

T.C.
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**JET GROUT (JET-ENJEKSİYON) UYGULAMASININ JEOTEKNİK
YÖNTEMLERLE KONTROLÜ: ERÇİŞ (VAN) ATIKSU ARITMA TESİSİ
ÖRNEĞİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN: Yusuf AK
DANIŞMAN: Doç.Dr. Ali ÖZVAN
II. DANIŞMAN: Doç.Dr. Müge AKIN

VAN-2019

T.C.
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
JEOLJİ ANABİLİM DALI

**JET GROUT (JET-ENJEKSİYON) UYGULAMASININ JEOTEKNİK
YÖNTEMLERLE KONTROLÜ: ERÇİŞ (VAN) ATIKSU ARITMA TESİSİ
ÖRNEĞİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN: Yusuf AK

Bu çalışma Van YYÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı tarafından
2015-HIZ-MIM-281 No'lu proje olarak desteklenmiştir

VAN-2019

KABUL VE ONAY SAYFASI

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Doç.Dr. Ali ÖZVAN danışmanlığında, Yusuf AK tarafından sunulan "Jet Grout (Jet-Enjeksiyon) Uygulamasının Jeoteknik Yöntemlerle Kontrolü: Erciş (Van) Atıksu Arıtma Tesisi Örneği" isimli bu çalışma Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili hükümleri gereğince 09/07/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile başarılı bulunmuş ve Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Doç.Dr. Mutluhan AKIN

İmza:

Üye: Doç.Dr. İsmail AKKAYA

İmza:

Üye: Doç.Dr. Ali ÖZVAN

İmza:

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 01.08/2019 tarih ve 2019/41-I sayılı kararı ile onaylanmıştır.



TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.


İmza
Yusuf AK

ÖZET

JET GROUT (JET-ENJEKSİYON) UYGULAMASININ JEOTEKNİK YÖNTEMLERLE KONTROLÜ: ERÇİŞ (VAN) ATIKSU ARITMA TESİSİ ÖRNEĞİ

AK, Yusuf

Yüksek Lisans Tezi, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

DANIŞMAN: Doç. Dr. Ali ÖZVAN

II. DANIŞMAN: Doç.Dr. Müge AKIN

Ağustos 2019, 119 sayfa

Jet Grout, dayanımı düşük ve yüksek deformasyon gösteren zeminlerde fiziksel ve mekanik özelliklerin iyileştirilmesinde yaygın olarak tercih edilen ıslah yöntemlerindedir. Yöntem, farklı oranlarda su ve çimento şerbetinin çok yüksek basınçta (en düşük 300 bar) küçük çaplı dönebilen püskürtme deliklerinden zemine enjekte edilmesi yöntemine dayanmaktadır. Yöntemde, püskürtme basıncı ve yukarı çekme hızı ile farklı çapta dayanımı yüksek silindirik jet grout kolonları oluşturulur. Zemini yırtarak oluşan jet grout kolonlar çimento ile birlikte bir miktar zemin malzemesini de bünyesine katmaktadır. Ayrıca, jet grout kolonlarının oluşması sırasında enjekte edilen yüksek basınçlı şerbet ile kolon çevresindeki zeminler itilerek kolonlar arasında bir sıkışma zonu da oluşturulmaktadır. Bu çalışmada; Jet Grout kolonları çevresinde sıkışan zonda bulunan farklı tane boylarına sahip zeminlerin dayanım özelliklerinde meydana gelen pozitif değişimler deneysel çalışmalar ile ortaya konulmuştur. Yapılan çalışmalar kapsamında; Jet Grout uygulaması öncesinde inceleme alanında zeminin özelliklerinin belirlenmesi amacıyla, Standart Penetrasyon Testleri (SPT) ve Çok Kanallı Yüzeysel Dalgası Analiz Yöntemi (MASW) uygulanmıştır. Kolonlar arasında kalan zeminlerde tekrarlanan deneyler neticesinde; sıkışma zonundaki zeminlerde SPT darbe sayılarındaki ve S-dalga hızlarındaki değişimler incelenmiştir. Arazi deneyleri sonucunda, sıkışma zonundaki zeminlerde SPT darbe sayılarının ve S-dalga hızlarının ilk değerlere oranla büyük ölçüde arttığı görülmüştür. Bu artış, Jet Grout kolonları arasında kalan zeminlerin enjeksiyon basınçlarından pozitif yönde etkilenerek, fiziksel ve mekanik özelliklerinde önemli bir iyileşmenin olduğu sonucunu ortaya koymaktadır.

Anahtar kelimeler: Enjeksiyon basıncı, Jet Grout, Kolon, Sıkışma zonu, Zemin iyileştirme.



ABSTRACT

CONTROLLING JET GROUTING APPLICATION USING GEOTECHNICAL METHODS: EXAMPLE OF ERCİŞ (VAN) WASTEWATER TREATMENT PLANT

AK, Yusuf

M. Sc. Thesis, Department of Geological Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Ali ÖZVAN

Co-Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Müge AKIN

August 2019, 119 pages

Jet grouting is one of the widely preferred methods for improving the physical and mechanical properties of soils with low strength and high deformation properties. Jet Grouting is based on the injection of varying proportions of water-cement grout at very high pressure (at least 300 bar) through very small diameter rotational nozzles into the ground. In this method, high-strength cylindrical jet grouting columns of various diameters are occupied by injection pressure and high-velocity of the jet fluid. These Jet Grouting columns, which are formed by stirring the soil, incorporate some soil material as well as cement. In addition, during injection of the high-pressure fluid, when the columns are being formed, compression zone among the columns are formed due to squeezing of the soil around the columns. In this study, the improvement of the strength characteristics of soils with varying grain sizes in the compression zone around jet grouting columns was verified through field tests. Within the scope of this study, Standard Penetration Tests and Multi-channel Surface Wave Analysis Methods (MASW) were carried out in the field before Jet Grouting in order to estimate the soil characteristics. In consequence of the repeated tests applied on the soils located between the jet grouting columns, the variation of SPT blow-counts and S-wave velocities were determined in these compression zones. The results of the field tests indicate that the SPT blow-counts and S-wave velocities of the soils in the compression zone significantly increased compared to their initial values. This increase suggests that the soil between jet grouting columns is positively affected by the grouting pressures and resulted in a substantial improvement in its physical and mechanical properties.

Keywords: Column, Compression zone, Injection pressure, Jet grouting, Soil improvement.



ÖN SÖZ

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Ana Bilim Dalı'nda hazırlanan bu yüksek lisans tez çalışması Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı tarafından 2015-HIZ-MIM-281 No'lu "Jet Grouting (Jet-Enjeksiyon) Uygulamasının Jeofizik Yöntemlerle Kontrolü: Erçiş (Van) Atıksu Arıtma Örneği" projesi ile desteklenmiştir.

Bu tez çalışmasını kapsayan sürecin başından sonuna dek, maddi ve manevi her türlü ilgi ve yardımlarını esirgemeyen danışmanlarım Sayın Doç.Dr. Ali ÖZVAN'a ve Doç.Dr. Müge AKIN'a sonsuz teşekkür ederim. Tezin son halinin ortaya çıkmasında katkılar sağlayan tez jüri üyelerim Sayın Doç.Dr. Mutluhan AKIN'a ve Doç.Dr. İsmail AKKAYA'ya katkı ve görüşlerinden dolayı teşekkür ederim. Tez çalışmamda doküman ve bilgi yardımlarıyla çalışmamı kolaylaştıran maddi ve manevi her zaman yanımda olan çok değerli çalışma arkadaşlarım Seyhan ÇAPIN, Bayram Arda KUŞ, Serhat BOSTANCI, Tayfun YILMAZ, Mehmet Altuğ CELASUN, Esra YILMAZ, Mehmet Emin KARADENİZ ve Jeoloji Yüksek Mühendisi Ali AYHAN'a teşekkür eder, saygılarımı sunarım. Tüm eğitim hayatımın temelini atmış, hayatımdaki tüm başarılarımın kaynağı olan çok değerli öğretmenim Hayriye DÜLGER'e şükranlarımı sunarım. Tez çalışmasında her zaman yanımda olan yardımlarını esirgemeyen değerli meslektaşlarım Jeoloji Mühendisi Didem AYTİN'e, Jeoloji Yüksek Mühendisi Elif ATAR'a, Jeoloji Yüksek Mühendisi Ercan YALÇIN, Jeoloji Yüksek Mühendisi Uğur ÖVÜN'e, Jeoloji Yüksek Mühendisi Mesut BOR'a, Jeoloji Yüksek Mühendisi Berçem İLDİZ'e teşekkür ederim. Jeofizik çalışmalarındaki katkılarından dolayı Jeofizik Mühendisi Sedat DAMAR'a teşekkürlerimi sunarım. Hayatım boyunca her zaman maddi manevi destekleriyle yanımda olan ve torunları olmaktan gurur duyduğum Merhum Dedem Mümtaz USLU'ya, anneannem Hamide USLU'ya en derin sevgi ve saygılarımı sunarım. Son olarak hayatımda her zaman yanımda olan değerli büyüklerim annem Emine AK ve babam Mehmet AK'a ve desteklerini hiçbir zaman eksik etmeyen kardeşlerim Mümtaz AK ve Hamide Aybüke AK'a sonsuz teşekkür ederim.

