T.C.

YOZGAT BOZOK ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SU YAPILARINDA BULAMAÇ HENDEĞİ (SLURRY – TRENCH) YÖNTEMİYLE GEÇİRİMSİZLİK PERDESİ UYGULAMASI: İNANDIK BARAJI ÖRNEĞİ

EMRAH ERDEM

Tez Danışmanı

Doç. Dr. Ersin KOLAY

YOZGAT 2021

T.C.

YOZGAT BOZOK ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SU YAPILARINDA BULAMAÇ HENDEĞİ (SLURRY – TRENCH) YÖNTEMİYLE GEÇİRİMSİZLİK PERDESİ UYGULAMASI: İNANDIK BARAJI ÖRNEĞİ

EMRAH ERDEM

Tez Danışmanı

Doç. Dr. Ersin KOLAY

YOZGAT 2021

TEZ BEYANI

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdiği yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan eder, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

EMRAH ERDEM

09/12/2021

ÖZET

YÜKSEK LİSANS

SU YAPILARINDA BULAMAÇ HENDEĞİ (SLURRY – TRENCH) YÖNTEMİYLE GEÇİRİMSİZLİK PERDESİ UYGULAMASI: İNANDIK BARAJI ÖRNEĞİ

EMRAH ERDEM

YOZGAT BOZOK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

TEZ DANIŞMANI: Doç. Dr. Ersin KOLAY

Su yapıları ülkemiz ve dünyamız için kullanım alanları bakımında önemli bir yere sahiptir. Bu denli önemli yapıların araştırma çalışmalarının, henüz proje aşamalarında eksiksiz olarak yapılması önem arz etmektedir. Tarih boyunca birçok barajda teknik hatalardan dolayı deformasyonlar, su kaçakları ve can kayıplarına sebep olan yıkılmalar meydana gelmektedir. Su yapılarının temelinde bulunan jeolojik yapının her yönüyle iyi analiz edilmesi, jeolojik kesitin tam anlamıyla ortaya çıkarılması ve jeoteknik parametrelerin tayini önem arz etmektedir. Jeolojik kesitin oluşum mekanizması ile ilgili detaylı bilgiler, düşük dayanımlı ve geçirimli zeminlerin belirlenmesine yardımcı olabilmektedir Bu durum; tecrübe, uygun araştırma, deney ve analizler ile ortaya konulmalıdır. Bir diğer durum geçirimli zeminler üzerine yapılacak olan su yapısı temelindeki uygulanacak sızma engelleme yöntemleridir. Uygun yöntemin seçimi hem projeye uygunluk, hem emniyet hem de maliyeti etkileme açısından önemlidir. Bu bağlamda tez kapsamında geçirimli zeminler üzerine yapılacak olan su yapısı temeline uygulanan sızma engelleme yöntemleri tariflenerek, bulamaç hendeği (slurry-trench) yöntemi ayrıntılı olarak anlatılmış ve İnandık Barajı örneği verilmiştir. Bu çalışma ile İnandık Barajında arazi ve laboratuvar çalışmaları yapılarak, tamamen araziyi temsil eden jeoteknik veriler ile mevcut hâlihazır projeye sızma analizleri yapılmıştır. Bu sızma analizlerinde bilgisayar programları kullanılarak batardo membasında biriken suyun batardo gövdesi, gövde altındaki slurry-trench, alüvyon ve kaya kütlesi içinde nasıl bir yol izlediği modellenmiştir. Hesaplamalarda Geostudio Seep/w ve Rockscience Slide 6.0 Groundwater programları kullanılmış olup, sonlu elemanlar yöntemiyle sayısal çözümleme yapılmıştır.

2021, XV+164 SAYFA

ANAHTAR KELİMELER: Sızma Engelleme, Bulamaç Hendeği, Sızma Analizi, Baraj, Yozgat.

ABSTRACT

MASTER THESIS

IMPERMEABLE BARRIER APPLICATION WITH SLURRY-TRENCH METHOD IN WATER STRUCTURE: EXAMPLE OF INANDIK DAM

EMRAH ERDEM

YOZGAT BOZOK UNIVERSITY
SCHOOL OF GRADUATES STUDIES

GEOLOGICAL ENGINEERING

SUPERVISOR: Assoc. Prof. Dr. ERSİN KOLAY

Water structures are significant for our country and world in terms of usage areas. It is important that the research studies of such important structures are carried out completely during the project stages. Throughout history, it has been observed in dams the number of problems such as deformation, seepage, even collapse that has been caused loss of life due to technical mistakes. It is important to carefully analyze the geological structure underlying the water structures in every sense, to reveal the geological cross-section completely and to determine the geotechnical parameters. Detailed information about the engineering mechanism of the geological structures can help determine the parameters of foundation such as low-strength and permeability stages. This situation should be revealed by experience, appropriate research, experimentation and analysis. Another situation is the seepage prevention methods to be applied to the foundation on which tha dam constructed. The selection of the appropriate method is crucial in terms of suitability to the project safety and cost impact. In the scope of the thesis, after the seepage preventation methods applied to the foundation of the water structure to be built on permeable soils are described, the slurry-trench method is explained in detail and the İnandık Dam is shown as a case study. In this research, as a result of the field and laboratory studies in the Inandık Dam, geotechnical data that accurately represent the field were obtained and seepage analyzes were carried out for the project in question. In these seepage analyzes, by using computer programs, Geostudio Seep/w and Rockscience Slide 6.0, after modeling how the water accumulated in the cofferdam upstream water travels throughout the slurry-trench, alluvium and rock mass, and the amount of seepage can reach the excavation pit next to the dam body has been calculated.

2021, XV+164 PAGE

KEYWORDS: Seepage Prevention, Slurry-Trench, Seepage Analysis, Dam, Yozgat.

ÖNSÖZ

Bu tezin hazırlanmasında bilgilerini esirgemeyerek, tecrübeleriyle bana yol gösteren çok kıymetli hocam Doç. Dr. Ersin KOLAY'a teşekkür ederim.

Çalışmalarımda bana hiçbir yardımı esirgemeyen Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü Jeoteknik Hizmetler ve Yeraltı Suları Dairesi Başkanlığına; Araştırma, geliştirme, arazi ve laboratuvar çalışmaları kapsamında desteğini esirgemeyen DSİ 12. Bölge Müdürlüğü'ne teşekkür ederim.

Hayatım boyunca destek olan sevgili aileme şükranlarımı sunarım.

EMRAH ERDEM

09/12/2021

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY FORMU ii
TEZ BEYANI iii
ÖZET iv
ABSTRACT v
ÖNSÖZ vi
İÇİNDEKİLER vii
TABLOLAR LİSTESİ x
ŞEKİLLER LİSTESİ xi
RESİMLER LİSTESİ xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR xiv
1.GİRİŞ 1
Amaç ve Kapsam 1
Önceki Çalışmalar 3
2. ZEMİNLERDE SIZMA 6
3. SU YAPILARI TEMELLERİNDE SIZMA ENGELLEME 10
3.1. Zeminde Yer Alan Temellerde Sızma Engelleme 10
3.1.1 Yatay drenler 11
3.1.2 Saplama hendekleri 11
3.1.3 Geçirimsiz bariyerler (Blanket) 13
3.1.4 Mansapta sızma palyeleri 14
3.1.5 Basınç azaltıcı kuyular 14
3.1.6 Drenaj hendekleri 14
3.1.7 Pekişmemiş zeminlerin enjeksiyonu 15
3.1.8 Kesişen kazık 18
3.1.9 Derin karıştırma (Deep mixing) 19
4. MATERYAL VE METOD 20
5. SU YAPILARI GEÇİRİMSİZLİK ÇALIŞMALARINDA BULAMAÇ HENDEĞİ (SLURRY-TRENCH) YÖNTEMİ 22
5.1. Bulamaç Hendeği Uygulamalı Duvarlar 23
5.1.1. Diyafram duvarlar 23
5.1.2. Kılavuz duvarlar 23
5.1.3. Geçirimsiz perde duvarları 23
5.2 Tasarım Kriterleri 23

5.3 Bulamaç Hendeği Yönteminin Uygulanması 24
5.3.1. Çalışma platformu 24
5.3.2 Kılavuz duvar yapılması 25
5.3.3 Kazı yapılması ve destekleyici akışkanların uygulanması 25
5.3.4 Panel birleşim yerlerinin hazırlanması 26
5.3.5. Panel duraylılığı 28
5.3.6 Donatı yerleştirilmesi 29
5.3.7 Betonlama yapılması 30
5.4. Bulamaç Hendeği Yapım Aşaması Ekipmanları 34
5.4.1. Hidrofreze (Cutter) 35
5.4.2. Kova (Kelly – Grab) 36
5.4.3. Servis Vinci 36
5.4.4. Karıştırıcı (Mikser) 36
5.4.5. Depolama tankları ve havuzları 36
5.4.6. Hava kompresörleri 36
5.4.7. Kum arıtma tesisi (Desander) 36
5.4.8. Tremie boruları 36
5.4.9. Bentonit çamuru ölçü tankı 37
5.4.10. Silo 37
5.4.11. Diğer ekipmanlar 37
5.5. Kullanılacak Malzeme ve Özellikleri 37
5.5.1.Çimento 37
5.5.2. Bentonit 38
5.5.3. Taş unu (Dolgu) 38
5.5.4. Kum/İnce agrega 39
5.5.5. Su 39
5.5.6. Kimyasal katkı maddeleri 39
5.6 Kontroller ve Testler 39
5.6.1. Bentonit çamuru karışımı kalite kontrolü 39
5.6.2. Plastik beton karışımı kalite kontrolü 39
5.6.3. Plastik beton perdesi karışım özellikleri için testler 39
5.6.4. Arazi deneyleri ile geçirimsizlik kontrolü 40
5.7. Bulamaç Hendeği Yönteminde Dikkat Edilecek Hususlar 40
6. YOZGAT-YERKÖY İNANDIK BARAJI ÖRNEĞİ 43

6.1 İnandık Barajı Genel Özellikleri 43
6.2 Baraj Yeri Jeolojik Özellikleri 48
6.2.1 Stratigrafik jeoloji 48
6.2.2 Yapısal Jeoloji 51
6.3 Hidrojeoloji 52
6.4 Mühendislik Jeolojisi 53
6.4.1 Temel sondajlar 53
6.4.2 Laboratuvar deneyleri 60
7. BULGULAR VE TARTIŞMALAR 70
8. SONUÇLAR 78
KAYNAKÇA 82
EKLER 85
ÖZGEÇMİŞ 165

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo	Sayfa
Tablo 1.1. Dünya genelinde jeolojik nedenlerle hasar gören bazı barajların listesi (Wikipedia, 2020).	2
Tablo 3.1. Jeosentetik çeşitleri (DSİ, 2014).	14
Tablo 3. 2. Zemin parametrelerinin yaklaşık değerleri (CECW-EG, 1984).	16
Tablo 5.1. Bentonit karışımının özellikleri (TS EN 1538, 2001).	26
Tablo 5.2. Plastik harç ve plastik beton bileşenleri (Püsküllüoğlu, 2010).	30
Tablo 5.3. En az çimento muhtevası (TS EN 1538, 2001).	37
Tablo 5.4 Bulamaç hendeği yönteminin olumlu ve olumsuz yönleri (Boyes, 1975).	42
Tablo 6.1. Yapı temel zemini ve kayasını oluşturacak jeolojik birimlerin deprem yönetmeliğine göre özellikleri (Kesin proje raporundan uyarlanmıştır).	52
Tablo 6.2. İnandık Barajında planlama ve kesin proje aşamasında açılmış temel sondaj özeti.	53
Tablo 6.3. Kesin proje raporuna göre baraj yerinde yapılan basınçlı ve basınçsız su deneyleri özet tablosu.	54
Tablo 6.4. Lugeon sınıflamaları (Tarhan, 1989).	59
Tablo 6.5. Permeabilite sınıflamaları (Tarhan, 1989).	59
Tablo 6.6. Kesin proje aşamasında İnandık Barajı temeli ve göl alanındaki alüvyonda açılan araştırma çukurları (KÇ) fiziksel deney sonuçları.	62
Tablo 6.7. Kesin proje aşamasında İnandık Barajı temeli ve göl alanındaki alüvyonda açılan araştırma çukurları (KÇ) fiziksel deney sonuçları.	62
Tablo 6.8.Uygulama aşamasında İnandık Barajı temeli ve göl alanındaki alüvyonda açılan araştırma çukurları tuvenan agrega deney sonuçları.	62
Tablo 6.9. Geçirimsiz malzeme sahasından alınan örselenmiş örneklere ait laboratuvar sonuçları.	65
Tablo 6.10.Geçirimsiz gereç sahasından alınan örselenmiş örneklere ait laboratuvar sonuçları.	66
Tablo 6. 11. Geçirimli gereç sahasından alınan agregalara ait laboratuvar sonuçları (DSİ, 2019).	67
Tablo 6.12.Geçirimli gereç sahasından alınan agregalara ait laboratuvar sonuçları (DSİ, 2019).	67
Tablo 6.13.Plastik Beton İçin Tasarlanan Karışım Oranları (DSİ, 2019).	68
Tablo 6.14.Plastik Beton İçin Laboratuvarda Tasarlanan Betona ait Basınç Dayanımı ve Elastisite Modülü Sonuçları (DSİ, 2019).	69
Tablo 6.15.Plastik Beton İçin Laboratuvarda Tasarlanan Betona ait Permeabilite Sonuçları (DSİ, 2019).	69

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Suyun taneler arası hareketi A: Gevşek zemin, B: Sıkı zemin.	6
Şekil 3.1. Yüksek geçirimli zeminler üzerine inşa edilen dolgu barajlar için iyileştirme yöntemleri (A: Memba geçirimsiz blanketi, B:Bulamaç hendeği, C:Enjeksiyon perdesi, D:Yatay dren, E:Basınç düşürme kuyusu, F:Ağırlık palyesi ve G:Düşey dren) (Tosun, 2004).	11
Şekil 3.2. Enjeksiyonun yayılım şekline permeabilite etkisinin şematik gösterimi (Özkan, 2019).	15
Şekil 3.3. Püskürtmeli (jet) enjeksiyon uygulaması (Şekercioğlu, 1998).	17
Şekil 3.4. Püskürtmeli (jet) enjeksiyon uygulama sistemleri (Keller, 1992).	18
Şekil 3.5. Derin karıştırma kolonları uygulama aşamaları (Özkan, 2019).	19
Şekil 3.6. Bazı sızma engelleme yöntemlerinin iletimlilik katsayıları aralıkları (Powell ve Morgenstern, 1985).	19
Şekil 5.1. Panel geometrisi (TS EN 1538, 2001).	27
Şekil 5.2. Panel ve derzlerin değişik tipleri için şematik önlemeler (TS EN 1538, 2001).	28
Şekil 5.3. Bulamaç hendeği yöntemi ile panel duvar yapımının aşamaları (Özkan, 2019).	29
Şekil 5.4. Tremi borusu ile panelin betonlanması (Nohut, 2010).	31
Şekil 5.5. Bentonit bulamacının şekillenme süreci (a: Şişen bentonit partikülleri, b:negatif iyonla yüklenmiş bentonit partikülleri) (Lei vd., 2019).	32
Şekil 5.6. Bulamaç hendeğinin duvar koruma mekanizması (Lei vd, 2019).	33
Şekil 5.7. Bulamaç hendeği kesiti (Ressi ve Cavali, 1985).	34
Şekil 5.8. Bulamaç hendeği uygulamasında ekipmaların dizilimi (Özkan, 2019).	34
Şekil 5.9. Freze ünitesinin şematik gösterimi (Özkan, 2019).	35
Şekil 5.10. Montmorillonitin kimyasal yapısı (Lei vd., 2019).	38
Şekil 6.1. İnandık Baraj yeri google earth yer bulduru haritası.	43
Şekil 6.2. İnandık Baraj yeri google earth yer bulduru haritası.	44
Şekil 6.3. İnandık Baraj yeri Google Earth yer bulduru haritası.	44
Şekil 6.4. Baraj gövdesi ve batardoları genel yerleşim (Erges, 2013).	47
Şekil 6.5. Yozgat-Yerköy İnandık Barajı genel jeoloji haritası (Erges, 2013).	48
Şekil 6.6. Yozgat-Yerköy İnandık Barajı çevresinin genelleştirilmiş stratigtafik kesiti (Erentöz ve Ketin, 1963).	49
Şekil 6. 7. Türkiye deprem tehlike haritası (AFAD, 2019).	52

Şekil 6. 8. Planlama aşamasında açılan SK-3 numaralı kuyuya ait kuyu logu (Erges, 2013). 58

Şekil 6. 9. Kesin proje ve uygulama aşaması gövde altı ve rezervuarda açılan araştırma çukurlarını gösterir harita. 61

Şekil 6. 10. Şekil 6.11.Geçirimli gereç sahasından alınan ince agrega için önerilen tane dağılımı eğrileri (DSİ, 2019). 68

Şekil 7.1. Kesin proje memba batardosu bulamaç hendeği en kesit ve profili (Erges, 2013). 70

Şekil 7. 2. Seep/w sızma analizi gövde profili, jeolojik kesit ve ağlar (mesh). 74

Şekil 7. 3. Seep/w sızma analizi friatik hattı. 74

Şekil 7. 4. Seep/w sızma analizi fratik hat ve akım ağları. 75

Şekil 7. 5. Seep/w sızma analizi eş potansiyel eğrileri, akım ağları ve vektörleri. 75

Şekil 7. 6. Slide groundwater sızma analizi gövde profili, jeolojik kesit ve ağlar (mesh). 76

Şekil 7. 7. Slide groundwater sızma analizi friatik hat. 76

Şekil 7. 8. Slide groundwater sızma analizi friatik hat ve akım ağları. 77

Şekil 7. 9. Slide groundwater sızma analizi eş potansiyel eğrileri, akım ağları ve vektörler. 77

RESİMLER LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 6. 1 Eosen yaşlı volkanik fasiyesine ait arazi görünümü.	56
Resim 6. 2 Alüvyon (Talveg bölgesinden sağ sahile bakış).	57
Resim 6. 3 EAÇ-4 numaralı araştırma çukuru (Memba batardosu altında).	63
Resim 6. 4 EAÇ araştırma çukurlarına ait örneklerin laboratuvar ortamında fotoğrafları.	63
Resim 6. 5 Geçirimsiz malzeme sahasında açılan araştırma çukurları (İAÇ).	65

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	**Açıklamalar**
A	: Numune Kesit Alanı (cm^2)
cm	: Santimetre
D	: Tane Çapı (mm)
FM	: Agrega İncelik Modülü
h	: Hidrolik Düşü
i	**:** Hidrolik Eğim
k	: Hidrolik İletkenlik
Lu	**:** Lugeon
m	: Metre
m^2	**:** Metrekare
m^3	**:** Metreküp
s	: Saniye
t	: Zaman
Q	: Debi

Kısaltmalar	**Açıklamalar**
AFAD	: Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı
BST	**:** Basınçlı Su Testi
CH	: Yüksek Plastisiteli Kil
CL	: Düşük Plastisiteli Kil
DSİ	**:** Devlet Su İşleri
EAÇ	: İnşaat Aşaması Geçirimli Gereç Araştırma Çukuru
GW	: Düzgün Tane Dağılımlı Çakıl ve Az Kum
GP	: Kötü Derecelenmiş Çakıl
GC	: Killi Çakıl
ICOLD	**:** Uluslararası Büyük Barajlar Komisyonu
İSK	: Kesin Proje Sondaj Kuyusu
HES	: Hidroelektrik Santrali

İAÇ	: İnşaat Aşaması Geçirimsiz Gereç Araştırma Çukur
KÇ	: Kesin Proje Geçirimli Gereç Araştırma Çukuru
LL	: Likit Limit
MH	: Yüksek Plastisiteli Silt
MTA	: Maden Teknik Arama Genel Müdürlüğü
PL	: Plastik Limit
PI	: Plastisite İndisi
SK	: Planlama Sondaj Kuyusu
SSB	: Silindirle Sıkıştırılmış Beton Baraj
TAKK	**:** Teknik Araştırma ve Kalite Kontrol
USCS	: Birleştirilmiş Zemin Sınıflama Sistemi
USBR	**:** The United States Bureau of Reclamation
YÖK	: Yüksek Öğrenim Kurulu
Yİ	: Plastik Beton Karışım Kodu

1.GİRİŞ

Amaç ve Kapsam

Su yapıları, taşıma gücü ve sızma yönünden güvenli veya güvenliği sonradan yapılan iyileştirme ile sağlamlaştırılabilecek jeolojik formasyonlar üzerine inşa edilmektedir. Sızma miktarının beklenenden daha fazla olması veya gerekli olan sızdırmazlık yöntemlerinin uygulanmaması beklenmedik su kaçaklarının yanı sıra su yapısının emniyetini tehdit edecek sonuçlar doğurabilmektedir. Geçmişten günümüze kadar uygun baraj, gölet, regülatör vb. gibi su yapılarının inşaa edileceği yerlerin önemli bir bölümünün kullanılmış olması ve bundan sonra daha karmaşık alanlarda su yapılarını yapma zorunluluğunun ortaya çıkması, su yapılarının projelendirileceği alanlarda daha yoğun jeolojik, jeoteknik ve mühendislik jeolojisi araştırmalarının yapılmasını gerekli kılmaktadır. Bu araştırmalar doğru çalışma yöntemiyle planlanmalı ve hiçbir detay atlanmadan mühendislik çalışmaları yapılmalıdır. Şekil 1.1'de zemin araştırmaları ve sonrasındaki aşamalar, akış şeması ile gösterilmektedir.



Şekil 1.1. Zemin araştırması akış şeması (Ulusay, 2001).

Analiz eksikliği, tecrübesizlik, veri ve parametre eksikliği, yanlış gözlem gibi nedenlerden dolayı tarih boyunca yıkılan ve hasar gören barajlar vb. gibi su yapıları çok ciddi can ve mal

kayıplarına neden olmuştur. Yıkılan, hasar gören veya deformasyona uğrayan su yapıları bu süre içinde mühendisler tarafından incelenmiş, sebepleri araştırılmış, nasıl iyileştirileceği tespit edilmeye çalışılmış ve bu çalışmalar daha sonra yapılacak olan sağlam yapıların projelendirilmesine ışık tutmuştur.

Baraj yıkılmalarıyla ilgili ilk ciddi çalışma 1953'te Middlebrooks tarafından 1850-1950 yılları arasını kapsayan ve bunlarla ilişkin 200 adet örnekle yapılmıştır. Bu çalışmalarda %30 ile ilk sırayı, dolusavak veya hava payı yetersizliği nedeniyle baraj üzerinden su aşmasından dolayı yıkılmanın oluşması almaktadır. Sızma ve borulanmanın yaratacağı hasar %25 ile ikinci ve şev yetersizliğinin varlığı ise %15 ile üçüncü sırada yer almaktadır (Yıldız, 2007). Dünya genelinde hasar gören barajlarda yapılan incelemelerde jeolojik ve jeoteknik nedenlerin yapı duraylılığı bakımından oldukça önemli olduğu görülmüştür. Jeolojik nedenler sebebi ile yapılan hataların ve/veya eksik çalışmaların ciddi sonuçlara yol açtığı hatta ölümle sonuçlanan durumlara neden olduğu görülmüştür. Tablo 1.1'de dünya genelinde jeolojik nedenlerden dolayı hasar gören ve bu sebeple 100'den fazla can kaybıyla sonuçlanan barajlara örnek verilmiştir.

Tablo 1.1. Dünya genelinde jeolojik nedenlerle hasar gören bazı barajların listesi (Wikipedia, 2020).

Baraj Adı	**Yıl**	**Ülke**	**Ölü Sayısı**	**Hasar Nedeni**
Tigra Barajı	1917	Hindistan	1000	Temele su sızması (Kumtaşı)
Puentes Barajı	1802	İspanya	608	Jeolojik duraysızlık
St. Francis Barajı	1928	ABD	451	Jeolojik duraysızlık
Malpesset Barajı	1959	Fransa	423	Jeolojik duraysızlık
Vega de Tera Barajı	1959	İspanya	144	Jeolojik duraysızlık, Gövde yıkılması
Sella Zerbino Barajı	1935	İtalya	111	Jeolojik duraysızlık ve Taşkın

Bu tez kapsamında %25'lik alana giren sızma ve borulanmanın engellenmesine yönelik çalışmalar yapılarak su yapıları için özel tasarım ve inşaat önlemlerini zorunlu kılan geçirimli zeminler tanımlanmıştır. Bu tarz zeminlerde projelendirilen su yapılarında, su yüklemesi ardından ne tür problemlerle karşılaşılabileceği anlatılmıştır. Bu kapsamda ekonomi, estetik, emniyet kavramlarını esas tutarak en doğru sızma engelleme yöntemlerinin nasıl yorumlanarak seçileceği belirtilmiştir.

Sızma engelleme yöntemlerinden birisi olan bulamaç hendeği yöntemi, gerek süre gerekse ekonomik yönden diğer sızma engelleme yöntemlerine göre avantajlı ve güvenlidir. Bu çalışma kapsamında konuyla ilgili olarak geçirimli zeminlerde bir geçirimsizlik perdesi

oluşturma yöntemi olan bulamaç hendeğinin amacı, ne işe yaradığı, nasıl projelendirildiği ve uygulama detayları anlatılmıştır.

Bulamaç hendeği yöntemi Silindirle Sıkıştırılmış Beton Baraj (SSB) gövde tipinde olan İnandık Barajının batardolarında projelendirilmiş fakat henüz imalatı yapılmamıştır. Bu çalışmanın amacı, İnandık Barajı memba batardosu altında oluşabilecek sızmanın bilgisayar programları vasıtasıyla model oluşturarak hesaplanması ve değerlendirilmesidir. Bu kapsamda, jeolojik ve jeoteknik parametreler için, proje alanında planlama ve kesin proje aşamasında yapılan temel sondaj verilerinden faydalanılmıştır. Ayrıca batardo temelinden, geçirimli ve geçirimsiz gereç sahalarından örnek alınarak, laboratuvar deneyleri yapılmıştır. Bu veriler kapsamında alüvyonun, ana kayanın, gövde dolgu zonlarının ve bulamaç hendeğinin jeoteknik parametre değerleri bulunmuştur. İki farklı bilgisayar programıyla; batardo ve baraj geometrisine, jeolojik profile ve kazı şev açılarına sadık kalınarak, memba batardosunun, bulamaç hendeğinin ve SSB baraj temel kazısının modeli oluşturulmuştur. Araziden alınan veriler, model girdileri olarak işlenmiş, sonlu elemanlar yöntemiyle sayısal çözümleme yapılmıştır. Sızma analizleri için sayısal analizlerle model oluşturma çalışmalarında planlama ve kesin proje aşaması temel sondajlarından ve bu çalışma kapsamında deney sonuçlarından alınan veriler kullanılmıştır.

Sonuç olarak sızma engelleme yöntemleri ve yapılan analizler bu tez kapsamında yorumlanarak değerlendirme yapılmıştır.

Önceki Çalışmalar

Baraj, gölet, regülatör vb. gibi su yapıları inşa edilecek yerlerde jeolojik ve jeoteknik etütlerin eksiksiz yapılması çok önemlidir. Bu kapsamda su yapıları temellerinde yer alan zeminlerin oluşum ortamları, cinsi, kimyasal, fiziksel ve mekanik özellikleri tanımlanır.

Geçirimli temellerde iki ana problemle karşılaşılmaktadır. Bu problemlerden birincisi oluşan sızmanın miktarıdır. Diğeri ise sızmaya neden olan kuvvetlerle ilgilidir. Sızma miktarının azaltılması için yapılacak çalışmaların tipi ve kapsamı; barajın amacı, rezervuar kapasitesi ile ilgili dere akış rejimi ve canlı yaşamı ile ilgili su ihtiyacı gibi etkilere bağlı olarak belirlenir. Yeraltındaki sızmadan kaynaklanan su kaybı, bir depolama barajı için işin ekonomisi dikkate alınarak değerlendirilir. Benimsenen çözümler; sızma suyunun ekonomik

değerine bağlı kalmaksızın, borulanmanın neden olacağı hasar ve göçmelere karşı barajın güvenliğini sağlayacak önlemleri kapsamalıdır (Tosun vd., 2002).

Hidrodinamik kurallara göre su kendisine kolay yolu seçerek gövde içerisinde borulanmalara neden olabilir. Dolgu barajlarda bu kaçınılmazdır (Mortazavi ve Soleimani, 2015). Yüzeylerde gözlemlenen sızmalar iç kısımlardaki borulanmalar ve tehlikeli sızıntılar hakkında bilgi verebilir. Sızmanın zamana bağlı artıp azalması borulanmaların kendi kendine tıkanması veya büyümesi sürecini gösterebilir.

Sızma analizi, su yapısının temelinden ve gövdesinden meydana gelebilecek sızıntı miktarının hesaplanması, sızma problemlerini kontrol altına alınması veya sızmayı azaltmak için gereklidir (Soleymani ve Akhtarpur, 2011).

Sızıntı davranışını önceden deneyimlemeden ve anlamadan başarılı bir sızma analizi yapmak neredeyse imkânsızdır (Broaddus, 2015).

Son zamanlarda yeraltı sularını iyileştirmek, zeminin sıvılaşmasını önlemek ve yeraltı sularının kirlenmesini önlemek için çeşitli yer altı duvarı uygulamaları yapılmıştır. Ancak bu duvarların kazı derinlikleri kısıtlıdır. Bu sebeple duvar boyunca homojen bir yapı elde etmek zordur. Derinlik arttıkça duvar elemanlarında kayma ve bozulma meydana gelebilir. Ayrıca hepsi tek bir amaca yönelik kullanıldığı için ekonomik olmayabilir. Mevcut özellikler göz önüne alındığında; istenilen derinlikte inşa edilmesi, ekonomik, geçirimsiz ve kolay inşa edilebilir olması gibi sebeplerle bulamaç hendeği tercih edilmektedir (Ariyama vd., 1994).

Temeli derin olan dolgu barajlarda barajın altındaki sızıntının kontrolü veya sızıntının azaltılması için kil çekirdek cut-off hendeği kullanılır. Ancak, bu yöntem baraj gövdesinin oturacağı geçirimli alüvyonun derin olduğu yerlerde oldukça pahalı ve zor bir yöntemdir. Bulamaç hendeği denemeleri Veder tarafından 1948 yılında başlamıştır. Ancak ilk kez 1950 yılında İtalya'daki Fedala Barajında ve Venafro'daki Volturna Nehri üzerindeki hidrolik çalışmalarda uygulanmıştır (Clayton, 1992). Daha sonra 1952 yılında ABD Kennewick seddesinde de bulamaç hendeği yöntemi uygulanmıştır. Kalıcı yapıda gerçekleştirilen ve kazdığı yeri harman edilmiş toprak ile yeniden dolduran bulamaç hendeği yöntemi, herhangi bir bakım sorunu yaratmadan geçirimsiz bir set oluşturmuştur (Karaoğullarından vd, 1977).

Türkiye'deki ilk uygulaması ise Aslantaş Barajı'nda yapılmıştır (Karaoğullarından vd., 1977). Aslantaş Barajında bulamaç hendeği uygulaması, baraj inşaatı süresince temel kazılarının kuru alanda yapılabilmesi ve yeraltı suyu sızma etkisinin en aza indirilebilmesi

amacıyla memba ve mansap batardoları, çevirme tünelleri çıkış yapıları önü, santral binası çevresinde ve dolusavak düşü havuzunda geçirimsizliği sağlamak amacıyla yapılmıştır. Yöntemin mantığı, dik kenarlı bir hendek kazılarak, bu kazılan hendeğin bentonit çamuru ile doldurulup göçmeye karşı desteklendirilmesi ve ardından hendeğin kum, silt, bentonit, çimento vb. gibi malzemelerle tekrar doldurulması esasına dayanır. Aslantaş Barajında kullanılan karışım oranları; 1) Bentonit Çamuru: %95 su (ağırlık), %5 bentonit (ağırlık), 2) Bulamaç (slurry): %64 bentonit çamuru (ağırlık), %20 çimento (ağırlık), %16 (ağırlık) su ve 1 kg toz şeker şeklinde uygulanmıştır (Karaoğullarından vd., 1977).

Ülkemizde bulamaç hendeği uygulamasının Aslantaş barajından sonra ikinci uygulaması Tahtalı Barajında barajın gövde altı geçirimsizlik perdesi oluşturma şeklinde yapılmıştır. Üçüncü uygulama ise Akköprü Barajına ait memba ve mansap batardolarında yapılmıştır. Bu uygulamalardan sonra birçok su yapısında bu yöntem başarıyla kullanılmıştır. Bunlardan bazıları; Atatürk, Yusufeli, Melen, Araç, Kozcağız, Pamukluk, Kavşak, Büyükkumla, Kirazlıkköprü, Ballıkaya, Demirözü, Kartalkaya, Gürdük, Gökpınar, Çetintepe, Kuruçay, Yedigöze Sarıbey, Şereflikoçhisar, Peçenek, Kığı, Çokal, Karkamış ve Gördes Barajı ile Postallı ve Hatipoğlu Göleti, Manyas Regülatörüdür. Bu yapılarda imalatı tamamlanmış olan bulamaç hendeği yönteminin, yeni yapılacak olan gölet, regülatör, baraj ve yer altı barajları gibi su yapılarında da sızma engelleme amacıyla projelendirme süreçleri devam etmektedir.

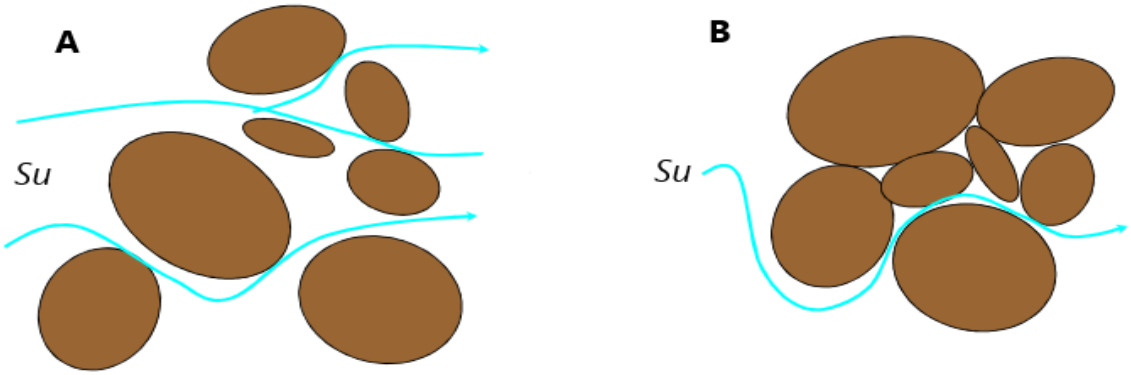
Sızma analizlerinin çıkışı ise jeoteknik mühendislerinin çoğu zaman zemindeki akış oranını (Q) kestirmek durumunda kalmaları ile başlamıştır. Zeminlerdeki tek boyutlu akışı tanımlamada Newton'ın sürtünme yasası hidrodinamiğin Navier-Stokes denklemleri ile birleştirilebilir. Ancak sonuçta ortaya çıkan formüller çok karmaşık olup, normal jeoteknik mühendisliği analizleri için pratik değildir. Bu nedenle, mühendisler yine bir Fransız mühendis olan Darcy (1856) tarafından geliştirilen ve daha basit olan ampirik yöntemi takip etmektedir (Coduto, 2006).

Sızma analizinin başlangıcı 1856'da Darcy kanunlarının kullanılmasıyla başlamıştır. Henry Darcy, dikey akış boyunca küçük kum numuneleri üzerinde deney yapan Fransız bir mühendistir. Kum örnekleri ile yaptığı deneylerle laminer akımın, kesit alanı ve kuma uygulanan hidrolik gradyandaki farkla ilgili olduğunu göstermiştir. Çoğu mühendislik sorunları gibi, jeolojik formasyonun içinde bulunan su hareketi de çok karmaşık yapıda olup çözüm mekanizması oldukça karışıktır. Bu çözüm mekanizmaları günümüzde çeşitli bilgisayar programlarıyla daha basit olarak analiz edilebilmektedir.

2. ZEMİNLERDE SIZMA

Bir zemin profilini oluşturan taneler arasındaki boşluklar kısmen ya da tamamen su ile dolabilir. Zemin kütlesi içinde bulunan bu su zemin suyu olarak adlandırılır. Su zemin içinde absorbe, higroskopik ve serbest durumda bulunur. Zemin ile su arasındaki ilişkiler üç ana kavram ile açıklanır. (1) geçirimlilik (permeabilite) (2) kılcallık (kapilarite) (3) sızma. Geçirimlilik, boşluklarındaki suyun akmasını sağlayan zemin özelliğidir. Kılcallık, suyun serbest su düzeyi üzerindeki bölgeye kılcal kuvvet adı verilen kuvvetlerle yukarı doğru çekilmesi olayıdır. Suyun zemin içinde akma olayı ise sızma olarak adlandırılır (Genç, 2008).

Boşlukları büyük olan zeminin geçirimlilik değeri, boşlukları küçük olan zeminin geçirimlilik değerinden fazladır. Büyük boşluklara sahip olan zeminlerin boşluk oranları da fazladır. Bu nedenden dolayı benzer boyutlu olan zeminlerde boşluk oranı arttıkça geçirimlilik değerinin artacağı düşünülebilir.



Şekil 2.1. Suyun taneler arası hareketi A: Gevşek zemin, B: Sıkı zemin.

Geçirimliliğe ilişkin başlıca mühendislik sorunları;

- Barajların içinden ve altından oluşan kaçak miktarı
- Konsolidasyon hızı ve konsolidasyona ilişkin oturma
- Derin kazıların içine su girmesi ya da suyun dışarı atılması
- Yamaçların duraylılığı, dolgu barajlar, hidrostatik kaldırma kuvveti
- Sızma hızının yarattığı erozyon (borulanma etkisi) ince taneli malzemelerin taşınması, olarak özetlenebilir.

Sızmaya karşı direnç, tane boşlukların boyut ve geometrisinden oldukça etkilenir. Boşlukların özellikleri ise zemin profilini temsil eden tanelerin boyutları, şekilleri ve dizilim biçimlerine bağlı olarak değişkenlik gösterir (Genç, 2008).

Bir kum ya da çakıl üzerine su döküldüğü zaman su zemin içine doğru akacak ve zemin içinde kaybolacaktır. Buna karşılık silt-kil gibi ince taneli zeminlerde akma olayı daha güç gerçekleşecektir. Yani iri taneli zeminlerde suyun akma hızı ince taneli zeminlerden çok daha fazladır. Diğer çoğu zemin mekaniği problemlerine benzer şekilde sızma analizi mantıklı bir tahmin anlamı taşır ve birkaç kabul yapılır. Bunlar;

1. Birimlerin özellikleri homojendir (geçirimlilik vb.)

2. Hidrolik yasaları uygundur ve analizlere uygulanabilir

3. Herhangi bir görünür değişim (geçirimliliğin düşey ve yatay yönde farklı oluşu vb.) kabul edilebilir yakınlıkta ön görülür. Her şeye rağmen analiz yöntemleri kabul edilebilir sonuçlar sunar (Genç, 2008).

Su yapıları temellerinde oluşabilecek su sızıntıları mansap tarafında kaynak çıkışı veya su birikintisi (göllenme) oluşturacak kadar olmamalıdır. Rezervuardan tehlike oluşturacak kadar su sızıntısına kesinlikle müsaade edilmemelidir. Bütün zeminlerin kendine has mühendislik özellikleri olduğu için, iyi analiz ederek, zeminin sızmaya karşı nasıl davranış göstereceğini net bir şekilde ortaya çıkarılmalıdır.

Jeoteknik mühendisleri çoğu zaman zemindeki akış oranını (Q) kestirmek durumundadır. Zeminlerdeki tek boyutlu akışı tanımlamada Newton'ın sürtünme yasası hidrodinamiğin Navier-Stokes denklemleri ile birleştirilebilir. Ancak, sonuçta ortaya çıkan formüller çok karmaşık olup, normal jeoteknik mühendisliği analizleri için pratik olmamaktadır. Bu nedenle, çoğu mühendis yine Henry Darcy (1856) tarafından geliştirilen ve daha basit olan ampirik yöntemi takip etmektedir (Coduto, 2006)

Sızma analizi, 1856'da Darcy kanunlarının kullanılmasıyla başlamıştır. Henry Darcy, dikey akış boyunca küçük kum numuneleri üzerinde deney yapan Fransız bir mühendistir. Kum örnekleriyle yaptığı deneylerle laminer akımın, kesit alanı ve kuma uygulanan hidrolik gradyandaki farkla ilgili olduğunu göstermiştir (Çakır, 2019). Darcy yasası bir akiferdeki su akımının analiz edilmesine dayanır.

Darcy kanunları; Q = A x k x i formülü ile gösterilir.

Q: Debi

A: Kesit alan

k: Hidrolik iletkenlik katsayısı

i: Hidrolik eğim.

Darcy kanunları, suyun zeminde sızma hızını hidrolik eğim ve geçirimlilik katsayısı ile ilişkilendirmektedir. Darcy Yasası doygun zeminlere uygulandığı gibi doygun olmayan zeminlerde de geçerlidir (GEO-SLOPE International, 2012).

İki boyutlu genel akım denkleminde; belirli bir alanda akım için kısmı diferansiyel denklemler verilmiştir. Formülde, hidrolik eğimin x yönündeki değişimi ilk terim, hidrolik eğimin y yönündeki değişimi ikinci terim ve kx ile ky malzeme özelliklerini (hidrolik iletkenlik), h hidrolik düşü, Q su miktarı, t ise zamanı temsil etmektedir.

$$\frac{\partial}{\partial x}\left(kx\frac{\partial h}{\partial x}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(ky\frac{\partial h}{\partial y}\right)+Q=\frac{\partial \theta}{\partial t}$$

Bu denklem bize belirli bir alanda x yönündeki hidrolik eğimin değişim oranı ve hidrolik eğimin y yönündeki değişim oranı, belirli sınır koşullarının toplamının hacimsel su muhtevasının zaman içindeki değişimine eşit olduğunu göstermektedir (GEO-SLOPE International, 2012). Kararlı hal (Steady-State) olarak adlandırılan durumda ise sisteme giren debi ile çıkan debi birbirine eşittir. Yani, hacimsel su muhtevasında bir değişiklik olmayacağını göstermektedir ($Q_{in} = Q_{out}$).

Çoğu mühendislik sorunları gibi, jeolojik formasyonun içinde bulunan su hareketi çok karmaşık yapıda olup çözüm mekanizması oldukça karışıktır. Bu tarz durumlarda karmaşık olan problemi, daha basit alt bölümlere ayırarak incelemek ve çözmek daha doğru sonuçlar verebilmektedir. Bunlardan birisi de sonlu elemanlar yöntemidir. Sonlu elemanlar yöntemi (FEM) gerçekte büyük bir sistemi, daha küçük bileşenlerine ayırarak küçük parçalardan bütüne gitme hedefiyle hareket eder. Bir sistemin sonlu elemanlar yöntemi ile incelenmesi sonlu elemanlar analizi (FEA) olarak bilinmektedir (Wikipedia, 2021). Eleman düğümlerinde etkiyen kuvvetlerin neden olduğu gerilme ve şekil değiştirmeler arasındaki ilişkiyi belirlemek üzere bir bünye yasası kullanılır. Düğüm kuvvetleri ile düğüm deplasmanları oluşturulan ve çözülen denklemlerle ilişkilendirilir (Kılıç, 2017).

Sonlu elemanlar yöntemi ile sızma analizinde;

$$Q = K \cdot H$$

K: Eleman özelliklerinin matrisi (Malzemenin özelliklerini ve hacmini içerir.)

H: Düğüm noktasındaki toplam yük (Ana bilinmeyen)

Q: Düğüm noktasındaki debi

Bu formülden anlaşılacağı üzere Q tanımlandığında H elde edilecek, H tanımlandığında ise Q elde edilecektir (GEO-SLOPE International, 2012).

Sonlu Elemanlar Temel Bileşenleri:

- Geometri – Alan
- Malzeme Özellikleri
- Sınır Koşulları
- Zaman-Geçici integralleme (Sadece geçici rejim analizlerinde)

NOT: Genellikle sonlu elemanlar modellerinde en fazla geometri detayları üzerinde durulmaktadır. Ancak, malzeme özellikleri ve sınır koşulları tam olarak anlaşılmadan geometri bir şey ifade etmemektedir. Bu yüzden, çalışma zamanının çoğu malzeme özelliklerinin ve sınır koşullarının en iyi şekilde belirlenmesi üzerine harcanmalıdır (GEO-SLOPE International, 2012).

3. SU YAPILARI TEMELLERİNDE SIZMA ENGELLEME

Su yapıları temellerinde oluşacak sızmalar mansap tarafında kaynak veya su birikintisi oluşumları yapacak kadar olmamalı ve bununla birlikte göl alanından izin verilebilir limitler dışında su kaybına izin verilmemelidir. Bütün zeminlerin kendine has mühendislik özellikleri vardır. Projelendirilecek olan su yapısına göre temelinde olan zemin özelikleri iyi tespit edilmeli ve bu özelliklere göre eğer iyileştirme gerekiyorsa uygun sızma engelleme yöntemlerine karar verilmelidir.

İnşaa edilecek su yapısının temelleri zeminde ve kayada olmak üzere iki ana başlık altında toplanmaktadır.

3.1. Zeminde Yer Alan Temellerde Sızma Engelleme

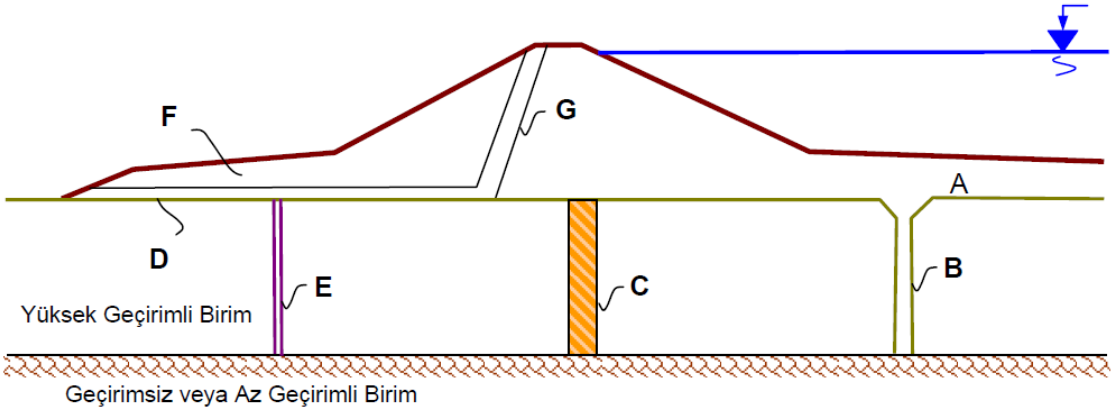
Zemin; jeoloji mühendisliğinde, kayaçların döngüsü ile meydana gelen kaynaşmamış ya da aşırı zayıf kaynaşmış, taşınmış ya da yerinde ayrışmış mineral tanelerinden oluşan birikintiler olarak tanımlanabilir.

Genel mühendislik anlamında zeminleri kayalardan ayıran temel özellik, zeminlerin taneli, diğer bir deyişle granüler olmasıdır. Gerçekte zeminleri kayalardan veya yumuşak kayalardan kesin bir çizgi ile ayırmak mümkün değildir. Yeryüzünü oluşturan malzemelerin en önemli mühendislik özellikleri, bu zeminlerin kayma direnci (kesme mukavemeti) ve geçirgenlikleridir (permeabilite). Bu iki özellik iki ana zemin grubunda büyük ölçüde farklıdır. Bunlar, kum ve çakıl gibi kohezyonsuz zeminlerle, killer gibi kohezyonlu zeminlerdir (Şekercioğlu, 1996).

Barajlar; alüvyonal kum ve çakıl, moloz kum ve çakıl ve hidro-termal yöntemle ayrışarak oluşmuş yüksek geçirimli kayaçlar üzerine inşa edilecekse, temel zemininden oluşacak sızma ve erozyonu kontrol etmek ve engellemek için bazı tasarım önlemlerinin alınması gerekmektedir. . Yüksek geçirimli temel zemin olarak nitelendirilen alüvyonal zeminler; değişik oluşum biçimlerine sahiptir (Fell, 1992). Bu oluşum biçimlerine göre, alüvyonal tanelerin büyüklüğü, geometrik şekli, yönelimi gibi faktörler, alüvyonun oluşum ortamındaki akış rejimi, mevsimsel geçişleri vb. gibi durumlar hakkında bilgi verir.

Zemin taneleri arasındaki boşluklar ya da gözenekler su ve/veya hava içerir. Zemin üzerinde yer alan su yapılarında sızma engelleme yöntemleri yapıyı kaldırma basınçları ve temel altı zeminde meydana gelebilecek borulanmaları önleyebilmek için önem teşkil etmektedir. Projenin amacı uzun süreli depolama, içme suyu, sulama, taşkın kontrolü, enerji üretimi, vb.

sızmaların kabul edilebilir limitini belirler. Genellikle, rezervuar tabanında zaman içinde oluşan siltlenme şeklinde tanımlanan birikimler, alttan sızma etkisini azaltmaktadır. Basınç azaltıcı kuyular ve topuk drenleri gibi bazı sızma kontrol yöntemleri ise alttan sızmanın miktarını arttırabilir. Zemin üzerindeki temellerdeki alttan sızmayı kontrol etmede kullanılan yöntemler vardır (Şekil 3.1). Su yapılarının gövde ya da temellerindeki en uygun sızma kontrolü metoduna akım ağları ve çeşitli yaklaşım metotları kullanılarak yapılacak analiz sonucunda karar verilmelidir. Üzerinde çalışılan her bir su yapısı için alttan sızma miktarındaki değişimler, alttan kaldırma için emniyet faktörü, değişik kısımlardaki alttan kaldırma basınçları belirlenmelidir (Eynur, 2004).



Şekil 3.1. Yüksek geçirimli zeminler üzerine inşa edilen dolgu barajlar için iyileştirme yöntemleri (A: Memba geçirimsiz blanketi, B: Bulamaç hendeği, C: Enjeksiyon perdesi, D: Yatay dren, E: Basınç düşürme kuyusu, F: Ağırlık palyesi ve G: Düşey dren) (Tosun, 2004).

3.1.1 Yatay drenler

Yatay drenler su yapısı gövdesi boyunca oluşan su sızmasının kontrollü bir şekilde mansap topuğundan dışarı atılmasını sağlayarak yapı temelinde oluşacak aşırı kaldırma kuvvetine engel olur. Aynı zamanda mansap topuk bölümünün kuru kalmasını sağlayarak gövde stabilitesini artırır.

3.1.2 Saplama hendekleri

Geçirimli temel tabakası içindeki sızıntıları keserek sızma problemlerini gidermenin en emin yolu, sedde altına bir saplama hendeği oluşturmaktır (Altan, 1986). Saplama hendeği, sıkıştırılarak oluşturulan kil dolgu veya çimento, bentonit vb. gibi geçirimsiz karışımlarla doldurulan sızdırmazlık hendeği anlamına gelir. Saplama hendeklerinin amacı, projelendirilen su yapısının geçirimsizliği sağlayan bölümünü (kil çekirdek, ön yüz betonu,

asfalt çekirdek vb.), yapı altındaki geçirimsiz formasyona bağlamaktır. Geçirimli zeminin çok derin olmadığı ya da depolanan suyun kaçağa izin verilemeyecek kadar değerli olduğu bazı durumlarda tam sızdırmazlık hendeği tercih edilir.

ABD'de Missouri'de bulunan HES amaçlı bir barajda hidroelektrik gücün temini için gerekli su yükünün kurak periyotta da sağlanabilmesinin, tam sızdırmazlık hendeği yapılmasına bağlı olduğu belirlenmiştir (Engineering Manual, 1986). Tam ya da kısmi sızdırmazlık hendeği seçiminde şu hususlara dikkat edilmelidir:

- Yapılacak tam sızdırmazlığın maliyeti, kaybedilecek su miktarı ve HES gücü vb. maliyetleri ile karşılaştırılmalıdır,
- Alüvyonun borulanmaya karşı dayanıklılık derecesi araştırılmalıdır. İnce malzemeli kohezyonsuz alüvyonlar küçük bir sızmada bile tehlike oluşturabilir,
- Depolamadaki askıda olan silt ve kil miktarı ve boyutları araştırılmalıdır, çünkü zamanla göl tabanında birikerek sızmayı azaltırlar,
- Kısmi sızdırmazlık perdeleri, sadece daha az geçirimli bir zemine saplama yapılabiliyorsa ve bu tabaka vadi boyunca sürekli ise etkilidir (Eynur, 2004).

3.1.2.1. Sıkıştırılmış Dolgu Saplamalar

Sıkıştırılmış dolgu saplamalar, su yapısı inşaa edilecek zemin kazılarak, açılan çukurun geçirimsiz gereç malzemesi ile kademeler halinde doldurularak sıkıştırılması esasına dayanır. Kazı sırasında zemin profili daha net görülebilir. Geçirimlilik derecesi fazla olan kum-çakıl gibi zemin türlerinde kazı çukuruna su gelişi fazla olacağından, uygun drenaj önlemleri alınarak suyun tahliye edilmesi ile teorik olarak uygulanabilir. Fakat yüksek maliyet ve emek gücü gerektiği için bu tür zeminlerde pek uygun bir yöntem değildir.

3.1.2.2. Bulamaç Hendekleri (Slurry-Trench)

Su yapılarında su sızıntılarını engellemek, önlemek ve temel kazılarının kuru ortamlarda yapılabilmesini sağlamak, oldukça zor ve meşakkatli işlemler gerektirir. Alüvyon kalınlığı fazla olan su yapıları altındaki sızıntının kontrolü veya azaltılmasındaki kil çekirdek hendeğinin efektifliği ile doğrudan ilişkilidir. Temel alüvyonu sığ olduğu veya kurutma sorunlarının büyük olmadığı yerlerde genellikle sıkıştırılmış kil gibi geçirimsiz malzemelerle geri dolgusu yapılan açık kazı şeklindeki pozitif bir çekirdek hendeği (cut-off) benimsenir (Karaoğullarından vd., 1977). Alüvyonun çok kalın yani geçirimsiz sınırın

derinde olduğu durumlarda, açık kazı yapılarak çekirdek hendeği oluşturulma durumu hem stabilite hem de su sızıntıları bakımından olanaksızdır. Bu durumda, kazıyı açık tutacak bentonit çamuru kullanıp daha sonra çamur hendeğin içinde iken harmanlanmış toprakla doldurma işlemi ile çekirdek hendeğinin yapımı ile başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Çekirdek hendeğinin yapımının bu yöntemine bulamaç hendeği yöntemi denir (Karaoğullarından vd., 1977). Bulamaç hendeği ile sızdırmazlık yöntemi Bölüm 5'te detaylı anlatılmıştır.

3.1.2.3.Beton Duvarlar

Geçirimli temelin derinliği çok fazla ise (< 45 m) ve/veya temel agrega, boşluklu kireçtaşı vb. bir yapı içeriyorsa, beton duvar, alttan sızmanın kontrolünde etkili bir yöntem olabilir. Bentonit ile desteklenmiş hendekte yerinde dökülmek suretiyle imal edilir. Panel (blok) duvar ya da tekil beton duvar şeklinde yapılmaktadır, bunlar rijit yapılar oldukları için eğer bölgede şiddetli depremlerin olması ihtimali varsa tercih edilmemelidir. Ayrıca küçük barajlar için pahalıdır (Engineering Manual, 1986).

3.1.2.4. Panplanşlar

Palplanşlar derin olmayan yani yüzeysel kanalların kazıları esnasında, göl, deniz, akarsu yanı gibi su seviyesi yüksek olan yerlere yapılan kazı çalışmalarında hidrolik çekiçler yardımıyla zemine çakılarak uygulanan, zeminin akmasına ve suyun gelişine engel olan perde diyaframlardır. Verimliliği geçirimsiz zemine çakılabilmiş olması ve iki panplanş arasının birbirlerine iyi kilitlenerek birleşmiş olmasına bağlıdır.

3.1.3 Geçirimsiz bariyerler (Blanket)

Geçirimsiz bariyerlerin yapılması için, uygulama öncesinde temelde yer alan zeminin cinsi ve permeabilitesi iyi belirlenmelidir. Bariyerlerin kaya kütlesine uygulanması durumunda kayanın karstlaşma durumunu, su ve/veya varsa gaz çıkışlarını belirleyerek uygulama yapılması gerekmektedir. Geçirimsiz bariyerler kil blanket gibi geçirimsiz olan doğal yapı malzemelerinden veya jeosentetik gibi malzemelerden uygulanabilir.

Jeoteknik ve inşaat mühendisliği uygulamalarında zemin ve/veya diğer malzemelerle temasta olacak şekilde kullanılan levha, şerit ve üç boyutlu yapıda, bileşenlerinden en az bir tanesi sentetik veya doğal bir polimerden yapılmış mamulü tanımlayan genel terime jeosentetik denir (DSİ, 2014). Geçirimli ve geçirimsiz olduğu kabul edilen jeosentetik çeşitleri Tablo 3.1'de gösterilmektedir.

Tablo 3.1. Jeosentetik çeşitleri (DSİ, 2014).

Geosentetik (GSY)		
Geçirimli		***Geçirimsiz olduğu kabul edilen***
Geotekstiller (GTX)	**Geotekstillerle ilgili mamuller (GTP)**	**Geosentetik bariyerler (GBR)**
Örgüsüz (GTX-NW)	Geokafesler (Geogrid) (GGR)	Polimerik geosentetik bariyerler (GBR-P)
Dokulu (GTX-K)	Geoağlar (Geonet) (GNT)	Kil dolgulu geosentetik bariyerler (GBR-C)
Örgülü (GTX-W)	Geohasırlar (Geomat) (GMA)	Bitümlü geosentetik bariyerler (GBR-B)
	Geohücreler (Geocell) (GCE)	Geokompozitler (GCO)
	Geoşeritler (Geostrip) (GST)	
	Geotakozlar (GSP)	

3.1.4 Mansapta sızma palyeleri

Geçirimli temelde oluşan kaldırma basınçlarını azaltmak için barajın mansap ucunda mansap sızma palyesi uygulanabilir. Mansap sızma palyeleri ile birlikte genellikle diğer mansap alttan sızma kontrol önlemlerinin de (basınç azaltıcı kuyular veya pabuç hendeği drenleri) kullanılması gerekir (Eynur, 2004).

3.1.5 Basınç azaltıcı kuyular

Su yapısı temeldeki borulanmaları ve aşırı kaldırma kuvvetlerini engellemek üzere mansapta topuk boyunca basınç azaltıcı kuyular yapılabilir. Geçirimli zeminin üzerinde doğal geçirimsiz bir tabakanın olması durumunda uygulanabilirler. Bu kuyular, sızmanın kontrollü bir şekilde çıkışını sağlayacak şekilde tasarlanmalıdır, aksi durumda mansap tarafında kontrolsüz su çıkışları ve borulanmalar oluşabilir. Basınç azaltıcı kuyular, jeolojik ve topoğrafik olarak doğal sızma hatları üzerine yerleştirilmelidir.

Kuyular arasındaki alttan kaldırma basınçlarını normal bir seviyeye getirmek için yerlerinin, ebatlarının ve geçirimli tabakaya ulaşma boylarının belirlenmesinde şu hususlara dikkat edilmelidir. a. Temel tabakasının derinliği ve geçirimliliği, b. Etkili sızma kaynağına olan mesafe, c. Mansap tarafı üst zemin tabakasının özellikleri, d. Hedeflenen basınç azaltma derecesi gibi konulara karar verilmelidir (Eynur, 2004).

3.1.6 Drenaj hendekleri

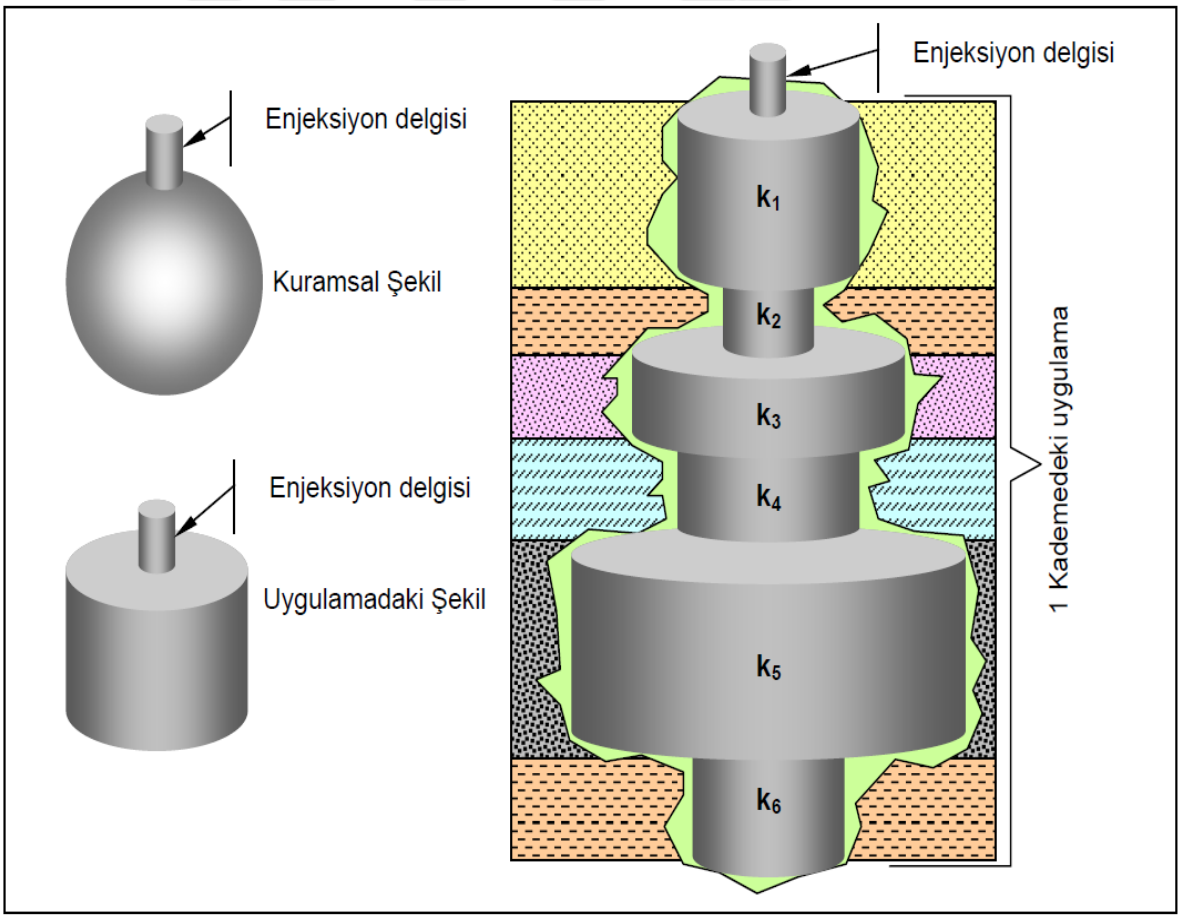
Drenaj hendekleri genellikle su yapısının mansap topuk kısmında, içine filtreli boru ve filtre malzemesi yerleştirilerek yapılır. Bu hendeklerin amacı su yapısının mansap tarafında

topuğu kuru tutarak, gövde stabilitesini sağlamak ve sızmayı kontrollü şekilde yapıdan uzaklaştırmaktır.

Hendek vasıtası ile toplanan sızma suları yatay geçirimli bir drenaj tabakası içinden akar. Drenaj hendeklerinin içinden akan suyun alttan sızma basınçları oluşturmaması için yeterince derin yapılmaları gerekir. Drenaj hendeğinin en kesit şekli: a. Beklenen sızma debisine, b. Alttan kaldırma basıncının ne ölçüde azaltılmak istendiğine, c. İnşaat kolaylığına, d. İçinde bulunacağı zeminin malzeme özelliklerine bağlıdır (Eynur, 2004).

3.1.7 Pekişmemiş zeminlerin enjeksiyonu

Pekişmemiş zeminlerde yapılan enjeksiyonlarda zeminin gradasyonu ve permeabilitesi enjeksiyon yayılımı için çok önemlidir. Aynı basınç altında geçirimlilik derecesi (k) yüksek olan çakıl kum gibi zeminlerde yayılım daha hızlı ve geniş olurken, geçirimlilik derecesi düşük olan katı kil silt gibi zeminlerde enjeksiyon yayılımı düşük olacaktır. Bu durum Şekil 3.2'de şematize edilmiştir.



Şekil 3.2. Enjeksiyonun yayılım şekline permeabilite etkisinin şematik gösterimi (Özkan, 2019).

3.1.7.1. Alüvyon enjeksiyonu

Bu tür enjeksiyonlar taneli zeminlere (alüvyon vb.) uygulanır ve çimento şerbeti, birbiriyle bağlantılı olan boşluklar aracılığıyla iletilerek bu gereçlerin boşlukları doldurulur. Çimento şerbeti ile bu tür gereçlere uygulanan enjeksiyon, küçük boşluklara ulaşması açısından az yeteneklidir. Çimento şerbeti enjeksiyonu, çakıl ve kaba taneli kumlar arasındaki limitler içerisinde etkili olmaktadır (Özkan, 2019).

Tablo 3. 2. Zemin parametrelerinin yaklaşık değerleri (CECW-EG, 1984).

Zemin türü	Tane Boyutu (mm)	Yaklaşık Permeabilite (cm/s)	Boşluk Oranı[1]	Porozite[2]
Çakıl ve kaba kum	> 0.5	> 10^{-1}	0.6 – 0.8	0.375 – 0.45
Orta ve ince kum	0.1 – 0.5	10^{-1} – 10^{-3}	0.6 – 0.8	0.375 – 0.45
Çok ince kum ve kaba silt	0.05 – 0.1	10^{-3} – 10^{-5}	0.6 – 0.9	0.375 – 0.5
Kaba ve ince silt	< 0.05	10^{-5} – 10^{-7}	> 0.6	> 0.375

[1] Gerecin boşluk hacminin, gereç hacmine oranı
[2] Boşluk hacminin toplam hacime oranı

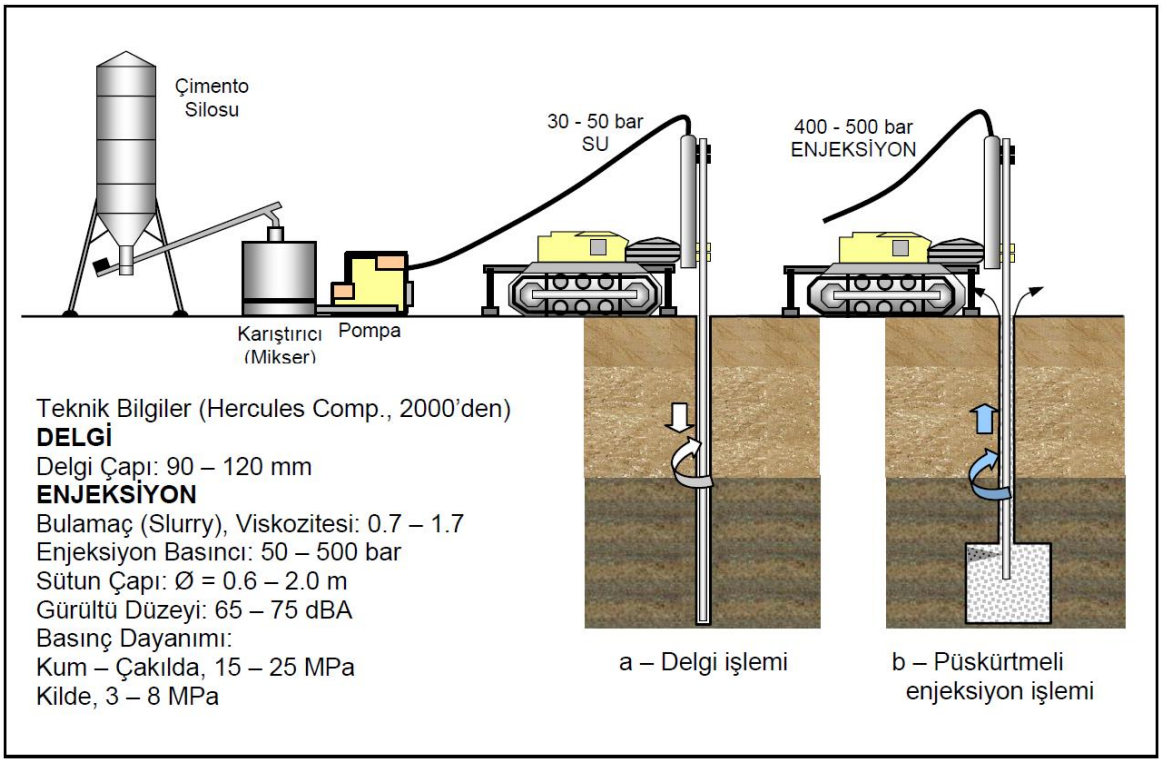
Alüvyonlarda değişik tane boyutlarında depolanmalar görülür. Bundan dolayı değişik düzeylerde, geçirimlilik katsayıları arasında farklılık olması doğaldır. Bu durumda ortalama zemin tane çapı, ortalama zemin permeabilite değerleri kullanılabilir. Kaba taneli gereçlerde enjeksiyon yayılım etki uzaklığı fazla olmasına rağmen, ince taneli gereçlerde ise bu uzaklık daha düşük olacaktır (Özkan, 2019). Tablo 3.2'de zemin türlerine göre tane boyutu, geçirimlilik, boşluk oranı ve porozite değerleri yaklaşık olarak gösterilmiştir.

3.1.7.2. Jet Enjeksiyonu (Jet-Grouting)

Jet enjeksiyonu, açılan kuyuya indirilen ve döndürülerek geri çekilen bir tij takımı içinden çok yüksek basınçta karışım basarak örtü tabakasında enjeksiyon yapmayı sağlayan bir tekniktir (Şekil 3.3).

Tij takımının etrafındaki malzeme enjeksiyon karışımı ile karışarak istenilen çapta bir sütun oluşturur. Deliklerin yerleştirilmesine bağlı olarak bir barajın sızdırmazlığı, bir alanın mukavemetinin artırılması veya zeminin taşıma kapasitesinin geliştirilmesi sağlanabilir.Genellikle taşıma gücü düşük olan zeminlerde uygulanan bir zemin iyileştirme

yöntemidir. Çimento şerbetinin yüksek basınç altında basılması suretiyle zemin içinde enjeksiyon kolonları oluşturulur. Herhangi bir zeminin jet enjeksiyon uygulaması sonucu hızlı ve pratik bir şekilde taşıma gücü artırılabilir. Bunun dışında yeraltı suyu izolasyonu ve geçirimsizlik perdesi istenen projelerde yapılan jet enjeksiyon uygulamaları, kesişen kazık ve diyafram duvar sistemlerine de iyi bir seçenek oluşturur.

