6.00 m olarak ölçülmüştür. KSK-2 no.lu temel sondaj kuyusu ise derivasyon-dipsavak kondüvi çıkışında açılmış ve yeraltı seviyesi 8.00 m olarak ölçülmüştür. Kondüvi kazıları sırasında yeraltı suyu problemi ile karşılaşılabilecektir. Kazı çukuruna gelecek sular pompa ile tahliye edilecektir.

4.3.3.Memba batardosu

Solhan Formasyonu'nun kil-kiltaşı birimleri üzerinde inşa edilecek olan memba batardosu 1590.00 m kotunda, 139.00 m kret uzunluğundadır. Sağ ve sol sahillerde bu birimler üzerinde kalınlığı 1.50-3.00 m arasında değişen yamaç molozu, 0.50 m bitkisel toprak ve talvegde kalınlığı 1.00 m olan alüvyon yer almaktadır.

BSK-1 temel sondaj kuyusu derinliği 10 m olacak şekilde memba batardosu yerinde açılmıştır. Kuyuda, 0.00-0.50 metreler arasında bitkisel toprak, 0.50-10.00 metreler arasında ise kil-kiltaşı geçilmiştir. Kuyudaki karot verimi kil-kiltaşı biriminde %100.00'dür. RQD (kaya niteliği) değerleri ise %30.00-%100.00 arasında değişmekte olup ortalama %62.00'dir. Kuyuda

0.00-10.00 m arasında yapılan basınçlı su testleri (BST) sonucuna göre birim çok geçirimli-geçirimli-az geçirimli ve geçirimsiz ($L = >25$) özelliktedir.

Memba batardosunu anakaya üzerine oturtmak için yamaçlarda 1.50-3.00 m arasında, talvegde ise 1.00 m derinlikte sıyırma kazısı yapılarak yamaç molozu, alüvyon ve bitkisel toprak tamamen kaldırılacaktır. Memba batardosu yerinde sıyırma kazılarından sonra anakaya olarak karşılaşılabilecek olan, kil-kiltaşı birimleri, az ve orta derecede ayrılmış, kırıklı, çok çatlaklı kırıklı “orta kaya” niteliğinde olup yumuşak kaya (c1) sınıfındadır.

Solhan Formasyonu'nun kil-kiltaşı birimleri üzerinde inşa edilecek şekilde projelendirilmiş olan Mollakent Göleti memba batardosu taşıma yükü değeri normal durumda 1.40 kg/cm^2 dir. SK-3 no.lu temel sondaj kuyusunda yapılan presiyometre deney sonuçlarına göre memba batardosu yerindeki anakayanın emniyetli taşıma gücü değerleri $7.98-14.86 \text{ kg/cm}^2$ arasında değişmektedir. Bu değerler proje yükünün üzerindedir ve bu verilere göre de memba batardosu yerindeki anakayanın taşıma gücü yeterlidir.