2019

Yusuf AK



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	iii
ÖN SÖZ	v
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELER LİSTESİ	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ	xi
EKLER DİZİNİ	xv
1. GİRİŞ	1
1.1. Çalışmanın Amacı	1
1.2. Sıvılaşmanın Tanımı ve Oluşumu	5
1.3. Jet Grout Yöntemi	6
1.3.1. Delme	7
1.3.2. Enjeksiyon	8
1.3.3. Jet Grout teknikleri	9
1.3.4. Jet Grout çalışma parametreleri	10
1.3.5. Jet Grout ekipmanları	12
1.3.5.1. Jet Grout delgi makinası	12
1.3.5.2. Jet Grout pompa ünitesi	13
1.3.5.3. Jet Grout mikser ünitesi	13
1.3.5.4. Çimento silosu	14
2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ	15
2.1. İnceleme Alanı ile İlgili Yapılan Çalışmalar	15
2.2. Jet-Enjeksiyon Yöntemi ile İlgili Yapılan Çalışmalar	19
3. MATERYAL VE YÖNTEM	23
3.1. Yüzey dalgalarının çok-kanallı analizi (MASW) Yöntemi	24
3.2. Standart Penetrasyon Deneyi (SPT)	26
3.3. Sonlu Elemanlar Yöntemi	26
4. BULGULAR VE TARTIŞMALAR	29
4.1. Çalışma Alanının Jeolojisi	29

	Sayfa
4.2. Arazi Deneyleri ve Bulgular	29
4.2.1. Jet Grout öncesi gerçekleştirilen sondaj çalışmalar	30
4.2.2. Jet Grout sonrası jeoteknik çalışmalar	32
4.2.3. Jet Grout öncesi jeofizik çalışmalar	36
4.2.4. Jet Grout Sonrası Jeofizik Çalışmalar	38
4.2.5. Sonlu Elemanlar Yöntemi ile Gerçekleştirilen Analizler	41
4.2.6. Tartışma	43
5. SONUÇLAR.....	45
KAYNAKLAR.....	47
EKLER	51
ÖZ GEÇMİŞ.....	119

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.1. Jet Grout öncesinde yapılan sondajlara ait SPT $N_{1(60)}$ değerleri.	32
Çizelge 4.2. Jet Grout sonrasında Jet Grout kolonları ortasında yapılan sondajların SPT- $N_{1(60)}$ değerleri.	34
Çizelge 4.3. Jet Grout öncesinde yapılan jeofizik çalışmaların koordinatları ve profil özellikleri.	37
Çizelge 4.4. Jet Grout öncesine ait zeminden elde edilen sismik parametreler.	38
Çizelge 4.5. Jet Grout sonrasında yapılan jeofizik çalışmalar koordinatları ve profil özellikleri.	39
Çizelge 4.6. Jet Grout sonrasında zeminden elde edilen sismik parametreler.	39
Çizelge 4.7. Jet Grout öncesi sismik hızlar ve dinamik-elastik parametreler.	40
Çizelge 4.8. Jet Grout sonrası sismik hızlar ve dinamik-elastik parametreler.	40
Çizelge 4.9. Analizlerde kullanılan parametreler.	42
Çizelge 4.10. Toplam yer değiştirme ve makaslama deformasyonu değişimi değerleri.	43

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 1.1. İnceleme alanına ait yerbulduru haritası	2
Şekil 1.2. Erciş Çelibağı bölgesinde 23 Ekim 2011 Van depremi sonrasında gözlenen yanal yayılmalar.....	3
Şekil 1.3. 1994 yılında yapımı tamamlanan eski Erciş Atıksu Arıtma Tesisi havuzunda gözlenen sıvılaşmaya bağlı deformasyonlar.	4
Şekil 1.4. Taşıma gücü kaybı yenilme biçimi	5
Şekil 1.5. Erciş yerleşim alanında 23 Ekim 2011 yılında meydana gelen deprem sonra sıvılaşmaya bağlı gelişen hasara ait bir görüntü.	6
Şekil 1.6. Delme, zemin ile karışım oluşturma ve kolon teşkili.....	7
Şekil 1.7. İnceleme alanında yapılan Jet Grout çalışmasına ait bir görüntü.....	8
Şekil 1.8. Jet-1, Jet-2 ve Jet-3 sistemlerinin uygulanma şekilleri	14
Şekil 1.9. Jet Grout delgi makinesine ait bir görüntü	12
Şekil 1.10. Jet Grout pompa ünitesine ait bir görüntü	13
Şekil 1.11. Jet Grout mikser ünitesine ait bir görüntü	14
Şekil 1.12. Çimento silosuna ait bir görüntü.	14
Şekil 2.1. Erciş yerleşimi sıvılaşma güvenlik katsayısı dağılım haritası.....	16
Şekil 2.2. Doğu Anadolu-İran platosuna ait basitleştirilmiş sismotektonik harita.....	16
Şekil 2.3. Erciş yerleşim alanı ve Çelibağ Mevki’inde gözlenen heyelan/yanal yayılmanın yerini gösteren jeolojik harita	17
Şekil 2.4. Erciş ilçesindeki sıvılaşma potansiyelinin farklı deprem senaryolarına göre dağılımı.	18
Şekil 3.1. İnceleme alanında yapılan arazi deneylerinin yerlerini gösteren kroki.....	23
Şekil 3.2. Jet Grout delgi makinesine ait bir görüntü	25

Şekil	Sayfa
Şekil 4.1. Çalışma alanında açılan sondaj kuyularının arazideki konumlarını gösteren GoogleEarth görüntüsü.	30
Şekil 4.2. Jet Grout öncesinde atıksu arıtma alanında yapılan sondaj çalışmalarına ait bir görüntü.....	31
Şekil 4.3. İnceleme alanında açılan sondaj kuyularında SPT N ₁₍₆₀₎ değerlerinin derinliğe göre dağılımı.	31
Şekil 4.4. SA-3'ün yanına açılan SJ-1 sondaj yerine ait bir görüntü.....	33
Şekil 4.5. Açılan SJ-1 ve SJ-2 sondajlarının konumlarını gösteren bir çizim.....	33
Şekil 4.6. Açılan SJ-1 ve SJ-2 sondajlarının konumlarını gösteren bir çizim.....	34
Şekil 4.7. Jet Grout öncesi ve sonrasında SPT-N ₁₍₆₀₎ ve Rölatif sıklık değışı	35
Şekil 4.8. Jet Grout öncesi ve sonrasındaki SPT N ₁₍₆₀₎ değerleri arasındaki korelasyon	35
Şekil 4.9. İnceleme alanında yapılan jeofizik çalışmaların arazi üzerindeki konumları.	36
Şekil 4.10. Jet Grout öncesinde atıksu arıtma alanında yapılan jeofizik çalışmalar.....	37
Şekil 4.11. Jet Grout sonrası jeofizik çalışmalara ait bir görüntü	38
Şekil 4.12. Jet Grout sonrası sıkışma zonunda S-Dalga hızı değerleri değişimi.....	41
Şekil 4.13. Sıkışma zonun oturma ve makaslama deformasyonları üzerindeki etkisi.	42

SİMGELER VE KISALTMALAR

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

Simgeler	Açıklama
N	Normal kuvvet
N₁	1 kgf/cm ² (98 kPa) düşey gerilme için düzeltilmiş SPT darbe sayısı
SPT-N	Zeminin Standart Penetrasyon Sayısı
(N₁)₆₀	% 60 enerji seviyesine göre düzeltilmiş SPT sayısı
W	Ağırlık faktörü
M_w	Moment büyüklüğü
V_p	Tabakaların boyu
N_A	SPT darbe sayısı
V_s	Kayma dalga hızı
f	Frekans
k	Dalga sayısı
kPa	Kilopascal
M_w	Megawatt
m	Metre
kg/m³	Kilogram/metreküp
m/s	Metre/saniye
cm	Santimetre
mm	Milimetre
kg	Kilogram
km	Kilometre
SW	İyi derecelenmiş kum
ML	Düşük plastisiteli silt
CL	Düşük plastisiteli kil
GW	İyi derecelenmiş çakıl

Simgeler	Açıklama
PI	Plastisite indisi
FE	Sonlu eleman
S	Sekonder deprem dalga hızı
P	Primer deprem dalda hızı
c	Kohezyon katsayısı
ϕ	İçsel sürtünme açısı

Kısaltmalar	Açıklama
Qal	Alüvyon
L1a	Yüzey yayılması
L1b	Yanan eski bataklık
SPT	Standart Penetrasyon Testi
İTÜ	İstanbul Teknik Üniversitesi
JMO	Jeoloji Mühendisler Odası
METU	Orta Doğu Teknik Üniversitesi
METU/EERC	ODTÜ/ Deprem Mühendisliği Araştırma Merkezi
MTA	Maden Tetkik Arama
SPAC	Uzamsal özilişki
FEA	Sonlu Elemanlar Analizi
SA	Sondaj Kuyusu
SJ	Jet Grout sonrası açılan sondaj kuyusu
JG	Jet Grout
K	Kuzey
MASW	Yüzey Dalgalarının Çok Kanallı Analizi
PDE	Kısmi Diferansiyel Denklemler
FEM	Sonlu Elemanlar Metodu
RS2	Rocsience2

EKLER DİZİNİ

EK	Sayfa
EK 1. Jet Grout Öncesi Loglar.	52
EK 2. Jet Grout Öncesi Laboratuvar Sonuçları.	60
EK 3. Jet Grout Sonrası Sondaj Logları.	66
EK 4. Jet Grout Sonrası Laboratuvar Sonuçları.	68
EK 5. JJet Grout Sonrası Laboratuvar Analizleri.	70



1. GİRİŞ

İnşa edilecek yapıların temellerini taşıyacak zeminlerin, su muhtevası, sıklığı, konsolidasyon basıncı, drenaj ve yükleme gibi koşulları zeminin mühendislik özelliklerini etkilemektedir. Zeminler her zaman yapı inşası için elverişli olmayabilirler. İnşaat yapılacak alanın yerinin değişikliği veya zayıf zeminin kaldırılarak yerine taşıma gücü yüksek zeminin kullanılması ekonomik ve teknolojik nedenlerden dolayı çoğu zaman mümkün olmamaktadır. İnşaatı yapılacak yapının güvenliği adına, zeminin fiziksel ve mekanik özellikleri tespit edilerek zemin problemi ve iyileştirme metodu belirlenmelidir (Demiröz ve Karaduman, 2009). Zeminin türüne ve oluşturabileceği zemin problemine göre derin karıştırma, taş kolon, kum kazık, vibrokompaksiyon, ön ve fazla yükleme, dinamik kompaksiyon, Jet Grout, patlatma, kimyasal enjeksiyon, kompaksiyon enjeksiyon, deplasman enjeksiyon ve geosentetikler ile güçlendirme yöntemlerinden biri uygulanarak zemin iyileştirilmesi yapılabilir (Nalçakan, 2004).

