

**T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BÜYÜKDERE SEL KAPANI PROJESİ JEOTEKNİK
İNCELEMESİ (İSTANBUL-ÇATALCA)**

Mehmet Ömer ANAR

**Danışman
Doç. Dr. Mehmet ÖZÇELİK**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ISPARTA - 2022**



© 2022 [Mehmet Ömer ANAR]

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	v
ÇİZELGELER DİZİNİ	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ	1
1.1. Amaç ve Kapsam	2
1.2. Proje Alanı	2
2. LİTERATÜR	4
3. MATERYAL VE YÖNTEM	7
3.1. Materyal	7
3.2. Yöntem.....	7
3.2.1. Temel Araştırma Sondajları	7
3.2.2. Yerinde (In-situ) Deneyleri	18
3.2.3. Laboratuvar Deneyleri	20
3.2.3.1. Elek Analizi.....	21
3.2.3.2. Su İçeriği	22
4. BULGULAR.....	24
4.1. Sel Kapanı ve Çevresinin Jeolojisi.....	24
4.1.1. Kırklareli Kireçtaşı (Tek).....	24
4.1.2. Örencik Kırıntılı Üyesi (Teoiö).....	25
4.1.3. İhsaniye Formasyonu (Teoi)	25
4.1.4. Alüvyon.....	26
4.2. Sel Kapanı Aks Yerinin Geçirimliliği.....	27
4.3. Sel Kapanı Aks Yerinin Duraylılığı.....	28
4.3.1. Örtü Birimleri ve Ayrışmış Kaya Türleri.....	28
4.3.2. Kaya Türleri	28
4.3.3. Taşıma Gücü	30
4.3.4. Oturma Miktarı.....	48
4.3.5. Sıvılaşma Potansiyeli	63
4.3.6. Şev Duraylılık Analizi.....	64
4.3.7. Kazı Sınıflaması	64
4.4. Göl Alanının Duraylılığı	65
4.5. Diğer Yapı Yerlerinin Duraylılığı	65
4.5.1. Dolusavak.....	65
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	70
KAYNAKLAR	74
ÖZGEÇMİŞ	76

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BÜYÜKDERE SEL KAPANI PROJESİ JEOTEKNİK İNCELEMESİ (İSTANBUL-ÇATALCA)

Mehmet Ömer ANAR

**Süleyman Demirel Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı**

Danışman: Doç. Dr. Mehmet ÖZÇELİK

Bu çalışmada, Büyükdere Sel Kapanı (Çatalca - İstanbul) aks yeri ve sanat yapısının inşaatı için uygun temel seviyesinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda; aks yerinde yapılacak 3-4-6 ve 8 m kazı derinlikleri için ayrı ayrı gövde yükleri hesaplanmıştır. Aks yerinde açılan temel sondaj kuyularından SK-3, SK-5 ve SK-6 numaralı kuyuların açımı sırasında 2.00 m'lik kademeler halinde toplam 30 adet presiyometre deneyi yapılmıştır. Presiyometre deneyinden elde edilen verilerinden yararlanılarak önerilen kazı derinlikleri için taşıma ve oturma hesaplamaları bilgisayar ortamında yapılarak en uygun temel seviyesi seçilmiştir. Ayrıca, kazı alanı içerisinde yapılacak palyeli kazılar için uygun şev açısının ve geometresinin belirlenmesi amacıyla laboratuvar deneylerinden elde edilen kohezyon (c) ve içsel sürtünme açısı (ϕ) değerleri kullanılmıştır. Elde edilen veriler doğrultusunda, Slide 5.0 programı kullanılarak şev analizi hesaplamaları yapılmıştır.

Yapılan tüm çalışmalar sonucunda aks yeri sol sahilde ve talvegde 8.00 m, aks yeri sağ sahilde 6 m temel kazı yapılması önerilmektedir. Yapılacak sıyirmalar sonucunda hesaplanan taşıma gücü değerleri; SK-3 no.lu kuyunun bulunduğu bölgede 4.17 kg/cm^2 olarak, SK-5 nolu kuyunun bulunduğu bölgede 4.73 kg/cm^2 olarak ve SK-6 nolu kuyunun bulunduğu bölgede 3.47 kg/cm^2 olarak tespit edilmiştir. Hesaplanan değerlerin kuyuların bulunduğu bölgedeki gövde yüklerini karşıladığı tespit edilmiştir. Bunun ile birlikte gövde altından bitkisel toprak ve ana kayanın yerinde ayrışması sonucu oluşan zayıf taşıma gücüne sahip birimler kaldırılarak maximum proje yükü altında zeminin taşıma ve oturma yönünden yeterli seviyede olduğu sonucuna varılmıştır. Şev analizi programı ile yapılan hesaplamalar sonucunda şev oranının 1.5/1 (yatay/düşey) şev eğiminde 4 m palye genişliği ve 5 m palye yüksekliğinde yapıldığı takdirde belirlenen şev geometresinin güvenli olduğu anlaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Sel Kapanı, Presiyometre, Şev Analizi, Taşıma Gücü.

2022, 76 sayfa

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

GEOTECHNICAL INVESTIGATION OF THE BÜYÜKDERE FLOOD TRAP PROJECT (ÇATALCA-ISTANBUL)

Mehmet Ömer ANAR

**Süleyman Demirel University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Geological Engineering**

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Mehmet ÖZÇELİK

The goal of this research is to determine the axis location of the Büyükdere Flood Trap (Çatalca – Istanbul) as well as the appropriate foundation level for the construction of the art structure. Body loads were calculated separately for the 3-4-6 and 8 m excavation depths to be made at the axle site in accordance with this purpose. A total of 30 pressuremeter tests were performed at 2.00 m levels during the drilling of the SK-3, SK-5, and SK-6 wells at the axis site. Using the pressuremeter test data, transportation and settlement calculations for the proposed excavation depths were performed in a computer environment, and the most appropriate foundation level was chosen. Furthermore, cohesion (c) and internal friction angle (ϕ) values obtained from laboratory tests were used to determine the appropriate slope angle and geometry for pier excavations to be made in the excavation area. The Slide 5.0 program was used to perform slope analysis calculations in accordance with the data obtained.

Based on the findings of all studies, a foundation excavation of 8.00 m on the left bank and thalweg at the axis site and 6 m on the right shore at the axis site is recommended. Values of bearing capacity calculated as a result of stripping It was determined to be 4.17 kg/cm² in the region surrounding the SK-3 well, 4.73 kg/cm² in the region surrounding the SK-5 well, and 3.47 kg/cm² in the region surrounding the SK-6 well. The calculated values have been determined to meet the body loads in the region where the wells are located. In addition, the units with weak bearing strength, which are formed as a result of the decomposition of the vegetative soil and bedrock under the body, were removed and it was concluded that the ground was at a sufficient level in terms of bearing and settlement under the maximum project load. As a result of the calculations made with the slope analysis program, it has been determined slope geometry is safe if the slope ratio is made at 1.5/1 (horizontal/vertical) slope, 4 m berth width and 5 m berth height.

Keywords: Flood Trap, Pressuremeter, Slope Analysis, Bearing Capacity.

2022, 76 pages

TEŞEKKÜR

Bu araştırma için bana yol gösteren, her türlü zorluğun üstesinden gelmeme yardımcı olan tecrübesi ile araştırmalarımın yön veren değerli Danışman Hocam Doç. Dr. Mehmet ÖZÇELİK'e teşekkürlerimi sunarım. Literatür araştırmalarımın yardımcı olan değerli mesai arkadaşım Yüksek İnşaat Mühendisi Ufuk YÜKSELER'e, arazi çalışmalarımın yardımlarını esirgemeyen Devlet Su İşleri 14. Bölge Müdürlüğü Jeoteknik Şube Müdürü Serkan DAĞLIOĞLU'na teşekkür ederim.

Tezimin her aşamasında bana anlayış ve gerekli sabrı gösteren, her zaman yanımda olan aileme ve eşime sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

Mehmet Ömer ANAR
İZMİR, 2022



ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 1.1. Çalışma alanı.....	3
Şekil 3.1. Sondajlardan alınan karot örnekleri	8
Şekil 3.2. Aks yeri sol sahilde açılan SK-1 no.lu temel sondaj kuyusu.....	9
Şekil 3.3. Aks yeri sol sahilde açılan SK-2 No.lu temel sondaj kuyusu	10
Şekil 3.4. Aks yeri sol sahilde açılan SK-3 No.lu temel sondaj kuyusu	12
Şekil 3.5. Aks yeri sol sahilde açılan SK-4 No.lu temel sondaj kuyusu	13
Şekil 3.6. Aks yeri talvegde açılan SK-5 No.lu temel sondaj kuyusu	14
Şekil 3.7. Aks yeri sağ sahilde açılan SK-6 No.lu temel sondaj kuyusu	16
Şekil 3.8. Dolusavak düşü havuzunda açılan DSK-1 No.lu temel sondaj kuyusu.....	17
Şekil 3.9. Menard Tipi Presiyometre Yapılışının Şematik Gösterimi	19
Şekil 4.1. Çalışma Alanının Genelleştirilmiş Stratigrafik Kesiti	26
Şekil 4.2. Zemin Cinslerine Göre k Sabitinin Hesaplanması.....	31
Şekil 4.3. Net Limit Basınçları Hesaplama Aralığı Şematik Gösterimi	32
Şekil 4.4. L/B Oranlarına Göre λ_c ve λ_d Değerlerini Gösteren Grafik.....	49
Şekil 4.5. Şev Duralılık Analizi	64

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 3.1. Büyükdere Sel Kapanı temel sondaj kuyu verileri	8
Çizelge 3.2. SK-1 Sondajı jeoteknik özellikleri.....	9
Çizelge 3.3. SK-2 Sondajı jeoteknik özellikleri.....	11
Çizelge 3.4. SK-3 Sondajı jeoteknik özellikleri.....	12
Çizelge 3.5. SK-4 Sondajı jeoteknik özellikleri.....	13
Çizelge 3.6. SK-5 Sondajı jeoteknik özellikleri.....	15
Çizelge 3.7. SK-6 Sondajı jeoteknik özellikleri.....	16
Çizelge 3.8. DSK-1 Sondajı jeoteknik özellikleri.....	17
Çizelge 3.9. Sel kapanı aks yeri pressiometre kuyularının yeri, derinlikleri ve deney sayıları	20
Çizelge 3.10. Laboratuvar deney sonuçları.....	21
Çizelge 4.1. Yeraltı su seviyesi derinlikleri ve kotları	27
Çizelge 4.2. Sel Kapanı aks yerindeki anakaya (Kıltaşı-Kumtaşı) için yapılan Kaya Kütlesi (RMR) Sınıflaması	29
Çizelge 4.3. Sel Kapanı aks yeri presiometre deney sayısı.....	33
Çizelge 4.4. SK-3 Kuyusu Presiyometre İle Taşıma Gücü Hesaplama Aşamaları (3 m için)	34
Çizelge 4.5. SK-3 Kuyusu Presiyometre İle Taşıma Gücü Hesaplama Aşamaları (4 m için)	35
Çizelge 4.6. SK-3 Kuyusu Presiyometre İle Taşıma Gücü Hesaplama Aşamaları (6 m için)	36
Çizelge 4.7. SK-3 Kuyusu Presiyometre İle Taşıma Gücü Hesaplama Aşamaları (8 m için)	37
Çizelge 4.8. SK-5 Kuyusu Presiyometre İle Taşıma Gücü Hesaplama Aşamaları (3 m için)	38
Çizelge 4.9. SK-5 Kuyusu Presiyometre İle Taşıma Gücü Hesaplama Aşamaları (4 m için)	39
Çizelge 4.10. SK-5 Kuyusu Presiyometre İle Taşıma Gücü Hesaplama Aşamaları (6 m için).....	40
Çizelge 4.11. SK-5 Kuyusu Presiyometre İle Taşıma Gücü Hesaplama Aşamaları 8 m için).....	41
Çizelge 4.12. SK-6 Kuyusu Presiyometre İle Taşıma Gücü Hesaplama Aşamaları (3 m için).....	42
Çizelge 4.13. SK-6 Kuyusu Presiyometre İle Taşıma Gücü Hesaplama Aşamaları (4 m için).....	43
Çizelge 4.14. SK-6 Kuyusu Presiyometre İle Taşıma Gücü Hesaplama Aşamaları (6 m için).....	44
Çizelge 4.15. SK-6 Kuyusu Presiyometre İle Taşıma Gücü Hesaplama Aşamaları (8 m için).....	45
Çizelge 4.16. Presiyometre ile taşıma gücü hesap sonuçları	46
Çizelge 4.17. İçsel Sürtünme Açısı değerlerine göre hesaplanan Taşıma Gücü Faktörleri.....	47
Çizelge 4.18. Terzaghi formülü kullanılarak hesaplanan taşıma gücü değerleri	47
Çizelge 4.19. Temel şekline göre λ_c ve λ_d değerleri	49
Çizelge 4.20. SK-3 için Kuyusu İçin Presiyometre İle Oturma Hesaplama Aşamaları (3 m için)	51

Çizelge 4.21. SK-3 için Kuyusu İçin Presiyometre İle Oturma Hesaplama	
Aşamaları (4 m için)	52
Çizelge 4.22. SK-3 için Kuyusu İçin Presiyometre İle Oturma Hesaplama	
Aşamaları (6 m için)	53
Çizelge 4.23. SK-3 için Kuyusu İçin Presiyometre İle Oturma Hesaplama	
Aşamaları (8 m için)	54
Çizelge 4.24. SK-5 için Kuyusu İçin Presiyometre İle Oturma Hesaplama	
Aşamaları (3 m için)	55
Çizelge 4.25. SK-5 için Kuyusu İçin Presiyometre İle Oturma Hesaplama	
Aşamaları (4 m için)	56
Çizelge 4.26. SK-5 için Kuyusu İçin Presiyometre İle Oturma Hesaplama	
Aşamaları (6 m için)	57
Çizelge 4.27. SK-5 için Kuyusu İçin Presiyometre İle Oturma Hesaplama	
Aşamaları (8 m için)	58
Çizelge 4.28. SK-6 için Kuyusu İçin Presiyometre İle Oturma Hesaplama	
Aşamaları (3 m için)	59
Çizelge 4.29. SK-6 için Kuyusu İçin Presiyometre İle Oturma Hesaplama	
Aşamaları (4 m için)	60
Çizelge 4.30. SK-6 için Kuyusu İçin Presiyometre İle Oturma Hesaplama	
Aşamaları (6 m için)	61
Çizelge 4.31. SK-6 için Kuyusu İçin Presiyometre İle Oturma Hesaplama	
Aşamaları (8 m için)	62
Çizelge 4.32. Presiyometre ile oturma hesap sonuçları	63
Çizelge 4.33. Sıvılaşma analizi sonuçları	63
Çizelge 4.34. Sel kapanı aks yeri kazı klasları/sınıflamaları	65
Çizelge 4.35. Terzaghi formülüne göre dolusavakta hesaplanan taşıma	
gücü değerleri	66
Çizelge 4.36. Dolusavak yapısı taşıma gücü değeri.....	67
Çizelge 4.37. Dolusavak yapı yeri oturma miktarı	68

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

B	Temel genişliği
c	Kohezyon
D _f	Temel derinliği
DSK	Dolusavak sondaj kuyusu
E	Elastisite modülü
E _c	Küresel bölgedeki eşdeğer elastisite modülü
E _d	Deviatrik Bölgedeki eşdeğer elastisite modülü
G _s	Güvenlik katsayısı
k	Temelin geometrik ve zemin özelliklerine bağlı taşıma gücü katsayısı
kg/cm ²	Kilogram/ santimetre kare
L	Boy
m	Metre
mm	Milimetre
N _c , N _q , N _γ	İçsel Sürtünme Açısı değerlerine göre hesaplanan Taşıma Gücü Faktörleri
PL	Plastik limit
P _L	Limit basınç
P _L [*]	Net limit basınç
P ₀	Deneyin yapıldığı seviyedeki yatay toprak basıncı
RMR	Kaya kütlesi sınıflaması
RQD	Kaya kalitesi özelliği
s	Oturma miktarı
SK	Sondaj kuyusu
V _m	Hacim değişimi
YASS	Yeraltı su seviyesi
φ	İçsel Sürtünme Açısı
q	İzin verilebilir taşıma gücü
q _a	Yapıdan zemine gelen taban basınç
q _{Beton} +q _{su}	Temel taban düzeyindeki efektif derinlik basıncı
q _e	Emniyetli taşıma gücü
q _{net}	Net taban basıncı
q ₀	Sürsaj yükü
W _n	Su içeriği
γ	Doğal birim hacim ağırlık
λ _d	Temel L/B oranına bağlı şekil faktörü
λ _c	Temel L/B oranına bağlı şekil faktörü

1. GİRİŞ

Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde hızlı nüfus artışı ve bazı bölgelerinde ciddi göç alımı nedeniyle şehirleşme ve betonlaşma orantısız bir şekilde artmaktadır. Özellikle planlanamayan kentleşme ve akarsu yataklarına yapılan kaçak yapılaşma akarsularda sıkça taşkınlara yol açmaktadır. Bunun dışında, kırsal bölgelerde yanlış tarım uygulamaları, akarsu yataklarından kontrolsüz malzeme alımı ve ormanların tahrip edilmesi nedeniyle aynı sorunlar meydana gelebilmektedir.

Akarsu yatağında meydana gelen taşkınların, ciddi can ve mal kayıplarına neden olması ülkemizde bu afetle mücadele amacıyla kamu kuruluşlarının ciddi çalışmaları bulunmaktadır. Bu çalışmaların bazıları afet sonucunda oluşan zarar bilançosunu azaltmaya yönelik kurtarıcı yardımlarken, bazıları ise afet önleyici planlama çalışmalarıdır. Planlama aşamalarında yapılan taşkın kontrolü yapıları tasarımında, kabul edilebilir ekonomik durumlar içerisinde kalmak şartıyla tekrür olasılığı yüksek olan taşkına en uygun korunma yöntemi seçilmelidir. Özellikle can kaybına yol açacak tehlike arz eden durumlarda ise maliyet ikinci plana atılmalıdır.

Taşkın önleyici yapılar genel olarak; akarsu düzenlemesi ile akarsu yatağının tabanını alçaltmak, akış hızlarını düşürmeye yönelik faaliyetler, taşkın sularını yargınlar veya taşkın kanalı ile bölmek, taşkın geciktirme havuzları, sel kapanları, barajlar ve regülatörler gibi akarsu düzenleyici yapıları ile biriktirme tesisleri oluşturmak veya taşkın pik debilerini azaltmak gibi pek çok yöntemle örneklendirilebilir. Bu çalışmada taşkın önleyici yapılardan sel kapanı sel sularını rezervuarda depolayarak yüksek akımı hafifleten ve derenin mansabında istenen miktarda kontrollü su bırakmak suretiyle, belirli bir zaman aralığında meydana gelen taşkın akışını daha uzun bir zaman dilimine yayarak taşkını kontrollü bir şekilde planlayarak yayılımı sağlayan ufak bir baraj tipidir.

1.1. Amaç ve Kapsam

Bu çalışmada; İstanbul ili Çatalca ilçesi sınırları içerisinde yer alan Büyükdere Sel Kapanı projesi kapsamında göl alanında depolanacak su ile membasında taşkın geciktirme amacıyla, Karaağaç deresi üzerinde yapılması planlanan sel kapanının aks yeri, göl alanı ile yakın çevresinin mühendislik jeolojisi yönünden araştırılması ve ilgili yapıların inşaatında çıkabilecek olası jeolojik-jeoteknik sorunların belirlenerek gerekli çözüm önerilerinin sunulması amaçlanmıştır. Bu amaç kapsamında yapılacak çalışmalarla projenin eksiklikleri giderilerek uygulama aşamasında karşılaşılabilecek tüm sorunların önüne geçilecektir.

1.2. Proje Alanı

Proje alanı, Marmara Bölgesinde İstanbul İli, Çatalca İlçesinde Başak Mahallesi'nin 1.0 km güneydoğusunda yer almaktadır. Proje sahasına ulaşım her mevsim kolaylıkla sağlanmaktadır. İnceleme alanı, 1/25000 ölçekli Kırklareli F20-b3 paftasında; İstanbul İli, Çatalca İlçesi sınırları içerisinde Kalfaköy ve Başak Köyleri arasında, Karaağaç Deresi üzerinde bulunmaktadır. Proje alanı, Marmara Bölgesinde İstanbul İli, Çatalca İlçesinde Kalfa Köyü'nün 3.90 km kuzeydoğusunda yer almaktadır.

Büyükdere Sel Kapanı, Q50, Q100, Q500 ve Q1000 yıl yinelenmeli taşkın debilerinin hacimlerini, sel kapanı rezervuarında depolayarak taşkınları daha uzun zamana yayarak düşürülmesi ve yağış havzasından gelebilecek rüsup hareketinin durdurulması için bir sel kapanı tesis edilmesi öngörülmektedir. (Şekil 1.1.).



Şekil 1.1. Çalışma alanı

2. LİTERATÜR

Arslan Vd. (2008), yaptıkları çalışmada Mersin İlindeki Bardat Göleti gövde temelindeki kayaçların kırıklık, kalite, yayılım gibi jeoteknik özelliklerini araştıran bir çalışma yapmışlardır. Yaptıkları bu çalışma sonucunda süreksizlikler incelenmiş ve bentin sağ sahilinde memba-mansap yönünde doğrultu atımlı sol yönlü bir fay saptanmıştır.