4.4.Kazı Şev Analizi

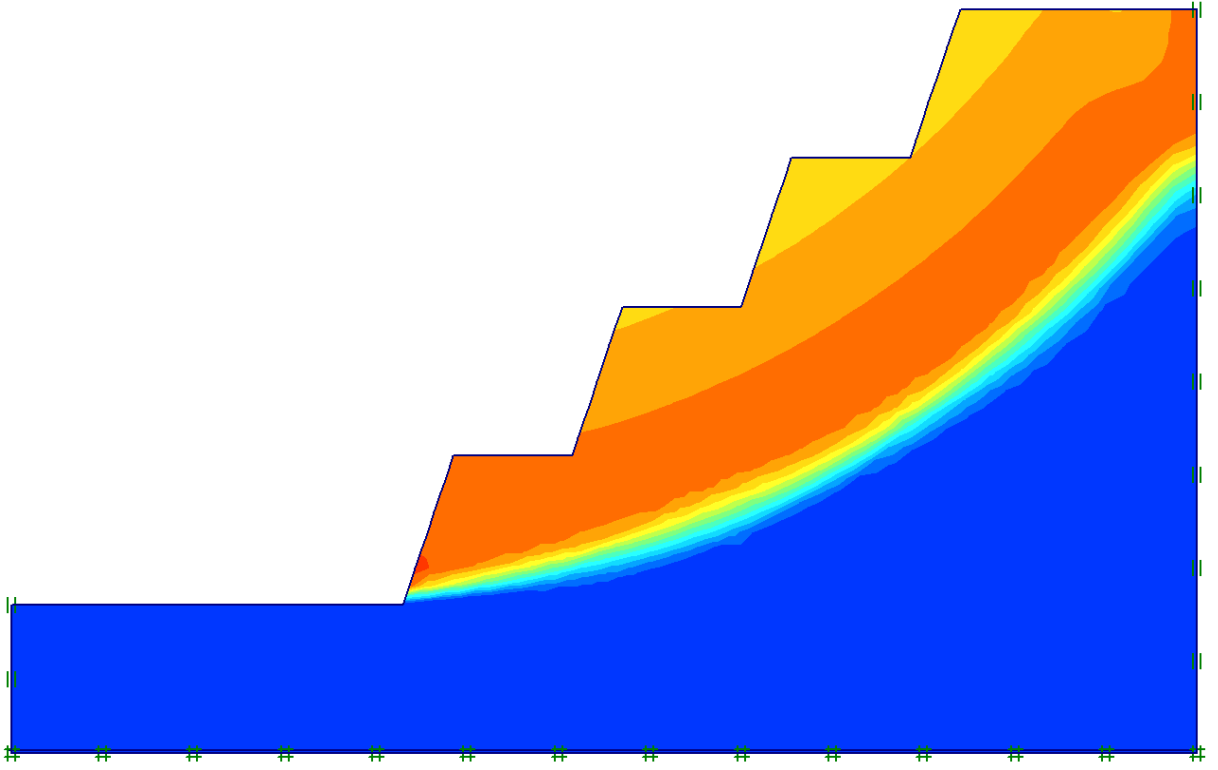
Mollakent Göletine ait, $\gamma=2.6 \text{ t/m}^3$, $\phi=29.41^\circ$ ve $c=78,5 \text{ Kpa}$ malzeme değerleriyle, ıslak zemin ve deprem katsayısı da göz önünde bulundurularak PLAXIS yazılımı kullanılarak gerçekleştirilen şev stabilite analizi sonucu güvenlik sayısı $G_s=1.12 > 1.01$ olduğu için, belirlenen şev geometrisi güvenlidir (Şekil 4.2).