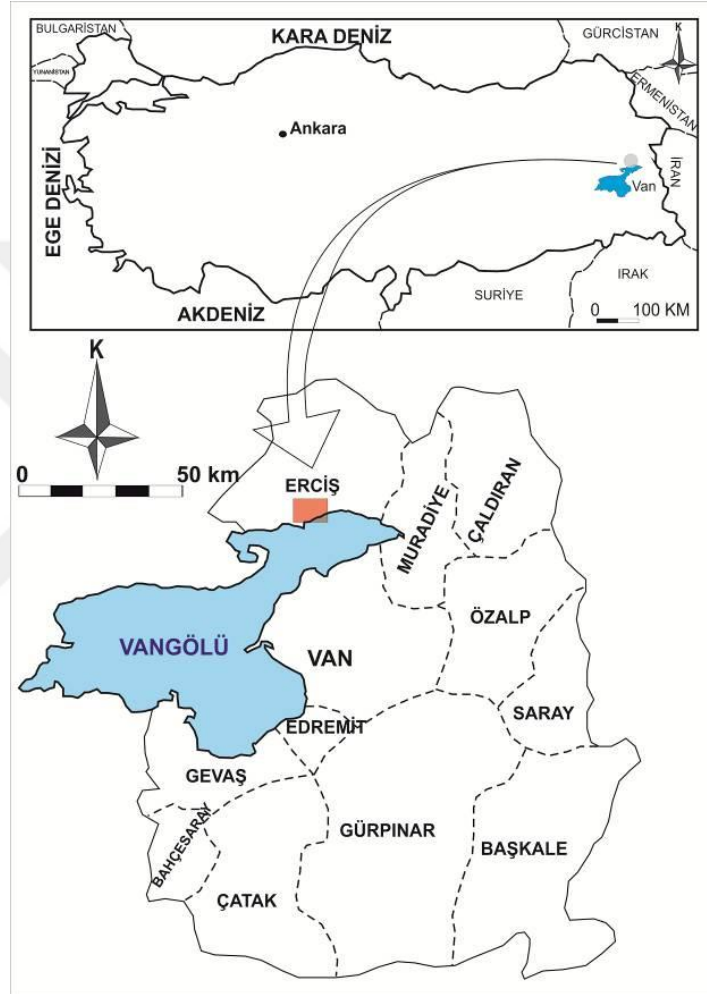
Zayıf zemin problemlerinin en önemlilerinden biri sıvılaşma riskidir. Sıvılaşma, suya doygun ve gevşek zeminin deprem esnasında zeminin suyla birlikte hareket etmesi sonucu meydana gelen bir zemin problemidir. Depremi ani etkisiyle zemin içinde drene olamayan suyun basıncı hızla artar. Artan boşluk suyu basıncı zeminin tanecikler arası bağını kopararak zeminin su ile birlikte hareket etmesine neden olur ve zemini katı halden akışkan hale geçirir. Böylece zemin katı özelliğini kaybederek sıvı gibi yüzeye doğru ilerler ve zayıf bir yüzey tabakasından fışkırır (Alpaslan, 2013). Böylece yapı altındaki zeminin yüzeye çıkmasıyla birlikte yapı statığı bozulacağından yapı hasarları oluşur. Ülkemizde özellikle 1999 Gölcük depremi ve 2011 Van depremi sonrasında yapıların sıvılaşma probleminden dolayı hasar alması, sıvılaşma probleminin çözümü üzerinde yapılan çalışmaları da arttırmıştır.

1.1. Çalışmanın Amacı

Bu tez çalışması kapsamında incelenen alanda yer alan Erciş Atıksu Arıtma Tesisinin, 1994 yılında yapımı tamamlanmış fakat 2011 Van Depreminde hasar görmüştür. Ayrıca inşasının eski teknolojide olması nedeniyle yeniden yapılması

planlanmıştır. İnşası planlanan yapının zemininde yapılan jeoteknik araştırmada zeminin sıvılaşma potansiyeline sahip olduğu belirlenmiştir. Bu amaçla Jet Grout yöntemi ile zeminin iyileştirilmesi planlanmıştır.

İnceleme alanı Van ili Erciş ilçesinin güneyinde yer alan Atıksu Arıtma tesis alanı, Van şehir merkezine karayolu ile yaklaşık 80 km mesafededir (Şekil 1).



Şekil 1.1. İnceleme alanına ait yerbulduru haritası.

Erciş'in topografik yapısı genel olarak düzlüklerden oluşmaktadır. Doğu ve kuzeydoğusundaki yükseltiler ise ilçe merkezini sınırlamaktadır. Zemini genel olarak eski göl çökellerinden oluşan yerleşim alanının batısında eski göl çökelleri ile güncel akarsu çökelleri arasında 4-5 metrelik ani kot değişimleri gözlenmektedir. Yerleşimin güney kısımlarında topografya göle doğru hafif eğimlidir. Bu bölgede güncel göl çökelleri ile eski çökeller arasındaki sınır ayırt edilememektedir. Erciş ilçesinin başlıca akarsuları;

İrşad Çayı, Zilan Deresi ile Deliçay ve Yekmal Çaylarıdır. Kuzeyden güneye geçerek Van Gölü'ne dökülen bu çaylar Erciş ilçesinin başlıca akarsularıdır.

Erciş ve civarı tektonik açıdan oldukça aktif bir bölgede yer almaktadır, özellikle atım karakterindeki Çaldıran Fayı düşünüldüğünde depremsellik açısından tehlikeli bir alanda yer almaktadır. 23 Ekim 2011 yılında meydana gelen Van Depreminde en ciddi yıkım ve yapı hasarları Erciş'te meydana gelmiştir. Çeşitli kurumlarca ve üniversitelerce deprem sonrasında yapılan çalışmaların ve incelemelerin hiçbirinde Erciş'te yerleşimin yoğun olduğu alanlarda sıvılaşma ve sıvılaşmaya bağlı yüzey deformasyonu belirtilmemiştir (İTÜ, 2011; JMO, 2011; Köse ve ark., 2011; METU/EERC, 2011; MTA, 2011). Ayrıca Erciş'e çok yakın olan Çelebibağ Beldesinde özellikle kırsal alanlarda sıvılaşmaya bağlı yanal yayılmalar ve kum kaynamaları gözlenmiştir (Şekil 1.2) (Akkaya ve Özvan, 2016).

2011 depremi sonrasında Atıksu Arıtma Tesisinde zemine bağlı problemler tespit edilmiş ve mevcut sıvılaşma probleminin Jet Grout yöntemi ile çözümlenmesi amaçlanmıştır (Şekil 1.3).



Şekil 1.2. Erciş Çelebibağ bölgesinde 23 Ekim 2011 Van depremi sonrasında gözlenen yanal yayılmalar.



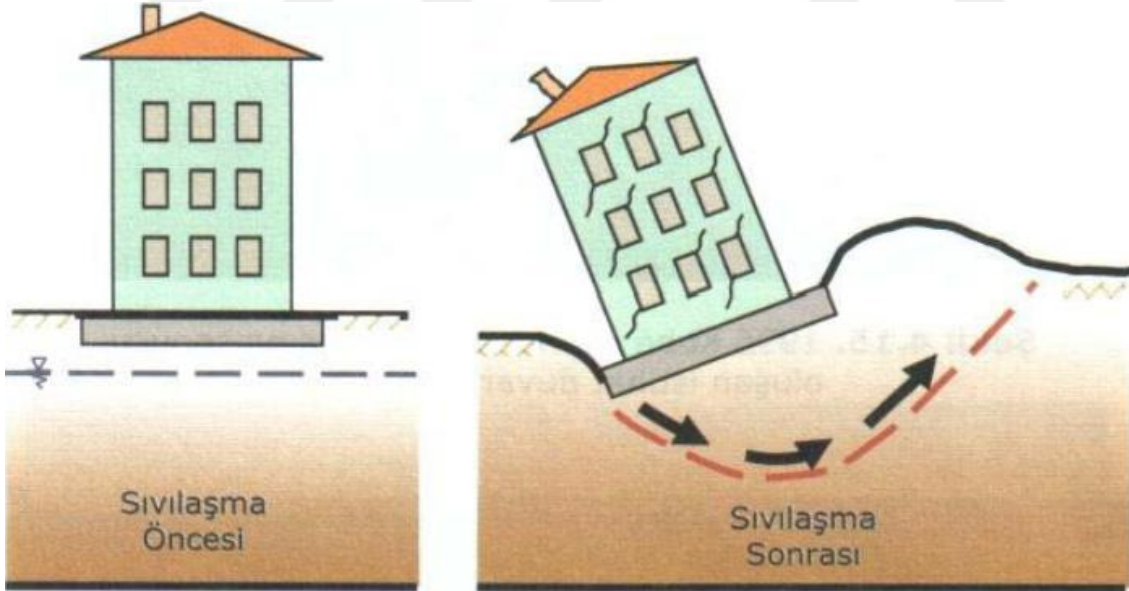
Şekil 1.3. 1994 yılında yapımı tamamlanan eski Erciş Atıksu Arıtma Tesisi havuzunda gözlenen sıvılaşmaya bağlı deformasyonlar.