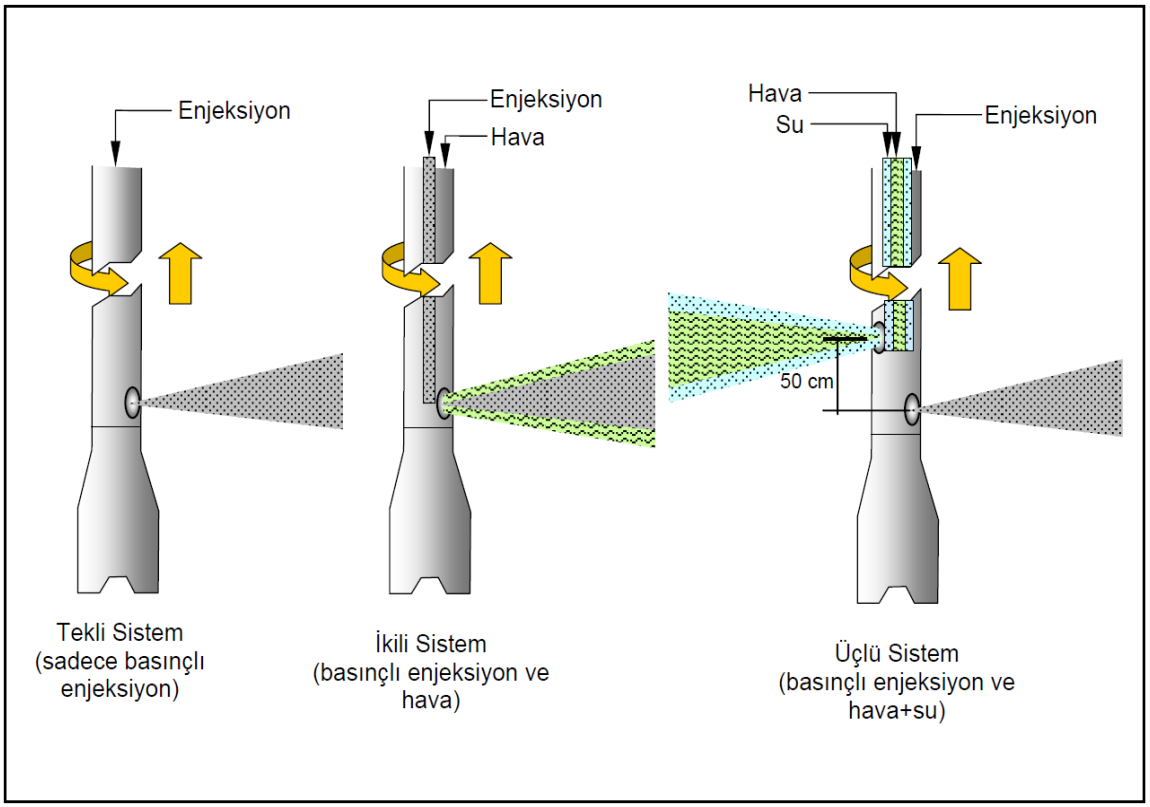


Şekil 3.3. Püskürtmeli (jet) enjeksiyon uygulaması (Şekercioğlu, 1998).

Jet enjeksiyon ekipmanı, tasarlanmış hızda stringin rotasyonel yer değiştirmesini gerçekleştirerek jet enjeksiyon işini yapmaya yöneliktir. Karışım ünitesinden gelen enjeksiyon malzemesini stringe istenen basınçta ve akış oranında sağlamak gerekir (Stoel, 2001). Kullanılan ekipman:

- Delgi makinesi
- Pompa ünitesi
- Mikser ünitesi
- Çimento silosu
- Su tankı ve diğer yardımcı ekipmanlardır.

Jet grout kolonlarının imalatında kullanılan malzemeler, çimento, su ve yüksek oranda su azaltıcı katkı maddesinden ibarettir. Şekil 3.4'te uç bölgesinde uygulama sistemleri ve enjeksiyon giriş-çıkışları gösterilmiştir.



Şekil 3.4. Püskürtmeli (jet) enjeksiyon uygulama sistemleri (Keller, 1992).

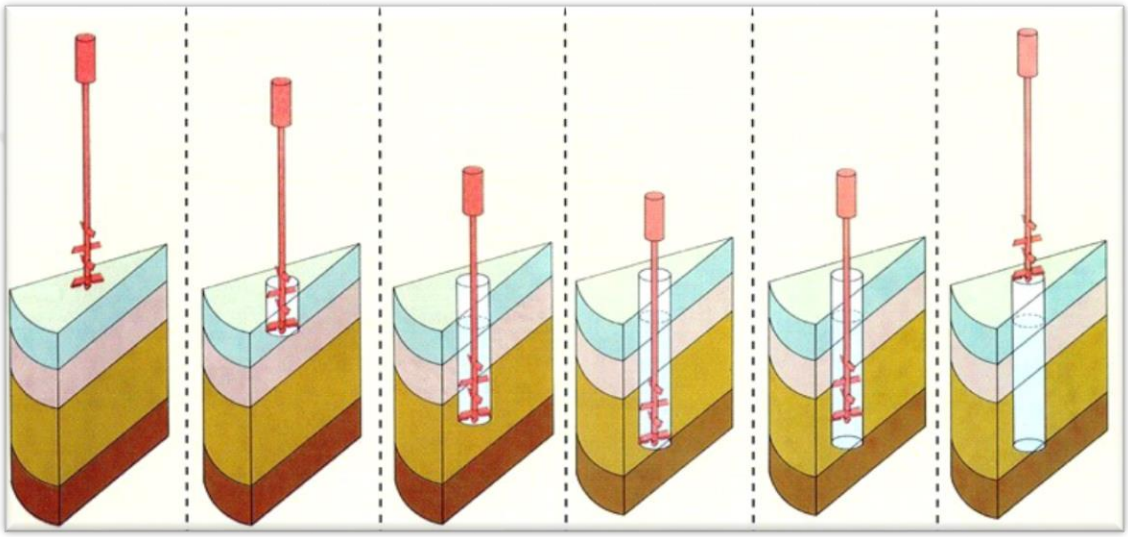
3.1.8 Kesişen kazık

Su yapılarında sızma engelleme yöntemlerinin bir başka yolu ise çimento enjeksiyonlu kazık perde uygulamasıdır. Perde, birbiri üzerine yeterince bindirilmiş yerinde dökülen kazıklar şeklinde inşa edilir. Her kazık, zemin ile karışmış halde çimento harcından (zemin-çimento karışımı) oluşur. Bu tip kazıklar bir düşey dönen delikli şaft içinden harç enjeksiyonu basılması ile gerçekleştirilir.

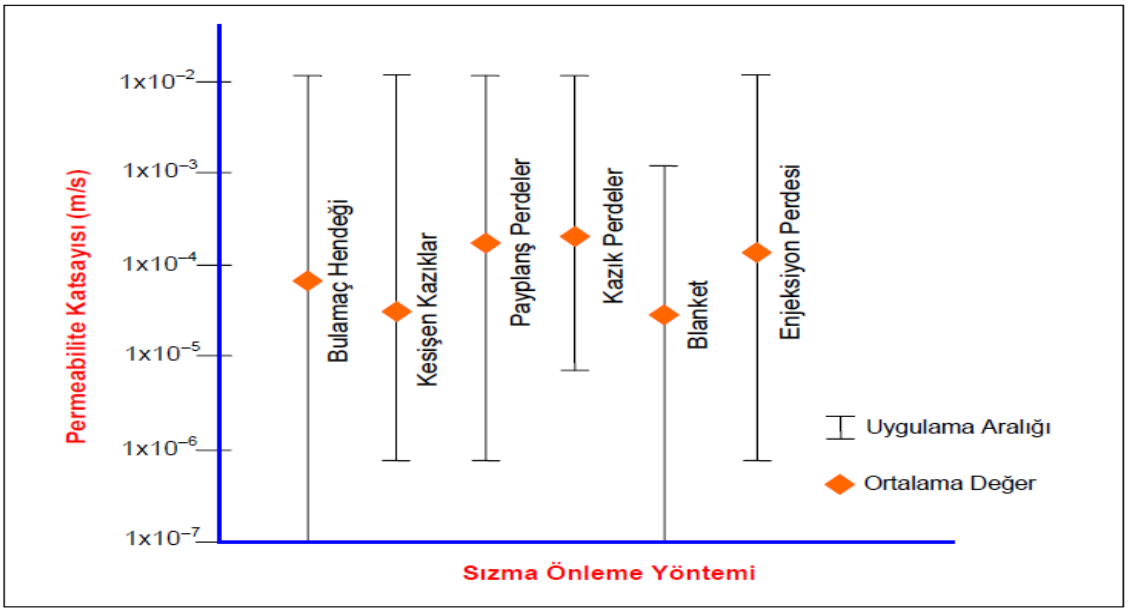
Uygulamada önce çalışma başlığı ile zemin gevşetilir sonra harç enjekte edilir. Yapılan çalışmalar bu uygulamanın en düşük 40cm en fazla 20m derinlikte yapılabildiğini göstermiştir. Bu yöntemle cut-off oluşturulması silt, kum ve çakıl ihtiva eden zemin tipleri için önerilmiştir. Ancak killi malzemeler için önerilmemekte çakıl, blok gibi iri temel malzeme için de yeterli olmamaktadır (USBR, 1987).

3.1.9 Derin karıştırma (Deep mixing)

Derin karıştırma yöntemi su yapısı temelindeki zeminlerinde geçirimsizlik perdesi oluşturulmasında ve zayıf zeminin iyileştirmesinde kullanılan bir yöntemdir. Mekanik karıştırma ile tekil sıvı püskürtmeli enjeksiyon (jet enjeksiyon) teknolojilerini kapsayan bir yöntemdir. Bu yöntemde tek veya çift karıştırma ekipmanı kullanılabilir. Karıştırma ekipmanın ucunda bulunan püskürtme memeleri (nozullar) aracılığı ile belli bir oranda su / çimento enjeksiyonu basınçla zemine verilirken, aynı anda zeminin mekanik olarak karıştırılmasıyla zemin karıştırma kolonları oluşturulur (Özkan, 2019).



Şekil 3.5. Derin karıştırma kolonları uygulama aşamaları (Özkan, 2019).



Şekil 3.6. Bazı sızma engelleme yöntemlerinin iletimlilik katsayıları aralıkları (Powell ve Morgenstern, 1985).

4. MATERYAL VE METOD

Su yapılarında geçirimsizlik yöntemleri hakkında daha önceden yapılmış uygulama ve çalışmalar hakkında bilgi toplanmış ve literatür taraması yapılmıştır. Bu araştırmalar için üniversite kütüphaneleri, internet verileri, Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü (MTA), Yüksek Öğrenim Kurulu (YÖK) ve Devlet Su işleri Genel Müdürlüğü (DSİ) arşivlerinden faydalanılmıştır.

Yapılan araştırmalara istinaden su yapılarının temellerinde, zeminde sızma engelleme yöntemlerinin neler olduğu yazılarak, nasıl uygulandıkları ve teknik özellikleri açıklanmıştır. Zeminde yapılan ve bir sızma engelleme yöntemlerinden biri olan bulamaç hendeği uygulaması daha detaylandırılarak, proje tasarım kriterleri, uygulama aşamaları, panel dizaynları, yöntemin ekipmanları, kalite, kontrol ve testler bulamaç karışım malzemeleri, ayrıntılı bir şekilde anlatılmış, olumlu ve olumsuz yönlerinden bahsedilmiştir.

Detaylandırılarak anlatılan bulamaç hendeği uygulaması Yozgat ili Yerköy ilçesi Belkavak köyü sınırları içinde kalan İnandık Barajı ile örneklendirilmiştir. İnandık Barajı örneğinde çalışma alanı jeolojisi MTA 25.000 ve 100.000'lik açınsama haritalarından faydalanılmış arazi gözlemleri ve çalışmaları doğrultusunda da yorumlanmıştır. Devlet Su İşleri tarafından planlama ve kesin proje aşamasında olan çalışmalardan faydalanılmıştır. Bu çalışmalar kapsamında, DSİ tarafından aks yerinin jeolojisini ve jeoteknik özelliklerini ortaya çıkarmak amacıyla 2003 yılında ''Planlama'' kapsamında 17 adet kuyuda toplam 822 metre temel sondaj kuyusu açılmıştır. ''Kesin Proje'' kapsamında ise 2013 yılında toplam derinliği 180 metre olan 3 adet temel sondaj kuyusu açılmıştır. İnandık Barajı Projesinin Planlama Raporu ve Kesin Proje Raporu kapsamında yapılan tüm sondajlarında zemin/kaya kütlesinin geçirgenliğini belirlemek amacı ile alüvyonda serbest basınç deneyi (permeabilite) ve kaya kütlesi içerisinde ise basınçlı su deneyi (BST) gerçekleştirilmiştir. Bu deneylerden elde edilerek hesaplanan lugeon (Lu) ve permeabilite (k) değerleri doğrultusunda çalışma alanı temelinde bulunan zeminin ve kaya kütlesinin gerçek geçirimlilik değerleri belirlenmiştir..

Tez çalışması kapsamında batardo temelinde bulunan alüvyondan, batardo kil çekirdeğini oluşturacak olan geçirimsiz gereç sahasından, batardo zayiat dolgusu ve slurry-trench agregası olarak kullanılacak olan geçirimli gereç sahasından örselenmiş numuneler alınarak laboratuvar ortamında deneyleri yapılmıştır. Bu deneyler ile agrega özellikleri, zemin cinsi ve zeminin geçirimlilik değerinden faydalanılmıştır.

Tez kapsamında gözlemsel veriler, arazi ve laboratuvar deneylerinden elde edilen bu değerler kullanılarak sızma analizleri gerçekleştirilmiştir. Sızma analizleri hesaplamalarında sayısal çözümlemeler sonlu elemanlar yöntemi kullanılarak Geoslope firması tarafından hazırlanan Geostudio 2012 v8 programının Seep/w modülü ve Rockscience Slide Groundwater modülü kullanılarak yapılmıştır. Bu sızma analizlerine göre İnandık Barajı memba batardosu altında yer alan ve baraj gövdesi temel kazısı esnasında kazı alanına gelebilecek suyu engellemek amacıyla projelendirilmiş olan bulamaç hendeği yönteminin efektifliği hesaplanmıştır. Aynı zamanda batardo ve batardo temelindeki jeolojik formasyonlardan sızan sulara ait akım ağları, eş potansiyel eğrileri çizilmiş, sızma debileri hesaplanmıştır.

5. SU YAPILARI GEÇİRİMSİZLİK ÇALIŞMALARINDA BULAMAÇ HENDEĞİ (SLURRY-TRENCH) YÖNTEMİ

Bulamaç hendeği yöntemi, su yapıları temellerinin geçirimsizlik sağlanacak bölümlerinde suyun yatay yönlü akışını engellemek amacıyla kullanılan bir yöntemdir. Dikdörtgen şeklinde açılan hendeğin içine bentonit çamuru koyup göçmeye karşı desteklendikten sonra bentonit, su, çimento, kimyasal vb. gibi karışımlarla oluşturulan bulamaç ile doldurularak sızmaya karşı geçirimsizlik perdesi oluşturma işlemidir.

Bulamaç hendeği, su yapıları için su sızmalarını engelleyerek, temelin kuru bir ortamda kazılmasını sağlayan etkili bir yöntemdir. Temeli derin olan alüvyon dolgu barajların güvenliğinde önemli rol oynamaktadır. Ayrıca barajın altındaki sızıntının kontrolü ile direkt bağıntılıdır (Çakır, 2019).

Bulamaç hendekleri yeraltı suyunu kesmek veya kontrol etmek amacı ile tasarlanmaktadır (Püsküllüoğlu, 2010). Alüvyon veya geçirimli zemin kalınlığının fazla olup, kazılarak kaldırılmasının zor olduğu ve/veya derin kazılara ihtiyaç duyulduğu durumlarda en etkili ve uygulaması en kolay yöntem, bulamaç hendeği yöntemidir. Kazılarak yapılan hendekler içine bentonit, çimento, su, agrega, kimyasal katkı gibi malzemelerin karışımıyla oluşturulan geçirimsiz bulamaç doldurularak, hendek içinde istenilen geçirimsizlik perdesi oluşturulabilir.

Bulamaç hendeği yöntemi yalnızca destekleyici akışkanlar ile hendekler açılmasıdır, taşıyıcılığı yoktur. Sızma boyunu uzatmak veya sızmayı engellemek için kullanılabilir. Kazı derinlikleri kullanılan makine cinsine göre değişmektedir. Uluslararası Büyük Barajlar Komitesi, farklı ekipmanlar için uygulanabilir en büyük kazı derinliklerini önermiştir (ICOLD, 1985).

Bulamaç hendeği uygulaması, kılavuz duvarların inşasından sonra hendeklerin kazılması ile başlar. Kazıdan hemen sonra hendek; bentonit, su ve bazen polimer katkı karışımı olan bir destekleme malzemesiyle doldurulur. Bu malzeme kazının desteklenmesi için kullanılır. Destekleme işleminden sonra, hendek bentonit, su ve çimentonun uygun bir karışımını içeren plastik beton ile doldurulur. Bu sırada bentonit kazıyı terk eder ve aynı anda plastik beton ile yer değiştirir. Bu işlem hendek ekseni boyunca şaşırtmalı olarak yapılır (Alp vd, 2014).

5.1. Bulamaç Hendeği Uygulamalı Duvarlar

5.1.1. Diyafram duvarlar

Su yapısı temelindeki zeminde yapılacak olan kazıların yan duvarlarının göçmesine karşı destek oluşturmak için diyafram duvarlar yapılır.

- Yerinde dökme beton diyafram duvarlar,
- Ön yapımlı beton diyafram duvarlar,
- Donatılı bentonit çamurlu duvarlar.

5.1.2. Kılavuz duvarlar

Duvar çizgisini kontrol ederek kazı aletlerine kılavuzluk etmek amacıyla yapılan duvarlardır.

5.1.3. Geçirimsiz perde duvarları

Su yapısı temelindeki zeminde yeraltı suyunun yanal yönlü akışını engellemek ve bir perde oluşturmak amacıyla geçirimsiz perde duvarlar yapılır. Bu perde duvarların beton olarak yapılan duvarlara göre mukavemet gücü genellikle düşük olup, alüvyonun ve/veya geçirimli zeminin elastisite modülüne uyumluluk gösterirler ve buna göre tasarlanırlar. Geçirimsiz perde duvarların bileşimi, su, çimento, bentonit, kum ve kimyasal katkı malzemeleri vb. kullanılarak yapılan karışımlardır. Bu duvarlar, düşük mukavemetli, yeraltı suyunun yanal yönlü hareketini engelleyen duvarlar olarak tanımlanabilir.

5.2 Tasarım Kriterleri

Bulamaç hendeği yöntemi ile imal edilen geçirimsizlik perdelerinin uygulanmasında aşağıdaki tasarım kriterleri dikkate alınır.

- Uygulanacak bölgenin topoğrafyası,
- Yeraltı su seviyeleri,
- Jeolojik formasyonların geçirimlilik katsayıları (k) ve sınırları,
- Kazı yapılırken duraysızlığa ve stabilite kaybına sebebiyet verebilecek olan zeminlerin tanımlanması,
- Kazı yapılırken kazıyı zorlaştıracak blok boyutundaki tanelerin ve zeminlerin tanımlanması,
- Kazı yapılacak bölgedeki kanalizasyon, gaz ve elektrik hatlarının varlığı,
- Alet ekipman ve çalışma platformu için yeterli büyüklükte çalışma alanının olması,

- Arkeolojik yapıların varlığı,
- Geçirimsizlik perdesi için toleranslar, zeminin mühendislik özellikleri, derz çeşidi gibi bilgiler,
- Bulamaç hendeği yöntemiyle oluşturulacak geçirimsizlik perdesinin geçirimlilik katsayısı, dayanım ve elastisite modülleri ile ilgili bilgiler.

5.3 Bulamaç Hendeği Yönteminin Uygulanması

Bulamaç Hendeği yöntemiyle geçirimsizlik perdesi oluşturulması işlemi, kazıcı makineler ile ortalama 1.00 metre kalınlıklarda anolar halinde hendek kazılması ve bu hendeklerin bentonit çamuru ile destekleme yapıldıktan sonra, hendeğin hazırlanmış olan bulamaç karışım ile tekrar doldurulması ile yapılır.

İmalata başlamadan yapılması gerekenlerin başında, uygulamayı rahat yapılabilecek yeterli genişlikte bir çalışma platformunun oluşturulması gelir. Çalışma platformu ardından kılavuz duvar imalatı yapılarak oluşturulacak geçirimsizlik perdesinin doğrultusu ve yönü belirlenir. Bu doğrultuda kazı yapılacak jeolojik formasyona uygun makine seçimiyle kazılar yapılır. Yapılan kazılar göçmeye karşı destekleyici akışkanla doldurulur ve ardından geçirimsiz perde duvar imalatı yapılır. Bu aşamalar aşağıdaki bölümlerde ayrıntılı bir şekilde anlatılmıştır.

Oluşturulacak olan karışım; su, agrega, kimyasal katkı maddeleri, bentonit ve çimentodan oluşmaktadır. Yüksek plastik özellikte ve esnek bir yapıya sahip olması nedeniyle plastik beton olarak da söylenebilmektedir. Bulamaç hendeği yöntemi ile oluşturulan geçirimsizlik perdesinin özellikleri plastik özellik göstermesi ve düşük elastisite modülüne sahip olmasıdır (Önal, 2018). Bu özelliklerinden dolayı zemine uyum sağlama oranı yüksektir. Oluşturulacak olan bulamaç karışımları hesaplanırken, permeabilitesi düşük ve uygulanacak olan zemine yakın elastisite modülüne sahip olması dikkate alınmalıdır.

Bulamaç hendeği yönteminin uygulanma aşamaları aşağıda anlatılmıştır.

5.3.1. Çalışma platformu

Çalışma platformu yeraltı su seviyesinin en az 1.50-2.00m üzerinde sağlam bir yapıda olmasının yanında, kazı ekipmanı ve kamyonların hareket edebilmesi için de uygun olmalıdır.

5.3.2 Kılavuz duvar yapılması

Diyafram duvarın doğrultusunu sağlamak ve destekleyici akışkanın değişimine bağlı olarak oluşabilecek çökmeye karşı hendeğin kenarlarını korumak amacıyla kılavuz duvarlar yapılır. Kılavuz duvarlar zeminin özellikleri ve şartları doğrultusunda 0.7 – 1.5m aralığında ve betonarme olarak sağlam bir yapıda inşaa edilmelidir.

Kılavuz duvarlar, panelin konum toleranslarını sağlayacak şekilde ekipman, komşu yapılar dahil, maruz kalacağı yüklere, şekil değiştirme veya yer değiştirme yapmadan karşı koyabilecek biçimde tasarlanmalı ve inşa edilmelidir (TS EN 1538, 2001).

Kılavuz duvarların arasındaki mesafe kazıcı genişliğinden ve duvarın tasarım kalınlığından daha fazla olmalıdır. Kılavuz duvarlardan birisinin içindeki yüz diyafram duvarını ayarlamak için referans yüz olmalıdır.

5.3.3 Kazı yapılması ve destekleyici akışkanların uygulanması

Kırıcı, kova, hidrofreze vb. gibi makinalar kullanılarak yapılan kazılardır. Kazı işlemlerine başlamadan önce, standartlara uygun olarak bentonit karışımının hazırlanması ve bentonit santralinin kurulması gereklidir. Kazı çeperini destekleyerek hendeklerin duraylılığını sağlayabilmek için bentonit çamurunun yoğunluğu çok önemlidir. Çamur yoğunluğu düşük olan imalatlarda kazılan hendeğin göçmesi gibi durumları ortaya çıkarabilmektedir.

Bu uygulama genellikle destekleyici akışkan kazı esnasında kullanılır. Bazı durumlarda destekleyici akışkan olarak su kullanmak veya kuru şartlarda kazı yapmak mümkün olabilir. Kuru kazı, hendeğin her iki kenarının duraylılığını sağlamak için uygun mukavamette olan bazı kohezyonlu zeminler veya kayalarda kullanılabilir. Karşılaştırılmalı tecrübelerin mevcut olmadığı zeminlerde deneme kazısı yapılmalıdır (TS EN 1538, 2001).

Kazı esnasında destekleyici akışkanın seviyesi değişebilir fakat kazı duraylılığı için gerekli seviyenin altına düşmesine müsaade edilmemelidir. İlave olarak, kılavuz duvarların altındaki zeminde boşluk oluşma riski olmamak şartıyla destekleyici akışkanın seviyesi kılavuz duvarın temeli üzerinde olmalıdır (Önal, 2018).

Destekleyici akışkan yalnızca kazı panel içinde ya da sürekli olarak yapılabilir. Kazı safhaları, panellerin uzunluğu, kazılmış paneller arası mesafe, zemin şartları, duvar tipi ve kazı aletleri tipine bağlıdır. Komşu panel veya panellerdeki kendi kendine sertleşen çamur veya beton, yeterli dayanıma eriştikten sonra panel kazısına başlanmalıdır. Bentoniti

destekleyici yapan en önemli unsur jel dayanımıdır. Doğal zemin duvarına basınç uygular ve stabiliteyi sağlar (Çakır, 2019).

Kazı esnasında destekleyici akışkanda ani ve önemli kayıp meydana geldiğinde, kazı en fazla sızdırmaz malzeme ihtiva eden ilave destekleyici akışkan ile hızla doldurulmalıdır. Bu işlem mümkün değil veya yetersiz ise kazı tekrar kazılabilecek bir malzeme veya grobeton ile mümkün olduğunca çabuk doldurulmalıdır (Önal, 2018).

Bentonit süspansiyon doğal veya aktifleştirilmiş Na–Bentonitten yapılır. Süspansiyon yoğunluğu artırılmak istendiğinde Ca–bentonit veya diğer gereçler ilave edilebilir. Normal şartlar altında bentonit süspansiyonu Tablo 5.1'deki değerleri sağlamalıdır (TS EN 1538, 2001).

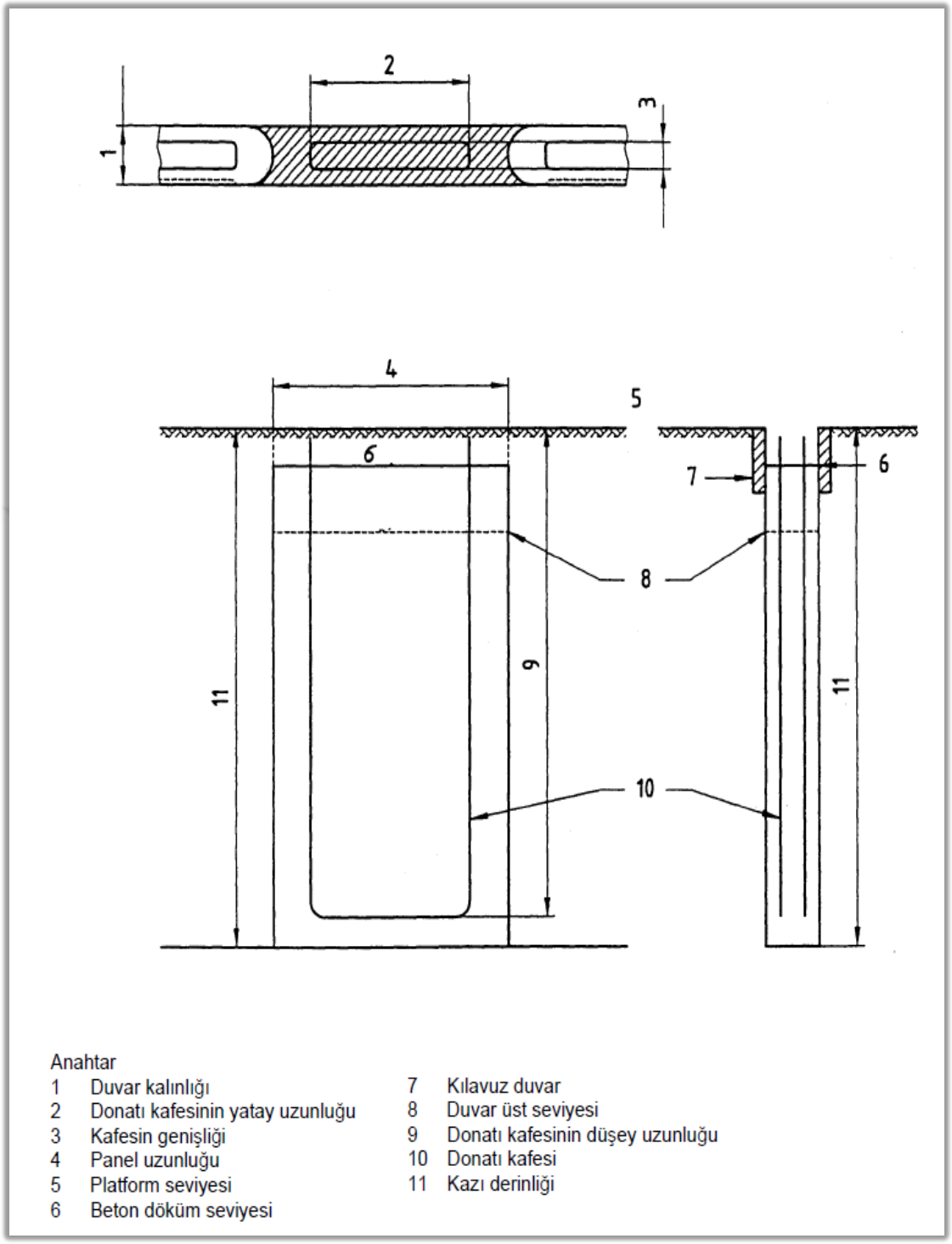
Tablo 5.1. Bentonit karışımının özellikleri (TS EN 1538, 2001).

Özellik	Kullanım safhaları		
	Taze	Tekrar kullanım İçin hazır	Betonlamadan önce
Birim hacim kütlesi (g/ml)	< 1,10	< 1,25	< 1,15
Marsh değeri (s)	32-50	32-60	32-50
Akışkan kaybı (ml)	<30	<50	-
pH	7-11	7-12	-
Kum muhtevası (%)	-	-	<4
Filtre keki (mm)	<3	<6	-
- Dikkate alınmaz			

Bentonit süspansiyonlarının haricinde gerekmesi durumunda polimerli çözeltiler veya kendi kendine sertleşen süspansiyonlar da kazı destekleme akışkanları olarak kullanılabilir.

5.3.4 Panel birleşim yerlerinin hazırlanması

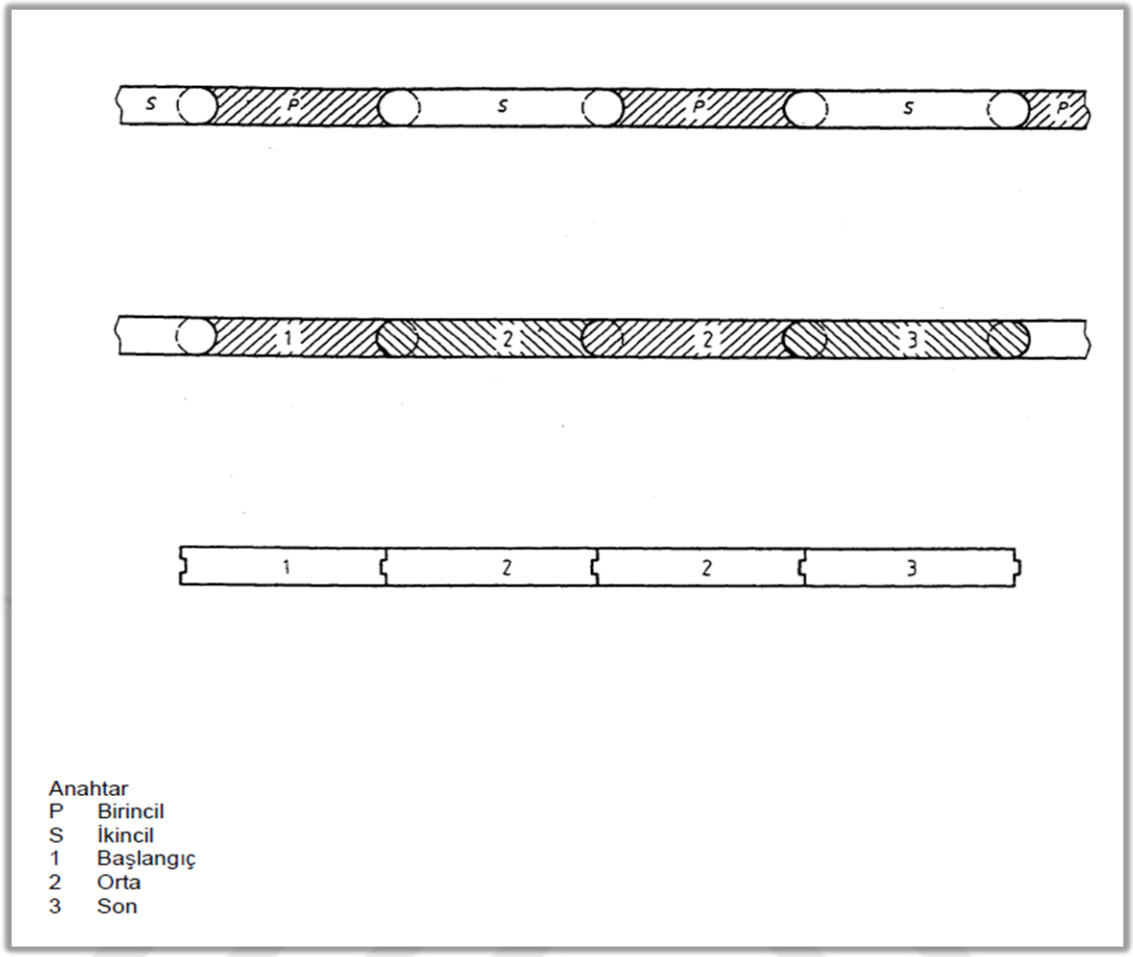
Panellerin kesişim yerlerinde boşluk bırakmadan ve su sızmasına izin vermeden uygulanması gereklidir. Kovayla yapılan kazılarda stop-end'ler kullanılır (Şekil 5.3). Stop-end'ler, donatılar indirildikten sonra indirilir, betonlama sırasında girintili bir yüzey oluşturulmasını sağlar ve beton prizini almaya başladıktan sonra sökülür. Hidrofreze ile çalışılan durumlarda ise stop-end kullanımına gerek yoktur. Hidrofreze birincil panelleri 40cm'ye kadar çentikleyerek pürüzlü ve tutuculuğu yüksek bir yüzey oluşturur (Önal, 2018). TS EN 1538'e göre panellerin geometrisi Şekil 5.1'de, panel ve derzlerin değişik tipleri için önlemeler Şekil 5.2'de şematize edilmiştir.



Anahtar

1	Duvar kalınlığı	7	Kılavuz duvar
2	Donatı kafesinin yatay uzunluğu	8	Duvar üst seviyesi
3	Kafesin genişliği	9	Donatı kafesinin düşey uzunluğu
4	Panel uzunluğu	10	Donatı kafesi
5	Platform seviyesi	11	Kazı derinliği
6	Beton döküm seviyesi		

Şekil 5.1. Panel geometrisi (TS EN 1538, 2001).

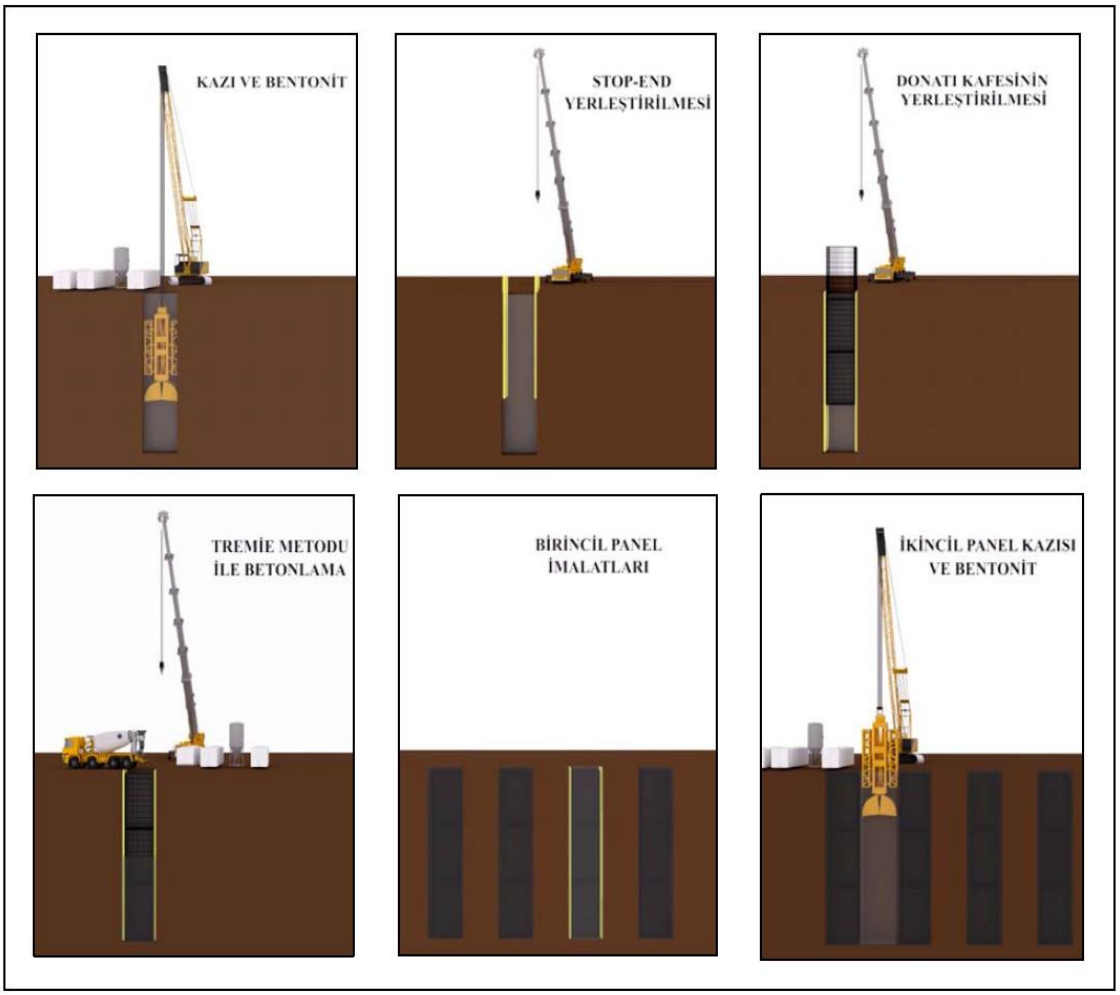


Şekil 5.2. Panel ve derzlerin değişik tipleri için şematik önlemeler (TS EN 1538, 2001).

5.3.5. Panel duraylılığı

Panellerin boyutları, kazı yapılacak alandaki hendeğin duraylılığı dikkate alınarak tasarlanmalıdır. Panel uzunluğu hendeğin stabilitesine, betonlama gereksinimlerine, kazıcı ekipmana bağlıdır. bununlabirlikte panelin derinliği ve beton santralinin kapasitesi de dikkate alınması gereken diğer hususlardır. Kısa paneller, hendek stabilitesi söz konusu ise boşluklara bağlı bulamaç kaybını engellemek adına daha etkilidir. Tipik birincil panel uzunlukları ekipmana bağlı olarak 2.5–7.5m arasında değişir. Öncelikle birincil paneller bulamaç hendeği metoduna uygun olarak kazılır, donatılandırılır ve betonlanır ya da sadece betonlanır. İkincil paneli yapmaya başlamadan önce her iki yanındaki birincil panel tamamlanmalı ve prizlenmesi beklenmeli yani dayanım kazanmış olmalıdır. Birincil paneller ikincil panellerden daha uzun olurlar, ikincil panel uzunlukları genellikle kazıcının tek seferde açabileceği uzunluktadır (Önal, 2018).

Düşey yönlü sapma durumu ise duvarların birbirlerine temas yerlerini etkilediği için sızdırmazlık konusunda önemli bir faktördür. Düşey yönlü sapma durumu olan projelerde, hidrofreze gibi diyafram duvar ekipmanları kullanılabilir.



Şekil 5.3. Bulamaç hendeği yöntemi ile panel duvar yapımının aşamaları (Özkan, 2019).

5.3.6 Donatı yerleştirilmesi

Bulamaç hendeği yöntemi ile imal edilen diyafram duvarlar için, donatı kafesi sahada oluşturulur, tamamlandıktan sonra vinçler yardımı ile deformasyona uğratılmadan hendeğe yerleştirilir. Maksimum donatı uzunluğunu aşan hendeklerde ya da projeye göre donatı kafesi rehber duvara askı vaziyete yerleştirilip, ek donatı kafesi ile kenetlendikten sonra indirilir (Önal, 2018).

5.3.7 Betonlama yapılması

Bulamaç hendeği geri dolgu malzemeleri düzgün tane boyutuna sahip agregalar, bentonit, çimento, su ve katkı maddelerinden oluşabilir.

Bulamaç hendeği geri dolgusu için karışım hazırlamada çok değişik yöntemler kullanılabilir. İmalat sahasındaki özel zemin şartlarına en uygun karışımın belirlenmesi için laboratuvar çalışmalarına ihtiyaç duyulmaktadır (Nohut, 2010).

Tane boyutunun kum büyüklüğü ile sınırlı olduğu durumda "plastik harç" terimi kullanılır. Karışım, gerekli işlenebilirlik, dayanım ile birlikte gerekli şekil değiştirme ve geçirimsizliği elde etmek için tasarlanmalıdır (Püsküllüoğlu, 2010). Karışımda kullanılan Bentonit zeminin geçirimliliğini azaltır. Bentonit kullanarak elde edilen plastik betonun ve plastik harcın tipik bileşimleri Tablo 5.2'de verilmiştir. Diyafram duvar (destek duvarı, temel yan duvarı vb.) için ise genellikle donatılı klasik beton kullanılmaktadır.

Tablo 5.2. Plastik harç ve plastik beton bileşenleri (Püsküllüoğlu, 2010).

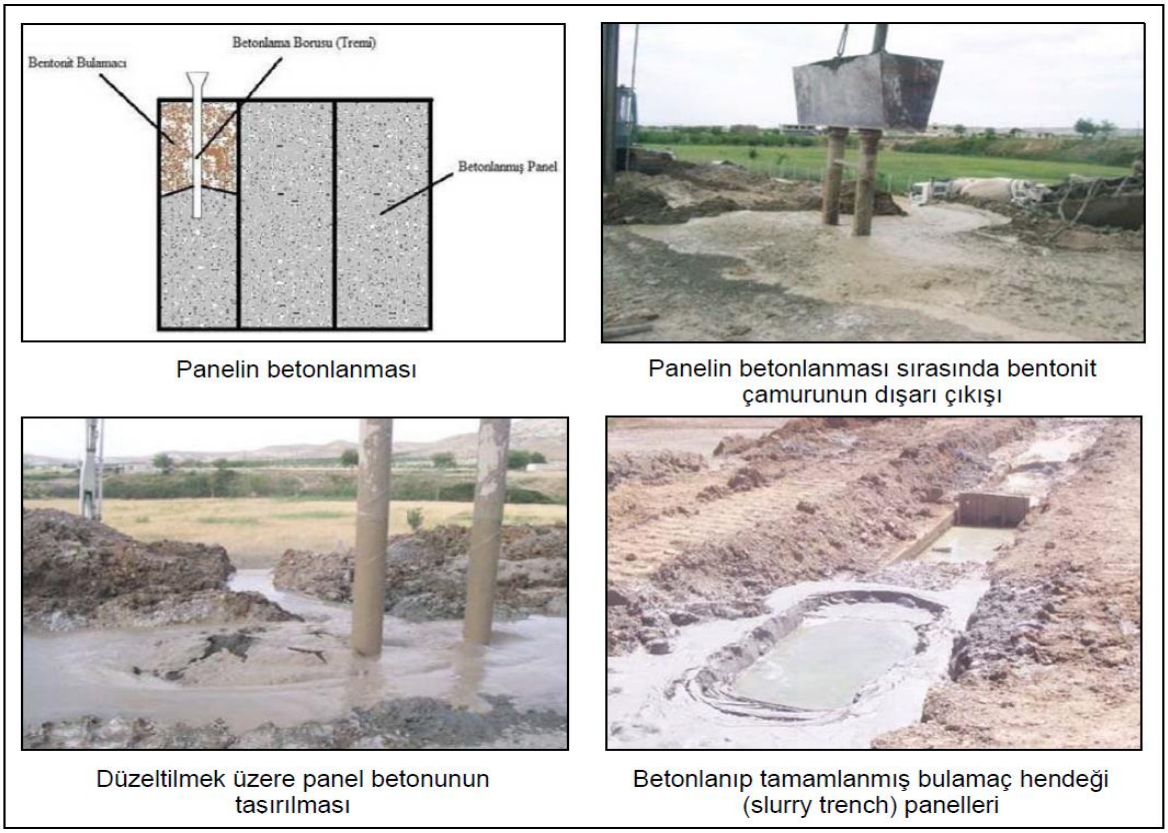
Bileşenler	Plastik beton	Plastik harç
Su	400-500	400-750
Çimento	50-200	80-300
Agrega	1200-1500	-
Kum	-	500-1000
Sodyum bentonit veya	12-30	20-50
Kalsiyum bentonit veya	30-90	40-100
Kil	30-250	40-350

Bentonit bulamacı uygulamadan önce uygun standarda gelecek şekilde hazırlanır. Ardından tremie boruları ile en aşağıdan başlayarak yukarıya doğru betonlama yapılır. Aşağıdan başlanarak yapılan betonlama esnasında yoğunluk olarak düşük olan destekleme akışkanı kuyunun üst seviyelerine doğru ilerler. Kuru kazılarda, doğrudan beton pompalamaya izin verilir. Çökme değeri (Slump) 100 mm'den fazla olan betonlarda vibrasyona izin verilmez (TS EN 1538, 2001).

Betonlama borusu temiz ve geçirimsiz olmalıdır. İç çapı en az 15cm ve en büyük agrega tane büyüklüğünün en az 6 katı olmalıdır. Dış çapı, boru donatı aralıklarından serbestçe geçecek şekilde olmalıdır. Panelde kullanılan betonlama borularının sayısı, betonlama borusundan betonun akışına izin verecek şekilde ayarlanmalı ve yatay mesafe buna göre sınırlandırılmalıdır (Püsküllüoğlu, 2010). Hendeğin taban kotuna indirilen borular, ağzının

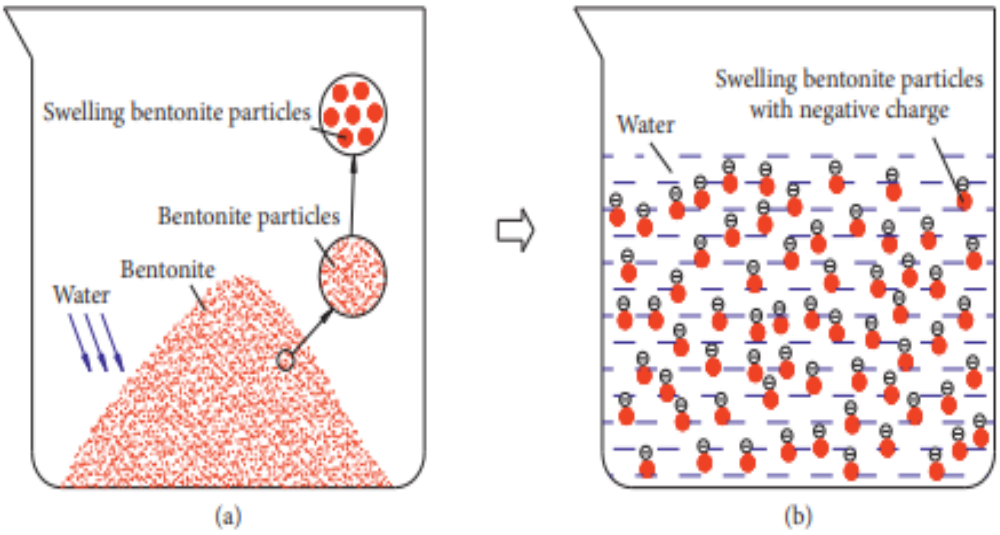
kapanmaması için bir miktar yükseltilerek betonlamaya başlanır. Betonlama başlanıldıktan sonra, betonlama tremi (betonlama) borusu (Şekil 5.4) sürekli beton içinde olması ve betonlamaya bu şekilde devam etmesi gerekir. Betonlama sırasında dalma derinliği 2-3m arasında olabilir.

Panelin toplam yüksekliği üzerinde, beton yükselme ortalama hızı 3 m/saatten daha az olmamalıdır. Betonlama aralıksız olarak devam etmeli, ilk dökülen beton prizini almaya başlamadan bitmelidir. Trafik durumu veya ekipman arızası gibi sebeplerden dolayı beton kalitesini kötü etkileyen aksamalar olduğunda, karıştırma işlemi esnasında katkı betonuna uygun miktarda priz geciktirici eklenebilir. Beton üst kotunun düzgün ve sağlam olması için betonlama işlemi daha üst bir kotta bitirilerek traşlanır. Beton üst seviyesinin nihai tesviyesi sadece betona zarar vermeyecek şekilde yeteri kadar sertleştikten sonra yapılmalıdır. Beton önce birincil panellere dökülür. Birincil paneller mukavemet kazandıktan sonra hidrofreze ikincil paneller için yeni hendeği açarken, birincil panellere birkaç cm girer ve böylece kenarlarında pürüzlü yüzey oluşturarak ikincil panel betonu ile daha iyi kaynaşmasını sağlar. Bu sayede birleşim yerlerinde geçirimsizlik sağlanır (Önal, 2018).



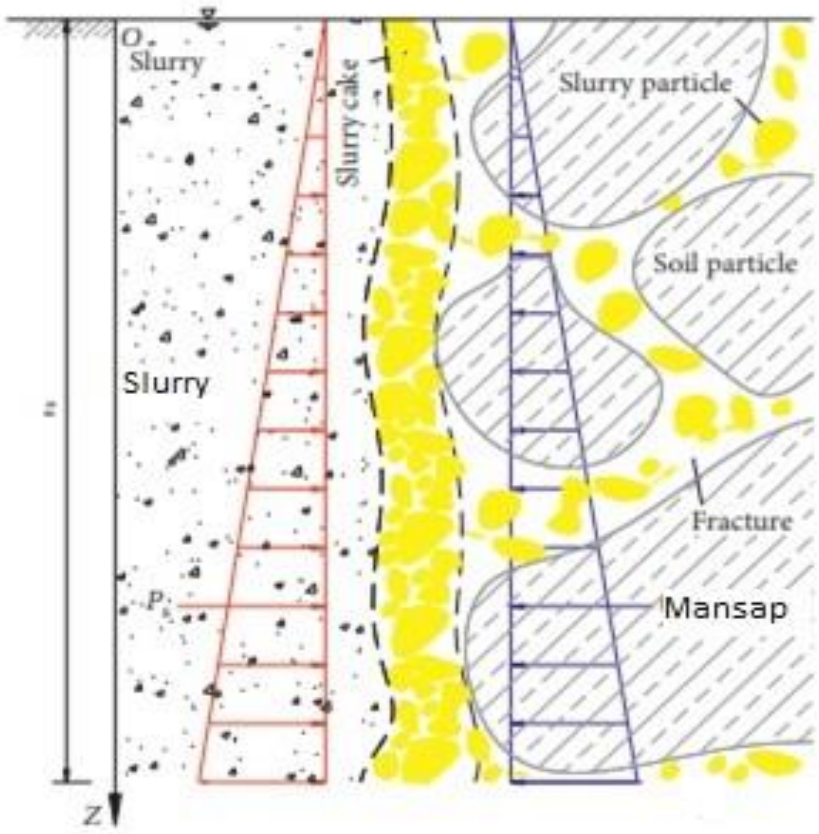
Şekil 5.4. Tremi borusu ile panelin betonlanması (Nohut, 2010).

Bentonit temiz suyla karıştırıldıktan sonra su hızlı bir şekilde montmorillonit içerisine girer, önemli bir şişme ile sonuçlanır ve Şekil 5.5'de görüldüğü gibi bir bulamacı oluşturmak için bentonit partikülleri dağıtılıp askıya alınarak negatif yüklü bir hidrofil koloit (bir maddenin sıvı içerisinde askıda kalması) haline gelir (Lei vd., 2019).



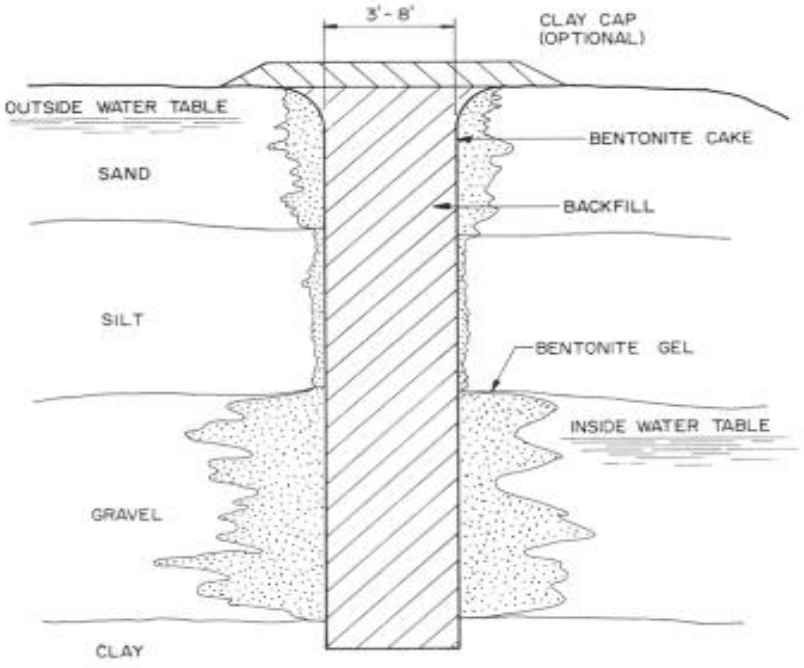
Şekil 5.5. Bentonit bulamacının şekillenme süreci (a: Şişen bentonit partikülleri, b:negatif iyonla yüklenmiş bentonit partikülleri) (Lei vd., 2019).

Bulamaç hendeği duvarının çökmeye karşı korunma mekanizması iki şekilde açıklanabilir. Şekil 5.6'da görüldüğü gibi bulamacın jelleşme etkisinden ve hidrostatik basınç etkisinden dolayı duvarın çökmesi engellenir aynı zamanda bulamacın zemine nüfuz etmesi sırasında bulamaç hendeğinin duvarında çok düşük su geçirgenliğine sahip bir çamur keki tabakası oluşturulur (Russo ve Wanapum, 1963). Bulamacın hidrostatik basıncı, zemin içindeki partiküllerin koparak dökülmesini engellemek için bulamaç hendeği duvarı üzerinde etkili bir davranış gösterir. Diğer taraftan bulamaç çukuru duvarının yüzeyinden zemin içerisine doğru bulamaçlar nüfus edecektir. Bulamaç, duvardan zemin içerisine doğru belirli bir oranda nüfuz ettikten sonra, hendek duvarından zeminlerin kopmasıyla oluşmuş boşluklardaki zemin tanelerinin düşmesini engellemek için zemin tanelerine yapışarak güçlü bir direnç oluşturacaktır ve böylece bulamaç hendeği duvarının stabilitesi artacaktır.



Şekil 5.6. Bulamaç hendeğinin duvar koruma mekanizması (Lei vd, 2019).

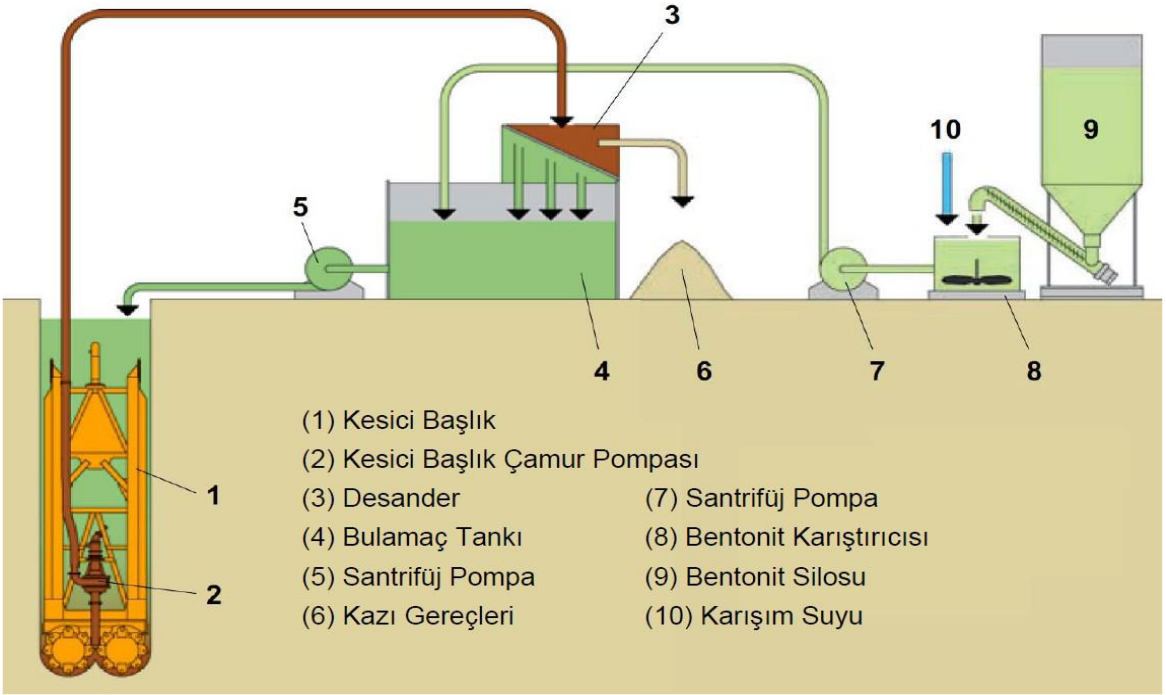
Bulamaç hendeği, yaklaşık 30m'yi aşan derinlikte, kil karışımından kum ve çakıl karışımına doğru değişkenlik gösteren zemin tiplerine doğru inşa edilebilir. Bulamaç hendekleri kolaylıkla 10^{-7} cm/sn civarında bir permeabilite katsayısına ulaşır. Bulamaç hendeğindeki bentonit jelinin tiksotropik özelliğinden dolayı (akışkan üzerine uygulanan gerilme kuvvetleri ile birlikte akışkanın viskozitesinin zaman bağlı olarak azalması ve akışkanın üzerine uygulanan gerilme kuvvetinin kaldırılmasıyla birlikte ilk viskozitesine ulaşması özelliği) su tablasındaki dalgalanmalar nedeniyle tekrarlanan dehidrasyon ve rehidrasyon döngülerine maruz kaldıklarında bile bulamaç hendeğinin geçirmezliği devam eder. Bentonit ana içerik olarak %90 montmorillonitten oluştuğu için tiksotropik özellik gösterir ve böylece onlar kazılan hendekte çıkarılan zeminin yerine pompalandığı zaman formasyondaki boşluklara yerleşerek jelleşme özelliği gösterir. Hendekteki etkilenen ve daha az geçirgen hale getirilen zemin miktarı, karşılaşılan toprağın geçirgenliğine bağlıdır ve gevşek malzemeli kum ve çakıllarda birkaç metre, yoğun killerde ise neredeyse sıfıra kadar değişkenlik göstermektedir. (Ressi ve Cavali, 1985).



Şekil 5.7. Bulamaç hendeği kesiti (Ressi ve Cavali, 1985).

5.4. Bulamaç Hendeği Yapım Aşaması Ekipmanları

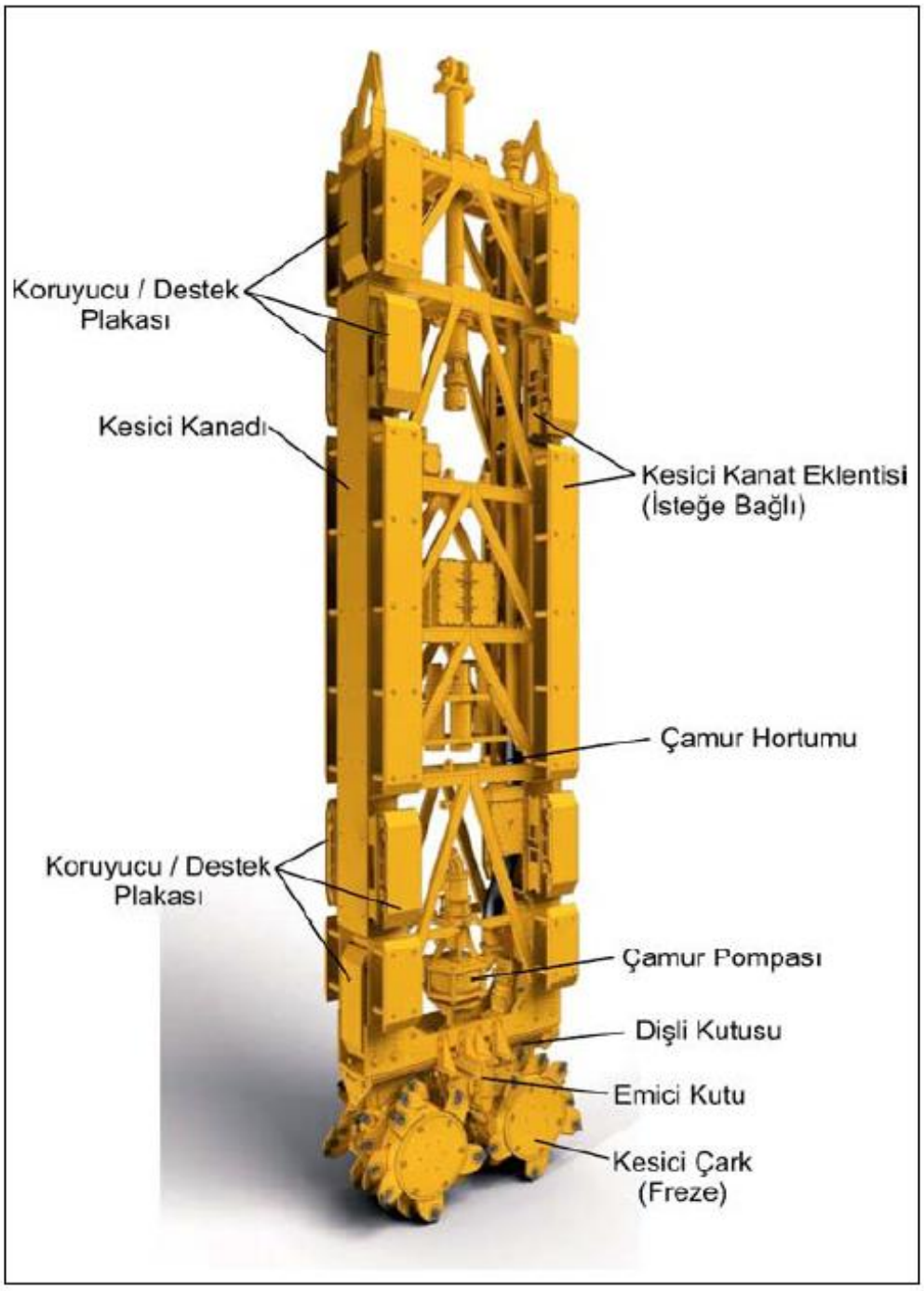
Uygulama aşamasında bulamaç hendeği yapımı için Şekil 5.8'de sıralanan makine ve ekipman kullanılır.



Şekil 5.8. Bulamaç hendeği uygulamasında ekipmaların dizilimi (Özkan, 2019).

5.4.1. Hidrofreze (Cutter)

Birbirlerine ters yönlü dönen, kesici dişlere sahip iki adet çark ile zemini kesip öğüterek ilerleyen makine ekipmanıdır (Şekil 5.9). Öğüttüğü zemini sahip olduğu güçlü bir pompa sayesinde sirkülasyon sistemine gönderir. Her tür zeminde çalışabildiği gibi kayada da çalışabilmektedir.



Şekil 5.9. Freze ünitesinin şematik gösterimi (Özkan, 2019).

5.4.2. Kova (Kelly – Grab)

Kova hidrolik bir paletli makinenin gövdesine veya hidrolik bir güç ünitesiyle donatılmış paletli vince monte edilir. Kelly adlı teleskobik bir kol ve grab adlı bir kova ünitesinden oluşur. Kelly vasıtasıyla kuyuya indirilen kovanın hidrolik olarak çenesini kapatmasıyla zeminden kesilen parçanın dışarı çıkarılması esasına dayanır. Blok tipi taneli zemin veya kayaya denk geldiği zaman hidrofreze gerekebilir.

5.4.3. Servis Vinci

Servis vinci, tremi borularının monte edilmesi, dolgu malzemelerinin yerleştirilmesi, yüklenmesi ve boşaltılması gibi çalışmaların yapılmasında kullanılır.

5.4.4. Karıştırıcı (Mikser)

Karıştırıcı, bentonit ile suyu karıştırmak için kullanılır.

5.4.5. Depolama tankları ve havuzları

Depolama tankları ve havuzları, kazı işlemi sırasında ve plastik betonda kullanılacak bentonit bulamacının muhafazası için kullanılır. Taze olan bentonit ile dinlendirilmiş bentonitin bulunduğu havuzlar veya tanklar ayrı ayrı ve havalandırmalı olacak şekilde kullanılmalıdır.

5.4.6. Hava kompresörleri

Hava kompresörleri, oluşturulan bentonit bulamacını tank ve havuzlarında depolama veya dinlendirme esnasında oluşabilecek ayrışmalara karşı karıştırmak ve homojenlik oluşturmak amacıyla kullanılır.

5.4.7. Kum arıtma tesisi (Desander)

Bulamaç hendeği yönteminde hendek kazısı yapılırken kullanılan bentonitli karışım, kazı içinde parçalanarak ayrışan zemin taneleriyle karışarak özelliğini kaybeder. Bu sebepten dolayı, kazı sırasında ve sonrasında kum arıtma tesisleri, bentonit bulamacını zemin tanelerinden ayrıştırır. Hidrofrezeli kazılarda, kazıdan çıkan tüm zemin taneleri kum arıtma tesisi tarafından ayrıştırılarak depolanır.

5.4.8. Tremie boruları

Tremie boruları, açılan kuyuya indirilerek beton dökümü işlemini yapan ekipmandır. Tremie borularının boyları panel derinliğine göre ayarlanmalıdır.

5.4.9. Bentonit çamuru ölçü tankı

Bentonit çamuru ölçü tankı, hazırlanarak dinlendirilmiş olan bentonit çamurunu kum, çimento ve kimyasallar gibi malzemelerle karıştırıp beton santraline göndermek için trans mikserlere yükleme yapan tanktır.

5.4.10. Silo

Silo ise toz bentonitin depolanması amacıyla kullanılır.

5.4.11. Diğer ekipmanlar

Pompalar, laboratuvar, aktarım boruları, yardımcı ekskavatör, kaynak makineleri, yükleyiciler, loderler, servis kamyonları, temel sondaj makine ve parçaları da sahada kullanılan diğer ekipmanlardır.

5.5. Kullanılacak Malzeme ve Özellikleri

5.5.1.Çimento

CEM II veya CEM III çimentosunun kullanılması veya CEM I çimentosuna kısmi olarak tip II mineral katkı ilave edilmesiyle kısmen değiştirilmesi önerilir çünkü bu çimentoların beton üzerinde olumlu etkileri olduğu gösterilmiştir:

- İşlenebilirliğin artırılması,
- Priz alma sırasında hidratasyon ısısının azaltılması,
- Dayanıklılığın artırılması,
- Terleme oranının azaltılması

Çimentonun bir kısmının yerine pulverize yakıt külü veya öğütülmüş yüksek fırın curufu gibi katkı maddeleri çimentonun bir kısmının yerine kullanılabilir (TS EN 1538, 2001).

Tablo 5.3. En az çimento muhtevası (TS EN 1538, 2001)

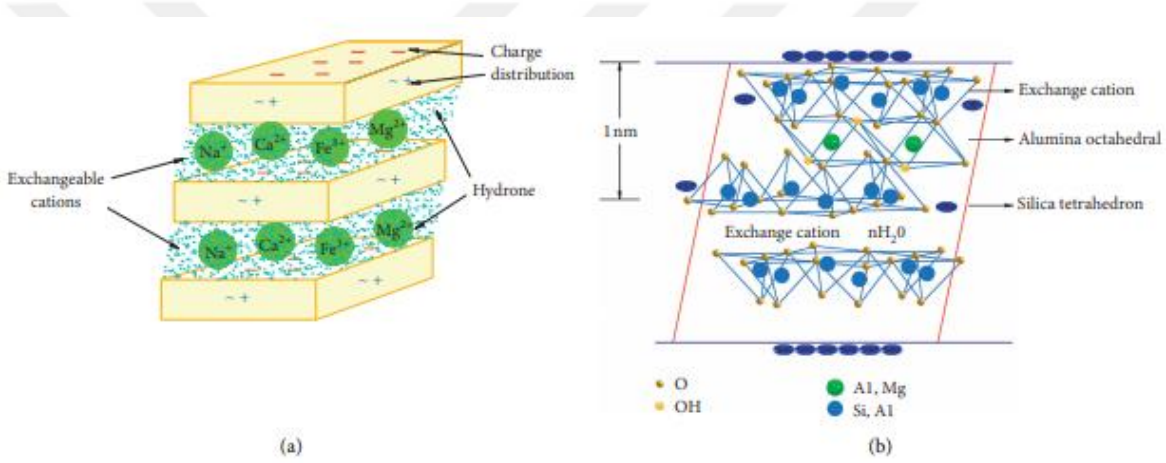
En büyük tane büyüklüğü (mm)	Birim hacimdeki çimento miktarı (kg/m3), en az
32	350
25	370
20	385
16	400

5.5.2. Bentonit

Bulamaç hendeği yönteminin en önemli malzemesi bentonittir. Uygulama esnasında açılan kuyuya yıkılmaması amacıyla destek veren özelliğinden, sonrasında da sızma engelleme amacıyla geçirimsizlik özelliğinden faydalanılır.

Bentonit, çoğunlukta montmorillonit içeren bir kil çeşididir. Bentonit, saf sıvı bentonit süspansiyon olarak veya polimer solüsyonlarına ek olarak, destek sıvıları içinde kullanılır. Ayrıca plastik betonun imalatında bir bileşen olarak kullanılmaktadır.