Şev Eğimi : 1Y/3D

Palye Yüksekliği : 5 m

Palye Genişliği : 4 m

c : 0.20



Şekil 4.2. Kazı Plaxis şev analizi

4.5. Yamaç Molozu Şev Analizi

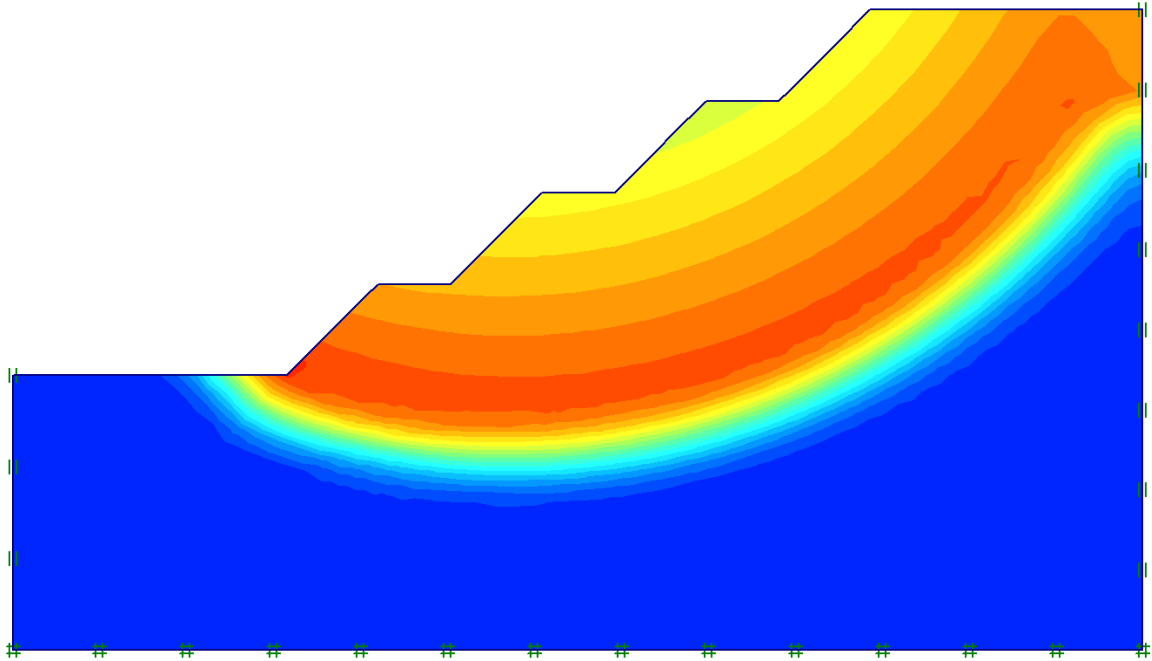
Yamaç molozu ve ince taneli kumtaşı-kiltaşı öngörülen kazı şevleri Çizelge 4.8’de gösterilmiştir. Çizelge 4.8’de gösterilmiştir. Kaya kütlesi sürekli bir ortam olmayıp faylar, eklem takımları ve tabakalanma düzlemleri gibi yapısal bozukluklar (süreksizlikler) olduğu bilinen bir gerçektir. Kaya malzemesinin çok zayıf olmadığı durumlarda, şevin davranışını bu süreksizliklerin kontrol edeceği açıktır. Bu tip durumlarda karşılaşılabilecek duraysızlık, bu süreksizliklerden biri ya da birkaçı boyunca meydana gelecek yenilmeler sonucunda olacaktır. Örtü tabakasını oluşturan toprak, zemin ya da ufalanmış - ayrılmış kayalarda ise belirgin bir yapısal süreksizlik görülmediğinden, yenilme kaymaya karşı direncin en az olduğu noktalar boyunca olur. Bu tür ortamlarda meydana gelen duraysızlıklara ilişkin gözlemlerde kayma yüzeyinin genellikle dairesel biçimde olduğu görülmektedir. Zeminlere uygulanan duraylık analizlerinin büyük bir kısmında bu gözlem esas alınmıştır. Yamaç molozu ve ince taneli kumtaşı-kiltaşı öngörülen kazı şevlerinde Plaxis yazılımı ile gerçekleştirilen analizler sonucunda elde edilen kayma yüzeyi Şekil 4.3’de görülmektedir. Analiz sonucunda güvenlik sayısı $1.17 > 1.080$ olduğundan belirlenen şev geometrisi güvenlidir (Şekil 4.3).

Çizelge 4.8. Kazı şevleri (DSİ 2011)

Palye Yüksekliği :	5.00 m
Palye Genişliği :	4.00 m
Kazı Şev Eğimi :	1:Y/1:D
Güvenlik Katsayısı :	1.080

Yamaç Molozu (Kalıcı Kazı)

İçsel Sürtünme Açısı	: 7°
Kohezyon	: 55 KPa
Birim Ağırlık	: 1.8 t/m ³
c	: 0.107 g
Şevler	: 1Y/1D
Palye Yüksekliği	: 5 m
Palye Genişliği	: 4 m



Şekil 4.3. Yamaç molozu Plaxis şev analizi

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Proje sahası ve yakın çevresinde, Senozoyik Tersiyer yaşlı Zırnak ve Solhan Formasyonları ile Kuvaterner yaşlı Nemrut Formasyonu ve yamaç molozu, bitkisel toprak, alüvyondan oluşan örtü birimleri yüzeylenmektedir.