Usta Vd. (2004), yaptıkları çalışmada İstanbul Metrosu Yenikapı-Unkapanı arasında karşılaşılan zemin ve kaya ortamlarda gerçekleştirilen arazi ölçüm, gözlem ve deneyleri ile laboratuvar deneylerinin verilerini kullanarak güzergâhın mühendislik jeolojisi açısından değerlendirmesini yapmışlardır. Yaptıkları çalışma neticesinde tünel içi veya yüzey deformasyonların güzergâhta yer alan Güngören formasyonunun geçildiği kesimlerde stabilite ve yüzey yapılarının hasarı açısından sorun oluşturduğu ve başlangıçta öngörülen kazı ve destekleme projesine ilave önlem gerektiği görüşüne varmışlardır.

Ateş (2020), bu çalışmada Adana ili Aladağ ilçesi sınırları içerisinde yapılmakta olan Kasımlı Barajının jeolojik-jeoteknik özellikleri incelenmiştir. Sulama ve taşkın önleme amaçlı olarak planlanan barajın zemin malzemesi kil çekirdek dolgusuna uygun olmadığından yapılan çalışmalar sonucunda baraj tipi ön yüzü beton kaplamalı kaya dolgu olarak planlanmıştır.

Atalayman (2010), yapılan çalışmada Manisa ilinin Alaşehir ilçesinde yer alan Kavaklıdere Göleti'nin mühendislik jeolojisi özelliklerinin belirlenmesi ve göletin inşası esnasında karşılaşılabilecek sorunlar hakkında önerilerde bulunulması amaçlanmıştır. Yapılan arazi ve laboratuvar incelemeleri sonucunda, zeminin güçlendirilmesi şartıyla, çalışma alanında sulama amaçlı zonlu toprak dolgu tipinde bir göletin inşaa edilebilmesinin mümkün olunabileceği kanaatine varılmıştır.

Duygun ve Çetin (2008), yayınladıkları makalede Niğde Dikilitaş Göleti'nin rezervuar alanında hangi tür nedenden dolayı suyu tutamadıklarını saptamaya yönelik araştırma yapmışlardır. Yaptıkları araştırmalar neticesinde rezervuar alanında su

tutulmasına yönelik olarak kil örtü (Clay Blanket) yöntemi ile ıslah edilmesine karar verilmiştir.

Şen Vd. (1998), yaptıkları çalışmalarda Küçükçekmece-Çatalca dolayında Trakya Havzası doğusunun jeolojisi ve gelişimi hakkında yeni bulgular araştırmışlardır. Bu çalışmayla, Trakya havzası kuzey şelfinin devamı niteliğinde olduğu ortaya konulmuştur. Ayrıca önceki çalışmalarda Gürpınar Formasyonu olarak tanımlanan birimin (Sayar, 1977) Pınarhisar, Mezardere, Osmancık ve Danişment Formasyonlarından oluştuğu belirlenmiştir.

Kayabaşı (2014), bu çalışmada Kuloğlu regülatörü yerinde yapılan iki adet sondajda Menard presiyometre deneyleri yapılmış ve sonuçları değerlendirilmiştir. Proje alanında yer alan alüvyon biriminin homojen ve heterojen olduğu kabulü ile iki grup halinde oturma ve taşıma gücü hesaplamaları yapılmıştır. Yapılan hesaplamalar sonucunda temel alanını kaplayan alüvyonun tamamının kaldırılması önerilmiştir.

Yıldız (2013), yaptığı çalışmada önemli bir arazi deneylerinden olan Presiyometre Deneyinden elde edilen taşıma gücü değerinin diğer laboratuvar deney sonuçları ve bilgisayar yazılımları yardımıyla tahmin edilmesini incelemiştir. İnceleme sonucunda laboratuvar deney sonuçları ve presiyometre deney sonuçlarından elde edilen taşıma gücü değeri basit regresyon analizi yardımıyla karşılaştırılmış ve bilgisayar yardımıyla yaklaşık olarak taşıma gücünü tahmin etmiştir.

Gezer (2018), tez çalışması kapsamında Muş Bulanık Mollakent Göleti'nin aks yeri, göl alanı ve yakın çevresinin zemin özelliklerini araştırmış ve inşaat sırasında çıkabilecek olası geoteknik sorunların çözümüne yönelik çalışmalar yapmıştır. Yapılan çalışmalar neticesinde hesaplanan taşıma gücü proje yükünün üzerinde olduğu ve gölet yerindeki ana kaya yeterli taşıma gücüne sahip olduğu ayrıca aks yerinde ana kayayı oluşturan birimlerin litolojik özelliklerini de incelediğinde oturma, şişme ve sıvılaşma gibi sorunlarla karşılaşmayacağı sonucuna varmıştır.

Kayabaşı ve Gökçeoğlu 2012), yaptıkları çalışmada Mersin ili Kanalizasyon Projesi çalışmaları kapsamında planlanan arıtma tesisinin yer alacağı temel alanında yüzeyleyen kil biriminin taşıma gücü kapasitesi ve oturma miktarının belirlenmesine

yönelik hesaplamalar yapmışlar ve bu amaçla yaygın biçimde kullanılan diğer hesaplama yöntemleri ile karşılaştırmasını incelemişlerdir. Temelin taşıma gücü kapasitesi Presiyometre, Terzaghi, Hansen ve Mayerhoff yöntemleri ile hesaplandığında nispeten birbirlerine yakın değerler verirken sadece kohezyona bağlı hesaplama yapan Skempton Yöntemi ile en düşük değer elde etmişlerdir. Oturma miktarının belirlenmesine yönelik yapılan hesaplamalarda ise Presiyometre yöntemi en düşük değerleri vermiş olmakla birlikte, ani oturma ve konsolidasyon oturma değerleri nispeten daha yüksek çıkmıştır.

Soysal (2019), yaptığı çalışmada Yusufçam Göleti'nin aks yeri ve rezervuar alanının jeolojisine bağlı olarak jeomekanik ve hidrojeolojik problemleri üzerine odaklanmıştır. Yaptığı saha araştırmaları sırasında baraj eksenini boyunca açılan sondajlara dayanarak geoteknik bir en kesit oluşturmuş ve bu kesitte, yeraltı su seviyesi kaya kütlelerinin ayrışma derecesi, kaya kalitesi özelliği (RQD), geçirimsizlik değerleri ve geçirimsizliğe göre sınıflandırmasını vermiştir. Ayrıca yaptığı çalışmada Hoek-Brown yenilme kriteri kullanarak göl alanındaki farklı derecede ayrılmış kaya kütlelerinin dayanım ve deformasyon özelliklerini tespit etmiştir. Bu araştırma sonucunda gölet yerinde şev duraylılığı ve taşıma gücü problemi olmadığı ancak yeraltı su seviyesi ve kayaların geçirimsizlik değerleri dikkate alındığında sol sahilde rezervuar dışına su kaçma olasılığının bulunduğu sonucuna varmıştır.

Berber (2017), çalışmasında Balıkesir ili Bigadiç ilçesine bağlı Çağış köyünde yapılması planlanan Çağış Göleti'nin aks yeri ve rezervuar alanını mühendislik jeolojisi yönünden araştırmıştır. Araştırma kapsamında göletin üzerine inşaa edileceği dereden belli aralıklarla debi ölçümleri alarak jeolojik kesitlerle beraber olası su kaçaklarını tespit etmeye çalışmıştır. Kaçakların tespit edilmesine yönelik göl alanı, sağ ve sol sahilde olmak üzere üç hat üzerinde rezistivite ölçümleri yapılmıştır. Ayrıca aks yerinde açılan sondajların loglaması yapılarak birimleri tanımlamış ve RQD ölçümlerini gerçekleştirmiştir. Ayrıca Hoek-Brown yenilme ölçütü yöntemi kullanarak yamaç duraylılık analizi yapmıştır. Yapılan tüm çalışmalar sonucunda yamaçların duraylılığı olduğu, gölet alanında ise özellikle sağ sahilde su kaçağı problemi olduğu sonucuna varmıştır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

İstanbul-Çatalca'da bulunan Büyükdere Sel Kapanı Projesi Jeoteknik incelemesi amacıyla yapılan bu çalışma büro, arazi, laboratuvar ve değerlendirme çalışmaları olmak üzere 4 aşamada gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma kapsamında; 7 adet toplam 235.00 metre derinliğinde temel sondaj kuyusu açılmıştır. Açılan temel sondaj kuyularında, yerinde 30 adet presiyometre deneyi yapılmıştır. Ayrıca açılan temel sondaj kuyularından 16 adet karot numunesi alınıp laboratuvar ortamında gerekli deneyler yaptırılmıştır.

3.2. Yöntem

Yapılan yüksek lisans tezi dört aşamadan meydana gelmektedir. İlk aşamada inceleme bölgesinde yer alan birimler ile komşu çevrede varsa yapılan geçmiş dönemlere ait çalışmalar bulunarak bu alan hakkında ön bilgiler edinilmiştir. Devamında çalışma alanında, yapılması planlanan arazi etütleri (temel sondaj çalışmaları) tamamlanmıştır. Temel sondaj çalışmalarına devam ederken yerinde (in-situ) deneylerinden presiyometre deneyi yapılmıştır. Sondaj çalışmalarının tamamlanması sonucunda elde edilen karot numunelerden proje kazısına karşılık gelecek seviyelerden örnekler alınarak ilgili deneylere tabii tutulmak üzere Geolab İnş. Jeo. Hiz. Müh. San.ve Tic.Ltd. Şti. laboratuvarına gönderilmiştir. Laboratuvar ortamında deneye tabii tutulan numunelerden elde edilen sonuçlar büro ortamında değerlendirilerek zeminin taşıma, oturma, şişme, sıvılaşma gibi parametreleri belirlenerek tezin yazım aşaması ile tamamlanmıştır.

3.2.1. Temel Araştırma Sondajları

Proje yapımı aşaması mühendislik jeolojisi çalışmaları kapsamında, sel kapanı aks yerinde temel kaya olan birimleri ve zeminin jeoteknik özelliklerini, stabilitesini araştırmak amacıyla sel kapanı aks yerinde 7 adet olmak üzere toplam 235.00 m derinlikte temel sondaj kuyusu açılmıştır. Açılan temel sondaj kuyularının numaraları,

yerleri, koordinatları, kotları, derinlikleri ve yeraltısuyu seviyeleri Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Büyükdere Sel Kapanı temel sondaj kuyu verileri

Sondaj Kuyu No	Yeri	Koordinatları (UTM 6° ED-50)		Kotu (m)	Derinliği (m)	YASS (m)
		Kuzey (Y)	Doğu (X)			
SK-1	Aks Yeri Sol Sahil	4 575 872	621 154	29.00	30.00	3.30
SK-2	Aks Yeri Sol Sahil	4 575 874	621 210	26.70	30.00	3.00
SK-3	Aks Yeri Sol Sahil	4 575 877	621 290	21.00	30.00	3.10
SK-4	Aks Yeri Sol Sahil	4 575 878	621 341	20.30	40.00	2.00
SK-5	Aks Yeri Talveg	4 575 880	621 383	20.00	40.00	1.80
SK-6	Aks Yeri Sağ Sahil	4 575 882	621 419	27.50	40.00	1.80
DSK-1	Dolusavak	4 575 914	621 392	20.00	25.00	1.90
TOPLAM					235.00	

Açılan bütün temel sondaj kuyularında karotlu ilerleme yapılmıştır. Alınan karotlar üzerinde kaya kalitesi, ayrışma, çatlak sıklığına yönelik tanımlamalar yapılarak kuyu logları hazırlanmıştır. Zemin/temel kayanın taşıma gücünün ve oturma miktarlarının belirlenmesi amacıyla SK-3, SK-5 ve SK-6 no.lu temel sondaj kuyularında presiyometre deneyleri yapılmıştır. Sondaj sırasında alınan karot numunelerin muhafazası için karot sandığı kullanılmıştır (Şekil 3.1.). Sondaj çalışması tamamlanmasına müteakip kuyuda bulunan yeraltısuyu seviyesinin tespit edilmesi amacıyla kuyu boyunca PVC boru ile konularak yeraltısı seviyeleri periyodik olarak ölçülmüştür.



Şekil 3.1. Sondajlardan alınan karot örnekleri

Sel Kapanı projesi kapsamında açılan temel sondaj kuyularına ait ayrıntılı açıklamalar aşağıda sırasıyla verilmiştir.

SK-1 Nolu temel sondaj kuyusu aks yeri sol sahilinde 22.03.2019 ile 25.03.2019 tarihleri arasında, 29.00 m kotunda, 30.00 m derinliğinde 76 mm çapında düşey açılmıştır (Şekil 3.2.).



Şekil 3.2. Aks yeri sol sahilde açılan SK-1 no.lu temel sondaj kuyusu

Kuyuda geçilen birimlerin jeoteknik özellikleri Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.2. SK-1 Sondajı jeoteknik özellikleri

Kademe Derinlikleri (m)	Karot Verimi (%)	RQD (%)	Ayrışma Derecesi	Çatlak Sıklığı
0.00-1.50	66	-	-	-
1.50-3.00	66	-	-	-
3.00-4.50	40	-	-	-
4.50-6.00	50	-	-	-

Kademe Derinlikleri (m)	Karot Verimi (%)	RQD (%)	Ayrışma Derecesi	Çatlak Sıklığı
6.00-7.50	50	0	W2-W3	>50
7.50-9.00	50	25	W2-W3	10_50
9.00-10.50	50	0	W3-W4	>50
10.50-12.00	60	50	W2-W3	3_10
12.00-13.50	60	0	W3-W4	>50
13.50-15.00	45	10	W2-W3	3_10
15.00-16.50	60	40	W1-W2	3_10
16.50-18.00	40	30	W2-W3	3_10
18.00-19.50	66	65	W1-W2	3_10
19.50-21.00	40	0	W3-W4	>50
21.00-22.50	60	10	W3-W4	>50
22.50-24.00	60	16	W2-W3	10_50
24.00-25.50	70	66	W2-W3	10_50
25.50-27.00	60	60	W1-W2	1_3
27.00-28.50	55	20	W2-W3	10_50
28.50-30.00	70	30	W1-W2	3_10

SK-2 No.lu temel sondaj kuyusu, aks yeri sol sahilde, 25.03.2019 ile 27.03.2019 tarihleri arasında, 26.70 m kotunda, 30.00 m derinliğinde 76 mm çapında düşey açılmıştır (Şekil 3.3.).



Şekil 3.3. Aks yeri sol sahilde açılan SK-2 No.lu temel sondaj kuyusu

Kuyuda geçilen birimlerin jeoteknik özellikleri izelge 3.3'te verilmiştir.

Çizelge 3.3. SK-2 Sondajı jeoteknik zellikleri

Kademe Derinlikleri (m)	Karot Verimi (%)	RQD (%)	Ayrışma Derecesi	atlak Sıklığı
0.00-1.50	80	-	-	-
1.50-3.00	55	-	-	-
3.00-4.50	66	-	-	-
4.50-6.00	66	-	-	-
6.00-7.50	66	45	W1-W2	10_50
7.50-9.00	66	50	W1-W2	3_10
9.00-10.50	66	30	W2-W3	>50
10.50-12.00	35	20	W1-W2	3_10
12.00-13.50	30	0	W3-W4	>50
13.50-15.00	40	10	W2-W3	3_10
15.00-16.50	55	30	W1-W2	3_10
16.50-18.00	66	40	W2-W3	10_50
18.00-19.50	55	10	W2-W3	10_50
19.50-21.00	50	20	W2-W3	10_50
21.00-22.50	55	30	W2-W3	3_10
22.50-24.00	55	15	W3-W4	>50
24.00-25.50	66	60	W1-W2	3_10
25.50-27.00	55	10	W3-W4	>50
27.00-28.50	66	66	W1-W2	3_10
28.50-30.00	66	0	W3-W4	>50

SK-3 No.lu temel sondaj kuyusu aks yeri sol sahilde, 08.10.2018 ile 09.10.2018 tarihleri arasında, 21.00 m kotunda, 30.00 m derinliğinde 76 mm çapında dūřey açılmıştır. (şekil 3.4.).



Şekil 3.4. Aks yeri sol sahilde açılan SK-3 No.lu temel sondaj kuyusu

Kuyuda geçilen birimin sondajdan elde edilen jeoteknik özellikleri Çizelge 3.4'te verilmiştir.

Çizelge 3.4. SK-3 Sondajı jeoteknik özellikleri

Kademe Derinlikleri (m)	Karot Verimi (%)	RQD (%)	Ayrışma Derecesi	Çatlak Sıklığı
0.00-2.00	100	-	-	-
2.00-4.00	100	-	-	-
4.00-6.00	100	-	-	-
6.00-8.00	100	55	W2-W3	10-50
8.00-10.00	100	50	W3-W4	10-50
10.00-12.00	100	95	W1-W2	3-10
12.00-14.00	100	80	W1-W2	3-10
14.00-16.00	100	90	W1-W2	3-10
16.00-18.00	100	95	W1-W2	3-10
18.00-20.00	100	80	W1-W2	3-10
20.00-22.00	100	70	W1-W2	10-50
22.00-24.00	100	90	W1-W2	3-10
24.00-26.00	100	80	W1-W2	3-10
26.00-28.00	100	95	W1-W2	3-10
28.00-30.00	100	70	W1-W2	3-10

SK-4 No.lu temel sondaj kuyusu aks yeri sol sahilde, 02.10.2018 ile 03.10.2018 tarihleri arasında, 20.30 m kotunda, 40.00 m derinliğinde 76 mm çapında düşey açılmıştır (Şekil 3.5.).



Şekil 3.5. Aks yeri sol sahilde açılan SK-4 No.lu temel sondaj kuyusu

Kuyuda geçilen birimlerin jeoteknik özellikleri Çizelge 3.5’te verilmiştir.

Çizelge 3.5. SK-4 Sondajı jeoteknik özellikleri

Kademe Derinlikleri (m)	Karot Verimi (%)	RQD (%)	Ayrışma Derecesi	Çatlak Sıklığı
0.00-1.50	100	-	-	-
1.50-3.00	73	-	-	-
3.00-4.50	73	-	-	-
4.50-6.00	67	-	-	-
6.00-9.00	43	-	-	-
9.00-10.00	100	-	-	-
10.00-11.00	100	80	W1-W2	3-10
11.00-12.00	100	70	W1-W2	3-10
12.00-14.00	100	50	W1-W2	10-50
14.00-15.00	100	43	W1-W2	3-10
15.00-17.00	100	77	W1-W2	3-10

Kademe Derinlikleri (m)	Karot Verimi (%)	RQD (%)	Ayrışma Derecesi	Çatlak Sıklığı
17.00-19.00	100	49	W1-W2	10-50
19.00-20.00	100	70	W1-W2	3-10
20.00-22.00	100	70	W1-W2	3-10
22.00-23.00	100	80	W1-W2	3-10
23.00-25.00	100	75	W1-W2	3-10
25.00-27.00	100	61	W1-W2	3-10
27.00-29.00	100	75	W1-W2	3-10
29.00-30.00	100	48	W1-W2	3-10
30.00-31.00	100	63	W1-W2	3-10
31.00-33.00	100	67	W1-W2	3-10
33.00-35.00	100	68	W1-W2	3-10
35.00-37.00	100	58	W1-W2	3-10
37.00-39.00	100	52	W1-W2	3-10
39.00-40.00	100	90	W1-W2	3-10

SK-5 No.lu temel sondaj kuyusu aks yeri talvegde, 04.10.2018 ile 05.10.2018 tarihleri arasında, 20.00 m kotunda, 40.00 m derinliğinde 76 mm çapında düşey açılmıştır (Şekil 3.6.).



Şekil 3.6. Aks yeri talvegde açılan SK-5 No.lu temel sondaj kuyusu

Kuyuda geçilen birimlerin jeoteknik özellikleri izelge 3.6’da verilmiştir.

Çizelge 3.6. SK-5 Sondajı jeoteknik zellikleri

Kademe Derinlikleri (m)	Karot Verimi (%)	RQD (%)	Ayrışma Derecesi	atlak Sıklığı
0.00-2.00	100	-	-	-
2.00-4.00	100	-	-	-
4.00-6.00	100	-	-	-
6.00-7.00	100	-	-	-
7.00-9.00	50	-	-	-
9.00-10.00	100	30	W3-W4	10-50
10.00-12.00	100	40	W3-W4	10-50
12.00-13.00	100	42	W2-W3	10-50
13.00-15.00	100	38	W2-W3	10-50
15.00-17.00	100	65	W1-W2	3-10
17.00-18.00	100	80	W1-W2	3-10
18.00-20.00	100	75	W1-W2	3-10
20.00-21.00	100	90	W1-W2	3-10
21.00-23.00	100	88	W1-W2	3-10
23.00-25.00	100	58	W1-W2	10-50
25.00-27.00	100	75	W1-W2	3-10
27.00-29.00	100	60	W1-W2	3-10
29.00-30.00	100	100	W1-W2	1-3
30.00-32.00	100	63	W1-W2	3-10
32.00-33.00	100	58	W1-W2	3-10
33.00-35.00	100	64	W1-W2	3-10
35.00-37.00	100	65	W1-W2	3-10
37.00-38.00	100	91	W1-W2	1-3
38.00-40.00	80	50	W1-W2	3-10

SK-6 No.lu temel sondaj kuyusu aks yeri sağ sahilde, 06.10.2018 ile 07.10.2018 tarihleri arasında, 27.50 m kotunda, 40.00 m derinliğinde 76 mm çapında düşey açılmıştır (şekil 3.7.).



Şekil 3.7. Aks yeri sağ sahilde açılan SK-6 No.lu temel sondaj kuyusu

Kuyuda geçilen birimlerin sondajdan elde edilen jeoteknik özellikleri Çizelge 3.7’de verilmiştir.