Şekil 5.10'da görüldüğü gibi, montmorillonit minerali Si-Al-Si elementlerinden oluşan üç katlı bir yapıdan oluşur ve pozitif iyonları kolayca emebilen amorf bir plaka yüzeyine sahiptir (Lei vd., 2019).



Şekil 5.10. Montmorillonitin kimyasal yapısı (Lei vd., 2019).

5.5.3. Taş unu (Dolgu)

Yapılacak olan projeye göre gerekli olması durumunda ince agrega/kum ile birlikte öğütülmüş taş unu (filler) kullanılabilir. Kullanılması durumunda taş ununun bazı özellikleri aşağıdaki gibidir:

- Kalker veya dolomit evsaflı taşlardan öğütülerek elde edilmiş olmalıdır,
- Kil ihtiva etmemelidir,
- İçindeki $CaCO_3$ miktarı %95'in üzerinde olmalıdır,
- Suda erimeyecek ve deformasyona uğramayacak özellikte olmalıdır,
- Rutubet oranı en çok %4 olmalıdır.

5.5.4. Kum/İnce agrega

Kullanılacak kum temiz olmalı, içinde organik madde ve çimento ile reaksiyona girebilecek zararlı maddeler bulunmamasına özen gösterilmelidir.

5.5.5. Su

Kullanılacak su temiz olmalı ve içinde yağ, çamur ve buna benzer diğer zararlı maddeler bulunmamalıdır. Su çimento oranı kütlece 0.6'dan büyük olmamalıdır. Bu değer, karışımda mineral katkı maddeleri varsa değiştirilebilir.

5.5.6. Kimyasal katkı maddeleri

Geçirimsiz perde imalatında, gerektiğinde plastik beton karışımının priz süresini ve akışkanlık durumunu ayarlayabilmek için kimyasal katkı maddeleri kullanılabilir.

5.6 Kontroller ve Testler

Bulamaç hendeği uygulamasının standartlara uygunluğunun belirlenmesi ve kalite kontrol amacıyla aşağıdaki kontrol ve deneyler yapılır.

5.6.1. Bentonit çamuru karışımı kalite kontrolü

- Marsh hunisi ile viskozite ölçümü,
- Özgül ağırlık deneyi,
- Ph tayini,
- Kum oranı tayini,

5.6.2. Plastik beton karışımı kalite kontrolü

- Özgül ağırlık deneyi,
- Çökme deneyi,

5.6.3. Plastik beton perdesi karışım özellikleri için testler

- Permeabilite değerinin üç eksenli hücrede belirlenmesi,
- Tek eksenli mukavemet değerinin belirlenmesi,

5.6.4. Arazi deneyleri ile geçirimsizlik kontrolü

- Pompaj deneyi,
- Karotlu sondaj yapılması,

5.7. Bulamaç Hendeği Yönteminde Dikkat Edilecek Hususlar

İyi derecelenmiş ince malzemeden oluşan bulamaç hendeği dolgusu, kötü derecelenmiş ince taneli dolgularla kıyaslandığında daha iyi bir hidrolik performans sergiler. Bir bulamaç hendeği için yapılan çalışmalarından alınan veriler, artan ince malzeme içeriğiyle birlikte azalan hidrolik iletkenliği göstermektedir (Evans ve J Evans, 1993).

Zemin tipi ve iyi derecelendirilmişten kötü derecelendirilmişe doğru tane boyu dağılımının sıkıştırılabilirlik üzerindeki etkisi değerlendirildiği zaman iyi derecelendirilmiş bulamaç hendek dolgusu, daha kötü derecelendirilmiş ve daha sıkıştırılabilir bulamaç hendeği dolgusuyla kıyaslandığı zaman daha az sıkıştırılabilir daha yüksek bir gerilme durumuna sahiptir (Acar ve Daniel, 1995).

Çalışma sırasında hendek stabilitesi ve suyun drene edilebilmesi önemli faktörlerdir. Hendek kazmaya başlamadan önce bulamacın sertleşme kabiliyeti testlerle belirlenmeli ve maksimum kazı süresi ayarlanmalıdır. Eğer bu süre içerisinde kazı tamamlanmazsa bulamaç yenisiyle değiştirilmelidir. Eğer uzun kazı süreleri gerekiyorsa bulamaç içindeki çimentonun bir kısmının uçucu kül ya da öğütülmüş yüksek fırın cürufundan oluşması büyük bir fayda sağlayacaktır. Bulamaç hendeğine kimyasal katkılar yeterince ekonomik ya da yeterli olmayabilir. Sıvı ve donmaya başlamış bulamacın özellikleri bentonit ve çimentonun karıştırılma oranlarıyla birlikte ve karıştırıcılara ve karıştırma prosedürüne bağlı olarak değişecektir. Eğer kimyasalların bulamaç hendeğine zarar verme riski varsa, bentonit kimyasal saldırılara çimentodan daha dirençli ve daha düşük permeabiliteye sahip olduğundan dolayı, karışım içerisindeki bentonit konsantrasyonu mümkün olduğu kadar artırılmalıdır (Jefferies, 1981).

Bulamaç hendeğinin stabilitesi, jeoteknik araştırmacılar ve bazı endüstriyel işletmeler arasında büyük bir ilgi odağı oldu. Güvenlik faktörü bulamaç hendeğinin tasarımında önemli bir indekstir. Bulamaç hendek stabilitesini araştırmak için teorik analiz, sayısal analiz ve deneyler yapılmıştır. Bulamaç hendeği, eğim açısı 90° olan eğimin özel bir durumu olarak düşünülebilir. Bulamaç ve zeminin birim hacim ağırlık oranı, bulamaç seviyesi derinliği,

kohezyon, içsel sürtünme açısı ve hendek genişliğinin bulamaç hendeğinin stabilitesi üzerinde bir takım etkileri vardır. Bulamaç hendeğinin güvenlik faktörü; bulamaç ve zeminin birim hacim ağırlığının, kohezyonun, içsel sürtünme açısının artmasıyla ve bulamaç seviyesi derinliği ile ve hendek genişliğinin azalmasıyla artar (Han vd., 2013). Bu parametreler, homojen bulamaç hendeklerinin güvenlik faktörlerini tahmin etmek için geçerlidir. Bunun yanında bulamacın bentonit konsantrasyonun artırılmasının stabilite üzerinde yararlı bir etkiye sahip olduğu da ifade edilmiştir (Oblozinsky vd., 2001).

İçsel sürtünme açısının bulamaç hendeğinin güvenlik faktörü üzerindeki etkisi kohezyonun etkisinden daha büyüktür (Li ve Zhang, 2019).

Bulamaç, bir yüzeye uygulandığında film oluşturabilme özelliğine, fiziksel ve kimyasal stabiliteye, akıcılığa ve uygun yoğunluğa sahip olmalıdır. Polimer, karboksimetil selüloz (CMC) ve tuz solüsyonu gibi bulamaç türleri arasında bentonit bulamacı, onun mükemmel fonksiyonu ve ekonomik değerinden dolayı en çok tercih edilen ve uygulanan yöntemdir (Zhuo vd., 2014).

Bulamaç hendeğinin genişliği, duvar derinliğine göre değişkenlik göstermektedir. Genellikle hendek genişliği ayarlaması yapılırken, 30 m derinliğe kadar hendek genişliği 0.6m alınırken, 50m civarında olduğunda ise hendek genişliği 1.2m'ye kadar alınabilir (P. P Xanthakos, 1979). Yani derinlik arttıkça genişliğin artırılması önerilir.

Zeminlerde yeraltı suyu veya sızıntı akışları altında tabanın aşınmasına karşı koruma sağlamak amacıyla hendeğin altına 0.6-0.9m kalınlığında beton yerleştirilir. Genellikle 15-25m derinlikte ve 25m genişlikteki bulamaç hendeğinin oturması 2.5-15cm arasında değişmektedir. Dar hendeklerde daha az oturma gözlenmektedir. Oturma çoğunlukla ilk 6 ay içerisinde gerçekleşmektedir. Düşük permeabiliteyi sağlamak için 0.05mm'den küçük kil ve silt boyutundaki malzemenin oranı en az %10 olmalıdır (Fell, 1992).

Etkili bir bulamacın hazırlanmasında karışımın yoğunluğu, viskozite, kayma dayanımı, kum muhtevası, pH derecesi vb. gibi parametreler kontrol edilir. Bulamaç çamuru ağırlıkça %5-15 arasında bentonit ve 0.02-30mm arasında değişen iyi derecelenmiş kum içermelidir (ICOLD, 1985).

Bulamaç hendeği yönteminin olumlu ve olumsuz yönleri Tablo 5.4'de gösterilmektedir.

Tablo 5.4 Bulamaç hendeği yönteminin olumlu ve olumsuz yönleri (Boyes, 1975).

Olumlu Yönleri	Olumsuz Yönleri
Geçici veya sürekli bir yapı elemanı olarak kullanılabilir.	Kılavuz duvar ihtiyacı nedeniyle 4 – 5 m gibi düşük derinliklerde ekonomik değildir.
Alt kesimi geçirimsiz bir tabakaya yeterince giren duvar mükemmel bir sızdırmazlık sağlar.	Kullanılan bulamacın kuyudan uzaklaştırılması zor ve pahalıdır.
Dar bir hendek içerisinde yapıldığından maliyeti düşüktür.	Kazı duvarlarının duraylılığını sağlamak zordur.
Derin kazıların rijit şekilde desteklenmesi mümkündür.	Kazıdan çıkan gerecin sahadan uzaklaştırılması problemi vardır.
Komşu yapıların temellerinin desteklenmesine olanak vermektedir.	
Yerleşim yerlerinde inşaat sırasında meydana gelen gürültü ve vibrasyon azdır.	
Kazı sırasında bentonitle kolaylıkla desteklenebilir.	

Betonla kıyaslandığı zaman çimento bentonit karışımlarının daha düşük dayanıma sahip olduğu gözlenmiştir. Bu karışımların 28 günlük tek eksenli basınç dayanımı yaklaşık olarak 100kPa civarındadır (ICOLD, 1985). Bu yöntemde önemli olan uygulanan geçirimli zemin ile bulamaç hendeğinin elastisite modüllerinin birbirine yakın olması ve gerekli geçirimsizliği yakalayarak geçirimsizlik perdesi oluşturmasıdır.

6. YOZGAT-YERKÖY İNANDIK BARAJI ÖRNEĞİ

6.1 İnandık Barajının Genel Özellikleri

Çalışmaya konu olan İnandık Barajı, silindirle sıkıştırılmış beton baraj (SSB) gövde tipinde olup, barajın memba ve mansap batardoları ise kil çekirdekli zayiat dolgu tipinde hali hazır olarak projelendirilmiştir.

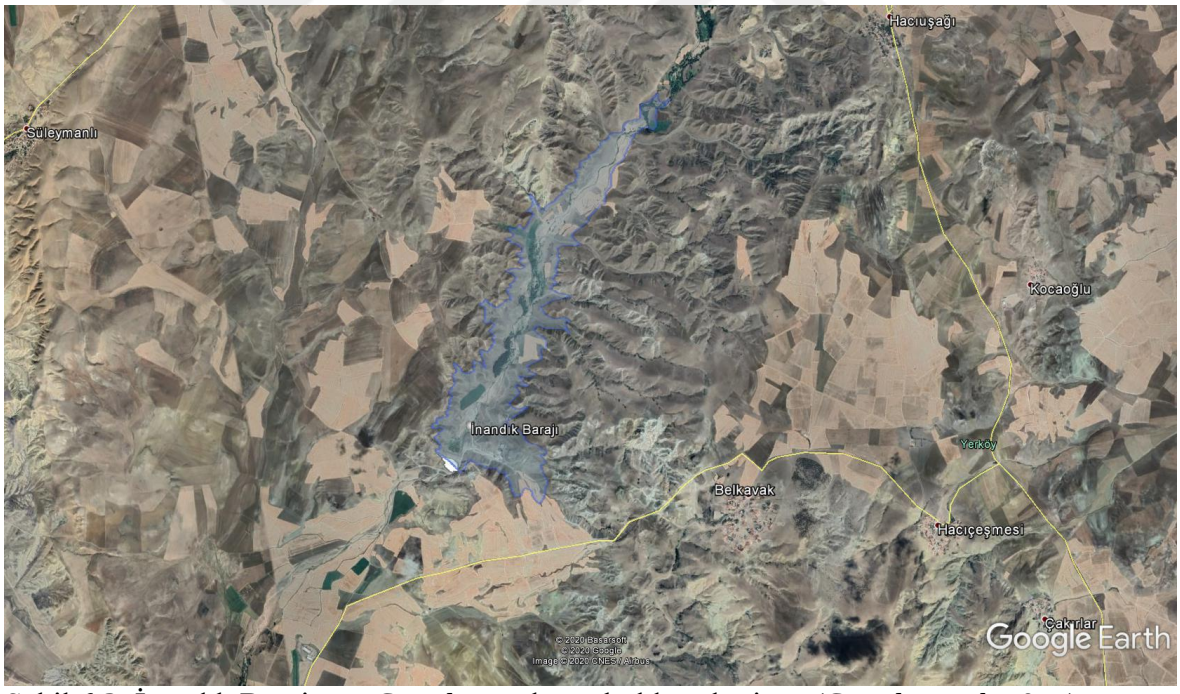
Baraj Yeri; Yozgat İli, Yerköy İlçesi, Arifeoğlu Köyünün yaklaşık 10.0-11.0km Kuzeydoğusunda, Belkavak köyünün ise yaklaşık 2.5 - 3.0km Batısında yer alır. Ulaşım sırasıyla; Yozgat - Yerköy - Ankara karayolunun, Yerköy'ün yaklaşık 18km'sinde sağa ayrılan yaklaşık 1km'lik stabilize yol ile Arifeoğlu'na gelinir. Buradan da yaklaşık 8.5 - 9.0 km'lik stabilize yoldan sonra sola ayrılan yaklaşık 1.0 - 1.5 km'lik toprak yol ile baraj yerine ulaşılır. Baraj İnandıközü Deresi üzerinde olup 1/25.000'lik Kırşehir I32-b3,ve I32-b4 paftalarında yer almaktadır.



Şekil 6.1. İnandık Baraj yeri Google Earth yer bulduru haritası (Google Earth 2021).



Şekil 6.2. İnandık Baraj yeri Google Earth yer bulduru haritası (Google Earth 2021).



Şekil 6.3. İnandık Baraj yeri Google Earth yer bulduru haritası (Google Earth 2021).

Kesin proje raporuna (2013) göre proje karakteristikleri aşağıda verildiği gibidir.

Genel:

Yeri: Belkavak mevkii, İnandıközü deresi üzerinde

Amacı: Sulama

Hidroloji:

Yağış alanı: 278 km^2

Yıllık ortalama akım: 15.07 hm^3

Gövde:

Tipi: Silindirle Sıkıştırılmış Beton (SSB)

Talveg Kotu: 806.00 m

Kret kotu: 850.00 m

Talvegden yüksekliği: 44.00 m

Temelden yüksekliği: 62.00 m

Kret uzunluğu: 343.5 m

Memba ve mansap eğimleri: 1D: 0.8Y / 15D: 1Y

Gövde toplam hacmi: 271235 m^3

Memba Batardosu:

Tipi: Kil çekirdekli zayiat dolgu

Kotu: 814.70m

Genişliği: 6.00m

Uzunluğu: 172.65m

Şevler: 1D – 2.5Y / 1D – 2.0Y

Mansap Batardosu:

Tipi: Kil çekirdekli zayiat dolgu

Kotu: 808.00m

Genişliği: 6.00m

Uzunluğu: 92.45m

Şevler: 1D – 2.5Y / 1D – 2.0Y

Göl Alanı:

Normal depolama hacmi: 31.10hm^3

Aktif hacim: 26.67hm^3

Ölü hacim: 4.43hm^3

Maksimum depolama hacmi: 33 709 317.21m^3

Maksimum su seviyesi: 848.43m

Maksimum gölalanı: 2 022km^2

Normal su seviyesi: 847.07m

Normal gölalanı: 1.94km^2

Minimum su seviyesi: 824.92m

Minimum gölalanı: 0.57km^2

Dolusavak:

Yeri: Gövde üzerinde

Tipi: Karşıdan alışlı, kontrolsüz, basamaklı

Kret uzunluğu: 40.00 m

Dolusavak taşkın debisi (Q10000) : 182.12 m^3/s

Dolusavak kapasitesi: 135.45 m^3/s

Dolusavak eşik kotu: 847.07 m

Yaklaşım kanalı kotu: 845.00 m

Şut kanalı genişliği: 40.00 m

Şut kanalı uzunluğu: 53.79 m

Şut kanalı eğimi: 1D / 0.8Y

Enerji kırıcı havuz tipi: TİP III (USBR)

Enerji kırıcı havuz uzunluğu: 8.64 m

Kondüvi:

Yeri: Sol sahil

Tünel tipi: Basınçlı / Kare Kesit (2.00m x 2.00m)

Tünel uzunluğu: 300m

Derivasyon taşkını (Q10) : 48.23m^3/s

Derivasyon giriş kotu: 806.50m

Derivasyon çıkış kotu: 804.50m

Eğim: 0,0067m/m (?)

Su alma yapısı:

Yeri: Sağ Sahil

Tipi: Gövde içi

Yükseklik: 6.52m

Su alma Kotu: 827.82m

Vana odası:

Yeri: Sağ Sahil (Cebri Boru Km: 0+126.20)

Boyutları: 5.90 x 6.60m

Cebri boru:

Yeri: Sağ sahil

Çapı: 0.80m

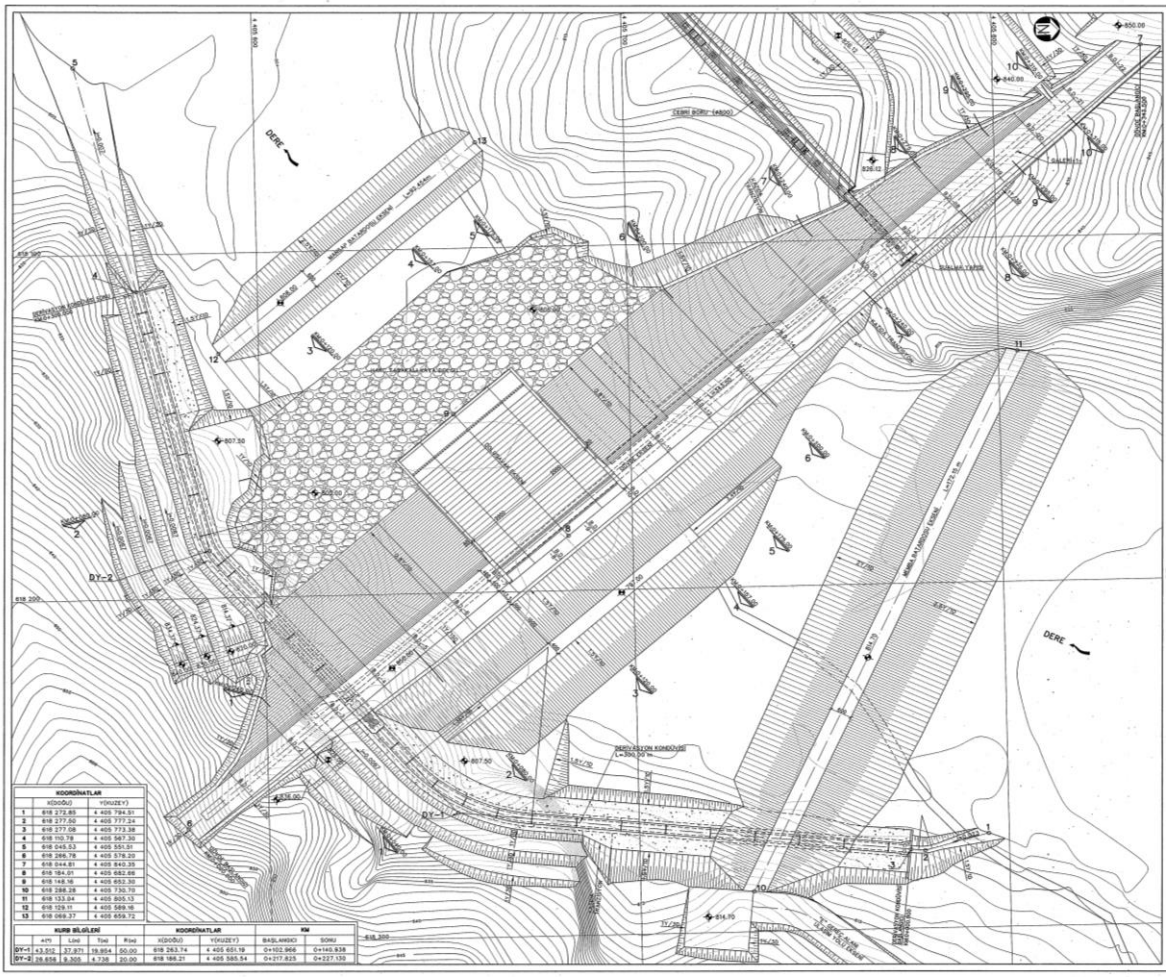
Uzunluğu: 126.70m

Sulama tesisleri:

Brüt sulama alanı: 2875ha

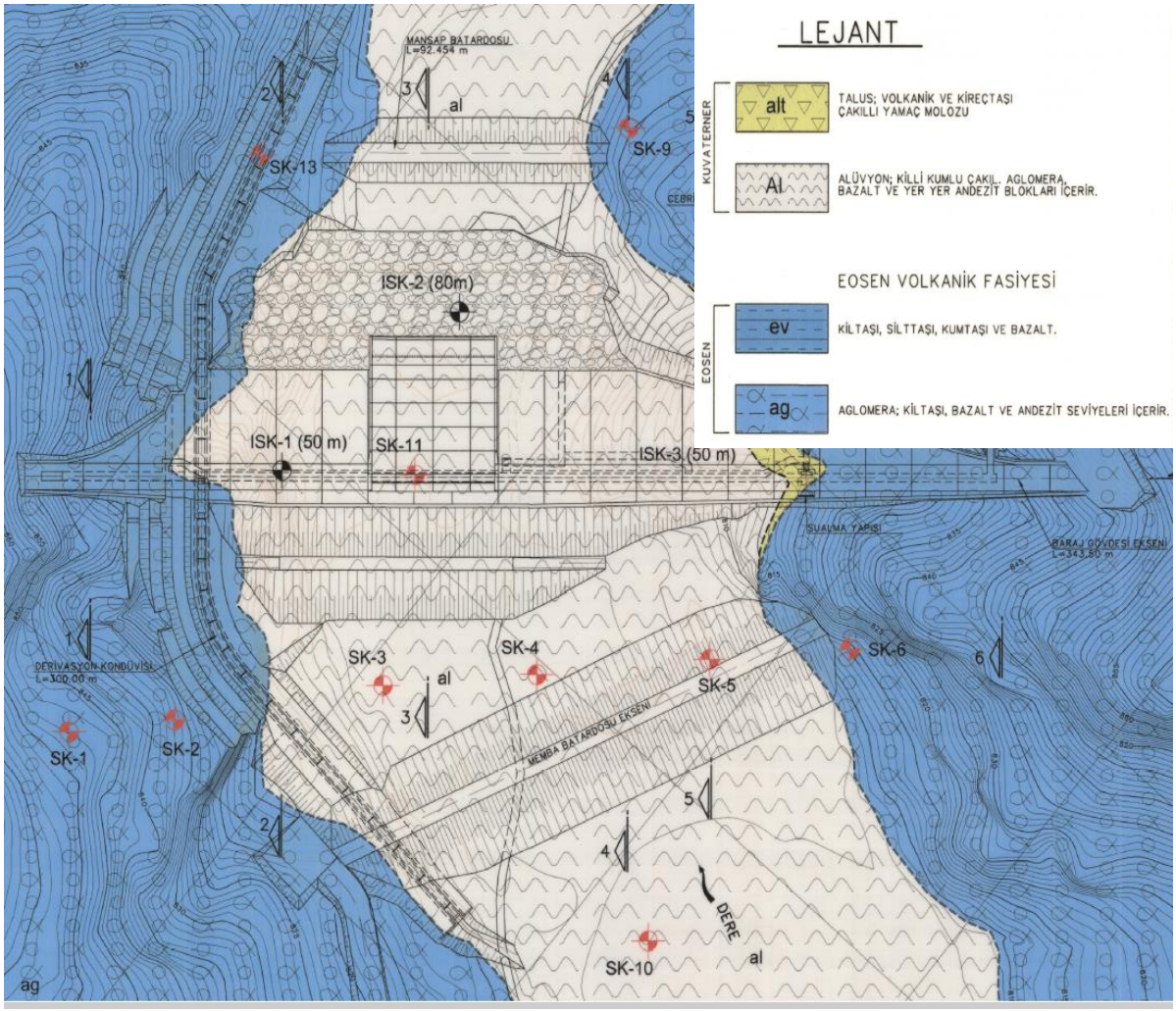
Net sulama alanı: 2588ha

Sulama suyu ihtiyacı: 4722.57 m³/ha/yıl



Şekil 6.4. Baraj gövdesi ve batardoları genel yerleşim (Erges, 2013).

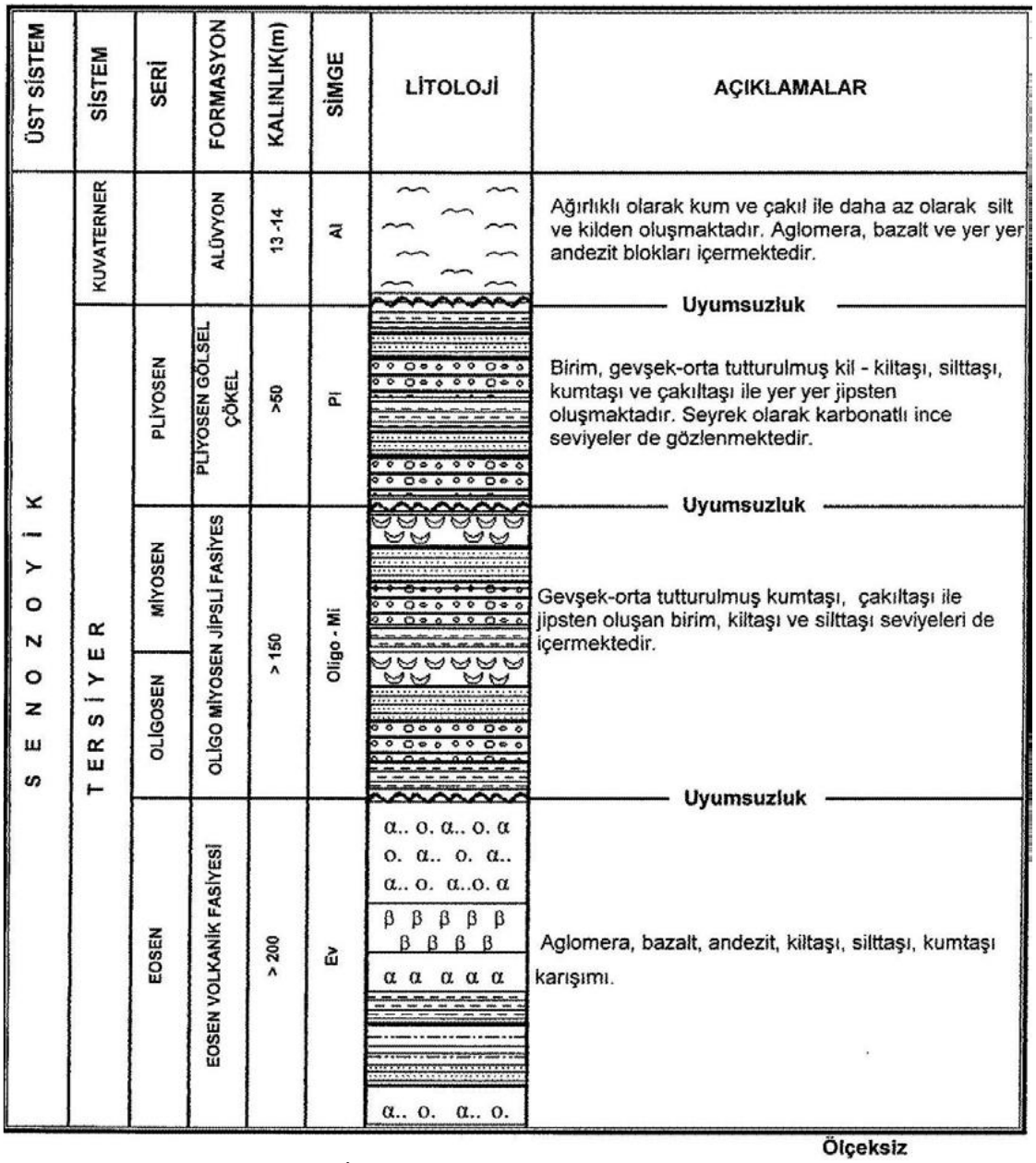
6.2 Baraj Yeri Jeolojik Özellikleri



Şekil 6.5. Yozgat-Yerköy İnandık Barajı genel jeoloji haritası (Erges, 2013).

6.2.1 Stratigrafik jeoloji

İnceleme alanı ve yakın çevresinde; Eosen volkanik fasiyesi, Oligo-Miyosen jipsli fasiyes, Pliyosen yaşlı gölsel çökeller ile Kuvarterner yaşlı alüvyon yüzeylemektedir (Güzel, 2004). Jeolojik formasyon tanımları MTA tarafından yayımlanan Cahit ERENTÖZ ve İhsan KETİN Türkiye Jeoloji Haritası Kayseri Paftası (1963) ve İnandık Barajı raporlarından alınmış olup, arazi çalışmaları bu doğrultuda yapılmıştır.



Şekil 6.6. Yozgat-Yerköy İnandık Barajı çevresinin genelleştirilmiş stratigtafik kesiti (Erentöz ve Ketin, 1963).

6.2.1.1. Eosen Volkanik Fasiyesi (ev)

İnceleme alanında taban ilişkisi görülmeyen birim Eosen volkanik fasiyesi olup, koyu renkli aglomera ve bazalt, andezit ile gri yer yer beyaz renkli kiltaşı, silttaşı ve kumtaşından ibaret olan Eosen çökellerinin karışımından oluşmaktadır. Aks yeri sağ ve sol sahil ile göl alanında yüzeyleme veren birim, baraj gövdesi mansabında da görülmektedir. Aks yerindeki kalınlığı 100m'yi geçen aglomeralar, genellikle orta sıkı- sıkı çimentolu olup, çimentosu genel olarak ince taneli, volkanik ve amorf bir malzemeden oluşmaktadır. Aglomeralar yer yer bazalt ve

andezit ile kiltaşı ara seviyeleri içermektedir. Aks yeri sol sahilde açılan SK–1'nolu temel sondaj kuyusunda 0.50–1.0m kalınlığında ince tabakalı kiltaşı seviyeleri kesilmesine rağmen, sol sahil göl alanında açılan SK–15'nolu kuyuda söz konusu kiltaşı seviyelerine rastlanmamıştır. Muhtemelen bunun nedeni, temel sondaj açılması sırasında ince kiltaşı seviyelerinin sondaj suyuyla eritilmiş olabilmesidir. Aglomeralar mansaba doğru 12˚ ile 15˚ arasında bir eğim gösterir.

Kendinden daha genç birimler tarafından uyumsuz olarak örtülen birimin yaşı, MTA yayımlarına göre Lutesiyen (Alt Eosen) olup, birim denizaltı volkanik erupsiyonları şeklinde oluşmuştur. Söz konusu yayına göre, bu tarz volkanik faaliyet subsekan–volkanizma olarak kabul edilmiştir (Erentöz ve Ketin, 1963).

6.2.1.2. Pliyosen Gölsel Çökeller (PI)

Aks yeri ve göl alanında yüzeyleme vermeyen birim; mansap tarafında gözlenmekte olup, karbonatlı seviyeler kil, silt, kum, çakıl, kiltaşı, silttaşı, kumtaşı, çakıltaşından oluşmaktadır. Kiltaşları içinde jips bantları mevcuttur. Formasyon içerisinde bu birimler yanal ve düşey yönde geçişler göstermektedir. Kayaç türleri gevşek çimentolu veya çimentosuz olduklarından ayrışma hakim olup, ayrışma ürünü olan kil birimi tarım arazilerini oluşturmaktadır. Birim düzensiz yığışımlar halinde olup, yer yer tabakalı yapıya sahiptir. Tabakalanma, yatay/yataya yakın olup ince–orta tabakalıdır. Ayrışma rengi kahverengi, kırmızı, gri olmasına rağmen taze yüzey rengi gri, sarımsı ve yeşilimsi renklerde olan birim, tabandaki Eosen volkanik fasiyesi ile Oligo-Miyosen jipsli fasiyesini uyumsuz olarak örter (Erentöz ve Ketin, 1963). Gölsel ve karasal bir ortamı temsil eden birimin yaşı daha önceki araştırmacılar ve MTA tarafından yapılan incelemelere göre Pliyosen olarak belirlenmiştir.

6.2.1.3. Alüvyon (al)

Aks yeri ve göl alanı ile sulama sahası içerisindeki vadi tabanlarında gözlenen alüvyon; kil, silt, kum, çakıl ve yer yer blok boyutunda olup, genel olarak tutturulmamıştır. Alüvyonun, aks yerindeki genişliği 160m ve kalınlığı ise yapılan sondajlarda yaklaşık 20m olarak bulunmuş olup yamaçlara doğru kalınlık azalmaktadır. Ağırlıklı olarak kum ve çakıldan oluşmaktadır. Birleştirilmiş zemin sınıflamasına göre alüvyonun zemin cinsi GP-GM (Üniform çakıl ve az silt ve az kum) ve GW (Düzgün tane dağılımlı çakıl ve az kum) şeklindedir.

6.2.2 Yapısal Jeoloji

6.2.2.1. Tabakalanma

İnceleme alanında yer alan Eosen volkanik fasiyesine ait aglomeralar, aks yerinde mansaba doğru 12˚ ile 15˚ arasında bir eğim gösterir. Oligo-Miyosen jipsli fasiyesine ait kumtaşları ve çakıltaşları 10˚ ile 60˚ arasında değişen eğimlere sahiptir ve ince–orta tabakalıdır (Erges, 2013). Pliyosen yaşlı gölsel çökeller düzensiz yığışımlar halinde olup, genellikle yatay veya yataya yakın tabakalıdır.

6.2.2.2. Kıvrımlanma

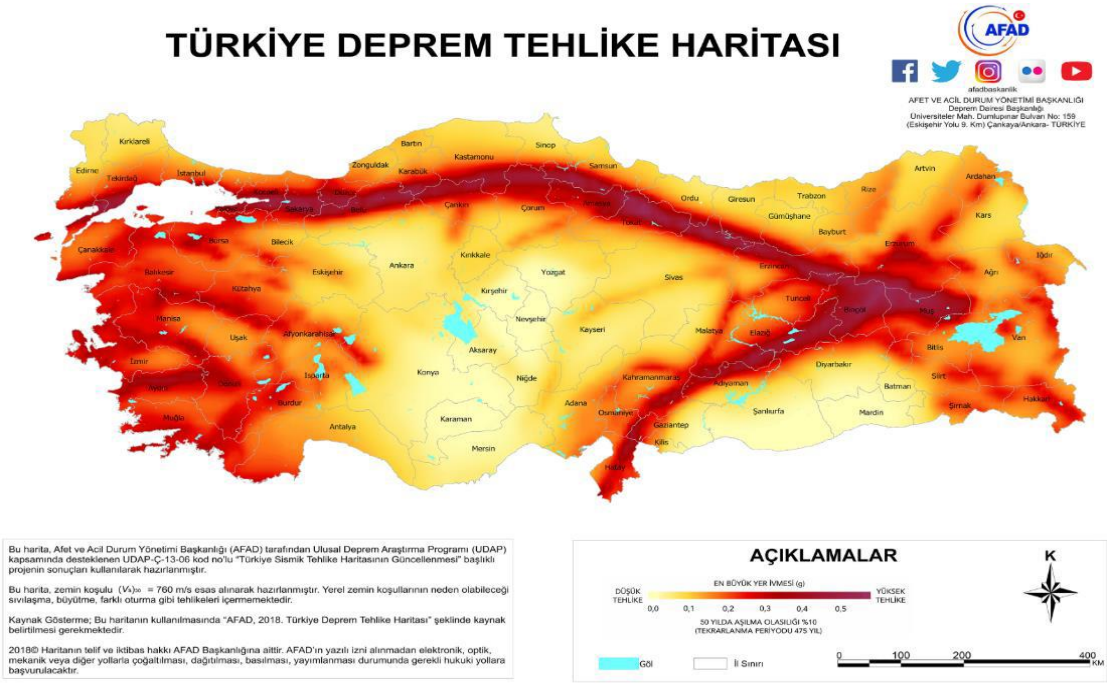
İnceleme alanında yüzeyleyen birimlerde kıvrımlanma görülmemektedir. Ancak birimlerin kıvrımlanması ve özellikle Oligo-Miyosen jipsli fasiyeste olabilecek kıvrımlanma, daha geniş inceleme alanı içerisinde mutlaka görülebilir.

6.2.2.3. Eklemlenme

Aks yeri ve yakın mansabında yer alan aglomeralarda KB–GD yönünde ve buna dik yönde 0.5–1.0cm açıklıklı ve kalsit dolgulu eklem sistemleri gelişmiştir.

6.2.2.4. Faylanma

Aks yeri ve yakın çevresinde stabilite ve duraylılığı etkileyecek herhangi bir kırık zonuna rastlanmamıştır. Ancak aks yerininin membasında, yaklaşık aksa paralel giden bir fay gözlenmiştir. Bu fayın yönelimi $80^0/040^0$ (eğim/eğim yönü) olduğundan membaya doğru eğimlidir. Aks yeri ve yakın çevresi için stabilite ve duraylılığı etkileyecek konumda görülmemektedir (Erges, 2013).



Şekil 6. 7. Türkiye deprem tehlike haritası (AFAD, 2019).

Tablo 6.1. Yapı temel zemini ve kayasını oluşturacak jeolojik birimlerin deprem yönetmeliğine göre özellikleri (Kesin proje raporundan uyarlanmıştır).

JEOLOJİK BİRİM	ZEMİN SINIFI	SPEKTRUM KARAKTERİSTİK PERİYOTLARI		ETKİN YER İVME KATSAYISI
		TA (sn)	TB (sn)	(A0)
Alüvyon,Kum, Çakıl	ZE	0.2	0.9	0.2
Eosen Volkanikleri(ev)	ZB	0.15	0.4	

6.3 Hidrojeoloji

İnceleme alanı ve çevresinde yüzeyleyen Eosen volkanik fasiyesi, Oligo-Miyosen jipsli fasiyes ve Pliyosen yaşlı gölsel çökelleri akifer kaya değildir ve yeraltı suyu yönünden verimsizdir. Alüvyonda sığ kuyulardan 3.0–5.0 l/s su alınabilir. İnandıközü deresinde sızıntı şeklinde çıkan kaynaklar mevcut olup, debileri yaklaşık 0.0 – 1.0 l/s arasında değişmektedir.

Aks yerinde açılan temel sondaj kuyularında kesin proje aşamasında yeraltı suyu ölçümleri yapılmıştır. Rasat sonuçlarına göre, yeraltı suyu seviyesi genelde topoğrafyaya uygunluk göstermektedir. Yapılan sondajlardan alınan verilere göre her iki sahilde de yeraltı suyu vadiyi beslemektedir. Akarsu kaynağı olan İnandıközü deresi üzerinde yapılan ölçümlere göre Ortalama yıllık akım 18.29×10^6 m^3'tür (Erges, 2013). Yeraltı suyu aks ekseni talveg bölümünde 1.0m civarında bulunmaktadır.

6.4 Mühendislik Jeolojisi

6.4.1 Temel sondajlar

Baraj yerinin jeolojisini ve jeoteknik özelliklerini ortaya çıkarmak amacıyla 2003 yılında ‘’Planlama’’ kapsamında 17 adet kuyuda toplam 822m temel sondaj kuyusu açılmıştır (Şekil 6.5). 2013 yılında ise ‘’Kesin Proje’’ kapsamında ise 3 adet kuyuda toplam 180m temel sondaj kuyusu açılmıştır (Şekil 6.5). Bu sondajlardan alınan özet bilgiler Tablo 6.2’de sıralanmıştır.

Tablo 6.2. İnandık Barajında planlama ve kesin proje aşamasında açılmış temel sondaj özeti.

	Kuyu No	Yeri	Derinlik (m)	Sondaj Kotu (m)	Yass (m)	Derinlik (m)	Litoloji
PLANLAMA AŞAMASI	SK-1	Sol Sahil	55.0	847.3	11.7	00.0 – 55.0	Aglomera, Kiltaşı, Bazalt ve Andezit
	SK-2	Sol Sahil	58.0	836.1	31.2	00.0 – 58.0	Aglomera, Kiltaşı, Bazalt ve Andezit
	SK-3	Talveg	38.0	806.3	1.2	00.0 – 10.0	Alüvyon
						10.0 – 38.0	Aglomera, Kiltaşı, Bazalt ve Andezit
	SK-4	Talveg	50.0	806.9	1.0	00.0 – 13.5	Alüvyon
						13.5 – 50.0	Aglomera, Kiltaşı, Bazalt ve Andezit
	SK-5	Talveg	56.0	806.0	0.7	00.0 – 0.70	Alüvyon
						0.70 – 56.0	Aglomera, Kiltaşı, Bazalt ve Andezit
	SK-6	Sağ Sahil	40.0	812.0	5.9	00.0 – 40.0	Aglomera, Kiltaşı, Bazalt ve Andezit
	SK-7	Sağ Sahil	80.0	872.5	44.5	00.0 – 80.0	Aglomera, Kiltaşı, Bazalt ve Andezit
	SK-8	Dolusavak	60.0	852.2	24.5	00.0 – 60.0	Aglomera, Kiltaşı, Bazalt ve Andezit
	SK-9	Dolusavak	20.0	809.5	7.1	00.0 – 20.0	Aglomera, Kiltaşı, Bazalt ve Andezit
	SK-10	Talveg	14.0	807.3	1.3	00.0 – 0.85	Alüvyon
						0.85 – 14.0	Aglomera, Kiltaşı, Bazalt ve Andezit
	SK-11	Talveg	21.0	805.6	1.4	00.0 – 0.90	Alüvyon
						0.90 – 21.0	Aglomera, Kiltaşı, Bazalt ve Andezit
	SK-12	Derivasyon	20.0	819.3	11.9	00.0 – 20.0	Aglomera, Kiltaşı, Bazalt ve Andezit
	SK-13	Derivasyon	20.0	812.1	3.9	00.0 – 20.0	Aglomera, Kiltaşı, Bazalt ve Andezit
	SK-14	Sol Sahil	52.0	877.5	10.5	00.0 – 52.0	Aglomera, Kiltaşı, Bazalt ve Andezit
	SK-15	Sol Sahil	88.0	882.4	72.3	00.0 – 88.0	Aglomera, Kiltaşı, Bazalt ve Andezit
	SK-16	Sağ Sahil	100.0	892.1	51.5	00.0 – 100.0	Aglomera, Kiltaşı, Bazalt ve Andezit
	SK-17	Sağ Sahil	50.0	862.6	15.0	00.0 – 50.0	Aglomera, Kiltaşı, Bazalt ve Andezit
KESİN PROJE AŞAMASI	İSK-1	Sol Sahil	50.0	820.0	1.0	00.0 – 19.0	Alüvyon / Yamaç Molozu (0,0m-1,0 m :
						19.0 – 50.0	Aglomera, Kiltaşı, Bazalt ve Andezit
	İSK-2	Talveg	80.0	815.0	1.0	00.0 – 08.0	Alüvyon
						08.0 – 20.0	Alüvyon / Yamaç Molozu
						20.0 – 80.0	Aglomera, Kiltaşı, Bazalt ve Andezit
	İSK-3	Sağ Sahil	50.0	825.0	1.0	00.0 – 03.0	Yamaç Molozu (0,0m-0,8 m : Kil)
						03.0 – 50.0	Aglomera, Kiltaşı, Bazalt ve Andezit

6.4.1.1. Temel Sondajlarda Yapılan Geçirgenlik Deneyleri

İnandık Baraj Projesinin Planlama ve Kesin Proje Raporu kapsamında yapılan tüm sondajlarında zemin/kaya kütlesinin geçirgenliğini belirlemek amacı ile iki metrede bir olmak üzere alüvyonda basınçsız su deneyi ve kaya kütlesi içerisinde ise basınçlı su deneyi (BST) gerçekleştirilmiştir. Bu deney sonuçlarına göre hesaplamalar yapılmış olup geçirimlilik katsayıları; basınçsız su deneylerinin cm/s, basınçlı su deneylerinin lugeon cinsinden sonuçları Tablo 6.3'te listelenmiştir.

Tablo 6.3. Kesin proje raporuna göre baraj yerinde yapılan basınçlı ve basınçsız su deneyleri özet tablosu.

DERİNLİK		İSK-1	İSK-2	İSK-3	SK-1	SK-2	SK-3	SK-4	SK-5	SK-6	SK-7
0.0	**2.0**						3.78E-03	2.37E-02	2.86E-03	2.16E-03	12.1
2.0	**4.0**				0.0	0.0	4.64E-03	1.16E-02	3.69E-03	0.0	68.4
4.0	**6.0**			90.3	0.0	0.0	7.40E-04	9.63E-03	1.69E-03	0.0	19.7
6.0	**8.0**				0	0.0	0	6.72E-03	1,01E-03	0.0	35.3
8.0	**10.0**				0.0	3.0	0.0	2.03E-03	56.9	0.0	9.1
10.0	**12.0**				1.0	0.8	44.6	7.30E-04	43.3	0.0	4.6
12.0	**14.0**				1.1	61.4	35.5	8.00E-05	1.7	0.0	5.5
14.0	**16.0**				4.2	100.7	46.0	2.67E-03	77.6	0.0	0.0
16.0	**18.0**			12.0	3.6	78.8	26.9	83.4	3.5	0.0	0.0
18.0	**20.0**			10.8	0.9	0.0	42.4	0.0	25.3	0.0	0
20.0	**22.0**	0.0	2.5	1.3	0.6	79.9	12.6	66.9	68.0	0.0	0.0
22.0	**24.0**	0.0	11.1	24.0	2.3	3.4	10.2	73.3	21.8	0.0	0.0
24.0	**26.0**	0.0		0.3	0.6	5.2	1.2	58.7	0.2	0.0	0.0
26.0	**28.0**	0.0	41.1	0.5	1.0	0.0	12.1	16.0	5.8	0.0	0.0
28.0	**30.0**	0.0	0.0	0.0	1.2	5.2	0.0	30.0	0.5	0.0	0.0
30.0	**32.0**	0.0	0.0	0.9	0.0	1.3	0.0	29.9	17.7	0.0	0.0
32.0	**34.0**	0.0	2.6	0.6	0	66.9	0.0	33.0	44.5	0.0	0.0
34.0	**36.0**	0.0	0.0	0.0	0	41.4	0.0	0.0	37.5	0.0	0.0
36.0	**38.0**	0.0	0.0	0.0	0.1	8.6	0.0	0.0	2.7	0.0	0.0
38.0	**40.0**	0.0	0.0	0.3	0.0	8.5		0.0	54.6	0.0	0.0
40.0	**42.0**	0.0	0.0	5.5	0.2	77.7		0.0	1.5		0.0
42.0	**44.0**	0.0	0.0	8.0	0.1	72.8		0.0	0.2		0.0
44.0	**46.0**	0.0	0.0	9.8	0.3	10.0		0.0	28.0		0.0
46.0	**48.0**	0.0	0.0	10.5	0.1	35.5		0.0	0.5		0.0
48.0	**50.0**	0.0	0.0	10.1	0	3.5		0.0	18.1		0.0
50.0	**52.0**		0.0		0	50.0			0.0		11.3
52.0	**54.0**		0.0		0.0	0.0			0.0		1.0
54.0	**56.0**		0.0			0.0			0.0		0.0
56.0	**58.0**		0.0			0.0					0.0
58.0	**60.0**		0.0								0.0
60.0	**62.0**		0.0								2.0
62.0	**64.0**		0.0								0.0
64.0	**66.0**		0.0								0.0
66.0	**68.0**		0.0								1.6
68.0	**70.0**		0.0								0.4
70.0	**72.0**		0.0								0.0
72.0	**74.0**		0.0								0.0
74.0	**76.0**		0.0								0.0
76.0	**78.0**		0.0								0.0
78.0	**80.0**		0.0								0.0

Tablo 6.3. devamı

DERİNLİK		SK-8	SK-9	SK-10	SK-11	SK-12	SK-13	SK-14	SK-15	SK-16	SK-17
0.0	**2.0**	5.0	2,61 E-02	9,41 E-03			2.03E-03	1.65E-03	6,61 E-04	0.0	0.0
2.0	**4.0**	16.8	5.2	1.39E-03	1,31 E-02	6.3	7.3	8.18E-04	7.72E-04	19.1	0.0
4.0	**6.0**	2.6	10.4	0	7.19E-03	2.4	3.0	0.0	5.86E-04	9.0	0.0
6.0	**8.0**	32.6	13.2	0.0	5.39E-03	17.2	0.0	0.0	1.44E-03	0.0	0.0
8.0	**10.0**	2.3	0.0	0.0	2.73E-03	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10.0	**12.0**	4.5	0.0	28.9	2.14E-03	0.9	0.0	0.0	0.2	13.3	0.0
12.0	**14.0**	0.1	0.0	38.4	1.98E-03	2.5	0.0	0.0	0.2	6.6	0.0
14.0	**16.0**	0.0	0.0		2.05E-03	14.2	0.0	0.0	0.7	32.0	0.0
16.0	**18.0**	0.0	0.0		1.48E-03	12.5	0.0	0.0	2.1	19.4	0.0
18.0	**20.0**	0.5	0.0		1,11E-03	0.8	0.0	0.0	7.5	0.0	0.0
20.0	**22.0**	0.0						0.0	4.8	7.6	0.0
22.0	**24.0**	0.1						0.0	1.7	0.0	0.0
24.0	**26.0**	0.0						0.0	1.7	0.0	0.0
26.0	**28.0**	0.0						0.0	1.3	0.0	0.0
28.0	**30.0**	0.0						0.0	0.8	0.0	0.0
30.0	**32.0**	0.0						0.0	0.2	0.0	0.0
32.0	**34.0**	0.0						0.0	0.1	0.0	0.0
34.0	**36.0**	0.0						0.0	0.2	0.0	0.0
36.0	**38.0**	0.0						0.0	0.1	0.0	0.0
38.0	**40.0**	12.7						0.0	0.0	0.0	0.0
40.0	**42.0**	0.0						0.0	0.2	0.0	0.0
42.0	**44.0**	0.0						0.0	0.3	0.0	0.0
44.0	**46.0**	0.0						0.0	0.2	0.0	0.0
46.0	**48.0**	0.0						0.0	0.0	0.0	0.0
48.0	**50.0**	0.0						2.3	0.2	0.2	0.0
50.0	**52.0**	0.0						0.0	0.2	0.0	
52.0	**54.0**	0.0							0.3	0.0	
54.0	**56.0**	0.0							0.2	0.0	
56.0	**58.0**	0.0							0.8	0.0	
58.0	**60.0**	0.0							0.4	0.0	
60.0	**62.0**								0.3	0.0	
62.0	**64.0**								0.6	0.0	
64.0	**66.0**								0.3	0.0	
66.0	**68.0**								0.3	0.0	
68.0	**70.0**								0.3	0.0	
70.0	**72.0**								0.2	0.0	
72.0	**74.0**								0.2	0.0	
74.0	**76.0**								0.0	0.0	
76.0	**78.0**								0.0	0.0	
78.0	**80.0**								0.0	0.0	
80.0	**82.0**								0.0	0.0	
82.0	**84.0**								0.0	27.7	
84.0	**86.0**								0.0	26.1	
86.0	**88.0**								0.0	15.2	
88.0	**90.0**									4.6	
90.0	**92.0**									5.3	
92.0	**94.0**									0.8	
94.0	**96.0**									0.3	
96.0	**98.0**									0.3	
98.0	**100.0**									0.0	

Baraj aks yerinde temel kayayı Eosen volkanik fasiyesine ait aglomeralar oluşturmaktadır. Aglomeralar; aks yeri sağ ve sol sahilde yüzeylemekte olup, yer yer kiltaşı, bazalt ve andezit seviyeleri içermektedir.



Resim 6. 1 Eosen yaşlı volkanik fasiyesin arazi görünümü.

Aks yeri talvegde; genişliği yaklaşık 160m ve kalınlığı yer yer 20.0m'ye ulaşan, ağırlıklı olarak kum ve çakıl ile daha az olarak kil, silt ve yer yer bazalt ve andezit bloklarından oluşan Kuvaterner yaşlı alüvyon yer alır.

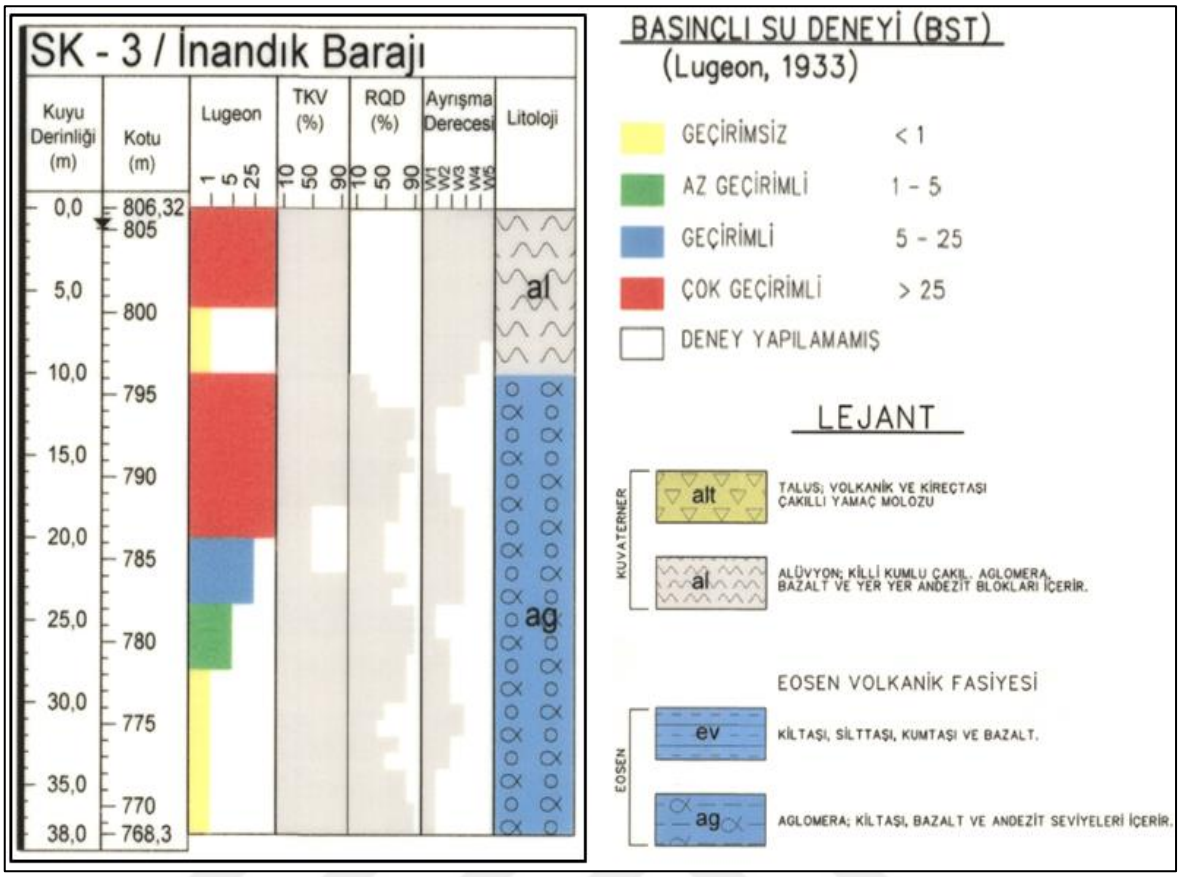


Resim 6. 2 Alüvyon (Talveg bölgesinden sağ sahile bakış).

Açılan temel sondajlarda alüvyonda yapılan basınçsız (permeabilite) su deneyleri neticesinde, alüvyonun geçirimli özellikte olduğu tespit edilmiştir. Aks yeri talvegde alüvyonun altında ise Eosen volkanik fasiyesine ait aglomeralar temel birim olarak yer almaktadır.

Baraj yerinde planlama aşaması kapsamında toplam uzunluğu 822.0m sondaj açılmıştır. Bu sondajlardan aks yerinde açılan 6 adet sondajın uzunluğu ise toplamda 297.0m'dir (SK-1, SK-2, SK-3, SK-4, SK-5 ve SK-6). Kesin proje kapsamında ise sadece aks yerinde toplamı 180m olan 3 adet (İSK-1, İSK-2 ve İSK-3) ilave temel sondajı yapılmıştır.

Buna göre kaya kütlesinde değişik derinliklerde temel sondajları açılmış ve basınçlı su deneyleri yapılmıştır. Bu deneylere ve hesaplamalara göre kaya kütlesinin, çok geçirimliden geçirimsize kadar değişken geçirimlilik değerleri gösterdiği görülmektedir. Örnek olarak SK-3 numaralı kuyu, 10m'de ana kayaya girmiş ve 30m'ye kadar, lugeon değerleri geçirimli-çok geçirimli çıkmıştır. 30m'den sonra geçirimsiz olduğu görülmektedir.



Şekil 6. 8. Planlama aşamasında açılan SK-3 numaralı kuyuya ait kuyu logu (Erges, 2013).

Kesin proje kapsamında yapılan araştırma sondajlarındaki lugeon değerlerine göre, ISK-1'nolu kuyu geçirimsiz, ISK-2'nolu kuyuda bazı ara seviyelerde az geçirimli ve geçirimli olmasına rağmen, genel olarak derinlik arttıkça birimin geçirimsiz olduğu gözlenmektedir. ISK-3'nolu kuyuda alüvyonun ve kaya kütlesinin üst kısmındaki çatlaklı, kırıklı seviyenin geçirimli olduğu, kuyu tabanına inildikçe ise geçirimsiz özellik gösterdiği görülmüştür. Tüm kuyularda kesilen Eosen yaşlı aglomeralar, kuyu tabanına doğru geçirimsiz özellik göstermiştir.

Çalışma alanında jeolojik formasyonların geçirimliliğine yönelik yapılan deneylerden bulunan parametreler, Tablo 6.4 ve Tablo 6.5'te yer alan isimlendirmelere göre yorumlanmıştır.

Tablo 6.4. Lugeon sınıflamaları (Tarhan, 1989).

Lugeon Sınıflaması	
	1/m/dak
Çok geçirimli	>25
Geçirimli	5-25
Az geçirimli	1-5
Geçirimsiz	<1

Tablo 6.5. Permeabilite sınıflamaları (Tarhan, 1989).

Permeabilite Sınıflaması	
	cm/sn
Çok geçirimli	$1x10^{-3}<$
Geçirimli	$1x10^{-3} – 1x10^{-4}$
Yarı geçirimli	$1x10^{-4} – 1x10^{-5}$
Az geçirimli	$1x10^{-5} – 1x10^{-6}$
Geçirimsiz	$1x10^{-6}>$

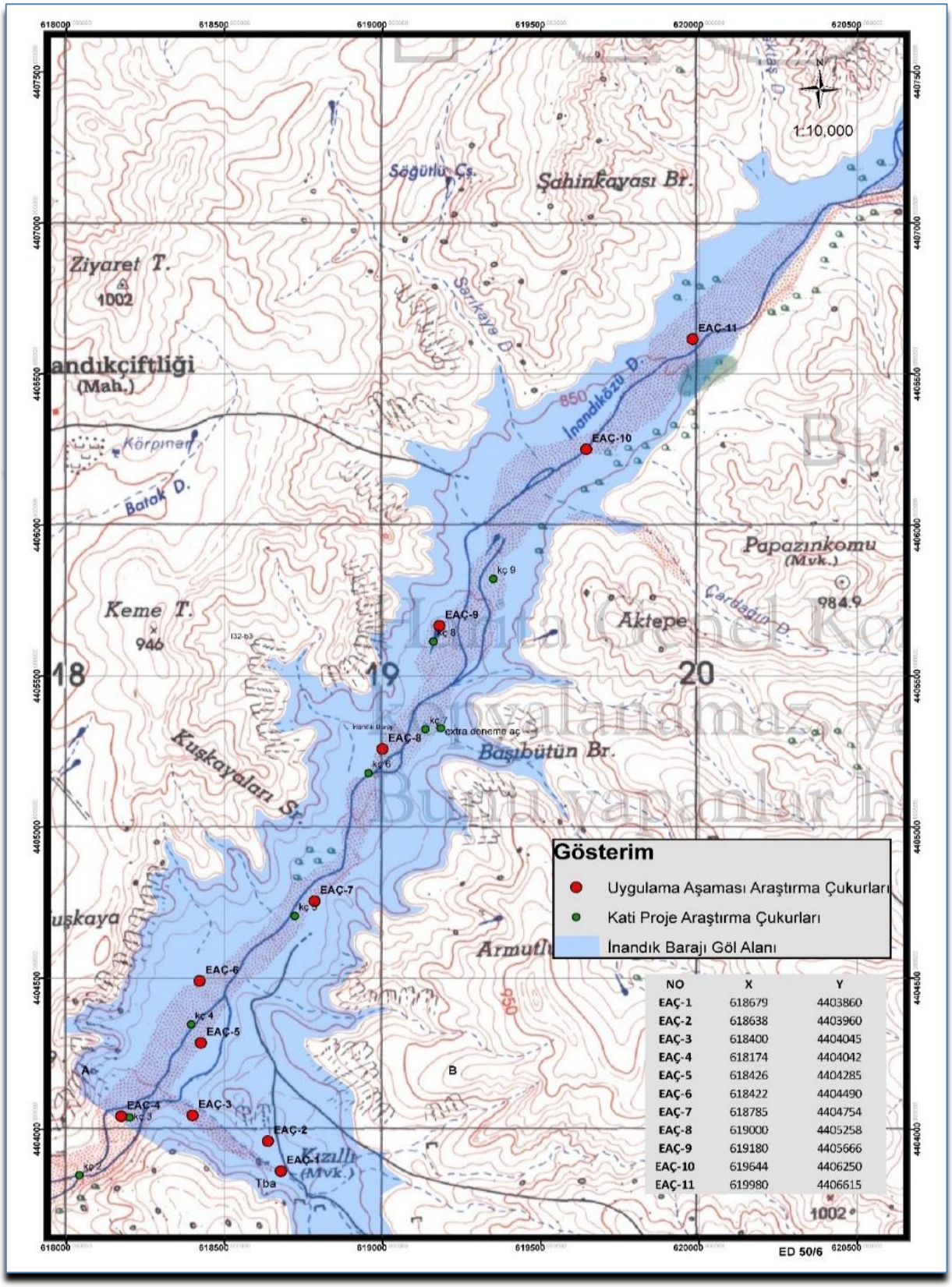
İnandıközü Deresi üzerinde planlama ve kesin proje aşamasında yapılan incelemeler ile baraj yerindeki alüvyon kalınlığı, aglomeranın mühendislik parametreleri bulunmuştur. Ayrıca temel altında bulunan alüvyon ve kaya kütlesinin geçirimlilikleri belirlenmiştir.

Planlama ve Kesin Proje aşamasında yapılan temel sondajlarında basınçlı su deneyi (BST) sonuçları ve yeraltı suyu ölçümleri göz önünde bulundurulmuştur. Her iki sahilde ve talvegde yapılan geçirimlilik testleri ayrı ayrı değerlendirilmiş ve geçirimsizlik perdesi derinliği belirlenirken yer altı su seviyesi, permeabilite, lugeon değerleri, gövde yüksekliği ve formasyon cinsi bir bütün halinde değerlendirilerek projelendirilmiştir. Bu verilere göre batardolar altında yer alan bulamaç hendeği, geçirimli alüvyona uygulanacak olup ana kayaya 2.00m soketlenecek şekilde projelendirilmiştir.

6.4.2 Laboratuvar deneyleri

Planlama ve proje çalışmaları kapsamında yapılan arazi çalışmalarının yanı sıra kesin proje ve uygulama (tez) aşamasında alüvyondan ve gövde dolgusunda kullanılacak malzeme ocaklarından örselenmiş örnekler alınmıştır. Alınan örneklerle DSİ laboratuvarlarında deneyler yapılmıştır. Örnek alınan noktalar Şekil 6.10'da gösterilmiştir. Yapılan laboratuvar deneyleriyle batardo imalatında kullanılacak dolgu malzemenin (kil çekirdek, zayiat), beton yapılarında ve bulamaç hendeği yönteminde kullanılacak agregaların, batardo temelinde bulunan alüvyonun özellikleri ve zemin sınıfı gibi parametreler tayin edilmiştir (Tablo 6.6, Tablo 6.7, Tablo 6.8, Tablo 6.9, Tablo 6.10, Tablo 6.11, Tablo 6.12). Aynı zamanda batardo temelinde imal edilecek olan bulamaç hendeği plastik betonunun karışım deneyleri yapılmıştır (Tablo 6.13, Tablo 6.14, Tablo 6.15).

Rezervuarda açılan araştırma çukurlarında inandık özü deresine yakın kısımlarda su çıkışları olmuştur (Resim 6.3). Sahanın geneli değerlendirildiği zaman kil, silt boyutu ince malzemeden kum, çakıl ve blok boyutlu değişkenlik gösteren genellikle iri taneli alüvyon türü taşınmış, yuvarlaklaşmış ve geçirimli özellik gösteren malzemelerin olduğu tespit edilmiştir (Resim 6.4).



Şekil 6. 9. Kesin proje ve uygulama aşaması gövde altı ve rezervuarda açılan araştırma çukurlarını gösterir harita.

Tablo 6.6. Kesin proje aşamasında İnandık Barajı temeli ve göl alanındaki alüvyonda açılan araştırma çukurları (KÇ) fiziksel deney sonuçları.

No	Tane Dağılımı								Zemin Sınıfı
	0.075			4.75			75		
	mm			Mm			mm		
	Geçen			Geçen			Geçen		
	%			%			%		
KÇ-2	3.5	+	0.5	44.7	+	0.2	100	+	GP (Üniform Çakıl ve Az Kum)
KÇ-4	3.8	+	0.5	37.2	+	0.2	100	+	GW (Düzgün tane dağılımlı çakıl ve az kum)
KÇ-6	9.9	+	0.7	36.2	+	0.2	100	+	GP-GM (Üniform Çakıl ve Az Silt ve Az Kum)
KÇ-8	9.7	+	0.6	42.7	+	0.7	100	+	GP-GM (Üniform Çakıl ve Az Silt ve Az Kum)

Tablo 6.7. Kesin proje aşamasında İnandık Barajı temeli ve göl alanındaki alüvyonda açılan araştırma çukurları (KÇ) fiziksel deney sonuçları.

No	Bağıl Yoğunluk	Sıkıştırma						İzafi Kesafet			Düşen Seviyeli Geçirgenlik
		Yγkmak			W opt			En Sıkı Birim Ağırlık	Su İçeriği	En Gevşek Birim Ağırlık	
	G_s	kN/m³			%			γkmak	Wn	γmin	K
								g/cm³	%	g/cm³	cm/s
KÇ-2	2.60	18.43	+	0.14	12.3	+	0.6	2.14	7.7	1.71	1.30E-04
KÇ-4	2.63	19.56	+	0.14	11	+	0.6	2.19	6.5	1.69	2.61E-04
KÇ-6	2.63	19.01	+	0.14	12.5	+	0.6	2.1	10.8	1.62	6.65E-06
KÇ-8	2.61	19.48	+	0.14	10.8	+	0.6	2.18	8.9	1.52	3.37E-05

Tablo 6.8.Uygulama aşamasında İnandık Barajı temeli ve göl alanındaki alüvyonda açılan araştırma çukurları tuvenan agrega deney sonuçları.

Araştırma Çukur No	Bağıl Yoğunluk g/cm³			Su Emme %			200 No'lu Elekten Geçen Miktarı		
	İri Çakıl	İnce Çakıl	İnce Agrega (Kum)	İri Çakıl %	İnce Çakıl %	İnce Agrega (Kum) %	İri Çakıl %	İnce Çakıl %	İnce Agrega (Kum) %
EAÇ-1	2.50	2.45	2.35	2.70	3.80	7.60	6.3	2.7	26.5
EAÇ-2	2.49	2.44	2.35	3.00	4.10	8.30	3.4	6.9	28.9
EAÇ-3	2.46	2.41	2.25	3.50	5.00	9.40	3.1	8.9	38.0
EAÇ-4	2.51	2.49	2.49	2.50	2.50	4.00	1.1	2.9	11
EAÇ-5	2.48	2.50	2.49	2.80	2.80	4.00	0.7	1.6	5.7
EAÇ-6	2.50	2.48	2.50	2.60	2.80	4.00	1.5	2.7	9.8
EAÇ-7	2.51	2.51	2.50	2.60	2.70	3.90	0.7	1.1	7.1
EAÇ-8	2.50	2.49	2.48	2.60	2.80	4.80	1.8	2.5	12.2
EAÇ-9	2.51	2.50	2.48	2.60	2.60	3.90	1.0	1.5	9.2
EAÇ-10	2.50	2.50	2.49	2.44	2.57	3.80	1.0	1.3	8.5
EAÇ-11	2.49	2.52	2.45	2.30	2.60	4.10	1.3	2.00	11.1



Resim 6. 3 EAÇ-4 numaralı araştırma çukuru (Memba batardosu altında).







Resim 6. 4 EAÇ araştırma çukurlarına ait örneklerin laboratuvar ortamında fotoğrafları.

Tablo 6.6, Tablo 6.7, Tablo 6.8'de yer alan laboratuvar sonuçları ve Resim 6.3, Resim 6.4'deki fotoğraflarda görüldüğü gibi gövde altı ve rezervuarda bulunan alüvyonun tane boyutu değişkendir. Silt boyutundan kaya parçasına (blok) kadar değişen boyutta malzeme bulunmaktadır. Alüvyon oluşum ortamında yağışlı dönemlerde iri parçalar gelirken, yağışsız ve durgun dönemlerde kil, silt boyutunda malzeme gelişi ve depolanması olmuştur. İnandık Barajı gövde altında ve rezervuarda yapılan çalışmalar kapsamında alüvyonda açılan araştırma çukurlarından alınan numunelerin laboratuvar ortamında yapılan deneylerle Birleştirilmiş Zemin Sınıflamasına (USCS) göre GP (Uniform çakıl ve az kum), GW (Düzgün tane dağılımlı çakıl ve az kum), GP-GM (Uniform çakıl, az silt, az kum) sınıfında çıkmıştır. GP, GW, GP-GM türü alüvyonun laboratuvar ortamındaki geçirimlilik (k) değeri $1.30x10^{-4}$ ile $6.65x10^{-6}$ cm/sn arasındadır. Gövde altında yer alan araştırma çukurundan alınan örneğe ait deney sonuçları GP (Uniform çakıl ve az kum) olup geçirimlilik (k) değeri $1.30x10^{-4}$ cm/sn ve GW(Düzgün tane dağılımlı çakıl ve az kum) olup geçirimlilik (k) değeri $2.61x10^{-4}$ cm/sn'dir.