Proje sahası T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı “Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası”na göre 1. Derece Deprem Bölgesi sınırları içerisinde kalmaktadır.

Mollakent Göleti için hazırlanan “Sismik Tehlike Analiz Raporu”na göre yapılan olasılıksal hesaplar sonucunda 100 yıllık ekonomik ömür içerisinde %50 aşılma olasılığı ile beklenen maksimum yatay yer hareketi ivmesi (144 yıllık geri dönüş periyodu) için İşletmeye Esas Deprem (OBE) = 0.129 g olarak bulunmuştur. Yapının 50 yıllık ömrü içerisinde %10 aşılma olasılığı ile beklenen maksimum yatay yer ivmesi (475 yıllık geri dönüş periyodu) için (PGA) = 0.216 g olarak bulunmuştur. Deterministik hesaplar sonucunda bulunan maksimum yatay yer ivmesinin Maksimum Dizayn Depremi (MDE) = Oluşabilecek En Büyük Deprem (MCE) = 0.54 g ve sismik dizayn katsayısının (k) = 0.20 olarak alınması önerilmektedir.

Gölet aks yerinde 7 adet, dolusavak düşü havuzu yerinde 1 adet, derivasyon kondüvisi güzergahında 2 adet, memba batardosu yerinde 1 adet olmak üzere 11 adet, toplam 237.50 m derinlikte temel sondajı açılarak mühendislik jeolojisi çalışmaları yapılmıştır.

Mollakent Göletinde açılan tüm temel sondaj kuyularında yapılan ölçümlere göre gölet yerinde yeraltısuyu akım yönü; her iki sahilde de yamaçtan dereye doğru olduğu görülmüştür.

Mollakent Göleti aks yerinde açılan sondajlara ve arazi gözlemlerine göre gölet yerinde anakayayı Tersiyer yaşlı Solhan Formasyonu’nun bazalt, andezit, bazaltik andezit, kil-kiltaşı birimleri oluşturmaktadır. Sağ ve sol sahilde bu birimlerin üzerinde kalınlığı 0.50-0.90 m arası bitkisel toprak, 1.50-6.00 m arasında değişen yamaç molozu ile talvegde 2.00-6.00 m kalınlıkta alüvyondan oluşan örtü birimleri yer almaktadır.

Mollakent Göletinde açılan temel sondajlarında anakayanın geçirimsizlik değerlerinin belirlenmesi amacıyla gölet aks yerinde zeminde ve anakayada yapılan basınçlı-basınçsız su testleri sonuçlarına göre birimler, sol sahilde geçirimli-az geçirimli; sağ sahil ve talvegde üst seviyelerde çok geçirimli-geçirimli, alt seviyelere doğru ise çoğunlukla az geçirimli-geçirimsiz seviyelerde içermektedir.

Mollakent Göletinin kil çekirdekli kaya dolgu gövde tipinde inşa edilmesi planlanmış olup, aks yeri ve göl alanında geçirimsizliğin, sol sahil, talveg ve sağ sahilde 30.00 m derinliğinde oluşturulacak enjeksiyon perdesi ile sağlanması öngörülmüştür.

Perde enjeksiyonunun memba ve mansabında 5.00 m derinlikte 2 sıra kapak konsolidasyon enjeksiyonu yapılarak, sıyırma kazıları sonrası oluşturulacak kil çekirdek hendeği kazılarında zeminde oluşabilecek zayıflıklar iyileştirilecektir.