Çizelge 3.7. SK-6 Sondajı jeoteknik özellikleri

Kademe Derinlikleri (m)	Karot Verimi (%)	RQD (%)	Ayrışma Derecesi	Çatlak Sıklığı
0.00-2.00	100	-	-	-
2.00-4.00	100	-	-	-
4.00-6.00	100	-	-	-
6.00-8.00	100	87	W1-W2	3-10
8.00-10.00	100	69	W1-W2	3-10
10.00-12.00	100	34	W2-W3	10-50
12.00-15.00	33	0	W4-W5	>50
15.00-17.00	100	60	W1-W2	3-10
17.00-18.00	100	85	W1-W2	3-10
18.00-20.00	100	77	W1-W2	3-10
20.00-22.00	100	80	W1-W2	3-10
22.00-24.00	100	36	W2-W3	10-50
24.00-26.00	100	90	W1-W2	3-10
26.00-28.00	100	82	W1-W2	3-10
28.00-30.00	100	80	W1-W2	3-10

Kademe Derinlikleri (m)	Karot Verimi (%)	RQD (%)	Ayrışma Derecesi	Çatlak Sıklığı
30.00-32.00	100	78	W1-W2	3-10
32.00-34.00	100	74	W1-W2	3-10
34.00-36.00	100	70	W2-W3	3-10
36.00-38.00	100	90	W1-W2	3-10
38.00-40.00	100	90	W1-W2	3-10

DSK-1 No.lu temel sondaj kuyusu dolusavak düşü havuzunda, 01.10.2018 tarihinde, 20.00 m kotunda, 25.00 m derinliğinde 76 mm çapında düşey açılmıştır (Şekil 3.8.).



Şekil 3.8. Dolusavak düşü havuzunda açılan DSK-1 No.lu temel sondaj kuyusu

Kuyuda geçilen birimlerin jeoteknik özellikleri Çizelge 3.8’de verilmiştir.

Çizelge 3.8. DSK-1 Sondajı jeoteknik özellikleri

Kademe Derinlikleri (m)	Karot Verimi (%)	RQD (%)	Ayrışma Derecesi	Çatlak Sıklığı
0.00-1.50	80	-	-	-
1.50-3.00	80	-	-	-
3.00-4.50	100	-	-	-
4.50-6.00	93	-	-	-
6.00-7.50	100	20	W2-W3	10-50
7.50-9.00	100	0	W3-W4	10-50

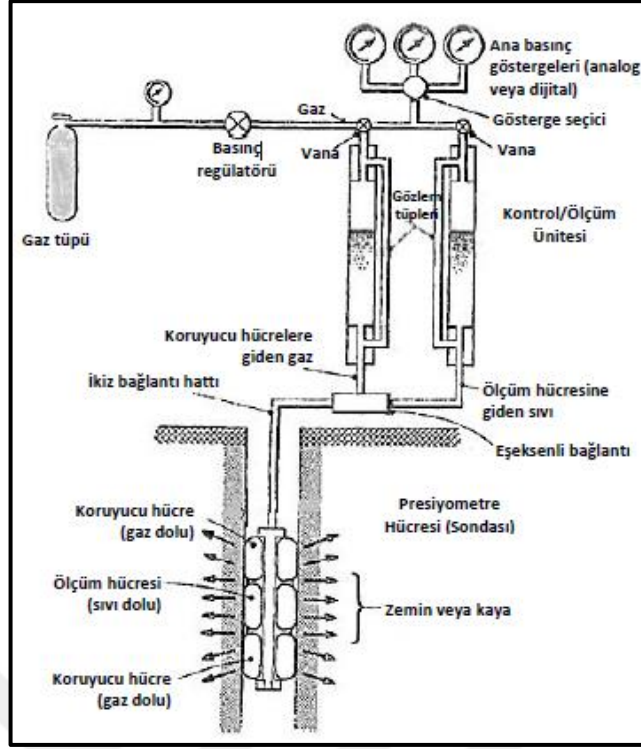
Kademe Derinlikleri (m)	Karot Verimi (%)	RQD (%)	Ayrışma Derecesi	Çatlak Sıklığı
9.00-10.00	100	13	W2-W3	10-50
10.00-12.00	100	50	W1-W2	10-50
12.00-13.50	100	20	W3-W4	10-50
13.50-15.00	100	90	W1-W2	3-10
15.00-16.50	100	7	W2-W3	10-50
16.50-18.00	100	40	W1-W2	10-50
18.00-20.00	90	67	W1-W2	3-10
20.00-21.00	70	0	W3-W4	10-50
21.00-22.00	100	77	W1-W2	3-10
22.00-24.00	100	75	W1-W2	3-10
24.00-25.00	100	80	W1-W2	3-10

3.2.2. Yerinde (In-situ) Deneyleri

Temel sondaj çalışmaları sırasında zemin parametrelerini belirlemek amacıyla presiometre deneyi uygulanmıştır.

Presiometre Deneyi: İlk olarak Louis Menard tarafından 1956 yılında geliştirilmiş olup, temel prensibi zeminin basınç/deformasyon ilişkisini belirleyebilmektir. Bunun için, prob adı verilen ve iki lastik koruyucu hücre ile bunların arasında lastik bir ölçme hücresinden (presiometre) oluşan bir sonda kullanılır.

Presiometre deneyi sondaj işleminden hemen sonra yapılmalıdır. Yapılacak araştırmanın niteliğine bakılmaksızın derinliğin bir fonksiyonu olarak direnç parametrelerinin değişimlerinin daha ayrıntılı olarak kayıt edilebilmesi için deneyler sistematik olarak metre metre yapılmalıdır. Kural olarak etüt edilen üst yapının genişliğinin temel kazısından itibaren yaklaşık 1,5 katı derinliğe kadar sürekli olarak her metrede deney yapılmalıdır. Deney aralıkları zemin cinsine göre arttırılabilir (Şekil 3.9.).



Şekil 3.9. Menard Tipi Presiyometre Yapılışının Şematik Gösterimi (Menard, L. 1975)

Kalibrasyonu daha önce yapılmış olan prob test zonuna yani kuyu içine indirilir ve basınçlı hava (CO_2 , N, kuru hava vb.) ile şişirilir. Probun şişmesi dolayısı ile boşluğun genişlemesini sağlamak için gaz tüpünden dedantör yardımı ile ölçme hücresine eşit aralıklar ile (1, 2, 3 bar) arttırılan basınçlar uygulanır. Arttırılan her basınç seviyesinde, sabit bir zaman aralığına kadar (genellikle 1 dakika) beklenilir. Belirlenen bu zaman aralığında her basınç artışı (pm) için ölçme hücresindeki hacim değişimleri (V_m) volumetreden kaydedilir. Boşluk hacminde oluşan bu artış kuyunun yalnız radyal olarak genişlemesi şeklindedir. Bir deney zonuna en az 10 kademelik basınç uygulanır. Böylece bir deney yaklaşık olarak 10-15 dakika sürer. Bu ise kilde drenajsız, serbestçe drene olan kum ve çakılda ise drenajlı deney yapmak anlamına gelmektedir. Bir yapının inşasını, temel zemininde süratli, yani drenajsız bir yükleme durumu yaratacağının kabul edilebileceği hatırlanırsa sonuçların önemi kavranabilir. XY koordinat sisteminde, X eksenine arttırılan basınç kademelerini (kg/cm^2), Y ekseninde bu kademelerde oluşan hacim değişimlerini (cm^3) gösterecek şekilde basınç – deformasyon eğrisi çizilir.

Başlangıçtan sonra eğrinin ilk kırılma noktası, verilen basınç artması ile probun zemine oturmasını göstermekte olup bu noktanın apsisi zeminin P_i yatay içsel

basıncına tekabül eder. Daha sonra eğri lineer artış gösterir. Eğrinin bu kısmı “Psüdo-elastik Safhayı” oluşturur. Bu safhadan sonra eğri yükselmeye başlar ve PL (Limit basınç) ile tariflenen sınır basıncına asimtotik olur. Bu safhaya da “Plastik Safha” denir. Limit basınç (PL) hacim artışlarının sonsuza vardığı noktadır ki, zeminin teorik olarak “Nihai Taşıma Gücü” ne tekabül eder. 30 ve 60 saniyelik aralıklarda hacim değişimleri aynı grafikte gösterilerek “Akma Eğrisi” (Creep Curve) elde edilir. Akma eğrisini yukarıya doğru kırıldığı nokta PF akma basıncıdır. Genellikle psödo-elastik safhanın üst sınırına karşılık gelir (Gümüş, 2010).

Deney sonuçları, özellikle çok yumuşak kil ve çok gevşek kum zeminlerde açılan sondaj kuyularında meydana gelen örselenmelerden olumsuz etkilenebilir. Bu durum tamamen göz ardı edilmemekle beraber, son yıllarda geliştirilen kendi kuyusunu delebilen presiyometre deney düzenekleri sayesinde hata miktarları çok aza indirilebilmektedir.

Sel kapanı aks yerinde zemin/anakayanın taşıma gücünün ve inşaat sonrası olabilecek oturma miktarlarının belirlenmesi amacıyla, 3 adet temel sondaj kuyusunda (SK-3, SK-5 ve SK-6) her 2 metrede bir olmak üzere toplam 30 adet presiyometre deneyi yapılmıştır. Proje yapımı aşamasında yapılan presiyometre deneylerinin yeri, derinlikleri ve sayıları Çizelge 3.9’da verilmiştir.

Çizelge 3.9. Sel kapanı aks yeri pressiometre kuyularının yeri, derinlikleri ve deney sayıları

BÜYÜKDERE SEL KAPANI PRESİYOMETRE DENEYLERİ			
Kuyu No	Yeri	Derinlik (m)	Deney Sayısı (adet)
SK-3	Aks Yeri Sol Sahil	20.00	10
SK-5	Aks Yeri Talveg	20.00	10
SK-6	Aks Yeri Sağ Sahil	20.00	10
TOPLAM			30

3.2.3. Laboratuvar Deneyleri

Zeminlerin dayanım parametrelerini belirlemek amacıyla açılan temel sondaj kuyularının belirli derinliklerinden alınan karot numuneleri üzerinde “Su içeriği,

Doğal Birim Hacim Ağırlık, Elek Analizi, Atterberg Limitleri ve Zeminde Direkt Kesme” deneyleri yapılmıştır (Çizelge 3.10.).

Çizelge 3.10. Laboratuvar deney sonuçları

NUMUNE / SAMPLE			SU MUHTEVASI MOISTURE CONTENT	DOĞAL BİRİM HACİM KÜTLE NATURAL UNIT	ATTERBERG (KIVAM) LİMİTLERİ ATTERBERG LIMITS			ELEK ANALİZİ SIEVE ANALYSIS				ZEMİN SINIFI / CLASS (TS 1500)	DİREK KESME DENEYİ DIRECT SHEAR TEST		
SONDAJ BOREHO LE	NUMUNE NO SAMPLE NO	DERİNLİK (m) DEPTH						ÇAKIL / Gravel	KUM / Sand	SİLT / Silt	KİL / Clay				
					W _n	Y _n	LL						PL	PI	
					%	Mg/m ³	%						%	%	%
DSK-1	CR-1	5,50-6,00	18,2	1,94	55,0	26,2	28,8	0,00	16,9	83,10	CH	39,7	13	UU	
	CR-2	6,80-7,00	21,2	1,89	59,5	28,3	31,2	4,40	10,1	85,40	CH	40,8	11	UU	
SK-1	CR-1	4,50-6,00	19,5	1,91	53,6	23,6	30,0	2,70	14,4	82,80	CH	36,4	13	UU	
	CR-2	7,90-9,00	24,4	1,87	58,4	26,7	31,8	0,60	7,00	92,40	CH	41,1	10	UU	
SK-2	CR-1	4,50-6,00	24,9	1,89	56,0	25,5	30,5	0,00	10,4	89,60	CH	43,7	9	UU	
	CR-2	7,90-9,00	20,8	1,87	54,8	23,2	31,5	1,60	14,0	84,40	CH	38,5	11	UU	
SK-3	CR-1	4,80-5,00	19,9	1,92	54,7	24,3	30,3	0,00	24,1	75,90	CH	32,6	14	UU	
	CR-2	5,40-5,50	21,0	1,90	55,7	25,9	29,8	0,00	13,9	86,10	CH	34,7	12	UU	
	CR-3	7,40-7,50	16,3	1,93	53,1	23,6	29,5	0,00	22,1	77,90	CH	35,1	13	UU	
SK-4	CR-1	5,90-6,00	26,4	1,92	55,4	24,6	30,8	0,00	20,3	79,70	CH	30,7	9	UU	
	CR-2	10,20-10,80	23,8	1,90	56,2	26,7	29,5	0,00	7,80	92,20	CH	42,3	10	UU	
SK-5	CR-1	7,50-7,60	25,9	1,87	58,2	27,5	30,7	0,00	13,1	86,90	CH	34,4	9	UU	
	CR-2	11,40-11,50	20,9	1,89	56,3	26,5	29,8	0,00	12,0	88,00	CH	40,6	11	UU	
	CR-3	13,40-13,50	23,1	1,88	55,2	25,3	29,9	0,00	6,90	93,10	CH	36,6	9	UU	
SK-6	CR-1	5,50-6,00	20,2	1,90	53,4	24,4	29,0	0,00	17,5	82,50	CH	37,8	11	UU	
	CR-2	6,00-6,50	22,5	1,91	54,9	23,9	31,0	0,00	9,60	90,40	CH	41,5	10	UU	

3.2.3.1. Elek Analizi

Bu deney, tane çapı dağılımının bulunması için yıkamalı eleme metoduna göre yapılmaktadır. Deney sonuçları ile herhangi bir zeminde, ince kum boyutunda ve daha iri tanelerin tane çapı dağılımı belirlenir. Ayrıca, kil ve siltin toplam miktarı da hesaplanabilir.

Yarılanma veya çeyreklenme metodu ile numuneyi temsil edecek miktardaki deney numunesi alınır. Numune (105 ± 10) 0C’ lik etüvde 24 saat kurutulur ve toplam ağırlığı 0.01 g doğrulukla tartılır. Numune geniş bir tepsi içine serilir ve su ile örtülür. Kullanılan suyun her bir litresi için 2 g sodyum hekzametafosfat (NaPO₃) katılır.

Bunun nedeni parçacıkların üzerine yapışan ince malzemelerin yumuşaması içindir. Numune en az 1 saat süreyle ara sıra karıştırılarak su içinde bekletilir.

Tepsi içindeki deney numunesi ve su, yavaş yavaş No 200 (75 mm göz açıklıklı) eleğin üzerine aktarılır. İri tanelerin No 200 eleğe zarar vermemesi için No 200 eleğin üzerine daha büyük göz açıklıklı başka bir elek (No 40 veya No 10 gibi) konularak iri tanelerin bu eleğin altına geçmesi önlenir.

No 200 elekten geçemeyen iri taneler üzerindeki ince malzemelerden temizlenene kadar tel veya benzeri sert bir fırça ile fırçalanır. Temizlenen bu iri taneler yumuşak yapılı ise, temizleme işlemi sırasında kendi yapılarından parça kopmamasına özen gösterilmelidir. Bu işlem elekten geçen su hemen hemen duru olana kadar sürdürülür. No 200 elek üzerinde kalan malzeme tepsi veya porselen potalar içinde (105 ± 10) °C doğrulukla sıcaklık sağlayabilen etüvde 24 saat kurutulur.

Numune en büyük göz açıklığı en üstte olacak şekilde üst üste duran elek serisi üzerine bırakılır ve elekler numunenin düzensiz olarak yuvarlanacak biçimde hareket ettirilir. Eleme, sarsma makinesiyle yapılıyorsa, sarsma süresi en az 10 dakika olmalıdır. Her elekte kalan malzeme tartılır ve “Tane çapı dağılımı deneyi formu” na yazılır. (Özaydın, V. 2012)

3.2.3.2. Su İçeriği

Bu deney ile zemin numunesinin su miktarı belirlenerek, zeminin kuru birim ağırlığının yüzdesi olarak bulunur. Deney kabı ve kapağı iyice temizlenir, kurutulur ve tartılır, W1 olarak kaydedilir.

Su içeriği alınacak numuneden (ince taneli zeminden en az 30 g, orta taneli zeminden en az 300 g ve iri taneli zeminden en az 3 kg) alınır, kabın içine gevşek bir biçimde konularak, kapağı ile birlikte tartılır, W2.

Kabın kapağı açılarak, etüv içine konulur ve (105 ± 10) °C sıcaklıkta en az 24 saat veya değişmez ağırlığa gelene kadar kurutulur (numune jips ise, sıcaklık en fazla 80 C olmalıdır).

Etüv durdurularak, numuneler soğuyuncaya (oda sıcaklığına gelinceye) kadar uygun şekilde odada (ince ve orta taneli zeminlerin içerisine konulduğu kabın kapağı kapatılarak) veya desikatörde bekletilir. Numune soğuduktan sonra, kapağı ile birlikte tartılır, W3.

Deneyden elde edilen değerler “Su içeriği deneyi formu” na yazılır. Zeminin Su içeriği aşağıdaki eşitlikten hesaplanır; (Özaydın, V. 2012)



4. BULGULAR

4.1. Sel Kapanı ve Çevresinin Jeolojisi

Çalışma alanı, tektonik olarak İstanbul Zonunda bulunur. İnceleme alanında stratigrafik olarak yaşlıdan gence doğru şu birimler ayırt edilmiştir;

- Kırklareli Kireçtaşı (Tek)
- Örencik Kırıntılı Üyesi (Teoiö)
- İhsaniye Formasyonu (Teoi)
- Alüvyon (Qal)

Proje sahası ve yakın çevresinde oluşmuş jeolojik formasyonların konumları, litolojik ve fiziksel özellikleri aşağıda yaşlıdan gence doğru ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

4.1.1. Kırklareli Kireçtaşı (Tek)

Kumtaşı ve kıltaşı ara seviyeli, bol makro ve mikro fosilli kireçtaşlarından oluşan birim, beyaz, grimsi beyaz, sarımsı beyaz, krem renkli, bozuşma rengi, açık gri, gri, orta-kalın katmanlı, genelde hafif eğimli ya da yatay tabakalı, sert, fosilli ve kavraklı olduğu, kesimleri erime boşluklu, alt kesimlerinde killi, kumlu ve tekçe mercanlı, bol nümülit ve mikro fosilli, yer yer yama resif özelliğindeki resifal kireçtaşından oluşur. Kırklareli Kireçtaşı, Çatalca kuzeyi Domuzdere ile Muratbey köyü dolayında resifal kireçtaşları ile temsil olunmaktadır. Domuzdere kesitinde birim altta kumlu kireçtaşı, beyazımsı sarı renkli, gevşek dokulu, mikrofossilli, algli kireçtaşı şeklinde olup 40 m; üst seviyeler ise sert, sıkı dokulu, resifal özellikte olup 56 m kalınlıktadır. Çok iri nümülitler görülür.

Kırklareli kireçtaşının yaşı bütün araştırmacılar tarafından Eosen olarak kabul edilmiştir. Yalnız Kemper (1961)'in harita açıklamasında bu birim Priaboniyen - Sannuaziyen yaş menziline görülür. Pamir ve Baykal (1947) bu kireçtaşlarını Lütésiyen olarak göstermişlerdir. (Keskin, 1966)

4.1.2. Örencik Kırıntılı Üyesi (Teoiö)

İhsaniye Formasyonunun, beyaz, gri, mavimsi gri renkli, kumtaşı; beyaz, gri renkli, kumlu kireçtaşı; beyaz, kirli beyaz renkli marn, kireç tüfü ve tüfitli üst düzeyleri, Örencik üyesi olarak ayırtlanmıştır (Yurtsever ve diğ. (1991), Yıldırım ve Savaşkan (2002)).

İhsaniye Formasyonu dereceli olarak Örencik üyesine geçer. Birimin ayırımında kireç tüfü ve tüfit ayırtman olarak alınmıştır. Bazı yerlerde yanal ve düşey geçiş nedeniyle birimin sınırının çizilebilmesi zorlaşmıştır.

Egemen kaya türü, kumtaşı olmasına karşın, genellikle tane boyu çok küçüktür, yer yer kıltaşı ve silttaşı boyutundadır. İkinci egemen kaya türü kirli beyaz, grimsi yeşilimsi renkli marnlardır. Aralarında ve özellikle üst düzeylerde kirli beyaz, beyaz renkli kireç tüfü ve tüfit ile killi, gevşek dokulu kireçtaşı band ve mercikleri yer alır. Kireç tüfü ve tüfit, renk ve aşınma özelliği ile diğer kaya türlerinden kolaylıkla ayrılabilir. Yataya yakın bir eğimde olması nedeniyle çok yaygın yüzeyleyen, ince-orta tabakalı kireçtaşı, kireç tüfü, tüfit istifi fazlaca kalın değildir. Üyenin toplam kalınlığı 30-40 metre dolayındadır (Yurtsever ve diğ. (1991), Yıldırım ve Savaşkan (2002)).

4.1.3. İhsaniye Formasyonu (Teoi)

Birim Doust ve Arıkan (1974) tarafından, Pınarhisar Formasyonu'nun "İhsaniye Üyesi", daha sonraları Yurtsever ve diğ. (1991), Yıldırım ve Savaşkan (2002) tarafından "İhsaniye Formasyonu" adı altında incelenmiştir.

Karbonat çimentolu kumtaşı-çakıltaşı ara tabakalı, yer yer tuf seviyeli, killi kireçtaşı, marn, kumlu kireçtaşı ile kireçli miltaşı, kıltaşı, kumtaşı ve marnlar İhsaniye Formasyonu adı altında tanımlanmıştır.