İnandık Barajı batardolarında çekirdekte geçirimsizliği sağlamak amacıyla geçirimsiz kil dolgu şeklinde projelendirilmiştir. Geçirimsiz gereç sahasında planlama aşamasında araştırma çukurları açılmış ve örnekler alınarak laboratuvarda analizleri yapılmıştır. Bu aşamalarda yapılan laboratuvar deneylerine göre geçirimsiz gereç sahası olarak belirlenen sahayı temsilen Birleştirilmiş Zemin Sınıflamasına göre CH-GC-MH-CL sınıfında çıkmıştır. Bu malzemeler geçirimsiz olup ortalama permeabilite değeri (k) $0.49x10^{-7}$ cm/sn'dir.

Barajın inşaat aşamasında tez çalışması kapsamında analizler için geçirimsiz gereç sahasından araştırma çukurları açılarak (Resim 6.5), örselenmiş numuneler alınmış ve DSİ laboratuvarlarında parametre tespiti için deneyler yapılmıştır.



Resim 6. 5 Geçirimsiz malzeme sahasında açılan araştırma çukurları (İAÇ).

Tablo 6.9. Geçirimsiz malzeme sahasından alınan örselenmiş örneklere ait laboratuvar sonuçları.

Numune No	Tane Dağılımı						Kıvam Limitleri			Bağıl Yoğunluk	Zemin Sınıfı	Sıkıştırma	
	0.063 mm	0.075 mm	2.00 mm	4.75 mm	63 mm	75 mm	LL (Tek Nokta)	PL	Pl	Gs		ɣkmak	Wopt
	Geçen %	Geçen %	Geçen %	Geçen %	Geçen %	Geçen %	%	%	%			kN/m³	%
İAÇ-01	52.3	52.8	66	70.6	100.0	100	54.3	25.4	28.9	2.62	CH Çakıllı Yağlı Kil ve Az Kum	15.28	24.3
İAÇ-02	79.1	79.6	89.1	90.3	100.0	100	60.0	29.3	30.7	2.71	CH Yağlı Kil ve Az Kum	13.82	30.9
İAÇ-03	68.7	69.3	90.3	93.9	100.0	100	50.5	26.9	23.6	2.72	CH Yağlı Kil ve Az Kum	14.85	25.9

Tablo 6.10.Geçirimsiz gereç sahasından alınan örselenmiş örneklere ait laboratuvar sonuçları.

Numune No	Dispersibilite Deneyleri		Geçirgenlik	Şişme Deneyleri		Dayanım Deneyleri	
			Düsen Seviyeli			Kohezyon	İçsel Sürtünme Açısı
	İğne Deliği Deneyi	Dağılma Deneyi	K	Basıncı	Yüzdesi		
			cm/s	kPa	%	C	Φ
İAÇ-01	ND1 DİSPERSİF DEĞİL	REAKSİYON YOK 1 - DİSPERSİF DEĞİL	1.35E-08	36.2	6.08	111	5.8
İAÇ - 02	ND2 DİSPERSİF DEĞİL	REAKSİYON YOK 1 - DİSPERSİF DEĞİL	9.64E-09	69.8	12.76	103.1	6
İAÇ-03	ND1 DİSPERSİF DEĞİL	REAKSİYON YOK 1 - DİSPERSİF DEĞİL	1.67E-08	56.8	6.95	123.4	5.6

Geçirimsiz malzeme sahasından alınan örselenmiş örneklerle ait laboratuvar deney sonuçları Tablo 6.9 ve Tablo 6.10'da verilmiştir. Sızma analizlerinde, İAÇ-01 numaralı araştırma çukurundan alınarak laboratuvar deneyi yaptırılan, birleştirilmiş zemin sınıflamasına göre zemin cinsi CH (çakıllı yağlı kil ve az kum) ve permeabilite değeri (k) $1.35x10^{-8}$ cm/sn olan değer kullanılmıştır.

6.4.2.1. Plastik Beton Tasarım Deneyleri

İnandık Barajı İnşaatı işinde batardo temelinde kullanılacak plastik beton (Slurry-Trench) karışım tasarımının belirlenmesine yönelik olarak iki sınıf agrega (0-5mm ve 5-15mm anma boyutlarında), bir tip kg CEM I 42.5R Baştaş Çimento ve bir tip Karakaya Bentonit numunesi ile farklı karışım tasarımları hazırlanmıştır (DSİ, 2019). Bu tasarımlar için alınan numuneler üzerinde gerekli deneyler yaptırılarak, plastik beton tasarımlarına ait 7 günlük deney sonuçları verilmiştir.

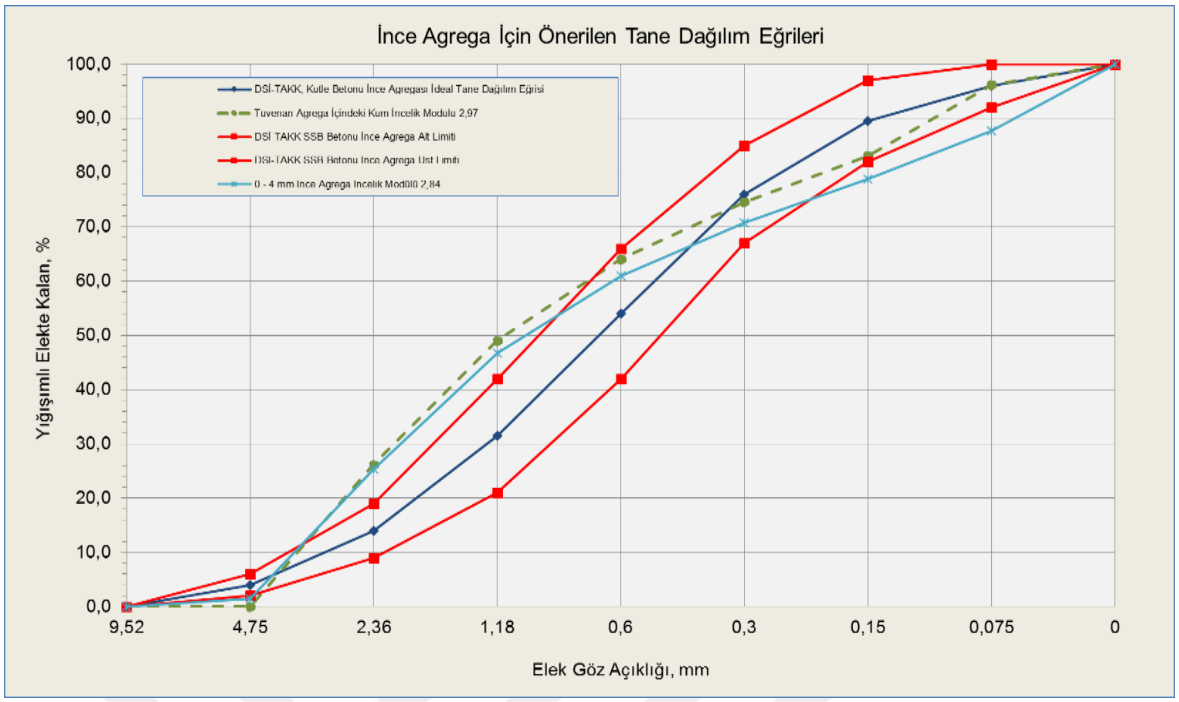
0-5mm ve 5-15mm anma boyutlarındaki iki sınıf agregaya ait fiziksel deney sonuçları Tablo 6.11'de ve agregalara ait elek analizi deney sonuçları ise Tablo 6.12'de verilmiştir. Agrega sınıflarının gerçek dağılım aralıkları Tablo 6.12'den belirlenebilir. İnce agregaya ait tane dağılım eğrisi ve önerilen tane dağılım eğrileri Şekil 6.9'da verilmiştir (DSİ, 2019).

Tablo 6. 11. Geçirimli gereç sahasından alınan agregalara ait laboratuvar sonuçları (DSİ, 2019).

Numune Kodu		Bağıl Yoğunluk ve Su Emme Oranı				200 Nolu Elekten Geçen Miktar		Metilen Mavisi
İri Agrega	İnce Agrega	İri Agrega		İnce Agrega		İri Agrega	İnce Agrega	İnce Agrega
			%		%		%	
	0-5 mm			2.68	0.6		14.3	0.2
5-15 mm		2.7	0.1					
Deney Standardı		*ASTM C 127*		*ASTM C 128*		*ASTM C 117*		*TS EN 933 9*

Tablo 6.12.Geçirimli gereç sahasından alınan agregalara ait laboratuvar sonuçları (DSİ, 2019).

Agrega Deneyleri						
Toplamalı Elekten Geçen Yüzde						
Elek Göz Açıklığı	0-5 mm			5-15 mm		
	İnce Agrega		FM : 2,79	İnce Agrega		FM : 5,00
		0-5 mm	Tuvenan	5-15 mm		Tuvenan
5" (125.0)	100	100	100	100	100	100
4" (101.6)	100	100	100	100	100	100
3" (76.2)	100	100	100	100	100	100
2 1/2 "(63.5)	100	100	100	100	100	100
2” (50.8)	100	100	100	100	100	100
1 1/2 "(38.1)	100	100	100	100	100	100
1 1/4 "(31.5)	100	100	100	100	100	100
1" (25.4)	100	100	100	100	100	100
3/4" (19.01)	100	100	100	100	100	100
1/2" (12.54)	100	100	100	80.86	100	81.14
3/8" (9.52)	100	100	100	32.3	100	33.28
#4 (4.76)	0	100	98.6	0	100	1.45
#8 (2.36)	0	75.73	74.67	0	0	0
#16 (1.18)	0	53.98	53.23	0	0	0
#30 (0.59)	0	39.66	39.11	0	0	0
#50 (0.295)	0	29.64	29.23	0	0	0
#100 (0.149)	0	21.53	21.23	0	0	0
#200 (0.075)	0	12.48	12.3	0	0	0
Pan (0.0)	0	0	0	0	0	0



Şekil 6. 10. Şekil 6.11.Geçirimli gereç sahasından alınan ince agrega için önerilen tane dağılımı eğrileri (DSİ, 2019).

Plastik beton tasarımı için 5 farklı dozajda karışım oranları DSİ TAKK Dairesi Başkanlığı tarafından laboratuvar ortamında belirlenmiştir (Tablo 6.13). İki sınıf agrega (0-5mm, 5-15mm anma boyutlarında), bir tip çimento ve bir tip bentonit numuneleri ile geçirimsiz perde duvarı inşaatı işinde kullanılması düşünülen plastik beton karışım oranlarının belirlenmesi, istenilen taze ve sertleşmiş beton özelliklerinin elde edilebilmesi amacıyla farklı karışım tasarımları hazırlanmıştır. Bu çalışmalara ait tasarım sonuçları Yİ-1, Yİ-2, Yİ-3, Yİ-4 ve Yİ-5 kodları ile verilmiştir.

Tablo 6.13.Plastik Beton İçin Tasarlanan Karışım Oranları (DSİ, 2019).

Plastik Beton SLURRY TRENCH Karşım Kodu	Çimento Baştaş Çimento CEM I 42.5R kg/m^3	Bentonit (Karakaya Bentonit) kg/m^3	Karışım Suyu Miktarı kg/m^3	Su/Çimento Oranı (w/cm)	Agrega Karışım Oranları ve Miktarları, (DKY) kg/m^3		Teorik Taze Beton Birim Hacim Kütlesi, kg/m^3
					İnce Agrega: 0 - 5 mm	Çakıl: 5 -15 mm	
					70.0	30.0	
					2.66	2.70	
Yİ-1	200.0	20.0	400.0	2.00	964.5	413.3	1997.8
Yİ-2	200.0	22.6	450.0	2.25	869.1	372.5	1914.1
Yİ-3	200.0	25.0	450.0	2.25	867.3	371.7	1914.1
Yİ-4	230.0	25.3	470.0	2.04	811.0	347.6	1883.9
Yİ-5	250.0	27.5	450.0	1.80	834.4	357.6	1919.5

Tablo 6.14.Plastik Beton İçin Laboratuvarda Tasarlanan Betona ait Basınç Dayanımı ve Elastisite Modülü Sonuçları (DSİ, 2019).

Plastik Beton SLURRY TRENCH Karşım Kodu	Döküm Tarihi	Deney Sonuçlan			
		Deney Tarihi	Numune Yaşı	Basınç Dayanımı kPa	Elastisite Modülü MPa
Yİ-1	26.02.2019	07.03.2019	7	1196.5	264
Yİ-2	28.02.2019	11.03.2019	11	824.1	158
Yİ-3	28.02.2019	11.03.2019	11	646.6	314
Yİ-4	28.02.2019	11.03.2019	11	1012.8	253
Yİ-5	01.03.2019	11.03.2019	7	1940.5	346.7

Tablo 6.15.Plastik Beton İçin Laboratuvarda Tasarlanan Betona ait Permeabilite Sonuçları (DSİ, 2019)

Karışım Kodu	Döküm Tarihi	Deney Tarihi	Deney Sonucu cm/sn
Yİ-1	28.02.2019	07.03.2019	$7.38X10^{-7}$
Yİ-2	01.03.2019	08.03.2019	$7.91x10^{-6}$
Yİ-3	01.03.2019	08.03.2019	$5.66x10^{-6}$
Yİ-4	01.03.2019	08.03.2019	$3.16x10^{-6}$
Yİ-5	04.03.2019	11.03.2019	$1.49X10^{-6}$

Bulamaç hendeği tasarımı için DSİ Genel Müdürlüğü tarafından yapılan laboratuvar deneylerinde; tek eksenli basınç mukavemeti, elastisite modülü (Tablo 6.14), permebilite değerleri (Tablo 6.15) bir bütün olarak değerlendirildiğinde Yİ-4 numaralı tasarım kullanılması uygun bulunmuştur (DSİ, 2019). DSİ Genel Müdürlüğü tarafından uygun bulunan Yİ-4 numaralı tasarıma ait olan $3.16x10^{-6}$ cm/sn permeabilite değeri sızma analizlerinde kullanılmıştır.

İnandık Barajı jeoteknik çalışmalar kapsamında hem araştırma çukurları açılmış hem de temel sondajlar yapılmıştır. Bu yapılan çalışmalarda dolguda kullanılacak malzemelere, alüvyona ve kaya kütlesine ait değerler elde edilmiştir. Bu elde edilen değerler doğrultusunda yapılan sızma analizlerinde en doğru sonucu elde edebilmek için dolguda kullanılacak malzemenin, bulamaç hendeğinin ve alüvyonun, fiziksel özelliklerini laboratuvar sonuçlarından, kaya kütlesinin ve alüvyonun geçirimlilik değerlerini temel sondajlarda yapılan arazi deneylerinden alınarak yapılmıştır.

7. BULGULAR VE TARTIŞMALAR

İnandık Barajında sızma analizleri çalışması kapsamında geçmişte farklı su yapılarında yaşanan sızma problemleri ve bunların nedenleri incelenmiş, ofis, arazi ve laboratuvar çalışmaları yapılmış ve gerekli bilgiler toplanmıştır.

İnandık Barajı için oluşturulan sızma analizinde gerekli olan veriler, projelendirilen sanat yapısının geometrisi, topoğrafya, sanat yapısı ve temelini oluşturan formasyonların fiziksel malzeme özellikleri ve formasyon sınırlarıdır.

İnandık Barajı memba batardosu kesit özellikleri;

Tipi: Kil çekirdekli zayiat dolgu

Kret kotu: 814.50m

Temelden yüksekliği: 10.00m

Memba şevi: 1D – 2.5Y

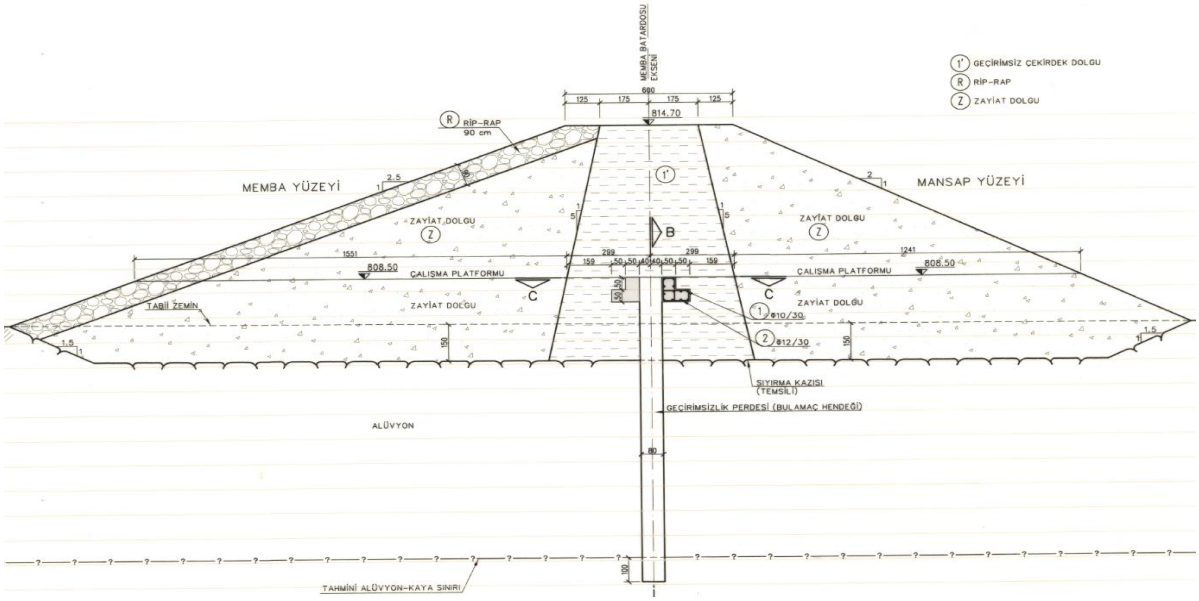
Mansap şevi: 1D – 2.0Y

Kret Genişliği: 6.00m

Kret Uzunluğu: 172.65m

Bulamaç hendeği başlangıç kotu: 808.00m

Bulamaç hendeği bitiş noktası: Anakayaya 2m soket



Şekil 7.1. Kesin proje memba batardosu bulamaç hendeği en kesit ve profili (Erges, 2013).

Alüvyonal zeminler, ince kumdan iri çakıla kadar geniş bir tane aralığında değişebilir, tabakalıdır ve heterojen bir yapıya sahiptir. Kum ve çakıl temeller, genellikle dolgu ve rezervuardan kaynaklanan yükleri taşıyabilecek yeterlilikte dayanıma sahiptir. Ancak bu durum; uygun araştırma, deney ve analizler ile ortaya konulmalıdır. Jeolojik oluşum ile ilgili detaylı bilgiler, düşük dayanımlı zonların belirlenmesine yardımcı olabilmektedir (Tosun vd., 2002). Bu kapsamda yapılan sızma analizinde memba batardosunda kullanılan doğal yapı malzemelerin (Zayiat ve 1'nolu geçirimsiz kil dolgu) geçirimlilik değeri araziden alınan örselenmiş örneklere yapılan laboratuvar deneyleriyle elde edilmiştir.

Batardo temelinde yer alan alüvyonun geçirimlilik değeri, laboratuvar ve yerinde yapılan temel sondajlardan elde edilen sızma deneylerinden hesaplanmıştır. Kaya kütlesine ait geçirimlilik değerleri ise temel sondajlarda yapılan basınçlı su testleri (BST) sonuçlarında hesaplanan lugeon (Lu) değerlerine göre yorumlanmıştır. Dolayısıyla sızma analizinde literatür permeabilite değerleri kullanılmamış olup, araziyi ve memba batardosu zonlarını temsil eden değerler kullanılmıştır.

Sızma analizi için kullanılacak malzeme zemin sınıfları ve permeabilite (k) değerleri;

1' (batardo kil çekirdeği) : CH $1.35x10^{-8}$ cm/sn

Batardo zayiat dolgu : GP, GW, GP-GM $1.30x10^{-4}$

Bulamaç hendeği (plastik beton) : $3.16x10^{-6}$ cm/sn

Alüvyon : GP, GW $6.72x10^{-3}$cm/sn

Eosen yaşlı volkanik fasiyes üst (kırıklı-çatlaklı) seviyeleri: $1x10^{-5}$ cm/sn

Eosen yaşlı volkanik fasiyes alt seviyeleri: $1x10^{-7}$ cm/sn

Batardo dolguları, bulamaç hendeği, alüvyon ve kaya kütlesi permeabilite (k) değerleri bakımından yorumlanmıştır. Permeabilite değerlerine göre kil çekirdek geçirimsiz, zayiat dolgu yarı geçirimli, bulamaç hendeği az geçirimli-geçirimli, alüvyon geçirimli-çok geçirimli, Eosen yaşlı volkanik fasiyesine ait kaya kütlesi kırıklı çatlaklı üst seviyeleri az geçirimli, derine inildikçe kırık çatlakları azalan alt seviyeleri ise geçirimsizdir. Yapılan sızma analizleri de bu değerleri baz alarak model oluşturmuştur. Sızma analizleri Geoslope – Geostudio 2012 programının Seep/w ve Rockscience Slide 6.0 Groundwater modülleri

kullanılarak yapılmıştır. Her iki yöntemde sızma analizlerinde bulunan karışık diferansiyel denklemleri sonlu elemanlar yöntemiyle sayısal çözümleme esasına dayanır.

Sayısal çözümleme yöntemlerinin avantajları;

- Uygun bir şekilde kullanıldığında, sayısal çözümleme ile pratik zemin ve jeoteknik mühendisliği problemleri için gerçeğe yakın sonuçlar elde edilebilir.
- Zemin ve yapı davranışını benzeştirerek mühendisin problemi iyi anlamasını sağlar.
- Karmaşık geometri, malzeme davranışı, yükleme ve sınır koşullarını modellemek mümkündür.
- Farklı problemleri bir arada çözmek (bütünleşik problemler) mümkündür.
- İnşa adımları göz önüne alınabilir.
- Analizlerde bilgisayar kullanımı zorunlu olduğundan analizler hızlı yapılabilir.
- Parametrik analizler yapılabilir ve tasarımda optimizasyon sağlanabilir.
- Tasarımda kullanılan model üzerinde geri analizler yapılabilir (Kılıç, 2017).

Gerçekte sürekli ortamlarda elemanlar arası bağlantı noktalarının sayısı sonsuzdur. Sonlu elemanlar yöntemiyle bu sonsuz sayıdaki bağlantı noktaları, sonlu bir sayıya indirgenir (Güngör, 1995). Yöntemde her düğüm noktası veya eleman için bilinmeyen değişkenleri çözümleme yapılmaktadır (Arshad ve Babar, 2014).

Sonlu elemanlar yöntemini cazip yapan, analitik gücü ve esnekliğidir. Aşağıdakiler de dahil olmak üzere, değişik karmaşıklık düzeylerindeki problemleri halledebilir:

- Farklı k değerlerindeki katman içeren zemin profilleri,
- Basınçlı veya serbest akış,
- Denge durumu veya geçiş koşulları,
- Karmaşık sınır koşulları,
- Anizotrop zeminler (Coduto, 2006).

Sızma analizlerinde en önemli parametre, kullanılan dolgu malzemelerinin ve jeolojik profilin geçirimlilik değeri (k) olup, stabilite analizlerinde kullanılan birim hacim ağırlık ve dayanım parametreleri (içsel sürtünme açısı, kohezyon) göz ardı edilebilir. Sızma analizleri

ve stabilite aynı anda hesaplanacaksa, bu verilerin tamamına ihtiyaç vardır. Yapılan analizlerde stabilite analizi yapılmamış olup sadece sızma analizi yapılmış ve geçirimlilik değerleri kullanılmıştır.

Zemin içindeki su akımının potansiyel akım teorisine uyduğu kabul edilerek, sızma olayı genelde iki boyutlu olarak formüle edilir.

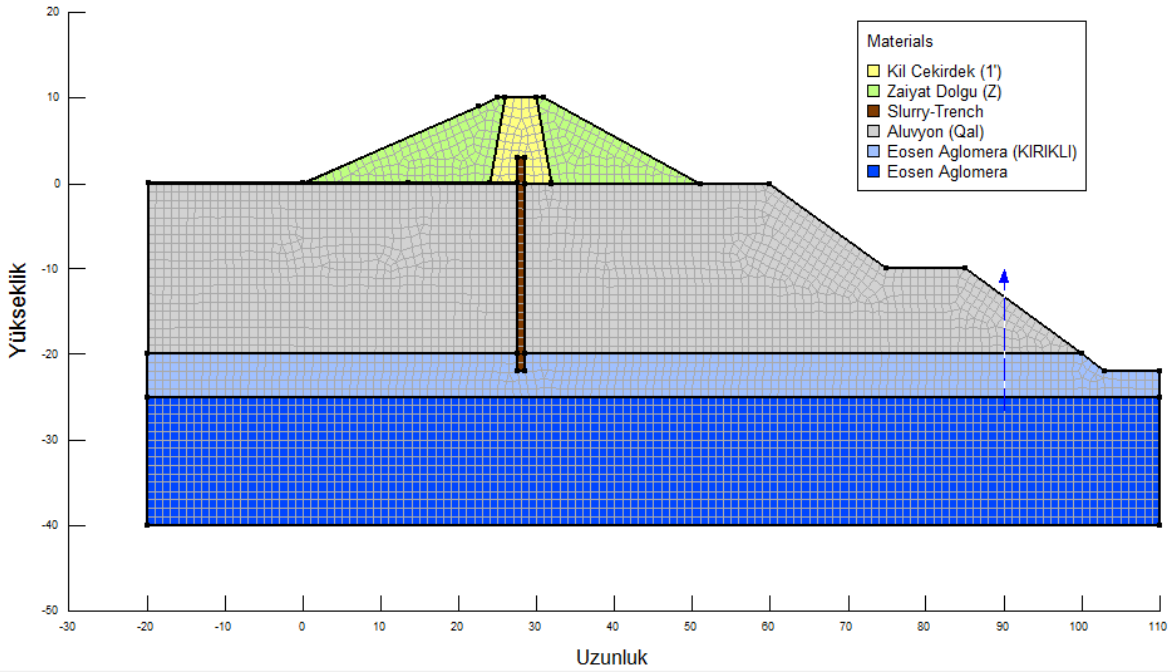
Programda hata payını minimuma indirebilmek adına çizimlerdeki geometriyi mümkün olduğu kadar basit tutmak gereklidir (GEO-SLOPE International, 2012). İnandık Barajı memba batardosu geometrisi ve baraj gövdesi kazı şev eğimleri projesine uygun çizilerek, programa etkisi olmayan bazı detaylar basite indirgenerek çizilmiştir. Bu vesile ile analizden en üst performans hedeflenmiştir.

Temel altında yer alan jeolojik formasyonlar, arazi koşullarını tam anlamıyla sağlayacak şekilde temel sondajlardan alınan jeoteknik veriler doğrultusunda programa eklenmiştir. Batardo gövde dolgusu için laboratuvar sonuçlarından elde edilen malzeme özellikleri tanımlanmış, her iki programı en verimli şekilde çözümleyecek şekilde üçgen ve karesel ağlar (mesh) boyutlandırılmıştır. Slide programında 1185 ağ (elements) ve 645 düğüm noktası (nodes), Geostudio Seep/w programında ise 1264 ağ ve 1333 düğüm noktası oluşturulmuştur.

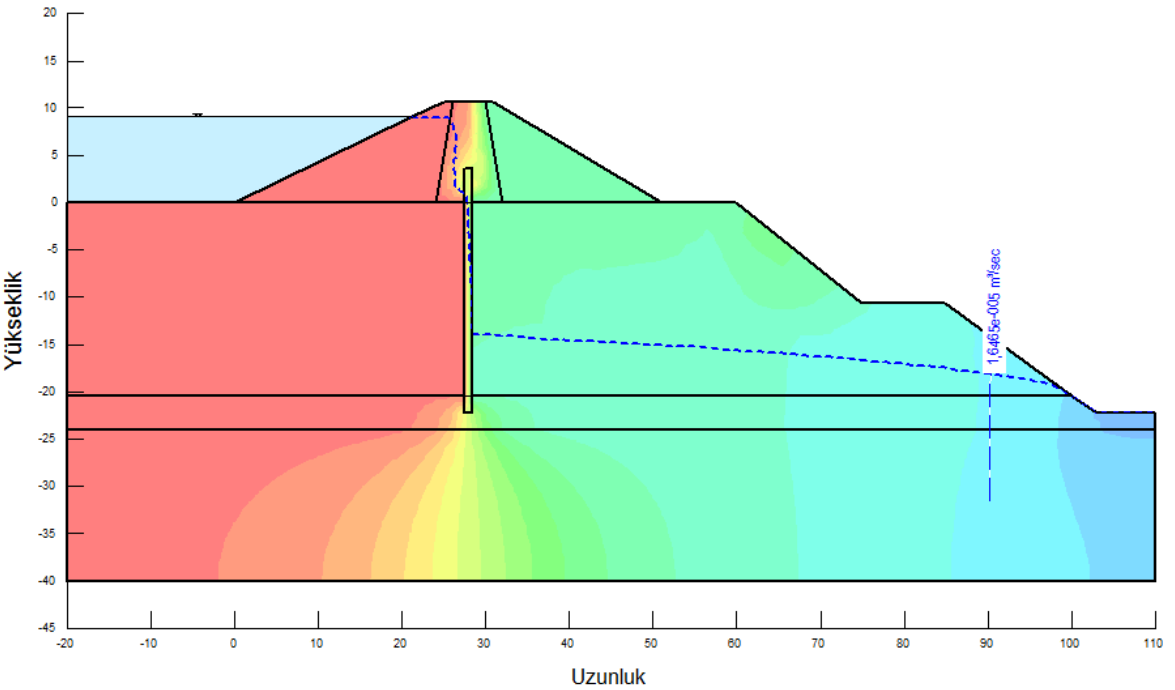
Her iki programda yapılan hesaplamalarda sınır içinde yer alan zonlar homojen kabul edilerek permeabilite (k) değerleri programlara izotropik tanımlanmıştır. Bu kapsamda yatay yönde ve dikey yönde aynı değer kullanılarak hesaplamalar yapılmıştır. (Kx / Ky = 1 veya K1 / K2 = 1).

Su giriş ve çıkış sınır şartları akım modeline uygun olacak şekilde belirlenerek yapılmıştır.Dolgu malzemeleri ile jeolojik kesitlerde yapılan renklendirmeler kesin projeye ve jeolojiye uygun olacak şekilde seçilmiştir. Analizler her iki program içinde steady state (kararlı durum) hali için modellenmiştir. Geostudio programında Van Genuchten tamin yöntemi kullanılmıştır.Model geometrisi, sınır koşulları ve jeoteknik parametreler gibi veri girişleri tamamlandıktan sonra model oluşturma sırasında batardo membasında tam yükleme yapılmıştır. Birikecek su yüksekliğine göre baraj gövde kazılarına yani kazı çukuruna sızacak su akımları programlara hesaplatılmıştır. Bu işlemler iki boyutu kapsayacak şekilde yapılmıştır.

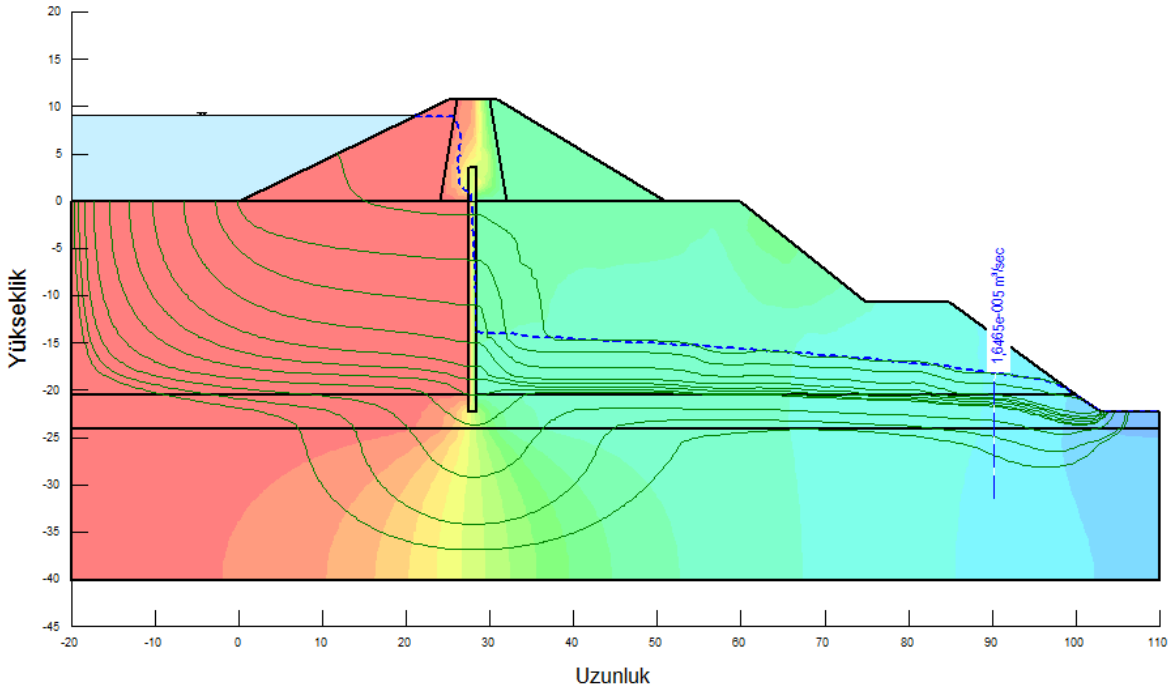
Geostudio Seep/w programında yapılan analizler Şekil 7.2, Şekil 7.3, Şekil 7.4, Şekil 7.5 de, Slide programında yapılan analizler ise Şekil 7.6, Şekil 7.7, Şekil 7.8, Şekil 7.9' da gösterilmiştir.



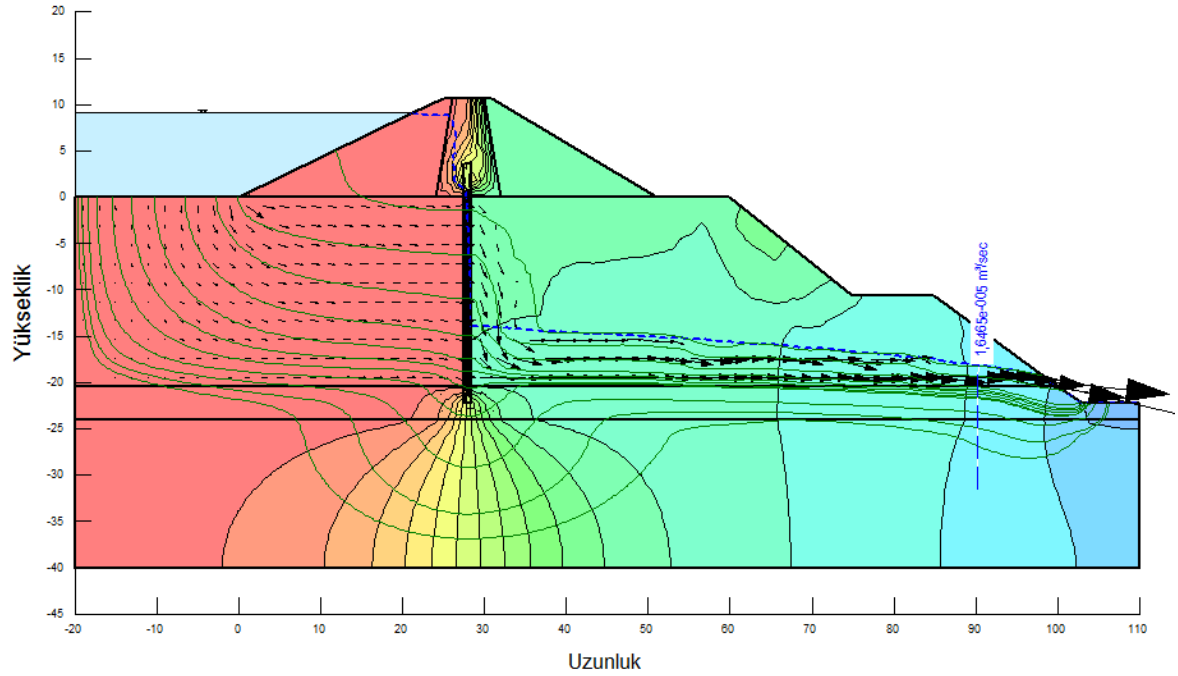
Şekil 7. 2. Seep/w sızma analizi gövde profili, jeolojik kesit ve ağlar (mesh).



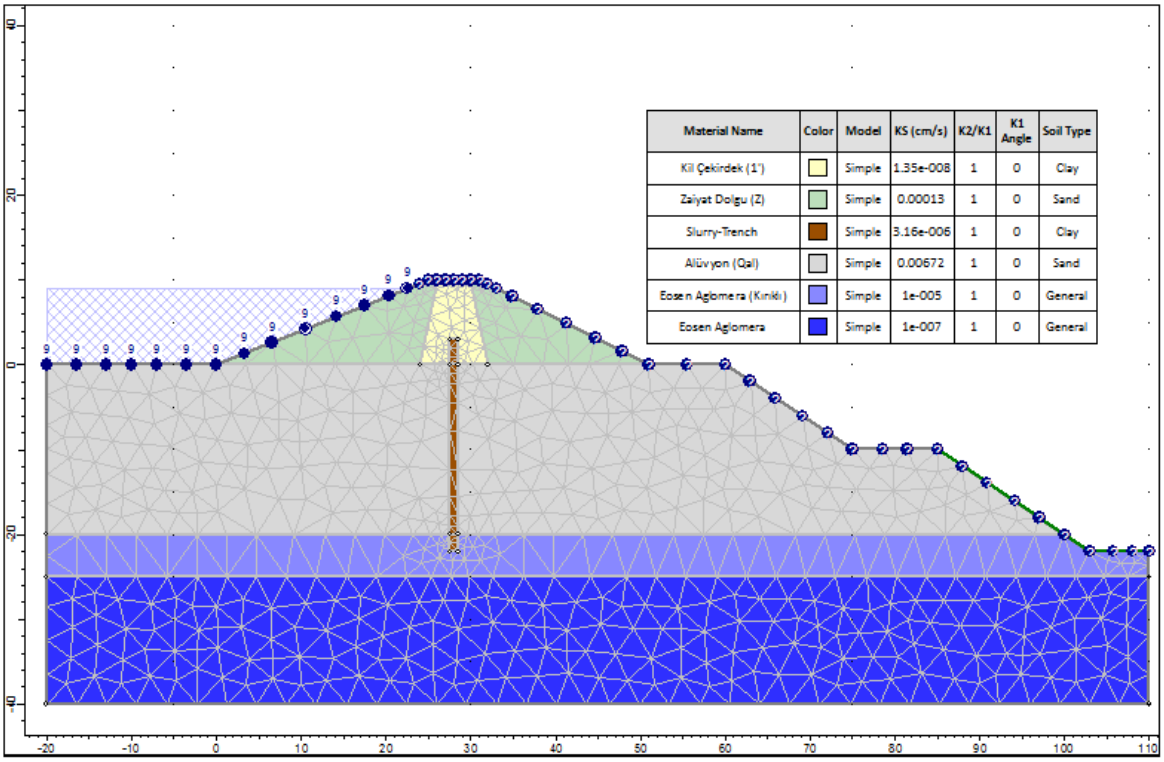
Şekil 7. 3. Seep/w sızma analizi friatik hattı.



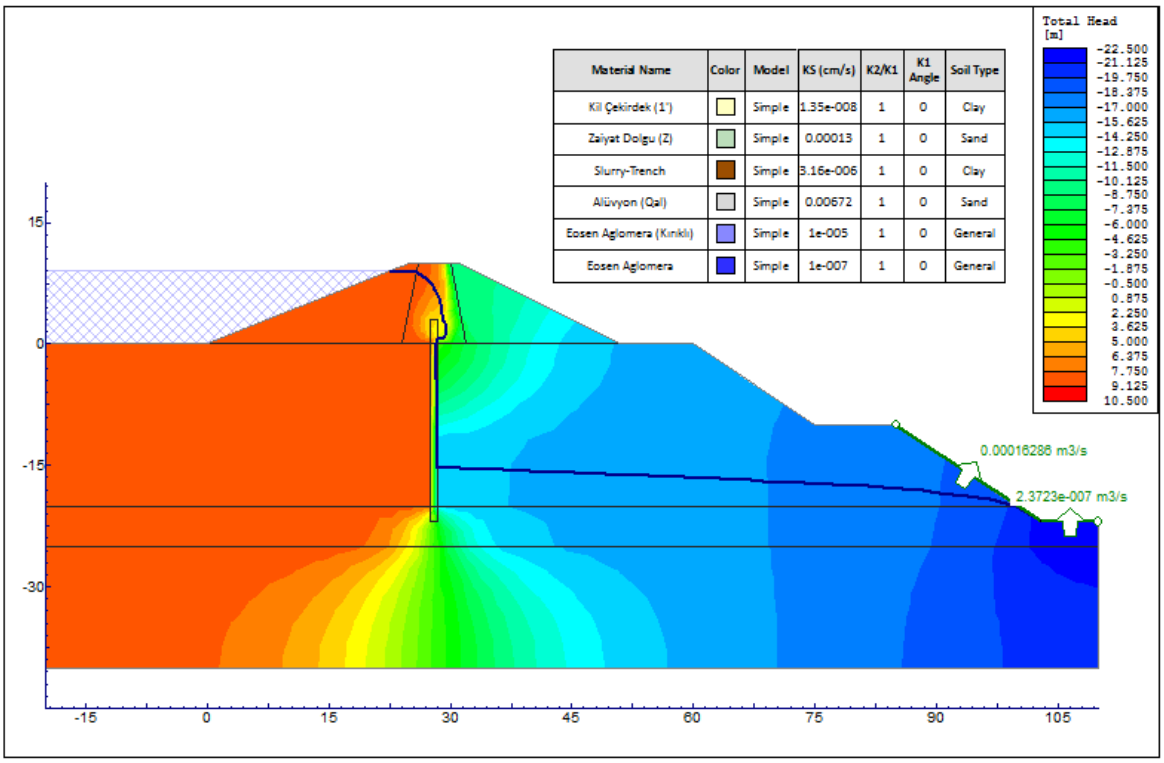
Şekil 7. 4. Seep/w sızma analizi fratik hat ve akım ağları.



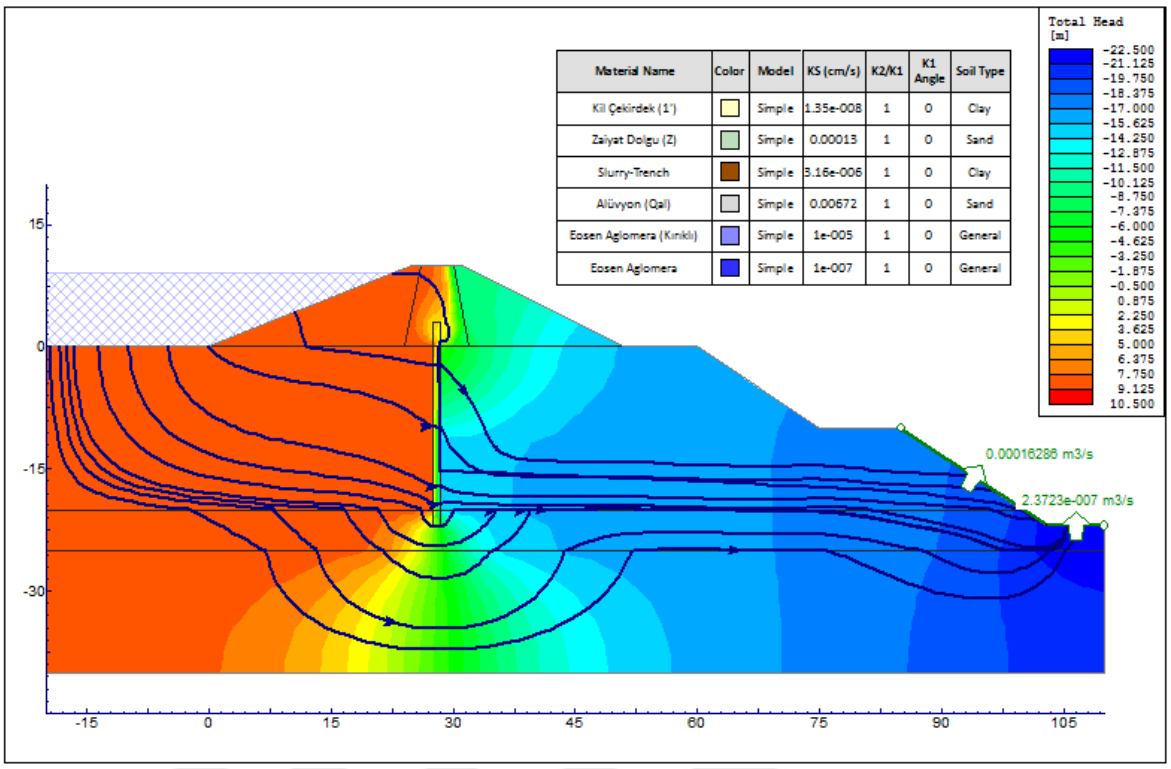
Şekil 7. 5. Seep/w sızma analizi eş potansiyel eğrileri, akım ağları ve vektörleri.



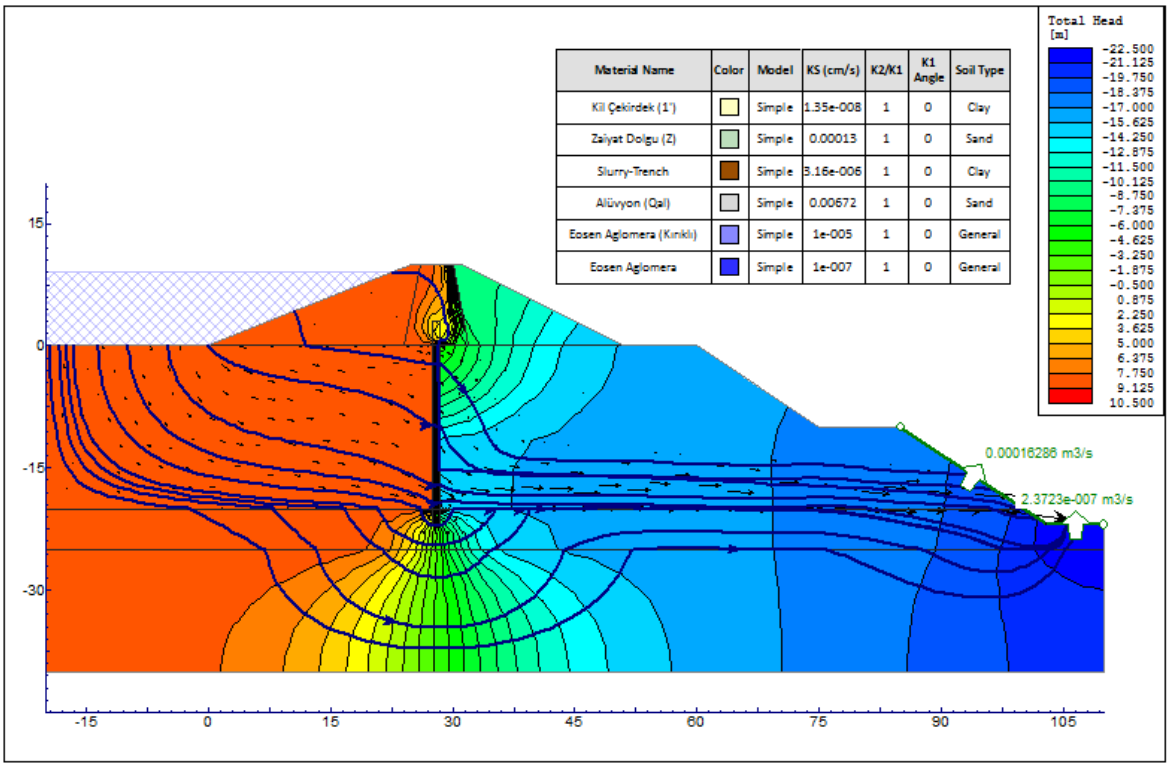
Şekil 7. 6. Slide groundwater sızma analizi gövde profili, jeolojik kesit ve ağlar (mesh).



Şekil 7. 7. Slide groundwater sızma analizi friatik hat.



Şekil 7. 8. Slide groundwater sızma analizi friatik hat ve akım ağları.



Şekil 7. 9. Slide groundwater sızma analizi eş potansiyel eğrileri, akım ağları ve vektörler.

8. SONUÇLAR

Baraj, gölet, regülatör, kanal vb. gibi su yapılarında ve temellerinde yaşanacak olan su sızmaları ortaya çıktığı andan itibaren iyileştirilmesi hem zaman hem de maliyet anlamında büyük problemler oluşturmaktadır. Bu tarz problemlerin yaşanmaması için planlama ve kesin proje aşamalarında gerekli hidrolojik ölçümlerin iyi yapılması, doğal yapı malzemelerinin iyi analiz edilmesi, jeolojik ve jeoteknik etütlerin detaylı yapılarak tüm verilerin ortaya çıkarılması gerekmektedir. Tüm bu veriler doğrultusunda yapı güvenliği ve maliyet bakımından en uygun proje seçilerek uygulamaya geçilmelidir.

Su yapısı temelinde bulunan geçirimli zemine uygulanacak sızma engelleme yöntemleri ile geçirimsizlik perdesi oluşturulabilmesi ve bu yöntemin belirlenmesi detaylı analiz ve mühendislik yorumlarıyla yapılmalıdır.

Tez çalışması kapsamında gölet, baraj, regülatör, kanal vb. gibi su yapıları temellerinde uygulanabilecek sızma engelleme metotlarından bahsedilmiş bu yöntemlerin uygulanabilirliği hakkında bilgi verilmiştir. Bir sızma engelleme yöntemi olan bulamaç hendeği (slurry-trench) yönteminin nerelerde kullanıldığı, nasıl uygulandığı, neye göre projelendirildiği, yapım aşamaları, yapım aşamasında yapılan deneyler, kullanılan ekipmanlar gibi bilgiler ayrıntılı anlatılmıştır. Bulamaç hendeği yönteminin olumlu ve olumsuz yönleri irdelenmiş, özellikle dikkat edilmesi gereken noktalar belirtilmiştir. Bu kapsamda bulamaç hendeği yönteminin, sızma debisinin fazla olduğu ve derin kazılar gerektiren geçirimli zeminlerde, geçirimsizlik perdesi oluşturulması amacıyla en iyi yöntemlerden birisi olduğu sonucu çıkmıştır.

Yozgat İli Yerköy İlçesi'nin kuzey batısında yer alan İnandık Barajı silindirle sıkıştırılmış beton baraj (SSB) gövde tipinde, memba ve mansap batardoları ise kil çekirdekli zayiat dolgu tipinde hali hazır olarak projelendirilerek inşaatına başlanılmıştır. Hali hazır projede memba batardosu temelinde geçirimsizlik perdesi oluşturmak amacıyla bulamaç hendeği yöntemi seçilmiştir. Tez çalışması ile İnandık Barajı memba batardosu imalatı tamamlandıktan ve tam yükleme yapıldıktan sonra baraj gövdesi kazı çukuruna memba batardosu altından gelebilecek su miktarları bilgisayar programları vasıtasıyla iki boyutlu model oluşturarak hesaplanmış ve yorumlanmıştır. Bilgisayar programlarında kullanılacak jeolojik ve jeoteknik parametreler için arazi çalışması yapılarak yerinden örselenmiş örnekler alınmış ve bu örneklere laboratuvar deneyleri yapılmıştır. Sayısal analizlerle model oluşturma çalışmalarında literatürden alınan permeabilite bilgileri değil, deney

sonuçlarından alınan veriler ile planlama ve kesin proje aşaması temel sondajlarından alınan parametreler kullanılmıştır.

Sızma analizleri sonlu elemanlar yöntemi iki farklı programla yapılmıştır. Yapılan her iki analizde de aynı sınır koşulları kullanılmıştır. Oluşturulan modelde akım vektörleri, akım eğrileri (Nf), eş potansiyel eğrileri (Nd), friatik hat (su tablası), sızma miktarları (akım debisi), toplam yükler vb. gibi veriler elde edilmiştir.

Geostudio programında çizime göre +9 da olan su seviyesini çekirdek zonu ve bulamaç hendeği sayesinde, bulamaç hendeği mansabında -17 ye, kazı çukurunda ise -19 a (total head) indirdiği görülmüştür. Aynı zamanda kazı alanına gelecek su miktarı iki boyutta $1.65x10^{-5}$ m³/s olarak bulunmuştur. Bu veriler doğrultusunda yaklaşık 150 metrelik üçüncü boyutu düşünerek hesaplama yapıldığında tam yükleme sonrası memba batardosu altından kazı çukuruna 2.48 lt/s su girişi olacaktır.

Slide programında çizime göre +9 da olan su seviyesini çekirdek zonu ve bulamaç hendeği sayesinde, bulamaç hendeği mansabında -15.50 ye, kazı çukurunda ise -20 ye (total head) indirdiği görülmüştür. Aynı zamanda kazı alanına gelecek su miktarı iki boyutta $1.63x10^{-4}$ m³/s olarak bulunmuştur. Bu veriler doğrultusunda yaklaşık 150 metrelik üçüncü boyutu düşünerek hesaplama yapıldığında tam yükleme sonrası memba batardosu altından kazı çukuruna 24.45 lt/s su girişi olacaktır.

Kapiler zon olarak da nitelendirilen kılcal yükseliş bölgesi slide programında friatik hatta daha uzak, geostudio programında ise daha yakın çıkmıştır.

Batardo inşaatı tamamlanması ve batardo membasında su yükleme işlemi yapılması ardından arazide kazı çukuru içinden sızan miktarlar ölçülmüştür. Bu ölçümlerde arazide kazı çukurunda yaklaşık olarak 20.00 lt/s su çıkışları olduğu görülmüştür. Kazı çukurundan ölçülen değerler ve yapılan sızma analizleri karşılaştırıldığı zaman Slide programı ile yapılan analizlerin daha yakın değerleri verdiği görülmüştür.

Analizler doğrultusunda her iki program değerlendirildiğinde, kil çekirdekte (1') kullanılan malzemenin gerekli geçirimsizliği oluşturarak, friatik hattın mansap yönünde düşüşünü sağladığı görülmüştür. Batardo temelinde bulunan ve geçirimli alüvyondan su geçişini engellemek ve/veya azaltmak için yapılan bulamaç hendeği yönteminin işlevini yeterince gördüğü belirlenmiştir.

Baraj gövdesi temel kazısı için açılacak kazı çukuruna sızacak su seviyesinin de düştüğü yani güvenli duruma geçtiği görülmüştür. Akım vektörleri sayesinde sızan suların nasıl yönlendiği görülmüştür. Kazı çukuru membasından sızan suların hesaplanan debisi sayesinde kazı çukuruna gelebilecek su miktarı önceden yorumlanarak açılacak kazı çukurunun gerekli kuruluğu sağlayıp sağlamadığı tespit edilmiştir. Kazı çukuruna gelebilecek hesaplanan en yüksek su debisine göre uygun pompa seçilerek henüz kazıya başlamadan gerekli ekipman sağlanmış olacaktır.

Model oluşturularak yapılan sızma analizlerine göre baraj güvenliği bakımından istenen durumu sağladığı görülmektedir.

KAYNAKÇA

Acar, Y. B., and Daniel, D. (1995). *The state-of-stress in soil-bentonite slurry trench cutoff walls.*

Alp, Ö., Büyükçoban, H., ve Pelen, G. (2014). Bulamaç Hendeği Yöntemi ile Geçirimsizlik Perdesi İmalatı, Aslancık Barajı ve HES Örneği. *2. Barajlar Kongresi*, 7-11.

Altan, E. (1986). Seddelerin Projelendirilmesi ve İnşaatı. *Devlet Su İşleri Matbaası.* Ankara.

Ariyama, M., Naito, T., Ohya, H., and Arai, M. (1994). Trust Method-Thin Slurry Walls. *Eseiver* , 199-206.

Arshad, I., and Babar, M. (2014). Finite element analysis of seepage through an earthen dam by using geo-slope (SEEP/W) software. *Int. J. Res*, 1(8), 612-619.

Boyes, R. (1975). Structural and Cut-off Diaphragm Walls Wiley. 181s.

Broaddus, M. R. (2015). *Performing a steady-state seepage analysis using SEEP/W : a primer for engineering students.* Kentucky: University of Louisville.

CECW-EG. (1984). Engineering and Design-Grouting Technology. *http://www.usace.army.mil*, EM 1110-2-3506.

Clayton, C. (1992). Retaining Structures. *Thomas Telfard Publishing*, 779s.

Coduto, D., (Çevirenler: Mollamahmutoğlu, M., ve Kayabalı, K.) (2006). Geoteknik Mühendisliği: İlkeler ve Uygulamalar. *Gazi Kitabevi*, 220.

Çakır, E. N. (2019). *Büyükkumla Barajı İnşaatında Bulamaç Hendeği Uygulamaları ve Analizleri.* Bursa: Uludağ Üniversitesi.

DSİ. (2014). *DSİ Genel Müdürlüğü Tarafından Yaptırılacak Kanallarda, Rezervuarlarda ve Barajlarda Kullanılacak Geosentetik Bariyerler İçin Teknik Şartname.* Ankara.

DSİ. (2019). *DSİ Genel Müdürlüğü TAKK Dairesi Başkanlığı Agrega, Çimento, Bentonit ve Plastik Beton Karışımları Deneyleri Raporu.* Ankara: DSİ.

Engineering Manual. (1986). Engineering and Design Seepage Analysis and Control For Dams. *U.S. Army Corps of Engineers, Department of the Army*, (s. EM No.1110-2-1901). Washington D.C.

Erentöz, H., ve Ketin, İ. (1963). *1/500000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası Kayseri Paftası.* Ankara: MTA.

Erges. (2013). *Yozgat Yerköy İnandık Barajı Kesin Proje Aşaması Mühendislik Jeolojisi Raporu.* Ankara: Yayınlanmamıştır. (DSİ Raporu).

Evans, J., and J Evans, D. E. (1993). *Geotechnical practice for waste disposal.* Boston.

Eynur, Z. (2004). *Baraj Altındaki Sızmaların Analiz ve Kontrolü: Sazlıdere Barajı Uygulaması.* İstanbul: İTÜ.

Fell, R. (1992). *Geotechnical Engineering of Embankmentt Dams.*

Genç, D. (2008). *Zemin Mekaniği ve Temeller.* Ankara: JMO.

GEO-SLOPE International. (2012). Seepage Modeling with SEEP/W An Engineering Methodology. Canada: Geo-studio Geo Slope International Ltd.

Güzel, S. (2004). *Yozgat-Yerköy İnandık Barajı ve Sulaması Planlama Aşaması Mühendislik Jeolojisi Raporu.* Kayseri: DSİ.

Han, C.-y., Chen, J., Wang, J., and Xia, X. (2013). 2D and 3D stability analysis of slurry trench in frictional/cohesive soil. *Journal of Zhejiang University Science A*, 94-100.

ICOLD. (1985). Filling Materials for Watertight Cut off Walls. *International Commission on Large Dams, Bulletin 51*.

İnternet: AFAD. *Türkiye Deprem Tehlike Haritası.* AFAD: https://deprem.afad.gov.tr/deprem-tehlike-haritasi, Son Erişim Tarihi : 01.01.2019.

İnternet: Google Earth. Google Earth Uydu Görüntüsü, URL: https://earth.google.com/web/@0.9442507,-6.38383347,-34013.03588336a,12581951.24155998d,35y,-0h,0t,0r, Son Erişim Tarihi : 23.05.2021.

İnternet: *Wikipedia*. Dam Failure, URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Dam_failure, Son Erişim Tarihi : 27.12.2020.

İnternet: *Wikipedia*. Sonlu Elemanlar Yöntemi, URL: https://tr.wikipedia.org/wiki/Sonlu_elemanlar_yöntemi, Son Erişim Tarihi : 26.05.2021.

Jefferies, S. A. (1981). Bentonite-Cement slurries for hydraulic cutoff. Proceedings 10th ICSMFE, Stockholm.

Karaoğullarından, T., Özgüzel, N., ve Akçanbaş, N. (1977). Alüvyonda Bulamaç Hendeği (Slurry Trench) Yöntemiyle Sızdırmazlık Perdesi Yapımı ve Aslantaş Barajındaki Uygulaması. *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, 1(3), 28-35.

Keller. (1992). *Soilcrete-Jet Grouting, Technical Data Sheet, Keller Grundbau GmbH, Kaiserleistrasse 44.* Germany.

Kılıç, H. (2017). Geoteknik Mühendisliğinde Sayısal Analizler. *Geoteknik Meslek İçi Eğitim Kursu* (s. 24). İstanbul: İMO.

Lei, M., Liu, L., Lin, Y., Shi, C., Yang, W., Cao, C., et al. (2019). Research Progress on Stability of Slurry Wall Trench of Underground Diaphragm Wall and Design Method of Slurry Unit Weight. *Advances in Civil Engineering*.

Li, W., and Zhang, C. (2019). Stability Analysis of a Slurry Trench in Cohesive-Frictional Soils. Open Geosciences. 888-900.

Mortazavi, S. M., and Soleimani, S. (2015). Leakage Analysis of Embankment Dams Using Seep/w, 3D Seep Software. *Appl. Environ. Biol. Sci*, 5(10), 122-128.

Nohut, F. M. (2010). Yedigöze Barajı ve Hidroelektrik Santrali İnşaatında Geçirimsiz Perde Duvar (Slurry-Trench) Uygulamaları . *Çukurova Üniversitesi*.

Oblozinsky, P., K, U., Katagiri, M., Saitoh, K., Kuwabara, K., Ishai, T., et al. (2001). A design method for slurry trench wall stability in sandy ground based on the elasto-plastic FEM. Computers and Geotechnics. 145-159.

Önal, F. C. (2018). *Geçirimsizlik Perdesi Yapım Yöntemleri ve Sulakyurt Barajı Slurry Trench (Bulamaç Hendeği) uygulaması.* Kayseri: Erciyes Üniversitesi.

Özkan, H. (2019). *Enjeksiyom Yöntemleri ve Uygulamaları Genişletilmiş 2. Baskı.* Ankara.

P. P Xanthakos. (1979). Slurry walls. *McGraw-Hill.*

Powell, J., and Morgenstern, N. (1985). "The Use and Performance of Seepage Prediction Measures" in Seeepage and Leakage from Dams and Impoundments. *ASCE*.

Püsküllüoğlu, A. (2010). *Ceyhan Hidroelektrik Santrali Projesi (Cevdetiye-Osmaniye) Regülatör Yapılarındaki Geçirimsizleştirme Yöntemleri.* Adana: Çukurova Üniversitesi.

Ressi, A., and Cavali, N. (1985). Bentonite slurry trenches. 21(3-4), 333-339.

Russo, L., and Wanapum, R. (1963). "Development-slurry trench and grouted cut-off". *In Proc., Symp. on Grouts and Drilling Muds in Engineering Practice*, (s. 95-102). London, UK.

Soleymani, S., and Akhtarpur, A. (2011). Seepage Analysis for Shurijeh Reservoir Dam Using Finite Element Method. *American Society of Civil Engineers Geo-Frontiers Congress*, 3227-3234.

Stoel, V. D. (2001). Grouting for Pile Foundation İmprovement.

Şekercioğlu, E. (1996). Mühendislik Jeolojisinde Kaya ve Zemin Kavramları, KazıSınıflaması ile İlgili Bazı Düşünceler. *DSİ Teknik Bültenleri 88*.

Şekercioğlu, E. (1998). *Yapıların Projelendirilmesinde Mühendislik Jeolojisi.* Ankara: JMO Yayınları No:28.

Tarhan, F. (1989). Mühendislik Jeolojisi Prensipleri. *KTÜ Yayınları, Trabzon.*

Tosun, H. (2004). Baraj Mühendisliğinde Geoteknik Geçirimli Zeminler ve İyileştirme Esasları. *Türkiye Mühendislik Haberleri*, 38-47.

Tosun, H., Ünal, S., ve Türköz, M. (2002). Dolgu Barajlarda Bulamaç Hendeği Yöntemi ile Plastik Beton Perde İnşası ve Bir Uygulama. Zemin Mekaniği ve Temel Mühendisliği 9. *Zemin Mekaniği ve Temel Mühendisliği 9. Ulusal Kongresi*, 48-57.

TS EN 1538. (2001). Özel Jeoteknik Uygulamalar: Diyafram Duvarlar. *TÜRK STANDARDI.*

Ulusay, R. (2001). *Uygulamalı Jeoteknik Bilgiler Genişletilmiş Baskı 4.* Ankara: JMO.

USBR. (1987). Designof Small Dams Third Edition. *U.S. Department of Interior Bureau of Reclamation*, (s. 860s). Denver.

Yıldız, G. (2007). Tarihte Baraj Yıkılmaları ve Yıkılmadan Öğrenilenler, 1. Ulusal Baraj Güvenliği Sempozyumu. *1. Ulusal Baraj Güvenliği Sempozyumu Bildiriler Kitabı* (s. 701-717). içinde Ankara.

Zhuo, H., Yang, Y., Zhang, Z., Pan, C., and Duan, C. (2014). Stability of long trench in soft soils by bentonite-water slurry. *Journal of Central South University*, 21(9), 3674-3681.

EKLER

EK-1. İnandık Barajı Yapı Denetim Listesi

EK-2. DSİ İzin Yazısı

EK-3. EAÇ Laboratuvar Deney Talep Formu

EK-4. EAÇ Laboratuvar Deney Sonuçları

EK-5. EAÇ Çukur Fotoğrafları

EK-6. Baraj Rezervuarı ve Araştırma Çukurlarını Gösterir Harita

EK-7. İAÇ Laboratuvar Deney Talep Formu

EK-8. İAÇ Laboratuvar Deney Sonuçları

EK-9. Plastik Beton Tasarımı ve İlgili Deney Sonuçları (DSİ, 2019)

EK-10. İAÇ Çukur Fotoğrafları

EK-1. İnandık Barajı Yapı Denetim Listesi

T.C.
ORMAN VE SU İŞLERİ BAKANLIĞI
Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü 12. Bölge Müdürlüğü

Sayı : 78784517-755.04-**801005** 17.11.2017
Konu : Yapı Denetim Örgütü

BÖLGE MÜDÜRLÜK MAKAMINA

Yapı Denetimi **"DSİ 12. Bölge Müdürlüğü 123. Şube Müdürlüğü"** tarafından yürütülen ve yüklenici **"CEYSU İnşaat ve Ticaret A.Ş."** nin taahhüdü altında bulunan **"İnandık Barajı İnşaatı"** İşinde, 31.07.2017 tarihinde sözleşme imzalanmıştır. Yapı Denetim Görevlileri ile Kalite Kontrol ve Laboratuvar Denetim Görevlilerinin; aşağıda isimleri ve unvanları yazılı personelden oluşturulmasını;

Tensiplerinize arz ederim.

Murat SARAYLIOĞLU
Şube Müdürü

YAPI DENETİM GÖREVLİLERİ:

Metin ÜSTÜNKAYA	: DSİ 123. Şube Müdürü - Yapı Denetim Amiri
Bülent CEYHAN	: İnşaat Mühendisi - Yapı Denetim Görevlisi
Ekrem BOZOK	: Harita Mühendisi
Emrah ERDEM	: Jeoloji Mühendisi
Emine ÖZDEMİR	: Elek.Elektronik Mühendisi
Enver GÖKKURT	: Makine Mühendisi
Ahmet ÖZDEMİR	: Çevre Mühendisi
Gülhan ERATİK	: Harita Teknikeri

KALİTE KONTROL VE LABORATUVAR DENETİM GÖREVLİLERİ:

Aslı ERDOĞAN MENEKŞE	: Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şb. Müd. - Denetim Amiri
Murat TANYERİ	: Jeoloji Mühendisi - Beton Lab.
Cem TOK	: Jeoloji Mühendisi - Zemin Lab.

Uygun Görüşle Arz Ederim.
17.11.2017

Muhammet URHAN
Bölge Müdür Yardımcısı

OLUR
17.11.2017

Okan BAL
Bölge Müdürü

Bu belge, 5070 sayılı Elektronik İmza Kanununun 5. Maddesi gereğince güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.
Orijinal elektronik belge adresi: 'https://evrakdogrula.dsi.gov.tr' Doğrulama Kodu: CUTV-UY11-FZ20-5010

EK-2. DSİ İzin Yazısı

T.C.
TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI
Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü 12. Bölge Müdürlüğü

Sayı : 18620181-622.03-**77423** 03.02.2020
Konu : Bilgi ve Belge Talepleri

Sn. Emrah ERDEM
(Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü Jeoteknik Hizmetler ve YAS Dairesi Başkanlığı 3.Mühendislik Jeolojisi Şube Müdürlüğü Devlet Mahallesi İnönü Bulvarı No:16 Çankaya/ANKARA)

İlgi : 29.01.2020 tarihli ve bila sayılı yazı.

İlgi yazıda; Yozgat Bozok Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Ana Bilim Dalında yüksek lisans yaptığınızdan bahisle, yüksek lisans tez konunuz olan bulamaç hendeği yöntemini, Yozgat Yerköy İnandık Barajı ile örneklemek istediğinizi belirtmekte olup, bu konuda gerekli izinlerin verilmesi talep edilmektedir.

Yüksek lisans tez çalışmanız tamamlandıktan sonra, onaylı yüksek lisans tezinizi 12. Bölge Müdürlüğümüzle paylaşmanız koşulu ile Yozgat Yerköy İnandık Barajı Bulamaç Hendeği uygulamasının, Yüksek Lisans tez çalışmanızda kullanılmasında herhangi bir sakınca bulunmamaktadır.

Bilgilerinizi ve gereğini arz/rica ederim.