Aks yerinde yüzeyleyen birimlerin göl alanında da devam etmesi ve göl alanında herhangi bir tektonik yapının gözlenmemesinden dolayı, aks yerinde yapılan temel sondajlarından elde edilen geçirimsizlik değerlerinin, göl alanı için de geçerli olacağı düşünüldüğü için göl alanında, geçirimsizliği araştırmak amacı ile herhangi bir temel sondajlı araştırma yapılmamıştır. Göl alanında su kaçaklarına neden olabilecek fay ve büyük ölçekte çatlak sistemleri mevcut değildir. Ayrıca göletin yapılacağı Kordi Deresi vadisi sağ ve sol sahilinde daha düşük kotta vadi bulunmadığından gölet göl alanından yan vadilere su kaçağı da olmayacaktır. Tüm bu verilere göre göl alanında geçirimsizlik açısından bir sorun beklenmemektedir.

Mollakent Göletinde anakaya üzerinde sağ ve sol sahilde kalınlığı 0.50-0.90 m arasında bitkisel toprak, 1.50-6.00 m arasında yamaç molozu ile talvegde 2.00-6.00 m arasında alüvyon bulunmaktadır. Gölet inşası tamamlanıp su tutulduğunda yamaçlarda duraylılık yönünden sorun yaratmayacak küçük boyutlu önemsiz akmlar olabilecektir. Yapılan arazi çalışmaları ve incelemelere göre göl alanında yamaç stabilitesini bozacak heyelan ve yer kayması gibi jeolojik yönden herhangi bir yapısal bozukluk gözlenmediğinden gölet inşası ve sonrasında ufak çaplı akmlar dışında gölet stabilitesini etkileyecek önemli bir problem beklenmemektedir.

Gölet aks yerinde sol sahilde kalınlığı 1.50-5.00 m, sağ sahilde 3.00-6.00 m arasında değişen yamaç molozu anakayayı örtmektedir. Göletin anakaya üzerine oturtulması için aks yerinde sol sahilde 1.5-6.00 m arası, talvegde 6.00 m ve sağ sahilde 3.00-6.00 m arası sıyırma kazıları yapılacaktır. Kil çekirdek altında anakayada 2.00 m derinliğinde ve 10.00 m genişliğinde çekirdek hendeği (cut-off) kazısı yapılacaktır. Kazıları sırasında kazı çukuruna gelecek sular pompa ile atılacaktır.

Mollakent Göleti çalışma sahasında yerinde özel bir araştırmayı gerektirecek herhangi bir olumsuzluğa rastlanmamıştır. Gölet yerinde anakayayı oluşturan birimlerde ve gölet aks yerinde yamaçlarda duraylılık yönünden önemli bir sorun beklenmemektedir.

Mollakent Göleti planlama çalışmaları sırasında gölet gövdesi altındaki temel kayanın taşıma gücünün belirlenmesine yönelik olarak gölet aks yeri talveg'de açılan SK-3 ve sağ sahilde açılan SK-5A no.lu temel araştırma sondaj kuyularında yapılan presiyometre deney sonuçlarına göre hesaplanan emniyetli taşıma gücü değerleri ana kayada $7.98 - 68.67 \text{ kg/cm}^2$ arasında olduğu tespit edilmiştir. Mollakent göletinin taşıma yükü değeri normal durumda 4.20 kg/cm^2 ; deprem durumunda 5.59 kg/cm^2 olacak şekilde projelendirildiği için gölet yerindeki anakaya yeterli taşıma gücüne sahiptir.

Mollakent Gölet aks yeri proje yükü için hesaplanan oturma miktarları $0.04-2.73 \text{ cm}$ arasında olup gölet inşası ve sonrasında olabilecek oturmalar gövde stabilitesi yönünden sorun yaratmayacaktır.

Mollakent Göleti dolusavak eşik yapısı taşıma yükü değeri 3.67 kg/cm^2 olacak şekilde projelendirilmiştir. Anakayanın taşıma gücünün belirlenmesine yönelik olarak dolusavak eşik yapısı yerinde açılan SK-5A no.lu temel araştırma sondaj kuyusunda yapılan presiyometre deney sonuçlarına göre hesaplanan emniyetli taşıma gücü değeri dolusavak eşik yapısı yerinde $34.70-69.25 \text{ kg/cm}^2$ arasında olup çalışma yükünün üzerindedir. Bu sonuçlara göre dolusavak eşik yapısı yerindeki anakaya taşıma gücü açısından sorun teşkil etmemektedir.