İhsaniye Formasyonu kirli beyaz, açık gri renkli, lamelli branş fosilli, killi kireçtaşı; bej renkli, kavkı kırıklı miltaşı, silttaşı; sarımsı beyaz renkli kireçtaşı ve tüflerden oluşmaktadır. Birimin içinde ince ve orta tabakalı kumtaşı ve çakıltaşı seviyeleri yer

almaktadır. Genelde orta-kalın tabakalıdır. Yer yer taze yüzeyleri sarımsı beyaz, grimsi ve nadiren yeşilimsi beyaz, ayrışma yüzeyi kirli beyaz renkli, gevşek ve set konkresyonlu marn seviyeleri bol olarak izlenir. Çeşitli seviyelerinde ince-orta veya çok kalın tabakalı tüflere rastlanmaktadır. İhsaniye Formasyonunda ekinit, lamellibrans ve gastropod kavrı ve kalıpları gözlenmiştir.

İhsaniye Formasyonunun Üst Eosen-Alt Oligosen yaşında olabileceği kabul edilmiştir (Yıldırım ve Savaşkan (2002)).

4.1.4. Alüvyon

Çalışma alanının en genç oluşumları olan alüvyonlar vadi ve akarsu yataklarıyla, ova düzlüklerdeki çakıl, kum, kil depolanmalarıdır.

Proje sahası ve civarının genelleştirilmiş stratigrafik kesiti Şekil 4.1’de verilmiştir.

Üst Sistem	Sistem	Seri	Formasyon	Simge	Litoloji	Açıklamalar
SENOZOYİK	Tersiyer	Orta-Üst Eosen	Kuvaterner	Allüvyon	Qal	Çakıl, kum, kil, silt
			Örencik Kırmızı Üyesi	Teo1b		Beyaz kirli beyaz renkli, ince-orta tabakalı kumtaşı, marn, kumlu kireçtaşı, kireç tüfü, tüfit.
			İhsaniye Formasyonu	Teoi		Kirli beyaz, açık gri renkli, tuf ara seviyeli, ince-orta tabakalı killi kireçtaşı, kumlu kireçtaşı, marn, kilaşı, kumtaşı.
			Kırklareli Kireçtaşı	Tek		Beyaz-gri, yer yer sarı renkli, kumlu, killi, bol fosilli resifal kireçtaşı.

Şekil 4.1. Çalışma Alanının Genelleştirilmiş Stratigrafik Kesiti (MTA 1/100.000 Ölçekli Kırklareli C-6 Paftasında Bulunan Genelleştirilmiş Dikme Kesitten Sadeleştirilmiştir)

4.2. Sel Kapanı Aks Yerinin Geçirirliiği

Büyükdere Sel Kapanı projesi kapsamında yapılan temel sondaj kuyularında, İhsaniye Formasyonu'na ait kilitaşı-kumtaşı birimleri geçilmiştir. Sondaj sırasında geçilen birimlerin litolojik özellikleri ve sondaj sırasında suyun devirdaim yüzdesi göz önüne alındığında birimlerin geçirimsiz-az geçirimli özellikte olduğu tespit edilmiştir. Söz konusu yapının öncelikli amacı taşkın geciktirme olacağından dolayı aks boyunca açılan temel sondaj kuyularında basınçlı/basınçsız su testi yapılmamıştır.

Temel sondaj kuyularında, yeraltısı tablasının konumunun belirlenmesi amacıyla değişik tarihlerde yeraltısı seviyesi (YASS) ölçümleri yapılmıştır (Çizelge 4.1.). Yapılan ölçümlere göre sel kapanı aks yerinde yeraltı suyu akım yönü her iki sahilde yamaçtan dereye doğrudur.

Çizelge 4.1. Yeraltı su seviyesi derinlikleri ve kotları

Temel Sondajı				Yeraltısıyu Seviyesi (YASS)		
No	Yeri	Derinliği (m)	Kotu (m)	Ölçüm Tarihi	Derinliği (m)	Kotu (m)
SK-1	Aks Yeri Sol Sahil	30.00	29.00	28.03.2019	3.30	26.00
SK-2	Aks Yeri Sol Sahil	30.00	26.70	28.03.2019	3.00	23.70
SK-3	Aks Yeri Sol Sahil	30.00	21.00	10.10.2018	3.10	17.90
				28.03.2019	0.20	20.80
SK-4	Aks Yeri Sol Sahil	40.00	20.30	04.10.2018	2.00	18.30
				28.03.2019	0.30	20.00
SK-5	Aks Yeri Talveg	40.00	20.00	06.10.2018	1.80	18.20
				28.03.2019	0.30	19.70
SK-6	Aks Yeri Sağ Sahil	40.00	27.50	04.02.2018	1.80	25.70
				28.03.2019	0.70	26.80
DSK-1	Dolusavak	25.00	20.00	03.10.2018	1.90	18.10
				28.03.2019	0.70	19.30

4.3. Sel Kapanı Aks Yerinin Duraylılığı

4.3.1. Örtü Birimleri ve Ayrışmış Kaya Türleri

Büyükdere Sel Kapanı aks yerinde yapılan arazi gözlemlerine ve açılan temel sondajlarına göre, sel kapanı yerinde anakayayı Orta-Üst Eosen yaşlı İhsaniye Formasyonu'na ait kıltaşı-kumtaşı birimleri oluşturmaktadır. Bu birimin üzerinde anakayanın ayrışması sonucu oluşan tutturulmamış, gevşek dokulu, yer yer sıkı kil-silt birimleri ile bitkisel toprak bulunmaktadır.

Aks yerinde yapılan temel sondaj çalışmalarında sol sahilde ve talvegde 8.00 m derinliğinde, sağ sahilde ise 6.00 m derinliğinde ana kayanın yerinde ayrışması ile oluşan kil-silt birimleri geçilmiştir.

4.3.2. Kaya Türleri

Sel kapanı yerinde yapılan arazi gözlemlerine ve açılan temel sondajlarına göre, anakayayı Orta-Üst Eosen yaşlı İhsaniye Formasyonu'na ait kıltaşı-kumtaşı birimleri oluşturmaktadır.

Aks yerinde açılan temel sondajlarında geçilen kıltaşı-silttaşı birimi; gri renkli, az kırıklı çatlaklı, kırıklı, yer yer çok kırıklı çatlaklı, zayıf-orta kaya niteliğinde, RQD değerlerine göre çoğunlukla çok zayıf-zayıf, yer yer orta kaya niteliğindedir.

Büyükdere Sel Kapanı aks yerinde arazi gözlemlerine, açılan temel sondaj kuyu verilerine ve presiyometre deney sonuçlarına göre, sel kapanı yeri sol ve sağ sahil ile talvegde anakayayı oluşturan kıltaşı-kumtaşı birimi için yapılan “Kaya Kütlesi (RMR) Sınıflaması (Bieniawski, 1989)” verilmiştir (Çizelge 4.2.).

Çizelge 4.2. Sel Kapanı aks yerindeki anakaya (Kiltaşı-Kumtaşı) için yapılan Kaya Kütlesi (RMR) Sınıflaması (Bieniawski, 1989)

RMR KAYA KÜTLESİ SINIFLAMASI - Bieniawski, 1989 (KİLTAŞI-KUMTAŞI)										
A. SINIFLAMA PARAMETRELERİ VE PUANLARI										
1	Kaya malzemesi nin dayanımı	Nokta yükü dayanım indeksi	> 10 Mpa	4-10 Mpa	2-4 Mpa	1-2 Mpa	Düşük aralıklar için tek eksenli dayanım tercih edilir			Puanla ma
		Tek eksenli basınç dayanımı	> 250 Mpa	100-250 Mpa	50-100 Mpa	25-50 Mpa	5-25 M pa	1-5 Mp a	< 1 Mp a	
	Puan		15	12	7	4	2	1	0	0
2	Kaya kalitesi göstergesi, RQD (%)		90-100	75-90	50-75	25-50	< 25			Puanla ma
	Puan		20	17	13	8	3			13
3	Süreksizlik sıklığı		> 2 m	0.6 - 2 m	200 - 600 mm	60 - 200 mm	< 60 mm			Puanla ma
	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 eklemler	Yumuşak dolgu veya devamlı kaygan yüzeyler Kalınlık > 5mm veya Açıklık > 5mm veya Dolgu > 5mm Devamlı süreksizlikler			Puanla ma
	Puan		30	25	20	10	0			15
5	Yeraltı suyu	Tünelin 10m'lik kısmından gelen su	yok	< 10 lt/dk	10 - 25 lt/dk	25 - 125 lt/dk	> 125 lt/dk			15
		Eklemdeki su basıncı	0	0 - 0.1	0.1 - 0.2	0.2 - 0.5	< 0.5			
		En büyük asal gerilme								
		Genel koşullar	Tamamen kuru	Nemli	Islak	Damlama	Su akışı			10
	Puan		15	10	7	4	0			
B. TÜNELDE SÜREKSİZLİK EĞİM VE DOĞRULTUSUNUN ETKİSİ										
Doğrultu tünel eksenine dik					Doğrultu tünel eksenine paralel			Doğrultuy a bakılmaksı zın eğim 0°-20° arasında	Puanla ma	
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	Tüneller	0	-2	-5	-10	-12	
	Temeller	0	-2	-7	-15	-25	
	Şevler	0	-5	-25	-50	-60	-5
TOPLAM PUAN							38
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 kütlelerinin 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, q _a (ton/m ²)	600 - 440	440 - 280	280 - 135	135 - 45	45 - 30		

4.3.3. Taşıma Gücü

Presiyometre Verilerinden Taşıma Gücü Analizleri:

Zeminlerin taşıma gücü, presiyometre deneylerinden elde edilen Net Limit Basınç P_L^* değerleri kullanılarak, ampirik formüllerle hesaplanabilir. Presiyometre verileri kullanılarak taşıma gücünün hesaplanmasında kullanılan formüller aşağıda verilmiştir:

$$q = k \times (P_L - P_0) \text{ veya } q = k \times P_L^* \quad (4.1)$$

Burada;

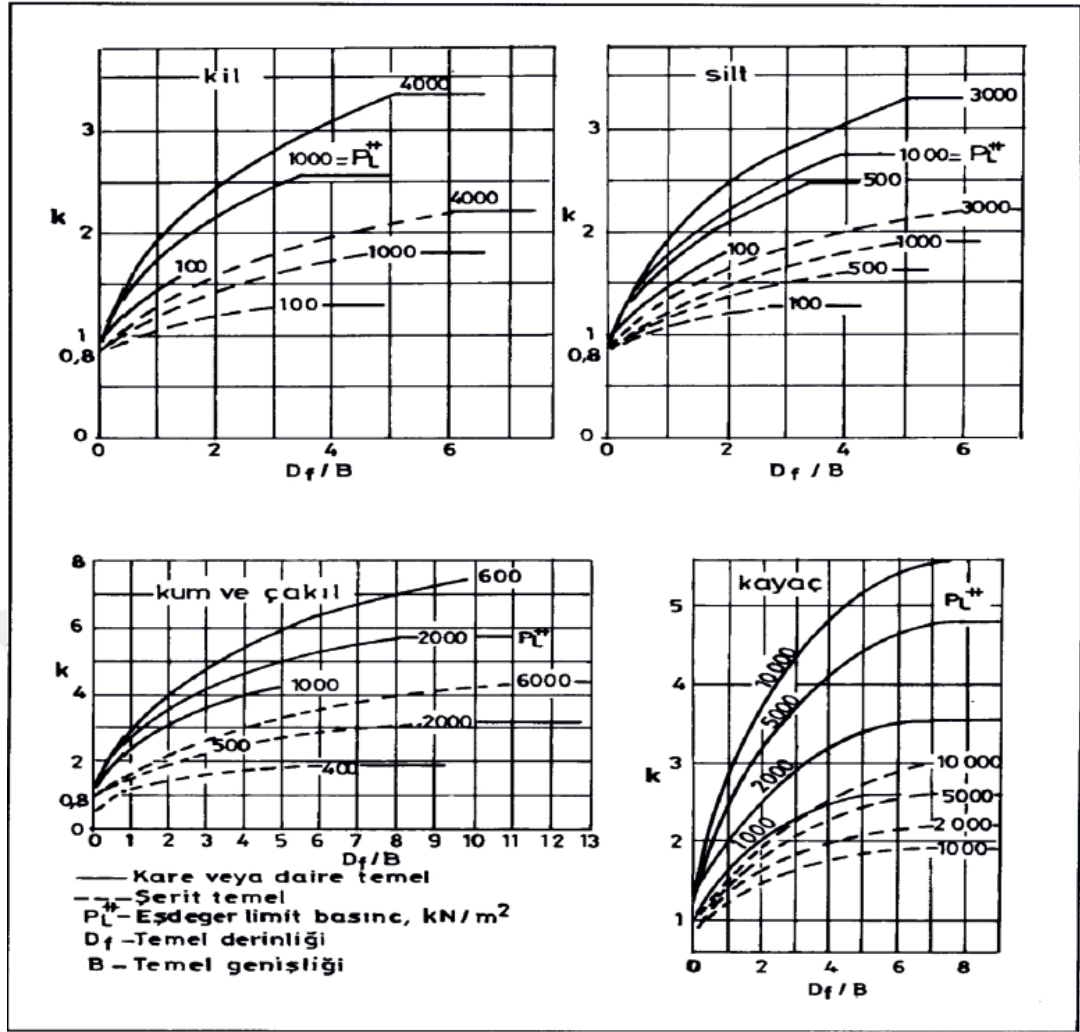
q : İzin verilebilir taşıma gücü

k : Temelin geometrik ve zemin özelliklerine bağlı taşıma gücü katsayısı (Şekil 4.2.)

P_L : Limit basınç

P_0 : Deneyin yapıldığı seviyedeki yatay toprak basıncı

P_L^* : Net limit basınç

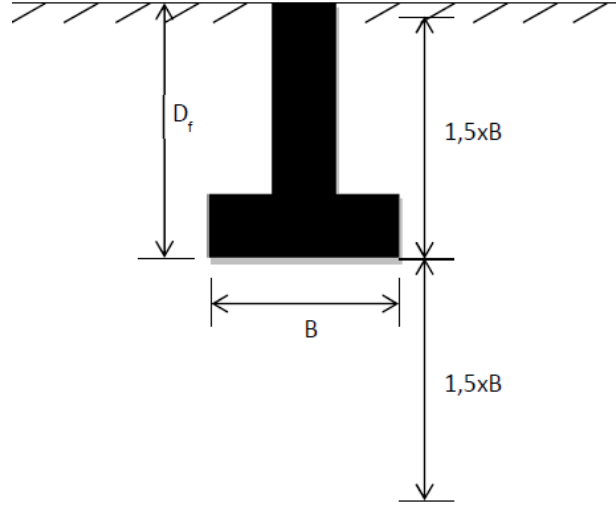


Şekil 4.2. Zemin Cinslerine Göre k Sabitinin Hesaplanması (Baquelin vd., 1978)

Taşıma gücü ve direnç değerleri derinliğe bağlı olarak değişen, tabakalı yapı gösteren temel zeminine yapının oturması durumunda, temel etki derinliği içerisindeki net limit basınç değerlerinin geometrik ortalamalarının alınması gerekmektedir. Bu durumda eşdeğer net limit basınçlar, temel etki derinlikleri aralığında kalan PL^* değerleri kullanılarak aşağıdaki formülden bulunur.

$$(P_L^*)_e = [(P_L^*)_1 \times (P_L^*)_2 \times (P_L^*)_3 \times \dots \times (P_L^*)_n]^{1/n} \quad (4.2)$$

Yukarıdaki eşitlikte verilmiş olan net limit basınç değerleri temel taban seviyesine göre, temel genişliğinin 1,5 katı üzerinde ve 1,5 katı altındaki bölgede kalan değerlerdir (Şekil 4.3.).



Şekil 4.3. Net Limit Basınçları Hesaplama Aralığı Şematik Gösterimi

$\pm 1,5B$ aralığındaki net limit basınçlar hesaplanırken;

(PL*)₁: Temel taban seviyesinin üzerinde $+3R$ ile $+R$ (R =Temel genişliği ($B/2$)) aralığında tespit edilen net limit basınç,

(PL*)₂: Temel taban seviyesinin üzerinde $+R$ ile $-R$ aralığında tespit edilen net limit basınç,

(PL*)₃: Temel taban seviyesinin üzerinde $-R$ ile $-3R$ aralığında tespit edilen net limit basınç,

değerlerine karşılık gelen limit basınç değerleri kullanılır.

Presiyometre Testlerinden Taşıma Gücü Hesapları

Sel Kapanı aks yerinde açılan SK-3, SK-5 ve SK-6 nolu sondaj kuyularının tamamında maksimum 20 m'ye varan derinliğe kadar presiyometre deneyleri yapılmıştır. Deneyler 2 m'lik kademeler halinde ilerlemeye paralel olarak uygulanmıştır.

Presiyometre deneylerinden taşıma gücü hesabı her bir kuyu için, ilgili kuyunun bulunduğu yerdeki temel derinliği, burada yapılacak olan yapı boyutları ve üzerine gelecek yükler ayrı ayrı düşünülerek hesaplamalar yapılmıştır. Gövde aksındaki

kuyularda yapılan presiyometre deneylerinin hesaplanmasında, yapı genişliği ve uzunluğu parametreleri, sel kapanı gövdesi maksimum kesitindeki genişlik (kret genişliği) baz alınarak yapılmıştır.

Aşağıda SK-3, SK-5, SK-6 numaralı temel sondaj kuyuları presiyometre deney verilerinden elde edilen Limit Basınç, Net Limit Basınç ve Menard Deformasyon Modülü yer almaktadır (Çizelge 4.3.).

Çizelge 4.3. Sel Kapanı aks yeri presiyometre deney sayısı

PRESİYOMETRE DENEYİ YAPILAN SONDAJ KUYULARI				PRESİYOMETRE DENEYİ SONUÇLARI				
Sondaj No	Yeri	Litoloji	YAS (m)	Deney Derinliği (m)	Limit Basınç P _L (kg/cm ²)	Net Limit Basınç P* _L (kg/cm ²)	Menard Deformasyon Modülü E _M (kg/cm ²)	E _M /P _L
SK-3	Aks Yeri Sol Sahil	0.00-4.50 m Alüvyon	3.10	0.00-2.00	2,80	2,67	45,45	17,02
		2.00-4.00		2,72	2,55	44,42	17,42	
		4.00-6.00		4,16	4,03	65,65	16,29	
		6.00-8.00		5,30	4,87	71,48	14,68	
		8.00-10.00		18,40	17,79	69,11	3,88	
		10.00-12.00		20,40	19,77	170,77	8,64	
		12.00-14.00		25,00	24,35	256,31	10,53	
		14.00-16.00		26,00	24,91	318,16	12,77	
		16.00-18.00		30,30	27,82	694,14	24,95	
		18.00-20.00		38,00	35,52	673,64	18,96	
SK-5	Aks Yeri Talveg	0.00-8.00 m Alüvyon	1.80	0.00-2.00	2,17	1,98	35,27	17,81
		2.00-4.00		3,10	2,76	44,45	16,11	
		4.00-6.00		6,47	6,15	74,41	12,10	
		6.00-8.00		9,65	8,85	77,12	8,71	
		8.00-10.00		20,20	19,90	115,03	5,79	
		10.00-12.00		20,40	20,08	120,28	5,99	
		12.00-14.00		20,80	20,46	124,22	6,07	
		14.00-16.00		29,00	28,20	187,29	6,65	
		16.00-18.00		30,40	29,60	269,73	9,12	
		18.00-20.00		30,80	30,00	228,20	7,61	
SK-6	Aks Yeri Sağ Sahil	0.00-6.00 m Alüvyon	1.80	0.00-2.00	1,92	1,82	26,60	14,61
		2.00-4.00		3,00	2,90	22,17	7,65	
		4.00-6.00		9,80	9,47	72,26	7,63	
		6.00-8.00		12,40	12,07	77,36	6,41	
		8.00-10.00		16,20	15,87	95,95	6,05	
		10.00-12.00		19,60	19,26	100,13	5,20	
		12.00-14.00		20,40	19,58	129,34	6,61	
		14.00-16.00		20,50	20,16	148,01	7,34	
		16.00-18.00		31,40	30,58	208,75	6,83	
		18.00-20.00		33,00	32,20	212,29	6,60	

Elde edilen sonuçlara göre; farklı temel derinlikleri baz alınarak hesaplanan taşıma gücü değerleri Çizelge 4.4. / Çizelge 4.15. arasında verilmiştir.