Okan BAL
Bölge Müdürü

DAĞITIM :
Gereği:
Emrah ERDEM

Bilgi:
DSİ Jeoteknik Hizmetler ve YAS Dairesi Başkanlığına

Bu belge, 5070 sayılı Elektronik İmza Kanununun 5. Maddesi gereğince güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır. Orjinal elektronik belge adresi: 'https://evrakdogrula.dsi.gov.tr' Doğrulama Kodu: LSBQ-YJ14-VU35-5065

Adres : DSİ 12. Bölge Müdürlüğü Osman Kavuncu Cad. Kocasinan 38060 KAYSERİ
Telefon : (352) 336 28 50 Belgegeçer (Fax) : (352) 336 28 57
Kep Adresi : dsi.12blgmud@hs01.kep.tr Elektronik Ağ: www.dsi.gov.tr

Bilgi İçin:
Mehmet ÖCAL Mühendis
Telefon : 1345
e-posta : mehmet.ocal@dsi.gov.tr

EK-3. EAÇ Laboratuvar Deney Talep Formu

DSİ LABORATUVARLARI

DENEY TALEP FORMU

Laboratuvar No[1]

Sayfa 1 / 2

MÜŞTERİ BİLGİLERİ			
1- DSİ İçi Talepler			
Daire Başkanlığı / Bölge Müdürlüğü	**DSİ 12. Bölge Müdürlüğü**		*Deneyler ücrete tabidir[4].* ☐
Şube Müdürlüğü	Jeoteknik Hiz. ve YAS Şube Müdürlüğü		*Deneyler ücrete tabi değildir.** ☑
Proje Adı			*Kalite Kontrol Çalışması*
Numune Bilgileri	**Agrega**		
EKAP Numarası (İhale Kayıt Numarası)			
İlgili Kişi	Emrah ERDEM	*Tel/Faks* *E-Posta*	*1258*
2- DSİ Dışı Talepler			
Kurum / Firma / Gerçek Kişi(Ad Soyad)		Vergi Dairesi - No (Kişiler için TC Kimlik No)	
Proje Adı			
Numune Bilgileri			
İlgili Kişi	*Adres*	*Tel/Faks* *E-Posta*	

Talep Edilen Deneyler [2] BETON MALZEME LABORATUVARI

Num. No	Deney Kodu	Deney Adı	Deney Adedi	Deney Standardı[5]
	05-003.1	Agrega karışımlarının elek analizi tayini (ince agrega)	11	ASTM C136
	05-010	Mineral agregada yıkama yolu ile 0,075 mm (No 200) veya 0,063 mm elekten geçen ince malzeme miktarı tayini	11	ASTM C117
	05-001.1	Agrega karışımlarının elek analizi tayini (tuvenan agrega)	11	ASTM C136
	05-002.1	Agrega karışımlarının elek analizi tayini (iri agrega)	11	ASTM C136
	05-005.1	Yoğunluk, bağıl yoğunluk ve su emme oranı tayini (iri agrega)	11	ASTM C127
	05-006.1	Yoğunluk, bağıl yoğunluk ve su emme oranı tayini (ince agrega)	11	ASTM C128

Açıklamalar:

- Deneylerin gerçekleştirilmesinde DSİ Laboratuvarları Deney Birim Fiyat Listesinin sonunda bulunan "Deney Taleplerinde İzlenecek Yol" bölümünde anlatıldığı şekilde işlemler gerçekleştirilir.

- DSİ Dışı Kişi/Kurumlarca gerçekleştirilecek olan Deney Taleplerinde bu formun doldurulmasından sonra, ilgili laboratuvar tarafından düzenlenecek olan "Protokol" ve "Deney Bedeli Tahakkuk Fişi" sonrasında deney faaliyetine başlanabilecektir.

[1]: Bu bölüm başvurunun iletildiği laboratuvar tarafından doldurulacaktır.

[2]: Bu bölümün doldurulmasında www.dsi.gov.tr/Birimfiyatlar altında bulunan DSİ Laboratuvarları Deney Birim Fiyat Listesi kitapçığını kullanabilirsiniz.

[3]: DSİ İçi talepler Elektronik Doküman Yönetim Sistemi üzerinde iletilen taleplerde ayrıca talep sahibinin ıslak imzası aranmaz.

[4]: Deneyler ücrete tabidir kısmı işaretlendiğinde DSİ Dışı Talepler bölümü doldurulacaktır.

[5]: Bu bölümde, talep edilen deney için uygulanabilir tüm deney standartları değil sadece talep edilen deney standardı belirtilecektir.

F 0 16 00 55 Rev 03/Eylül 2014

EK-4. EAÇ Laboratuvar Deney Sonuçları

DSİ Genel Müdürlüğü
Laboratuvarları
DSİ 12. Bölge Müdürlüğü
Kalite Kontrol Ve Laboratuvar Şube Müdürlüğü
Osman Kavuncu Cad. Kocasinan/KAYSERİ
Tel : 0 352 336 28 50 Faks : 0 352 336 28 57
E-posta: dsi12@dsi.gov.tr Elektronik Ağ: www.dsi.gov.tr

Deney Raporu
Test Report

AB-0010-T
17-1742
01-18

Müşterinin Adı /Adresi *Customer Name /Adress*	:	**DSİ 12. Bölge Müdürlüğü (Kayseri) Jeoteknik Hiz. ve YAS Şube Müdürlüğü**
Numuneyi Gönderen *Sample posted by*		**DSİ 12. Bölge Müdürlüğü (Kayseri) Jeoteknik Hiz. ve YAS Şube Müdürlüğü**
İstek Numarası *Order No.*	:	25.12.2017 tarihli ve 899469 sayılı yazı
Numunenin Adı ve Tarifi *Name and identity of test item*	:	11 Adet Tuvenan Agrega ☐ Mühürlü ☒ Mühürsüz
Numunenin Kabul Tarihi *The date of receipt of test item*	:	25.12.2017
Açıklamalar *Remarks*	:	Bu rapor **Yozgat Yerköy İnandık Barajı İnşaatı Yapım** İşi kapsamında beton agregası olarak kullanılmak üzere göl alanından alınan örneklere ait deney sonuçlarını içermektedir.
Deneyin Yapıldığı Tarih *Date of test*	:	25.12.2017 - 22.01.2018
Raporun Sayfa Sayısı *Number of pages of the Report*	:	28

Türk Akreditasyon Kurumu(TÜRKAK) deney raporlarının tanınması konusunda Avrupa Akreditasyon Birliği(EA) ve Uluslararası Laboratuvar Akreditasyon Birliği(ILAC) ile karşılıklı tanınma antlaşmasını imzalamıştır.

The Turkish Accreditation Agency (TURKAK) is signatory to the multilateral agreements of the European co-operation for the Accreditation (EA) and of the International Laboratory Accreditation (ILAC) for the Mutual recognition of test reports.

Deney ve /veya ölçüm sonuçları, genişletilmiş ölçüm belirsizlikleri (olması halinde) ve deney metotları bu sertifikanın tamamlayıcı kısmı olan takip eden sayfalarda verilmiştir.

The test and/or measurement results, the uncertainties (if applicable) with confidence probability and test methods are given on the following pages which are part of this report.

Mühür *Seal*	**Tarih** *Date*	**Deney Sorumlusu** *Person in Charge of Test*	**Onaylayan** *Head of Testing Laboratory*
	22.01.2018	**Murat TANYERİ** Jeoloji Mühendisi Beton Lab. Mühendisi	**Cem TOK** Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürü V.

Bu rapor, laboratuvarın yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. Elektronik imzalı olanlar hariç , imzasız ve mühürsüz raporlar geçersizdir.
This report shall not be reproduced other than in full except with the permission of the laboratory. Unless electronically signed, testing reports without signature and seal are not valid.

Sayfa 2 / 28 *Page*	**DSİ Genel Müdürlüğü Laboratuvarları** **DSİ 12. Bölge Müdürlüğü** **Kalite Kontrol Ve Laboratuvar Şube Müdürlüğü** Osman Kavuncu Cad. Kocasinan/KAYSERİ Tel : 0 352 336 28 50 Faks: 0 352 336 28 57 E-posta: dsi12@dsi.gov.tr Elektronik Ağ: www.dsi.gov.tr	AB-0010-T 17-1742 01-18

Numuneyi Gönderen	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü (Kayseri) Jeoteknik Hiz. ve YAS Şube Müdürlüğü	Numune Kabul Tarihi	:	25.12.2017
Müşterinin Adı Adresi	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü (Kayseri) Jeoteknik Hiz. ve YAS Şube Müdürlüğü	Deney Başlama Tarihi		25.12.2017
Ait Olduğu Proje	:	Yozgat Yerköy İnandık Barajı	Deney Bitiş Tarihi	:	22.01.2018
Numune Tarifi	:	11 Adet Tuvenan Agrega Numunesi		:	

NOT - 1:

1. Agrega karışımlarının elek analizi tayini (iri agrega) ASTM C136,

2. Agrega karışımlarının elek analizi tayini (ince agrega) ASTM C136,

3. Agrega Karışımlarının elek analizi tayini (tuvenan agrega)

4. Yoğunluk, bağıl yoğunluk ve su emme oranı tayini (iri agrega) ASTM C127,

5. Yoğunluk, bağıl yoğunluk ve su emme oranı tayini (ince agrega) ASTM C128

6. Mineral agregada yıkama yolu ile 0,075 mm (No 200) veya 0,063 mm elekten geçen ince malzeme miktarı tayini ASTM C117

7. Deneye Ait Fotograflar

Yukarıda belirtilen standartlara göre deneyler yapılmıştır.
Deney tekrarı istenmesi halinde laboratuvarımızda numune kalmamıştır.

Deney Sorumlusu **Murat TANYERİ** Jeoloji Mühendisi Beton Lab. Mühendisi	Onaylayan **Cem TOK** Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürü V.

Notlar:
1) Deneyler, talep sahibi tarafından laboratuvarımıza teslim edilen deney numuneleri üzerinde gerçekleştirilmiştir.
2) (*) işaretli olan deney/deneyler, akredite olunan deneyi/deneyleri göstermektedir. Ölçüm belirsizliği, deney süresindeki belirsizlikleri kapsamaktadır ve % 95 (k=2) güven aralığında hesaplanmıştır.
3) Bu rapor Lab No 17-1742 ile bir bütündür.
4) Deney tekrarı istenmesi halinde laboratuvarımızda numune kalmamıştır. □ / Şahit numune .... süre sonunda imha edilecektir.

Bu rapor, laboratuvarın yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. Elektronik imzalı olanlar hariç, imzasız ve mühürsüz raporlar geçersizdir.
This report shall not be reproduced other than in full except with the permission of the laboratory. Unless electronically signed, testing reports without signature and seal are not valid.

DSİ Genel Müdürlüğü Laboratuvarları
DSİ 12. Bölge Müdürlüğü
Kalite Kontrol Ve Laboratuvar Şube Müdürlüğü
Osman Kavuncu Cad. Kocasinan/KAYSERİ
Tel : 0 352 336 28 50 Faks: 0 352 336 28 57
E-posta: dsi12@dsi.gov.tr Elektronik Ağ: www.dsi.gov.tr

AB-0010-T
17-1742
01-18

Numuneyi Gönderen	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü (Kayseri) Jeoteknik Hiz. ve YAS Şube Müdürlüğü	Numune Kabul Tarihi	:	25.12.2017
Müşterinin Adı Adresi	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü (Kayseri) Jeoteknik Hiz. ve YAS Şube Müdürlüğü	Deney Başlama Tarihi		25.12.2017
Ait Olduğu Proje	:	Yozgat Yerköy İnandık Barajı	Deney Bitiş Tarihi	:	22.01.2018
Numune Tarifi	:	11 Adet Tuvenan Agrega Numunesi		:	

Çizelge 1 - Agrega Fiziksel Deneyler Sonuç Raporu

Numuneyi Gönderen	Jeoteknik Hizmetler ve YAS Şube Müdürlüğü
Ait Olduğu Proje Adı	Yozgat Yerköy İnandık Barajı

Numune Kodu		*Taneler Arası Boşluklu Birim Hacim Kütle ve Boşluk Oranı (1,2)				*Bağıl Yoğunluk ve Su Emme Oranı (3,4,5)				*200 No'lu Elekten Geçen Miktar (6,7)		*Kil Topakları ve Eriyebilir Parçacıklar Miktarı (8)		*Metilen Mavisi Değeri (9)
İri Agrega	İnce Agrega	İri Agrega		İnce Agrega		İri Agrega		İnce Agrega		İri Agrega	İnce Agrega	İri Agrega	İnce Agrega	İnce Agrega
		kg/m³	%	kg/m³	%	-	%	-	%	%		%		
-	Kum-EAÇ-1	-	-	-	-	-	-	2,35	7,6	-	26,5	-	-	-
İnce Çakıl EAÇ-1	-	-	-	-	-	2,45	3,8	-	-	2,7	-	-	-	-
İri Çakıl EAÇ-1	-	-	-	-	-	2,50	2,7	-	-	6,3	-	-	-	-
-	Kum-EAÇ-2	-	-	-	-	-	-	2,35	8,3	-	28,9	-	-	-
İnce Çakıl EAÇ-2	-	-	-	-	-	2,44	4,1	-	-	6,9	-	-	-	-
İri Çakıl EAÇ-2	-	-	-	-	-	2,49	3,0	-	-	3,4	-	-	-	-
-	Kum-EAÇ-3	-	-	-	-	-	-	2,25	9,4	-	38,0	-	-	-
İnce Çakıl EAÇ-3	-	-	-	-	-	2,41	5,0	-	-	8,9	-	-	-	-
İri Çakıl EAÇ-3	-	-	-	-	-	2,46	3,5	-	-	3,1	-	-	-	-
-	Kum-EAÇ-4	-	-	-	-	-	-	2,49	4,0	-	11,0	-	-	-
İnce Çakıl EAÇ-4	-	-	-	-	-	2,49	2,5	-	-	2,9	-	-	-	-
İri Çakıl EAÇ-4	-	-	-	-	-	2,51	2,5	-	-	1,1	-	-	-	-
-	Kum-EAÇ-5	-	-	-	-	-	-	2,49	4,0	-	5,7	-	-	-
İnce Çakıl EAÇ-5	-	-	-	-	-	2,50	2,8	-	-	1,6	-	-	-	-
İri Çakıl EAÇ-5	-	-	-	-	-	2,48	2,8	-	-	0,7	-	-	-	-
-	Kum-EAÇ-6	-	-	-	-	-	-	2,50	4,0	-	9,8	-	-	-
İnce Çakıl EAÇ-6	-	-	-	-	-	2,48	2,8	-	-	2,7	-	-	-	-
İri Çakıl EAÇ-6	-	-	-	-	-	2,50	2,6	-	-	1,5	-	-	-	-
-	Kum-EAÇ-7	-	-	-	-	-	-	2,50	3,9	-	7,1	-	-	-
İnce Çakıl EAÇ-7	-	-	-	-	-	2,51	2,7	-	-	1,1	-	-	-	-
İri Çakıl EAÇ-7	-	-	-	-	-	2,51	2,6	-	-	0,7	-	-	-	-
-	Kum-EAÇ-8	-	-	-	-	-	-	2,48	4,8	-	12,2	-	-	-
İnce Çakıl EAÇ-8	-	-	-	-	-	2,49	2,8	-	-	2,5	-	-	-	-
İri Çakıl EAÇ-8	-	-	-	-	-	2,50	2,6	-	-	1,8	-	-	-	-
-	Kum-EAÇ-9	-	-	-	-	-	-	2,48	3,9	-	9,2	-	-	-
İnce Çakıl EAÇ-9	-	-	-	-	-	2,50	2,6	-	-	1,5	-	-	-	-
İri Çakıl EAÇ-9	-	-	-	-	-	2,51	2,6	-	-	1,0	-	-	-	-
-	Kum-EAÇ-10	-	-	-	-	-	-	2,49	3,8	-	8,5	-	-	-
İnce Çakıl EAÇ-10	-	-	-	-	-	2,50	2,4	-	-	1,3	-	-	-	-
İri Çakıl EAÇ-10	-	-	-	-	-	2,50	2,4	-	-	1,0	-	-	-	-
-	Kum-EAÇ-11	-	-	-	-	-	-	2,45	4,1	-	11,1	-	-	-
İnce Çakıl EAÇ-11	-	-	-	-	-	2,52	2,6	-	-	2,0	-	-	-	-
İri Çakıl EAÇ-11	-	-	-	-	-	2,49	2,3	-	-	1,3	-	-	-	-
	Limitler►					2,50	2,00	2,50	3,00	1,0	16,0	≤ % 5,0	≤ % 3,0	< 2,0
	Deney Standardı►	(1) ASTM C 29* (2) TS EN 1097-3				(3) ASTM C 127* (5) TS EN 1097-6		(4) ASTM C 128* (5) TS EN 1097-6		(6) ASTM C 117* (7) TS EN 933-10		(8) ASTM C 142* ASTM C 33		(9) TS EN 933-9*

Deney Sorumlusu
Murat TANYERİ
Jeoloji Mühendisi
Beton Lab. Mühendisi

Onaylayan
Cem TOK
Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürü V.

Notlar:
1) Deneyler, talep sahibi tarafından laboratuvarımıza teslim edilen deney numuneleri üzerinde gerçekleştirilmiştir.
2) (*) işaretli olan deney/deneyler, akredite olunan deneyi/deneyleri göstermektedir. Ölçüm belirsizliği, deney süresindeki belirsizlikleri kapsamaktadır ve % 95 (k=2) güven aralığında hesaplanmıştır.
3) Bu rapor Lab No 17-1742 ile bir bütündür.
4) Deney tekrarı istenmesi halinde laboratuvarımızda numune kalmamıştır. □ / Şahit numune .... süre sonunda imha edilecektir.

Bu rapor, laboratuvarın yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. Elektronik imzalı olanlar hariç, imzasız ve mührüsüz raporlar geçersizdir.
This report shall not be reproduced other than in full except with the permission of the laboratory. Unless electronically signed, testing reports without signature and seal are not valid.

Sayfa 4 / 28
Page

DSİ Genel Müdürlüğü Laboratuvarları
DSİ 12. Bölge Müdürlüğü
Kalite Kontrol Ve Laboratuvar Şube Müdürlüğü
Osman Kavuncu Cad. Kocasinan/KAYSERİ
Tel : 0 352 336 28 50 Faks: 0 352 336 28 57
E-posta: dsi12@dsi.gov.tr Elektronik Ağ: www.dsi.gov.tr

AB-0010-T
17-1742
01-18

Numuneyi Gönderen	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü (Kayseri) Jeoteknik Hiz. ve YAS Şube Müdürlüğü	Numune Kabul Tarihi	:	25.12.2017
Müşterinin Adı Adresi	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü (Kayseri) Jeoteknik Hiz. ve YAS Şube Müdürlüğü	Deney Başlama Tarihi		25.12.2017
Ait Olduğu Proje	:	Yozgat Yerköy İnandık Barajı	Deney Bitiş Tarihi	:	22.01.2018
Numune Tarifi	:	11 Adet Tuvenan Agrega Numunesi		:	

Agrega Fiziksel Deneyleri Özet Sayfası

EAÇ NO	Bağıl Yoğunluk					EAÇ NO	Su Emme %					EAÇ NO	*200 No'lu Elekten Geçen Miktarı				
	İri Çakıl	İnce Çakıl	İnce Agrega (Kum)	İnce Agrega (Kum) Limitler	İri Agrega Limitler		İri Çakıl %	İnce Çakıl %	İnce Agrega (Kum) %	İnce Agrega (Kum) Limitler	İri Agrega Limitler		İri Çakıl %	İnce Çakıl %	İnce Agrega (Kum)%	İnce Agrega (Kum) Limitler	İri Agrega Limitler
EAÇ-1	2,50	2,45	2,35	2,50	2,50	EAÇ-1	2,70	3,80	7,60	3,00	2,00	EAÇ-1	6,3	2,7	26,5	15,00	1,00
EAÇ-2	2,49	2,44	2,35	2,50	2,50	EAÇ-2	3,00	4,10	8,30	3,00	2,00	EAÇ-2	3,4	6,9	28,9	15,00	1,00
EAÇ-3	2,46	2,41	2,25	2,50	2,50	EAÇ-3	3,50	5,00	9,40	3,00	2,00	EAÇ-3	3,1	8,9	38,0	15,00	1,00
EAÇ-4	2,51	2,49	2,49	2,50	2,50	EAÇ-4	2,50	2,50	4,00	3,00	2,00	EAÇ-4	1,1	2,9	11	15,00	1,00
EAÇ-5	2,48	2,50	2,49	2,50	2,50	EAÇ-5	2,80	2,80	4,00	3,00	2,00	EAÇ-5	0,7	1,6	5,7	15,00	1,00
EAÇ-6	2,50	2,48	2,50	2,50	2,50	EAÇ-6	2,60	2,80	4,00	3,00	2,00	EAÇ-6	1,5	2,7	9,8	15,00	1,00
EAÇ-7	2,51	2,51	2,50	2,50	2,50	EAÇ-7	2,60	2,70	3,90	3,00	2,00	EAÇ-7	0,7	1,1	7,1	15,00	1,00
EAÇ-8	2,50	2,49	2,48	2,50	2,50	EAÇ-8	2,60	2,80	4,80	3,00	2,00	EAÇ-8	1,8	2,5	12,2	15,00	1,00
EAÇ-9	2,51	2,50	2,48	2,50	2,50	EAÇ-9	2,60	2,60	3,90	3,00	2,00	EAÇ-9	1,0	1,5	9,2	15,00	1,00
EAÇ-10	2,50	2,50	2,49	2,50	2,50	EAÇ-10	2,44	2,57	3,80	3,00	2,00	EAÇ-10	1,0	1,3	8,5	15,00	1,00
EAÇ-11	2,49	2,52	2,45	2,50	2,50	EAÇ-11	2,30	2,60	4,10	3,00	2,00	EAÇ-11	1,3	2,00	11,1	15,00	1,00

Deney Sorumlusu **Murat TANYERİ** Jeoloji Mühendisi Beton Lab. Mühendisi	Onaylayan **Cem TOK** Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürü V.

Notlar:
1) Deneyler, talep sahibi tarafından laboratuvarımıza teslim edilen deney numuneleri üzerinde gerçekleştirilmiştir.
2) (*) işaretli olan deney/deneyler, akredite olunan deneyi/deneyleri göstermektedir. Ölçüm belirsizliği, deney süresindeki belirsizlikleri kapsamaktadır ve % 95 (k=2) güven aralığında hesaplanmıştır.
3) Bu rapor Lab No 17-1742 ile bir bütündür.
4) Deney tekrarı istenmesi halinde laboratuvarımızda numune kalmamıştır. □ / Şahit numune …. süre sonunda imha edilecektir.

Bu rapor, laboratuvarın yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. Elektronik imzalı olanlar hariç, imzasız ve mühürsüz raporlar geçersizdir.
This report shall not be reproduced other than in full except with the permission of the laboratory. Unless electronically signed, testing reports without signature and seal are not valid.

DSİ Genel Müdürlüğü Laboratuvarları
DSİ 12. Bölge Müdürlüğü
Kalite Kontrol Ve Laboratuvar Şube Müdürlüğü
Osman Kavuncu Cad. Kocasinan/KAYSERİ
Tel : 0 352 336 28 50 Faks: 0 352 336 28 57
E-posta: dsi12@dsi.gov.tr Elektronik Ağ: www.dsi.gov.tr

AB-0010-T
17-1742
01-18

Numuneyi Gönderen	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü (Kayseri) Jeoteknik Hiz. ve YAS Şube Müdürlüğü	Numune Kabul Tarihi	:	25.12.2017
Müşterinin Adı Adresi	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü (Kayseri) Jeoteknik Hiz. ve YAS Şube Müdürlüğü	Deney Başlama Tarihi		25.12.2017
Ait Olduğu Proje	:	Yozgat Yerköy İnandık Barajı	Deney Bitiş Tarihi	:	22.01.2018
Numune Tarifi	:	11 Adet Tuvenan Agrega Numunesi		:	

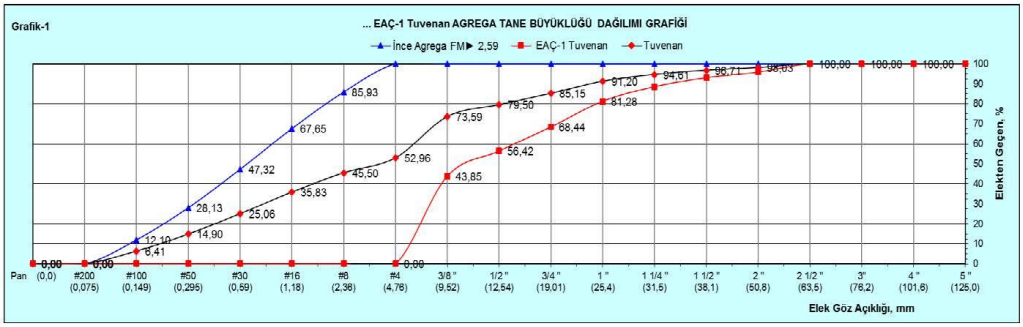
- **EAÇ-1 AGREGA ELEK ANALİZİ SONUÇLARI**

AGREGA TOPLAMALI ELEKTEN GEÇEN %

AGREGA DENEYLERİ------Toplamalı Elekten Geçen, %

Elek Göz Açıklığı	... EAÇ-1 Tuvenan			Kum-EAÇ-1 ...			...İnce Çakıl EAÇ-1			...İri Çakıl EAÇ-1		
	İnce Agrega FM►		2,59	İnce Agrega FM►		2,59	İnce Agrega FM►		0,00	İnce Agrega FM►		0,00
	EAÇ-1 Tuvenan	-	Tuvenan	-	Kum-EAÇ-	Tuvenan	İnce Çakıl EAÇ-1	-	Tuvenan	İri Çakıl EAÇ-1	-	Tuvenan
5 " (125,0)	100,00	100,00	100,00		100,00		100,00		100,00	100,00		100,00
4 " (101,6)	100,00	100,00	100,00		100,00		100,00		100,00	100,00		100,00
3" (76,2)	100,00	100,00	100,00		100,00		100,00		100,00	100,00		100,00
2 1/2 " (63,5)	100,00	100,00	100,00		100,00		100,00		100,00	100,00		100,00
2 " (50,8)	95,81	100,00	98,03		100,00		100,00		100,00	86,73		86,73
1 1/2 " (38,1)	93,02	100,00	96,71		100,00		100,00		100,00	77,88		77,88
1 1/4 " (31,5)	88,55	100,00	94,61		100,00		100,00		100,00	63,72		63,72
1 " (25,4)	81,28	100,00	91,20		100,00		100,00		100,00	40,71		40,71
3/4 " (19,01)	68,44	100,00	85,15		100,00		100,00		100,00	0,00		0,00
1/2 " (12,54)	56,42	100,00	79,50		100,00		82,45		82,45	0,00		0,00
3/8 " (9,52)	43,85	100,00	73,59		100,00		64,08		64,08	0,00		0,00
#4 (4,76)	0,00	100,00	52,96		100,00		0,00		0,00	0,00		0,00
#8 (2,36)	0,00	85,93	45,50		85,93		0,00			0,00		
#16 (1,18)	0,00	67,65	35,83		67,65		0,00			0,00		
#30 (0,59)	0,00	47,32	25,06		47,32		0,00			0,00		
#50 (0,295)	0,00	28,13	14,90		28,13		0,00			0,00		
#100 (0,149)	0,00	12,10	6,41		12,10		0,00			0,00		
#200 (0,075)	0,00	0,00	0,00		0,00		0,00			0,00		
Pan (0,0)	0,00	0,00	0,00		0,00		0,00			0,00		

FM: İnce agreganın (kum'un) İncelik modülüdür.



Deney Sorumlusu	Onaylayan
Murat TANYERİ	**Cem TOK**
Jeoloji Mühendisi	Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürü V.
Beton Lab. Mühendisi	

Notlar:
1) Deneyler, talep sahibi tarafından laboratuvarımıza teslim edilen deney numuneleri üzerinde gerçekleştirilmiştir.
2) (*) işaretli olan deney/deneyler, akredite olunan deneyi/deneyleri göstermektedir. Ölçüm belirsizliği, deney süresindeki belirsizlikleri kapsamaktadır ve % 95 (k=2) güven aralığında hesaplanmıştır.
3) Bu rapor Lab No 17-1742 ile bir bütündür.
4) Deney tekrarı istenmesi halinde laboratuvarımızda numune kalmamıştır. □ / Şahit numune .... süre sonunda imha edilecektir.

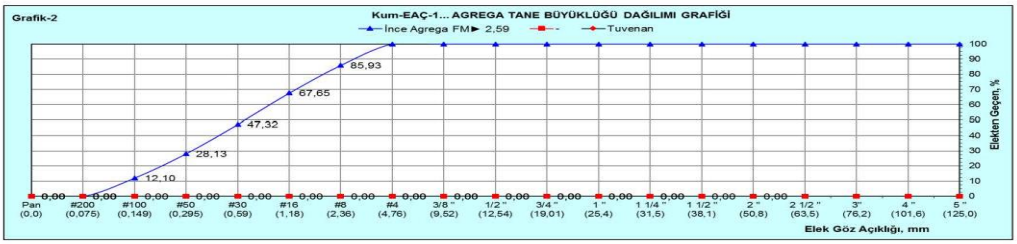
Bu rapor, laboratuvarın yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. Elektronik imzalı olanlar hariç, imzasız ve mühürsüz raporlar geçersizdir.
This report shall not be reproduced other than in full except with the permission of the laboratory. Unless electronically signed, testing reports without signature and seal are not valid.

DSİ Genel Müdürlüğü Laboratuvarları
DSİ 12. Bölge Müdürlüğü
Kalite Kontrol Ve Laboratuvar Şube Müdürlüğü
Osman Kavuncu Cad. Kocasinan/KAYSERİ
Tel : 0 352 336 28 50 Faks: 0 352 336 28 57
E-posta: dsi12@dsi.gov.tr Elektronik Ağ: www.dsi.gov.tr

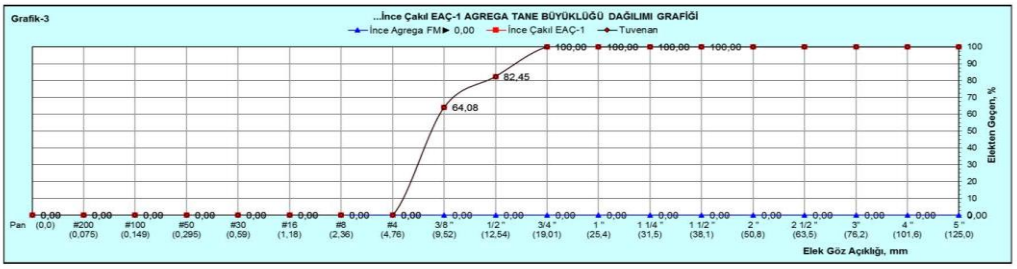
AB-0010-T
17-1742
01-18

Numuneyi Gönderen	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü (Kayseri) Jeoteknik Hiz. ve YAS Şube Müdürlüğü	Numune Kabul Tarihi	:	25.12.2017
Müşterinin Adı Adresi	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü (Kayseri) Jeoteknik Hiz. ve YAS Şube Müdürlüğü	Deney Başlama Tarihi		25.12.2017
Ait Olduğu Proje	:	Yozgat Yerköy İnandık Barajı	Deney Bitiş Tarihi	:	22.01.2018
Numune Tarifi	:	11 Adet Tuvenan Agrega Numunesi		:	

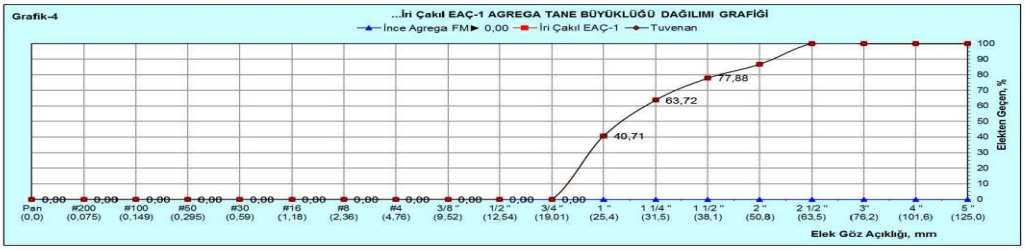
Grafik-2



Grafik-3



Grafik-4



Deney Sorumlusu	Onaylayan
Murat TANYERİ	**Cem TOK**
Jeoloji Mühendisi	Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürü V.
Beton Lab. Mühendisi	

Notlar:
1) Deneyler, talep sahibi tarafından laboratuvarımıza teslim edilen deney numuneleri üzerinde gerçekleştirilmiştir.
2) (*) işaretli olan deney/deneyler, akredite olunan deneyi/deneyleri göstermektedir. Ölçüm belirsizliği, deney süresindeki belirsizlikleri kapsamaktadır ve % 95 (k=2) güven aralığında hesaplanmıştır.
3) Bu rapor Lab No 17-1742 ile bir bütündür.
4) Deney tekrarı istenmesi halinde laboratuvarımızda numune kalmamıştır. □ / Şahit numune .... süre sonunda imha edilecektir.

Bu rapor, laboratuvarın yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. Elektronik imzalı olanlar hariç, imzasız ve mührsüz raporlar geçersizdir.
This report shall not be reproduced other than in full except with the permission of the laboratory. Unless electronically signed, testing reports without signature and seal are not valid.

DSİ Genel Müdürlüğü Laboratuvarları
DSİ 12. Bölge Müdürlüğü
Kalite Kontrol Ve Laboratuvar Şube Müdürlüğü
Osman Kavuncu Cad. Kocasinan/KAYSERİ
Tel : 0 352 336 28 50 Faks: 0 352 336 28 57
E-posta: dsi12@dsi.gov.tr Elektronik Ağ: www.dsi.gov.tr

AB-0010-T
17-1742
01-18

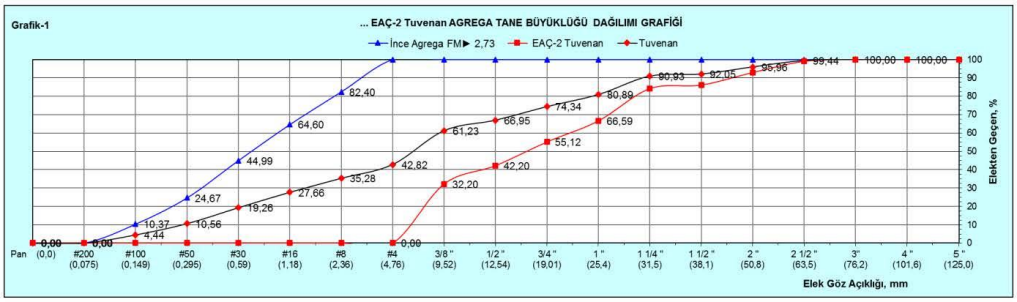
Numuneyi Gönderen	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü (Kayseri) Jeoteknik Hiz. ve YAS Şube Müdürlüğü	Numune Kabul Tarihi	:	25.12.2017
Müşterinin Adı Adresi	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü (Kayseri) Jeoteknik Hiz. ve YAS Şube Müdürlüğü	Deney Başlama Tarihi		25.12.2017
Ait Olduğu Proje	:	Yozgat Yerköy İnandık Barajı	Deney Bitiş Tarihi	:	22.01.2018
Numune Tarifi	:	11 Adet Tuvenan Agrega Numunesi		:	

• EAÇ-2 AGREGA ELEK ANALİZİ SONUÇLARI

AGREGA TOPLAMALI ELEKTEN GEÇEN %

Elek Göz Açıklığı	... EAÇ-2 Tuvenan			Kum-EAÇ-2...			...İnce Çakıl EAÇ-2			...İri Çakıl EAÇ-2		
	İnce Agrega FM►		2,73	İnce Agrega FM►		2,73	İnce Agrega FM►		0,00	İnce Agrega FM►		0,00
	EAÇ-2 Tuvenan	-	Tuvenan	-	Kum-EAÇ-	Tuvenan	İnce Çakıl EAÇ-2	-	Tuvenan	İri Çakıl EAÇ-2	-	Tuvenan
5 " (125,0)	100,00	100,00	100,00		100,00		100,00		100,00	100,00		100,00
4 " (101,6)	100,00	100,00	100,00		100,00		100,00		100,00	100,00		100,00
3" (76,2)	100,00	100,00	100,00		100,00		100,00		100,00	100,00		100,00
2 1/2 " (63,5)	99,02	100,00	99,44		100,00		100,00		100,00	97,83		97,83
2 " (50,8)	92,93	100,00	95,96		100,00		100,00		100,00	84,24		84,24
1 1/2 " (38,1)	86,10	100,00	92,05		100,00		100,00		100,00	69,02		69,02
1 1/4 " (31,5)	84,15	100,00	90,93		100,00		100,00		100,00	64,67		64,67
1 " (25,4)	66,59	100,00	80,89		100,00		100,00		100,00	25,54		25,54
3/4 " (19,01)	55,12	100,00	74,34		100,00		100,00		100,00	0,00		0,00
1/2 " (12,54)	42,20	100,00	66,95		100,00		70,33		70,33	0,00		0,00
3/8 " (9,52)	32,20	100,00	61,23		100,00		53,66		53,66	0,00		0,00
#4 (4,76)	0,00	100,00	42,82		100,00		0,00		0,00	0,00		0,00
#8 (2,36)	0,00	82,40	35,28		82,40		0,00			0,00		
#16 (1,18)	0,00	64,60	27,66		64,60		0,00			0,00		
#30 (0,59)	0,00	44,99	19,26		44,99		0,00			0,00		
#50 (0,295)	0,00	24,67	10,56		24,67		0,00			0,00		
#100 (0,149)	0,00	10,37	4,44		10,37		0,00			0,00		
#200 (0,075)	0,00	0,00	0,00		0,00		0,00			0,00		
Pan (0,0)	0,00	0,00	0,00		0,00		0,00			0,00		

FM: İnce agreganın (kum'un) İncelik modülüdür.



Deney Sorumlusu **Murat TANYERİ** Jeoloji Mühendisi Beton Lab. Mühendisi	Onaylayan **Cem TOK** Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürü V.

Notlar:
1) Deneyler, talep sahibi tarafından laboratuvarımıza teslim edilen deney numuneleri üzerinde gerçekleştirilmiştir.
2) (*) işaretli olan deney/deneyler, akredite olunan deneyi/deneyleri göstermektedir. Ölçüm belirsizliği, deney süresindeki belirsizlikleri kapsamaktadır ve % 95 (k=2) güven aralığında hesaplanmıştır.
3) Bu rapor Lab No 17-1742 ile bir bütündür.
4) Deney tekrarı istenmesi halinde laboratuvarımızda numune kalmamıştır. □ / Şahit numune .... süre sonunda imha edilecektir.

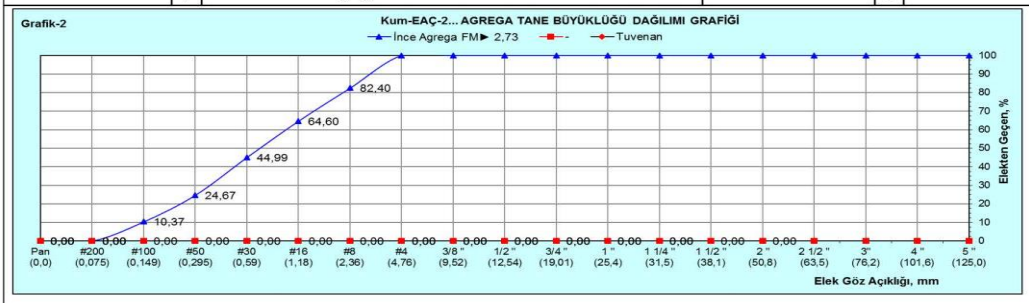
Bu rapor, laboratuvarın yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. Elektronik imzalı olanlar hariç, imzasız ve mühürsüz raporlar geçersizdir.
This report shall not be reproduced other than in full except with the permission of the laboratory. Unless electronically signed, testing reports without signature and seal are not valid.

DSİ Genel Müdürlüğü Laboratuvarları
DSİ 12. Bölge Müdürlüğü
Kalite Kontrol Ve Laboratuvar Şube Müdürlüğü
Osman Kavuncu Cad. Kocasinan/KAYSERİ
Tel : 0 352 336 28 50 Faks: 0 352 336 28 57
E-posta: dsi12@dsi.gov.tr Elektronik Ağ: www.dsi.gov.tr

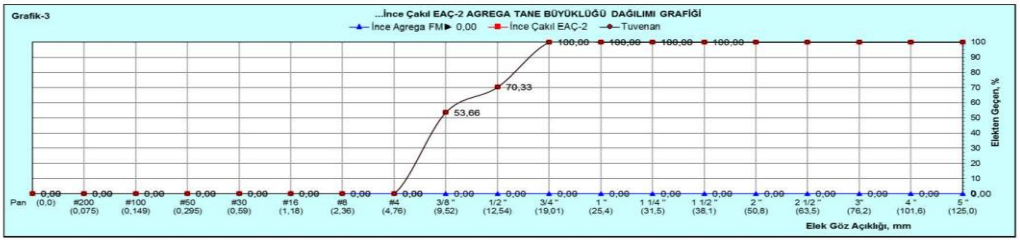
AB-0010-T
17-1742
01-18

Numuneyi Gönderen	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü (Kayseri) Jeoteknik Hiz. ve YAS Şube Müdürlüğü	Numune Kabul Tarihi	:	25.12.2017
Müşterinin Adı Adresi	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü (Kayseri) Jeoteknik Hiz. ve YAS Şube Müdürlüğü	Deney Başlama Tarihi		25.12.2017
Ait Olduğu Proje	:	Yozgat Yerköy İnandık Barajı	Deney Bitiş Tarihi	:	22.01.2018
Numune Tarifi	:	11 Adet Tuvenan Agrega Numunesi		:	

Grafik-2



Grafik-3



Grafik-4



Deney Sorumlusu	Onaylayan
Murat TANYERİ	**Cem TOK**
Jeoloji Mühendisi	Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürü V.
Beton Lab. Mühendisi	

Notlar:
1) Deneyler, talep sahibi tarafından laboratuvarımıza teslim edilen deney numuneleri üzerinde gerçekleştirilmiştir.
2) (*) işaretli olan deney/deneyler, akredite olunan deneyi/deneyleri göstermektedir. Ölçüm belirsizliği, deney süresindeki belirsizlikleri kapsamaktadır ve % 95 (k=2) güven aralığında hesaplanmıştır.
3) Bu rapor Lab No 17-1742 ile bir bütündür.
4) Deney tekrarı istenmesi halinde laboratuvarımızda numune kalmamıştır. □ / Şahit numune .... süre sonunda imha edilecektir.

Bu rapor, laboratuvarın yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. Elektronik imzalı olanlar hariç, imzasız ve mühürsüz raporlar geçersizdir.
This report shall not be reproduced other than in full except with the permission of the laboratory. Unless electronically signed, testing reports without signature and seal are not valid.

DSİ Genel Müdürlüğü Laboratuvarları
DSİ 12. Bölge Müdürlüğü
Kalite Kontrol Ve Laboratuvar Şube Müdürlüğü
Osman Kavuncu Cad. Kocasinan/KAYSERİ
Tel : 0 352 336 28 50 Faks: 0 352 336 28 57
E-posta: dsi12@dsi.gov.tr Elektronik Ağ: www.dsi.gov.tr

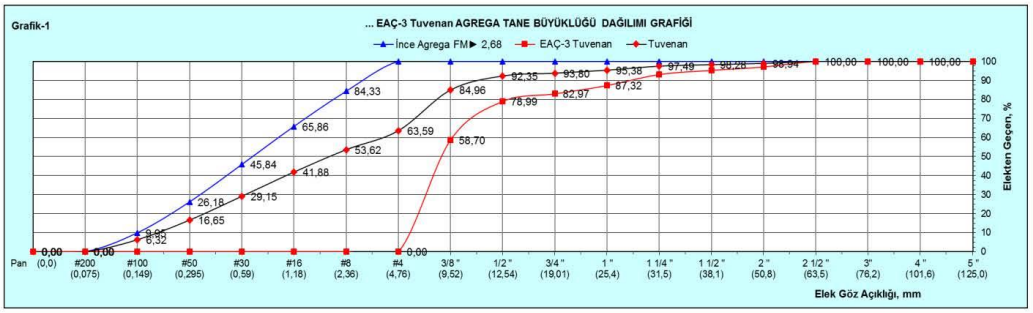
AB-0010-T
17-1742
01-18

Numuneyi Gönderen	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü (Kayseri) Jeoteknik Hiz. ve YAS Şube Müdürlüğü	Numune Kabul Tarihi	:	25.12.2017
Müşterinin Adı Adresi	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü (Kayseri) Jeoteknik Hiz. ve YAS Şube Müdürlüğü	Deney Başlama Tarihi		25.12.2017
Ait Olduğu Proje	:	Yozgat Yerköy İnandık Barajı	Deney Bitiş Tarihi	:	22.01.2018
Numune Tarifi	:	11 Adet Tuvenan Agrega Numunesi		:	

• EAÇ-3 AGREGA ELEK ANALİZİ SONUÇLARI
AGREGA TOPLAMALI ELEKTEN GEÇEN %

Elek Göz Açıklığı	... EAÇ-3 Tuvenan			Kum-EAÇ-3...			...İnce Çakıl EAÇ-3			...İri Çakıl EAÇ-3		
	İnce Agrega FM►		2,68	İnce Agrega FM►		2,68	İnce Agrega FM►		0,00	İnce Agrega FM►		0,00
	EAÇ-3 Tuvenan	-	Tuvenan	-	Kum-EAÇ-	Tuvenan	İnce Çakıl EAÇ-3	-	Tuvenan	İri Çakıl EAÇ-3	-	Tuvenan
5 " (125,0)	100,00	100,00	100,00		100,00		100,00		100,00	100,00		100,00
4 " (101,6)	100,00	100,00	100,00		100,00		100,00		100,00	100,00		100,00
3" (76,2)	100,00	100,00	100,00		100,00		100,00		100,00	100,00		100,00
2 1/2 " (63,5)	100,00	100,00	100,00		100,00		100,00		100,00	100,00		100,00
2 " (50,8)	97,10	100,00	98,94		100,00		100,00		100,00	82,98		82,98
1 1/2 " (38,1)	95,29	100,00	98,28		100,00		100,00		100,00	72,34		72,34
1 1/4 " (31,5)	93,12	100,00	97,49		100,00		100,00		100,00	59,57		59,57
1 " (25,4)	87,32	100,00	95,38		100,00		100,00		100,00	25,53		25,53
3/4 " (19,01)	82,97	100,00	93,80		100,00		100,00		100,00	0,00		0,00
1/2 " (12,54)	78,99	100,00	92,35		100,00		95,20		95,20	0,00		0,00
3/8 " (9,52)	58,70	100,00	84,96		100,00		70,74		70,74	0,00		0,00
#4 (4,76)	0,00	100,00	63,59		100,00		0,00		0,00	0,00		0,00
#8 (2,36)	0,00	84,33	53,62		84,33		0,00			0,00		
#16 (1,18)	0,00	65,86	41,88		65,86		0,00			0,00		
#30 (0,59)	0,00	45,84	29,15		45,84		0,00			0,00		
#50 (0,295)	0,00	26,18	16,65		26,18		0,00			0,00		
#100 (0,149)	0,00	9,95	6,32		9,95		0,00			0,00		
#200 (0,075)	0,00	0,00	0,00		0,00		0,00			0,00		
Pan (0,0)	0,00	0,00	0,00		0,00		0,00			0,00		

FM: İnce agreganın (kum'un) İncelik modülüdür



Deney Sorumlusu **Murat TANYERİ** Jeoloji Mühendisi Beton Lab. Mühendisi	Onaylayan **Cem TOK** Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürü V.

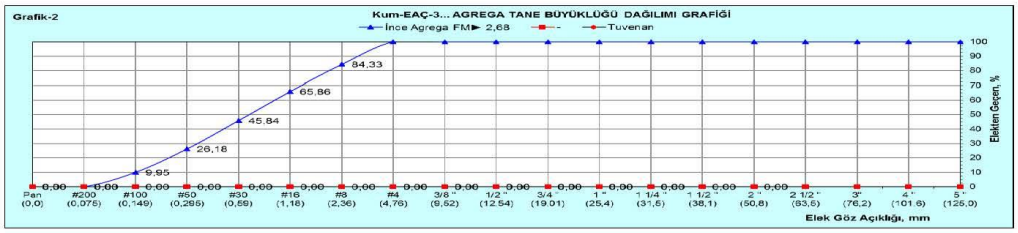
Notlar:
1) Deneyler, talep sahibi tarafından laboratuvarımıza teslim edilen deney numuneleri üzerinde gerçekleştirilmiştir.
2) (*) işaretli olan deney/deneyler, akredite olunan deneyi/deneyleri göstermektedir. Ölçüm belirsizliği, deney süresindeki belirsizlikleri kapsamaktadır ve % 95 (k=2) güven aralığında hesaplanmıştır.
3) Bu rapor Lab No 17-1742 ile bir bütündür.
4) Deney tekrarı istenmesi halinde laboratuvarımızda numune kalmamıştır. □ / Şahit numune .... süre sonunda imha edilecektir.

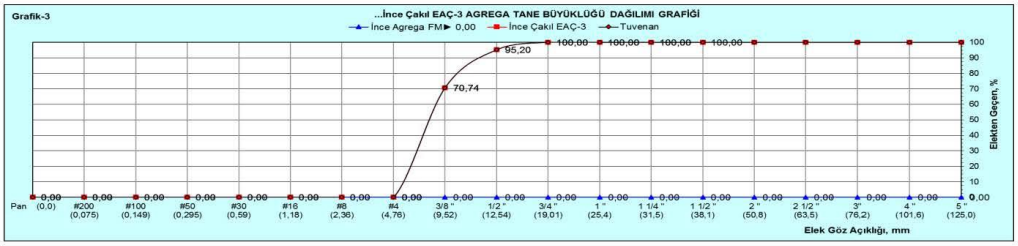
Bu rapor, laboratuvarın yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. Elektronik imzalı olanlar hariç, imzasız ve mühürsüz raporlar geçersizdir.
This report shall not be reproduced other than in full except with the permission of the laboratory. Unless electronically signed, testing reports without signature and seal are not valid.

DSİ Genel Müdürlüğü Laboratuvarları
DSİ 12. Bölge Müdürlüğü
Kalite Kontrol Ve Laboratuvar Şube Müdürlüğü
Osman Kavuncu Cad. Kocasinan/KAYSERİ
Tel : 0 352 336 28 50 Faks: 0 352 336 28 57
E-posta: dsi12@dsi.gov.tr Elektronik Ağ: www.dsi.gov.tr

AB-0010-T
17-1742
01-18

Numuneyi Gönderen	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü (Kayseri) Jeoteknik Hiz. ve YAS Şube Müdürlüğü	Numune Kabul Tarihi	:	25.12.2017
Müşterinin Adı Adresi	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü (Kayseri) Jeoteknik Hiz. ve YAS Şube Müdürlüğü	Deney Başlama Tarihi		25.12.2017
Ait Olduğu Proje	:	Yozgat Yerköy İnandık Barajı	Deney Bitiş Tarihi	:	22.01.2018
Numune Tarifi	:	11 Adet Tuvenan Agrega Numunesi		:	







Deney Sorumlusu **Murat TANYERİ** Jeoloji Mühendisi Beton Lab. Mühendisi	Onaylayan **Cem TOK** Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürü V.

Notlar:
1) Deneyler, talep sahibi tarafından laboratuvarımıza teslim edilen deney numuneleri üzerinde gerçekleştirilmiştir.
2) (*) işaretli olan deney/deneyler, akredite olunan deneyi/deneyleri göstermektedir. Ölçüm belirsizliği, deney süresindeki belirsizlikleri kapsamaktadır ve % 95 (k=2) güven aralığında hesaplanmıştır.
3) Bu rapor Lab No 17-1742 ile bir bütündür.
4) Deney tekrarı istenmesi halinde laboratuvarımızda numune kalmamıştır. □ / Şahit numune …. süre sonunda imha edilecektir.

Bu rapor, laboratuvarın yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. Elektronik imzalı olanlar hariç, imzasız ve mühürsüz raporlar geçersizdir.
This report shall not be reproduced other than in full except with the permission of the laboratory. Unless electronically signed, testing reports without signature and seal are not valid.

DSİ Genel Müdürlüğü Laboratuvarları
DSİ 12. Bölge Müdürlüğü
Kalite Kontrol Ve Laboratuvar Şube Müdürlüğü
Osman Kavuncu Cad. Kocasinan/KAYSERİ
Tel : 0 352 336 28 50 Faks: 0 352 336 28 57
E-posta: dsi12@dsi.gov.tr Elektronik Ağ: www.dsi.gov.tr

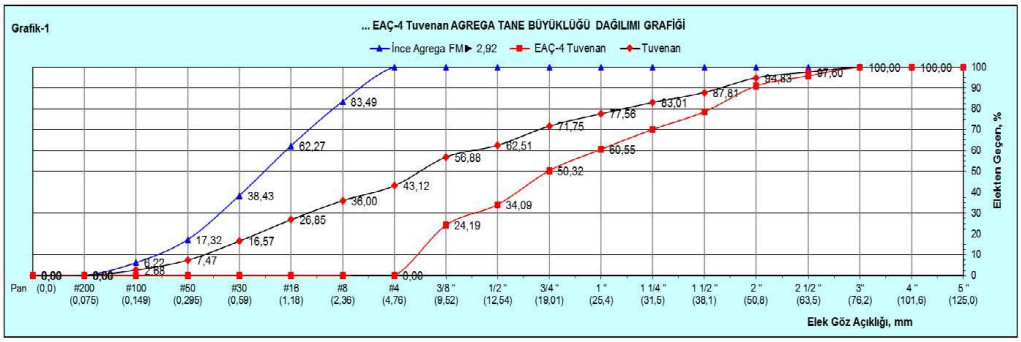
AB-0010-T
17-1742
01-18

Numuneyi Gönderen	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü (Kayseri) Jeoteknik Hiz. ve YAS Şube Müdürlüğü	Numune Kabul Tarihi	:	25.12.2017
Müşterinin Adı Adresi	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü (Kayseri) Jeoteknik Hiz. ve YAS Şube Müdürlüğü	Deney Başlama Tarihi		25.12.2017
Ait Olduğu Proje	:	Yozgat Yerköy İnandık Barajı	Deney Bitiş Tarihi	:	22.01.2018
Numune Tarifi	:	11 Adet Tuvenan Agrega Numunesi		:	

• EAÇ-4 AGREGA ELEK ANALİZİ SONUÇLARI
AGREGA TOPLAMALI ELEKTEN GEÇEN %

Elek Göz Açıklığı	... EAÇ-4 Tuvenan			Kum-EAÇ-4...			...İnce Çakıl EAÇ-4			...İri Çakıl EAÇ-4		
	İnce Agrega FM►		2,92	İnce Agrega FM►		2,92	İnce Agrega FM►		0,00	İnce Agrega FM►		0,00
	EAÇ-4 Tuvenan	-	Tuvenan	-	Kum-EAÇ-	Tuvenan	İnce Çakıl EAÇ-4	-	Tuvenan	İri Çakıl EAÇ-4	-	Tuvenan
5 " (125,0)	100,00	100,00	100,00		100,00		100,00		100,00	100,00		100,00
4 " (101,6)	100,00	100,00	100,00		100,00		100,00		100,00	100,00		100,00
3" (76,2)	100,00	100,00	100,00		100,00		100,00		100,00	100,00		100,00
2 1/2 " (63,5)	95,78	100,00	97,60		100,00		100,00		100,00	91,50		91,50
2 " (50,8)	90,91	100,00	94,83		100,00		100,00		100,00	81,70		81,70
1 1/2 " (38,1)	78,57	100,00	87,81		100,00		100,00		100,00	56,86		56,86
1 1/4 " (31,5)	70,13	100,00	83,01		100,00		100,00		100,00	39,87		39,87
1 " (25,4)	60,55	100,00	77,56		100,00		100,00		100,00	20,59		20,59
3/4 " (19,01)	50,32	100,00	71,75		100,00		100,00		100,00	0,00		0,00
1/2 " (12,54)	34,09	100,00	62,51		100,00		67,74		67,74	0,00		0,00
3/8 " (9,52)	24,19	100,00	56,88		100,00		48,06		48,06	0,00		0,00
#4 (4,76)	0,00	100,00	43,12		100,00		0,00		0,00	0,00		0,00
#8 (2,36)	0,00	83,49	36,00		83,49		0,00			0,00		
#16 (1,18)	0,00	62,27	26,85		62,27		0,00			0,00		
#30 (0,59)	0,00	38,43	16,57		38,43		0,00			0,00		
#50 (0,295)	0,00	17,32	7,47		17,32		0,00			0,00		
#100 (0,149)	0,00	6,22	2,68		6,22		0,00			0,00		
#200 (0,075)	0,00	0,00	0,00		0,00		0,00			0,00		
Pan (0,0)	0,00	0,00	0,00		0,00		0,00			0,00		

FM: İnce agreganın (kum'un) İncelik modülüdür.



Deney Sorumlusu **Murat TANYERİ** Jeoloji Mühendisi Beton Lab. Mühendisi	Onaylayan **Cem TOK** Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürü V.

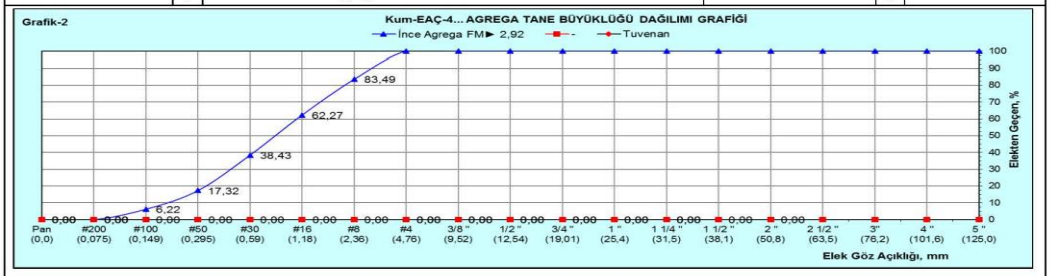
Notlar:
1) Deneyler, talep sahibi tarafından laboratuvarımıza teslim edilen deney numuneleri üzerinde gerçekleştirilmiştir.
2) (*) işaretli olan deney/deneyler, akredite olunan deneyi/deneyleri göstermektedir. Ölçüm belirsizliği, deney süresindeki belirsizlikleri kapsamaktadır ve % 95 (k=2) güven aralığında hesaplanmıştır.
3) Bu rapor Lab No 17-1742 ile bir bütündür.
4) Deney tekrarı istenmesi halinde laboratuvarımızda numune kalmamıştır. □ / Şahit numune .... süre sonunda imha edilecektir.

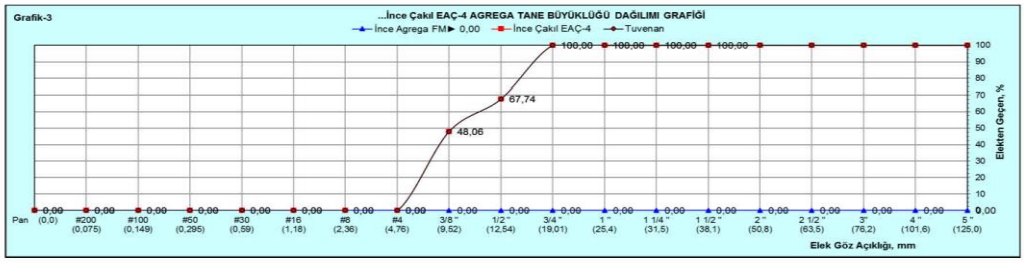
Bu rapor, laboratuvarın yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. Elektronik imzalı olanlar hariç, imzasız ve mühürsüz raporlar geçersizdir.
This report shall not be reproduced other than in full except with the permission of the laboratory. Unless electronically signed, testing reports without signature and seal are not valid.

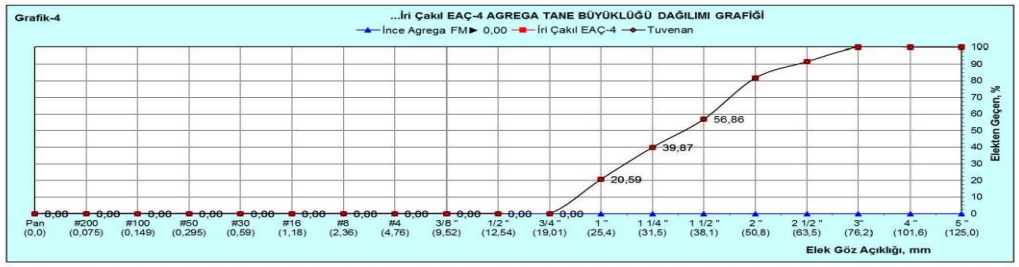
DSİ Genel Müdürlüğü Laboratuvarları
DSİ 12. Bölge Müdürlüğü
Kalite Kontrol Ve Laboratuvar Şube Müdürlüğü
Osman Kavuncu Cad. Kocasinan/KAYSERİ
Tel : 0 352 336 28 50 Faks: 0 352 336 28 57
E-posta: dsi12@dsi.gov.tr Elektronik Ağ: www.dsi.gov.tr

AB-0010-T
17-1742
01-18

Numuneyi Gönderen	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü (Kayseri) Jeoteknik Hiz. ve YAS Şube Müdürlüğü	Numune Kabul Tarihi	:	25.12.2017
Müşterinin Adı Adresi	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü (Kayseri) Jeoteknik Hiz. ve YAS Şube Müdürlüğü	Deney Başlama Tarihi		25.12.2017
Ait Olduğu Proje	:	Yozgat Yerköy İnandık Barajı	Deney Bitiş Tarihi	:	22.01.2018
Numune Tarifi	:	11 Adet Tuvenan Agrega Numunesi		:	







Deney Sorumlusu **Murat TANYERİ** Jeoloji Mühendisi Beton Lab. Mühendisi	Onaylayan **Cem TOK** Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürü V.

Notlar:
1) Deneyler, talep sahibi tarafından laboratuvarımıza teslim edilen deney numuneleri üzerinde gerçekleştirilmiştir.
2) (*) işaretli olan deney/deneyler, akredite olunan deneyi/deneyleri göstermektedir. Ölçüm belirsizliği, deney süresindeki belirsizlikleri kapsamaktadır ve % 95 (k=2) güven aralığında hesaplanmıştır.
3) Bu rapor Lab No 17-1742 ile bir bütündür.
4) Deney tekrarı istenmesi halinde laboratuvarımızda numune kalmamıştır. □ / Şahit numune .... süre sonunda imha edilecektir.

Bu rapor, laboratuvarın yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. Elektronik imzalı olanlar hariç, imzasız ve mührüsüz raporlar geçersizdir.
This report shall not be reproduced other than in full except with the permission of the laboratory. Unless electronically signed, testing reports without signature and seal are not valid.

DSİ Genel Müdürlüğü Laboratuvarları
DSİ 12. Bölge Müdürlüğü
Kalite Kontrol Ve Laboratuvar Şube Müdürlüğü
Osman Kavuncu Cad. Kocasinan/KAYSERİ
Tel : 0 352 336 28 50 Faks: 0 352 336 28 57
E-posta: dsi12@dsi.gov.tr Elektronik Ağ: www.dsi.gov.tr

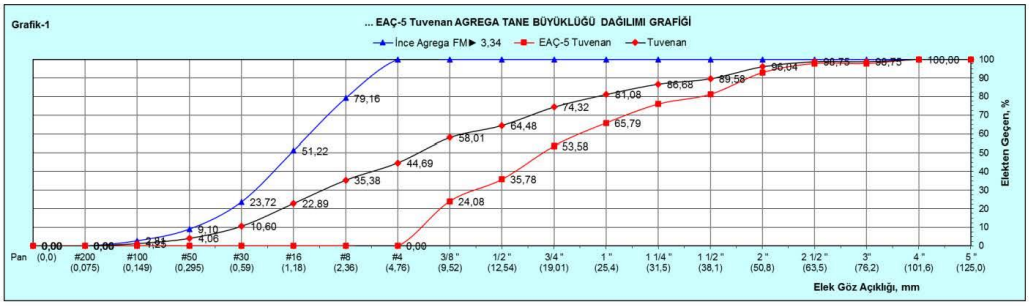
AB-0010-T
17-1742
01-18

Numuneyi Gönderen	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü (Kayseri) Jeoteknik Hiz. ve YAS Şube Müdürlüğü	Numune Kabul Tarihi	:	25.12.2017
Müşterinin Adı Adresi	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü (Kayseri) Jeoteknik Hiz. ve YAS Şube Müdürlüğü	Deney Başlama Tarihi		25.12.2017
Ait Olduğu Proje	:	Yozgat Yerköy İnandık Barajı	Deney Bitiş Tarihi	:	22.01.2018
Numune Tarifi	:	11 Adet Tuvenan Agrega Numunesi		:	

• EAÇ-5 AGREGA ELEK ANALİZİ SONUÇLARI
AGREGA TOPLAMALI ELEKTEN GEÇEN %

Elek Göz Açıklığı	... EAÇ-5 Tuvenan			Kum-EAÇ-5...			...İnce Çakıl EAÇ-5			...İri Çakıl EAÇ-5		
	İnce Agrega FM►		3,34	İnce Agrega FM►		3,34	İnce Agrega FM►		0,00	İnce Agrega FM►		0,00
	EAÇ-5 Tuvenan	-	Tuvenan	-	Kum-EAÇ-	Tuvenan	İnce Çakıl EAÇ-5	-	Tuvenan	İri Çakıl EAÇ-5	-	Tuvenan
5 " (125,0)	100,00	100,00	100,00		100,00		100,00		100,00	100,00		100,00
4 " (101,6)	100,00	100,00	100,00		100,00		100,00		100,00	100,00		100,00
3" (76,2)	97,73	100,00	98,75		100,00		100,00		100,00	95,11		95,11
2 1/2 " (63,5)	97,73	100,00	98,75		100,00		100,00		100,00	95,11		95,11
2 " (50,8)	92,84	100,00	96,04		100,00		100,00		100,00	84,59		84,59
1 1/2 " (38,1)	81,15	100,00	89,58		100,00		100,00		100,00	59,40		59,40
1 1/4 " (31,5)	75,92	100,00	86,68		100,00		100,00		100,00	48,12		48,12
1 " (25,4)	65,79	100,00	81,08		100,00		100,00		100,00	26,32		26,32
3/4 " (19,01)	53,58	100,00	74,32		100,00		100,00		100,00	0,00		0,00
1/2 " (12,54)	35,78	100,00	64,48		100,00		66,78		66,78	0,00		0,00
3/8 " (9,52)	24,08	100,00	58,01		100,00		44,95		44,95	0,00		0,00
#4 (4,76)	0,00	100,00	44,69		100,00		0,00		0,00	0,00		0,00
#8 (2,36)	0,00	79,16	35,38		79,16		0,00			0,00		
#16 (1,18)	0,00	51,22	22,89		51,22		0,00			0,00		
#30 (0,59)	0,00	23,72	10,60		23,72		0,00			0,00		
#50 (0,295)	0,00	9,10	4,06		9,10		0,00			0,00		
#100 (0,149)	0,00	2,81	1,25		2,81		0,00			0,00		
#200 (0,075)	0,00	0,00	0,00		0,00		0,00			0,00		
Pan (0,0)	0,00	0,00	0,00		0,00		0,00			0,00		

FM: İnce agreganın (kum'un) İncelik modülüdür.



Deney Sorumlusu **Murat TANYERİ** Jeoloji Mühendisi Beton Lab. Mühendisi	Onaylayan **Cem TOK** Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürü V.

Notlar:
1) Deneyler, talep sahibi tarafından laboratuvarımıza teslim edilen deney numuneleri üzerinde gerçekleştirilmiştir.
2) (*) işaretli olan deney/deneyler, akredite olunan deneyi/deneyleri göstermektedir. Ölçüm belirsizliği, deney süresindeki belirsizlikleri kapsamaktadır ve % 95 (k=2) güven aralığında hesaplanmıştır.
3) Bu rapor Lab No 17-1742 ile bir bütündür.
4) Deney tekrarı istenmesi halinde laboratuvarımızda numune kalmamıştır. □ / Şahit numune .... süre sonunda imha edilecektir.

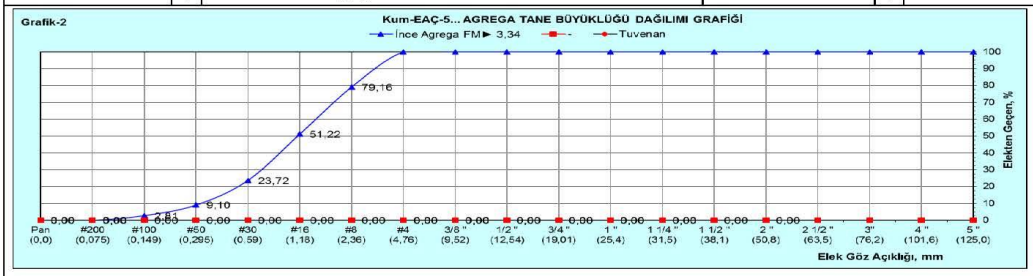
Bu rapor, laboratuvarın yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. Elektronik imzalı olanlar hariç, imzasız ve mühürsüz raporlar geçersizdir.
This report shall not be reproduced other than in full except with the permission of the laboratory. Unless electronically signed, testing reports without signature and seal are not valid.

DSİ Genel Müdürlüğü Laboratuvarları
DSİ 12. Bölge Müdürlüğü
Kalite Kontrol Ve Laboratuvar Şube Müdürlüğü
Osman Kavuncu Cad. Kocasinan/KAYSERİ
Tel : 0 352 336 28 50 Faks: 0 352 336 28 57
E-posta: dsi12@dsi.gov.tr Elektronik Ağ: www.dsi.gov.tr

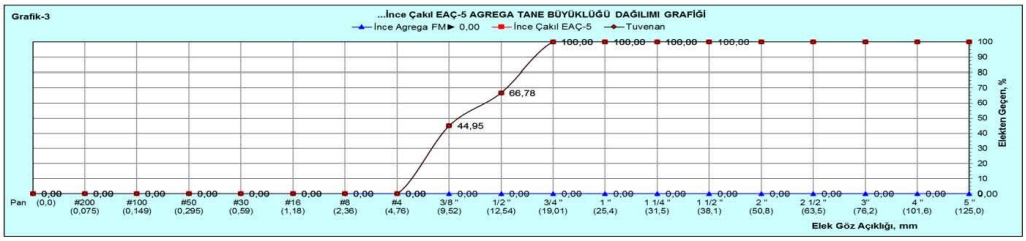
AB-0010-T
17-1742
01-18

Numuneyi Gönderen	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü (Kayseri) Jeoteknik Hiz. ve YAS Şube Müdürlüğü	Numune Kabul Tarihi	:	25.12.2017
Müşterinin Adı Adresi	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü (Kayseri) Jeoteknik Hiz. ve YAS Şube Müdürlüğü	Deney Başlama Tarihi		25.12.2017
Ait Olduğu Proje	:	Yozgat Yerköy İnandık Barajı	Deney Bitiş Tarihi	:	22.01.2018
Numune Tarifi	:	11 Adet Tuvenan Agrega Numunesi		:	

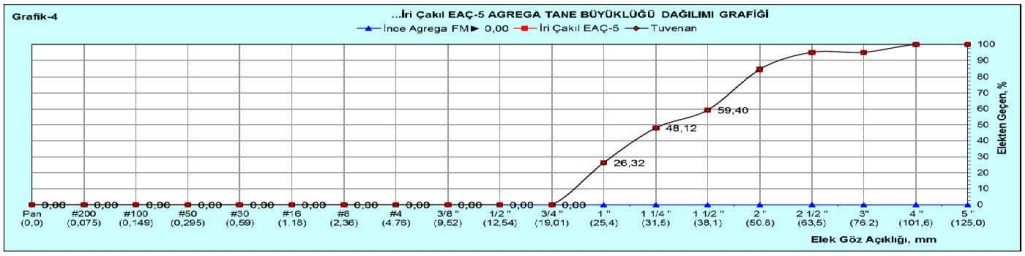
Grafik-2



Grafik-3



Grafik-4



Deney Sorumlusu **Murat TANYERİ** Jeoloji Mühendisi Beton Lab. Mühendisi	Onaylayan **Cem TOK** Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürü V.