Şev duraylılığı bakımından sorunlu olacak yerlerde dolusavak kazıları sırasında, yüzey ve yağmur sularının zemine sızmasını engellemek ve drenajını sağlamak için şev başlarında kafa hendeği, palye diplerinde ise drenaj hendekleri; ayrıca şev yüzeylerinde zemin suyunun drenajının sağlanması için drenaj delgileri açılmalı ve şev yüzeylerinde hasır çelik - püskürtme betonu - kaya bulonu uygulaması yapılmalıdır.

Mollakent Göleti derivasyon-dipsavak kondüvisi taşıma yükü değeri 0.80 kg/cm^2 olacak ve Solhan Formasyonu'nun tuf-aglomera, bazaltik andezit, bazalt, kil-kiltaşı birimleri üzerinde inşa edilecek şekilde planlanmıştır. Derivasyon-dipsavak kondüvisi güzergahında SK-3 no.lu temel sondaj kuyusunda yapılan presiyometre deney sonuçlarına göre emniyetli taşıma gücü değerleri $7.98-14.86 \text{ kg/cm}^2$ arasında değişmektedir. Bu değerler proje yükünün üzerindedir ve anakaya yeterli taşıma gücüne sahiptir.

Kondüvi güzergâhında sıyırma kazı derinliği; yamaç molozu ve alüvyon kaldırılmasıyla anakayaya kadar olacaktır. Kondüvi kazıları sırasında yeraltısuyu problemi ile karşılaşılacaktır. Kazı çukuruna gelecek sular pompa ile tahliye edilecektir.

Solhan Formasyonu'nun kil-kiltaşı birimleri üzerinde inşa edilecek şekilde projelendirilmiş olan Mollakent Göleti memba batardosu taşıma yükü değeri normal durumda

1.40 kg/cm²' dir. SK-3 no.lu temel sondaj kuyusunda yapılan presiyometre deney sonuçlarına göre memba batardosu yerindeki anakayanın emniyetli taşıma gücü değerleri 7.98-14.86 kg/cm² arasında değişmektedir. Bu değerler proje yükünün üzerindedir ve bu verilere göre de memba batardosu yerindeki anakayanın taşıma gücü yeterlidir.

Memba batardosu yerinde yapılacak sıyırma kazısı ile alüvyon, bitkisel toprak ve yamaç molozu tamamen kaldırılacak ve batardo anakaya üzerine oturtulacaktır. Memba batardosu yerinde yeraltı seviyesi yüzeydedir. Batardo inşası sırasında, kazı çukuruna gelecek sular pompa ile tahliye edilecektir.

Mollakent Göleti gövde ve sanat yapı yerlerinde yüzeyleyen birimlerin jeolojik-jeoteknik parametreleri [presiyometre deneylerinden elde edilen kohezyon (c) ve içsel sürtünme açısı (ϕ) değerleri] dikkate alınarak gövde ve sanat yapı yerlerinde yapılacak kazılarda şev duraylılığı için gereken kazı şev eğimleri ile palye yükseklik ve genişliklerinin belirlenmesi için Geostudio (slope modülü) programı kullanılarak şev stabilite analizi yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre, sanat yapı yerlerinde yapılacak kazıların anakayada 1/3 (yatay/düşey) şev eğiminde, 4.00 m palye genişliğinde ve 5.00 m palye yüksekliğinde; yamaç molozunda yapılacak kazıların ise yamaç molozu ve ayrılmış zeminde 1/1 (yatay/düşey) şev eğiminde, 5.00 m palye genişliğinde ve 4.00 m palye yüksekliğinde, alüvyonda ise 2/1 (yatay/düşey) şev eğiminde, 4.00 m palye genişliğinde ve 4.00 m palye yüksekliğinde yapılabileceği belirlenmiştir.