İnceleme alanında yapılan jeoteknik araştırmalar sonrasında ve literatürde bulunan Akkaya ve ark. (2018) tarafından yapılan çalışmada inceleme alanı ve civarında sıvılaşma potansiyelinin olduğu belirlenmiştir. Tez alışması kapsamında, inceleme alanındaki zeminin Jet Grout ile yapılan iyileştirme öncesindeki ve sonrasındaki özellikleri Standard Penetrasyon Testi ve yüzey dalgası ölçümlerinden elde edilen kayma dalga hızı (V_s) ile incelenmiş ve bu iyileştirme yönteminin zemin üzerindeki etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

1.2. Sıvılaşmanın Tanımı ve Oluşumu

Sıvılaşma; deprem anında tekrarlı ve geçici yüklerle yeraltı suyu seviyesinin ltındaki siltli ve kumlu zeminlerin boşluk suyu basıncındaki artışa bağlı olarak zeminin direncini kaybetmesidir (Seed ve Idriss, 1971).

Tanecikler arası gözeneklerdeki ani su basıncının artışı taneciklerin birbirleriyle etkileşimini kaybetmesine neden olur ve tanecikler birbirinden ayrılır. Böylece efektif (net) basıncın sıfır olmasından dolayı katı özelliğini kaybeden zemin, sıvı gibi hareket ederek yüzeye doğru fıçkırmaya başlar. Depremın etkin dinamik gücünün sonucunda katı özelliğini kaybeden zemin durumuna sıvılaşma denir (Uyanık, 2002). İlk olarak 1964 yılında Niigata'da meydana gelen depremde farkedilen durum sonrasında deprem etkisiyle birçok binada yan yatmalar ve devrilmeler meydana gelmiştir (Şekil 1.4). Buna benzer durumlar 23 Ekim 2011 Van depremi sonrasında Erciş ilçesinde de gözlenmiştir (Şekil 1.5).



Şekil 1.4. Taşıma gücü kaybı yenilme biçimi (Mollamahmutoğlu ve Babuçcu, 2006).



Şekil 1.5. Erciş yerleşim alanında 23 Ekim 2011 yılında meydana gelen deprem sonra sivilaşmaya bağlı gelişen hasara ait bir görüntü.

1.3. Jet Grout Yöntemi

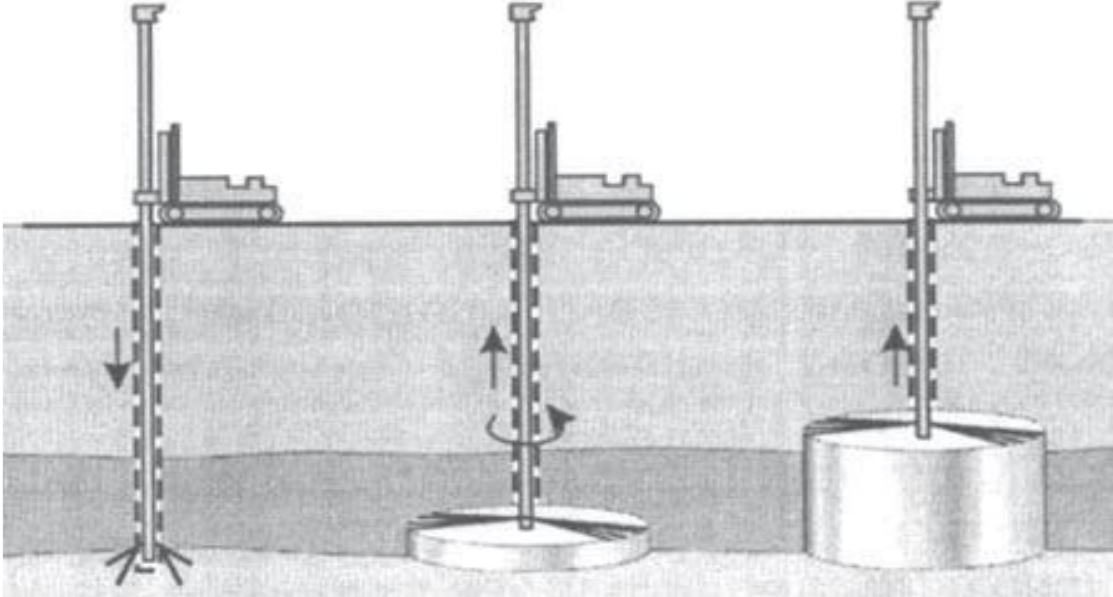
Zayıf bir zeminde yapılacak yapılar için zeminin olası risklere karşı güçlendirilmesi zeminin direncinin artırılması, dolayısıyla zeminin ıslahı gerekmektedir. Zemin etüt çalışmaları ile yapılan araştırmalar neticesinde yapı inşası öncesinde, yapının zemine uyguladığı tüm yüklerin ve çevresel yüklerin zemin tarafından taşınamaması gibi bir sorun olması durumunda yapının güvenliği; taşıma gücü artırılmış zeminle ya da kazıklı temel ile bazen de her ikisi birlikte kullanılarak sağlanır. 70'li yılların başında ilk olarak Japonya'da uygulanmış olan Jet Grout yöntemi ile başarı sağlanınca 70'li yılların sonlarından itibaren İtalya ile farklı Avrupa ülkelerinde de kullanılmaya başlanmıştır. Günümüzde hızla ilerleyen teknolojik yenilikler sayesinde geliştirilen yeni yöntemlerden biri olmuştur. Ülkemizde ilk defa Haliç Kollektörleri Projesinde Ayvansaray tünel aynasının yapımı sırasındaki zemin iyileştirilmesinde kullanılmıştır (Çınar ve Akkaya, 1994).

Bilhassa zayıf zeminlerin mekanik duraylılıklarını artırmak amacıyla uygulanan zemin iyileştirme yöntemleri, zeminin geçirgenliğini azaltmak, taşıma kapasitesi ve

elastisite modülünü arttırmak ve sağlam bir zemin oluşturmak için kullanılmaktadır (Çınar ve Akkaya, 1994). Jet Grout yöntemi başlıca delme ve enjeksiyon olmak üzere iki aşamadan oluşmaktadır.

1.3.1. Delme

Delinecek zeminin özellikleri dikkate alınarak delme işleminin yöntemi seçilir (Şekil 1.6). Bu yöntem, zemin özelliğine göre rotary metodu veya darbeli-rotary metodu olarak uygulanır. Harici çekiçli sistemler darbeli-rotary metodunun en yaygın olanıdır. Delme sırasında uç takımının soğutulması, delme işleminin kolaylaştırılması ve zeminin enjeksiyona hazır hale getirilmesi amacıyla çok farklı akışkanlar kullanılmaktadır. Bunlar; bentonit şerbeti, hava, su, çimento şerbeti (grout) olarak sıralanabilir. Delme borusu olarak kullanılan bit ise Jet Grout tijleri'dir. Bu malzemeler yüksek basınca dayanıklıdır ve farklı imalat tekniği ile üretilmektedirler. Bağlantı (ek) manşonlarında, sızdırmazlık sağlayan ve 500-600 bar'a dayanabilecek elemanlar kullanılmaktadır (Çınar ve Akkaya, 1994).



Şekil 1.6. Delme, zemin ile karışım oluşturma ve kolon teşkili (Tunçdemir, 2004).

1.3.2. Enjeksiyon

Yapılan çalışmada, belirlenen derinliğe ulaşıldığında delme ve su basma işlemine son verilir. Yüksek basınçlı Jet Grout şerbeti nozzle'lerden geçerken yüksek hız kazanır. Yüksek hıza erişen Jet Grout şerbeti zemini yırtarak zemin ile birlikte karışır. Delici takımın oluşturduğu dönel hareketler ile basılan karışım dairesel kesitli bir kolon şeklinde oluşur. Bu şekilde doğal zeminden çok farklı yapıya sahip bir karışım (soilcrete) elde edilmiş olacaktır. Delici takımın oluşturduğu dönme hareketi, önceden planlanmış ve sabit bir hızla sağlanan geriye doğru çekme hareketi ile birlikte yürütülerek düşey dairesel kolon veya kolonlardan oluşan bir yapı oluşturulur (Çınar ve Akkaya, 1994). Oluşacak kolonların ebatları, zeminin özellikleri ile birlikte enjeksiyon takımının dönüş ve çekme hızına, enjekte edilen şerbetin basıncına, şerbetin debisine, nozzle çapına ve nozzle adedine göre değişir (Çınar ve Akkaya, 1994) (Şekil 1.7).



Şekil 1.7. İnceleme alanında yapılan Jet Grout çalışmasına ait bir görüntü.

1.3.3. Jet Grout teknikleri

Zemin iyileştirmede Jet -1, Jet-2 ve Jet-3 olmak üzere üç farklı tipte Jet Grout tekniği uygulanmaktadır (Şekil 1.8).