Notlar:
1) Deneyler, talep sahibi tarafından laboratuvarımıza teslim edilen deney numuneleri üzerinde gerçekleştirilmiştir.
2) (*) işaretli olan deney/deneyler, akredite olunan deneyi/deneyleri göstermektedir. Ölçüm belirsizliği, deney süresindeki belirsizlikleri kapsamaktadır ve % 95 (k=2) güven aralığında hesaplanmıştır.
3) Bu rapor Lab No 17-1742 ile bir bütündür.
4) Deney tekrarı istenmesi halinde laboratuvarımızda numune kalmamıştır. □ / Şahit numune .... süre sonunda imha edilecektir.

Bu rapor, laboratuvarın yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. Elektronik imzalı olanlar hariç, imzasız ve mühürsüz raporlar geçersizdir.
This report shall not be reproduced other than in full except with the permission of the laboratory. Unless electronically signed, testing reports without signature and seal are not valid.

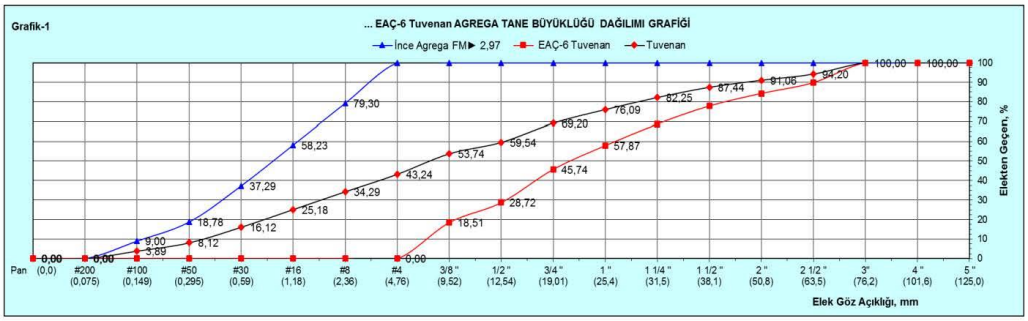
DSİ Genel Müdürlüğü Laboratuvarları
DSİ 12. Bölge Müdürlüğü
Kalite Kontrol Ve Laboratuvar Şube Müdürlüğü
Osman Kavuncu Cad. Kocasinan/KAYSERİ
Tel : 0 352 336 28 50 Faks: 0 352 336 28 57
E-posta: dsi12@dsi.gov.tr Elektronik Ağ: www.dsi.gov.tr

Numuneyi Gönderen	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü (Kayseri) Jeoteknik Hiz. ve YAS Şube Müdürlüğü	Numune Kabul Tarihi	:	25.12.2017
Müşterinin Adı Adresi	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü (Kayseri) Jeoteknik Hiz. ve YAS Şube Müdürlüğü	Deney Başlama Tarihi		25.12.2017
Ait Olduğu Proje	:	Yozgat Yerköy İnandık Barajı	Deney Bitiş Tarihi	:	22.01.2018
Numune Tarifi	:	11 Adet Tuvenan Agrega Numunesi		:	

• EAÇ-6 AGREGA ELEK ANALİZİ SONUÇLARI
AGREGA TOPLAMALI ELEKTEN GEÇEN %

Elek Göz Açıklığı	... EAÇ-6 Tuvenan			Kum-EAÇ-6...			...İnce Çakıl EAÇ-6			...İri Çakıl EAÇ-6		
	İnce Agrega FM►		2,97	İnce Agrega FM►		2,97	İnce Agrega FM►		0,00	İnce Agrega FM►		0,00
	EAÇ-6 Tuvenan	-	Tuvenan	-	Kum-EAÇ-	Tuvenan	İnce Çakıl EAÇ-6	-	Tuvenan	İri Çakıl EAÇ-6	-	Tuvenan
5 " (125,0)	100,00	100,00	100,00		100,00		100,00		100,00	100,00		100,00
4 " (101,6)	100,00	100,00	100,00		100,00		100,00		100,00	100,00		100,00
3" (76,2)	100,00	100,00	100,00		100,00		100,00		100,00	100,00		100,00
2 1/2 " (63,5)	89,79	100,00	94,20		100,00		100,00		100,00	81,18		81,18
2 " (50,8)	84,26	100,00	91,06		100,00		100,00		100,00	70,98		70,98
1 1/2 " (38,1)	77,87	100,00	87,44		100,00		100,00		100,00	59,22		59,22
1 1/4 " (31,5)	68,72	100,00	82,25		100,00		100,00		100,00	42,35		42,35
1 " (25,4)	57,87	100,00	76,09		100,00		100,00		100,00	22,35		22,35
3/4 " (19,01)	45,74	100,00	69,20		100,00		100,00		100,00	0,00		0,00
1/2 " (12,54)	28,72	100,00	59,54		100,00		62,79		62,79	0,00		0,00
3/8 " (9,52)	18,51	100,00	53,74		100,00		40,47		40,47	0,00		0,00
#4 (4,76)	0,00	100,00	43,24		100,00		0,00		0,00	0,00		0,00
#8 (2,36)	0,00	79,30	34,29		79,30		0,00			0,00		
#16 (1,18)	0,00	58,23	25,18		58,23		0,00			0,00		
#30 (0,59)	0,00	37,29	16,12		37,29		0,00			0,00		
#50 (0,295)	0,00	18,78	8,12		18,78		0,00			0,00		
#100 (0,149)	0,00	9,00	3,89		9,00		0,00			0,00		
#200 (0,075)	0,00	0,00	0,00		0,00		0,00			0,00		
Pan (0,0)	0,00	0,00	0,00		0,00		0,00			0,00		

FM: İnce agreganın (kum'un) İncelik modülüdür.



Deney Sorumlusu **Murat TANYERİ** Jeoloji Mühendisi Beton Lab. Mühendisi	Onaylayan **Cem TOK** Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürü V.

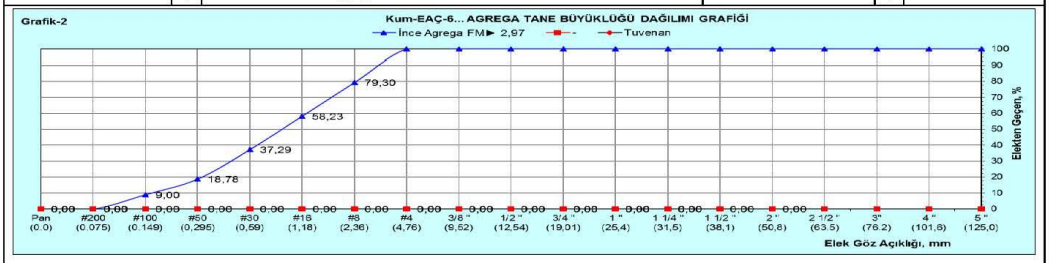
Notlar:
1) Deneyler, talep sahibi tarafından laboratuvarımıza teslim edilen deney numuneleri üzerinde gerçekleştirilmiştir.
2) (*) işaretli olan deney/deneyler, akredite olunan deneyi/deneyleri göstermektedir. Ölçüm belirsizliği, deney süresindeki belirsizlikleri kapsamaktadır ve % 95 (k=2) güven aralığında hesaplanmıştır.
3) Bu rapor Lab No 17-1742 ile bir bütündür.
4) Deney tekrarı istenmesi halinde laboratuvarımızda numune kalmamıştır. □ / Şahit numune .... süre sonunda imha edilecektir.

Bu rapor, laboratuvarın yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. Elektronik imzalı olanlar hariç, imzasız ve mühürsüz raporlar geçersizdir.
This report shall not be reproduced other than in full except with the permission of the laboratory. Unless electronically signed, testing reports without signature and seal are not valid.

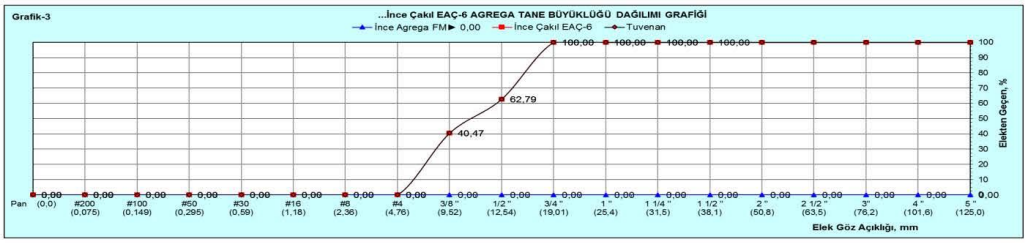
Sayfa 16 / 28 *Page*	**DSİ Genel Müdürlüğü Laboratuvarları** **DSİ 12. Bölge Müdürlüğü** **Kalite Kontrol Ve Laboratuvar Şube Müdürlüğü** Osman Kavuncu Cad. Kocasinan/KAYSERİ Tel : 0 352 336 28 50 Faks: 0 352 336 28 57 E-posta: dsi12@dsi.gov.tr Elektronik Ağ: www.dsi.gov.tr	AB-0010-T 17-1742 01-18

Numuneyi Gönderen	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü (Kayseri) Jeoteknik Hiz. ve YAS Şube Müdürlüğü	Numune Kabul Tarihi	:	25.12.2017
Müşterinin Adı Adresi	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü (Kayseri) Jeoteknik Hiz. ve YAS Şube Müdürlüğü	Deney Başlama Tarihi		25.12.2017
Ait Olduğu Proje	:	Yozgat Yerköy İnandık Barajı	Deney Bitiş Tarihi	:	22.01.2018
Numune Tarifi	:	11 Adet Tuvenan Agrega Numunesi		:	

Grafik-2



Grafik-3



Grafik-4



Deney Sorumlusu **Murat TANYERİ** Jeoloji Mühendisi Beton Lab. Mühendisi	Onaylayan **Cem TOK** Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürü V.

Notlar:
1) Deneyler, talep sahibi tarafından laboratuvarımıza teslim edilen deney numuneleri üzerinde gerçekleştirilmiştir.
2) (*) işaretli olan deney/deneyler, akredite olunan deneyi/deneyleri göstermektedir. Ölçüm belirsizliği, deney süresindeki belirsizlikleri kapsamaktadır ve % 95 (k=2) güven aralığında hesaplanmıştır.
3) Bu rapor Lab No 17-1742 ile bir bütündür.
4) Deney tekrarı istenmesi halinde laboratuvarımızda numune kalmamıştır. □ / Şahit numune …. süre sonunda imha edilecektir.

Bu rapor, laboratuvarın yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. Elektronik imzalı olanlar hariç, imzasız ve mühürsüz raporlar geçersizdir.
This report shall not be reproduced other than in full except with the permission of the laboratory. Unless electronically signed, testing reports without signature and seal are not valid.

DSİ Genel Müdürlüğü Laboratuvarları
DSİ 12. Bölge Müdürlüğü
Kalite Kontrol Ve Laboratuvar Şube Müdürlüğü
Osman Kavuncu Cad. Kocasinan/KAYSERİ
Tel : 0 352 336 28 50 Faks: 0 352 336 28 57
E-posta: dsi12@dsi.gov.tr Elektronik Ağ: www.dsi.gov.tr

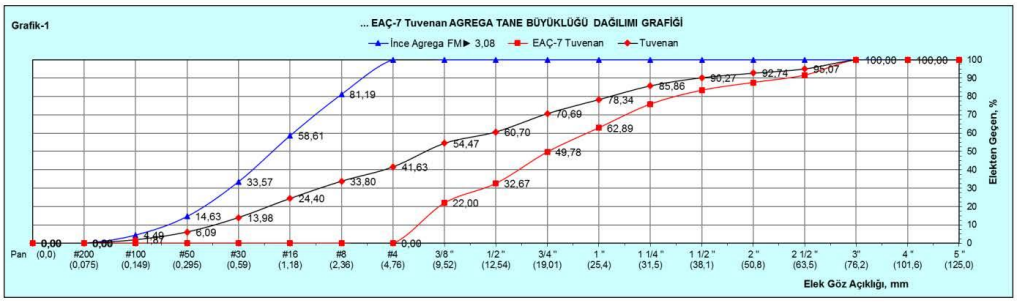
AB-0010-T
17-1742
01-18

Numuneyi Gönderen	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü (Kayseri) Jeoteknik Hiz. ve YAS Şube Müdürlüğü	Numune Kabul Tarihi	:	25.12.2017
Müşterinin Adı Adresi	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü (Kayseri) Jeoteknik Hiz. ve YAS Şube Müdürlüğü	Deney Başlama Tarihi		25.12.2017
Ait Olduğu Proje	:	Yozgat Yerköy İnandık Barajı	Deney Bitiş Tarihi	:	22.01.2018
Numune Tarifi	:	11 Adet Tuvenan Agrega Numunesi		:	

• EAÇ-7 AGREGA ELEK ANALİZİ SONUÇLARI
AGREGA TOPLAMALI ELEKTEN GEÇEN %

Elek Göz Açıklığı	... EAÇ-7 Tuvenan			Kum-EAÇ-7...			...İnce Çakıl EAÇ-7			...İri Çakıl EAÇ-7		
	İnce Agrega FM►		3,08	İnce Agrega FM►		3,08	İnce Agrega FM►		0,00	İnce Agrega FM►		0,00
	EAÇ-7 Tuvenan	-	Tuvenan	-	Kum-EAÇ-	Tuvenan	İnce Çakıl EAÇ-7	-	Tuvenan	İri Çakıl EAÇ-7	-	Tuvenan
5 " (125,0)	100,00	100,00	100,00		100,00		100,00		100,00	100,00		100,00
4 " (101,6)	100,00	100,00	100,00		100,00		100,00		100,00	100,00		100,00
3" (76,2)	100,00	100,00	100,00		100,00		100,00		100,00	100,00		100,00
2 1/2 " (63,5)	91,56	100,00	95,07		100,00		100,00		100,00	83,19		83,19
2 " (50,8)	87,56	100,00	92,74		100,00		100,00		100,00	75,22		75,22
1 1/2 " (38,1)	83,33	100,00	90,27		100,00		100,00		100,00	66,81		66,81
1 1/4 " (31,5)	75,78	100,00	85,86		100,00		100,00		100,00	51,77		51,77
1 " (25,4)	62,89	100,00	78,34		100,00		100,00		100,00	26,11		26,11
3/4 " (19,01)	49,78	100,00	70,69		100,00		100,00		100,00	0,00		0,00
1/2 " (12,54)	32,67	100,00	60,70		100,00		65,63		65,63	0,00		0,00
3/8 " (9,52)	22,00	100,00	54,47		100,00		44,20		44,20	0,00		0,00
#4 (4,76)	0,00	100,00	41,63		100,00		0,00		0,00	0,00		0,00
#8 (2,36)	0,00	81,19	33,80		81,19		0,00			0,00		
#16 (1,18)	0,00	58,61	24,40		58,61		0,00			0,00		
#30 (0,59)	0,00	33,57	13,98		33,57		0,00			0,00		
#50 (0,295)	0,00	14,63	6,09		14,63		0,00			0,00		
#100 (0,149)	0,00	4,49	1,87		4,49		0,00			0,00		
#200 (0,075)	0,00	0,00	0,00		0,00		0,00			0,00		
Pan (0,0)	0,00	0,00	0,00		0,00		0,00			0,00		

FM: İnce agreganın (kum'un) İncelik modülüdür.



Deney Sorumlusu **Murat TANYERİ** Jeoloji Mühendisi Beton Lab. Mühendisi	Onaylayan **Cem TOK** Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürü V.

Notlar:
1) Deneyler, talep sahibi tarafından laboratuvarımıza teslim edilen deney numuneleri üzerinde gerçekleştirilmiştir.
2) (*) işaretli olan deney/deneyler, akredite olunan deneyi/deneyleri göstermektedir. Ölçüm belirsizliği, deney süresindeki belirsizlikleri kapsamaktadır ve % 95 (k=2) güven aralığında hesaplanmıştır.
3) Bu rapor Lab No 17-1742 ile bir bütündür.
4) Deney tekrarı istenmesi halinde laboratuvarımızda numune kalmamıştır. □ / Şahit numune .... süre sonunda imha edilecektir.

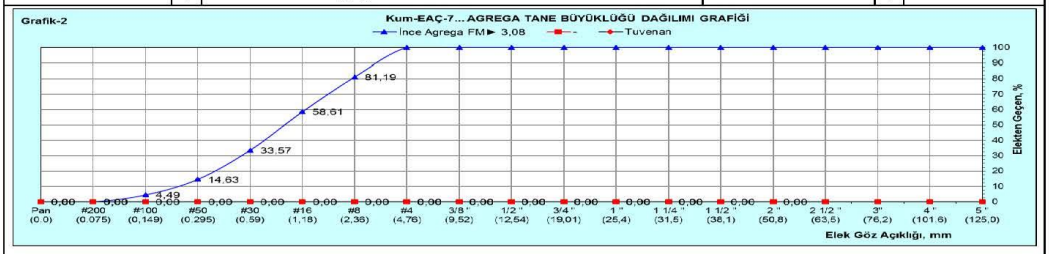
Bu rapor, laboratuvarın yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. Elektronik imzalı olanlar hariç, imzasız ve mühürsüz raporlar geçersizdir.
This report shall not be reproduced other than in full except with the permission of the laboratory. Unless electronically signed, testing reports without signature and seal are not valid.

DSİ Genel Müdürlüğü Laboratuvarları
DSİ 12. Bölge Müdürlüğü
Kalite Kontrol Ve Laboratuvar Şube Müdürlüğü
Osman Kavuncu Cad. Kocasinan/KAYSERİ
Tel : 0 352 336 28 50 Faks: 0 352 336 28 57
E-posta: dsi12@dsi.gov.tr Elektronik Ağ: www.dsi.gov.tr

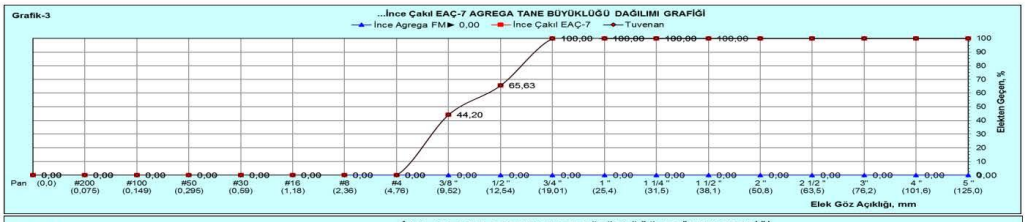
AB-0010-T
17-1742
01-18

Numuneyi Gönderen	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü (Kayseri) Jeoteknik Hiz. ve YAS Şube Müdürlüğü	Numune Kabul Tarihi	:	25.12.2017
Müşterinin Adı Adresi	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü (Kayseri) Jeoteknik Hiz. ve YAS Şube Müdürlüğü	Deney Başlama Tarihi		25.12.2017
Ait Olduğu Proje	:	Yozgat Yerköy İnandık Barajı	Deney Bitiş Tarihi	:	22.01.2018
Numune Tarifi	:	11 Adet Tuvenan Agrega Numunesi		:	

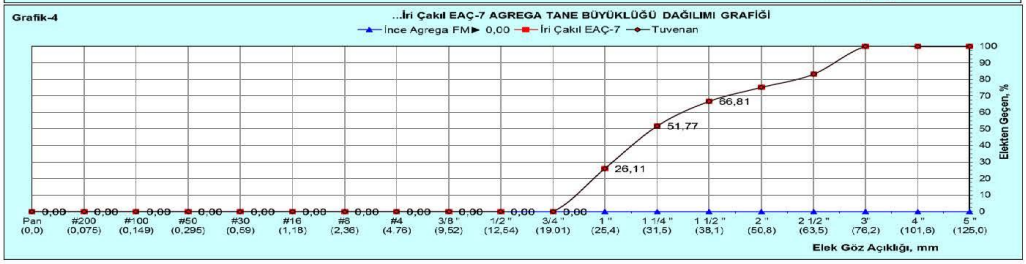
Grafik-2



Grafik-3



Grafik-4



Deney Sorumlusu **Murat TANYERİ** Jeoloji Mühendisi Beton Lab. Mühendisi	Onaylayan **Cem TOK** Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürü V.

Notlar:
1) Deneyler, talep sahibi tarafından laboratuvarımıza teslim edilen deney numuneleri üzerinde gerçekleştirilmiştir.
2) (*) işaretli olan deney/deneyler, akredite olunan deneyi/deneyleri göstermektedir. Ölçüm belirsizliği, deney süresindeki belirsizlikleri kapsamaktadır ve % 95 (k=2) güven aralığında hesaplanmıştır.
3) Bu rapor Lab No 17-1742 ile bir bütündür.
4) Deney tekrarı istenmesi halinde laboratuvarımızda numune kalmamıştır. □ / Şahit numune .... süre sonunda imha edilecektir.

Bu rapor, laboratuvarın yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. Elektronik imzalı olanlar hariç, imzasız ve mührsüz raporlar geçersizdir.
This report shall not be reproduced other than in full except with the permission of the laboratory. Unless electronically signed, testing reports without signature and seal are not valid.

DSİ Genel Müdürlüğü Laboratuvarları
DSİ 12. Bölge Müdürlüğü
Kalite Kontrol Ve Laboratuvar Şube Müdürlüğü
Osman Kavuncu Cad. Kocasinan/KAYSERİ
Tel : 0 352 336 28 50 Faks: 0 352 336 28 57
E-posta: dsi12@dsi.gov.tr Elektronik Ağ: www.dsi.gov.tr

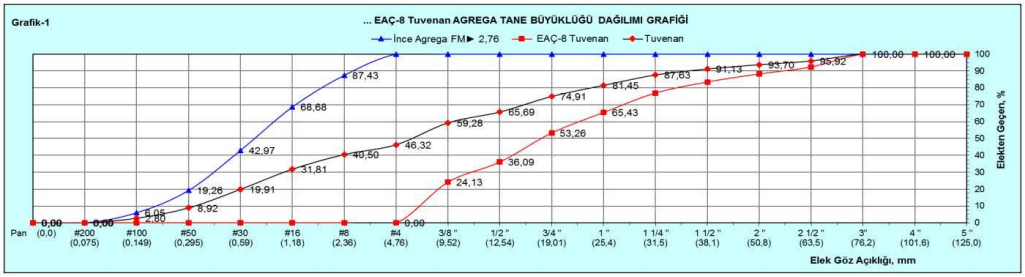
AB-0010-T
17-1742
01-18

Numuneyi Gönderen	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü (Kayseri) Jeoteknik Hiz. ve YAS Şube Müdürlüğü	Numune Kabul Tarihi	:	25.12.2017
Müşterinin Adı Adresi	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü (Kayseri) Jeoteknik Hiz. ve YAS Şube Müdürlüğü	Deney Başlama Tarihi		25.12.2017
Ait Olduğu Proje	:	Yozgat Yerköy İnandık Barajı	Deney Bitiş Tarihi	:	22.01.2018
Numune Tarifi	:	11 Adet Tuvenan Agrega Numunesi		:	

• EAÇ-8 AGREGA ELEK ANALİZİ SONUÇLARI
AGREGA TOPLAMALI ELEKTEN GEÇEN %

Elek Göz Açıklığı	... EAÇ-8 Tuvenan			Kum-EAÇ-8...			...İnce Çakıl EAÇ-8			...İri Çakıl EAÇ-8		
	İnce Agrega FM►		2,76	İnce Agrega FM►		2,76	İnce Agrega FM►		0,00	İnce Agrega FM►		0,00
	EAÇ-8 Tuvenan	-	Tuvenan	-	Kum-EAÇ-	Tuvenan	İnce Çakıl EAÇ-8	-	Tuvenan	İri Çakıl EAÇ-8	-	Tuvenan
5 " (125,0)	100,00	100,00	100,00		100,00		100,00		100,00	100,00		100,00
4 " (101,6)	100,00	100,00	100,00		100,00		100,00		100,00	100,00		100,00
3" (76,2)	100,00	100,00	100,00		100,00		100,00		100,00	100,00		100,00
2 1/2 " (63,5)	92,39	100,00	95,92		100,00		100,00		100,00	83,72		83,72
2 " (50,8)	88,26	100,00	93,70		100,00		100,00		100,00	74,88		74,88
1 1/2 " (38,1)	83,48	100,00	91,13		100,00		100,00		100,00	64,65		64,65
1 1/4 " (31,5)	76,96	100,00	87,63		100,00		100,00		100,00	50,70		50,70
1 " (25,4)	65,43	100,00	81,45		100,00		100,00		100,00	26,05		26,05
3/4 " (19,01)	53,26	100,00	74,91		100,00		100,00		100,00	0,00		0,00
1/2 " (12,54)	36,09	100,00	65,69		100,00		67,76		67,76	0,00		0,00
3/8 " (9,52)	24,13	100,00	59,28		100,00		45,31		45,31	0,00		0,00
#4 (4,76)	0,00	100,00	46,32		100,00		0,00		0,00	0,00		0,00
#8 (2,36)	0,00	87,43	40,50		87,43		0,00			0,00		
#16 (1,18)	0,00	68,68	31,81		68,68		0,00			0,00		
#30 (0,59)	0,00	42,97	19,91		42,97		0,00			0,00		
#50 (0,295)	0,00	19,26	8,92		19,26		0,00			0,00		
#100 (0,149)	0,00	6,05	2,80		6,05		0,00			0,00		
#200 (0,075)	0,00	0,00	0,00		0,00		0,00			0,00		
Pan (0,0)	0,00	0,00	0,00		0,00		0,00			0,00		

FM: İnce agreganın (kum'un) İncelik modülüdür.



Deney Sorumlusu **Murat TANYERİ** Jeoloji Mühendisi Beton Lab. Mühendisi	Onaylayan **Cem TOK** Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürü V.

Notlar:
1) Deneyler, talep sahibi tarafından laboratuvarımıza teslim edilen deney numuneleri üzerinde gerçekleştirilmiştir.
2) (*) işaretli olan deney/deneyler, akredite olunan deneyi/deneyleri göstermektedir. Ölçüm belirsizliği, deney süresindeki belirsizlikleri kapsamaktadır ve % 95 (k=2) güven aralığında hesaplanmıştır.
3) Bu rapor Lab No 17-1742 ile bir bütündür.
4) Deney tekrarı istenmesi halinde laboratuvarımızda numune kalmamıştır. □ / Şahit numune .... süre sonunda imha edilecektir.

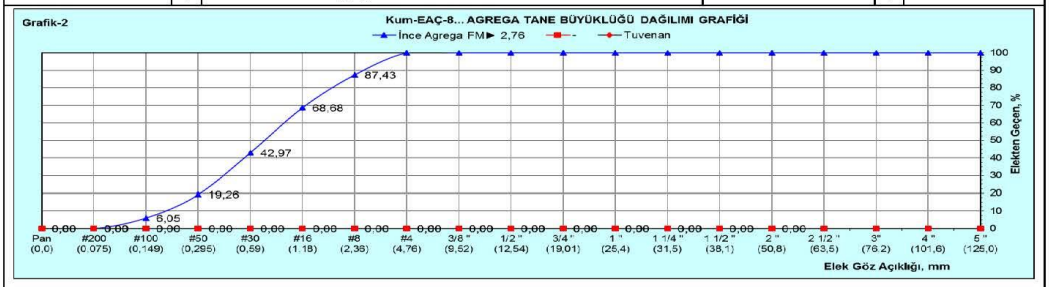
Bu rapor, laboratuvarın yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. Elektronik imzalı olanlar hariç, imzasız ve mühürsüz raporlar geçersizdir.
This report shall not be reproduced other than in full except with the permission of the laboratory. Unless electronically signed, testing reports without signature and seal are not valid.

DSİ Genel Müdürlüğü Laboratuvarları
DSİ 12. Bölge Müdürlüğü
Kalite Kontrol Ve Laboratuvar Şube Müdürlüğü
Osman Kavuncu Cad. Kocasinan/KAYSERİ
Tel : 0 352 336 28 50 Faks: 0 352 336 28 57
E-posta: dsi12@dsi.gov.tr Elektronik Ağ: www.dsi.gov.tr

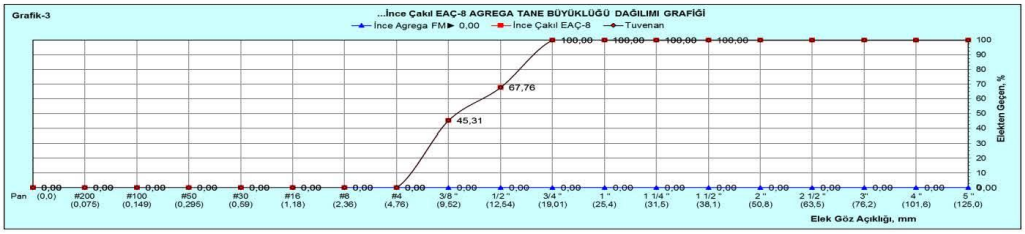
AB-0010-T
17-1742
01-18

Numuneyi Gönderen	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü (Kayseri) Jeoteknik Hiz. ve YAS Şube Müdürlüğü	Numune Kabul Tarihi	:	25.12.2017
Müşterinin Adı Adresi	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü (Kayseri) Jeoteknik Hiz. ve YAS Şube Müdürlüğü	Deney Başlama Tarihi		25.12.2017
Ait Olduğu Proje	:	Yozgat Yerköy İnandık Barajı	Deney Bitiş Tarihi	:	22.01.2018
Numune Tarifi	:	11 Adet Tuvenan Agrega Numunesi		:	

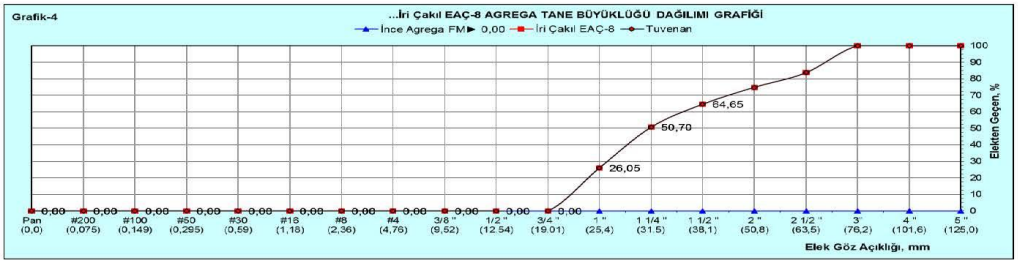
Grafik-2



Grafik-3



Grafik-4



Deney Sorumlusu **Murat TANYERİ** Jeoloji Mühendisi Beton Lab. Mühendisi	Onaylayan **Cem TOK** Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürü V.

Notlar:
1) Deneyler, talep sahibi tarafından laboratuvarımıza teslim edilen deney numuneleri üzerinde gerçekleştirilmiştir.
2) (*) işaretli olan deney/deneyler, akredite olunan deneyi/deneyleri göstermektedir. Ölçüm belirsizliği, deney süresindeki belirsizlikleri kapsamaktadır ve % 95 (k=2) güven aralığında hesaplanmıştır.
3) Bu rapor Lab No 17-1742 ile bir bütündür.
4) Deney tekrarı istenmesi halinde laboratuvarımızda numune kalmamıştır. □ / Şahit numune …. süre sonunda imha edilecektir.

Bu rapor, laboratuvarın yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. Elektronik imzalı olanlar hariç, imzasız ve mühürsüz raporlar geçersizdir.
This report shall not be reproduced other than in full except with the permission of the laboratory. Unless electronically signed, testing reports without signature and seal are not valid.

DSİ Genel Müdürlüğü Laboratuvarları
DSİ 12. Bölge Müdürlüğü
Kalite Kontrol Ve Laboratuvar Şube Müdürlüğü
Osman Kavuncu Cad. Kocasinan/KAYSERİ
Tel : 0 352 336 28 50 Faks: 0 352 336 28 57
E-posta: dsi12@dsi.gov.tr Elektronik Ağ: www.dsi.gov.tr

AB-0010-T
17-1742
01-18

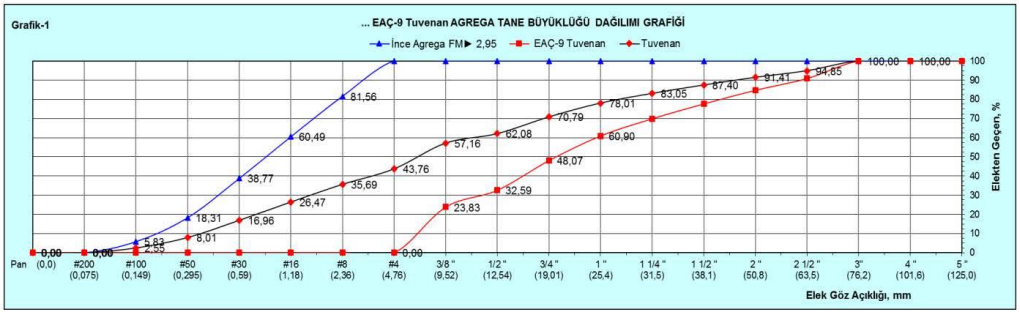
Numuneyi Gönderen	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü (Kayseri) Jeoteknik Hiz. ve YAS Şube Müdürlüğü	Numune Kabul Tarihi	:	25.12.2017
Müşterinin Adı Adresi	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü (Kayseri) Jeoteknik Hiz. ve YAS Şube Müdürlüğü	Deney Başlama Tarihi		25.12.2017
Ait Olduğu Proje	:	Yozgat Yerköy İnandık Barajı	Deney Bitiş Tarihi	:	22.01.2018
Numune Tarifi	:	11 Adet Tuvenan Agrega Numunesi		:	

• EAÇ-9 AGREGA ELEK ANALİZİ SONUÇLARI

AGREGA TOPLAMALI ELEKTEN GEÇEN %

Elek Göz Açıklığı	... EAÇ-9 Tuvenan			Kum-EAÇ-9...			...İnce Çakıl EAÇ-9			...İri Çakıl EAÇ-9		
	İnce Agrega FM►		2,95	İnce Agrega FM►		2,95	İnce Agrega FM►		0,00	İnce Agrega FM►		0,00
	EAÇ-9 Tuvenan	-	Tuvenan	-	Kum-EAÇ-	Tuvenan	İnce Çakıl EAÇ-9	-	Tuvenan	İri Çakıl EAÇ-9	-	Tuvenan
5 " (125,0)	100,00	100,00	100,00		100,00		100,00		100,00	100,00		100,00
4 " (101,6)	100,00	100,00	100,00		100,00		100,00		100,00	100,00		100,00
3" (76,2)	100,00	100,00	100,00		100,00		100,00		100,00	100,00		100,00
2 1/2 " (63,5)	90,84	100,00	94,85		100,00		100,00		100,00	82,35		82,35
2 " (50,8)	84,73	100,00	91,41		100,00		100,00		100,00	70,59		70,59
1 1/2 " (38,1)	77,60	100,00	87,40		100,00		100,00		100,00	56,86		56,86
1 1/4 " (31,5)	69,86	100,00	83,05		100,00		100,00		100,00	41,96		41,96
1 " (25,4)	60,90	100,00	78,01		100,00		100,00		100,00	24,71		24,71
3/4 " (19,01)	48,07	100,00	70,79		100,00		100,00		100,00	0,00		0,00
1/2 " (12,54)	32,59	100,00	62,08		100,00		67,80		67,80	0,00		0,00
3/8 " (9,52)	23,83	100,00	57,16		100,00		49,58		49,58	0,00		0,00
#4 (4,76)	0,00	100,00	43,76		100,00		0,00		0,00	0,00		0,00
#8 (2,36)	0,00	81,56	35,69		81,56		0,00			0,00		
#16 (1,18)	0,00	60,49	26,47		60,49		0,00			0,00		
#30 (0,59)	0,00	38,77	16,96		38,77		0,00			0,00		
#50 (0,295)	0,00	18,31	8,01		18,31		0,00			0,00		
#100 (0,149)	0,00	5,83	2,55		5,83		0,00			0,00		
#200 (0,075)	0,00	0,00	0,00		0,00		0,00			0,00		
Pan (0,0)	0,00	0,00	0,00		0,00		0,00			0,00		

FM: İnce agreganın (kum'un) İncelik modülüdür.



Deney Sorumlusu **Murat TANYERİ** Jeoloji Mühendisi Beton Lab. Mühendisi	Onaylayan **Cem TOK** Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürü V.

Notlar:
1) Deneyler, talep sahibi tarafından laboratuvarımıza teslim edilen deney numuneleri üzerinde gerçekleştirilmiştir.
2) (*) işaretli olan deney/deneyler, akredite olunan deneyi/deneyleri göstermektedir. Ölçüm belirsizliği, deney süresindeki belirsizlikleri kapsamaktadır ve % 95 (k=2) güven aralığında hesaplanmıştır.
3) Bu rapor Lab No 17-1742 ile bir bütündür.
4) Deney tekrarı istenmesi halinde laboratuvarımızda numune kalmamıştır. □ / Şahit numune .... süre sonunda imha edilecektir.

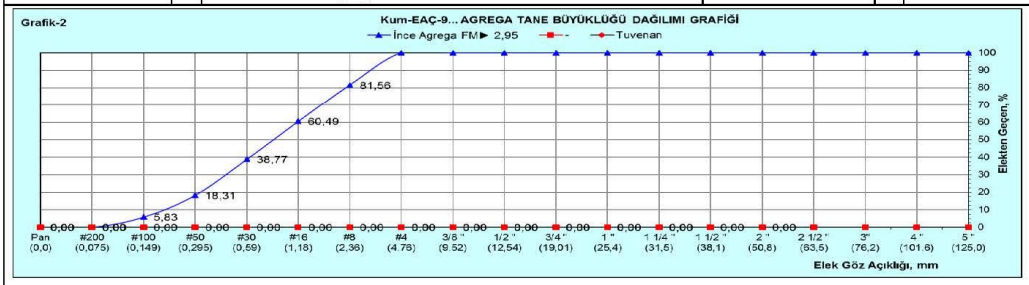
Bu rapor, laboratuvarın yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. Elektronik imzalı olanlar hariç, imzasız ve mühürsüz raporlar geçersizdir.
This report shall not be reproduced other than in full except with the permission of the laboratory. Unless electronically signed, testing reports without signature and seal are not valid.

DSİ Genel Müdürlüğü Laboratuvarları
DSİ 12. Bölge Müdürlüğü
Kalite Kontrol Ve Laboratuvar Şube Müdürlüğü
Osman Kavuncu Cad. Kocasinan/KAYSERİ
Tel : 0 352 336 28 50 Faks: 0 352 336 28 57
E-posta: dsi12@dsi.gov.tr Elektronik Ağ: www.dsi.gov.tr

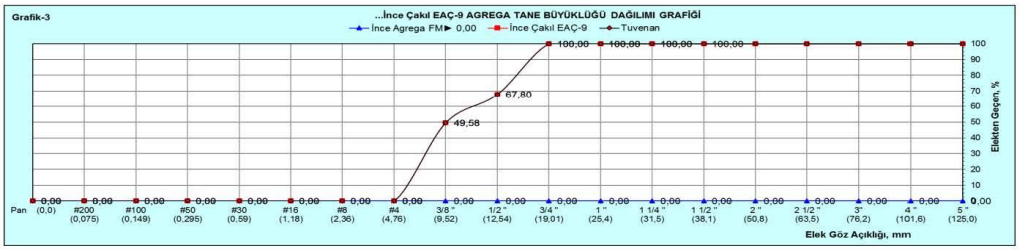
AB-0010-T
17-1742
01-18

Numuneyi Gönderen	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü (Kayseri) Jeoteknik Hiz. ve YAS Şube Müdürlüğü	Numune Kabul Tarihi	:	25.12.2017
Müşterinin Adı Adresi	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü (Kayseri) Jeoteknik Hiz. ve YAS Şube Müdürlüğü	Deney Başlama Tarihi		25.12.2017
Ait Olduğu Proje	:	Yozgat Yerköy İnandık Barajı	Deney Bitiş Tarihi	:	22.01.2018
Numune Tarifi	:	11 Adet Tuvenan Agrega Numunesi		:	

Grafik-2



Grafik-3



Grafik-4



Deney Sorumlusu **Murat TANYERİ** Jeoloji Mühendisi Beton Lab. Mühendisi	Onaylayan **Cem TOK** Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürü V.

Notlar:
1) Deneyler, talep sahibi tarafından laboratuvarımıza teslim edilen deney numuneleri üzerinde gerçekleştirilmiştir.
2) (*) işaretli olan deney/deneyler, akredite olunan deneyi/deneyleri göstermektedir. Ölçüm belirsizliği, deney süresindeki belirsizlikleri kapsamaktadır ve % 95 (k=2) güven aralığında hesaplanmıştır.
3) Bu rapor Lab No 17-1742 ile bir bütündür.
4) Deney tekrarı istenmesi halinde laboratuvarımızda numune kalmamıştır. □ / Şahit numune …. süre sonunda imha edilecektir.

Bu rapor, laboratuvarın yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. Elektronik imzalı olanlar hariç, imzasız ve mühürsüz raporlar geçersizdir.
This report shall not be reproduced other than in full except with the permission of the laboratory. Unless electronically signed, testing reports without signature and seal are not valid.

DSİ Genel Müdürlüğü Laboratuvarları
DSİ 12. Bölge Müdürlüğü
Kalite Kontrol Ve Laboratuvar Şube Müdürlüğü
Osman Kavuncu Cad. Kocasinan/KAYSERİ
Tel : 0 352 336 28 50 Faks: 0 352 336 28 57
E-posta: dsi12@dsi.gov.tr Elektronik Ağ: www.dsi.gov.tr

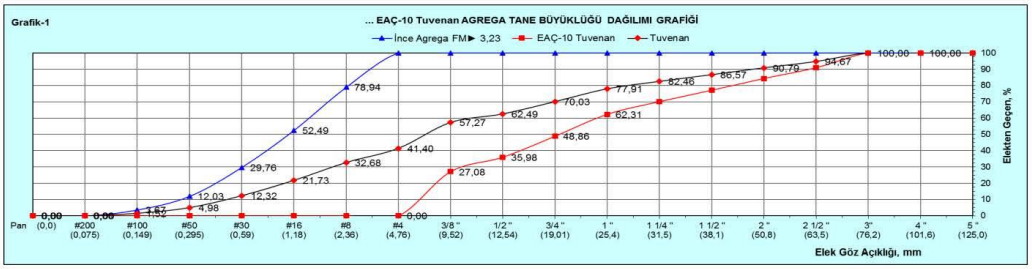
AB-0010-T
17-1742
01-18

Numuneyi Gönderen	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü (Kayseri) Jeoteknik Hiz. ve YAS Şube Müdürlüğü	Numune Kabul Tarihi	:	25.12.2017
Müşterinin Adı Adresi	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü (Kayseri) Jeoteknik Hiz. ve YAS Şube Müdürlüğü	Deney Başlama Tarihi		25.12.2017
Ait Olduğu Proje	:	Yozgat Yerköy İnandık Barajı	Deney Bitiş Tarihi	:	22.01.2018
Numune Tarifi	:	11 Adet Tuvenan Agrega Numunesi		:	

• EAÇ-10 AGREGA ELEK ANALİZİ SONUÇLARI
AGREGA TOPLAMALI ELEKTEN GEÇEN %

Elek Göz Açıklığı	... EAÇ-10 Tuvenan			Kum-EAÇ-10...			...İnce Çakıl EAÇ-10			...İri Çakıl EAÇ-10		
	İnce Agrega FM►		3,23	İnce Agrega FM►		3,23	İnce Agrega FM►		0,00	İnce Agrega FM►		0,00
	EAÇ-10 Tuvenan	-	Tuvenan	-	um-EAÇ-	Tuvenan	nce Çakıl EAÇ-10	-	Tuvenan	İri Çakıl EAÇ-10	-	Tuvenan
5 " (125,0)	100,00	100,00	100,00		100,00		100,00		100,00	100,00		100,00
4 " (101,6)	100,00	100,00	100,00		100,00		100,00		100,00	100,00		100,00
3" (76,2)	100,00	100,00	100,00		100,00		100,00		100,00	100,00		100,00
2 1/2 " (63,5)	90,91	100,00	94,67		100,00		100,00		100,00	82,22		82,22
2 " (50,8)	84,28	100,00	90,79		100,00		100,00		100,00	69,26		69,26
1 1/2 " (38,1)	77,08	100,00	86,57		100,00		100,00		100,00	55,19		55,19
1 1/4 " (31,5)	70,08	100,00	82,46		100,00		100,00		100,00	41,48		41,48
1 " (25,4)	62,31	100,00	77,91		100,00		100,00		100,00	26,30		26,30
3/4 " (19,01)	48,86	100,00	70,03		100,00		100,00		100,00	0,00		0,00
1/2 " (12,54)	35,98	100,00	62,49		100,00		73,64		73,64	0,00		0,00
3/8 " (9,52)	27,08	100,00	57,27		100,00		55,43		55,43	0,00		0,00
#4 (4,76)	0,00	100,00	41,40		100,00		0,00		0,00	0,00		0,00
#8 (2,36)	0,00	78,94	32,68		78,94		0,00			0,00		
#16 (1,18)	0,00	52,49	21,73		52,49		0,00			0,00		
#30 (0,59)	0,00	29,76	12,32		29,76		0,00			0,00		
#50 (0,295)	0,00	12,03	4,98		12,03		0,00			0,00		
#100 (0,149)	0,00	3,67	1,52		3,67		0,00			0,00		
#200 (0,075)	0,00	0,00	0,00		0,00		0,00			0,00		
Pan (0,0)	0,00	0,00	0,00		0,00		0,00			0,00		

FM: İnce agreganın (kum'un) İncelik modülüdür.



Deney Sorumlusu **Murat TANYERİ** Jeoloji Mühendisi Beton Lab. Mühendisi	Onaylayan **Cem TOK** Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürü V.

Notlar:
1) Deneyler, talep sahibi tarafından laboratuvarımıza teslim edilen deney numuneleri üzerinde gerçekleştirilmiştir.
2) (*) işaretli olan deney/deneyler, akredite olunan deneyi/deneyleri göstermektedir. Ölçüm belirsizliği, deney süresindeki belirsizlikleri kapsamaktadır ve % 95 (k=2) güven aralığında hesaplanmıştır.
3) Bu rapor Lab No 17-1742 ile bir bütündür.
4) Deney tekrarı istenmesi halinde laboratuvarımızda numune kalmamıştır. □ / Şahit numune .... süre sonunda imha edilecektir.

Bu rapor, laboratuvarın yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. Elektronik imzalı olanlar hariç, imzasız ve mührüsüz raporlar geçersizdir.
This report shall not be reproduced other than in full except with the permission of the laboratory. Unless electronically signed, testing reports without signature and seal are not valid.

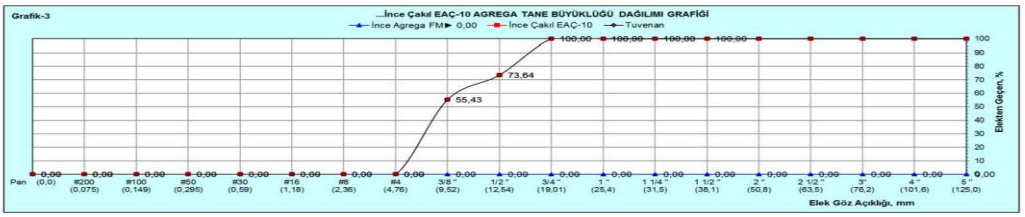
Sayfa 24 / 28 *Page*	**DSİ Genel Müdürlüğü Laboratuvarları** **DSİ 12. Bölge Müdürlüğü** **Kalite Kontrol Ve Laboratuvar Şube Müdürlüğü** Osman Kavuncu Cad. Kocasinan/KAYSERİ Tel : 0 352 336 28 50 Faks: 0 352 336 28 57 E-posta: dsi12@dsi.gov.tr Elektronik Ağ: www.dsi.gov.tr	AB-0010-T 17-1742 01-18

Numuneyi Gönderen	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü (Kayseri) Jeoteknik Hiz. ve YAS Şube Müdürlüğü	Numune Kabul Tarihi	:	25.12.2017
Müşterinin Adı Adresi	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü (Kayseri) Jeoteknik Hiz. ve YAS Şube Müdürlüğü	Deney Başlama Tarihi		25.12.2017
Ait Olduğu Proje	:	Yozgat Yerköy İnandık Barajı	Deney Bitiş Tarihi	:	22.01.2018
Numune Tarifi	:	11 Adet Tuvenan Agrega Numunesi		:	

Grafik-2



Grafik-3



Grafik-4



Deney Sorumlusu **Murat TANYERİ** Jeoloji Mühendisi Beton Lab. Mühendisi	Onaylayan **Cem TOK** Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürü V.

Notlar:
1) Deneyler, talep sahibi tarafından laboratuvarımıza teslim edilen deney numuneleri üzerinde gerçekleştirilmiştir.
2) (*) işaretli olan deney/deneyler, akredite olunan deneyi/deneyleri göstermektedir. Ölçüm belirsizliği, deney süresindeki belirsizlikleri kapsamaktadır ve % 95 (k=2) güven aralığında hesaplanmıştır.
3) Bu rapor Lab No 17-1742 ile bir bütündür.
4) Deney tekrarı istenmesi halinde laboratuvarımızda numune kalmamıştır. □ / Şahit numune .... süre sonunda imha edilecektir.

Bu rapor, laboratuvarın yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. Elektronik imzalı olanlar hariç, imzasız ve mühürsüz raporlar geçersizdir.
This report shall not be reproduced other than in full except with the permission of the laboratory. Unless electronically signed, testing reports without signature and seal are not valid.

DSİ Genel Müdürlüğü Laboratuvarları
DSİ 12. Bölge Müdürlüğü
Kalite Kontrol Ve Laboratuvar Şube Müdürlüğü
Osman Kavuncu Cad. Kocasinan/KAYSERİ
Tel : 0 352 336 28 50 Faks: 0 352 336 28 57
E-posta: dsi12@dsi.gov.tr Elektronik Ağ: www.dsi.gov.tr

AB-0010-T
17-1742
01-18

Numuneyi Gönderen	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü (Kayseri) Jeoteknik Hiz. ve YAS Şube Müdürlüğü	Numune Kabul Tarihi	:	25.12.2017
Müşterinin Adı Adresi	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü (Kayseri) Jeoteknik Hiz. ve YAS Şube Müdürlüğü	Deney Başlama Tarihi		25.12.2017
Ait Olduğu Proje	:	Yozgat Yerköy İnandık Barajı	Deney Bitiş Tarihi	:	22.01.2018
Numune Tarifi	:	11 Adet Tuvenan Agrega Numunesi		:	

• EAÇ-11 AGREGA ELEK ANALİZİ SONUÇLARI

AGREGA TOPLAMALI ELEKTEN GEÇEN %

Elek Göz Açıklığı	... EAÇ-11 Tuvenan			Kum-EAÇ-11...			...İnce Çakıl EAÇ-11			...İri Çakıl EAÇ-11		
	İnce Agrega FM►		2,64	İnce Agrega FM►		2,64	İnce Agrega FM►		0,00	İnce Agrega FM►		0,00
	EAÇ-11 Tuvenan	-	Tuvenan	-	um-EAÇ-	Tuvenan	nce Çakıl EAÇ-11	-	Tuvenan	İri Çakıl EAÇ-11	-	Tuvenan
5" (125,0)	100,00	100,00	100,00		100,00		100,00		100,00	100,00		100,00
4" (101,6)	100,00	100,00	100,00		100,00		100,00		100,00	100,00		100,00
3" (76,2)	94,87	100,00	96,93		100,00		100,00		100,00	100,00		100,00
2 1/2" (63,5)	91,91	100,00	95,17		100,00		100,00		100,00	91,01		91,01
2" (50,8)	81,96	100,00	89,22		100,00		100,00		100,00	85,83		85,83
1 1/2" (38,1)	71,70	100,00	83,09		100,00		100,00		100,00	68,39		68,39
1 1/4" (31,5)	60,81	100,00	76,58		100,00		100,00		100,00	50,41		50,41
1" (25,4)	53,19	100,00	72,03		100,00		100,00		100,00	31,34		31,34
3/4" (19,01)	42,92	100,00	65,89		100,00		100,00		100,00	17,98		17,98
1/2" (12,54)	29,24	100,00	57,71		100,00		68,12		68,12	0,00		0,00
3/8" (9,52)	20,37	100,00	52,42		100,00		47,46		47,46	0,00		0,00
#4 (4,76)	0,00	100,00	40,24		100,00		0,00		0,00	0,00		0,00
#8 (2,36)	0,00	82,26	33,10		82,26		0,00			0,00		
#16 (1,18)	0,00	64,06	25,78		64,06		0,00			0,00		
#30 (0,59)	0,00	47,36	19,06		47,36		0,00			0,00		
#50 (0,295)	0,00	30,52	12,28		30,52		0,00			0,00		
#100 (0,149)	0,00	12,07	4,86		12,07		0,00			0,00		
#200 (0,075)	0,00	0,00	0,00		0,00		0,00			0,00		
Pan (0,0)	0,00	0,00	0,00		0,00		0,00			0,00		

FM: İnce agreganın (kum'un) İncelik modülüdür.



Deney Sorumlusu **Murat TANYERİ** Jeoloji Mühendisi Beton Lab. Mühendisi	Onaylayan **Cem TOK** Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürü V.

Notlar:
1) Deneyler, talep sahibi tarafından laboratuvarımıza teslim edilen deney numuneleri üzerinde gerçekleştirilmiştir.
2) (*) işaretli olan deney/deneyler, akredite olunan deneyi/deneyleri göstermektedir. Ölçüm belirsizliği, deney süresindeki belirsizlikleri kapsamaktadır ve % 95 (k=2) güven aralığında hesaplanmıştır.
3) Bu rapor Lab No 17-1742 ile bir bütündür.
4) Deney tekrarı istenmesi halinde laboratuvarımızda numune kalmamıştır. □ / Şahit numune .... süre sonunda imha edilecektir.

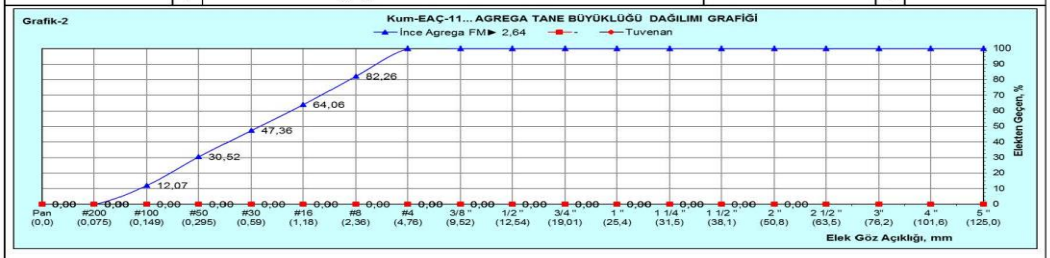
Bu rapor, laboratuvarın yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. Elektronik imzalı olanlar hariç, imzasız ve mühürsüz raporlar geçersizdir.
This report shall not be reproduced other than in full except with the permission of the laboratory. Unless electronically signed, testing reports without signature and seal are not valid.

DSİ Genel Müdürlüğü Laboratuvarları
DSİ 12. Bölge Müdürlüğü
Kalite Kontrol Ve Laboratuvar Şube Müdürlüğü
Osman Kavuncu Cad. Kocasinan/KAYSERİ
Tel : 0 352 336 28 50 Faks: 0 352 336 28 57
E-posta: dsi12@dsi.gov.tr Elektronik Ağ: www.dsi.gov.tr

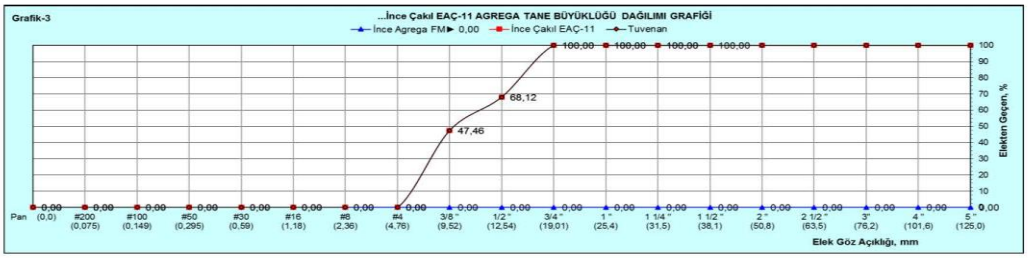
AB-0010-T
17-1742
01-18

Numuneyi Gönderen	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü (Kayseri) Jeoteknik Hiz. ve YAS Şube Müdürlüğü	Numune Kabul Tarihi	:	25.12.2017
Müşterinin Adı Adresi	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü (Kayseri) Jeoteknik Hiz. ve YAS Şube Müdürlüğü	Deney Başlama Tarihi		25.12.2017
Ait Olduğu Proje	:	Yozgat Yerköy İnandık Barajı	Deney Bitiş Tarihi	:	22.01.2018
Numune Tarifi	:	11 Adet Tuvenan Agrega Numunesi		:	

Grafik-2



Grafik-3



Grafik-4



Deney Sorumlusu **Murat TANYERİ** Jeoloji Mühendisi Beton Lab. Mühendisi	Onaylayan **Cem TOK** Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürü V.

Notlar:
1) Deneyler, talep sahibi tarafından laboratuvarımıza teslim edilen deney numuneleri üzerinde gerçekleştirilmiştir.
2) (*) işaretli olan deney/deneyler, akredite olunan deneyi/deneyleri göstermektedir. Ölçüm belirsizliği, deney süresindeki belirsizlikleri kapsamaktadır ve % 95 (k=2) güven aralığında hesaplanmıştır.
3) Bu rapor Lab No 17-1742 ile bir bütündür.
4) Deney tekrarı istenmesi halinde laboratuvarımızda numune kalmamıştır. □ / Şahit numune .... süre sonunda imha edilecektir.

Bu rapor, laboratuvarın yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. Elektronik imzalı olanlar hariç, imzasız ve mühürsüz raporlar geçersizdir.
This report shall not be reproduced other than in full except with the permission of the laboratory. Unless electronically signed, testing reports without signature and seal are not valid.

Sayfa 27 / 28 *Page*	**DSİ Genel Müdürlüğü Laboratuvarları** **DSİ 12. Bölge Müdürlüğü** **Kalite Kontrol Ve Laboratuvar Şube Müdürlüğü** Osman Kavuncu Cad. Kocasinan/KAYSERİ Tel : 0 352 336 28 50 Faks: 0 352 336 28 57 E-posta: dsi12@dsi.gov.tr Elektronik Ağ: www.dsi.gov.tr	AB-0010-T 17-1742 01-18

Numuneyi Gönderen	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü (Kayseri) Jeoteknik Hiz. ve YAS Şube Müdürlüğü	Numune Kabul Tarihi	:	25.12.2017
Müşterinin Adı Adresi	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü (Kayseri) Jeoteknik Hiz. ve YAS Şube Müdürlüğü	Deney Başlama Tarihi		25.12.2017
Ait Olduğu Proje	:	Yozgat Yerköy İnandık Barajı	Deney Bitiş Tarihi	:	22.01.2018
Numune Tarifi	:	11 Adet Tuvenan Agrega Numunesi		:	





Deney Sorumlusu **Murat TANYERİ** Jeoloji Mühendisi Beton Lab. Mühendisi	Onaylayan **Cem TOK** Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürü V.

Notlar:
1) Deneyler, talep sahibi tarafından laboratuvarımıza teslim edilen deney numuneleri üzerinde gerçekleştirilmiştir.
2) (*) işaretli olan deney/deneyler, akredite olunan deneyi/deneyleri göstermektedir. Ölçüm belirsizliği, deney süresindeki belirsizlikleri kapsamaktadır ve % 95 (k=2) güven aralığında hesaplanmıştır.
3) Bu rapor Lab No 17-1742 ile bir bütündür.
4) Deney tekrarı istenmesi halinde laboratuvarımızda numune kalmamıştır. □ / Şahit numune …. süre sonunda imha edilecektir.

Bu rapor, laboratuvarın yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. Elektronik imzalı olanlar hariç, imzasız ve mühürsüz raporlar geçersizdir.
This report shall not be reproduced other than in full except with the permission of the laboratory. Unless electronically signed, testing reports without signature and seal are not valid.

Sayfa 28 / 28 *Page*	**DSİ Genel Müdürlüğü Laboratuvarları** **DSİ 12. Bölge Müdürlüğü** **Kalite Kontrol Ve Laboratuvar Şube Müdürlüğü** Osman Kavuncu Cad. Kocasinan/KAYSERİ Tel : 0 352 336 28 50 Faks: 0 352 336 28 57 E-posta: dsi12@dsi.gov.tr Elektronik Ağ: www.dsi.gov.tr	AB-0010-T 17-1742 01-18

Numuneyi Gönderen	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü (Kayseri) Jeoteknik Hiz. ve YAS Şube Müdürlüğü	Numune Kabul Tarihi	:	25.12.2017
Müşterinin Adı Adresi	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü (Kayseri) Jeoteknik Hiz. ve YAS Şube Müdürlüğü	Deney Başlama Tarihi		25.12.2017
Ait Olduğu Proje	:	Yozgat Yerköy İnandık Barajı	Deney Bitiş Tarihi	:	22.01.2018
Numune Tarifi	:	11 Adet Tuvenan Agrega Numunesi		:	





Deney Sorumlusu **Murat TANYERİ** Jeoloji Mühendisi Beton Lab. Mühendisi	Onaylayan **Cem TOK** Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürü V.

Notlar:
1) Deneyler, talep sahibi tarafından laboratuvarımıza teslim edilen deney numuneleri üzerinde gerçekleştirilmiştir.
2) (*) işaretli olan deney/deneyler, akredite olunan deneyi/deneyleri göstermektedir. Ölçüm belirsizliği, deney süresindeki belirsizlikleri kapsamaktadır ve % 95 (k=2) güven aralığında hesaplanmıştır.
3) Bu rapor Lab No 17-1742 ile bir bütündür.
4) Deney tekrarı istenmesi halinde laboratuvarımızda numune kalmamıştır. □ / Şahit numune …. süre sonunda imha edilecektir.

Bu rapor, laboratuvarın yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. Elektronik imzalı olanlar hariç, imzasız ve mühürsüz raporlar geçersizdir.
This report shall not be reproduced other than in full except with the permission of the laboratory. Unless electronically signed, testing reports without signature and seal are not valid.

EK-5. EAÇ Çukur Fotoğrafları

EAÇ-1



EAÇ-2



EAÇ-3





EAÇ-4



EAÇ-5



EAÇ-6





EAÇ-7



EAÇ-8



EAÇ-9



EAÇ-10

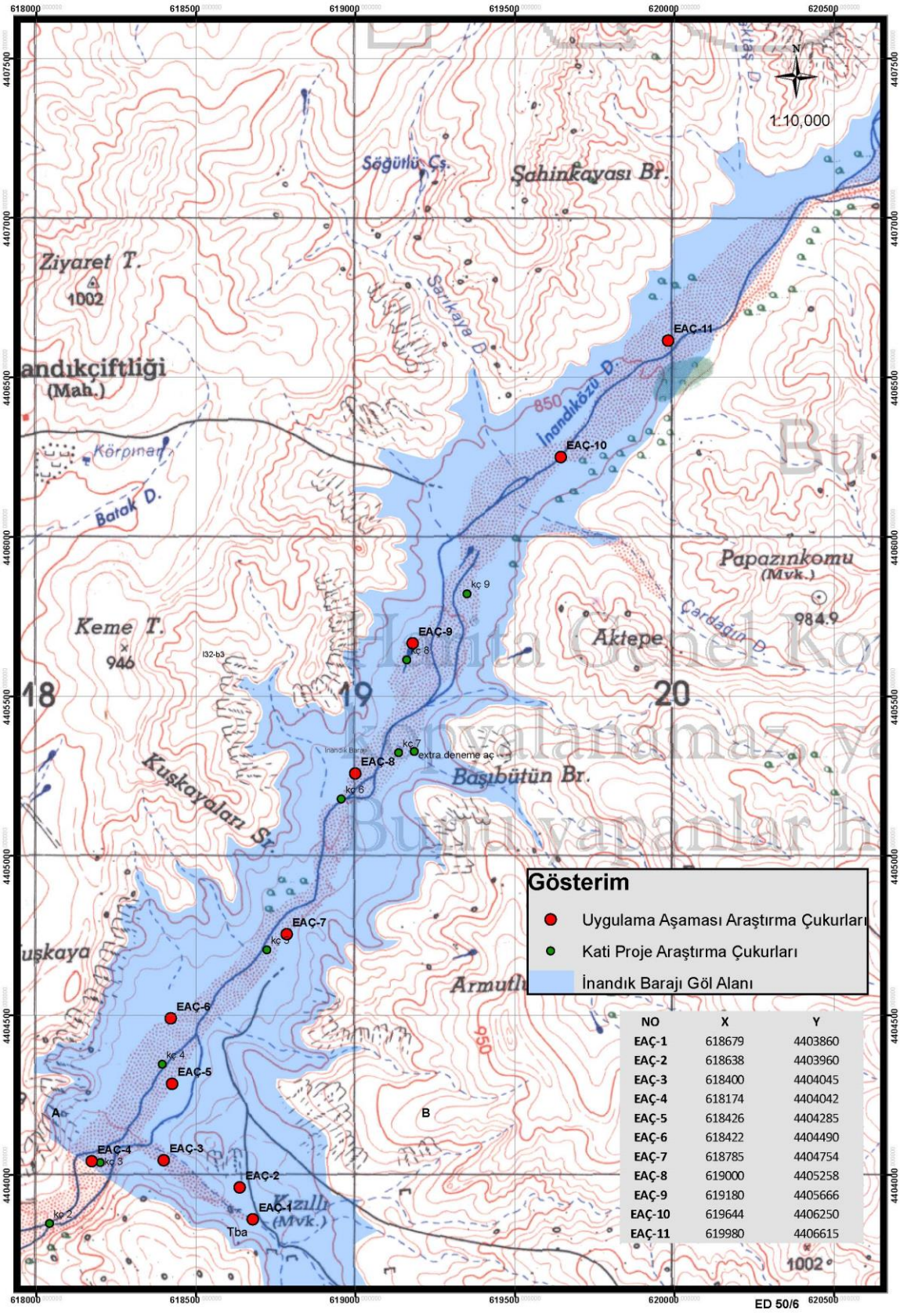


EAÇ-11





EK-6. Baraj Rezervuarı ve Araştırma Çukurlarını Gösterir Harita



EK-7. İAÇ Laboratuvar Deney Talep Formu

DSİ LABORATUVARLARI

DENEY TALEP FORMU

Laboratuvar No[1] | Sayfa 1 / 1

MÜŞTERİ BİLGİLERİ

1- DSİ İçi Talepler

Daire Başkanlığı / Bölge Müdürlüğü	**DSİ 12. BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ**		*Deneyler ücrete tabidir[4].* ☐ *Deneyler ücrete tabi değildir.** ☑
Şube Müdürlüğü	JEOTEKNİK HİZMETLER VE YAS ŞUBE MÜD.		
Proje Adı	YOZGAT-YERKÖY İNANDIK BARAJI KİL SAHASI		*İnadık Barajı geçirimsiz gereç sahasından kontrol amaçlı alınan örneklere ait deney talebidir.*
Numune Bilgileri	3 adet zemin numunesi		
EKAP Numarası (İhale Kayıt Numarası)			
İlgili Kişi	Emrah ERDEM	*Tel/Faks* *E-Posta*	

2- DSİ Dışı Talepler

Kurum / Firma / Gerçek Kişi(Ad Soyad)				Vergi Dairesi - No (Kişiler için TC Kimlik No)	
Proje Adı					
Numune Bilgileri					
İlgili Kişi		*Adres*		*Tel/Faks* *E-Posta*	

Talep Edilen Deneyler [2] — ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUVARI MÜHENDİSLİK DENEYLERİ

Num. No	Deney Kodu	Deney Adı	Deney Adedi	Deney Standardı[5]
	08-024	Kayma direncinin üç eksenli hücrede konsolidasyonsuz-drenajsız (UU tipi) tayini	3	TS 1900-2:2006 Deney 4
	* 08-009	Tane büyüklüğü dağılımının belirlenmesi	3	TS EN ISO/TS 17892-4
	08-003	Laboratuvar deneylerine göre zemin sınıflaması	3	TS 1500
	* 08-006	Likit limitin çarpmalı cihaz ile tayini (tek nokta yöntemi ile ölçüm)	3	TS 1900-1 Deney 2 (C)
	* 08-007	Plastik limitin tayini ve plastisite İndisinin bulunması	3	TS 1900-1 Deney 3
	08-034	Düşen seviyeli geçirgenlik deneyi	3	TS 1900-2 / T1 Deney 9
	* 08-013	Tane Yoğunluğunun belirlenmesi	3	TS EN ISO 17892-3
	* 08-016	Zeminde kuru birim hacim ağırlık-su içeriği bağıntısının 2,5kg'lık tokmakla elde edilmesi (standart enerji)	3	TS 1900-1:2006 Deney 7
	08-032	Şişme basıncının tayini deneyi	3	TS 1900-2 / T1 Deney 8.2
	08-031	Şişme yüzdesinin tayini	3	TS 1900-2 / T1 Deney 8.1
	08-030	Dağılma deneyi	3	TS 1900-2 / T1 Deney 7.2
	08-029	İğne deliği deneyi	3	TS 1900-2 / T1 Deney 7.1

Bu bölüme istenildiği kadar satır ilave edilebilir.

Başvuru

Yukarıda belirtmiş olduğum deneylerin laboratuvarınızda yapılmasını arz ederim. *Talep Sahibi [3]*

Talep Tarihi: *Emrah ERDEM*

Deney başvurunuz ile ilgili ayrıca belirtmek istediğiniz konular varsa buraya yazabilirsiniz.