Çizelge 4.4. SK-3 Kuyusu Presiyometre İle Taşıma Gücü Hesaplama Aşamaları (3 m için)

SK-3 İÇİN PRESİYOMETRE İLE TAŞIMA GÜCÜ HESABI			
Derinlik	PL*	Plne	
1,7	2,67	PL1	=(PL1*PL2*PL3) ^(1/2) =(1*2.61*4.43) ^(1/2)
3,7	2,55	=(1) ^(1/1)	
5,7	4,03		
7,7	4,87		
9,7	17,79	1	
11,7	19,77	PL2	
13,7	24,35	=(2.67*2.55) ^(1/2)	
15,7	24,91		
17,7	27,82		
19,7	35,52	2,61	
		PL3	3,40
		=(4.03*4.87) ^(1/2)	
		4,43	
		k - Zemin Cinsine Bağlı Katsayı	0,95
		Gs - Güvenlik Katsayısı	3
		γ – Doğal Birim Hacim Ağırlık (g/cm³)	1,6
		Df - Temel Derinliği (m)	3
		B - Temel Genişliği (m)	4
		q0 - Sürsaj Yüğü (h*γ) kg/cm²	0,48
SIYIRMA KAZI YÜKÜ HARIÇ TAŞIMA GÜCÜ			
		qall (kg/cm²)	=P _{lne} *k/Gs
			1,08
SIYIRMA KAZISI YÜKÜ DAHİL TAŞIMA GÜCÜ			
		qall (kg/cm²)	=(q0+(P _{lne} *k/Gs)
			1,56
İLGİLİ ALANDAKİ GÖVDE YÜKÜ (kg/cm²)			3,21
RİSKLİ			

Çizelge 4.5. SK-3 Kuyusu Presiyometre İle Taşıma Gücü Hesaplama Aşamaları
(4 m için)

SK-3 İÇİN PRESİYOMETRE İLE TAŞIMA GÜCÜ HESABI			
Derinlik	PL*	P _{lne}	
1,7	2,67	PL1	=(PL1*PL2*PL3) ^(1/3) =(2.67*3.21*9.31) ^(1/3)
3,7	2,55	=(2,67) ^(1/1)	
5,7	4,03		
7,7	4,87		
9,7	17,79	2,67	
11,7	19,77	PL2	
13,7	24,35	=(2.55*4.03) ^(1/2)	
15,7	24,91		
17,7	27,82		
19,7	35,52	3,21	
		PL3	4,30
		=(4.87*17,79) ^(1/2)	
		9,31	
		k - Zemin Cinsine Bağlı Katsayı	0,92
		G _s - Güvenlik Katsayısı	3
		γ – Doğal Birim Hacim Ağırlık (g/cm ³)	1,6
		D _f - Temel Derinliği (m)	4
		B - Temel Genişliği (m)	4
		q ₀ - Sürsaj Yüğü (h*γ) kg/cm ²	0,64
		SIYIRMA KAZI YÜKÜ HARİÇ TAŞIMA GÜCÜ	
		q _{all} (kg/cm ²)	=P _{lne} *k/G _s
			1,32
		SIYIRMA KAZISI YÜKÜ DAHİL TAŞIMA GÜCÜ	
		q _{all} (kg/cm ²)	=(q ₀ +(P _{lne} *k/G _s)
			1,96
İLGİLİ ALANDAKİ GÖVDE YÜKÜ (kg/cm ²)			3,32
RİSKLİ			

Çizelge 4.6. SK-3 Kuyusu Presiyometre İle Taşıma Gücü Hesaplama Aşamaları
(6 m için)

SK-3 İÇİN PRESİYOMETRE İLE TAŞIMA GÜCÜ HESABI			
Derinlik	PL*	Plne	
1,7	2,67	PL1	$=(PL1*PL2*PL3)^{(1/3)}$ $=(1.72*4.74*16.14)^{(1/3)}$
3,7	2,55	$=(2.67*2.55)^{(1/2)}$	
5,7	4,03		
7,7	4,87		
9,7	17,79	2,61	
11,7	19,77	PL2	
13,7	24,35	$=(4.03*4.87)^{(1/2)}$	
15,7	24,91		
17,7	27,82		
19,7	35,52	4,43	
		PL3	6,01
		$=(17.79*19.77)^{(1/2)}$	
		18,75	
		k - Zemin Cinsine Bağlı Katsayı	1,00
		Gs - Güvenlik Katsayısı	3
		γ – Doğal Birim Hacim Ağırlık (g/cm³)	1,6
		Df -Temel Derinliği (m)	6
		B - Temel Genişliği (m)	4
		q0 - Sürsaj Yüğü (h*γ) kg/cm²	0,96
SIYIRMA KAZI YÜKÜ HARİÇ TAŞIMA GÜCÜ			
		qall (kg/cm²)	=P _{lne} *k/Gs
			2,00
SIYIRMA KAZISI YÜKÜ DAHİL TAŞIMA GÜCÜ			
		qall (kg/cm²)	=(q0+(P _{lne} *k/Gs)
			2,96
İLGİLİ ALANDAKİ GÖVDE YÜKÜ (kg/cm²)			3,54
RİSKLİ			

Çizelge 4.7. SK-3 Kuyusu Presiyometre İle Taşıma Gücü Hesaplama Aşamaları
(8 m için)

SK-3 İÇİN PRESİYOMETRE İLE TAŞIMA GÜCÜ HESABI			
Derinlik	PL*	Plne	
1,7	2,67	PL1	$=(PL1*PL2*PL3)^{(1/3)}$ $=(3.21*9.31*21.94)^{(1/3)}$
3,7	2,55	$=(2.55*4.03)^{(1/2)}$	
5,7	4,03		
7,7	4,87		
9,7	17,79	3,21	
11,7	19,77	PL2	
13,7	24,35	$=(4.87*17.79)^{(1/2)}$	
15,7	24,91		
17,7	27,82		
19,7	35,52	9,31	
		PL3	8,68
		$=(19.77*24.35)^{(1/2)}$	
		21,94	
		k - Zemin Cinsine Bağlı Katsayı	1,00
		Gs - Güvenlik Katsayısı	3
		γ – Doğal Birim Hacim Ağırlık (g/cm³)	1,6
		Df - Temel Derinliği (m)	8
		B - Temel Genişliği (m)	4
		q0 - Sürsaj Yüğü (h*γ) kg/cm²	1,28
SIYIRMA KAZI YÜKÜ HARİÇ TAŞIMA GÜCÜ			
		qall (kg/cm²)	=Plne*k/Gs
			2,89
SIYIRMA KAZISI YÜKÜ DAHİL TAŞIMA GÜCÜ			
		qall (kg/cm²)	=(q0+(Plne*k/Gs)
			4,17
İLGİLİ ALANDAKİ GÖVDE YÜKÜ (kg/cm²)			3,77
RİSK YOK			

Çizelge 4.8. SK-5 Kuyusu Presiyometre İle Taşıma Gücü Hesaplama Aşamaları
(3 m için)

SK-5 İÇİN PRESİYOMETRE İLE TAŞIMA GÜCÜ HESABI			
Derinlik	PL*	P _{lne}	
1,7	1,98	PL1	=(PL1*PL2*PL3) ^(1/2) =(1*2.34*7.38) ^(1/2)
3,7	2,76	=(1) ^(1/1)	
5,7	6,15		
7,7	8,85		
9,7	19,9	1	
11,7	20,08	PL2	
13,7	20,46	=(1.98*2.76) ^(1/2)	
15,7	28,2		
17,7	29,6		
19,7	30,0	2,34	
		PL3	4,15
		=(6.15*8.85) ^(1/2)	
		7,38	
		k - Zemin Cinsine Bağlı Katsayı	0,95
		G _s - Güvenlik Katsayısı	3
		γ – Doğal Birim Hacim Ağırlık (g/cm³)	1,6
		D _f - Temel Derinliği (m)	3
		B - Temel Genişliği (m)	4
		q ₀ - Sürsaj Yüğü (h*γ) kg/cm²	0,48
		SIYIRMA KAZI YÜKÜ HARİÇ TAŞIMA GÜCÜ	
		q _{all} (kg/cm²)	=P _{lne} *k/G _s
			1,32
		SIYIRMA KAZISI YÜKÜ DAHİL TAŞIMA GÜCÜ	
		q _{all} (kg/cm²)	=(q ₀ +(P _{lne} *k/G _s)
			1,80
İLGİLİ ALANDAKİ GÖVDE YÜKÜ (kg/cm²)			3,48
RİSKLİ			

Çizelge 4.9. SK-5 Kuyusu Presiyometre İle Taşıma Gücü Hesaplama Aşamaları
(4 m için)

SK-5 İÇİN PRESİYOMETRE İLE TAŞIMA GÜCÜ HESABI			
Derinlik	PL*	Plne	
1,7	1,98	PL1	$=(PL1*PL2*PL3)^{(1/3)}$ $=(1,98*4.12*13.27)^{(1/3)}$
3,7	2,76	$=(1,98)^{(1/1)}$	
5,7	6,15		
7,7	8,85		
9,7	19,90	1,98	
11,7	20,08	PL2	
13,7	20,46	$=(2,76*6,15)^{(1/2)}$	
15,7	28,2		
17,7	29,6		
19,7	30,0	4,12	
		PL3	4,77
		$=(8.85*19,90)^{(1/2)}$	
		13,27	
		k - Zemin Cinsine Bağlı Katsayı	0,92
		Gs - Güvenlik Katsayısı	3
		γ – Doğal Birim Hacim Ağırlık (g/cm³)	1,6
		Df -Temel Derinliği (m)	4
		B - Temel Genişliği (m)	4
		q0 - Sürsaj Yüğü (h*γ) kg/cm²	0,64
		SIYIRMA KAZI YÜKÜ HARİÇ TAŞIMA GÜCÜ	
		qall (kg/cm²)	=P _{lne} *k/Gs
			1,46
		SIYIRMA KAZISI YÜKÜ DAHİL TAŞIMA GÜCÜ	
		qall (kg/cm²)	=(q0+(P _{lne} *k/Gs)
			2,10
İLGİLİ ALANDAKİ GÖVDE YÜKÜ (kg/cm²)			3,59
RİSKLİ			

Çizelge 4.10. SK-5 Kuyusu Presiyometre İle Taşıma Gücü Hesaplama Aşamaları
(6 m için)

SK-5 İÇİN PRESİYOMETRE İLE TAŞIMA GÜCÜ HESABI			
Derinlik	PL*	Plne	
1,7	1,98	PL1	=(PL1*PL2*PL3) ^(1/3) =(2.34*7.38*19.99) ^(1/3)
3,7	2,76	=(1.98*2.76) ^(1/2)	
5,7	6,15		
7,7	8,85		
9,7	19,9	2,34	
11,7	20,08	PL2	
13,7	20,46	=(6.15*8.85) ^(1/2)	
15,7	28,2		
17,7	29,6		
19,7	30,0	7,38	
		PL3	7,01
		=(19.90*20.08) ^(1/2)	
		19,99	
		k - Zemin Cinsine Bağlı Katsayı	1,00
		Gs - Güvenlik Katsayısı	3
		γ – Doğal Birim Hacim Ağırlık (g/cm³)	1,6
		Df - Temel Derinliği (m)	6
		B - Temel Genişliği (m)	4
		q0 - Sürsaj Yüğü (h*γ) kg/cm²	0,96
		SIYIRMA KAZI YÜKÜ HARİÇ TAŞIMA GÜCÜ	
		qall (kg/cm²)	=Plne*k/Gs
			2,34
		SIYIRMA KAZISI YÜKÜ DAHİL TAŞIMA GÜCÜ	
		qall (kg/cm²)	=(q0+(Plne*k/Gs)
			3,30
İLGİLİ ALANDAKİ GÖVDE YÜKÜ (kg/cm²)			3,81
RİSKLİ			

Çizelge 4.11. SK-5 Kuyusu Presiyometre İle Taşıma Gücü Hesaplama Aşamaları
(8 m için)

SK-5 İÇİN PRESİYOMETRE İLE TAŞIMA GÜCÜ HESABI			
Derinlik	PL*	Plne	
1,7	1,98	PL1	$=(PL1*PL2*PL3)^{(1/3)}$ $=(4.12*13.27*20.27)^{(1/3)}$
3,7	2,76	$=(2.76*6.15)^{(1/2)}$	
5,7	6,15		
7,7	8,85		
9,7	19,9	4,12	
11,7	20,08	PL2	
13,7	20,46	$=(8.85*19.90)^{(1/2)}$	
15,7	28,2		
17,7	29,6		
19,7	30,0	13,27	
		PL3	10,35
		$=(20.08*20.46)^{(1/2)}$	
		20,27	
		k - Zemin Cinsine Bağlı Katsayı	1,00
		Gs - Güvenlik Katsayısı	3
		γ – Doğal Birim Hacim Ağırlık (g/cm³)	1,6
		Df - Temel Derinliği (m)	8
		B - Temel Genişliği (m)	4
		q0 - Sürsaj Yüğü (h*γ) kg/cm²	1,28
		SIYIRMA KAZI YÜKÜ HARİÇ TAŞIMA GÜCÜ	
		qall (kg/cm²)	=P _{lne} *k/Gs
			3,45
		SIYIRMA KAZISI YÜKÜ DAHİL TAŞIMA GÜCÜ	
		qall (kg/cm²)	=(q0+(P _{lne} *k/Gs)
			4,73
İLGİLİ ALANDAKİ GÖVDE YÜKÜ (kg/cm²)			4,04
RİSK YOK			

Çizelge 4.12. SK-6 Kuyusu Presiyometre İle Taşıma Gücü Hesaplama Aşamaları
(3 m için)

SK-6 İÇİN PRESİYOMETRE İLE TAŞIMA GÜCÜ HESABI			
Derinlik	PL*	Plne	
1,7	1,82	PL1	$=(PL1*PL2*PL3)^{(1/2)}$ $=(1*2.30*10.69)^{(1/2)}$
3,7	2,90	$=(1)^{(1/1)}$	
5,7	9,47		
7,7	12,07		
9,7	15,87	1	
11,7	19,26	PL2	
13,7	19,58	$=(1.82*2.90)^{(1/2)}$	
15,7	20,16		
17,7	30,58		
19,7	32,2	2,30	
		PL3	4,96
		$=(9.47*12.07)^{(1/2)}$	
		10,69	
		k - Zemin Cinsine Bağlı Katsayı	0,95
		Gs - Güvenlik Katsayısı	3
		γ – Doğal Birim Hacim Ağırlık (g/cm³)	1,6
		Df - Temel Derinliği (m)	3
		B - Temel Genişliği (m)	4
		q0 - Sürsaj Yüğü (h*γ) kg/cm²	0,48
		SIYIRMA KAZI YÜKÜ HARİÇ TAŞIMA GÜCÜ	
		qall (kg/cm²)	=P _{lne} *k/Gs
			1,57
		SIYIRMA KAZISI YÜKÜ DAHİL TAŞIMA GÜCÜ	
		qall (kg/cm²)	=(q0+(P _{lne} *k/Gs)
			2,05
İLGİLİ ALANDAKİ GÖVDE YÜKÜ (kg/cm²)			2,62
RİSKLİ			

Çizelge 4.13. SK-6 Kuyusu Presiyometre İle Taşıma Gücü Hesaplama Aşamaları
(4 m için)

SK-6 İÇİN PRESİYOMETRE İLE TAŞIMA GÜCÜ HESABI			
Derinlik	PL*	Plne	
1,7	1,82	PL1	=(PL1*PL2*PL3) ^(1/3) =(1.82*5.24*13.84) ^(1/3)
3,7	2,90	=(1,82) ^(1/1)	
5,7	9,47		
7,7	12,07		
9,7	15,87	1,82	
11,7	19,26	PL2	
13,7	19,58	=(2.90*9,47) ^(1/2)	
15,7	20,16		
17,7	30,58		
19,7	32,2	5,24	
		PL3	5,09
		=(12,07*15,87) ^(1/2)	
		13,84	
		k - Zemin Cinsine Bağlı Katsayı	0,92
		Gs - Güvenlik Katsayısı	3
		γ – Doğal Birim Hacim Ağırlık (g/cm³)	1,6
		Df - Temel Derinliği (m)	4
		B - Temel Genişliği (m)	4
		q0 - Sürsaj Yüğü (h*γ) kg/cm²	0,64
		SIYIRMA KAZI YÜKÜ HARİÇ TAŞIMA GÜCÜ	
		qall (kg/cm²)	=P _{lne} *k/Gs
			1,56
		SIYIRMA KAZISI YÜKÜ DAHİL TAŞIMA GÜCÜ	
		qall (kg/cm²)	=(q0+(P _{lne} *k/Gs)
			2,20
İLGİLİ ALANDAKİ GÖVDE YÜKÜ (kg/cm²)			2,73
RİSKLİ			

Çizelge 4.14. SK-6 Kuyusu Presiyometre İle Taşıma Gücü Hesaplama Aşamaları
(6 m için)

SK-6 İÇİN PRESİYOMETRE İLE TAŞIMA GÜCÜ HESABI			
Derinlik	PL*	Plne	
1,7	1,82	PL1	$=(PL1*PL2*PL3)^{(1/3)}$ $=(2.30*10.69*17.48)^{(1/3)}$
3,7	2,90	$=(1.82*2.90)^{(1/2)}$	
5,7	9,47		
7,7	12,07		
9,7	15,87	2,30	
11,7	19,26	PL2	
13,7	19,58	$=(9.47*12.07)^{(1/2)}$	
15,7	20,16		
17,7	30,58		
19,7	32,2	10,69	
		PL3	7,54
		$=(15.87*19.26)^{(1/2)}$	
		17,48	
		k - Zemin Cinsine Bağlı Katsayı	1,00
		Gs - Güvenlik Katsayısı	3
		γ – Doğal Birim Hacim Ağırlık (g/cm³)	1,6
		Df - Temel Derinliği (m)	6
		B - Temel Genişliği (m)	4
		q0 - Sürsaj Yüğü (h*γ) kg/cm²	0,96
		SIYIRMA KAZI YÜKÜ HARİÇ TAŞIMA GÜCÜ	
		qall (kg/cm²)	=P _{lne} *k/Gs
			2,51
		SIYIRMA KAZISI YÜKÜ DAHİL TAŞIMA GÜCÜ	
		qall (kg/cm²)	=(q0+(P _{lne} *k/Gs)
			3,47
İLGİLİ ALANDAKİ GÖVDE YÜKÜ (kg/cm²)			2,96
RİSK YOK			

Çizelge 4.15. SK-6 Kuyusu Presiyometre İle Taşıma Gücü Hesaplama Aşamaları
(8 m için)

SK-6 İÇİN PRESİYOMETRE İLE TAŞIMA GÜCÜ HESABI			
Derinlik	PL*	P _{lne}	
1,7	1,82	PL1	=(PL1*PL2*PL3) ^(1/3) =(5.24*13.84*19.42) ^(1/3)
3,7	2,90	=(2.90*9.47) ^(1/2)	
5,7	9,47		
7,7	12,07		
9,7	15,87	5,24	
11,7	19,26	PL2	
13,7	19,58	=(12.07*15.87) ^(1/2)	
15,7	20,16		
17,7	30,58		
19,7	32,2	13,84	
		PL3	11,21
		=(19.26*19.58) ^(1/2)	
		19,42	
		k - Zemin Cinsine Bağlı Katsayı	1,00
		G _s - Güvenlik Katsayısı	3
		γ – Doğal Birim Hacim Ağırlık (g/cm ³)	1,6
		D _f - Temel Derinliği (m)	8
		B - Temel Genişliği (m)	4
		q ₀ - Sürsaj Yüğü (h*γ) kg/cm ²	1,28
		SIYIRMA KAZI YÜKÜ HARİÇ TAŞIMA GÜCÜ	
		q _{all} (kg/cm ²)	=P _{lne} *k/G _s
			3,74
		SIYIRMA KAZISI YÜKÜ DAHİL TAŞIMA GÜCÜ	
		q _{all} (kg/cm ²)	=(q ₀ +(P _{lne} *k/G _s))
			5,02
İLGİLİ ALANDAKİ GÖVDE YÜKÜ (kg/cm ²)			3,19
RİSK YOK			

Çizelge 4.16. Presiyometre ile taşıma gücü hesap sonuçları

Temel Derinliği		SK-3	Net Gövde Yüğü kg/cm ²	SK-5	Net Gövde Yüğü kg/cm ²	SK-6	Net Gövde Yüğü kg/cm ²
3 m	S. Kazı Yüğü Hariç	1,08	3,21	1,32	3,48	1,57	2,62
	S. Kazı Yüğü Dahil	1,56		1,80		2,05	
4 m	S. Kazı Yüğü Hariç	1,32	3,32	1,46	3,59	1,56	2,73
	S. Kazı Yüğü Dahil	1,96		2,10		2,20	
6 m	S. Kazı Yüğü Hariç	2,00	3,54	2,34	3,81	2,51	2,96
	S. Kazı Yüğü Dahil	2,96		3,30		3,47	
8 m	S. Kazı Yüğü Hariç	2,89	3,77	3,45	4,04	3,74	3,19
	S. Kazı Yüğü Dahil	4,17		4,73		5,02	

Ayrıca temel sondaj kuyusundan alınan numuneler üzerinde zeminde direkt kesme deneyleri yapılmış, deney sonuçlarına göre taşıma gücü hesabında aşağıdaki formül (Terzaghi, 1999) kullanılarak zeminin taşıma gücü hesaplanmıştır.

$$q_e = [q_a = c \times N_c + q \times N_q + \gamma \times (1/2) \times B \times N_\gamma] / G_s \quad (4.3)$$

Bu formülde:

q_e (kg/cm²) : Emniyetli Taşıma Gücü

q (kg/cm²) : İzin Verilebilir Taşıma Gücü

G_s : Deprem ivmesine göre belirlenen Güvenlik Katsayısı

c (kg/cm²) : Kohezyon

φ (°) : İçsel Sürtünme Açısı

N_c, N_q, N_γ : İçsel Sürtünme Açısı değerlerine göre hesaplanan Taşıma Gücü Faktörleri (Çizelge 4.17.)

q (kg/cm²) : $\gamma \times D_f =$ Örtü Sürsaj Yüğü

γ (kg/cm³) : Doğal Birim Hacim Ağırlık

D_f (cm) : Temel Kazı Derinliği

B (cm) : Temel Genişliği

Çizelge 4.17. İçsel Sürtünme Açısı değerlerine göre hesaplanan Taşıma Gücü Faktörleri (Das, 1999)

(ϕ^0)	N_c	N_q	N_γ	(ϕ^0)	N_c	N_q	N_γ
0	5,70	1,00	0,00	26	27,09	14,21	9,84
1	6,00	1,10	0,01	27	29,24	15,90	11,60
2	6,30	1,22	0,04	28	31,61	17,81	13,70
3	6,62	1,35	0,06	29	34,24	19,98	16,18
4	6,97	1,49	0,10	30	37,16	22,46	19,13
5	7,34	1,64	0,14	31	40,41	25,28	22,65
6	7,73	1,81	0,20	32	44,04	28,52	26,87
7	8,15	2,00	0,27	33	48,09	32,23	31,94
8	8,60	2,21	0,35	34	52,64	36,50	38,04
9	9,09	2,44	0,44	35	57,75	41,44	45,41
10	9,61	2,69	0,56	36	63,53	47,16	54,36
11	10,16	2,98	0,69	37	70,01	53,80	65,27
12	10,76	3,29	0,85	38	77,50	61,55	78,61
13	11,41	3,63	1,04	39	85,97	70,61	95,03
14	12,11	4,02	1,26	40	95,66	81,27	115,31
15	12,86	4,45	1,52	41	106,81	93,85	140,51
16	13,68	4,92	1,82	42	119,67	108,75	171,99
17	14,60	5,45	2,18	43	134,58	126,50	211,56
18	15,12	6,04	2,59	44	151,95	147,74	261,60
19	16,56	6,70	3,07	45	172,28	173,28	325,34
20	17,69	7,44	3,64	46	196,22	204,19	407,11
21	18,92	8,26	4,31	47	224,55	241,80	512,84
22	20,27	9,19	5,09	48	258,28	287,85	650,67
23	21,75	10,23	6,00	49	298,71	344,63	831,99
24	23,36	11,40	7,08	50	347,50	415,14	1072,80
25	25,13	12,72	8,34				

Yukarıdaki formül kullanılarak hesaplanan taşıma gücü değerleri Çizelge 4.18’de verilmiştir.