Mollakent göleti dolusavak, derivasyon-dipsavak kondüvisi güzergahları ile memba batardosu yerlerinde duraylılık açısından sorun teşkil edecek jeolojik olumsuzluklara rastlanmamıştır.

Yüzeyden yaklaşık 6-7 m kalınlığında ayrılmışta olsa volkanik kökenli kayaç yapısı vardır. Ancak 7 m den sonra oldukça kalın kil ve kilaşı yapısı devam etmektedir. Dolayısıyla çalışma alanının temel kaya olarak tanımlanan derin yapısı kil taşı (kil arabantlı) olarak değerlendirilmelidir. Ancak kil arabantları Y.A.S etkisiyle de oldukça gevşek bir ortam meydana getirmektedir. Alanın derin yapısını kil taşı olarak değerlendirip burada kaya mekaniği davranışı tanımlanıp mekanizma bunun üzerine kurulursa yer yer birkaç metreye ulaşan kil arabantları farklı oturma ve şişme büzülme etkileri göstereceğinden alanın tamamında kil arabant haritalaması yapılmalı ve bu seviyeler için iyileştirme ön görülmelidir. Bu amaçla derin kompaksiyon, kurutma ve enjeksiyon yöntemlerinden bir ya da birkaçı önerilebilir. Zemin ve kaya mekaniği arasındaki çelişki, kil ve YAS çalışma alanı açısından önemli bir etken olduğunu göstermiştir.

KAYNAKLAR

AFAD, 2018. Türkiye Deprem Tehlike Haritası.

Akay E, Türkecan A, 1990. Muş Tersiyer Havzası'nın Stratigrafisi, Yapısal Jeolojisi, Bazı Jeomorfolojik Özellikleri ve Volkanolojisi, MTA Raporu Derleme No: 8973, Ankara, 11-45.

Baykal F, 2005. 1949 -1952, Kelkit-Şiran Bölgesinde Jeolojik Araştırmalar. MTA Raporu, Ankara

Bieniawski ZT, 1989. Engineering rock mass classifications, Wiley, New York, 264.

Birgili Ş, 1968. Muş bölgesi 1: 25 000 ölçekli J 48 d3, d4 ve Muş K 47 b2 paftalarının detay petrol etüdü hakkında rapor: MTA Rap. No:1707 (yayınlanmamış), Ankara.

Diğer A, 1969. Muş K 47 bo paftasının jeolojisi, MTA Rap. No:4575 (yayınlanmamış), Ankara.

DSİ 17. Bölge Müdürlüğü, 2011. Muş Bulanık Çalışması Mollakent Göleti ve Sulaması Ön İnceleme Raporu, Van, 18-29.

DSİ Birim Fiyat Cetveli, 2014. DSİ Genel Müdürlüğü Jeoteknik Hizmetler ve Yeraltı Suları Dairesi Başkanlığı, Ankara, 19-55.

DSİ Yer Bilimleri Jeoteknik Semineri Ders Notları, 2000. DSİ Genel Müdürlüğü, Ankara.

Elnaif S, 1969. Muş kuzey sahasının petrol etüdü raporu (1: 25 000 ölçekli Erzurum J 47 d4, Muş K 47 a1 K 47 a4 K 46 b3, K 46 b4, K 46 a3, K 47 a3, K47 d2, K 48 a4, K 48 d1, paftaları): MTA Rap. No:4296 (yayınlanmamış), Ankara.

Göncüoğlu C ve Turhan N, 1983. Geology of the Bitlis Metamorphic belt: Tekeli, O. ve Göncüoğlu, M.C., ed, Geology of Taurus Belt da., International Symposium 26-29 September, 1983, Ankara.

Güner Y, 1984. Nemrut yanardağının jeolojisi, jeomorfolojisi ve volkanizmasının evrimi: Jeomorfoloji Derg., 12:23-65.