Açıklamalar:

- Deneylerin gerçekleştirilmesinde DSİ Laboratuvarları Deney Birim Fiyat Listesinin sonunda bulunan "Deney Taleplerinde İzlenecek Yol" bölümünde anlatıldığı şekilde işlemler gerçekleştirilir.

- DSİ Dışı Kişi/Kurumlarca gerçekleştirilecek olan Deney Taleplerinde bu formun doldurulmasından sonra, ilgili laboratuvar tarafından düzenlenecek olan "Protokol" ve "Deney Bedeli Tahakkuk Fişi" sonrasında deney faaliyetine başlanabilecektir.

[1]: Bu bölüm başvurunun iletildiği laboratuvar tarafından doldurulacaktır.

[2]: Bu bölümün doldurulmasında www.dsi.gov.tr/Birimfiyatlar altında bulunan DSİ Laboratuvarları Deney Birim Fiyat Listesi kitapçığını kullanabilirsiniz.

[3]: DSİ İçi talepler Elektronik Doküman Yönetim Sistemi üzerinde iletilen taleplerde ayrıca talep sahibinin ıslak imzası aranmaz.

[4]: Deneyler ücrete tabidir kısmı işaretlendiğinde DSİ Dışı Talepler bölümü doldurulacaktır.

[5]: Bu bölümde, talep edilen deney için uygulanabilir tüm deney standartları değil sadece talep edilen deney standardı belirtilecektir.

F 0 16 00 55 Rev 03/Eylül 2014

EK-8. İAÇ Laboratuvar Deney Sonuçları

DSİ Genel Müdürlüğü
Laboratuvarları
DSİ 12. Bölge Müdürlüğü
Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürlüğü
Osman Kavuncu Caddesi Kocasinan /KAYSERİ
Tel : 0 (352) 336 28 50 Faks : 0(352) 336 28 57
E-posta: dsi12@dsi.gov.tr Elektronik Ağ: www.dsi.gov.tr

Deney Raporu
Test Report

AB-0010-T
18-1338
12-18

Müşterinin Adı /Adresi *Customer Name /Adress*	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü Jeoteknik Hizmetler ve YAS Şube Müdürlüğü
Numuneyi Gönderen *Sample posted by*	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü Jeoteknik Hizmetler ve YAS Şube Müdürlüğü
İstek Numarası *Order No.*	:	27.07.2018 tarih ve 529958 sayılı yazı
Numunenin Adı ve Tarifi *Name and identity of test item*	:	3 (Üç) adet örselenmiş zemin numunesi ☐ Mühürlü ■ Mühürsüz
Numunenin Kabul Tarihi *The date of receipt of test item*	:	27.07.2018
Açıklamalar *Remarks*	:	Bu Rapor 'Yozgat Yerköy İnandık Barajı İnşaatı Yapım İşi' projesi göl alanından alınan 3 (Üç) adet örselenmiş zemin numuneleri üzerinde gerçekleştirilen zemin mekaniği deney sonuçlarını içermektedir.
Deneyin Yapıldığı Tarih *Date of test*	:	27.07.2018 – 12.12.2018
Raporun Sayfa Sayısı *Number of pages of the Report*	:	26

Türk Akreditasyon Kurumu(TÜRKAK) deney raporlarının tanınması konusunda Avrupa Akreditasyon Birliği(EA) ve Uluslararası Laboratuvar Akreditasyon Birliği(ILAC) ile karşılıklı tanınma antlaşmasını imzalamıştır.

The Turkish Accreditation Acency(TURKAK) is signatory to the multilateral agreements of the European co-operation for the Accreditation (EA) and of the International Laboratory Accreditation(ILAC) for the Mutual recognition of test reports.

Deney ve /veya ölçüm sonuçları, genişletilmiş ölçüm belirsizlikleri (olması halinde) ve deney metotları bu sertifikanın tamamlayıcı kısmı olan takip eden sayfalarda verilmiştir.

The test and/or measurement results, the uncertainties (if applicable) with confidence probability and test methods are given on the following pages which are part of this report.

Mühür *Seal*	**Tarih** *Date*	**Deney Sorumlusu** *Person in Charge of Test*	**Onaylayan** *Head of Testing Laboratory*
	12.12.2018	**Yusuf ÖZEREN** Hidrojeoloji Mühendisi	**Aslı ERDOĞAN MENEKŞE** Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürü

Bu rapor, laboratuvarın yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. Elektronik imzalı olanlar hariç, imzasız ve mühürsüz raporlar geçersizdir.
This report shall not be reproduced other than in full except with the permission of the laboratory. Unless electronically signed, testing reports without signature and seal are not valid.

DSİ Genel Müdürlüğü Laboratuvarları
DSİ 12. Bölge Müdürlüğü
Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürlüğü
Osman Kavuncu Caddesi Kocasinan /KAYSERİ
Tel : 0 (352) 336 28 50 Faks: 0 (352) 336 28 57
E-posta: dsi12@dsi.gov.tr Elektronik Ağ: www.dsi.gov.tr

AB-0010-T
18-1338
12-18

Numuneyi Gönderen	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü Jeoteknik Hizmetler ve YAS Şube Müdürlüğü	Numune Kabul Tarihi	:	27.07.2017
Müşterinin Adı Adresi	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü Jeoteknik Hizmetler ve YAS Şube Müdürlüğü	Deney Başlama Tarihi	:	27.07.2017
Ait Olduğu Proje	:	Yozgat Yerköy İnandık Barajı İnşaatı	Deney Bitiş Tarihi	:	12.12.2018
Numune Tarifi	:	3 (Üç) adet örselenmiş zemin numunesi			

NOTLAR:

1. Numunelerin hazırlanması **TS 1900-1**'e göre yapılmıştır.

2. Fiziksel Deneyler:

2.1. Dane çapı dağılımının bulunması (Yıkamalı eleme yöntemi) deneyi **TS EN ISO/TS 17892-4**'e göre yapılmıştır.

- *Moloz (taş) – çakıl sınırı 3'' (75mm) elek, çakıl – kum sınırı No 4 (4,75mm) elek ve kum – ince sınırı No 200 (0,075mm) olarak alınmıştır.*

2.2. Likit limitin çarpmalı cihaz ile tayini (Tek nokta yöntemi ile ölçüm) **TS 1900-1:Mart 2006 Deney 2 (C)** 'ye göre yapılmıştır.

2.3. Plastik limitin tayini ve Plastisite İndisinin bulunması **TS 1900-1 Deney 3**'e göre yapılmıştır.

2.4. Tane yoğunluğunun belirlenmesi deneyleri **TS EN ISO 17892-3** 'e göre yapılmıştır.

2.5. Laboratuvar deneylerine göre zemin sınıflaması **TS 1500**'e göre yapılmıştır.

2.6. Zeminde kuru birim hacim ağırlık-su içeriği bağıntısının 2,5 kg lık tokmakla elde edilmesi (Standart enerji) deneyi **TS 1900-1:2006 (5.2.1 Deney 7)**'ye göre yapılmıştır.

- *Elek analizi sonuçlarına göre YAÇ-1 numunesi için **Metot** A uygulanmıştır.*

3. Mekanik Deneyleri :

3.1. Dispersibilite deneyleri **TS 1900-2: 2006 / T1: 2007 (5.7.1 İğne Deliği Deneyi)**'ne göre yapılmıştır.

3.2. Dispersibilite deneyleri **TS 1900-2: 2006 / T1: 2007 (5.7.2 Dağılma Deliği Deneyi)**'ne göre yapılmıştır.

3.3. Düşen seviyeli geçirgenlik deneyi **TS 1900-2: 2006 / T1: 2007 (5.9 Deney 9)**'a göre yapılmıştır.

Deney Sorumlusu	Onaylayan
Yusuf ÖZEREN	**Aslı ERDOĞAN MENEKŞE**
Hidrojeoloji Mühendisi	Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürü

Notlar:
1) Deneyler, talep sahibi tarafından laboratuvarımıza teslim edilen deney numuneleri üzerinde gerçekleştirilmiştir.
2) Bu rapor Lab No **18-1338** ile bir bütündür.
3) Deney tekrarı istenmesi halinde laboratuvarımızda numune kalmamıştır. □ / Şahit numune .... süre sonunda imha edilecektir. □

Bu rapor, laboratuvarın yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. Elektronik imzalı olanlar hariç, imzasız ve mühürsüz raporlar geçersizdir.
This report shall not be reproduced other than in full except with the permission of the laboratory. Unless electronically signed, testing reports without signature and seal are not valid.

Numuneyi Gönderen	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü Jeoteknik Hizmetler ve YAS Şube Müdürlüğü	Numune Kabul Tarihi	:	27.07.2017
Müşterinin Adı Adresi	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü Jeoteknik Hizmetler ve YAS Şube Müdürlüğü	Deney Başlama Tarihi	:	27.07.2017
Ait Olduğu Proje	:	Yozgat Yerköy İnandık Barajı İnşaatı	Deney Bitiş Tarihi	:	12.12.2018
Numune Tarifi	:	3 (Üç) adet örselenmiş zemin numunesi			

3.4. Kayma direncinin üç eksenli hücrede konsolidasyonsuz - drenajsız (UU tipi) tayini Deneyleri **TS 1900-2**'ye göre yapılmıştır.

3.5. Şişme deneyleri **TS 1900-2: 2006 / T1: 2007 (5.8.1 Şişme Yüzdesi Deneyi)**'ne göre yapılmıştır

3.6. Şişme deneyleri **TS 1900-2: 2006 / T1: 2007 (5.8.2 Şişme Basıncı Deneyi)**'ne göre yapılmıştır

Deney tekrarı istenmesi halinde laboratuvarımızda numune kalmamıştır.

Deney Sorumlusu **Yusuf ÖZEREN** Hidrojeoloji Mühendisi	Onaylayan **Aslı ERDOĞAN MENEKŞE** Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürü

Notlar:
1) Deneyler, talep sahibi tarafından laboratuvarımıza teslim edilen deney numuneleri üzerinde gerçekleştirilmiştir.
2) Bu rapor Lab No **18-1338** ile bir bütündür.
3) Deney tekrarı istenmesi halinde laboratuvarımızda numune kalmamıştır. □ / Şahit numune .... süre sonunda imha edilecektir. □

Bu rapor, laboratuvarın yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. Elektronik imzalı olanlar hariç, imzasız ve mühürsüz raporlar geçersizdir.
This report shall not be reproduced other than in full except with the permission of the laboratory. Unless electronically signed, testing reports without signature and seal are not valid.

DSİ Genel Müdürlüğü Laboratuvarları
DSİ 12. Bölge Müdürlüğü
Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürlüğü
Osman Kavuncu Caddesi Kocasinan /KAYSERİ
Tel : 0 (352) 336 28 50 Faks: 0 (352) 336 28 57
E-posta: dsi12@dsi.gov.tr Elektronik Ağ: www.dsi.gov.tr

AB-0010-T
18-1338
12-18

Numuneyi Gönderen	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü Jeoteknik Hizmetler ve YAS Şube Müdürlüğü	Numune Kabul Tarihi	:	27.07.2017
Müşterinin Adı Adresi	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü Jeoteknik Hizmetler ve YAS Şube Müdürlüğü	Deney Başlama Tarihi	:	27.07.2017
Ait Olduğu Proje	:	Yozgat Yerköy İnandık Barajı İnşaatı	Deney Bitiş Tarihi	:	12.12.2018
Numune Tarifi	:	3 (Üç) adet örselenmiş zemin numunesi			

FİZİKSEL DENEY ÖZETLERİ

1	2	3						4			5	6	7	
SIRA NO	NUMUNE NO	DANE DAĞILIMI (*)						KIVAM LİMİTLERİ (*)			BAĞIL YOĞUNLUK (*)	ZEMİN SINIFI	SIKIŞTIRMA DENEYİ (*)	
		0,063 mm	0,075 mm	2,00 mm	4,75 mm	63 mm	75 mm	LL (Tek Nokta)	PL	PI	Gs		(Standart Proktor)	
													γkmak	Wopt
		Geçen %	Geçen %	Geçen %	Geçen %	Geçen %	Geçen %	%	%	%			kN/m3	%
1	İAÇ - 01	52,3	52,8	66,2	70,6	100,0	100	54,3 ± 0,5	25,4 ± 0,2	28,9 ± 0,5	2,62	CH ÇAKILLI YAĞLI KİL VE AZ KUM	15,28 ± 0,09	24,3 ± 0,40
2	İAÇ - 02	79,1	79,6	89,1	90,3	100,0	100	60,0 ± 0,5	29,3 ± 0,3	30,7 ± 0,5	2,71	CH YAĞLI KİL VE AZ KUM	13,82 ± 0,08	30,9 ± 0,40
3	İAÇ - 03	68,7	69,3	90,3	93,9	100,0	100	50,5 ± 0,5	26,9 ± 0,2	23,6 ± 0,5	2,72	CH KUMLU YAĞLI KİL	14,85 ± 0,08	25,9 ± 0,40

Deney Sorumlusu	Onaylayan
Yusuf ÖZEREN	**Aslı ERDOĞAN MENEKŞE**
Hidrojeoloji Mühendisi	Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürü

Notlar:
1) Deneyler, talep sahibi tarafından laboratuvarımıza teslim edilen deney numuneleri üzerinde gerçekleştirilmiştir.
2) Bu rapor Lab No **18-1338** ile bir bütündür.
3) Deney tekrarı istenmesi halinde laboratuvarımızda numune kalmamıştır. □ / Şahit numune .... süre sonunda imha edilecektir. □

Bu rapor, laboratuvarın yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. Elektronik imzalı olanlar hariç, imzasız ve mührsüz raporlar geçersizdir.
This report shall not be reproduced other than in full except with the permission of the laboratory. Unless electronically signed, testing reports without signature and seal are not valid.

DSİ Genel Müdürlüğü Laboratuvarları
DSİ 12. Bölge Müdürlüğü
Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürlüğü
Osman Kavuncu Caddesi Kocasinan /KAYSERİ
Tel : 0 (352) 336 28 50 Faks: 0 (352) 336 28 57
E-posta: dsi12@dsi.gov.tr Elektronik Ağ: www.dsi.gov.tr

AB-0010-T
18-1338
12-18

Numuneyi Gönderen	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü Jeoteknik Hizmetler ve YAS Şube Müdürlüğü	Numune Kabul Tarihi	:	27.07.2017
Müşterinin Adı Adresi	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü Jeoteknik Hizmetler ve YAS Şube Müdürlüğü	Deney Başlama Tarihi	:	27.07.2017
Ait Olduğu Proje	:	Yozgat Yerköy İnandık Barajı İnşaatı	Deney Bitiş Tarihi	:	12.12.2018
Numune Tarifi	:	3 (Üç) adet örselenmiş zemin numunesi			

MEKANİK DENEY ÖZETLERİ

1	2	3		4	5				6	
SIRA NO	NUMUNE NO	DİSPERSİBİLİTE DENEYLERİ		GEÇİRGENLİK DENEYLERİ	ŞİŞME DENEYLERİ				DAYANIM DENEYLERİ	
		İĞNE DELİĞİ DENEYİ (*)	DAĞILMA DENEYİ (*)	Düşen Seviyeli (*) k cm / s	BASINCI (*) kPa		YÜZDESİ (*) %		C kPa	ϕ °
1	İAÇ - 01	ND1 DİSPERSİF DEĞİL	REAKSİYON YOK 1 - DİSPERSİF DEĞİL	1,35E-08 ± 1,15E-09	36,2	± 3,9	6,08	± 0,84	111,0	5,8
2	İAÇ - 02	ND2 DİSPERSİF DEĞİL	REAKSİYON YOK 1 - DİSPERSİF DEĞİL	9,64E-09 ± 1,12E-09	69,8	± 3,9	12,76	± 0,84	103,1	6,0
3	İAÇ - 03	ND1 DİSPERSİF DEĞİL	REAKSİYON YOK 1 - DİSPERSİF DEĞİL	1,67E-08 ± 1,18E-09	56,8	± 3,9	6,95	± 0,84	123,4	5,6

Deney Sorumlusu **Yusuf ÖZEREN** Hidrojeoloji Mühendisi	Onaylayan **Aslı ERDOĞAN MENEKŞE** Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürü

Notlar:
1) Deneyler, talep sahibi tarafından laboratuvarımıza teslim edilen deney numuneleri üzerinde gerçekleştirilmiştir.
2) Bu rapor Lab No **18-1338** ile bir bütündür.
3) Deney tekrarı istenmesi halinde laboratuvarımızda numune kalmamıştır. □ / Şahit numune .... süre sonunda imha edilecektir. □

Bu rapor, laboratuvarın yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. Elektronik imzalı olanlar hariç, imzasız ve mühürsüz raporlar geçersizdir.
This report shall not be reproduced other than in full except with the permission of the laboratory. Unless electronically signed, testing reports without signature and seal are not valid.

DSİ Genel Müdürlüğü Laboratuvarları
DSİ 12. Bölge Müdürlüğü
Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürlüğü
Osman Kavuncu Caddesi Kocasinan /KAYSERİ
Tel : 0 (352) 336 28 50 Faks: 0 (352) 336 28 57
E-posta: dsi12@dsi.gov.tr Elektronik Ağ: www.dsi.gov.tr

AB-0010-T
18-1338
12-18

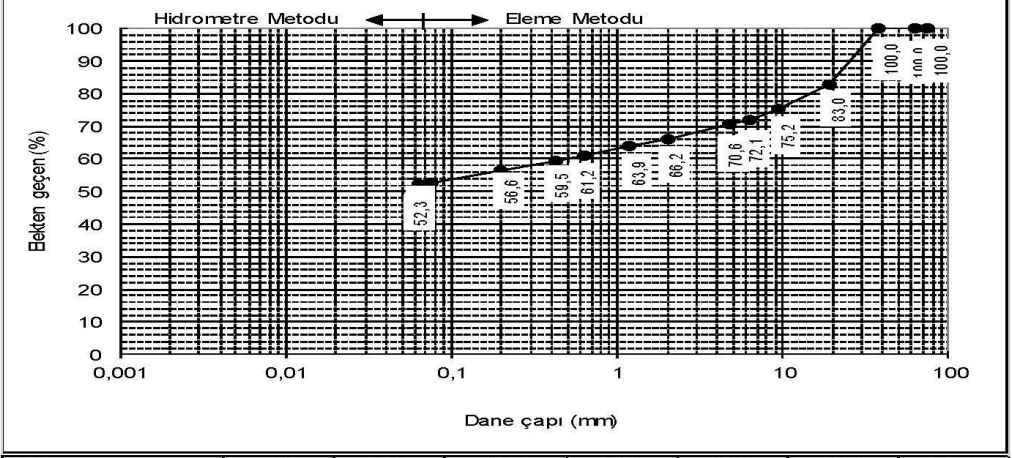
Numuneyi Gönderen	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü Jeoteknik Hizmetler ve YAS Şube Müdürlüğü	Numune Kabul Tarihi	:	27.07.2017
Müşterinin Adı Adresi	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü Jeoteknik Hizmetler ve YAS Şube Müdürlüğü	Deney Başlama Tarihi	:	27.07.2017
Ait Olduğu Proje	:	Yozgat Yerköy İnandık Barajı İnşaatı	Deney Bitiş Tarihi	:	12.12.2018
Numune Tarifi	:	3 (Üç) adet örselenmiş zemin numunesi			

TANE ÇAPI DAĞILIMI EĞRİSİ (*)

Numune no	İAÇ-1	Deney başlama tarihi	01.10.2018
Kuyu/sondaj no	-	Deney bitiş tarihi	04.10.2018
Deney standardı	TS EN ISO 17892-4		

D_{10} (mm)	-	Uniformluk katsayısı, $C_u = D_{60}/D_{10}$	-
D_{30} (mm)	-	Süreklilik katsayısı, $C_r = (D_{30}D_{30})/(D_{60}D_{10})$	-
D_{60} (mm)	-		

Moloz, (%)	0,0	Çakıl, (%)	29,4	Kum, (%)	17,8	İnce, (%)	52,8



Elek	3"	2,5"	1,5"	3/4"	3/8"	1/4"	No 4
Göz açıklığı, (mm)	75	63	38	19	9,5	6,30	4,75
Kalan, (%)	0,0	0,0	0,0	17,0	24,8	27,9	29,4
Toplam geçen, (%)	100,0	100,0	100,0	83,0	75,2	72,1	70,6

Elek	No 10	No 16	ISO	No 40	ISO	No 200	No 230
Göz açıklığı, (mm)	2	1,19	0,63	0,43	0,20	0,075	0,063
Kalan, (%)	33,8	36,1	38,8	40,5	43,4	47,2	47,7
Toplam geçen, (%)	66,2	63,9	61,2	59,5	56,6	52,8	52,3

Deney Sorumlusu	Onaylayan
Yusuf ÖZEREN	**Aslı ERDOĞAN MENEKŞE**
Hidrojeoloji Mühendisi	Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürü

Notlar:
1) Deneyler, talep sahibi tarafından laboratuvarımıza teslim edilen deney numuneleri üzerinde gerçekleştirilmiştir.
2) Bu rapor Lab No **18-1338** ile bir bütündür.
3) Deney tekrarı istenmesi halinde laboratuvarımızda numune kalmamıştır. □ / Şahit numune .... süre sonunda imha edilecektir. □

Bu rapor, laboratuvarın yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. Elektronik imzalı olanlar hariç, imzasız ve mührsüz raporlar geçersizdir.
This report shall not be reproduced other than in full except with the permission of the laboratory. Unless electronically signed, testing reports without signature and seal are not valid.

DSİ Genel Müdürlüğü Laboratuvarları
DSİ 12. Bölge Müdürlüğü
Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürlüğü
Osman Kavuncu Caddesi Kocasinan /KAYSERİ
Tel : 0 (352) 336 28 50 Faks: 0 (352) 336 28 57
E-posta: dsi12@dsi.gov.tr Elektronik Ağ: www.dsi.gov.tr

AB-0010-T
18-1338
12-18

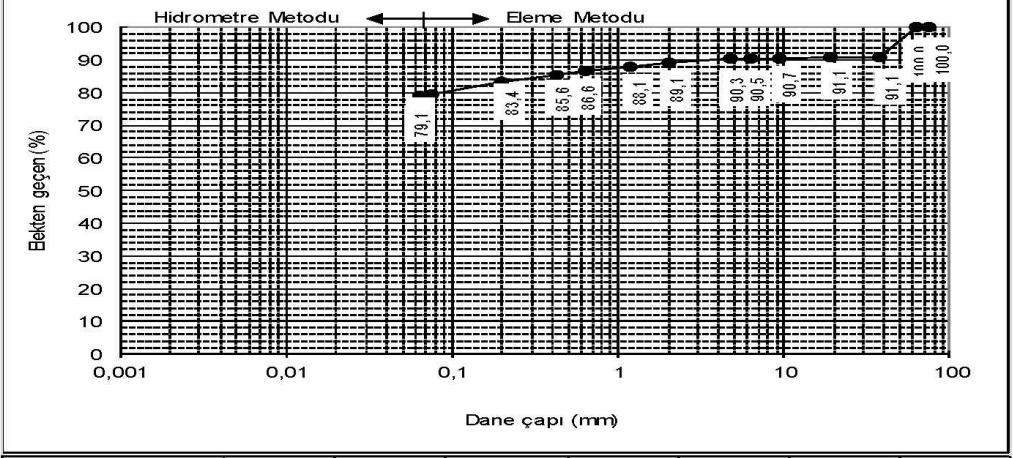
Numuneyi Gönderen	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü Jeoteknik Hizmetler ve YAS Şube Müdürlüğü	Numune Kabul Tarihi	:	27.07.2017
Müşterinin Adı Adresi	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü Jeoteknik Hizmetler ve YAS Şube Müdürlüğü	Deney Başlama Tarihi	:	27.07.2017
Ait Olduğu Proje	:	Yozgat Yerköy İnandık Barajı İnşaatı	Deney Bitiş Tarihi	:	12.12.2018
Numune Tarifi	:	3 (Üç) adet örselenmiş zemin numunesi			

TANE ÇAPI DAĞILIMI EĞRİSİ (*)

Numune no	İAÇ-02	Deney başlama tarihi	01.10.2018
Kuyu/sondaj no	-	Deney bitiş tarihi	04.10.2018
Deney standardı	TS EN ISO 17892-4		

D_{10} (mm)	-	Uniformluk katsayısı, $C_u = D_{60}/D_{10}$	-
D_{30} (mm)	-	Süreklilik katsayısı, $C_r = (D_{30}D_{30})/(D_{60}D_{10})$	-
D_{60} (mm)	-		

Moloz, (%)	0,0	Çakıl, (%)	9,7	Kum, (%)	10,7	İnce, (%)	79,6



Elek	3"	2,5"	1,5"	3/4"	3/8"	1/4"	No 4
Göz açıklığı, (mm)	75	63	38	19	9,5	6,30	4,75
Kalan, (%)	0,0	0,0	8,9	8,9	9,3	9,5	9,7
Toplam geçen, (%)	100,0	100,0	91,1	91,1	90,7	90,5	90,3

Elek	No 10	No 16	ISO	No 40	ISO	No 200	No 230
Göz açıklığı, (mm)	2	1,19	0,63	0,43	0,20	0,075	0,063
Kalan, (%)	10,9	11,9	13,4	14,4	16,6	20,4	20,9
Toplam geçen, (%)	89,1	88,1	86,6	85,6	83,4	79,6	79,1

Deney Sorumlusu	Onaylayan
Yusuf ÖZEREN	**Aslı ERDOĞAN MENEKŞE**
Hidrojeoloji Mühendisi	Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürü

Notlar:
1) Deneyler, talep sahibi tarafından laboratuvarımıza teslim edilen deney numuneleri üzerinde gerçekleştirilmiştir.
2) Bu rapor Lab No **18-1338** ile bir bütündür.
3) Deney tekrarı istenmesi halinde laboratuvarımızda numune kalmamıştır. □ / Şahit numune .... süre sonunda imha edilecektir. □

Bu rapor, laboratuvarın yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. Elektronik imzalı olanlar hariç, imzasız ve mühürsüz raporlar geçersizdir.
This report shall not be reproduced other than in full except with the permission of the laboratory. Unless electronically signed, testing reports without signature and seal are not valid.

DSİ Genel Müdürlüğü Laboratuvarları
DSİ 12. Bölge Müdürlüğü
Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürlüğü
Osman Kavuncu Caddesi Kocasinan /KAYSERİ
Tel : 0 (352) 336 28 50 Faks: 0 (352) 336 28 57
E-posta: dsi12@dsi.gov.tr Elektronik Ağ: www.dsi.gov.tr

AB-0010-T
18-1338
12-18

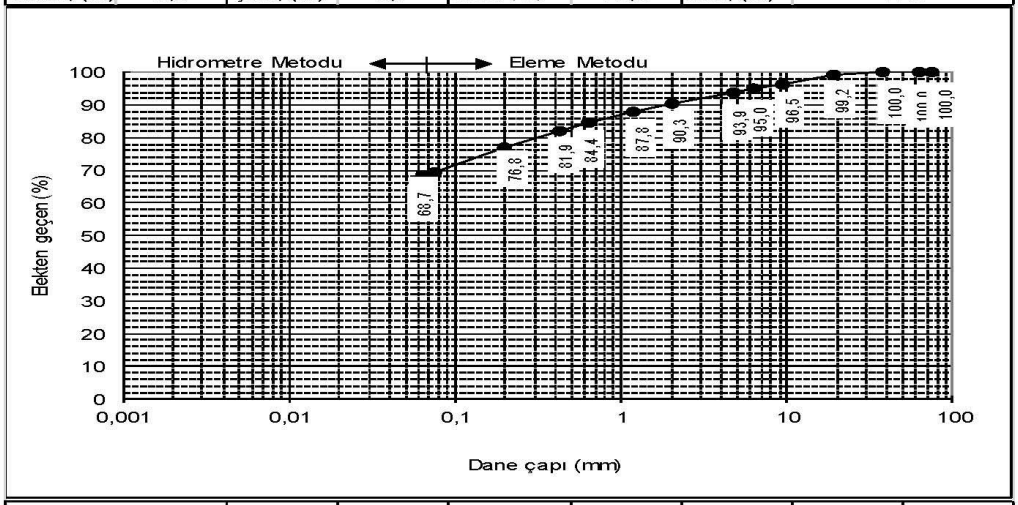
Numuneyi Gönderen	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü Jeoteknik Hizmetler ve YAS Şube Müdürlüğü	Numune Kabul Tarihi	:	27.07.2017
Müşterinin Adı Adresi	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü Jeoteknik Hizmetler ve YAS Şube Müdürlüğü	Deney Başlama Tarihi	:	27.07.2017
Ait Olduğu Proje	:	Yozgat Yerköy İnandık Barajı İnşaatı	Deney Bitiş Tarihi	:	12.12.2018
Numune Tarifi	:	3 (Üç) adet örselenmiş zemin numunesi			

TANE ÇAPI DAĞILIMI EĞRİSİ (*)

Numune no	İAÇ-03	Deney başlama tarihi	01.10.2018
Kuyu/sondaj no	-	Deney bitiş tarihi	04.10.2018
Deney standardı	TS EN ISO 17892-4		

D_{10} (mm)	-	Uniformluk katsayısı, $C_u = D_{60}/D_{10}$	-
D_{30} (mm)	-	Süreklilik katsayısı, $C_r = (D_{30}D_{30})/(D_{60}D_{10})$	-
D_{60} (mm)	-		

Moloz, (%)	0,0	Çakıl, (%)	6,1	Kum, (%)	24,6	İnce, (%)	69,3



Elek	3"	2,5"	1,5"	3/4"	3/8"	1/4"	No 4
Göz açıklığı, (mm)	75	63	38	19	9,5	6,30	4,75
Kalan, (%)	0,0	0,0	0,0	0,8	3,5	5,0	6,1
Toplam geçen, (%)	100,0	100,0	100,0	99,2	96,5	95,0	93,9

Elek	No 10	No 16	ISO	No 40	ISO	No 200	No 230
Göz açıklığı, (mm)	2	1,19	0,63	0,43	0,20	0,075	0,063
Kalan, (%)	9,7	12,2	15,6	18,1	23,2	30,7	31,3
Toplam geçen, (%)	90,3	87,8	84,4	81,9	76,8	69,3	68,7

Deney Sorumlusu **Yusuf ÖZEREN** Hidrojeoloji Mühendisi	Onaylayan **Aslı ERDOĞAN MENEKŞE** Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürü

Notlar:
1) Deneyler, talep sahibi tarafından laboratuvarımıza teslim edilen deney numuneleri üzerinde gerçekleştirilmiştir.
2) Bu rapor Lab No **18-1338** ile bir bütündür.
3) Deney tekrarı istenmesi halinde laboratuvarımızda numune kalmamıştır. □ / Şahit numune .... süre sonunda imha edilecektir. □

Bu rapor, laboratuvarın yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. Elektronik imzalı olanlar hariç, imzasız ve mührüsüz raporlar geçersizdir.
This report shall not be reproduced other than in full except with the permission of the laboratory. Unless electronically signed, testing reports without signature and seal are not valid.

DSİ Genel Müdürlüğü Laboratuvarları
DSİ 12. Bölge Müdürlüğü
Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürlüğü
Osman Kavuncu Caddesi Kocasinan /KAYSERİ
Tel : 0 (352) 336 28 50 Faks: 0 (352) 336 28 57
E-posta: dsi12@dsi.gov.tr Elektronik Ağ: www.dsi.gov.tr

AB-0010-T
18-1338
12-18

Numuneyi Gönderen	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü Jeoteknik Hizmetler ve YAS Şube Müdürlüğü	Numune Kabul Tarihi	:	27.07.2017
Müşterinin Adı Adresi	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü Jeoteknik Hizmetler ve YAS Şube Müdürlüğü	Deney Başlama Tarihi	:	27.07.2017
Ait Olduğu Proje	:	Yozgat Yerköy İnandık Barajı İnşaatı	Deney Bitiş Tarihi	:	12.12.2018
Numune Tarifi	:	3 (Üç) adet örselenmiş zemin numunesi			

SIKIŞTIRMA (*)

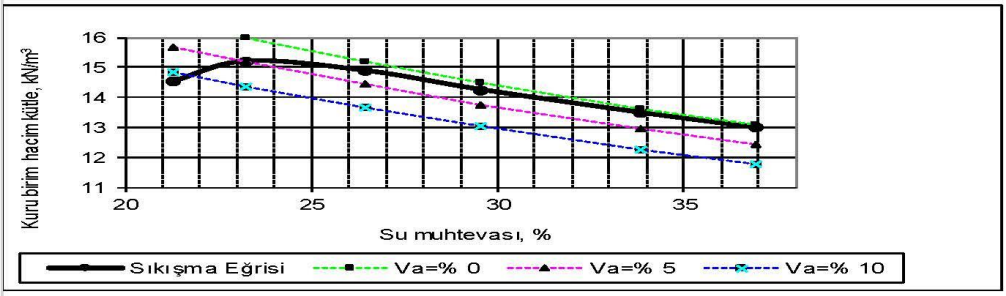
Numune no	IAÇ. -01	Deney başlama tarihi	02.10.2018
Deney standardı	TS 1900-1	Deney bitiş tarihi	04.10.2018
		Kalıp kütlesi, kg	3,776
		Bağıl yoğunluk	2,62

Kuru birim hacim kütle, γ_k, kN/m³

	1	2	3	4	5	6
Sıkıştırılmış numune + kap kütlesi, kg	5,561	5,674	5,682	5,646	5,604	5,577
Kap kütlesi, kN	0,03704	0,03704	0,03704	0,03704	0,03704	0,03704
Sıkıştırılmış numune kütlesi, kN	0,01751	0,01862	0,0187	0,01834	0,01793	0,01767
Yaş birim hacim kütle, kN/m³	17,62	18,73	18,81	18,45	18,04	17,78
Kuru birim hacim kütle, kN/m³	14,53	15,20	14,88	14,24	13,48	12,98
Belirsizlik	0,08	0,09	0,08	0,08	0,08	0,08

Su muhtevası, w_n, %

	1	2	3	4	5	6
Kap No	37	42	44	45	49	52
Yaş numune + kap kütlesi, g	426,9	397,9	322,3	338,2	450,2	426,1
Kuru numune + kap kütlesi, g	362,7	334,8	267,6	275,0	352,2	328,2
Su kütlesi, g	64,2	63,2	54,7	63,2	98,0	97,9
Kap kütlesi, g	61,1	63,3	60,9	61,0	62,9	62,9
Kuru numune kütlesi, g	301,7	271,5	206,7	214,0	289,4	265,3
Su muhtevası, %	21,28	23,26	26,44	29,55	33,86	36,92
Belirsizlik	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40



$\gamma_{k,mak}$, kN/m³	15,28	4,75 mm lik elekte kalan, %	29,4
Belirsizlik	0,09	Tokmak ağırlığı, kg	2,5
W_{opt}, %	24,3	Kalıp çapı, mm	104,87
Belirsizlik (%)	0,40	Kalıp yüksekliği, mm	115,07
20 mm lik elekte kalan, %	17,0	Kalıbın hacmi, m³	0,000994
9,5 mm lik elekte kalan, %	24,8	Not	Tek numune

Deney Sorumlusu **Yusuf ÖZEREN** Hidrojeoloji Mühendisi	Onaylayan **Aslı ERDOĞAN MENEKŞE** Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürü

Notlar:
1) Deneyler, talep sahibi tarafından laboratuvarımıza teslim edilen deney numuneleri üzerinde gerçekleştirilmiştir.
2) Bu rapor Lab No **18-1338** ile bir bütündür.
3) Deney tekrarı istenmesi halinde laboratuvarımızda numune kalmamıştır. □ / Şahit numune .... süre sonunda imha edilecektir. □

Bu rapor, laboratuvarın yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. Elektronik imzalı olanlar hariç, imzasız ve mühürsüz raporlar geçersizdir.
This report shall not be reproduced other than in full except with the permission of the laboratory. Unless electronically signed, testing reports without signature and seal are not valid.

DSİ Genel Müdürlüğü Laboratuvarları
DSİ 12. Bölge Müdürlüğü
Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürlüğü
Osman Kavuncu Caddesi Kocasinan /KAYSERİ
Tel : 0 (352) 336 28 50 Faks: 0 (352) 336 28 57
E-posta: dsi12@dsi.gov.tr Elektronik Ağ: www.dsi.gov.tr

AB-0010-T
18-1338
12-18

Numuneyi Gönderen	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü Jeoteknik Hizmetler ve YAS Şube Müdürlüğü	Numune Kabul Tarihi	:	27.07.2017
Müşterinin Adı Adresi	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü Jeoteknik Hizmetler ve YAS Şube Müdürlüğü	Deney Başlama Tarihi	:	27.07.2017
Ait Olduğu Proje	:	Yozgat Yerköy İnandık Barajı İnşaatı	Deney Bitiş Tarihi	:	12.12.2018
Numune Tarifi	:	3 (Üç) adet örselenmiş zemin numunesi			

SIKIŞTIRMA (*)

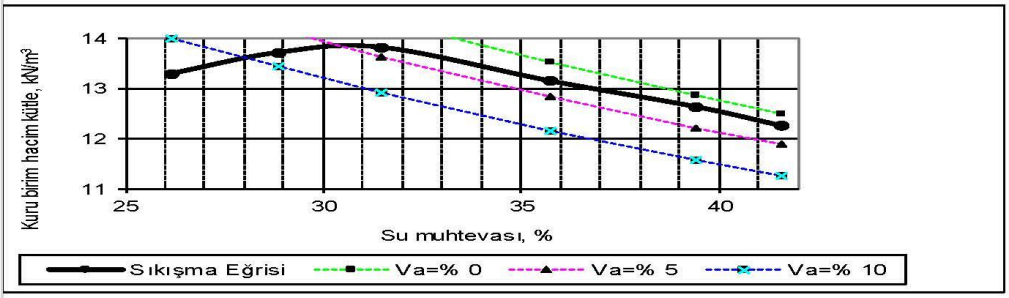
Numune no	AÇ. -02	Deney başlama tarihi	03.10.2018
Deney standardı	TS 1900-1	Deney bitiş tarihi	04.10.2018
		Kalıp kütlesi, kg	3,776
		Bağıl yoğunluk	2,71

Kuru birim hacim kütle, γ_k, kN/m^3

	1	2	3	4	5	6
Sıkıştırılmış numune + kap kütlesi, kg	5,475	5,565	5,615	5,584	5,560	5,534
Kap kütlesi, kN	0,03704	0,03704	0,03704	0,03704	0,03704	0,03704
Sıkıştırılmış numune kütlesi, kN	0,01667	0,01755	0,01804	0,01773	0,0175	0,01724
Yaş birim hacim kütle, kN/m^3	16,77	17,66	18,15	17,84	17,61	17,35
Kuru birim hacim kütle, kN/m^3	13,29	13,71	13,81	13,15	12,63	12,25
Belirsizlik	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08

Su muhtevası, w_n, %

	1	2	3	4	5	6
Kap No	37	42	44	45	49	52
Yaş numune + kap kütlesi, g	361,0	417,8	376,7	393,0	471,4	540,9
Kuru numune + kap kütlesi, g	315,1	354,8	302,0	306,2	372,3	417,8
Su kütlesi, g	45,9	63,0	74,7	86,7	99,1	123,2
Kap kütlesi, g	139,6	136,4	64,6	63,4	121,0	121,7
Kuru numune kütlesi, g	175,5	218,4	237,4	242,8	251,3	296,1
Su muhtevası, %	26,18	28,86	31,48	35,72	39,43	41,59
Belirsizlik	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40



$\gamma_{k,mak}$, kN/m^3	13,82	4,75 mm lik elekte kalan, %	9,7
Belirsizlik	0,08	Tokmak ağırlığı, kg	2,5
W_{opt}, %	30,9	Kalıp çapı, mm	104,87
Belirsizlik (%)	0,40	Kalıp yüksekliği, mm	115,07
20 mm lik elekte kalan, %	8,9	Kalıbın hacmi, m^3	0,000994
9,5 mm lik elekte kalan, %	9,3	Not	Tek numune

Deney Sorumlusu **Yusuf ÖZEREN** Hidrojeoloji Mühendisi	Onaylayan **Aslı ERDOĞAN MENEKŞE** Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürü

Notlar:
1) Deneyler, talep sahibi tarafından laboratuvarımıza teslim edilen deney numuneleri üzerinde gerçekleştirilmiştir.
2) Bu rapor Lab No **18-1338** ile bir bütündür.
3) Deney tekrarı istenmesi halinde laboratuvarımızda numune kalmamıştır. □ / Şahit numune .... süre sonunda imha edilecektir. □

Bu rapor, laboratuvarın yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. Elektronik imzalı olanlar hariç, imzasız ve mührsüz raporlar geçersizdir.
This report shall not be reproduced other than in full except with the permission of the laboratory. Unless electronically signed, testing reports without signature and seal are not valid.

DSİ Genel Müdürlüğü Laboratuvarları
DSİ 12. Bölge Müdürlüğü
Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürlüğü
Osman Kavuncu Caddesi Kocasinan /KAYSERİ
Tel : 0 (352) 336 28 50 Faks: 0 (352) 336 28 57
E-posta: dsi12@dsi.gov.tr Elektronik Ağ: www.dsi.gov.tr

AB-0010-T
18-1338
12-18

Numuneyi Gönderen	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü Jeoteknik Hizmetler ve YAS Şube Müdürlüğü	Numune Kabul Tarihi	:	27.07.2017
Müşterinin Adı Adresi	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü Jeoteknik Hizmetler ve YAS Şube Müdürlüğü	Deney Başlama Tarihi	:	27.07.2017
Ait Olduğu Proje	:	Yozgat Yerköy İnandık Barajı İnşaatı	Deney Bitiş Tarihi	:	12.12.2018
Numune Tarifi	:	3 (Üç) adet örselenmiş zemin numunesi			

SIKIŞTIRMA (*)

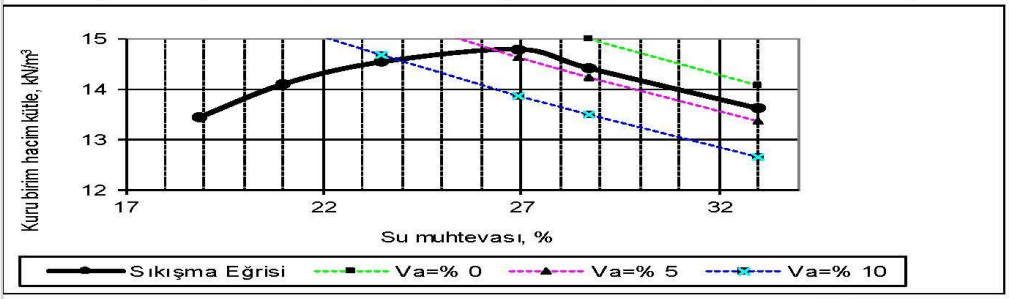
Numune no	AÇ. -03	Deney başlama tarihi	03.10.2018
Deney standardı	TS 1900-1	Deney bitiş tarihi	04.10.2018
		Kalıp kütlesi, kg	3,776
		Bağıl yoğunluk	2,72

Kuru birim hacim kütle, γ_k, kN/m³

	1	2	3	4	5	6
Sıkıştırılmış numune + kap kütlesi, kg	5,393	5,504	5,594	5,678	5,655	5,610
Kap kütlesi, kN	0,03704	0,03704	0,03704	0,03704	0,03704	0,03704
Sıkıştırılmış numune kütlesi, kN	0,01587	0,01695	0,01783	0,01866	0,01844	0,01799
Yaş birim hacim kütle, kN/m³	15,96	17,06	17,94	18,77	18,55	18,10
Kuru birim hacim kütle, kN/m³	13,43	14,10	14,53	14,79	14,41	13,61
Belirsizlik	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08

Su muhtevası, w_n, %

	1	2	3	4	5	6
Kap No	37	42	44	45	49	52
Yaş numune + kap kütlesi, g	312,3	352,5	396,6	423,2	479,1	507,6
Kuru numune + kap kütlesi, g	276,7	306,6	347,5	362,1	403,7	417,2
Su kütlesi, g	35,6	45,8	49,1	61,1	75,4	90,4
Kap kütlesi, g	88,0	88,3	138,1	135,3	141,3	143,3
Kuru numune kütlesi, g	188,8	218,3	209,4	226,8	262,4	274,0
Su muhtevası, %	18,85	21,00	23,45	26,94	28,72	33,00
Belirsizlik	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40



$\gamma_{k,mak}$, kN/m³	14,85	4,75 mm lik elekte kalan, %	6,1
Belirsizlik	0,08	Tokmak ağırlığı, kg	2,5
W_{opt}, %	25,9	Kalıp çapı, mm	104,87
Belirsizlik (%)	0,40	Kalıp yüksekliği, mm	115,07
20 mm lik elekte kalan, %	0,8	Kalıbın hacmi, m³	0,000994
9,5 mm lik elekte kalan, %	3,5	Not	Tek numune

Deney Sorumlusu
Yusuf ÖZEREN
Hidrojeoloji Mühendisi

Onaylayan
Aslı ERDOĞAN MENEKŞE
Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürü

Notlar:
1) Deneyler, talep sahibi tarafından laboratuvarımıza teslim edilen deney numuneleri üzerinde gerçekleştirilmiştir.
2) Bu rapor Lab No **18-1338** ile bir bütündür.
3) Deney tekrarı istenmesi halinde laboratuvarımızda numune kalmamıştır. □ / Şahit numune .... süre sonunda imha edilecektir. □

Bu rapor, laboratuvarın yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. Elektronik imzalı olanlar hariç, imzasız ve mühürsüz raporlar geçersizdir.
This report shall not be reproduced other than in full except with the permission of the laboratory. Unless electronically signed, testing reports without signature and seal are not valid.

DSİ Genel Müdürlüğü Laboratuvarları
DSİ 12. Bölge Müdürlüğü
Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürlüğü
Osman Kavuncu Caddesi Kocasinan /KAYSERİ
Tel : 0 (352) 336 28 50 Faks: 0 (352) 336 28 57
E-posta: dsi12@dsi.gov.tr Elektronik Ağ: www.dsi.gov.tr

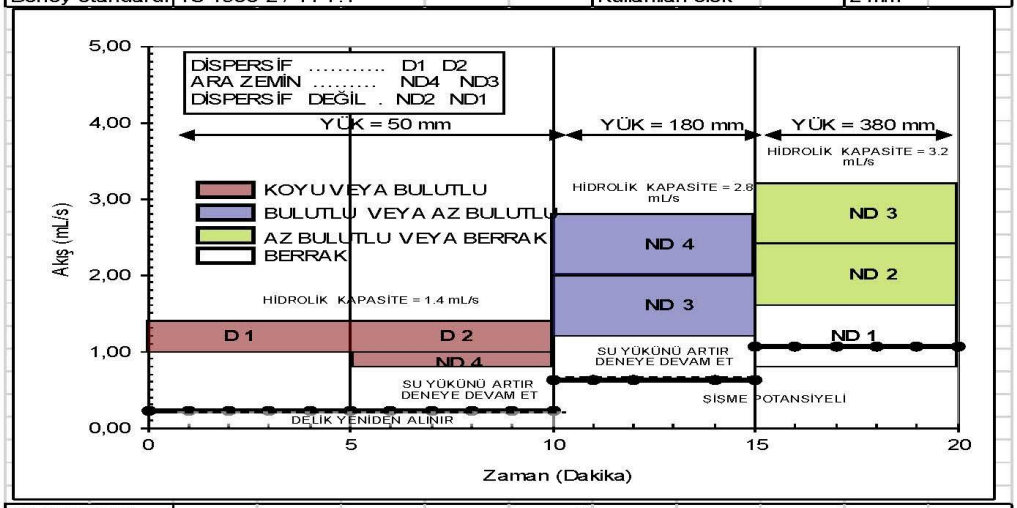
AB-0010-T
18-1338
12-18

Numuneyi Gönderen	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü Jeoteknik Hizmetler ve YAS Şube Müdürlüğü	Numune Kabul Tarihi	:	27.07.2017
Müşterinin Adı Adresi	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü Jeoteknik Hizmetler ve YAS Şube Müdürlüğü	Deney Başlama Tarihi	:	27.07.2017
Ait Olduğu Proje	:	Yozgat Yerköy İnandık Barajı İnşaatı	Deney Bitiş Tarihi	:	12.12.2018
Numune Tarifi	:	3 (Üç) adet örselenmiş zemin numunesi			

FİZİKSEL DİSPERSİBİLİTE DENEYLERİ

İĞNE DELİĞİ DENEYİ (*)

Numune no	İAÇ-1	Deney başlama tarihi	11.11.2018
Kuyu/sondaj no	-	Deney bitiş tarihi	23.11.2018
Deney standardı	TS 1900-2 / T1 7.1	Kullanılan elek	2 mm



Su yükü (cm)					5					
Zaman (Dakika)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Hacim (mL)	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5
Akım (mL/s)	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23
Belirsizlik	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
Su yükü (cm)			18					38		
Zaman (Dakika)	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Hacim (mL)	37,1	37,1	37,1	37,1	37,1	64	64	64	64	64
Akım (mL/s)	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07
Belirsizlik	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07

Dispersibilite grubu	ND1
Sonuç	DİSPERSİF DEĞİL

DAĞILMA DENEYİ (*)

Deney standardı	TS 1900-2 / T1 7.2
Sonuç	1 - DİSPERSİF DEĞİL

Deney Sorumlusu	Onaylayan
Yusuf ÖZEREN	**Aslı ERDOĞAN MENEKŞE**
Hidrojeoloji Mühendisi	Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürü

Notlar:
1) Deneyler, talep sahibi tarafından laboratuvarımıza teslim edilen deney numuneleri üzerinde gerçekleştirilmiştir.
2) Bu rapor Lab No **18-1338** ile bir bütündür.
3) Deney tekrarı istenmesi halinde laboratuvarımızda numune kalmamıştır. □ / Şahit numune .... süre sonunda imha edilecektir. □

Bu rapor, laboratuvarın yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. Elektronik imzalı olanlar hariç, imzasız ve mührsüz raporlar geçersizdir.
This report shall not be reproduced other than in full except with the permission of the laboratory. Unless electronically signed, testing reports without signature and seal are not valid.

DSİ Genel Müdürlüğü Laboratuvarları
DSİ 12. Bölge Müdürlüğü
Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürlüğü
Osman Kavuncu Caddesi Kocasinan /KAYSERİ
Tel : 0 (352) 336 28 50 Faks: 0 (352) 336 28 57
E-posta: dsi12@dsi.gov.tr Elektronik Ağ: www.dsi.gov.tr

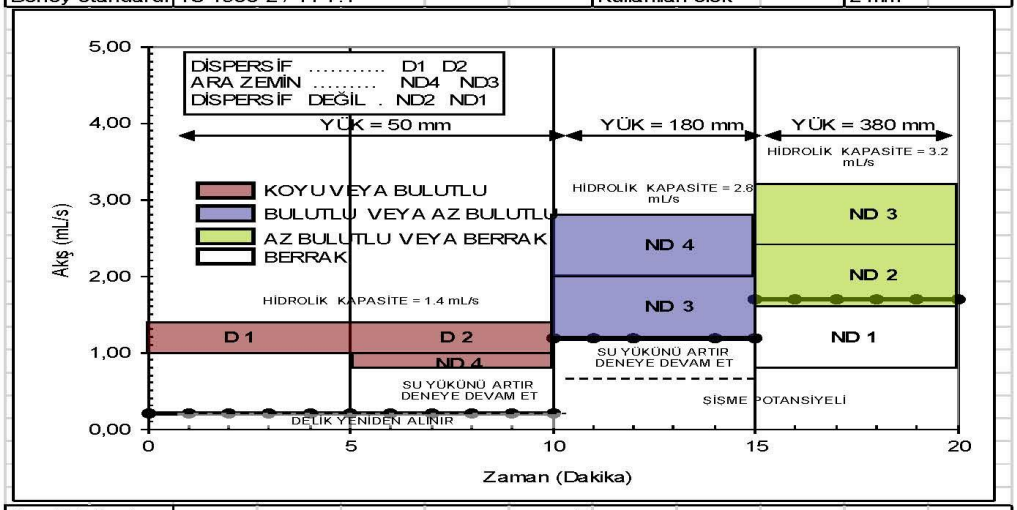
AB-0010-T
18-1338
12-18

Numuneyi Gönderen	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü Jeoteknik Hizmetler ve YAS Şube Müdürlüğü	Numune Kabul Tarihi	:	27.07.2017
Müşterinin Adı Adresi	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü Jeoteknik Hizmetler ve YAS Şube Müdürlüğü	Deney Başlama Tarihi	:	27.07.2017
Ait Olduğu Proje	:	Yozgat Yerköy İnandık Barajı İnşaatı	Deney Bitiş Tarihi	:	12.12.2018
Numune Tarifi	:	3 (Üç) adet örselenmiş zemin numunesi			

FİZİKSEL DİSPERSİBİLİTE DENEYLERİ

İĞNE DELİĞİ DENEYİ (*)

Numune no	İAÇ-2	Deney başlama tarihi	11.11.2018
Kuyu/sondaj no	-	Deney bitiş tarihi	23.11.2018
Deney standardı	TS 1900-2 / T1 7.1	Kullanılan elek	2 mm



Su yükü (cm)					5					
Zaman (Dakika)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Hacim (mL)	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5
Akım (mL/s)	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21
Belirsizlik	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
Su yükü (cm)			18					38		
Zaman (Dakika)	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Hacim (mL)	71	71	71	71	71	102	102	102	102	102
Akım (mL/s)	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70
Belirsizlik	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07

Dispersibilite grubu	ND2
Sonuç	DİSPERSİF DEĞİL

DAĞILMA DENEYİ (*)

Deney standardı	TS 1900-2 / T1 7.2
Sonuç	1 - DİSPERSİF DEĞİL

Deney Sorumlusu **Yusuf ÖZEREN** Hidrojeoloji Mühendisi	Onaylayan **Aslı ERDOĞAN MENEKŞE** Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürü

Notlar:
1) Deneyler, talep sahibi tarafından laboratuvarımıza teslim edilen deney numuneleri üzerinde gerçekleştirilmiştir.
2) Bu rapor Lab No **18-1338** ile bir bütündür.
3) Deney tekrarı istenmesi halinde laboratuvarımızda numune kalmamıştır. □ / Şahit numune .... süre sonunda imha edilecektir. □

Bu rapor, laboratuvarın yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. Elektronik imzalı olanlar hariç, imzasız ve mühürsüz raporlar geçersizdir.
This report shall not be reproduced other than in full except with the permission of the laboratory. Unless electronically signed, testing reports without signature and seal are not valid.

Sayfa 14 / 26
Page

DSİ Genel Müdürlüğü Laboratuvarları
DSİ 12. Bölge Müdürlüğü
Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürlüğü
Osman Kavuncu Caddesi Kocasinan /KAYSERİ
Tel : 0 (352) 336 28 50 Faks: 0 (352) 336 28 57
E-posta: dsi12@dsi.gov.tr Elektronik Ağ: www.dsi.gov.tr

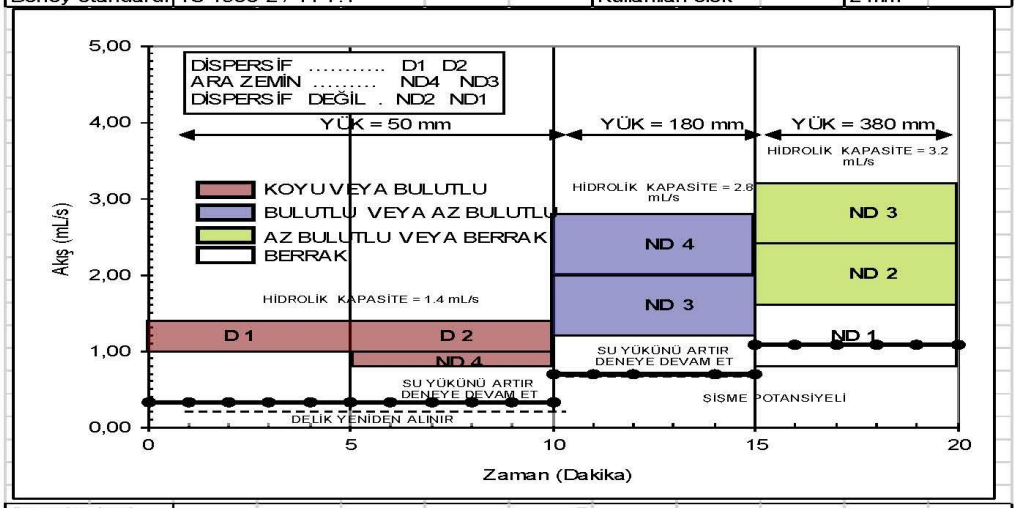
AB-0010-T
18-1338
12-18

Numuneyi Gönderen	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü Jeoteknik Hizmetler ve YAS Şube Müdürlüğü	Numune Kabul Tarihi	:	27.07.2017
Müşterinin Adı Adresi	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü Jeoteknik Hizmetler ve YAS Şube Müdürlüğü	Deney Başlama Tarihi	:	27.07.2017
Ait Olduğu Proje	:	Yozgat Yerköy İnandık Barajı İnşaatı	Deney Bitiş Tarihi	:	12.12.2018
Numune Tarifi	:	3 (Üç) adet örselenmiş zemin numunesi			

FİZİKSEL DİSPERSİBİLİTE DENEYLERİ

İĞNE DELİĞİ DENEYİ (*)

Numune no	İAÇ-3	Deney başlama tarihi	11.11.2018
Kuyu/sondaj no	-	Deney bitiş tarihi	23.11.2018
Deney standardı	TS 1900-2 / T1 7.1	Kullanılan elek	2 mm



Su yükü (cm)					5					
Zaman (Dakika)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Hacim (mL)	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
Akım (mL/s)	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
Belirsizlik	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
Su yükü (cm)			18					38		
Zaman (Dakika)	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Hacim (mL)	42	42	42	42	42	65	65	65	65	65
Akım (mL/s)	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08
Belirsizlik	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07

Dispersibilite grubu	ND1
Sonuç	DİSPERSİF DEĞİL

DAĞILMA DENEYİ (*)

Deney standardı	TS 1900-2 / T1 7.2
Sonuç	1 - DİSPERSİF DEĞİL

Deney Sorumlusu	Onaylayan
Yusuf ÖZEREN	**Aslı ERDOĞAN MENEKŞE**
Hidrojeoloji Mühendisi	Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürü

Notlar:
1) Deneyler, talep sahibi tarafından laboratuvarımıza teslim edilen deney numuneleri üzerinde gerçekleştirilmiştir.
2) Bu rapor Lab No **18-1338** ile bir bütündür.
3) Deney tekrarı istenmesi halinde laboratuvarımızda numune kalmamıştır. □ / Şahit numune .... süre sonunda imha edilecektir. □

Bu rapor, laboratuvarın yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. Elektronik imzalı olanlar hariç, imzasız ve mührüsüz raporlar geçersizdir.
This report shall not be reproduced other than in full except with the permission of the laboratory. Unless electronically signed, testing reports without signature and seal are not valid.

Sayfa 15 / 26
Page

DSİ Genel Müdürlüğü Laboratuvarları
DSİ 12. Bölge Müdürlüğü
Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürlüğü
Osman Kavuncu Caddesi Kocasinan /KAYSERİ
Tel : 0 (352) 336 28 50 Faks: 0 (352) 336 28 57
E-posta: dsi12@dsi.gov.tr Elektronik Ağ: www.dsi.gov.tr

AB-0010-T
18-1338
12-18

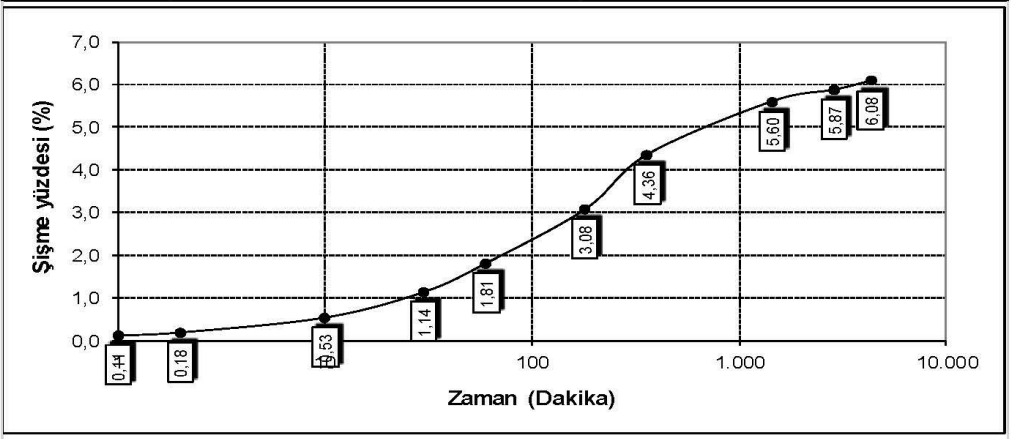
Numuneyi Gönderen	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü Jeoteknik Hizmetler ve YAS Şube Müdürlüğü	Numune Kabul Tarihi	:	27.07.2017
Müşterinin Adı Adresi	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü Jeoteknik Hizmetler ve YAS Şube Müdürlüğü	Deney Başlama Tarihi	:	27.07.2017
Ait Olduğu Proje	:	Yozgat Yerköy İnandık Barajı İnşaatı	Deney Bitiş Tarihi	:	12.12.2018
Numune Tarifi	:	3 (Üç) adet örselenmiş zemin numunesi			

ŞİŞME DENEYLERİ (*)

Numune no	IAÇ - 1	Deney başlama tarihi	27.11.2018
Kuyu/sondaj no		Deney bitiş tarihi	30.11.2018
Deney standardı	TS 1900-2: 2006/T1: Mayıs 2007	Numune tipi	Örselenmiş
		Kullanılan elek	No 4 (4,75 mm)

Şişme Yüzdesi (%) (*)

Numune başlangıç yüksekliği, mm	21,75				Ring çapı, mm					76
Zaman, dakika	1	2	10	30	60	180	360	1440	2880	4320
Şişme, mm	0,024	0,040	0,116	0,247	0,394	0,669	0,948	1,218	1,277	1,323
Şişme, %	0,11	0,18	0,53	1,14	1,81	3,08	4,36	5,60	5,87	6,08
Belirsizlik, %	0,84									



Şişme Basıncı (kPa) (*)

Ring çapı, mm	75,95
Kefeye konan kütle, g	1521,58
Kol oranı	11

Şişme basıncı, kg/cm^2	0,37	Şişme basıncı, kPa	36,2
Belirsizlik, kg/cm^2	0,04	Belirsizlik, kPa	3,9

Deney Sorumlusu	Onaylayan
Yusuf ÖZEREN	**Aslı ERDOĞAN MENEKŞE**
Hidrojeoloji Mühendisi	Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürü

Notlar:
1) Deneyler, talep sahibi tarafından laboratuvarımıza teslim edilen deney numuneleri üzerinde gerçekleştirilmiştir.
2) Bu rapor Lab No **18-1338** ile bir bütündür.
3) Deney tekrarı istenmesi halinde laboratuvarımızda numune kalmamıştır. □ / Şahit numune .... süre sonunda imha edilecektir. □

Bu rapor, laboratuvarın yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. Elektronik imzalı olanlar hariç, imzasız ve mührsüz raporlar geçersizdir.
This report shall not be reproduced other than in full except with the permission of the laboratory. Unless electronically signed, testing reports without signature and seal are not valid.

DSİ Genel Müdürlüğü Laboratuvarları
DSİ 12. Bölge Müdürlüğü
Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürlüğü
Osman Kavuncu Caddesi Kocasinan /KAYSERİ
Tel : 0 (352) 336 28 50 Faks: 0 (352) 336 28 57
E-posta: dsi12@dsi.gov.tr Elektronik Ağ: www.dsi.gov.tr

AB-0010-T	
18-1338	
12-18	

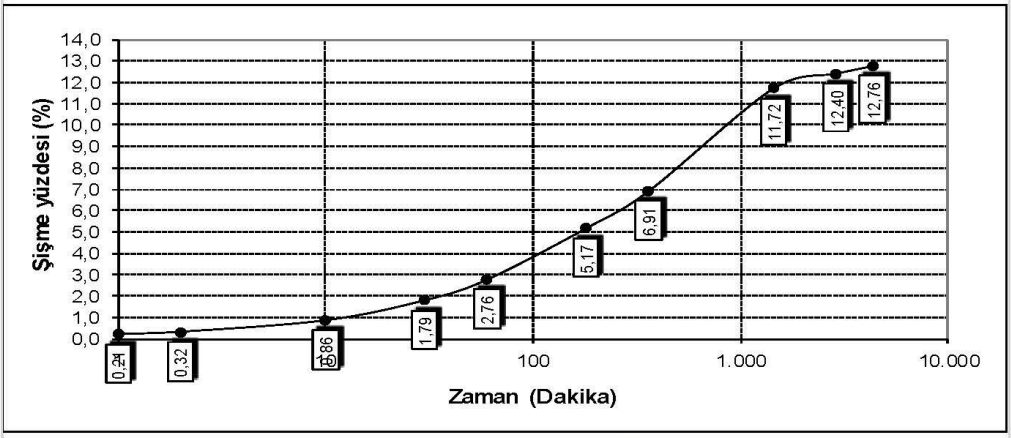
Numuneyi Gönderen	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü Jeoteknik Hizmetler ve YAS Şube Müdürlüğü	Numune Kabul Tarihi	:	27.07.2017
Müşterinin Adı Adresi	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü Jeoteknik Hizmetler ve YAS Şube Müdürlüğü	Deney Başlama Tarihi	:	27.07.2017
Ait Olduğu Proje	:	Yozgat Yerköy İnandık Barajı İnşaatı	Deney Bitiş Tarihi	:	12.12.2018
Numune Tarifi	:	3 (Üç) adet örselenmiş zemin numunesi			

ŞİŞME DENEYLERİ (*)

Numune no	IAÇ - 2	Deney başlama tarihi	27.11.2018
Kuyu/sondaj no		Deney bitiş tarihi	30.11.2018
Deney standardı	TS 1900-2: 2006/T1: Mayıs 2007	Numune tipi	Örselenmiş
		Kullanılan elek	No 4 (4,75 mm)

Şişme Yüzdesi (%) (*)

Numune başlangıç yüksekliği, mm	21,74				Ring çapı, mm					75,93
Zaman, dakika	1	2	10	30	60	180	360	1440	2880	4320
Şişme, mm	0,046	0,069	0,186	0,390	0,601	1,123	1,502	2,548	2,695	2,773
Şişme, %	0,21	0,32	0,86	1,79	2,76	5,17	6,91	11,72	12,40	12,76
Belirsizlik, %	0,84									



Şişme Basıncı (kPa) (*)

Ring çapı, mm	76
Kefeye konan kütle, g	2936,13
Kol oranı	11

Şişme basıncı, kg/cm^2	0,71	Şişme basıncı, kPa	69,8
Belirsizlik, kg/cm^2	0,04	Belirsizlik, kPa	3,9

Deney Sorumlusu **Yusuf ÖZEREN** Hidrojeoloji Mühendisi	Onaylayan **Aslı ERDOĞAN MENEKŞE** Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürü

Notlar:
1) Deneyler, talep sahibi tarafından laboratuvarımıza teslim edilen deney numuneleri üzerinde gerçekleştirilmiştir.
2) Bu rapor Lab No **18-1338** ile bir bütündür.
3) Deney tekrarı istenmesi halinde laboratuvarımızda numune kalmamıştır. □ / Şahit numune .... süre sonunda imha edilecektir. □

Bu rapor, laboratuvarın yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. Elektronik imzalı olanlar hariç, imzasız ve mühürsüz raporlar geçersizdir.
This report shall not be reproduced other than in full except with the permission of the laboratory. Unless electronically signed, testing reports without signature and seal are not valid.

DSİ Genel Müdürlüğü Laboratuvarları
DSİ 12. Bölge Müdürlüğü
Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürlüğü
Osman Kavuncu Caddesi Kocasinan /KAYSERİ
Tel : 0 (352) 336 28 50 Faks: 0 (352) 336 28 57
E-posta: dsi12@dsi.gov.tr Elektronik Ağ: www.dsi.gov.tr

AB-0010-T
18-1338
12-18

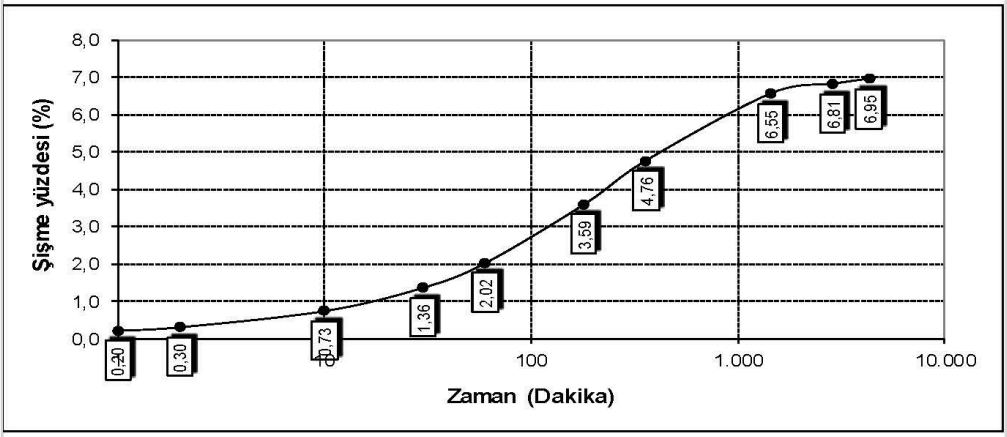
Numuneyi Gönderen	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü Jeoteknik Hizmetler ve YAS Şube Müdürlüğü	Numune Kabul Tarihi	:	27.07.2017
Müşterinin Adı Adresi	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü Jeoteknik Hizmetler ve YAS Şube Müdürlüğü	Deney Başlama Tarihi	:	27.07.2017
Ait Olduğu Proje	:	Yozgat Yerköy İnandık Barajı İnşaatı	Deney Bitiş Tarihi	:	12.12.2018
Numune Tarifi	:	3 (Üç) adet örselenmiş zemin numunesi			

ŞİŞME DENEYLERİ (*)

Numune no	IAÇ - 3	Deney başlama tarihi	27.11.2018
Kuyu/sondaj no		Deney bitiş tarihi	30.11.2018
Deney standardı	TS 1900-2: 2006/T1: Mayıs 2007	Numune tipi	Örselenmiş
		Kullanılan elek	No 4 (4,75 mm)

Şişme Yüzdesi (%) (*)

Numune başlangıç yüksekliği, mm	21,75				Ring çapı, mm					76
Zaman, dakika	1	2	10	30	60	180	360	1440	2880	4320
Şişme, mm	0,044	0,065	0,159	0,295	0,439	0,780	1,036	1,425	1,481	1,511
Şişme, %	0,20	0,30	0,73	1,36	2,02	3,59	4,76	6,55	6,81	6,95
Belirsizlik, %	0,84									



Şişme Basıncı (kPa) (*)

Ring çapı, mm	75,95
Kefeye konan kütle, g	2384,57
Kol oranı	11

Şişme basıncı, kg/cm^2	0,58	Şişme basıncı, kPa	56,8
Belirsizlik, kg/cm^2	0,04	Belirsizlik, kPa	3,9

Deney Sorumlusu	Onaylayan
Yusuf ÖZEREN	**Aslı ERDOĞAN MENEKŞE**
Hidrojeoloji Mühendisi	Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürü

Notlar:
1) Deneyler, talep sahibi tarafından laboratuvarımıza teslim edilen deney numuneleri üzerinde gerçekleştirilmiştir.
2) Bu rapor Lab No **18-1338** ile bir bütündür.
3) Deney tekrarı istenmesi halinde laboratuvarımızda numune kalmamıştır. □ / Şahit numune .... süre sonunda imha edilecektir. □

Bu rapor, laboratuvarın yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. Elektronik imzalı olanlar hariç, imzasız ve mührsüz raporlar geçersizdir.
This report shall not be reproduced other than in full except with the permission of the laboratory. Unless electronically signed, testing reports without signature and seal are not valid.