Çizelge 4.18. Terzaghi formülü kullanılarak hesaplanan taşıma gücü değerleri

Kuyu No	Derinlik	c (kg/cm ²)	ϕ (°)	q (kg/cm ²)	N_c	N_q	N_γ	q_a (kg/cm ²)	q_e (kg/cm ²)
SK-1	4,50-6,00	0,37	13	1,146	11,41	3,63	1,04	8,779	2,926
SK-1	7,50-9,00	0,42	10	1,683	9,61	2,69	0,56	10,534	3,511
SK-2	4,50-6,00	0,45	9	1,134	9,09	2,44	0,44	7,023	2,341
SK-2	7,50-9,00	0,39	11	1,683	10,16	2,98	0,69	9,235	3,078
SK-3	4,80-5,00	0,33	14	0,960	12,11	4,02	1,26	8,339	2,780
SK-3	5,40-5,50	0,35	12	1,045	10,76	3,29	0,85	7,527	2,509
SK-3	7,40-7,50	0,36	13	1,448	11,41	3,63	1,04	9,763	3,254
SK-4	5,90-6,00	0,31	9	1,152	9,09	2,44	0,44	5,797	1,932
SK-4	10,20-10,80	0,43	10	2,052	9,61	2,69	0,56	9,864	3,288
SK-5	7,50-7,60	0,35	9	1,421	9,09	2,44	0,44	6,813	2,271
SK-5	11,40-11,50	0,41	11	2,174	10,16	2,98	0,69	10,903	3,634
SK-5	13,40-13,50	0,37	9	2,538	9,09	2,44	0,44	9,721	3,240
SK-6	5,50-6,00	0,39	11	1,140	10,16	2,98	0,69	7,621	2,540
SK-6	6,00-6,50	0,42	10	1,242	9,61	2,69	0,56	7,589	2,529

4.3.4. Oturma Miktarı

Oturma miktarı presiyometre deneyinden elde edilen Elastisite modülü değerleri kullanılarak Clarke, 1995 tarafından verilmiş olan;

$$S = (2 / (9 \times E_d) \times [q_{net} \times B_0 \times (\lambda_d \times B / B_0)^a] + [\alpha / (9 \times E_c)] (q_{net} \times \lambda_c \times B)) \quad (4.4)$$

bağıntısı ile hesaplanmaktadır. Oturma hesaplarında kullanılan formüllerdeki değişkenlerin listesi aşağıda verilmiştir.

- s : Oturma miktarı ($D_f \geq B$)
E_d : Deviatorik Bölgedeki eşdeğer elastisite modülü
E_c : Küresel bölgedeki eşdeğer elastisite modülü
q_{net} : Net taban basıncı (q_a-q_{Beton}+S_u)
q_a : Yapıdan zemine gelen taban basıncı (max.)
q_{Beton}+q_{su}: Temel taban düzeyindeki efektif derinlik basıncı ($\gamma \times D_f$)
B₀ : Temel referans genişliği, Genellikle 60 cm alınır
B : Temel genişliği ya da çapı ($B \geq B_0$)
R : B/2
D_f : Temel derinliği
a : Zemin cinsine ve EM/PL* oranına bağlı katsayı
 λ_d : Temel L/B oranına bağlı şekil faktörü
 λ_c : Temel L/B oranına bağlı şekil faktörü

Formülde kullanılan α değeri ise zeminin içerdiği yapısal bozukluklar ve çatlaklara göre değişen bir parametre olup;

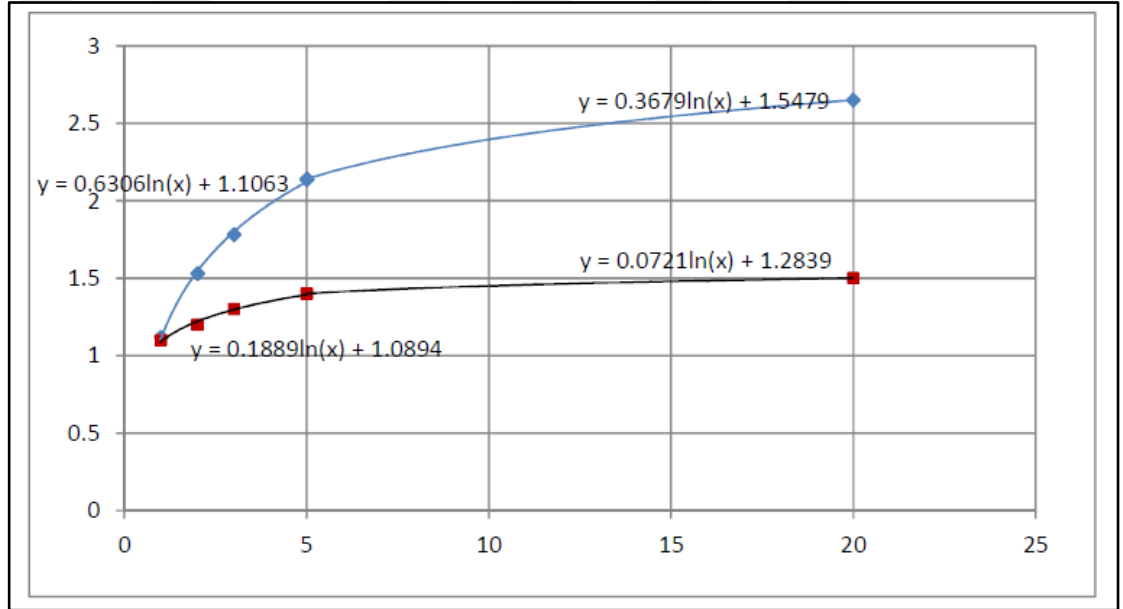
Aşırı kırıklı kayalar	$\alpha=1/3$
Normal kaya	$\alpha=1/2$
Az kırıklı-çok zayıf kaya	$\alpha=2/3$

için yukarıdaki değerler alınmaktadır.

Yine oturma formülünde yer alan λ_c ve λ_d ise temelin L/B oranına bağlı olarak değişen bir parametre olup aşağıda farklı L/B oranlarına bağlı olarak değişen λ_c ve λ_d tablosu (Çizelge 4.19) ve bu tablo kullanılarak oluşturulmuş grafikler verilmiştir (Şekil 4.4.).

Çizelge 4.19. Temel şekline göre λ_c ve λ_d değerleri

	λ_d	λ_c
L/B Daire	1	1
1	1,12	1,10
2	1,53	1,20
3	1,78	1,30
5	2,14	1,40
20	2,65	1,50



Şekil 4.4. L/B Oranlarına Göre λ_c ve λ_d Değerlerini Gösteren Grafik

Zeminlerin çoğunlukla heterojen yapı göstermesi nedeniyle, presiyometre verilerinden elde edilen Elastisite modülü değerleri derinliğe ve geçilen zeminin cinsine göre değişkenlik gösterirler. Bu durumda farklı gerilme alanları için ortalama bir Elastisite modülünün hesaplanması gereklidir. Bu modül değerlerini bulmak için, temel altındaki zemin, temel genişliği veya çapına bağlı olarak belirlenen tabakalara ayrılır. Bu tabakaların Elastisite modülü, bu kısımdan elde edilmiş Elastisite modülü değerlerinin harmonik ortalaması alınarak aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$E_i = n / (1/E_1 + 1/E_2 + 1/E_3 + \dots + 1/E_n) \quad (4.5)$$

Küresel bölgedeki eşdeğer Elastisite modülü (E_C) temelin R (B/2) kadar altında kalan E_1 bölgesindeki Elastisite modülüne eşittir. Yani $E_C = E_1$ 'dir.

Deviatorik gerilme alanını karakterize eşdeğer Elastisite modülü (E_d) ise;

$$E_d = 3.6 / (1/E_1 - 1/(0.85E_2) - 1/E_{3/4/5} - 1/(2.5E_{6/7/8})) \quad (4.6)$$

formülünden hesaplanmaktadır.

Burada;

$E_1 = E_C$: Temelden B/2 m derinliğe kadarki Elastisite modülü

E_2 : Temelden 0,5B-B m derinlik arasındaki Elastisite modülü

$E_{3/4/5}$: Temelden B-2,5B m derinlik arasındaki Elastisite modülü

$E_{6/7/8}$: Temelden 2,5B-4B m derinlik arasındaki Elastisite modülü

$E_{9\sim 16}$: Temelden 4B-8B m derinlik arasındaki Elastisite modülü

Büyükdere sel kapanı proje yapımı kapsamında aks yerinde açılmış olan temel sondaj kuyularında yapılan presiyometre deneyleri sonuçlarından oturma hesapları yapılarak kontrol edilmiştir (Çizelge 4.20. / 4.32.).

Çizelge 4.20. SK-3 için Kuyusu İçin Presiyometre İle Oturma Hesaplama Aşamaları (3 m için)

SK-3 İÇİN PRESİYOMETRE İLE OTURMA HESABI				
Derinlik	Em	E ₁	= 1/(1/44,42)	= 44,42
0-2	45,45	E ₂	= 1/(1/65,65)	= 65,65
2-4	44,42	E _{3/4/5}	= 3/(1/71,48+1/69,11+1/170,77)	= 87,42
4-6	65,65	E _{6/7/8}	= 3/(1/256,31+1/318,16+1/694,14)	= 353,56
6-8	71,48	g _d	= 2.65 (Tablo 9-26)	= 2,65
8-10	69,11	g _c	= 1.50 (Tablo 9-26)	= 1,5
10-12	170,77	a	= 0.667 (Az kırıklı çok zayıf kaya)	= 0,66
12-14	256,31	D _f	= 3	= 3 m
14-16	318,16	B	= 400	= 400 cm
16-18	694,14	R	= 400/2	= 200 cm
18-20	673,64	B ₀	= 0,6	= 60 cm
		q _{net}	= 3,21	= 3,21 kg/cm ²
		E _c	= E ₁	= 44,42
		E _d	= 3,6/((1/E ₁)+(1/(0.85*E ₂)))+(1/E _{3/4/5})+(1/(2.50*E _{6/7/8}))	= 67,92
		S	= $\frac{[(2/(9 \cdot E_d)) \cdot q_{net} \cdot B_o] \cdot [(g_d \cdot (B/B_o))^a] + [(a + (9/E_c)) \cdot q_{net} \cdot g_c \cdot B]}{}$	= 7,37 cm
		Talvegden Yükseklik + Sıyırma Kazısı =11.5 m + 8.00 m = 19.50 m		
		Kabul edilebilir oturma miktarı = Aksın temelden yükseliği x %2 (Ref:Design of Small Dams)		
		Kabul edilebilir Oturma Sınırı: 19.50 m x %2= 0.39 m (39.00 cm)		
		7,37 cm oturma kabul edilebilir sınırlar içerisindedir.		
NOT: Projelendirme aşamasında ani oturma ve konsolidasyon oturması göz önünde bulundurularak kabul edilebilir oturma %2.5 kabul edilmeli ve projelendirme buna göre yapılmalıdır.				

Çizelge 4.21. SK-3 için Kuyusu İçin Presiyometre İle Oturma Hesaplama Aşamaları (4 m için)

SK-3 İÇİN PRESİYOMETRE İLE OTURMA HESABI				
Derinlik	Em	$E_1 = 1/(1/65,65)$	= 65,65	
0-2	45,45	$E_2 = 1/(1/71,48)$	= 71,48	
2-4	44,42	$E_{3/4/5} = 3/(1/69,11+1/170,77+1/256,31)$	= 123,83	
4-6	65,65	$E_{6/7/8} = 3/(1/318,16+1/694,14+1/673,64)$	= 494,38	
6-8	71,48	$g_d = 2.65$ (Tablo 9-26)	= 2,65	
8-10	69,11	$g_c = 1.50$ (Tablo 9-26)	= 1,5	
10-12	170,77	$a = 0.667$ (Az kırıklı çok zayıf kaya)	= 0,66	
12-14	256,31	$D_f = 4$	= 4 m	
14-16	318,16	$B = 400$	= 400 cm	
16-18	694,14	$R = 400/2$	= 200 cm	
18-20	673,64	$B_0 = 0,6$	= 60 cm	
		$q_{net} = 3,32$	= 3,32 kg/cm ²	
		$E_c = E_1$	= 65,65	
		$E_d = 3,6/((1/E_1)+(1/(0.85 \cdot E_2)))+(1/E_{3/4/5})+(1/(2.50 \cdot E_{6/7/8}))$	= 88,72	
		$S = [(2/(9 \cdot E_d)) \cdot q_{net} \cdot B_0] \cdot [(g_d \cdot (B/B_0))^a] + [(a+(9/E_c)) \cdot q_{net} \cdot g_c \cdot B]$	= 5,55 cm	
		Talvegden Yükseklik + Sıyırma Kazısı = 11.5 m + 8.00 m = 19.50 m		
		Kabul edilebilir oturma miktarı = Aksın temelden yükseliği x %2 (Ref:Design of Small Dams)		
		Kabul edilebilir Oturma Sınırı: 19.50 m x %2= 0.39 m (39.00 cm)		
		5,55 cm oturma kabul edilebilir sınırlar içerisinde.		
NOT: Projelendirme aşamasında ani oturma ve konsolidasyon oturması göz önünde bulundurularak kabul edilebilir oturma %2.5 kabul edilmeli ve projelendirme buna göre yapılmalıdır.				

Çizelge 4.22. SK-3 için Kuyusu İçin Presiyometre İle Oturma Hesaplama Aşamaları (6 m için)

SK-3 İÇİN PRESİYOMETRE İLE OTURMA HESABI				
Derinlik	Em	$E_1 = 1/(1/71,48)$	= 71,48	
0-2	45,45	$E_2 = 1/(1/69,11)$	= 69,11	
2-4	44,42	$E_{3/4/5} = 3/(1/170,77+1/256,31+1/318,16)$	= 232,55	
4-6	65,65	$E_{6/7/8} = 2/(1/694,14+1/673,64)$	= 683,74	
6-8	71,48	$g_d = 2.65$ (Tablo 9-26)	= 2,65	
8-10	69,11	$g_c = 1.50$ (Tablo 9-26)	= 1,5	
10-12	170,77	$a = 0.667$ (Az kırıklı çok zayıf kaya)	= 0,66	
12-14	256,31	$D_f = 6$	= 6 m	
14-16	318,16	$B = 400$	= 400 cm	
16-18	694,14	$R = 400/2$	= 200 cm	
18-20	673,64	$B_0 = 0,6$	= 60 cm	
		$q_{net} = 3,54$	= 3,54 kg/cm ²	
		$E_c = E_1$	= 71,48	
		$E_d = 3,6/((1/E_1)+(1/(0.85 \cdot E_2)))+(1/E_{3/4/5})+(1/(2.50 \cdot E_{6/7/8}))$	= 100,28	
		$S = [(2/(9 \cdot E_d)) \cdot q_{net} \cdot B_0] \cdot [(g_d \cdot (B/B_0))^a] + [(a+(9/E_c)) \cdot q_{net} \cdot g_c \cdot B]$	= 5,31 cm	
		Talvegden Yükseklik + Sıyırma Kazısı =11.5 m + 8.00 m = 19.50 m		
		Kabul edilebilir oturma miktarı = Aksın temelden yükseliği x %2 (Ref:Design of Small Dams)		
		Kabul edilebilir Oturma Sınırı: 19.50 m x %2= 0.39 m (39.00 cm)		
		5,31 cm oturma kabul edilebilir sınırlar içerisinde.		
NOT: Projelendirme aşamasında ani oturma ve konsolidasyon oturması göz önünde bulundurularak kabul edilebilir oturma %2.5 kabul edilmeli ve projelendirme buna göre yapılmalıdır.				

Çizelge 4.23. SK-3 için Kuyusu İçin Presiyometre İle Oturma Hesaplama Aşamaları (8 m için)

SK-3 İÇİN PRESİYOMETRE İLE OTURMA HESABI				
Derinlik	Em	E ₁	= 1/(1/69,11)	= 69,11
0-2	45,45	E ₂	= 1/(1/170,77)	= 170,77
2-4	44,42	E _{3/4/5}	= 3/(256,31+1/318,16+1/694,14)	= 353,56
4-6	65,65	E _{6/7/8}	= 1/(1/673,64)	= 673,64
6-8	71,48	g _d	= 2.65 (Tablo 9-26)	= 2,65
8-10	69,11	g _c	= 1.50 (Tablo 9-26)	= 1,5
10-12	170,77	a	= 0.667 (Az kırıklı çok zayıf kaya)	= 0,66
12-14	256,31	D _f	= 8	= 8 m
14-16	318,16	B	= 400	= 400 cm
16-18	694,14	R	= 400/2	= 200 cm
18-20	673,64	B ₀	= 0,6	= 60 cm
		q _{net}	= 3,77	= 3,77 kg/cm ²
		E _c	= E ₁	= 69,11
		E _d	= 3,6/((1/E ₁)+(1/(0.85*E ₂)))+(1/E _{3/4/5})+(1/(2.50*E _{6/7/8}))	= 145,27
		S	= $\frac{[(2/(9 \cdot E_d)) \cdot q_{net} \cdot B_0] \cdot [(g_d \cdot (B/B_0))^a] + [(a + (9/E_c)) \cdot q_{net} \cdot g_c \cdot B]}{}$	= 4,70 cm
		Talvegden Yükseklik + Sıyırma Kazısı =11.5 m + 8.00 m = 19.50 m		
		Kabul edilebilir oturma miktarı = Aksın temelden yükseliği x %2 (Ref:Design of Small Dams)		
		Kabul edilebilir Oturma Sınırı: 19.50 m x %2= 0.39 m (39.00 cm)		
		4,7 cm oturma kabul edilebilir sınırlar içerisinde.		
NOT: Projelendirme aşamasında ani oturma ve konsolidasyon oturması göz önünde bulundurularak kabul edilebilir oturma %2.5 kabul edilmeli ve projelendirme buna göre yapılmalıdır.				

Çizelge 4.24. SK-5 için Kuyusu İçin Presiyometre İle Oturma Hesaplama Aşamaları (3 m için)

SK-5 İÇİN PRESİYOMETRE İLE OTURMA HESABI				
Derinlik	Em	$E_1 = 1/(1/44,45)$	= 44,45	
0-2	35,27	$E_2 = 1/(1/74,41)$	= 74,41	
2-4	44,45	$E_{3/4/5} = 3/(1/77,12+1/115,03+1/120,28)$	= 100,09	
4-6	74,41	$E_{6/7/8} = 3/(1/124,22+1/187,29+1/269,73)$	= 175,47	
6-8	77,12	$g_d = 2.65$ (Tablo 9-26)	= 2,65	
8-10	115,03	$g_c = 1.50$ (Tablo 9-26)	= 1,5	
10-12	120,28	$a = 0.667$ (Az kırıklı çok zayıf kaya)	= 0,66	
12-14	124,22	$D_f = 3$	= 3	m
14-16	187,29	$B = 400$	= 400	cm
16-18	269,73	$R = 400/2$	= 200	cm
18-20	228,2	$B_0 = 0,6$	= 60	cm
		$q_{net} = 3,48$	= 3,48	kg/cm ²
		$E_c = E_1$	= 44,45	
		$E_d = 3,6/((1/E_1)+(1/(0.85 \cdot E_2)))+(1/E_{3/4/5})+(1/(2.50 \cdot E_{6/7/8}))$	= 71,18	
		$S = [(2/(9 \cdot E_d)) \cdot q_{net} \cdot B_0] \cdot [(g_d \cdot (B/B_0))^a] + [(a+(9/E_c)) \cdot q_{net} \cdot g_c \cdot B]$	= 7,78	cm
		Talvegden Yükseklik + Sıyırma Kazısı =11.5 m + 8.00 m = 19.50 m		
		Kabul edilebilir oturma miktarı = Aksın temelden yükseliği x %2 (Ref:Design of Small Dams)		
		Kabul edilebilir Oturma Sınırı: 19.50 m x %2= 0.39 m (39.00 cm)		
		7,78 cm oturma kabul edilebilir sınırlar içerisinde.		
NOT: Projelendirme aşamasında ani oturma ve konsolidasyon oturması göz önünde bulundurularak kabul edilebilir oturma %2.5 kabul edilmeli ve projelendirme buna göre yapılmalıdır.				