- İlker S, 1967. Erzurum-Muş bölgesinde Karaköse J 48 a4 ve J 48 d. paftalarının 1: 25 000 ölçekli detay petrol etüdü hakkında rapor: MTA Rap. No:4177 (Petrol servisi Rap., 62), (yayımlanmamış), Ankara
- Kıraner F, 1957. Van bölgesi, Muş kuzeyi petrol jeolojisi inkişaf etüdü: MTA Rap. No: 2558 (yayımlanmamış), Ankara.
- Korkanç M, Çopuroğlu İ, 2006. Niğde Merkez Dikilitaş Sulama Göleti Durum Raporu. Rapor No: 1877-1994. Niğde Üniversitesi Müh. Mim. Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 13s.
- Menard L, 1975. Interpretation and Application of Pressuremeter Test Results, Soil-Soils Techniques, France.
- Özyeğin G, 1968. Muş bölgesi 1: 25 000 ölçekli Erzurum J 47 d3, Muş 47 a2 paftalarının detay petrol etüdü hakkında rapor: MTA Rap. No:4129 (yayımlanmamış), Ankara.
- Powell J J M, Morgenstren NR, 1985. The Use and Performance of Seepage Prediction Measures in Seepage and Leakage from Dams and Impoundments (edited by R.L. Volpe and W.E. Kelly) ASCE.
- Soytürk N, 1973. Murat baseni jeolojisi ve hidrokarbon imkân raporu: TPAO Rap. No: 791.
- Şaroğlu F ve Güner V, 1981. Doğu Anadolu'nun jeomorfolojik gelişmesine etki eden öğeler: jeomorfoloji, tektonik, volkanizma ilişkileri: Türkiye Jeol.Kur.Bült., 24:39-50.
- Şenel M, 2004. Batı Toroslar'daki Yeşilbarak Napının Stratigrafik ve Yapısal Özellikleri, GD Anadolu'daki ve Kuzey Kıbrıs'taki Benzer Birimlerle Karşılaştırılması, Maden Tetkik Arama Dergisi, 128:1-2.
- Şenel M ve Ercan T, 2002. 1/500 000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları Van Paftası, MTA Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Şengör AMC, 1980. Türkiye'nin neotektoniğinin esasları. Türkiye Jeol. Kur. Yayını, 40 s, Ankara.
- Şengör AMC ve Kidd WEF, 1979. Post-Collisional tectonics of the Turkish-Iranian plateau and comparison with Tibet: Tectonophysics, 55:361-376.

Şengör AMC ve Yılmaz Y, 1983. Türkiye'de Tetis'in evrimi: Levha tektoniği açısından bir yaklaşım: Türkiye Jeol.Kur. Yerbilimleri özel Dizisi, 1:75.

Tosun H, 2004. Baraj Mühendisliğinde Geoteknik-Geçirimli Zeminler ve İyileştirme Esasları, Türkiye Mühendislik Haberleri, 430:38-47.

Ünal A, 1970. Muş bölgesi 1: 25 000 ölçekli Erzurum J 47 c4, Muş K 47 b4, c1, c2 paftalarının detay petrol etüdü: MTA Rap. No:4754 (yayınlanmamış), Ankara.

Ürgün S, 1961. Muş-Nazik gölü ve Murat nehri arasındaki sahanın detay jeolojisi: MTA Petrol Dairesi Rap. No:34, (yayınlanmamış), Ankara.



ÖZGEÇMİŞ

1987 yılında Mardin'in Midyat ilçesinde doğdu. İlköğretimi Diyarbakır Huzurevleri İlköğretim Okulu'nda ve liseyi Diyarbakır Atatürk Lisesi'nde tamamladı. 2007 yılında kazandığı Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'nden yatay geçiş yaparak Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümünü 2011 yılında tamamladı. DSİ 17. Bölge Müdürlüğü 172. Muş Şube Müdürlüğü'nde 2013 yılından itibaren inşaat mühendisi olarak çalışmakta. Evli ve 1 çocuk babasıdır.

Mihraç GEZER