Jet -1

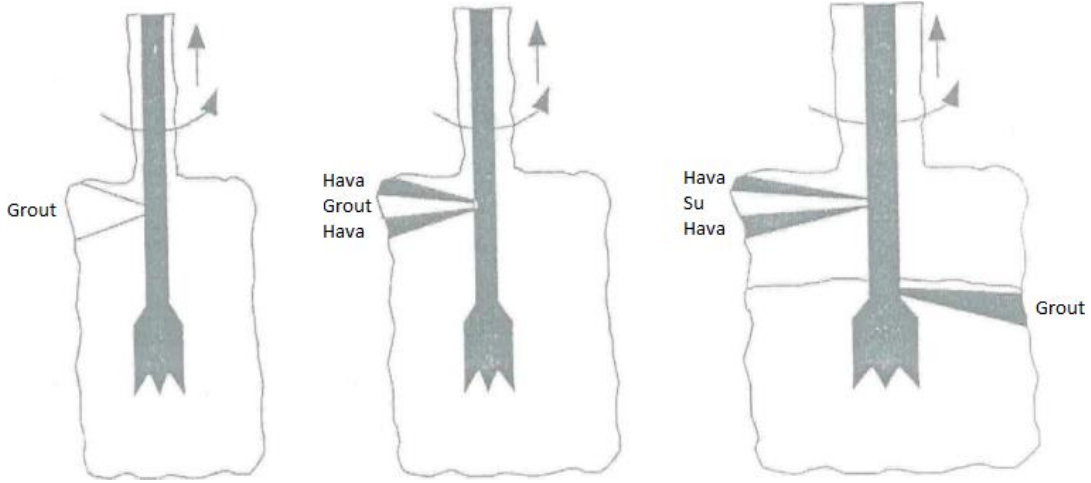
En basit ve en yaygın kullanılan yöntemdir. İlk defa Japonya'da 70'li yılların başında, İtalya'da ise 70'li yılların ortalarında kullanılmıştır. Delme ve enjeksiyon takımı tek çeperli olup tek bir borudan delme ve enjeksiyon işlemi yapılır. Bu borudan 300-600 kg/cm² (bar) basınçla grout basılır. Bu teknikle oluşan kolonlar zemin özelliklerine göre değişkenlik gösterebilir. Killi zeminlerde yaklaşık olarak 600-800 mm, kumlu-çakıllı zeminlerde ise yaklaşık 1000 mm çapında kolonlar oluşmaktadır (Çınar ve Akkaya, 1994).

Jet -2

Çift akışkanlı sistem, tek akışkanlı sistemden daha karmaşık ve ileri bir sistemdir. Hava ile püskürtülen çimento harcı zeminin parçalanmasını sağlar. Basınçlı havayla sürtünmeden meydana gelen kinetik enerji kayıplarını büyük ölçüde düşürür, bu sayede Jet-1 yöntemiyle elde edilen kolon çapından %60-80 oranında daha büyük çapta jet grout kolonu elde edilir (Burke ve ark., 2000).

Jet -3

Bu metotta iç içe olmuş 3 borulu takım kullanılır. Ortadaki borudan 400-600 bar basınçlı su, ara borudan 8-12 bar basınçlı hava basılır. En dış borudan ise 30-80 bar basınçlı grout ayrı bir nozzle'dan, su-hava karışımı içine enjekte edilir. Kullanılan bu metotta Soilcrete kolonlarının çapları Jet 1 ve Jet 2'den daha geniş olup 2 metrenin üzerine kadar çıkar (Çınar ve Akkaya, 1994).



Şekil 1.8. Jet-1, Jet-2 ve Jet-3 sistemlerinin uygulanma şekilleri (Elias ve ark., 2006).

1.3.4. Jet Grout çalışma parametreleri

Jet Grout yöntemi; planlanan kolon çapına, zemin özelliklerine, kolonunun taşıma kapasitesine ve seçilen Jet Grout yöntemine göre uygulanır. Aşağıda farklı çalışma parametreleri ile birlikte bunların oluşacak sonuca etkileri sunulmuştur (Çınar ve Akkaya, 1994).

Basınç

Jet Grout yöntemini sınıflandırırken, genel olarak enjeksiyon basıncının çalışma aralıklarını dikkate almak daha kolay bir yöntemdir.

DÜŞÜK BASINÇLI çalışma yöntemi (200-250 bar aralığı)

ORTA BASINÇLI çalışma yöntemi (300-400 bar aralığı)

YÜKSEK BASINÇLI çalışma yöntemi (400-700 bar aralığı) olarak tanımlanabilir (Çınar ve Akkaya, 1994).

Planlanan çapın oluşmasını sağlayan en önemli parametre basınçtır, basınç arttırıldığı zaman buna bağlı olarak kolon çapı da artar (Çınar ve Akkaya, 1994). Basınç değeri, homojen ve oluşturulmak istenen çapta bir kolon elde etmek için gerekli fakat yeterli değildir. Homojen ve aynı çapta kolon oluşması zaman faktörüne de bağlıdır (Çınar ve Akkaya, 1994). Basınç arttırmak, bazı zemin koşullarında, çapın artmasını sağlayamayabilir (Çınar ve Akkaya, 1994).

Dönme ve Çekme Hızı

Zeminin malzemesi ile bağlayıcı çimentonun (grout) homojen bir karışım sağlayabilmesi için, takım dönüş hızı sınırlı tutulmalı ve belirli bir değerden fazla olmamalıdır. Zemin iyileştirilmesi yapılan bölgenin tamamında sürekliliği sağlamak için takım çekme hızı da ayarlanmalıdır (Çınar ve Akkaya, 1994). Genellikle takım dönüş hızı 10-20 devir/dakika aralığında değişir, ancak bazı kritik durumlarda 30 devir/dakika aralığına kadar çıkabilir (Çınar ve Akkaya, 1994).

Takım çekme işlemi, iki yöntemle yapılabilir.

1. Kademeli çekme.
2. Sürekli çekme.

Bu iki çekme yöntemi, genellikle delici makinenin yapılış yöntemine göre seçilir. Bazı makinelerde sadece kademeli düzenek varken, bazılarında ise hem kademeli düzenek, hem de sürekli çekme düzeneği bulunmaktadır (Çınar ve Akkaya, 1994).

Düşeylik

Jet Grout sondaj deliğinin oluşturulması sırasında, takım dizisi daima düşey bir konumda tutulmalıdır. Bu durumda düşeyden sapma 1/75'den daha fazla olmamalıdır (Çınar ve Akkaya, 1994).

Toleranslar

Tüm Jet Grout kolonlar, uygulama projelerinde belirlenen yerlerinden en fazla 75 mm sapma mesafesi içinde kalacak şekilde oluşturulmalıdır (Çınar ve Akkaya, 1994).

Dozaj

Standart çimento/su oranı (ç/s) = 1, özgül ağırlığı ise 1410-1570 kg/m^3 'dür. Bu oran, seçilen yöntem, uygulanan ıslah metodu ve kolonların son mukavemetlerine bağlı olarak değişkenlik gösterebilir (Çınar ve Akkaya, 1994).

1.3.5. Jet Grout ekipmanları

Jet Grout ekipmanlarını; delgi makinası, pompa ünitesi, mikser ünitesi ve çimento silosu oluşturur.

1.3.5.1. Jet Grout delgi makinası

Delgi makinası, uygulama projesinde istenilen derinliğe kadar inebilecek ve Jet Grout kolonunu istenilen ebatlarda oluşturabilecek kapasitede olmalıdır (Çınar ve Akkaya, 1994) (Şekil 1.9).



Şekil 1.9. Jet Grout delgi makinesine ait bir görüntü.

1.3.5.2. Jet Grout pompa ünitesi

Su ve çimento karışımını istenilen çapta jet grout kolonu oluşturabilecek basınçla zemine basabilecek yüksek basınç üretebilen pompa ünitesidir (Kauschinger ve ark., 1992) (Şekil 1.10).



Şekil 1.10. Jet Grout pompa ünitesine ait bir görüntü.

1.3.5.3. Jet Grout mikser ünitesi

Jet Grout pompa ünitesini beslemeye yeterli kapasitede enjeksiyon karışımını belirlenen karışım oranında elektronik olarak tartarak karıştıracak mikser ve dinlendiriciden oluşmaktadır (Çınar ve Akkaya, 1994) (Şekil 1.11).



Şekil 1.11. Jet Grout mikser ünitesine ait bir görüntü.

1.3.5.4. Çimento silosu

Çimento silosu Jet Grout mikser ünitesini ihtiyaç düzeyinde besleyebilecek en az 50 ton kapasiteli dökme çimento depolayabilmektedir (Çınar ve Akkaya, 1994) (Şekil 1.12).



Şekil 1.12. Çimento silosuna ait bir görüntü.

2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ

2.1. İnceleme Alanı ile İlgili Yapılan Çalışmalar

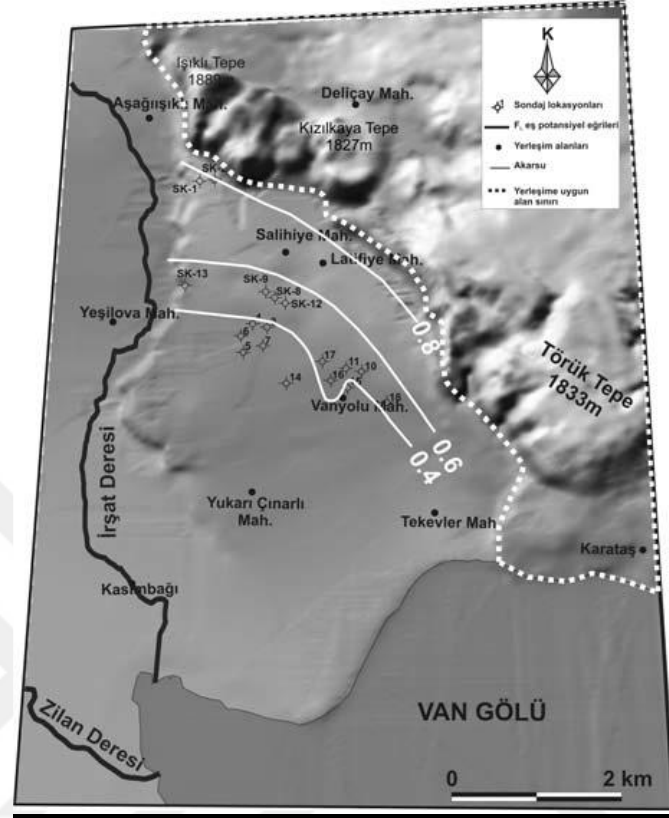
Bu bölümde yapılan literatür araştırmaları; bölgenin genel jeolojisi ile inceleme alanının jeolojisi ile ilgili yapılan çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

Acarlar ve ark. (1991), “Van Gölü Doğu ve Kuzeyinin Jeolojisi” başlıklı araştırma çalışmasında, bölgenin 1/100.000 ölçekli jeoloji haritasını hazırlamışlardır. İnceleme alanı olan Erciş ve Van yerleşim alanlarındaki genç çökelleri, Üst Pleyistosen yaşlı eski-yeni yelpaze çökelleri, eski-yeni göl çökelleri, eski-yeni akarsu çökelleri, eski-yeni akarsu göl çökelleri ve akarsu çökelleri olarak haritalamışlardır.