Çizelge 4.25. SK-5 için Kuyusu İçin Presiyometre İle Oturma Hesaplama Aşamaları (4 m için)

SK-5 İÇİN PRESİYOMETRE İLE OTURMA HESABI				
Derinlik	Em	E ₁	= 1/(1/74,41)	= 74,41
0-2	35,27	E ₂	= 1/(1/77,12)	= 77,12
2-4	44,45	E _{3/4/5}	= 3/(1/115,03+1/120,28+1/124,22)	= 119,72
4-6	74,41	E _{6/7/8}	= 3/(1/187,29+1/269,73+1/228,20)	= 223,40
6-8	77,12	g _d	= 2.65 (Tablo 9-26)	= 2,65
8-10	115,03	g _c	= 1.50 (Tablo 9-26)	= 1,5
10-12	120,28	a	= 0.667 (Az kırıklı çok zayıf kaya)	= 0,66
12-14	124,22	D _f	= 4	= 4 m
14-16	187,29	B	= 400	= 400 cm
16-18	269,73	R	= 400/2	= 200 cm
18-20	228,2	B ₀	= 0,6	= 60 cm
		q _{net}	= 3,59	= 3,59 kg/cm ²
		E _c	= E ₁	= 74,41
		E _d	= 3,6/((1/E ₁)+(1/(0.85*E ₂)))+(1/E _{3/4/5})+(1/(2.50*E _{6/7/8}))	= 92,69
		S	= [(2/(9*E _d))*q _{net} *B ₀]*[(g _d *(B/B ₀)) ^a]+[(a+(9/E _c))*q _{net} *g _c *B]	= 5,56 cm
		Talvegden Yükseklik + Sıyırma Kazısı =11.5 m + 8.00 m = 19.50 m		
		Kabul edilebilir oturma miktarı = Aksın temelden yükseliği x %2 (Ref:Design of Small Dams)		
		Kabul edilebilir Oturma Sınırı: 19.50 m x %2= 0.39 m (39.00 cm)		
		5,56 cm oturma kabul edilebilir sınırlar içerisindedir.		
NOT: Projelendirme aşamasında ani oturma ve konsolidasyon oturması göz önünde bulundurularak kabul edilebilir oturma %2.5 kabul edilmeli ve projelendirme buna göre yapılmalıdır.				

Çizelge 4.26. SK-5 için Kuyusu İçin Presiyometre İle Oturma Hesaplama Aşamaları (6 m için)

SK-5 İÇİN PRESİYOMETRE İLE OTURMA HESABI				
Derinlik	Em	$E_1 = 1/(1/77,12)$	= 77,12	
0-2	35,27	$E_2 = 1/(1/115,03)$	= 115,03	
2-4	44,45	$E_{3/4/5} = 3/(1/120,28+1/124,22+1/187,29)$	= 138,23	
4-6	74,41	$E_{6/7/8} = 2/(1/269,73+1/228,20)$	= 247,23	
6-8	77,12	$g_d = 2.65$ (Tablo 9-26)	= 2,65	
8-10	115,03	$g_c = 1.50$ (Tablo 9-26)	= 1,5	
10-12	120,28	$a = 0.667$ (Az kırıklı çok zayıf kaya)	= 0,66	
12-14	124,22	$D_f = 6$	= 6	m
14-16	187,29	$B = 400$	= 400	cm
16-18	269,73	$R = 400/2$	= 200	cm
18-20	228,2	$B_0 = 0,6$	= 60	cm
		$q_{net} = 3,81$	= 3,81	kg/cm ²
		$E_c = E_1$	= 77,12	
		$E_d = 3,6/((1/E_1)+(1/(0.85 \cdot E_2)))+(1/E_{3/4/5})+(1/(2.50 \cdot E_{6/7/8}))$	= 112,34	
		$S = \frac{[(2/(9 \cdot E_d)) \cdot q_{net} \cdot B_0] \cdot [(g_d \cdot (B/B_0))^a] + [(a+(9/E_c)) \cdot q_{net} \cdot g_c \cdot B]}{B}$	= 5,18	cm
		Talvegden Yükseklik + Sıyırma Kazısı =11.5 m + 8.00 m = 19.50 m		
		Kabul edilebilir oturma miktarı = Aksın temelden yükseliği x %2 (Ref:Design of Small Dams)		
		Kabul edilebilir Oturma Sınırı: 19.50 m x %2= 0.39 m (39.00 cm)		
		5,18 cm oturma kabul edilebilir sınırlar içerisindedir.		
NOT: Projelendirme aşamasında ani oturma ve konsolidasyon oturması göz önünde bulundurularak kabul edilebilir oturma %2.5 kabul edilmeli ve projelendirme buna göre yapılmalıdır.				

Çizelge 4.27. SK-5 için Kuyusu İçin Presiyometre İle Oturma Hesaplama Aşamaları (8 m için)

SK-5 İÇİN PRESİYOMETRE İLE OTURMA HESABI				
Derinlik	Em	E ₁	= 1/(1/115,03)	= 115,03
0-2	35,27	E ₂	= 1/(1/120,28)	= 120,28
2-4	44,45	E _{3/4/5}	= 3/(1/124,22+1/187,29+1/269,73)	= 175,47
4-6	74,41	E _{6/7/8}	= 1/(1/228,20)	= 228,20
6-8	77,12	g _d	= 2.65 (Tablo 9-26)	= 2,65
8-10	115,03	g _c	= 1.50 (Tablo 9-26)	= 1,5
10-12	120,28	a	= 0.667 (Az kırıklı çok zayıf kaya)	= 0,66
12-14	124,22	D _f	= 8	= 8 m
14-16	187,29	B	= 400	= 400 cm
16-18	269,73	R	= 400/2	= 200 cm
18-20	228,2	B ₀	= 0,6	= 60 cm
		q _{net}	= 4,04	= 4,04 kg/cm ²
		E _c	= E ₁	= 115,03
		E _d	= 3,6/((1/E ₁)+(1/(0.85*E ₂)))+(1/E _{3/4/5})+(1/(2.50*E _{6/7/8}))	= 138,86
		S	= [(2/(9*E _d))*q _{net} *B ₀]*[(g _d *(B/B ₀)) ^a]+[(a+(9/E _c))*q _{net} *g _c *B]	= 4,13 cm
		Talvegden Yükseklik + Sıyırma Kazısı =11.5 m + 8.00 m = 19.50 m		
		Kabul edilebilir oturma miktarı = Aksın temelden yükseliği x %2 (Ref:Design of Small Dams)		
		Kabul edilebilir Oturma Sınırı: 19.50 m x %2= 0.39 m (39.00 cm)		
		4,13 cm oturma kabul edilebilir sınırlar içerisindedir.		
NOT: Projelendirme aşamasında ani oturma ve konsolidasyon oturması göz önünde bulundurularak kabul edilebilir oturma %2.5 kabul edilmeli ve projelendirme buna göre yapılmalıdır.				

Çizelge 4.28. SK-6 için Kuyusu İçin Presiyometre İle Oturma Hesaplama Aşamaları (3 m için)

SK-6 İÇİN PRESİYOMETRE İLE OTURMA HESABI				
Derinlik	Em	$E_1 = 1/(1/22,17)$	= 22,17	
0-2	26,6	$E_2 = 1/(1/72,26)$	= 72,26	
2-4	22,17	$E_{3/4/5} = 3/(1/77,36+1/95,95+1/100,13)$	= 89,99	
4-6	72,26	$E_{6/7/8} = 3/(1/129,34+1/148,01+1/208,75)$	= 155,62	
6-8	77,36	$g_d = 2.65$ (Tablo 9-26)	= 2,65	
8-10	95,95	$g_c = 1.50$ (Tablo 9-26)	= 1,5	
10-12	100,13	$a = 0.667$ (Az kırıklı çok zayıf kaya)	= 0,66	
12-14	129,34	$D_f = 3$	= 3	m
14-16	148,01	$B = 400$	= 400	cm
16-18	208,75	$R = 400/2$	= 200	cm
18-20	212,29	$B_0 = 0,6$	= 60	cm
		$q_{net} = 2,62$	= 2,62	kg/cm ²
		$E_c = E_1$	= 22,17	
		$E_d = 3,6/((1/E_1)+(1/(0.85*E_2)))+(1/E_{3/4/5})+(1/(2.50*E_{6/7/8}))$	= 47,96	
		$S = [(2/(9*E_d))*q_{net}*B_0]*[(g_d*(B/B_0))^a]+[(a+(9/E_c))*q_{net}*g_c*B]$	= 10,05	cm
		Talvegden Yükseklik + Sıyırma Kazısı =11.5 m + 6.00 m = 17.50 m		
		Kabul edilebilir oturma miktarı = Aksın temelden yükseliği x %2 (Ref:Design of Small Dams)		
		Kabul edilebilir Oturma Sınırı: 17.50 m x %2= 0.35 m (35.00 cm)		
		10,05 cm oturma kabul edilebilir sınırlar içerisinde.		
NOT: Projelendirme aşamasında ani oturma ve konsolidasyon oturması göz önünde bulundurularak kabul edilebilir oturma %2.5 kabul edilmeli ve projelendirme buna göre yapılmalıdır.				

Çizelge 4.29. SK-6 için Kuyusu İçin Presiyometre İle Oturma Hesaplama Aşamaları (4 m için)

SK-6 İÇİN PRESİYOMETRE İLE OTURMA HESABI				
Derinlik	Em	$E_1 = 1/(1/72,26)$	= 72,26	
0-2	26,6	$E_2 = 1/(1/77,36)$	= 77,36	
2-4	22,17	$E_{3/4/5} = 3/(1/95,95+1/100,13+1/129,34)$	= 106,61	
4-6	72,26	$E_{6/7/8} = 3/(1/148,01+1/208,75+1/212,29)$	= 184,53	
6-8	77,36	$g_d = 2.65$ (Tablo 9-26)	= 2,65	
8-10	95,95	$g_c = 1.50$ (Tablo 9-26)	= 1,5	
10-12	100,13	$a = 0.667$ (Az kırıklı çok zayıf kaya)	= 0,66	
12-14	129,34	$D_f = 4$	= 4 m	
14-16	148,01	$B = 400$	= 400 cm	
16-18	208,75	$R = 400/2$	= 200 cm	
18-20	212,29	$B_0 = 0,6$	= 60 cm	
		$q_{net} = 2,73$	= 2,73 kg/cm ²	
		$E_c = E_1$	= 72,26	
		$E_d = 3,6/((1/E_1)+(1/(0.85 \cdot E_2)))+(1/E_{3/4/5})+(1/(2.50 \cdot E_{6/7/8}))$	= 88,68	
		$S = [(2/(9 \cdot E_d)) \cdot q_{net} \cdot B_0] \cdot [(g_d \cdot (B/B_0))^a] + [(a+(9/E_c)) \cdot q_{net} \cdot g_c \cdot B]$	= 4,39 cm	
		Talvegden Yükseklik + Sıyırma Kazısı = 11.5 m + 6.00 m = 17.50 m		
		Kabul edilebilir oturma miktarı = Aksın temelden yükseliği x %2 (Ref:Design of Small Dams)		
		Kabul edilebilir Oturma Sınırı: 17.50 m x %2= 0.35 m (35.00 cm)		
		4,39 cm oturma kabul edilebilir sınırlar içerisindedir.		
NOT: Projelendirme aşamasında ani oturma ve konsolidasyon oturması göz önünde bulundurularak kabul edilebilir oturma %2.5 kabul edilmeli ve projelendirme buna göre yapılmalıdır.				

Çizelge 4.30. SK-6 için Kuyusu İçin Presiyometre İle Oturma Hesaplama Aşamaları (6 m için)

SK-6 İÇİN PRESİYOMETRE İLE OTURMA HESABI				
Derinlik	Em	$E_1 = 1/(1/77,36)$	= 77,36	
0-2	26,6	$E_2 = 1/(1/95,95)$	= 95,95	
2-4	22,17	$E_{3/4/5} = 3/(1/100,13+1/129,34+1/148,01)$	= 122,57	
4-6	72,26	$E_{6/7/8} = 2/(1/208,75+1/212,29)$	= 210,51	
6-8	77,36	$g_d = 2.65$ (Tablo 9-26)	= 2,65	
8-10	95,95	$g_c = 1.50$ (Tablo 9-26)	= 1,5	
10-12	100,13	$a = 0.667$ (Az kırıklı çok zayıf kaya)	= 0,66	
12-14	129,34	$D_f = 6$	= 6 m	
14-16	148,01	$B = 400$	= 400 cm	
16-18	208,75	$R = 400/2$	= 200 cm	
18-20	212,29	$B_0 = 0,6$	= 60 cm	
		$q_{net} = 2,96$	= 2,96 kg/cm ²	
		$E_c = E_1$	= 77,36	
		$E_d = 3,6/((1/E_1)+(1/(0.85 \cdot E_2)))+(1/E_{3/4/5})+(1/(2.50 \cdot E_{6/7/8}))$	= 102,14	
		$S = [(2/(9 \cdot E_d)) \cdot q_{net} \cdot B_0] \cdot [(g_d \cdot (B/B_0))^a] + [(a + (9/E_c)) \cdot q_{net} \cdot g_c \cdot B]$	= 4,25 cm	
		Talvegden Yükseklik + Sıyırma Kazısı =11.5 m + 6.00 m = 17.50 m		
		Kabul edilebilir oturma miktarı = Aksın temelden yükseliği x %2 (Ref:Design of Small Dams)		
		Kabul edilebilir Oturma Sınırı: 17.50 m x %2= 0.35 m (35.00 cm)		
		4,25 cm oturma kabul edilebilir sınırlar içerisinde.		
NOT: Projelendirme aşamasında ani oturma ve konsolidasyon oturması göz önünde bulundurularak kabul edilebilir oturma %2.5 kabul edilmeli ve projelendirme buna göre yapılmalıdır.				

Çizelge 4.31. SK-6 için Kuyusu İçin Presiyometre İle Oturma Hesaplama Aşamaları (8 m için)

SK-6 İÇİN PRESİYOMETRE İLE OTURMA HESABI				
Derinlik	Em	$E_1 = 1/(1/95,95)$	= 95,95	
0-2	26,6	$E_2 = 1/(1/100,13)$	= 100,13	
2-4	22,17	$E_{3/4/5} = 3/(1/129,34+1/148,01+1/208,75)$	= 155,62	
4-6	72,26	$E_{6/7/8} = 1/(1/212,29)$	= 212,29	
6-8	77,36	$g_d = 2.65$ (Tablo 9-26)	= 2,65	
8-10	95,95	$g_c = 1.50$ (Tablo 9-26)	= 1,5	
10-12	100,13	$a = 0.667$ (Az kırıklı çok zayıf kaya)	= 0,66	
12-14	129,34	$D_f = 8$	= 8	m
14-16	148,01	$B = 400$	= 400	cm
16-18	208,75	$R = 400/2$	= 200	cm
18-20	212,29	$B_0 = 0,6$	= 60	cm
		$q_{net} = 3,19$	= 3,19	kg/cm ²
		$E_c = E_1$	= 95,95	
		$E_d = 3,6/((1/E_1)+(1/(0.85*E_2)))+(1/E_{3/4/5})+(1/(2.50*E_{6/7/8}))$	= 118,10	
		$S = [(2/(9*E_d))*q_{net}*B_0]*[(g_d*(B/B_0))^a]+[(a+(9/E_c))*q_{net}*g_c*B]$	= 3,86	cm
		Talvegden Yükseklik + Sıyırma Kazısı =11.5 m + 6.00 m = 17.50 m		
		Kabul edilebilir oturma miktarı = Aksın temelden yükseliği x %2 (Ref:Design of Small Dams)		
		Kabul edilebilir Oturma Sınırı: 17.50 m x %2= 0.35 m (35.00 cm)		
		3,86 cm oturma kabul edilebilir sınırlar içerisindedir.		
NOT: Projelendirme aşamasında ani oturma ve konsolidasyon oturması göz önünde bulundurularak kabul edilebilir oturma %2.5 kabul edilmeli ve projelendirme buna göre yapılmalıdır.				

Çizelge 4.32. Presiyometre ile oturma hesap sonuçları

Temel Derinliği	SK-3	SK-5	SK-6
3 m	7,37	7,78	10,05
4 m	5,55	5,56	4,39
6 m	5,31	5,18	4,25
8 m	4,70	4,13	3,86

4.3.5. Sıvılaşma Potansiyeli

Sıvılaşmanın etkilendiği zeminler, plastik olmayan kohezyonsuz zeminler olup; temiz kumlar plastik olmayan siltli kumlar ve ince çakıllar örnek gösterilebilir. Kohezyonlu zeminlerde sıvılaşma olmamakla birlikte aşağıdaki kriterlerin tamamının karşılanması durumunda sıvılaşma potansiyelinin değerlendirilmesi gerekir (Youd ve Gilstrap, 1999).

Temel sondaj kuyularından alınan numuneler üzerinde yapılan deney sonuçları sıvılaşma şartlarıyla (Wang, 1979) ayrı ayrı karşılaştırılmış ve değerlendirmeler aşağıda verilmiştir (Çizelge 4.33.).

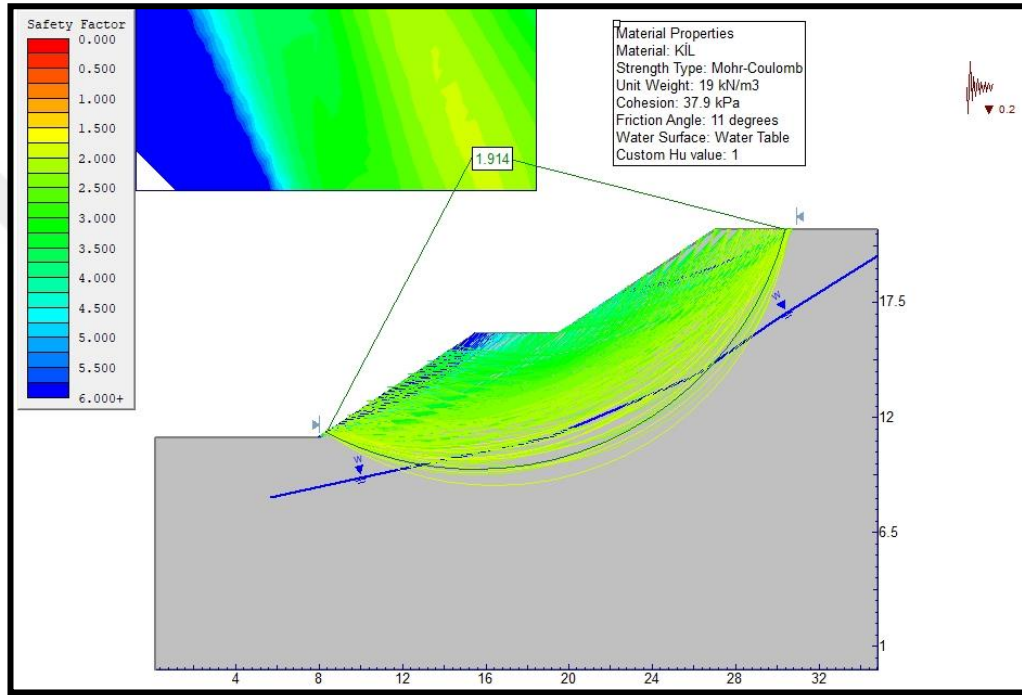
- 0,005 mm den ince tane yüzdesi $\leq 15\%$
- Likit Limit (LL) ≤ 35
- Su İçeriği (W_n) $\geq 0,99$ LL

Çizelge 4.33. Sıvılaşma analizi sonuçları

Sondaj Numune No	Laboratuvar Verileri		
	0,005 mm den ince tane (200 Geçen)	Likit limit (LL)	Doğal Su İçeriği (W)
	%	%	%
DSK-1 (CR-1)	>15	55,0	18,2
SK-1 (CR-1)	>15	53,6	19,5
SK-2 (CR-1)	>15	56,0	24,9
SK-3 (CR-1)	>15	54,7	19,9
SK-4 (CR-1)	>15	55,4	26,4
SK-5 (CR-1)	>15	58,2	25,9
SK-6 (CR-1)	>15	53,4	20,2

4.3.6. Şev Duraylılık Analizi

Büyükdere sel kapanı gövde ve sanat yapı yerlerinde açılan temel sondaj kuyuları ve yüzey jeolojisi çalışmaları birlikte değerlendirildiğinde, şev analizi Slide 5.0 programı ile şev oranının 1.5/1 (yatay/düşey) şev eğiminde 4.00 m palye genişliği ve 5.00 m palye yüksekliğinde yapılmıştır (Şekil 4.5.). (c ve ϕ değerleri deney sonuçlarının ortalaması alınarak hesaplanmıştır.)



Şekil 4.5. Şev Duralılık Analizi

4.3.7. Kazı Sınıflaması

Büyükdere Sel Kapanı gövdesi, sol sahilde ve talvegde yapılacak 8.00 metrelik kazı ile sağ sahilde yapılacak 6.00 metrelik kazı sonucunda yapı İhsaniye Formasyonu'na ait kıltaşı-kumtaşı birimleri üzerine inşa edilecektir.

Kazıları sırasında kazı çukuruna gelecek sular pompaj ile atılacaktır.

Sel Kapanı aks yeri kazı klasları/sınıflamaları aşağıda verilmiştir (Çizelge 4.34.). (DSİ, 2000, Yer Bilimleri Jeoteknik Semineri Ders Notları, Sayfa 315, Ankara).