DSİ Genel Müdürlüğü Laboratuvarları
DSİ 12. Bölge Müdürlüğü
Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürlüğü
Osman Kavuncu Caddesi Kocasinan /KAYSERİ
Tel : 0 (352) 336 28 50 Faks: 0 (352) 336 28 57
E-posta: dsi12@dsi.gov.tr Elektronik Ağ: www.dsi.gov.tr

AB-0010-T
18-1338
12-18

Numuneyi Gönderen	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü Jeoteknik Hizmetler ve YAS Şube Müdürlüğü	Numune Kabul Tarihi	:	27.07.2017
Müşterinin Adı Adresi	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü Jeoteknik Hizmetler ve YAS Şube Müdürlüğü	Deney Başlama Tarihi	:	27.07.2017
Ait Olduğu Proje	:	Yozgat Yerköy İnandık Barajı İnşaatı	Deney Bitiş Tarihi	:	12.12.2018
Numune Tarifi	:	3 (Üç) adet örselenmiş zemin numunesi			

DÜŞEN SEVİYELİ GEÇİRGENLİK DENEYİ (*)

Numune no	İAÇ-1	Deney başlama tarihi	9.11.2018
Kuyu/sondaj no	-	Deney bitiş tarihi	20.11.2018
Deney standardı	TS 1900-2		

H, (cm)	262,00	L, (cm)	10,25
D, (cm)	10,20	Kullanılan elek	4,75 mm
A, (cm^2)	81,71	μ_{20}, 10^{-6} (Nsm)	1,0050
d, (cm)	1,01		
a, (cm^2)	0,801		

Numune no	İlk okuma Tarih, saat	Son okuma Tarih, saat	Su sıcaklığı (°C)	Süre t (s)	ΔH (cm)	k_t (cm/s)	μ_t 10^{-6} Nsm	k_{20} k_t (μ_t / μ_{20}) (cm/s)
İAÇ-1	9.11.2018 15:20	20.11.2018 14:35	18,2	947700	29,97	1,29E-08	1,0559	1,35E-08
							Ortalama	1,35E-08
							Belirsizlik	1,15E-09

H: İlk su seviyesi, cm
D: Kalıp çapı, cm
d: Su düşüşü gözlenen borunun çapı, cm
ΔH: İlk okuma ile son okuma arasındaki su seviyesi farkı, cm
L: Numune yüksekliği, cm
A: Kalıp alanı, cm^2
a: Hortum alanı, cm^2

$$k_t = \frac{2.3aL}{At}\log\left(\frac{H}{H-\Delta H}\right)$$

Deney Sorumlusu **Yusuf ÖZEREN** Hidrojeoloji Mühendisi	Onaylayan **Aslı ERDOĞAN MENEKŞE** Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürü

Notlar:
1) Deneyler, talep sahibi tarafından laboratuvarımıza teslim edilen deney numuneleri üzerinde gerçekleştirilmiştir.
2) Bu rapor Lab No **18-1338** ile bir bütündür.
3) Deney tekrarı istenmesi halinde laboratuvarımızda numune kalmamıştır. □ / Şahit numune …. süre sonunda imha edilecektir. □

Bu rapor, laboratuvarın yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. Elektronik imzalı olanlar hariç, imzasız ve mühürsüz raporlar geçersizdir.
This report shall not be reproduced other than in full except with the permission of the laboratory. Unless electronically signed, testing reports without signature and seal are not valid.

DSİ Genel Müdürlüğü Laboratuvarları
DSİ 12. Bölge Müdürlüğü
Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürlüğü
Osman Kavuncu Caddesi Kocasinan /KAYSERİ
Tel : 0 (352) 336 28 50 Faks: 0 (352) 336 28 57
E-posta: dsi12@dsi.gov.tr Elektronik Ağ: www.dsi.gov.tr

AB-0010-T
18-1338
12-18

Numuneyi Gönderen	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü Jeoteknik Hizmetler ve YAS Şube Müdürlüğü	Numune Kabul Tarihi	:	27.07.2017
Müşterinin Adı Adresi	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü Jeoteknik Hizmetler ve YAS Şube Müdürlüğü	Deney Başlama Tarihi	:	27.07.2017
Ait Olduğu Proje	:	Yozgat Yerköy İnandık Barajı İnşaatı	Deney Bitiş Tarihi	:	12.12.2018
Numune Tarifi	:	3 (Üç) adet örselenmiş zemin numunesi			

DÜŞEN SEVİYELİ GEÇİRGENLİK DENEYİ (*)

Numune no	İAÇ-2	Deney başlama tarihi	9.11.2018
Kuyu/sondaj no	-	Deney bitiş tarihi	20.11.2018
Deney standardı	TS 1900-2		

H, (cm)	262,00	L, (cm)	10,25
D, (cm)	10,20	Kullanılan elek	4,75 mm
A, (cm^2)	81,71	μ_{20}, 10^{-6} (Nsm)	1,0050
d, (cm)	1,01		
a, (cm^2)	0,801		

Numune no	İlk okuma Tarih, saat	Son okuma Tarih, saat	Su sıcaklığı (°C)	Süre t (s)	ΔH (cm)	k_t (cm/s)	μ_t 10^{-6} Nsm	k_{20} k_t (μ_t / μ_{20}) (cm/s)
İAÇ-2	9.11.2018 15:25	20.11.2018 14:35	18,3	947400	21,73	9,17E-09	1,0559	9,64E-09
							Ortalama	9,64E-09
							Belirsizlik	1,12E-09

H: İlk su seviyesi, cm
D: Kalıp çapı, cm
d: Su düşüşü gözlenen borunun çapı, cm
ΔH: İlk okuma ile son okuma arasındaki su seviyesi farkı, cm
L: Numune yüksekliği, cm
A: Kalıp alanı, cm^2
a: Hortum alanı, cm^2

$$k_t = \frac{2.3aL}{At}\log\left(\frac{H}{H-\Delta H}\right)$$

Deney Sorumlusu **Yusuf ÖZEREN** Hidrojeoloji Mühendisi	Onaylayan **Aslı ERDOĞAN MENEKŞE** Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürü

Notlar:
1) Deneyler, talep sahibi tarafından laboratuvarımıza teslim edilen deney numuneleri üzerinde gerçekleştirilmiştir.
2) Bu rapor Lab No **18-1338** ile bir bütündür.
3) Deney tekrarı istenmesi halinde laboratuvarımızda numune kalmamıştır. □ / Şahit numune …. süre sonunda imha edilecektir. □

Bu rapor, laboratuvarın yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. Elektronik imzalı olanlar hariç, imzasız ve mühürsüz raporlar geçersizdir.
This report shall not be reproduced other than in full except with the permission of the laboratory. Unless electronically signed, testing reports without signature and seal are not valid.

Sayfa 20 / 26 *Page*	**DSİ Genel Müdürlüğü Laboratuvarları** **DSİ 12. Bölge Müdürlüğü** **Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürlüğü** Osman Kavuncu Caddesi Kocasinan /KAYSERİ Tel : 0 (352) 336 28 50 Faks: 0 (352) 336 28 57 E-posta: dsi12@dsi.gov.tr Elektronik Ağ: www.dsi.gov.tr	AB-0010-T 18-1338 12-18

Numuneyi Gönderen	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü Jeoteknik Hizmetler ve YAS Şube Müdürlüğü	Numune Kabul Tarihi	:	27.07.2017
Müşterinin Adı Adresi	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü Jeoteknik Hizmetler ve YAS Şube Müdürlüğü	Deney Başlama Tarihi	:	27.07.2017
Ait Olduğu Proje	:	Yozgat Yerköy İnandık Barajı İnşaatı	Deney Bitiş Tarihi	:	12.12.2018
Numune Tarifi	:	3 (Üç) adet örselenmiş zemin numunesi			

DÜŞEN SEVİYELİ GEÇİRGENLİK DENEYİ (*)

Numune no	İAÇ-3	Deney başlama tarihi	9.11.2018
Kuyu/sondaj no	-	Deney bitiş tarihi	20.11.2018
Deney standardı	TS 1900-2		

H, (cm)	262,00	L, (cm)	10,25
D, (cm)	10,20	Kullanılan elek	4,75 mm
A, (cm^2)	81,71	μ_{20}, 10^{-6} (Nsm)	1,0050
d, (cm)	1,01		
a, (cm^2)	0,801		

Numune no	İlk okuma Tarih, saat	Son okuma Tarih, saat	Su sıcaklığı (°C)	Süre t (s)	ΔH (cm)	k_t (cm/s)	μ_t 10^{-6} Nsm	k_{20} k_t (μ_t / μ_{20}) (cm/s)
İAÇ-3	9.11.2018 15:30	20.11.2018 14:32	18,4	946920	36,40	1,59E-08	1,0559	1,67E-08
							Ortalama	1,67E-08
							Belirsizlik	1,18E-09

H: İlk su seviyesi, cm
D: Kalıp çapı, cm
d: Su düşüşü gözlenen borunun çapı, cm
ΔH: İlk okuma ile son okuma arasındaki su seviyesi farkı, cm
L: Numune yüksekliği, cm
A: Kalıp alanı, cm^2
a: Hortum alanı, cm^2

$$k_t = \frac{2.3aL}{At}\log\left(\frac{H}{H-\Delta H}\right)$$

Deney Sorumlusu **Yusuf ÖZEREN** Hidrojeoloji Mühendisi	Onaylayan **Aslı ERDOĞAN MENEKŞE** Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürü

Notlar:
1) Deneyler, talep sahibi tarafından laboratuvarımıza teslim edilen deney numuneleri üzerinde gerçekleştirilmiştir.
2) Bu rapor Lab No **18-1338** ile bir bütündür.
3) Deney tekrarı istenmesi halinde laboratuvarımızda numune kalmamıştır. □ / Şahit numune …. süre sonunda imha edilecektir. □

Bu rapor, laboratuvarın yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. Elektronik imzalı olanlar hariç, imzasız ve mühürsüz raporlar geçersizdir.
This report shall not be reproduced other than in full except with the permission of the laboratory. Unless electronically signed, testing reports without signature and seal are not valid.

Sayfa 21 / 26 *Page*	**DSİ Genel Müdürlüğü Laboratuvarları** **DSİ 12. Bölge Müdürlüğü** **Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürlüğü** Osman Kavuncu Caddesi Kocasinan /KAYSERİ Tel : 0 (352) 336 28 50 Faks: 0 (352) 336 28 57 E-posta: dsi12@dsi.gov.tr Elektronik Ağ: www.dsi.gov.tr	AB-0010-T 18-1338 12-18

Numuneyi Gönderen	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü Jeoteknik Hizmetler ve YAS Şube Müdürlüğü	Numune Kabul Tarihi	:	27.07.2017
Müşterinin Adı Adresi	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü Jeoteknik Hizmetler ve YAS Şube Müdürlüğü	Deney Başlama Tarihi	:	27.07.2017
Ait Olduğu Proje	:	Yozgat Yerköy İnandık Barajı İnşaatı	Deney Bitiş Tarihi	:	12.12.2018
Numune Tarifi	:	3 (Üç) adet örselenmiş zemin numunesi			

İAÇ – 1 NUMUNESİ İÇİN;

Sample Details



sketch showing specimen location in original sample

Depth
Description
Type Default

			1	2	3
Initial Length	L o	(mm)	100.0	100.0	100.0
Initial Diameter	D o	(mm)	50.0	50.0	50.0
Initial Weight	W o	(gr)	375.6	375.6	375.6
Bulk Density	ρ o	(Mg/m3)	1.91	1.91	1.91
Particle Density	ρ s	(Mg/m3)	2.65	2.65	2.65

Initial Conditions

Specimen

			1	2	3
Initial Cell Pressure	σ 3	(kPa)	100	200	400
Strain Rate	m s	(mm/min)	0.50000	0.50000	0.50000
MembraneThickness	m b	(mm)	0.20	0.20	0.20
Displacement Input	L IP	(mm)	CH 1	CH 1	CH 1
Load Input	N IP	(N)	CH 2	CH 2	CH 2
Initial Moisture	ω i%	(%)	24	24	24
Initial Dry Density	ρ dO	(Mg/m3)	1.54	1.54	1.54
Initial Voids Ratio	e O	.	0.72	0.72	0.72
Initial Degree of Saturation	S o	(%)	80	80	80

Final Conditions

			1	2	3
Max Deviator Stress	(σ 1 - σ 3) f	(kPa)	261.86	303.20	329.03
MembraneCorrection	m c	(kPa)	1.180	1.462	1.184
Strain At Max Stress	ε f%	(%)	11.32	7.20	8.78
Shear Strength	c U	(kPa)	130.93	151.60	164.51
Final Moisture	ω f%	(%)	24	24	24
Final Dry Density	ρ df	(Mg/m3)	1.54	1.54	1.54
Final Voids Ratio	e f	.	0.72	0.72	0.72
Final Degree of Saturation	S f	(%)	80.4	80.4	80.4

Notes



Failure Sketch
(surface inclination)

Deney Sorumlusu **Yusuf ÖZEREN** Hidrojeoloji Mühendisi	Onaylayan **Aslı ERDOĞAN MENEKŞE** Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürü

Notlar:
1) Deneyler, talep sahibi tarafından laboratuvarımıza teslim edilen deney numuneleri üzerinde gerçekleştirilmiştir.
2) Bu rapor Lab No **18-1338** ile bir bütündür.
3) Deney tekrarı istenmesi halinde laboratuvarımızda numune kalmamıştır. □ / Şahit numune ….süre sonunda imha edilecektir. □

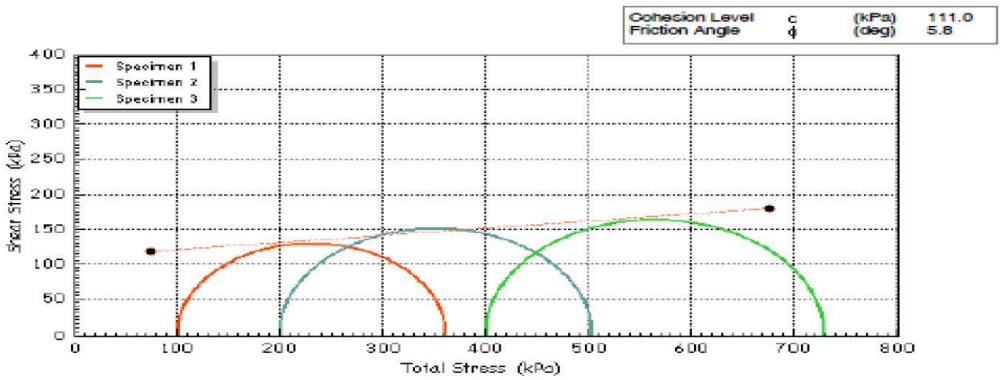
Bu rapor, laboratuvarın yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. Elektronik imzalı olanlar hariç, imzasız ve mührüsüz raporlar geçersizdir.
This report shall not be reproduced other than in full except with the permission of the laboratory. Unless electronically signed, testing reports without signature and seal are not valid.

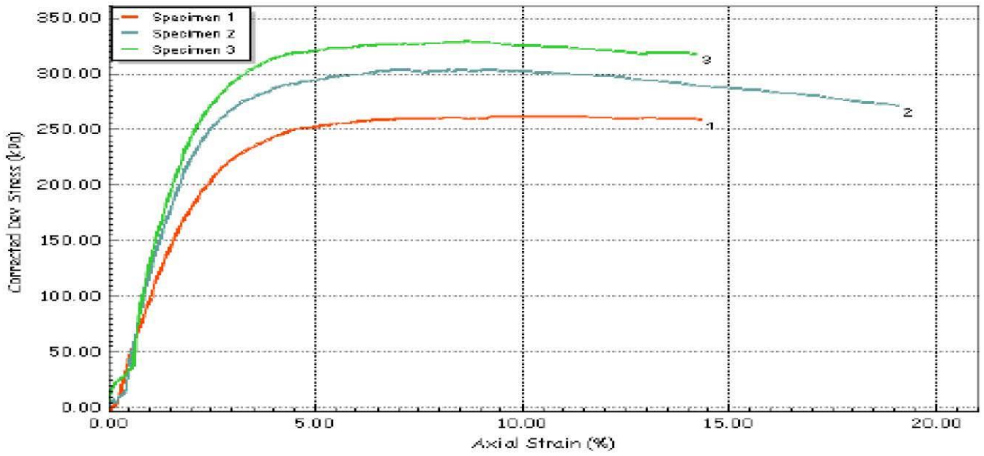
DSİ Genel Müdürlüğü Laboratuvarları
DSİ 12. Bölge Müdürlüğü
Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürlüğü
Osman Kavuncu Caddesi Kocasinan /KAYSERİ
Tel : 0 (352) 336 28 50 Faks: 0 (352) 336 28 57
E-posta: dsi12@dsi.gov.tr Elektronik Ağ: www.dsi.gov.tr

AB-0010-T
18-1338
12-18

Numuneyi Gönderen	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü Jeoteknik Hizmetler ve YAS Şube Müdürlüğü	Numune Kabul Tarihi	:	27.07.2017
Müşterinin Adı Adresi	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü Jeoteknik Hizmetler ve YAS Şube Müdürlüğü	Deney Başlama Tarihi	:	27.07.2017
Ait Olduğu Proje	:	Yozgat Yerköy İnandık Barajı İnşaatı	Deney Bitiş Tarihi	:	12.12.2018
Numune Tarifi	:	3 (Üç) adet örselenmiş zemin numunesi			

İAÇ – 1 NUMUNESİ İÇİN;





Deney Sorumlusu **Yusuf ÖZEREN** Hidrojeoloji Mühendisi	Onaylayan **Aslı ERDOĞAN MENEKŞE** Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürü

Notlar:
1) Deneyler, talep sahibi tarafından laboratuvarımıza teslim edilen deney numuneleri üzerinde gerçekleştirilmiştir.
2) Bu rapor Lab No **18-1338** ile bir bütündür.
3) Deney tekrarı istenmesi halinde laboratuvarımızda numune kalmamıştır. □ / Şahit numune …. süre sonunda imha edilecektir. □

Bu rapor, laboratuvarın yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. Elektronik imzalı olanlar hariç, imzasız ve mühürsüz raporlar geçersizdir.
This report shall not be reproduced other than in full except with the permission of the laboratory. Unless electronically signed, testing reports without signature and seal are not valid.

DSİ Genel Müdürlüğü Laboratuvarları
DSİ 12. Bölge Müdürlüğü
Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürlüğü
Osman Kavuncu Caddesi Kocasinan /KAYSERİ
Tel : 0 (352) 336 28 50 Faks: 0 (352) 336 28 57
E-posta: dsi12@dsi.gov.tr Elektronik Ağ: www.dsi.gov.tr

AB-0010-T
18-1338
12-18

Numuneyi Gönderen	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü Jeoteknik Hizmetler ve YAS Şube Müdürlüğü	Numune Kabul Tarihi	:	27.07.2017
Müşterinin Adı Adresi	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü Jeoteknik Hizmetler ve YAS Şube Müdürlüğü	Deney Başlama Tarihi	:	27.07.2017
Ait Olduğu Proje	:	Yozgat Yerköy İnandık Barajı İnşaatı	Deney Bitiş Tarihi	:	12.12.2018
Numune Tarifi	:	3 (Üç) adet örselenmiş zemin numunesi			

İAÇ – 2 NUMUNESİ İÇİN;

Sample Details



sketch showing specimen location in original sample

Depth
Description
Type

	Default		1	2	3
Initial Length	L o	(mm)	100.0	100.0	100.0
Initial Diameter	D o	(mm)	50.0	50.0	50.0
Initial Weight	W o	(gr)	357.8	357.8	357.8
Bulk Density	ρ o	(Mg/m3)	1.82	1.82	1.82
Particle Density	ρ s	(Mg/m3)	2.65	2.65	2.65

Initial Conditions
Specimen

			1	2	3
Initial Cell Pressure	σ 3	(kPa)	100	200	400
Strain Rate	ṁ s	(mm/min)	0.50000	0.50000	0.50000
MembraneThickness	m b	(mm)	0.20	0.20	0.20
Displacement Input	L IP	(mm)	CH 1	CH 1	CH 1
Load Input	N IP	(N)	CH 2	CH 2	CH 2
Initial Moisture	ω i%	(%)	31	31	31
Initial Dry Density	ρ dO	(Mg/m3)	1.30	1.30	1.30
Initial Voids Ratio	e O	.	0.00	0.00	0.00
Initial Degree of Saturation	S o	(%)	00	00	00

Final Conditions

			1	2	3
Max Deviator Stress	(σ 1 - σ 3) f	(kPa)	240.31	267.32	317.61
MembraneCorrection	m c	(kPa)	1.076	1.031	1.107
Strain At Max Stress	ε f%	(%)	0.00	5.73	8.20
Shear Strength	c U	(kPa)	124.05	133.66	158.81
Final Moisture	ω f%	(%)	31	31	31
Final Dry Density	ρ df	(Mg/m3)	1.30	1.30	1.30
Final Voids Ratio	e f	.	0.00	0.00	0.00
Final Degree of Saturation	S f	(%)	00.4	00.4	00.4

Notes



Failure Sketch
(surface inclination)

Deney Sorumlusu	Onaylayan
Yusuf ÖZEREN	**Aslı ERDOĞAN MENEKŞE**
Hidrojeoloji Mühendisi	Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürü

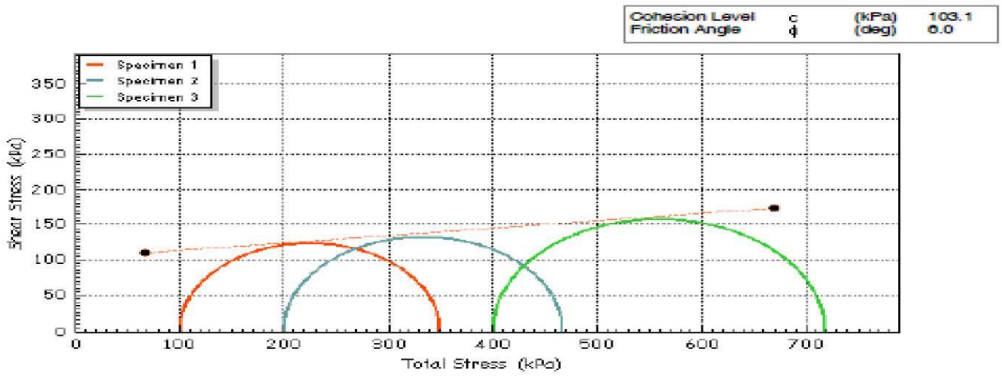
Notlar:
1) Deneyler, talep sahibi tarafından laboratuvarımıza teslim edilen deney numuneleri üzerinde gerçekleştirilmiştir.
2) Bu rapor Lab No **18-1338** ile bir bütündür.
3) Deney tekrarı istenmesi halinde laboratuvarımızda numune kalmamıştır. □ / Şahit numune .... süre sonunda imha edilecektir. □

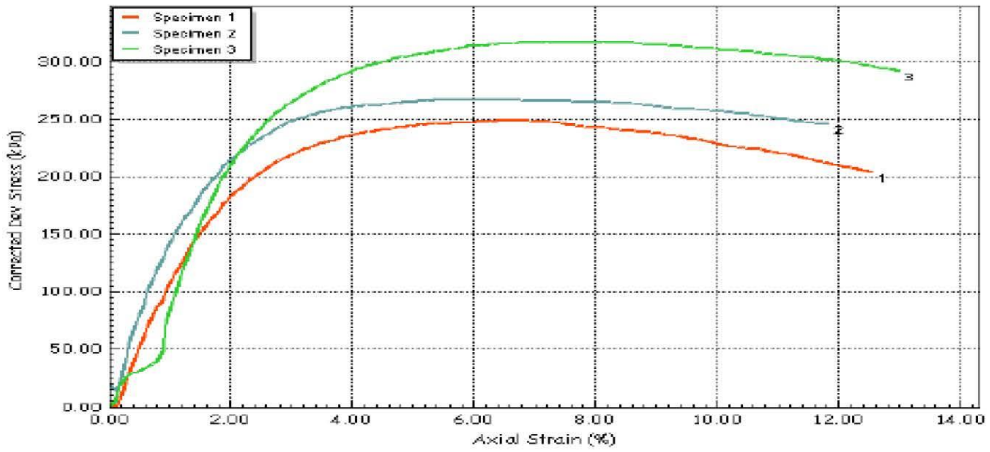
Bu rapor, laboratuvarın yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. Elektronik imzalı olanlar hariç, imzasız ve mührüsüz raporlar geçersizdir.
This report shall not be reproduced other than in full except with the permission of the laboratory. Unless electronically signed, testing reports without signature and seal are not valid.

Sayfa 24 / 26 *Page*	**DSİ Genel Müdürlüğü Laboratuvarları** **DSİ 12. Bölge Müdürlüğü** **Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürlüğü** Osman Kavuncu Caddesi Kocasinan /KAYSERİ Tel : 0 (352) 336 28 50 Faks: 0 (352) 336 28 57 E-posta: dsi12@dsi.gov.tr Elektronik Ağ: www.dsi.gov.tr	AB-0010-T 18-1338 12-18

Numuneyi Gönderen	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü Jeoteknik Hizmetler ve YAS Şube Müdürlüğü	Numune Kabul Tarihi	:	27.07.2017
Müşterinin Adı Adresi	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü Jeoteknik Hizmetler ve YAS Şube Müdürlüğü	Deney Başlama Tarihi	:	27.07.2017
Ait Olduğu Proje	:	Yozgat Yerköy İnandık Barajı İnşaatı	Deney Bitiş Tarihi	:	12.12.2018
Numune Tarifi	:	3 (Üç) adet örselenmiş zemin numunesi			

İAÇ – 2 NUMUNESİ İÇİN;





Deney Sorumlusu **Yusuf ÖZEREN** Hidrojeoloji Mühendisi	Onaylayan **Aslı ERDOĞAN MENEKŞE** Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürü

Notlar:
1) Deneyler, talep sahibi tarafından laboratuvarımıza teslim edilen deney numuneleri üzerinde gerçekleştirilmiştir.
2) Bu rapor Lab No **18-1338** ile bir bütündür.
3) Deney tekrarı istenmesi halinde laboratuvarımızda numune kalmamıştır. □ / Şahit numune …. süre sonunda imha edilecektir. □

Bu rapor, laboratuvarın yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. Elektronik imzalı olanlar hariç, imzasız ve mührsüz raporlar geçersizdir.
This report shall not be reproduced other than in full except with the permission of the laboratory. Unless electronically signed, testing reports without signature and seal are not valid.

DSİ Genel Müdürlüğü Laboratuvarları
DSİ 12. Bölge Müdürlüğü
Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürlüğü
Osman Kavuncu Caddesi Kocasinan /KAYSERİ
Tel : 0 (352) 336 28 50 Faks: 0 (352) 336 28 57
E-posta: dsi12@dsi.gov.tr Elektronik Ağ: www.dsi.gov.tr

AB-0010-T
18-1338
12-18

Numuneyi Gönderen	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü Jeoteknik Hizmetler ve YAS Şube Müdürlüğü	Numune Kabul Tarihi	:	27.07.2017
Müşterinin Adı Adresi	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü Jeoteknik Hizmetler ve YAS Şube Müdürlüğü	Deney Başlama Tarihi	:	27.07.2017
Ait Olduğu Proje	:	Yozgat Yerköy İnandık Barajı İnşaatı	Deney Bitiş Tarihi	:	12.12.2018
Numune Tarifi	:	3 (Üç) adet örselenmiş zemin numunesi			

İAÇ – 3 NUMUNESİ İÇİN;

Sample Details



sketch showing specimen location in original sample

Depth
Description
Type Default

			1	2	3
Initial Length	L_0	(mm)	100.0	100.0	100.0
Initial Diameter	D_0	(mm)	50.0	50.0	50.0
Initial Weight	W_0	(gr)	369.7	369.7	369.7
Bulk Density	ρ_0	(Mg/m3)	1.88	1.88	1.88
Particle Density	ρ_s	(Mg/m3)	2.65	2.65	2.65

Initial Conditions
Specimen

			1	2	3
Initial Cell Pressure	σ_3	(kPa)	100	200	400
Strain Rate	m_s	(mm/min)	0.50000	0.50000	0.50000
MembraneThickness	m_b	(mm)	0.20	0.20	0.20
Displacement Input	L_{IP}	(mm)	CH 1	CH 1	CH 1
Load Input	N_{IP}	(N)	CH 2	CH 2	CH 2
Initial Moisture	ω_i%	(%)	20	20	20
Initial Dry Density	ρ_{di}	(Mg/m3)	1.50	1.50	1.50
Initial Voids Ratio	e_0	.	0.77	0.77	0.77
Initial Degree of Saturation	S_0	(%)	88	88	88

Final Conditions

			1	2	3
Max Deviator Stress	$(\sigma_1-\sigma_3)_f$	(kPa)	288.31	306.06	353.52
MembraneCorrection	m_c	(kPa)	1.230	1.230	1.211
Strain At Max Stress	ε_f%	(%)	11.65	11.72	8.93
Shear Strength	c_U	(kPa)	144.15	153.48	176.76
Final Moisture	ω_f%	(%)	20	20	20
Final Dry Density	ρ_{df}	(Mg/m3)	1.50	1.50	1.50
Final Voids Ratio	e_f	.	0.77	0.77	0.77
Final Degree of Saturation	S_f	(%)	88.4	88.5	88.5

Notes



Failure Sketch
(surface inclination)

Deney Sorumlusu	Onaylayan
Yusuf ÖZEREN	**Aslı ERDOĞAN MENEKŞE**
Hidrojeoloji Mühendisi	Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürü

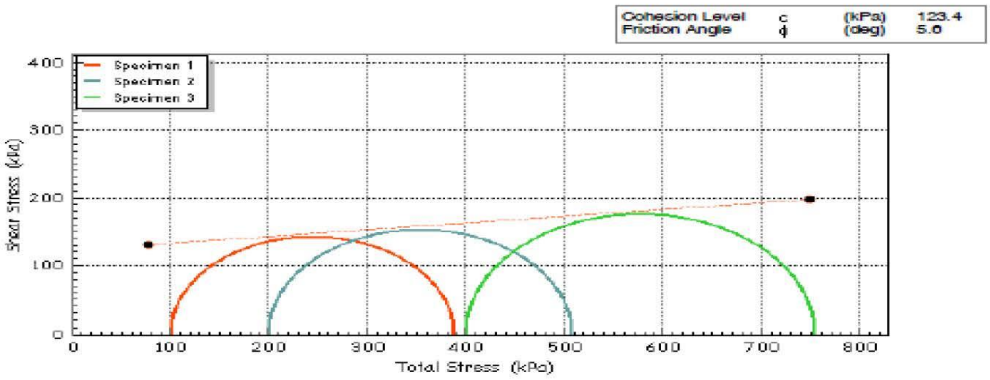
Notlar:
1) Deneyler, talep sahibi tarafından laboratuvarımıza teslim edilen deney numuneleri üzerinde gerçekleştirilmiştir.
2) Bu rapor Lab No **18-1338** ile bir bütündür.
3) Deney tekrarı istenmesi halinde laboratuvarımızda numune kalmamıştır. ☐ / Şahit numune .... süre sonunda imha edilecektir. ☐

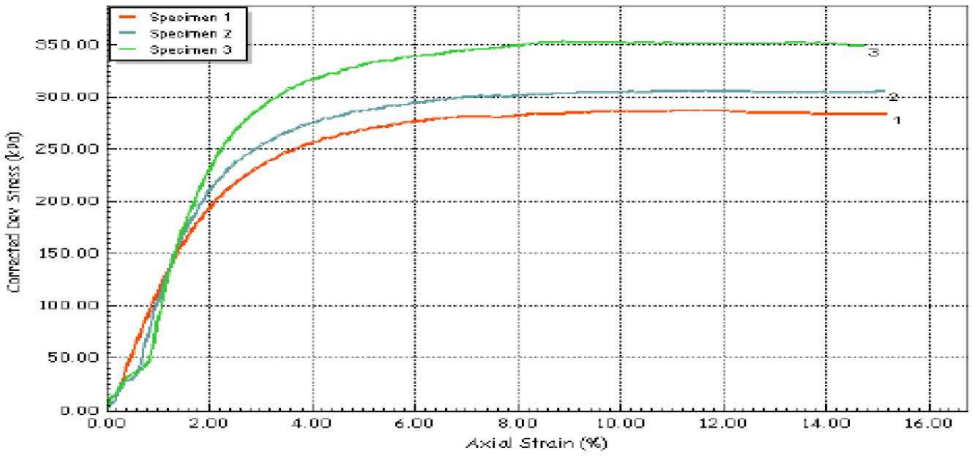
Bu rapor, laboratuvarımız yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. Elektronik imzalı olanlar hariç, imzasız ve mühürsüz raporlar geçersizdir.
This report shall not be reproduced other than in full except with the permission of the laboratory. Unless electronically signed, testing reports without signature and seal are not valid.

Sayfa 26 / 26 *Page*	**DSİ Genel Müdürlüğü Laboratuvarları** **DSİ 12. Bölge Müdürlüğü** **Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürlüğü** Osman Kavuncu Caddesi Kocasinan /KAYSERİ Tel : 0 (352) 336 28 50 Faks: 0 (352) 336 28 57 E-posta: dsi12@dsi.gov.tr Elektronik Ağ: www.dsi.gov.tr	AB-0010-T 18-1338 12-18

Numuneyi Gönderen	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü Jeoteknik Hizmetler ve YAS Şube Müdürlüğü	Numune Kabul Tarihi	:	27.07.2017
Müşterinin Adı Adresi	:	DSİ 12. Bölge Müdürlüğü Jeoteknik Hizmetler ve YAS Şube Müdürlüğü	Deney Başlama Tarihi	:	27.07.2017
Ait Olduğu Proje	:	Yozgat Yerköy İnandık Barajı İnşaatı	Deney Bitiş Tarihi	:	12.12.2018
Numune Tarifi	:	3 (Üç) adet örselenmiş zemin numunesi			

İAÇ – 3 NUMUNESİ İÇİN;





Deney Sorumlusu **Yusuf ÖZEREN** Hidrojeoloji Mühendisi	Onaylayan **Aslı ERDOĞAN MENEKŞE** Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürü

Notlar:
1) Deneyler, talep sahibi tarafından laboratuvarımıza teslim edilen deney numuneleri üzerinde gerçekleştirilmiştir.
2) Bu rapor Lab No **18-1338** ile bir bütündür.
3) Deney tekrarı istenmesi halinde laboratuvarımızda numune kalmamıştır. □ / Şahit numune .... süre sonunda imha edilecektir. □

Bu rapor, laboratuvarın yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. Elektronik imzalı olanlar hariç, imzasız ve mührsüz raporlar geçersizdir.
This report shall not be reproduced other than in full except with the permission of the laboratory. Unless electronically signed, testing reports without signature and seal are not valid.

EK-9. Plastik Beton Tasarımı ve İlgili Deney Sonuçları (DSİ, 2019)

DSİ Genel Müdürlüğü
Laboratuvarları
DSİ TAKK DAİRESİ BAŞKANLIĞI
Beton Laboratuvarı Şube Müdürlüğü
Esenboğa yolu, Çankırı Yol Ayrımı Altınova/ANKARA
Tel : (312) 454 54 54 Faks : (312) 399 27 95
E-posta:takk@dsi.gov.tr Elektronik Ağ:www.dsi.gov.tr

Deney Raporu
Test Report

DSİ
19-0009/1
03-19

Müşterinin Adı /Adresi *Customer Name /Adress*	:	CEYSU İNŞAAT VE TİC. A.Ş. Yıldızevler Mah. R.Tagore Cad. No:10/4 Çankaya/Ankara
Numuneyi Gönderen *Sample posted by*	:	DSİ 12. BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ Osman Kavuncu Cad. Kocasinan 38060- KAYSERİ
İstek Numarası *Order No.*	:	09.10.2018 tarih ve 693550 sayılı yazı
Numunenin Adı ve Tarifi *Name and identity of test item*	:	İki Sınıf Agrega (0-5 mm, 5-15 mm anma boyutlarında), Bir Tip Çimento (CEM I 42,5R Baştaş Çimento), Bir Tip Bentonit (Karakaya Bentonit) ☐ Mühürlü ☒ Mühürsüz
Numunenin Kabul Tarihi *The date of receipt of test item*	:	28.01.2019
Açıklamalar *Remarks*	:	Bu rapor DSİ 12. Bölge Müdürlüğü sınırlarında yapımına devam edilen Ceysu İnşaat ve Tic. A.Ş. yüklenimindeki "Yozgat Yerköy İnandık Barajı" işine ait plastik beton tasarımı ile ilgili deney sonuçlarını içermektedir.
Deneyin Yapıldığı Tarih *Date of test*	:	28.01.2019-14.03.2019
Raporun Sayfa Sayısı *Number of pages of the Report*	:	8

Deney ve /veya ölçüm sonuçları, genişletilmiş ölçüm belirsizlikleri (olması halinde) ve deney metotları bu sertifikanın tamamlayıcı kısmı olan takip eden sayfalarda verilmiştir.
The test and/or measurement results, the uncertainties (if applicable) with confidence probability and test methods are given on the following pages which are part of this report.

Mühür *Seal*	**Tarih** *Date*	**Deney Sorumlusu** *Person in Charge of Test*	**Onaylayan** *Head of Testing Laboratory*
	14.03.2019	Hakan İbrahim SOYSAL Kimya Müh.	Aydın SAĞLIK Beton Laboratuvarı Şube Müdürü

Bu rapor, laboratuvarın yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. Elektronik imzalı olanlar hariç, imzasız ve mühürsüz raporlar geçersizdir.
This report shall not be reproduced other than in full except with the permission of the laboratory. Unless electronically signed, testing reports without signature and seal are not valid.

DSİ Genel Müdürlüğü Laboratuvarları
DSİ TAKK DAİRESİ BAŞKANLIĞI
Beton Laboratuvarı Şube Müdürlüğü
Esenboğa yolu, Çankırı Yol Ayrımı Altınova/ANKARA
Tel : (312) 454 54 54 Faks: (312) 399 27 95
E-posta:takk@dsi.gov.tr Elektronik Ağ:www.dsi.gov.tr

DSİ
19-0009/1
03-19

Numuneyi Gönderen	:	DSİ 12. BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ Osman Kavuncu Cad. Kocasinan 38060- KAYSERİ	Numune Kabul Tarihi	:	28.01.2019
Müşterinin Adı Adresi	:	CEYSU İNŞAAT VE TİC. A.Ş. Yıldızevler Mah. R.Tagore Cad. No:10/4 Çankaya/Ankara	Deney Başlama Tarihi		28.01.2019
Ait Olduğu Proje	:	Yozgat Yerköy İnandık Barajı	Deney Bitiş Tarihi	:	14.03.2019
Numune Tarifi	:	İki Sınıf Agrega (0-5 mm, 5-15 mm anma boyutlarında), Bir Tip Çimento (CEM I 42,5R Baştaş Çimento), Bir Tip Bentonit (Karakaya Bentonit)		:	

DSİ 12. BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ
YOZGAT YERKÖY İNANDIK BARAJI İNŞAATI
BULAMAÇ HENDEĞİ (SLURRY TRENCH) PLASTİK BETON TASARIMI

1. GİRİŞ

Yozgat Yerköy İnandık Barajı İnşaatı işinde kullanılması planlanan plastik beton (Slurry Trench) karışım tasarımının belirlenmesine yönelik olarak Daire Başkanlığımıza, iki sınıf agrega (0-5 mm ve 5-15 mm anma boyutlarında), bir tip çimento ve bir tip bentonit numunesi teslim edilmiştir. Daire Başkanlığımız Beton Laboratuvarı Şube Müdürlüğünde farklı karışım tasarımları hazırlanmış olup, alınan numuneler üzerinde gerekli deneyler yapılarak, tasarımlara ait 7 günlük deney sonuçları bu ara rapor içerisinde verilmiştir. Devam eden 14, 28 ve 40 günlük deneyler tamamlandığında sonuçları hazırlanacak olan nihai raporda verilecektir.

2. MALZEMELER

Plastik beton (Slurry Trench) karışım tasarımının belirlenmesine yönelik olarak,

2.1 Çimento

50 kg CEM I 42,5R Baştaş Çimento

2.2 Bentonit

20 kg Bentonit (Karakaya Bentonit)

2.3 Agrega

İki sınıf (0-5 mm, 5-15 mm) agrega. Agregalara ait deney sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir.

2.4 Su

Deneylerde laboratuvar ortamında kullanılan şebeke suyu kullanılmıştır.

Deney Sorumlusu Hakan İbrahim SOYSAL Kimya Mühendisi	Onaylayan Aydın SAĞLIK Beton Laboratuvarı Şube Müdürü

Notlar:
1) Deneyler, talep sahibi tarafından laboratuvarımıza teslim edilen deney numuneleri üzerinde gerçekleştirilmiştir.
2) Bu rapor Lab No: 19-0009-1 ile bir bütündür.
3) Deney tekrarı istenmesi halinde laboratuvarımızda numune kalmamıştır. ☐ Şahit numune **1 ay** süre sonunda imha edilecektir. ☑

Bu rapor, laboratuvarın yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. Elektronik imzalı olanlar hariç, imzasız ve mühürsüz raporlar geçersizdir.
This report shall not be reproduced other than in full except with the permission of the laboratory. Unless electronically signed, testing reports without signature and seal are not valid.

DSİ Genel Müdürlüğü Laboratuvarları
DSİ TAKK DAİRESİ BAŞKANLIĞI
Beton Laboratuvarı Şube Müdürlüğü
Esenboğa yolu, Çankırı Yol Ayrımı Altınova/ANKARA
Tel : (312) 454 54 54 Faks: (312) 399 27 95
E-posta:takk@dsi.gov.tr Elektronik Ağ:www.dsi.gov.tr

DSİ
19-0009/1
03-19

Numuneyi Gönderen	:	DSİ 12. BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ Osman Kavuncu Cad. Kocasinan 38060- KAYSERİ	Numune Kabul Tarihi	:	28.01.2019
Müşterinin Adı Adresi	:	CEYSU İNŞAAT VE TİC. A.Ş. Yıldızevler Mah. R.Tagore Cad. No:10/4 Çankaya/Ankara	Deney Başlama Tarihi		28.01.2019
Ait Olduğu Proje	:	Yozgat Yerköy İnandık Barajı	Deney Bitiş Tarihi	:	14.03.2019
Numune Tarifi	:	İki Sınıf Agrega (0-5 mm, 5-15 mm anma boyutlarında), Bir Tip Çimento (CEM I 42,5R Baştaş Çimento), Bir Tip Bentonit (Karakaya Bentonit)		:	

3. AGREGA FİZİKSEL DENEY SONUÇLARI

0-5 mm ve 5-15 mm anma boyutlarındaki iki sınıf agregaya ait fiziksel deney sonuçları Çizelge 1'de ve agregalara ait elek analizi deney sonuçları ise Çizelge 2'de verilmiştir. Agrega sınıflarının gerçek dağılım aralıkları Çizelge 2'den belirlenebilir. İnce agregaya ait tane dağılım eğrisi ve önerilen tane dağılım eğrileri Grafik 1'de verilmiştir.

Çizelge-1 Agrega Fiziksel Deney Sonuçları

Numuneyi Gönderen: DSİ 12. Bölge Müdürlüğü-Kayseri
Ait Olduğu Proje Adı: Yozgat Yerköy İnandık Barajı

Numune Kodu		Taneler Arası Boşluklu Birim Hacim Kütle ve Boşluk Oranı (1,2)				Bağıl Yoğunluk ve Su Emme Oranı (3,4,5)				200 No'lu Elekten Geçen Miktar (6,7) ☑ A - Yıkama Yöntemi ☐ B - Isıtıcı Madde Yöntemi		Kil Topakları ve Eriyebilir Parçacıklar Miktarı (8)		Metilen Mavisi Değeri (9)
İri Agrega	İnce Agrega	İri Agrega		İnce Agrega		İri Agrega		İnce Agrega		İri Agrega	İnce Agrega	İri Agrega	İnce Agrega	İnce Agrega
		kg/m³	%	kg/m³	%	-	%	-	%		%			
-	0-5 mm	-	-	-	-	-	-	2,58	0,8	-	14,3	-	-	0,2
5-15 mm	-	-	-	-	-	2,70	0,1	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Limitler►						2,50	2,00	2,50	3,00	1,0	15,0	≤ % 5,0	≤ % 3,0	< 2,0
Deney Standardı►		☑ (1) ASTM C 29 ☐ (2) TS EN 1097-3				☑ (3) ASTM C 127 ☐ (5) TS EN 1097-6		☑ (4) ASTM C 128 ☐ (5) TS EN 1097-6		☑ (6) ASTM C 117 ☐ (7) TS EN 933-10		(8) ASTM C 142 ASTM C 33		(9) TS EN 933-9

Numune Kodu		Organik Madde Rengi (10,11)	Dona Dayanıklılığın Kimyasal Yöntemle Tayini (12) ☑ Sodyum Sülfatla ☐ Magnezyum Sülfatla		Termal ve Bozunma Özellikleri (Magnezyum Sülfat İle) (13)	Donma ve Çözülmeye Karşı Direnç (14)	Los Angeles Aşınma Kaybı (15)		Parçalanma Direncinin Tayini (16)	Tane Şekli'nin Tayini-Şekil İndisi (17)	Tane Şekli'nin Tayini-Yassılık İndisi(18)	Agrega Kırılma Değeri Tayini (19)	Kum Eşdeğeri Tayini (20)
							100 Devir	500 Devir					
İri Agrega	İnce Agrega	İnce Agrega	İri Agrega	İnce Agrega	İri Agrega	İri Agrega	İri Agrega		İri Agrega	İri Agrega	İri Agrega	İri Agrega	İnce Agrega
		Renk	%		%	%	%		%	%	%	%	
-	0-5 mm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5-15 mm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Limitler ►		Daha Açık Daha Koyu Eşit	≤% 12,0	≤% 10,0	TS 706 EN 12620 (Kategori MS)	TS 706 EN 12620 (Kategori F)	≤% 10,0	≤% 50,0	TS 706 EN 12620 (Kategori LA)	TS 706 EN 12620 (Kategori SI)	TS 706 EN 12620 (Kategori FI)	≤% 30,0	-
Deney Standardı►		☑ (10) ASTM C 40 ☐ (11) TS EN 1744	(12) ASTM C 88		(12) TS EN 1367-2	(14) TS EN 1367-1	(15) ASTM C 131		(16) TS EN 1097-2	(17) TS EN 933-4	(18) TS EN 933-3	(19) BS 812-110	(20) TS EN 933-8

Not: * İşaretli+A3 043 deneyler akreditedir. Kullanılan deney standardı ve deney yöntemi onay işareti ile belirtilmiştir.

Çizelge 2 - Agrega Elek Analizi Deney Sonuçları

AGREGA DENEYLERİ------Toplamalı Elekten Geçen, %						
Elek Göz Açıklığı	0-5 mm...			...5-15 mm		
	İnce Agrega FM►		2,79	İnce Agrega FM►		6,00
	-	0-5 mm	Tuvenan	5-15 mm	-	Tuvenan
5 " (125,0)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
4 " (101,6)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
3" (76,2)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
2 1/2 " (63,5)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
2 " (50,8)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
1 1/2 " (38,1)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
1 1/4 " (31,5)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
1 " (25,4)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
3/4 " (19,01)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
1/2 " (12,64)	100,00	100,00	100,00	80,86	100,00	81,14
3/8 " (9,52)	100,00	100,00	100,00	32,30	100,00	33,28
#4 (4,76)	0,00	100,00	98,60	0,00	100,00	1,45
#8 (2,36)	0,00	75,73	74,67	0,00	0,00	0,00
#16 (1,18)	0,00	53,98	53,23	0,00	0,00	0,00
#30 (0,59)	0,00	39,66	39,11	0,00	0,00	0,00
#50 (0,295)	0,00	29,64	29,23	0,00	0,00	0,00
#100 (0,149)	0,00	21,53	21,23	0,00	0,00	0,00
#200 (0,075)	0,00	12,48	12,30	0,00	0,00	0,00
Pan (0,0)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

FM: İnce agreganın (kum'un) İncelik modülüdür.

Deney Sorumlusu Hakan İbrahim SOYSAL Kimya Mühendisi	Onaylayan Aydın SAĞLIK Beton Laboratuvarı Şube Müdürü

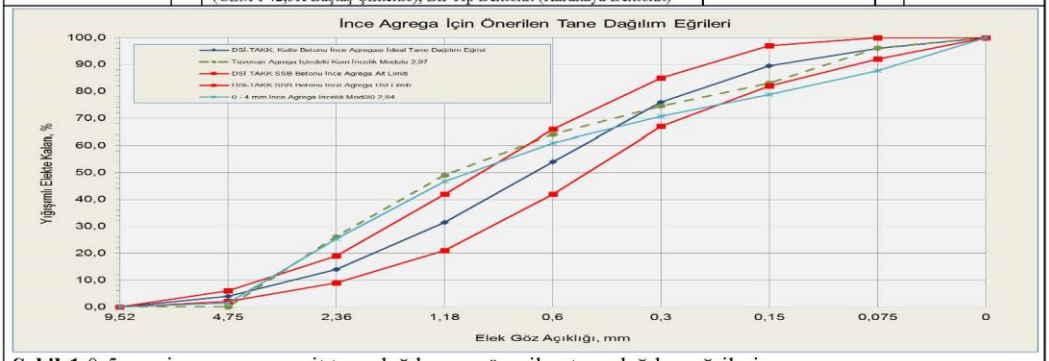
Notlar:
1) Deneyler, talep sahibi tarafından laboratuvarımıza teslim edilen deney numuneleri üzerinde gerçekleştirilmiştir.
2) Bu rapor Lab No: 19-0009-1 ile bir bütündür.
3) Deney tekrarı istenmesi halinde laboratuvarımızda numune kalmamıştır. ☐ Şahit numune **1 ay** süre sonunda imha edilecektir. ☑

Bu rapor, laboratuvarın yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. Elektronik imzalı olanlar hariç, imzasız ve mühürsüz raporlar geçersizdir.
This report shall not be reproduced other than in full except with the permission of the laboratory. Unless electronically signed, testing reports without signature and seal are not valid.

DSİ Genel Müdürlüğü Laboratuvarları
DSİ TAKK DAİRESİ BAŞKANLIĞI
Beton Laboratuvarı Şube Müdürlüğü
Esenboğa yolu, Çankırı Yol Ayrımı Altınova/ANKARA
Tel : (312) 454 54 54 Faks: (312) 399 27 95
E-posta:takk@dsi.gov.tr Elektronik Ağ:www.dsi.gov.tr

DSİ
19-0009/1
03-19

Numuneyi Gönderen	:	DSİ 12. BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ Osman Kavuncu Cad. Kocasinan 38060- KAYSERİ	Numune Kabul Tarihi	:	28.01.2019
Müşterinin Adı Adresi	:	CEYSU İNŞAAT VE TİC. A.Ş. Yıldızevler Mah. R.Tagore Cad. No:10/4 Çankaya/Ankara	Deney Başlama Tarihi		28.01.2019
Ait Olduğu Proje	:	Yozgat Yerköy İnandık Barajı	Deney Bitiş Tarihi	:	14.03.2019
Numune Tarifi	:	İki Sınıf Agrega (0-5 mm, 5-15 mm anma boyutlarında), Bir Tip Çimento (CEM I 42,5R Baştaş Çimento), Bir Tip Bentonit (Karakaya Bentonit)		:	



Şekil-1 0-5 mm ince agregaya ait tane dağılımı ve önerilen tane dağılım eğrileri.

İnce agrega (0-5 mm Kum) içinde 200# elekten geçen malzeme miktarı %14,3 olarak, İncelik Modülü ise 2,97 olarak tespit edilmiştir. İncelik modülü değerinin 2,30 ile 3,10 arasında olması idealdir. İnce agreganın, tane dağılımı grafiği üzerinde gösterilen limitler içerisinde kalacak şekilde üretilmesi önem arz etmektedir. İnce agregada incelik modülünün sağlanması, aynı zamanda önerilen tane dağılım eğrisine de uyulması istenilen bir parametredir.

4. PLASTİK BETON (SLURRY TRENCH) KARIŞIM TASARIMI

Daire Başkanlığımıza teslim edilen iki sınıf agrega (0-5 mm, 5-15 mm anma boyutlarında), bir tip çimento ve bir tip bentonit numuneleri ile geçirimsiz perde duvarı inşaatı işinde kullanılması düşünülen plastik beton karışım oranlarının belirlenmesi ve istenilen taze ve sertleşmiş beton özelliklerinin elde edilebilmesi amacıyla farklı karışım tasarımları hazırlanmıştır. Bu çalışmalara ait tasarım sonuçları Yİ1, Yİ2, Yİ3, Yİ4 ve Yİ5 kodları ile verilmiştir.

Bu tasarımlardan 7, 14 ve 28 günlük basınç dayanımı ve elastisite modülü deneyleri için, ayrıca 7, 14, 28 ve 40 günlük permeabilite deneyleri için **(50x100) mm** boyutlarında silindir şekilli numuneler alınmıştır. Numuneler üzerinde, gerçekleştirilen deneylere ait sonuçlar bu rapor içerisinde verilmiştir.

Karışım oranları kütlesel ve hacimsel (1 m^3 için karışım oranları) olarak iki şekilde verilmiştir. Plastik beton karışımlarında kullanılan ince agreganın rutubet değerleri düzenli olarak ölçülerek betonda gerekli rutubet düzeltmenin uygulanması ile imalatı gerçekleştirilmelidir.

Deney Sorumlusu Hakan İbrahim SOYSAL Kimya Mühendisi	Onaylayan Aydın SAĞLIK Beton Laboratuvarı Şube Müdürü

Notlar:
1) Deneyler, talep sahibi tarafından laboratuvarımıza teslim edilen deney numuneleri üzerinde gerçekleştirilmiştir.
2) Bu rapor Lab No: 19-0009-1 ile bir bütündür.
3) Deney tekrarı istenmesi halinde laboratuvarımızda numune kalmamıştır. ☐ Şahit numune **1 ay** süre sonunda imha edilecektir. ☑

Bu rapor, laboratuvarın yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. Elektronik imzalı olanlar hariç, imzasız ve mühürsüz raporlar geçersizdir.
This report shall not be reproduced other than in full except with the permission of the laboratory. Unless electronically signed, testing reports without signature and seal are not valid.

DSİ Genel Müdürlüğü Laboratuvarları
DSİ TAKK DAİRESİ BAŞKANLIĞI
Beton Laboratuvarı Şube Müdürlüğü
Esenboğa yolu, Çankırı Yol Ayrımı Altınova/ANKARA
Tel : (312) 454 54 54 Faks: (312) 399 27 95
E-posta:takk@dsi.gov.tr Elektronik Ağ:www.dsi.gov.tr

DSİ
19-0009/1
03-19

Numuneyi Gönderen	:	DSİ 12. BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ Osman Kavuncu Cad. Kocasinan 38060- KAYSERİ	Numune Kabul Tarihi	:	28.01.2019
Müşterinin Adı Adresi	:	CEYSU İNŞAAT VE TİC. A.Ş. Yıldızevler Mah. R.Tagore Cad. No:10/4 Çankaya/Ankara	Deney Başlama Tarihi		28.01.2019
Ait Olduğu Proje	:	Yozgat Yerköy İnandık Barajı	Deney Bitiş Tarihi	:	14.03.2019
Numune Tarifi	:	İki Sınıf Agrega (0-5 mm, 5-15 mm anma boyutlarında), Bir Tip Çimento (CEM I 42,5R Baştaş Çimento), Bir Tip Bentonit (Karakaya Bentonit)		:	

Plastik Beton (Slurry Trench) Karışım Tasarımı

Plastik beton karışım tasarımlarının yoğunlukları aşağıdaki çizelgeler içinde verilmekte olup yapılan çökme deneylerinde herhangi bir ayrışmaya rastlanmamıştır.

Viskoziteleri ise 1 gün sonunda 4,75 mm çaplı marsh hunisinden akma süresi olarak ortalama 40 - 60 s ölçülmüştür. Plastik betonların taze haldeki slamp hunisindeki yayılma değerleri ise 45 – 50 cm arasında gerçekleşmiştir.

Laboratuvarımızda hazırlanan karışım tasarımlarından tamamlanmış olan beş adedine ait karışım oranları Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3 – Plastik beton tasarımı için Yİ1, Yİ2, Yİ3, Yİ4 ve Yİ5 karışım oranları.

Karışım No.	Plastik Beton SLURRY TRENCH Karışım Kodu	Çimento Baştaş Çimento CEM I 42,5R kg/m^3	Bentonit (Karakaya Bentonit) kg/m^3	Karışım Suyu Miktarı kg/m^3	Su/Çimento Oranı (w/c)	Agrega Karışım Oranları ve Miktarları, (DKY) kg/m^3		Teorik Taze Beton Birim Hacim Kütlesi, kg/m^3
						İnce Agrega : 0 - 5 mm	Çakıl 1 : 5 - 15 mm	
						70,0	30,0	
						2,66	2,70	
1	Yİ-1	200,0	20,0	400,0	2,00	964,5	413,3	1997,8
2	Yİ-2	200,0	22,6	450,0	2,25	869,1	372,5	1914,1
3	Yİ-3	200,0	25,0	450,0	2,25	867,3	371,7	1914,1
4	Yİ-4	230,0	25,3	470,0	2,04	811,0	347,6	1883,9
5	Yİ-5	250,0	27,5	450,0	1,80	834,4	357,6	1919,5

Deney Sorumlusu Hakan İbrahim SOYSAL Kimya Mühendisi	Onaylayan Aydın SAĞLIK Beton Laboratuvarı Şube Müdürü

Notlar:
1) Deneyler, talep sahibi tarafından laboratuvarımıza teslim edilen deney numuneleri üzerinde gerçekleştirilmiştir.
2) Bu rapor Lab No: 19-0009-1 ile bir bütündür.
3) Deney tekrarı istenmesi halinde laboratuvarımızda numune kalmamıştır. ☐ Şahit numune **1 ay** süre sonunda imha edilecektir. ☑

Bu rapor, laboratuvarın yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. Elektronik imzalı olanlar hariç, imzasız ve mühürsüz raporlar geçersizdir.
This report shall not be reproduced other than in full except with the permission of the laboratory. Unless electronically signed, testing reports without signature and seal are not valid.

DSİ Genel Müdürlüğü Laboratuvarları
DSİ TAKK DAİRESİ BAŞKANLIĞI
Beton Laboratuvarı Şube Müdürlüğü
Esenboğa yolu, Çankırı Yol Ayrımı Altınova/ANKARA
Tel : (312) 454 54 54 Faks: (312) 399 27 95
E-posta:takk@dsi.gov.tr Elektronik Ağ:www.dsi.gov.tr

DSİ
19-0009/1
03-19

Numuneyi Gönderen	:	DSI 12. BOLGE MUDURLUGU Osman Kavuncu Cad. Kocasinan 38060- KAYSERİ	Numune Kabul Tarihi	:	28.01.2019
Müşterinin Adı Adresi	:	CEYSU İNŞAAT VE TİC. A.Ş. Yıldızevler Mah. R.Tagore Cad. No:104 Çankaya/Ankara	Deney Başlama Tarihi		28.01.2019
Ait Olduğu Proje	:	Yozgat Yerköy İmandık Barajı	Deney Bitiş Tarihi	:	14.03.2019
Numune Tarifi	:	İki Sınıf Agrega (0-5 mm, 5-15 mm arına boyutlarında), Bir Tip Çimento (CEM I 42,5R Baştaş Çimento), Bir Tip Bentonit (Karakaya Bentonit)		:	

Plastik Beton Karışım Tasarımı Deney Sonuçları

Plastik beton tasarımlarına ait tek eksenli basınç dayanımı ve elastisite modülü deney sonuçları Çizelge- 4'te verilmiştir.

Çizelge 4 – Tek eksenli basınç dayanımı ve elastisite modülü deney sonuçları

Karışım Kodu	Döküm Tarihi	Deney Sonuçları			
		Deney Tarihi	Numune Yaşı	Basınç Dayanımı kPa	Elastisite Modülü MPa
YI-1	26.02.2019	07.03.2019	7	1196,5	**264**
YI-2	28.02.2019	11.03.2019	11	824,1	**158**
YI-3	28.02.2019	11.03.2019	11	646,6	**314**
YI-4	28.02.2019	11.03.2019	11	1012,8	**253**
YI-5	01.03.2019	11.03.2019	7	1940,5	**346,7**

4.3 Permeabilite Deney Sonuçları

Permeabilite deney sonuçları; deneylerin Zemin Mekaniği Laboratuvarı Şube Müdürlüğünde yapılması nedeniyle ayrı bir rapor halinde İlgi (b) yazımız ekinde verilmiştir.

Not: Numunenin ileri yaşlardaki permeabilite deney sonuçlarının erken yaşlarındaki permabilite deney sonuçlarına göre azalması beklenirken, bazı değerlerin bir miktar arttıkları görülebilmektedir. Deneysel veya numuneye ait kusurlardan dolayı ve ya deneylerde farklı numuneler kullanılıyor olmasından dolayı bu tip hatalı sonuçların elde edilmesi mümkün olabilmektedir. Yerinde imalat sırasında alınan numuneler üzerinde permeabilite deney sonuçları tekrarlanmalı ve doğrulanmalıdır.

Deney Sorumlusu Hakan İbrahim SOYSAL Kimya Mühendisi	Onaylayan Aydın SAĞLIK Beton Laboratuvarı Şube Müdürü

Notlar:
1) Deneyler, talep sahibi tarafından laboratuvarımıza teslim edilen deney numuneleri üzerinde gerçekleştirilmiştir.
2) Bu rapor Lab No: 19-0009-1 ile birbütündür.
3) Deney tekrarı istenmesi halinde laboratuvarımızda numune kalmamıştır. ☐Şahit numune 1 ay süre sonunda imha edilecektir. ☑

Bu rapor, laboratuvarın yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. Elektronik imzalı olanlar hariç, imzasız ve mührüsüz raporlar geçersizdir.
This report shall not be reproduced other than in full except with the permission of the laboratory. Unless electronically signed, testing reports without signature and seal are not valid.

DSİ Genel Müdürlüğü Laboratuvarları
DSİ TAKK DAİRESİ BAŞKANLIĞI
Beton Laboratuvarı Şube Müdürlüğü
Esenboğa yolu, Çankırı Yol Ayrımı Altınova/ANKARA
Tel : (312) 454 54 54 Faks: (312) 399 27 95
E-posta:takk@dsi.gov.tr Elektronik Ağ:www.dsi.gov.tr

DSİ
19-0009/1
03-19

Numuneyi Gönderen	:	DSİ 12. BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ Osman Kavuncu Cad. Kocasinan 38060- KAYSERİ	Numune Kabul Tarihi	:	28.01.2019
Müşterinin Adı Adresi	:	CEYSU İNŞAAT VE TİC. A.Ş. Yıldızevler Mah. R.Tagore Cad. No:10/4 Çankaya/Ankara	Deney Başlama Tarihi		28.01.2019
Ait Olduğu Proje	:	Yozgat Yerköy İnandık Barajı	Deney Bitiş Tarihi	:	14.03.2019
Numune Tarifi	:	İki Sınıf Agrega (0-5 mm, 5-15 mm anma boyutlarında), Bir Tip Çimento (CEM I 42,5R Baştaş Çimento), Bir Tip Bentonit (Karakaya Bentonit)		:	

5. DENEY SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Yozgat Yerköy İnandık Barajı İnşaatı işinde kullanılması planlanan plastik beton (Slurry Trench) karışım tasarımının belirlenmesine yönelik olarak Daire Başkanlığımız Beton Laboratuvarı Şube Müdürlüğünde farklı karışım tasarımları hazırlanmış olup tasarımlara ait deney sonuçları bu rapor içerisinde verilmiştir.

Plastik beton (Slurry Trench) teknik şartnamesinde; **"Hedef permeabilite değeri $1x10^{-6}$ cm/s'den düşük olacaktır. Bununla beraber, karışımın tabiatında bulunan değişiklikler nedeniyle alınan numuneler üzerinde gerçekleştirilecek deney sonuçlarının tamamındaki sapma %10 olarak kabul edilecektir. Bu sapma $1x10^{-5}$ cm/s den daha büyük permeabilite değerleri olmayacaktır. Plastik beton karışımının 28 günlük tek eksenli basınç mukavemeti 500 ila 1000 kPa değer aralığında olmalıdır. Plastik betonun deneme karışımlarının hazırlanması esnasında elastisite modülü belirlenecek, bulunan değerin alüvyonun elastisite modülüne uygunluğu kontrol edilecektir. Plastik betonun elastisite modülü 28 günde 200 ila 500 MPa değer aralığında olmalıdır."** İfadesi yer almaktadır.

Basınç dayanımı değerleri dikkate alındığında, tüm karışım tasarımları için 7 günlük tek eksenli basınç dayanımı deney sonuçlarının 500-1000 kPa değer aralığında olduğu veya bir miktar aştığı, elastisite modülü deney sonuçları ise 200-500 MPa değer aralığında olduğu görülmektedir. Elastisite modülü deney sonuçları bu rapor içerisinde Çizelge-4'te verilmiş olup alüvyon elastisite modülü değeri ile birlikte değerlendirilmelidir.

Permeabilite deney sonuçları ise İlgi (b) yazımız ekindeki deney sonuç raporlarında verilmiştir. Permeabilite sonuçları; basınç dayanımı ve elastisite deney sonuçları ile işin teknik şartnamesine göre birlikte değerlendirilmek sureti ile kullanılacak olan karışım tasarımı belirlenmelidir.

Deney sonuçları dikkate alındığında Yİ-4 kodu ile verilen karışım tasarımının kullanılmasının uygun olacağı tarafımızdan değerlendirilecektir. 14, 28 ve 40 günlük deneylerin tamamlanmasını müteakip gerekmesi halinde önerilen karışım tasarımı güncellenecektir.

Deney Sorumlusu Hakan İbrahim SOYSAL Kimya Mühendisi	Onaylayan Aydın SAĞLIK Beton Laboratuvarı Şube Müdürü

Notlar:
1) Deneyler, talep sahibi tarafından laboratuvarımıza teslim edilen deney numuneleri üzerinde gerçekleştirilmiştir.
2) Bu rapor Lab No: 19-0009-1 ile bir bütündür.
3) Deney tekrarı istenmesi halinde laboratuvarımızda numune kalmamıştır. ☐ Şahit numune **1 ay** süre sonunda imha edilecektir. ☑

Bu rapor, laboratuvarın yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. Elektronik imzalı olanlar hariç, imzasız ve mühürsüz raporlar geçersizdir.
This report shall not be reproduced other than in full except with the permission of the laboratory. Unless electronically signed, testing reports without signature and seal are not valid.

Numuneyi Gönderen	:	DSİ 12. BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ Osman Kavuncu Cad. Kocasinan 38060- KAYSERİ	Numune Kabul Tarihi	:	28.01.2019
Müşterinin Adı Adresi	:	CEYSU İNŞAAT VE TİC. A.Ş. Yıldızevler Mah. R.Tagore Cad. No:10/4 Çankaya/Ankara	Deney Başlama Tarihi		28.01.2019
Ait Olduğu Proje	:	Yozgat Yerköy İnandık Barajı	Deney Bitiş Tarihi	:	14.03.2019
Numune Tarifi	:	İki Sınıf Agrega (0-5 mm, 5-15 mm anma boyutlarında), Bir Tip Çimento (CEM I 42,5R Baştaş Çimento), Bir Tip Bentonit (Karakaya Bentonit)		:	

Yozgat Yerköy İnandık Barajı İnşaatı İşi Bulamaç Hendeği Geçirimsizlik Perdesi İnşaatı Özel Teknik Şartnamesinde plastik beton imalatları için farklı kriter değerler verilmiş ise tasarımların bu kriter değerler göz önünde bulundurularak değerlendirilmesi gerekmektedir.

6. NUMUNE KALIPLARI

Yerinde imalat sırasında alınacak olan plastik beton numuneleri 50x100 mm boyutlarında olmalıdır. Numuneler laboratuvarlara rutubetini kaybetmeyecek şekilde muhafaza edilerek ve kalıptan çıkarılmış halde teslim edilmelidir.

Örnek bir numune kalıbına ait fotoğraflar Şekil-1'de verilmiştir.



Şekil-1 Numune kalıpları (Kapak orta noktasında 2 mm çapında bir delik bulunmaktadır).

Deney Sorumlusu Hakan İbrahim SOYSAL Kimya Mühendisi	Onaylayan Aydın SAĞLIK Beton Laboratuvarı Şube Müdürü

Notlar:
1) Deneyler, talep sahibi tarafından laboratuvarımıza teslim edilen deney numuneleri üzerinde gerçekleştirilmiştir.
2) Bu rapor Lab No: 19-0009-1 ile bir bütündür.
3) Deney tekrarı istenmesi halinde laboratuvarımızda numune kalmamıştır. ☐ Şahit numune **1 ay** süre sonunda imha edilecektir. ☑

Bu rapor, laboratuvarın yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. Elektronik imzalı olanlar hariç, imzasız ve mühürsüz raporlar geçersizdir.
This report shall not be reproduced other than in full except with the permission of the laboratory. Unless electronically signed, testing reports without signature and seal are not valid.

EK-10. İAÇ Çukur Fotoğrafları

İAÇ-1



İAÇ-2



İAÇ-3