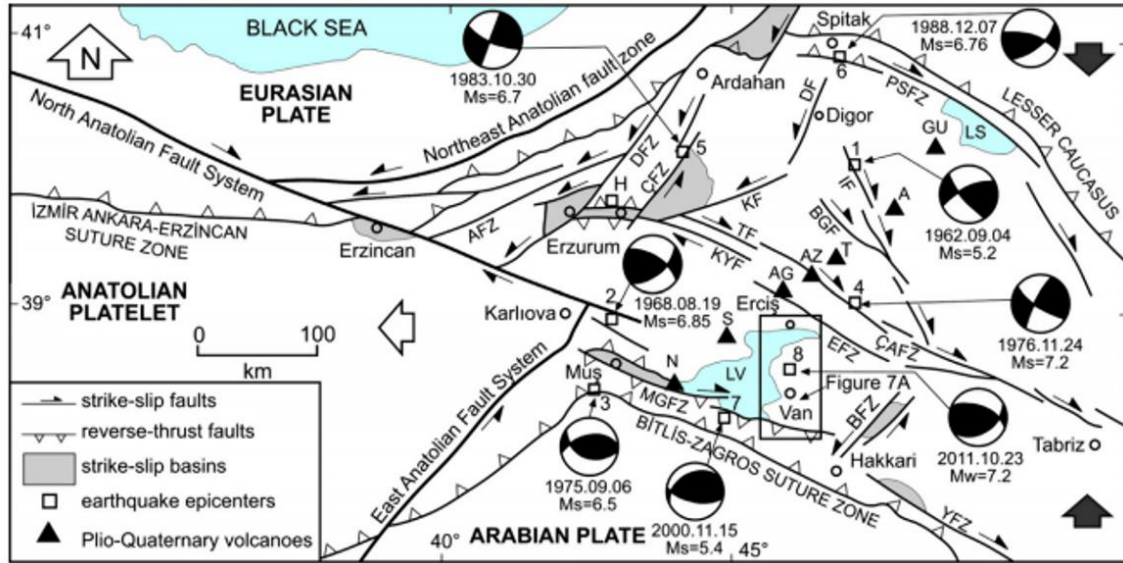
Özvan ve ark. (2008), Van Gölü havzasının güncel çökelleri üzerinde bulunan Erciş yerleşim alanının zemin özelliklerini araştırmışlardır. Çalışmada 18 adet jeoteknik amaçlı sondajda yapılan yerinde deneyler ile 30 ayrı noktadan alınan numunelerin laboratuvar deney sonuçlarına göre Erciş yerleşim alanında olası bir depremde oluşabilecek jeoteknik sorunlar değerlendirilmiştir. Çalışma alanında en altta Alt Miyosen yaşlı Adilcevaz kireçtaşı, onun üzerinde Pliyosen-Pleyistosen yaşlı Hacıali volkanikleri ve Kuvaterner yaşlı Van Gölü Formasyonu ile alüvyon bulunduğu belirtilmiştir. Erciş yerleşim alanı yaygın olarak gevşek yapıdaki kumlu ve siltli birimler üzerinde yer almaktadır. Yeraltı suyu yerleşim alanında sığ olmasına rağmen Erciş ve civarında geçmiş dönemlerde meydana gelen büyük depremlerden dolayı inceleme sahası sıvılaşma riski, Seed ve ark. (1983) tarafından önerilen yöntemle değerlendirilmiştir. Yapılan analizler neticesinde Erciş yerleşkesinde sıvılaşma riskinin yüksek olduğu belirlenmiştir (Şekil 2.1).

Koçyiğit (2013), geçmişte yapılan çalışmalar ve sismik veriler ışığında Van Gölü doğusu ve kuzeyinin tektonik unsurlarını belirlemiştir. Bölgedeki yeni tektonik rejimin, doğrultu atımlı faylanma ile belirlendiğini ifade etmiştir. Bölgenin yaklaşık N-S yönelimli sıkıştırma tarafından yönetildiğini ve NW-NE eğilimli doğrultu atımlı faylar, N-S eğilimi eğim atımlı normal faylar ve E-W eğilimi ters faylardan oluştuğunu belirtmiştir (Şekil 2.2). Bu fayların çoğunun Geç Pliyosen paleotektonik rejiminden

kaldığını ve bazılarının yeniden etkinleşerek yıkıcı depremlerin oluşmasına yol açtığını vurgulamıştır.



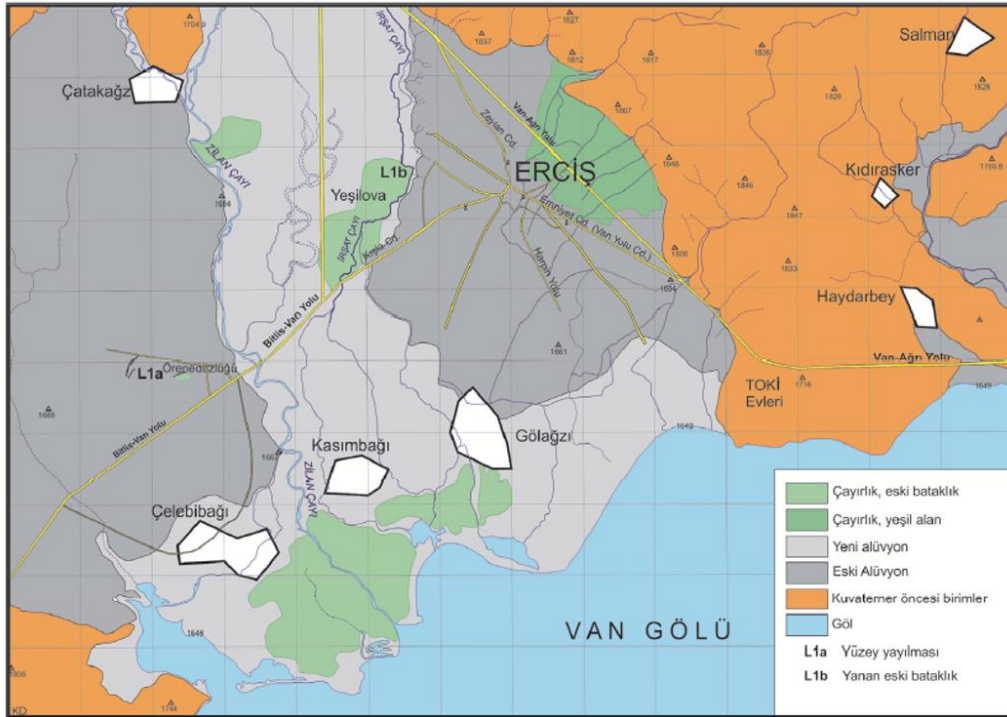
Şekil 2.1. Erciş yerleşimi sıvılaşma güvenlik katsayısı dağılım haritası (Özvan ve ark., 2008).



Şekil 2.2. Doğu Anadolu-İran platosuna ait basitleştirilmiş sismotektonik harita (Koçyiğit, 2013).

Özkaymak ve ark. (2011), 2011 depreminden sonra yapılan arazi çalışmalarında deprem sonrası, Erciş'in batısında yer alan İnönü Mahallesi ve Çelebibağ civarında doğu – batı uzanımlı 250 metre uzunluğunda ve 50 metre genişliğinde bir zon boyunca yüzeysel deformasyonların olduğunu belirtmişlerdir (Şekil 2.3).

Aydan ve ark. (2012) ve Aydan ve ark. (2013), 2011 Van depreminde Erciş'te 60 civarında binanın tamamen çöktüğünü belirtmişlerdir. Erciş Ovası'nda, Çelebibağ ve Kasımbağ bölgeleri ile Karasu Nehri'nin taşkın düzlüğünde sıvılaşmaya bağlı yüzeysel deformasyonların görüldüğünü ifade etmişlerdir. Yapılan çalışmalarda Erciş Ovası'nda yeraltısuyu seviyelerinin 1 ile 12 metre arasında değiştiği ve sık yeraltısuyu seviyesinin yüzeysel deformasyonlarda önemli bir etken olduğu gözlenmiştir. Bununla birlikte, Zilan, Karasu ve İrşat Nehirleri üzerindeki bazı köprü ayaklarında meydana gelen hasarların kısmen sıvılaşmadan kaynaklanabileceği belirtilmiştir.