Çizelge 4.34. Sel kapanı aks yeri kazı klasları/sınıflamaları (DSİ, 2000, Yer Bilimleri Jeoteknik Semineri Ders Notları, Sayfa 315, Ankara)

Büyükdere Sel Kapanı 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	-	40	50	5	-	-	İhsaniye Formasyonu’nun yerinde ayrışması sonucu oluşan kil-silt birimleri ; İhsaniye Formasyonu’na ait kiltaşı -kumtaşı ,
Dolusavak	5	-	40	50	5	-	-	

4.4. Göl Alanının Duraylılığı

Büyükdere Sel kapanı göl alanında da aks yerinde olduğu gibi İhsaniye Formasyonu'na ait kıltaşı-kumtaşı birimleri yüzeylenmektedir. Bu birimin üzerinde anakayanın ayrışması sonucu oluşan tutturulmamış, gevşek dokulu, yer yer sıkı kil-silt birimleri ile bitkisel toprak bulunmaktadır.

Yapılan arazi çalışmaları ve yüzeysel gözlemlere göre göl alanında yamaç stabilitesini bozacak heyelan ve yer kayması gibi jeolojik yönden herhangi bir yapısal bozukluk gözlenmemiştir.

4.5. Diğer Yapı Yerlerinin Duraylılığı

4.5.1. Dolusavak

Gövde üstü, kontrolsüz karşıdan alıslı, 10.50 metre uzunluğunda, 10.00 metre genişliğinde inşaa edilecektir. Dolusavak yapısı temel genişliği büyük olduğu için 2 eşit parçaya bölünerek 5.00 metrelik temeller oluşturulacaktır.

Dolusavak yapı yerinde 20.00 m kotunda, 25.00 m derinliğinde düşey olarak açılan DSK-1 no.lu temel sondaj kuyusunda, 0.00-6.00 metreler arasında İhsaniye Formasyonu'nun yerinde ayrışması ile oluşmuş kahverenkli genellikle az ayrışmış-bozuşmuş, sıkı kil birimleri, 6.00-25.00 metreler arasında İhsaniye Formasyonu'na ait

gri, kahverenkli, az-orta derecede ayrılmış, az kırıklı-çatlaklı, zayıf-orta kaya niteliğinde yer yer çok kırıklı-çatlaklı zayıf kaya niteliğinde kıltaşı birimleri gözlenmiştir. Kuyudaki karot verimi ayrılmış birimlerde %80-100.00 arasında değişmekte olup ortalama %88.25'dir. Kıltaşı biriminde karot verimi %70-100 arasında değişmekte olup ortalama %96.92, RQD (kaya niteliği) değerleri ise %0.00-%90.00 arasında değişmekte olup ortalama %41.46'dır.

DSK-1 no.lu temel sondaj kuyusundan alınan numuneler üzerinde zeminde direkt kesme deneyleri yapılmış, deney sonuçlarına göre taşıma gücü (Terzaghi, 1999) formülü kullanılarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.35. Terzaghi formülüne göre dolusavakta hesaplanan taşıma gücü değerleri

Kuyu No	Derinlik	c (kg/cm ²)	ϕ (°)	q (kg/cm ²)	N _c	N _q	N _y	q _a (kg/cm ²)	q _e (kg/cm ²)
DSK-1	5,50-6,00	0,40	13	1,164	11,41	3,63	1,04	9,798	3,266
DSK-1	6,80-7,00	0,41	11	1,323	10,46	2,98	0,69	8,883	2,961

Dolusavak yapı yerine yakın mesafede açılan SK-5 no.lu temel sondaj kuyusunda 2.00 m'de bir yapılan presiyometre deney sonuçlarına göre hesaplanan taşıma gücü miktarı Çizelge 4.36'da, oturma miktarı Çizelge 4.37'de verilmiştir.

Çizelge 4.36. Dolusavak yapısı taşıma gücü değeri

SK-5 İÇİN PRESİYOMETRE İLE TAŞIMA GÜCÜ HESABI			
Derinlik	PL*	Plne	
1,7	1,98	PL1	=(PL1*PL2*PL3) ^(1/3) =(1.00*7.01*26.75) ^(1/2)
3,7	2,76	=(1.00) ^(1/1)	
5,7	6,15		
7,7	8,85		
9,7	19,9	1,00	
11,7	20,08	PL2	
13,7	20,46	=(1,98*2.76*6,15*8,85*19,9*20,08) ^(1/6)	
15,7	28,2		
17,7	29,6		
19,7	30,0	7,01	
		PL3	13,70
		=(20,46*28,20*29,60*30,00) ^(1/4)	
		26,75	
		k - Zemin Cinsine Bağlı Katsayı	1,00
		Gs - Güvenlik Katsayısı	3
		γ – Doğal Birim Hacim Ağırlık (g/cm³)	1,6
		Df -Temel Derinliği (m)	6
		B - Temel Genişliği (m)	15
		q0 - Sürsaj Yüğü (h*γ) kg/cm²	0,96
		SIYIRMA KAZI YÜKÜ HARİÇ TAŞIMA GÜCÜ	
		qall (kg/cm²)	=P _{lne} *k/Gs
			4,57
		SIYIRMA KAZISI YÜKÜ DAHİL TAŞIMA GÜCÜ	
		qall (kg/cm²)	=(q0+(P _{lne} *k/Gs)
			5,53
İLGİLİ ALANDAKİ PROJE YÜKÜ (kg/cm²)			3,81
RİSK YOK			

Çizelge 4.37. Dolusavak yapı yeri oturma miktarı

SK-5 İÇİN PRESİYOMETRE İLE OTURMA HESABI (DOLUSAVAK)				
Derinlik	Ep	E ₁	= 3/(1/77,12+1/115,03+1/120,28)	= 100,09
0-2	35,27	E ₂	= 4/(1/124,22+1/187,29+1/269,73+1/228,20)	= 186,23
2-4	44,45	E _{3/4/5}	= Değer aralığı bulunmadığından dolayı E ₂ değeri alınmıştır.	= 186,23
4-6	74,41	E _{6/7/8}	=	= 1,00
6-8	77,12	g _d	= 1.54 (Tablo 9-38)	= 1,53
8-10	115,03	g _c	= 1.20 (Tablo 9-38)	= 1,2
10-12	120,28	a	= 0.66 (Az kırıklı çok zayıf kaya)	= 0,66
12-14	124,22	D _f	= 6	= 6 m
14-16	187,29	B	= 1500	= 1500 cm
16-18	269,73	R	= 1500/2	= 750 cm
18-20	228,2	B ₀	= 0,6	= 60 cm
		q _{net}	= 3,81	= 3,81 kg/cm ²
		E _c	= E ₁	= 100,09
		E _d	= 3,2/((1/E ₁)+(1/(0.85*E ₂)))+(1/E _{3/4/5})	= 147,61
		S	= [(2/(9*E _d))*q _{net} *B ₀]*[(g _d *(B/B ₀)) ^a]+[(a+(9/E _c))*q _{net} *g _c *B]	= 8,84 cm
		Talvegden Yükseklik + Sıyırma Kazısı =11.5 m + 7.00 m = 18.50 m		
		Kabul edilebilir oturma miktarı = Aksın temelden yükseliği x %2 (Ref:Design of Small Dams)		
		Kabul edilebilir Oturma Sınırı: 18.50 m x %2= 0.37 m (37.00 cm)		
		8,84 cm oturma kabul edilebilir sınırlar içerisinde.		
NOT: Projelendirme aşamasında ani oturma ve konsolidasyon oturması göz önünde bulundurularak kabul edilebilir oturma %2.5 kabul edilmeli ve projelendirme buna göre yapılmalıdır.				

Dolusavak yapı yerinde yapılacak kazı sonucunda yapı İhsaniye Formasyonu'na ait kıltaşı-kumtaşı birimlerin üzerine, inşa edilecektir. Dolusavak kazı sınıfı/sınıflaması Çizelge 4.34'te verilmiştir.

Dolusavak yapısı yerinde yapılacak kazıların 1.5/1 (yatay/düşey) şev eğiminde, 5.00 m palye genişliğinde ve 4.00 m palye yüksekliğinde, yüksekliğinde yapılması uygun olacaktır. Ancak kazılar sırasında kazı şev açıları, kazıların yapılacağı jeolojik birimlerin litolojik özelliklerine bağlı olarak, yerinde değerlendirilip değiştirilebilecektir.

Dolusavak yapısı yerinde açılan DSK-1 no.lu temel sondaj kuyusunda yeraltısuyu seviyesi 1.90 m 'dir. Ayrıca yağış zamanı su seviyeleri 0.70 m. civarlarına ulaşmaktadır.

Dolusavak yapı yerinde jeolojik olumsuzluklara rastlanmamıştır.



5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma; İstanbul Çatalca Büyükdere Sel Kapanı'nda depolanacak su ile membasında taşkın geciktirme amacıyla, Büyükdere Deresi üzerinde yapılması planlanan sel kapanının aks yeri, göl alanı ile yakın çevresinin mühendislik jeolojisi yönünden araştırılması ve ilgili yapıların inşaatında çıkabilecek olası jeolojik-jeoteknik sorunların belirlenerek çözüm önerilerinin sunulması amacıyla yapılmıştır.

İnceleme alanında dere yatağında ve yamaçlarda anakayayı Orta-Üst Eosen yaşlı İhsaniye Formasyonu'na ait kıltaşı-kumtaşı birimleri oluşturmaktadır. Bu birimin üzerinde anakayanın ayrışması sonucu oluşan tutturulmamış, gevşek dokulu, yer yer sıkı kil-silt birimleri ile bitkisel toprak bulunmaktadır.

Sel kapanı aks yerinde 6 adet, dolusavak düşü havuzu yerinde 1 adet olmak üzere toplam 7 adet ve 235.00 m derinlikte temel sondaj kuyusu açılmıştır.

Yeraltısu seviyesinin ve konumunun belirlenmesine yönelik olarak açılan tüm temel sondaj kuyularında yapılan ölçümlere göre sel kapanı yerinde yeraltısu akım yönü, her iki sahilde yamaçtan dereye doğrudur.

Büyükdere Sel Kapanı aks yerinde yapılan arazi gözlemlerine ve açılan temel sondajlarına göre, sel kapanı yerinde anakayayı Orta-Üst Eosen yaşlı İhsaniye Formasyonu'na ait kıltaşı-kumtaşı birimleri oluşturmaktadır. Bu birimin üzerinde anakayanın ayrışması sonucu oluşan tutturulmamış, gevşek dokulu, yer yer sıkı kil-silt birimleri ile bitkisel toprak bulunmaktadır.

Söz konusu yapının öncelikli amacı taşkın koruma olacağından dolayı aks boyunca açılan temel sondaj kuyularında basınçlı-basınçsız su testi yapılmamıştır. Öncelikli amacı dikkate alındığında aks boyunca enjeksiyon perdesi yapılması uygun görülmemiştir. Ancak gövdenin altında sızdırmazlık boyunu uzatmak amacıyla parafuy, beton dış vb. uygulamalar yapılması önerilmektedir.

Aks yerinde açılan temel sondaj kuyularında söz konusu yapının öncelikli amacı göz önünde bulundurularak basınçlı-basınçsız su testi yapılmamıştır. Ancak İhsaniye

Formasyonu'na ait birimler ve kuyulardan alınan karot verilerine bakıldığında ve göl alanında birimlerin geçirimsizliğini etkileyecek büyük ölçekli aktif bir tektonik yapının gözlenmemesinden dolayı geçirimsizlik ile ilgili herhangi bir sorun ile karşılaşılacağı düşünülmemektedir.

Aks yerinde sol sahilde ve talvegde 8.00 m derinliğinde ve sağ sahilde ise 6.00 m derinliğinde yapılacak sıyırma kazıları ile yapı yerleri İhsaniye Formasyonu'na ait kıltaşı-kumtaşı birimleri üzerine üzerine oturtulacaktır. Sıyırma kazıları sırasında kazı çukuruna gelecek sular pompaj yardımı ile deşarj edilmesi gerekmektedir.

Arazideki yerinde gözlemler, temel sondaj kuyu verileri, Kaya kütlesi (RMR) sınıflaması ve pressiyometre deney sonuçları dikkate alındığında, anakaya olan kıltaşı-silttaşı birimleri genel olarak “zayıf kaya” niteliğinde olup çok yumuşak kaya (c1) kazı sınıfındadır.

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

Yapılan arazi çalışmaları ve yüzeysel gözlemlere göre göl alanında yamaç stabilitesini bozacak heyelan ve yer kayması gibi jeolojik yönden herhangi bir yapısal bozukluk gözlenmediğinden sel kapanı inşaatı ve sonrasında sel kapanı stabilitesini etkileyecek önemli bir problem beklenmemektedir.

Büyükdere sel kapanı proje yapımı kapsamında presiyometre deneylerinden taşıma gücü hesabı her bir kuyu için, ilgili kuyunun bulunduğu yerdeki temel derinliği, burada yapılacak olan yapı boyutları ve üzerine gelecek yükler ayrı ayrı düşünülerek hesaplamalar yapılmıştır. Yapılan hesaplamalar neticesinde temel seviyesinin 3 m, 4 m, 6 m ve 8 m derinliğe oturtulması sonrasında gövde maksimum yükleri hesaplanmıştır. Bu hesaplara göre; aks yeri sol sahilde ve talvegde 8.00 metre ve sağ sahilde 6.00 metre sıyırma kazısı yapılacaktır. Yapılacak sıyırmalar sonucunda hesaplanan taşıma gücü değerleri; SK-3 no.lu kuyunun bulunduğu bölgede 4,17 kg/cm² olarak, SK-5 no.lu kuyunun bulunduğu bölgede 4,73 kg/cm² olarak ve SK-6 no.lu kuyunun bulunduğu bölgede 3,47 kg/cm² olarak tespit edilmiştir ve hesaplanan

değerlerin kuyuların bulunduğu bölgedeki gövde yüklerini karşıladığı sonucuna varılmıştır.

Yapılan hesaplamalarda sürsaj yükleri presiyometre deneyi yapılan kuyunun yakın çevresini temsil etmektedir. Söz konusu jeolojik formasyonun, litolojik olarak yanal ve düşey yönde farklılıklar göstermesi sonucunda taşıma gücü yönünden de kısa mesafeler içerisinde değişiklik göstermesi muhtemeldir. Bu sebeple, özellikle üst seviyelerde hakim olan daneli zemin ortamının taşıma gücü yönünden zayıf olması ve kısa mesafelerde değişiklik göstermesi ihtimaline karşı, temel sondaj kuyularından yararlanılarak tespit edilen sıyırma kazı derinliklerinde taban oturumunu arttırmaya yönelik imalatlar planlanmalı, ayrıca temel altının taşıma gücüne artırılmasına yönelik taş tahkimat, anroşman veya grobeton yöntemlerinden uygun olanı kullanılmalıdır.

Oturma miktarları her ne kadar kabul edilebilir sınırlar içerisinde kalsa da proje aşamasında sıyırma kazılarından sonra taş tahkimat, anroşman veya grobeton yöntemlerinden uygun olanı kullanılmasıyla beraber taban oturumu arttırmaya yönelik çalışmalar yapılarak zemine gelen yük azaltılmalı ve proje oturma yönünden sorunsuz hale getirilmelidir.

Aks yerinde yapılacak sıyırma kazılarından ve temel altı yapılacak imatlardan sonra taşıma ve oturma yönünden problem beklenmemektedir.

Sel kapanı aks yerinde ana kayayı oluşturan ve temel sondaj kuyularında geçilen birimlerin litolojik özelliklerine bağlı olarak aks yerinde sıvılaşma sorunu beklenmemektedir.

Dolusavak yapısı gövde üstü, kontrolsüz karşıdan alıslı, 10.50 metre uzunluğunda, 10.00 metre genişliğinde inşaa edilecektir. Dolusavak yapısı temel genişliği büyük olduğu için 2 eşit parçaya bölünerek 5.00 metrelik temeller oluşturulacaktır.

Dolusavak yapı yerinde yapılacak kazı sonucunda yapı İhsaniye Formasyonu'na ait kıltaşı-kumtaşı birimlerin üzerine, inşa edilecektir.

Aks yerinde yapılacak sıyırma kazılarından ve temel altı yapılacak imalatlardan sonra dolusavak yapı yerindeki birimlerde taşıma ve oturma yönünden herhangi bir problem beklenmemektedir.

Dolusavak yapısı yerinde açılan DSK-1 no.lu temel sondaj kuyusunda yeraltısuyu seviyesi 1.90 m 'dir. Ayrıca yağış zamanı su seviyeleri 0.70 m. civarlarına ulaşmaktadır. Buna göre dolusavak kazıları sırasında yeraltısuyu problemi beklenmektedir. Kazı sırasında kazı çukuruna gelecek sular pompaj yardımı ile deşarj edilmesi gerekmektedir.

Aks yeri ve dolusavak yapısı yerinde yapılacak kazıların 1.5/1 (yatay/düşey) şev eğiminde, 5.00 m palye genişliğinde ve 4.00 m palye yüksekliğinde, yüksekliğinde yapılması uygun olacaktır. Ancak kazılar sırasında kazı şev açıları, kazıların yapılacağı jeolojik birimlerin litolojik özelliklerine bağlı olarak, yerinde değerlendirilip değiştirilebilecektir.

KAYNAKLAR

- Arslan, M. Ş., & Güneyli, H. (2007). Bardat (Mersin-Gölnar-Köseçobanlı) Göleti Mühendislik Jeolojisi.
- Atalayman, B. (2010). Manisa Kavaklıdere Göletinin Mühendislik Jeolojisi (Doctoral Dissertation, Deü Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Ateş, T. (2020). Kasımlı Barajı (Aladağ/Adana) Jeolojik Ve Jeoteknik Özelliklerinin İncelemesi (Master's Thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Baquelin, F., Jezequel, J., And Shields, D., H. (1978) The Pressuremeter And Foundation Engineering. Trans. Tech. Publications, Rockport, Mass.
- Berber, S. (2017). Çağış Göleti (Bigadiç/Balıkesir) Yeri Ve Rezervuar Alanının Mühendislik Jeolojisi Araştırmaları (Master's Thesis, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Bieniawski, Z.T. 1989. Engineering Rock Mass Classifications . John Wiley & Sons, New York
- Clarke, B.G., 1995. Pressuremeters İn Geotechnical Design (1. Edition). Chapman&Hall, 2-6 Boundary Row, London Se1 8hn. Uk
- Das, B.M. (1999) Principles Of Foundation Engineering. Pws Publishing, California
- Doust, H., & Arıkan, Y. (1974). The geology of the Thrace Basin, Turkey, Turkish Gulf Oil Co. TPAO Arama Grubu Arşivi.
- Dsi, 2000, Yer Bilimleri Jeoteknik Semineri Ders Notları, Sayfa 315, Ankara
- Duygun, F., & Çetin, H. Dikilitaş Göleti (Niğde) Islah Çalışması.
- Gezer, M. (2018). Muş Bulanık Mollakent Göleti Zemin Özellikleri Geoteknik Analizi (Master's Thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Kayabaşı, A. (2014). Taşıma Gücü Ve Oturma İncelemelerinde Menard Pressiyometre Deneyinin Uygulanması: Kuloğlu Hes Regülatörü Yerinde Bir Örnek Çalışma (Kars, Türkiye). Jeoloji Mühendisliği Dergisi, 38(2), 73-102.
- Kayabaşı, A., & Gökçeoğlu, C. (2012). Taşıma Kapasitesi Ve Oturma Miktarının Hesaplanmasında Yaygın Kullanılan Yöntemlerin Mersin Arıtma Tesisi Temeli Örneğinde Uygulanması. Jeoloji Mühendisliği Dergisi, 36(1), 1-22.
- Kemper, E., 1961, The Kırklareli Limestone (Upper Eocene) Of The Northern Basin Rim :Geological Report T 37., C. Deilman Bergbau GmbH.
- Keskin, C., 1966, Pınarhisar Resif Karmaşığının Mikrofasiyes İncelemesi : İ.Ü.F.F. Mecmuası, Seri B, Cilt Xxxı, Sayı 3-4.

- Pamir, H. N., & Baykal, F. (1947). The geological structure of the Strandja Massif. Bulletin of the Geological Society of Turkey, 1, 7-43.
- Soysal, D. (2019). Yusufçam Göleti (Sındırgı/Balıkesir) Yeri Ve Rezervuar Alanının Mühendislik Jeolojisi Araştırmaları (Master's Thesis, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Şen, Ş., Koral, H., & Önalın, M. (1998). Küçükçekmece-Çatalca Dolayında Trakya Havzası Doğusunun Jeolojisi Ve Gelişimi: Yeni Bulgular. İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yerbilimleri Dergisi, 11(1), 27-36.
- Terzaghi, G. R. K. (1999). The Engineer as Artist. American Society of Engineering Press, Reston, Virginia.
- Usta, E. (2004). İstanbul Metrosu Yenikapı-Unkapanı Arasının Mühendislik Jeolojisi (Doctoral Dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Wang, W. S. (1979). Some Findings İn Soil Liquefaction. Water Conservancy And Hydroelectric Power Scientific Research Institute, Beijing, China.
- Yıldırım, M. Ve Savaşkan, E., 2002, İstanbul Tersiyer Stratigrafisi Ve Mühendislik Özellikleri: Uluslararası Mjmk Bült., 18, 48-62
- Yıldız, C. (2013). Presiyometre Deneyinden Elde Edilen Taşıma Gücü Değerinin Bilgisayar Yazılımları Yardımıyla Tahmini (Master's Thesis, Niğde Üniversitesi).
- Youd, T. L., & Gilstrap, S. D. (1999). Liquefaction And Deformation Of Silty And Fine-Grained Soils. In Earthquake Geotechnical Engineering (Pp. 1013-1020).
- Yurtsever, A., Çağlayan, M. A., Şengün, M., İmık, M., Özcan İ. Ve Arda, A., 1991, Yıldız Dağları (Istranca Masifi) Bütünleştirme Ve Yeniden Gözden Geçirim Projesi Raporu: M Aden Tetkik Arama Enst., Rap. No. 9929, Ankara.