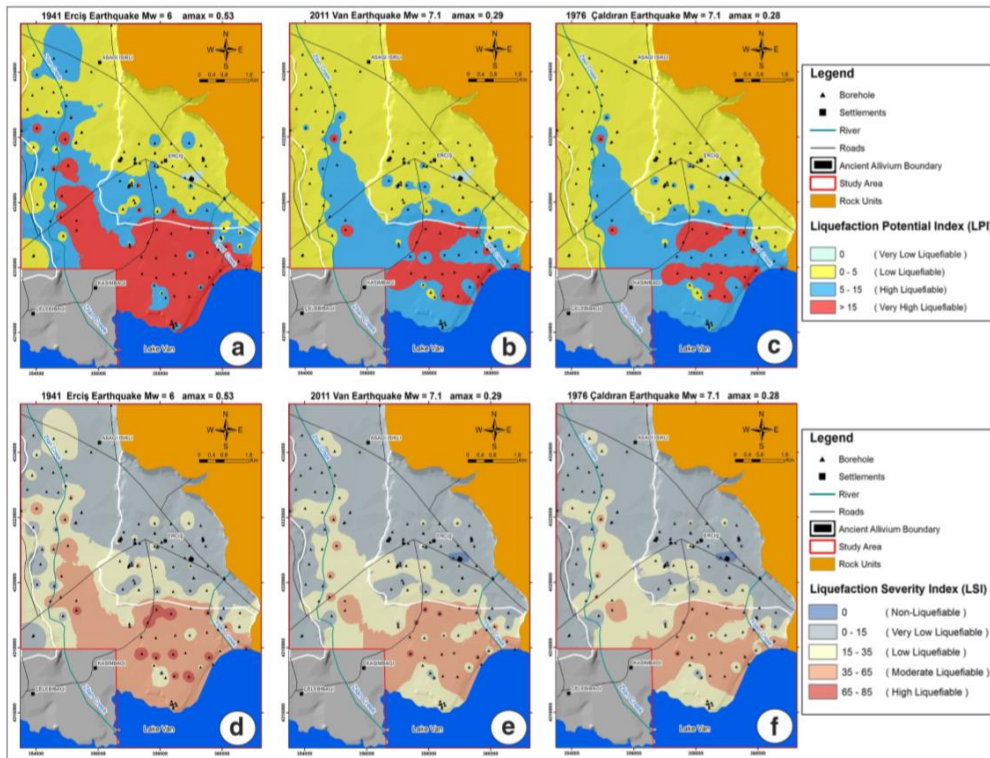
Şekil 2.3. Erciş yerleşim alanı ve Çelebibağ Mevki'inde gözlenen heyelan/yanal yayılmanın yerini gösteren jeolojik harita (Özkaymak ve ark. 2011).

Fener (2014), Erciş Atıksu Arıtma Tesisinin Zemin İyileştirme Raporunda, arıtma alanında yapılan 6 adet sondaj çalışmasının neticesinde, sıvılaşma probleminin çözümü için Jet Grout yönteminin uygun olduğunu belirtilmiştir. Arıtma tesisi, istinat yapıları ve terfi merkezi için 6 farklı boyda (14.00 m, 12.60 m, 12.00 m, 11.00, 8.00 m) Ø60'lık Jet

kolon imalatı önerilmiştir. Arıtma üniteleri için kolonlar arası mesafe 260 cm ve istinat yapıları kolonları için mesafe 270 cm olarak belirlemiştir. Toplamda 3345 adet kolon ile 36304 metre olacak şekilde Jet Grout yöntemi ile zeminin iyileştirilmesi önerilmiştir.

Kızılaslan (2014), Erciş Atıksu Arıtma Tesisi alanında yapılan sondaj çalışmalarından elde edilen SPT verilerini kullanarak sıvılaşma analizlerini yapmış ve arıtma alanında sıvılaşma riskinin yüksek olduğunu, bu nedenle zeminin iyileştirilmesi gerektiğini önermiştir.

Akkaya ve ark. (2018), 2011 Van depreminden ($M_w = 7.1$) etkilenen Erciş yerleşim alanında sıvılaşma potansiyelini Standart Penetrasyon Testi (SPT) ve V_s kayma dalga hızına bağlı olarak belirlemiştir. Sıvılaşma değerlendirmelerinden sonra, bölgenin batı kesiminde ve Van Gölü yakınlarındaki kıyı bölgelerindeki sıvılaşma potansiyelinin diğer yerlerden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Şekil 2.4). Bu sonucun, 23 Ekim 2011 Van depreminden sonra görülen yanal yayılma ve kum kaynama noktaları ile sınırlarıyla örtüştüğü görülmüştür. Sonuç olarak, V_s ve SPT bazlı analizlerin birlikte kullanımının belirli bir alandaki sıvılaşma oranının değerlendirilmesinde oldukça avantajlı olduğu belirlenmiştir.



Şekil 2.4. Erciş ilçesindeki sıvılaşma potansiyelinin farklı deprem senaryolarına göre dağılımı (Akkaya ve ark., 2018).

Akın ve ark. (2019), Erciş Atıksu Arıtma sahasında yapılan jet grout zemin iyileştirilmesi öncesinde ve sonrasında yapılan jeoteknik ve jeofiziksel çalışmalardan elde edilen sonuçlar değerlendirmiş ve jet grout basınçlarının zeminlerin dayanımları üzerindeki etkisi irdelenmiştir.

2.2. Jet-Enjeksiyon Yöntemi ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Küçükali (2008), “Demiryolu Altyapısının Jet Enjeksiyon Yöntemi İle İyileştirilmesi” başlıklı yüksek lisans tezinde zeminde, iyileştirme yöntemlerinin zayıf nitelendirilen zeminlerde uygulanarak ihtiyaç duyulan projelerin tasarım ve inşasına olanak sağlanarak yaygın halde kullanılmasını belirtmiştir. Jet grout yönteminin zemin iyileştirmede en başarılı yöntemlerden biri olduğunu ifade eden Küçükali, ayrıca Jet enjeksiyonun diğer iyileştirme yöntemlerinden farklılık gösterdiğini, iyileştirme yapılacak zeminin yapısını tamamen bozduğunu sonra yüksek basınç altında zeminin harçla karışıp daha sonra sertleşeceği homojen bir zemin oluşacağını belirtmiştir. Tez alanında uygulanan jet enjeksiyonun tarihini, teorik ve pratik geçmişini ve bu tekniğin tasarımı, parametreleri, uygulama alanları, uygulama şekilleri, avantajlarını ve dezavantajlarını değerlendirmiştir. Tez çalışma alanı zayıf zemin olarak değerlendirilen ve oturma yapan demiryolu altındaki jet enjeksiyon uygulamasını kapsamaktadır.

Küsin (2009), “Jet Grout Yöntemi İle İyileştirilen Zeminlerin Sonlu Elemanlar Yöntemiyle Sayısal Analizi” başlıklı tez çalışmasında jet grout yöntemini detaylı incelemiştir. Jet grout kolonların klasik kazık taşıma gücü formülasyonları ile yapıldığını ve yapılan hesaplamaların zemin-yapı davranışlarının kapsamlı incelenmediğinden güvenlik faktörlerinin yüksek tutulması bu çözümün de ekonomik açıdan elverişsiz bir durum olduğunu tez çalışmasında ifade etmiştir. Ayrıca sonlu elemanlar yöntemini kullanarak jet enjeksiyon kolonlarının analizlerini farklı uygulamalarda çalışmıştır. İncelenen jet grout kolonlarının dayanım duvarlarındaki kullanımına yönelik analizler yapılmıştır. Birim hücre ve homojenleştirme yöntemi kullanılarak jet grout kolonların temel altında kullanılabilmesi durumunu incelemiştir.

Şeflek (2012), “Ceyhunkent Toplu Konutları (Ceyhan/ Adana) İnşa Sahasının Jet Grout Yöntemi İle Islahı” konulu yüksek lisans tez çalışmasında; jet grout öncesinde ve sonrasında yapılan sondaj çalışmalarında alınan numuneler üzerinde yapılan deneyler

Atterberg (kıvam) limitleri, tane boyu analiz, özgül ağırlık deneyleri ile kesme kutusu, serbest basınç ve konsolidasyon deneyleri yapılmıştır. Çalışmada deney sonuçları değerlendirilerek jet grout ile iyileştirmenin etkinliği araştırılmıştır. Ayrıca zeminin taşıma gücündeki değişim, oturma koşulları, sıvılaşma riskleri ve yeraltı suyunun etkisi gözlemlenerek nasıl bir durum oluşturabileceği ortaya konmuştur.

Akan (2013), “Jet Grout Yönteminin Zemin İyileştirmesine Katkısının ve Bu Yöntemde Kullanılan Parametrelerin Etkilerinin İrdelenmesi” başlıklı yüksek lisans tez çalışmasında zemin iyileştirmede kullanılan jet grout yöntemiyle oluşan kolonlardaki serbest basınç dayanımlarını ve parametreleri ile zemin iyileştirmesinden önceki durumu araştırmıştır. Bu çalışmada bulanık mantık ve çoklu regresyon analiz yöntemleri kullanılmıştır. İki analiz yöntemi ile belirlilik (determinasyon) hesaplanmıştır. Jet grout uygulama parametreleri değiştirilerek yapılan analizler neticesinde elde edilen serbest basınç dayanımları ile gerçekte ölçülen basınç dayanım değerleri kıyaslanmıştır.

Erkan (2013), “Jet Grout Kolonların Performansını Etkileyen Faktörlerin Deneysel Olarak Araştırılması” adlı tez çalışmasında zemin iyileştirme de kullanılan jet grout uygulama esnasında dikkat edilecek parametreler ve uygulama sonrasında kolonların sonuçlarını değerlendirilmesi için esas alınacak kriterleri belirtmiştir. Tez kapsamında deney tasarımı ve sonuçlarının değerlendirilmesi için Taguchi Yöntemi optimizasyon uygulaması ile yapılmış, uygulama esnasında kolonların performansını etkileyecek, su/çimento oranı, enjeksiyon basıncı, tij döndürme hızı, tij çekme hızının jet enjeksiyon kolonlarındaki sonuçları, laboratuvar ortamında kolon üretilebilecek sistem tasarlaması yapılarak çalışılmış ve ilk kez parametrik olarak jet grout kolonlarının davranışları incelenmiştir.

Akan ve Keskin (2014), “Jet Grout Yönteminin Zemin İyileştirmesine Katkısının ve Bu Yöntemde Kullanılan Parametrelerinin Etkilerinin İrdelenmesi“ konulu makalelerinde; jet grout uygulamasıyla meydana gelen kolonların serbest basınç dayanımları ile jet grout uygulama parametrelerinin iyileştirme öncesi zemin durumu ile olan ilişkisi araştırılmıştır. Zemin standart penetrasyon sayısı, çekme hızı, nozul çapı, enjeksiyon basıncı ve ince dane oranı girdi parametreleri ile çoklu regresyon analizi ve bulanık mantık yöntemiyle jet grout kolonların serbest basınç dayanımının nozul çapının ve standart penetrasyon sayısının artmasıyla arttığı, ince dane oranının ve çekme hızının artmasıyla azaldığı tespit edilmiştir.

Fidan (2015), “İnce Taneli Çimentonun Jet Grout Kolonların Performansı Üzerindeki Etkilerinin Deneysel Olarak Araştırılması” tez çalışması zayıf zeminlerde uygulanan yöntemler ve bu yöntemlerden biri olan Jet grout yöntemini etkileyecek olan parametreler hakkında bilgi verilmiştir. Çalışma kapsamında laboratuvar ortamında model deneyler yapılmış jet grout’un kolon performansını belirleyen çimento tane çapı ve su/çimento oranlarına uygun optimizasyon tekniği ile yapılan araştırmada sonuç olarak kolonlardan alınan numunelere serbest basınç deneyi ile jet grout uygulamasına uygun parametrelerin belirlenmesi ve değerlendirilmesi yapılmıştır.

Çınar (2014), “Zemin İyileştirilmesinde Jet Grout Yöntemi Ve Uygulamaya Yönelik Proje Çalışmaları” kapsamında, zemin ıslahı ve bunlar arasında son yıllarda en çok tercih edilen yöntemlerden biri olan jet grout yöntemi kapsamlı olarak ele alınmıştır. Tez çalışmasında özellikle turbalık ve bataklık alanlarda olan Kayseri ili, Anbar bölgesindeki Alibeyoğlu Hırdavat A.Ş. Binası’nın ana problemi olan taşıma gücü ve oturmalarından kaynaklı zemin sorunlarına çözüm olan jet grout yöntemi uygulanması araştırılmıştır. Bu bağlamda yapılan tez çalışmasındaki amaç jet grout kolonlarıyla yapılan iyileştirmede kolonun merkezinden başlayarak en etken olduğu bölgenin belirlenmesi için kolonun merkezinden ‘D ve 1.5D’ uzaklıkta SPT deneyleri ve jeofizik destekli çalışmalarla bölgede ki deneysel çalışmalar korele edilmiştir.

Gül (2015), “Zemin İyileştirmesinde Kullanılan Yöntemlerden Biri Olan Jet Grout Yöntemine İlişkin Bir Uygulama” yüksek lisans tezi çalışmasında jet grout yönteminin uygulama nedenleri sonuçları kapsamlı olarak değerlendirilmiştir. Bu bağlamda çalışma alanı Ordu Üniversitesi Cumhuriyet Yerleşkesinde imalatı yapılan Fen-Edebiyat Fakültesi binasında zeminde uygulanan jet grout uygulamasını ele almaktadır. Laboratuvar deneyleri ile jet 1 ve jet 2 yöntemleri karşılaştırılıp, jet grout yöntemiyle farklı zemin sınıflarında proje kriterleri değerlendirilmiştir. Uygulama öncesi ile sonrası yapılan SPT deneylerinden alınan darbe sayıları (N) kıyaslanmış ve jet grout’un zemindeki sonuçları değerlendirilmiştir. Jet 1’in kolon çapı ve uygulama hızı jet 2’den daha düşük olmasına rağmen jet 1 yöntemi ile oluşturulan kolonların dayanımları jet 2’ye kıyasla daha fazla olduğu belirlenmiştir.

Akın (2016), “Kumlu ve Siltli Zeminlerde Jet Grout Kolonlarının Fiziko-Mekanik Özelliklerinin Belirlemek Adına Deneysel Çalışmalar” konulu makalesinde; jet-grout sırasında, iyileştirilecek zeminlerin özelliklerine bağlı olarak farklı kolon dokuları elde

edilebildiğini, ayrıca her saha için uygulanan jet grout sistemi değişken olduğunu tespit etmiştir. Dokusal özelliklere ek olarak, jet-grout kolonlarının mukavemet ve indeks parametreleri, bitişik zeminden büyük ölçüde etkilendiğini ispat etmiştir. Bu çalışmada siltli ve kumlu zemin koşullarında iki farklı alanda inşa edilen jet-grout kolonlarının fiziksel ve mekanik özellikleri laboratuvar testleri ile belirlenmiştir. Jet grout kolonlarının q_u ve γ_d arasındaki pozitif lineer ilişki incelendiğinde silt ve kumdaki jet grout kolonlarında oldukça yüksek determinasyon katsayısı verdiği tespit edilmiştir. Regresyon analizleri neticesinde P – dalgası hızının jet grout kolonlarının fiziksel ve mekaniksel özelliklerinin tahmini için çok baskın bir parametre olduğunu göstermektedir. Ayrıca tek eksenli basınç dayanımı testinde kalite kontrolünde yer alması gerektiği önerilmiştir.

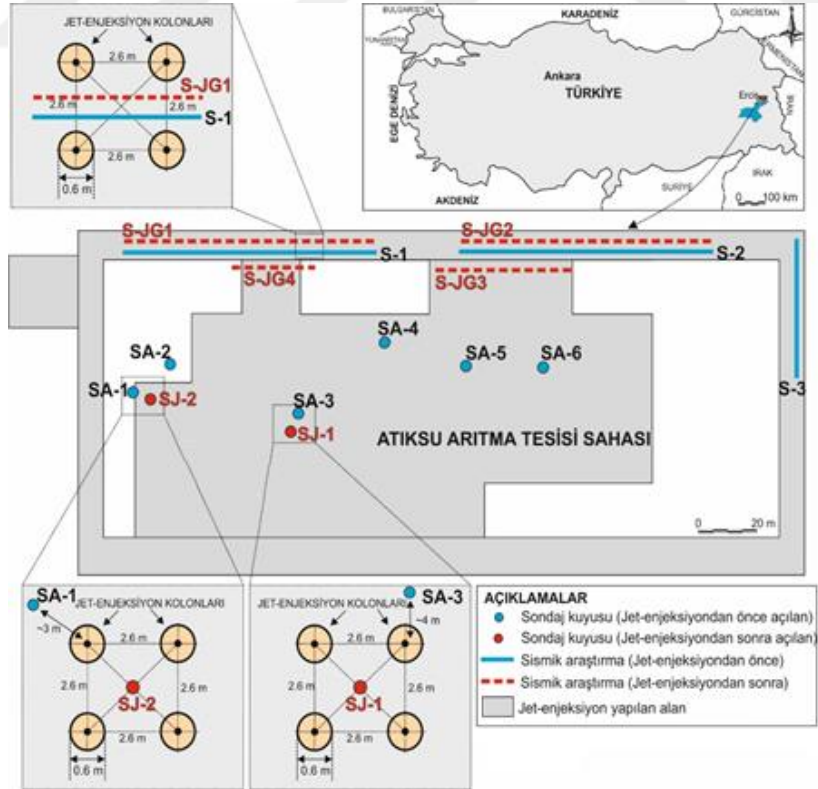
Aksangür (2017), “Yüksek Modüllü Kolonların (Jet Grout) Zemin İyileştirmesinde Kullanılması ve Hesap Yöntemleri” başlıklı yüksek lisans tezinin konusu yüksek modüllü kolonların (Jet Grout) zayıf zeminlerde iyileştirme yapılması ve hesaplama yöntemleri üzerinde çalışılmıştır. Çalışmada zemin, yapısal elemanlar ve zemin iyileştirme alanları Plaxis sonlu elemanlar programının farklı yöntemleri kullanılarak modellenmeler yapılmıştır. Beş farklı zemin olarak değerlendirilen çalışma da doğal zeminden başlayıp herhangi bir ıslah söz konusu olmadan bina yükü bırakılarak oturma hesabı yapılmış ve kıyaslama olarak aynı zemine jet grout yöntemi yapılarak iyileştirme yapılmasında kolonlar bir çubuk eleman ile tasarlanarak model 1, model 2, model 3 olarak farklı uygulamalar yapılarak zeminde oturmalar hesaplanmış ve her modelde oturmaların değişiklik gösterdiği belirlenmiştir. Bu tez kapsamında yapılan araştırmalar sonucu zeminde sorun olacak oturmalara karşı jet grout’un göz ardı edilmeyecek katkısı olduğu belirtilmiştir.

Özturan (2017), “Enjeksiyon Yöntemi İle Zemin İyileştirme” konulu tez çalışmasında son 10-15 yıllık zaman süresince oluşan oturma, sıvılaşmanın olumsuz etkisini azaltma ve zemin taşıma gücünü arttırmak için kullanılan jet groutun ekonomik çözüm olmasından dolayı kullanılan bir yöntem olduğunu belirtmiştir. Ayrıca tez kapsamında yapılan laboratuvar ve saha çalışma verileri kullanılarak, jet grout tasarımı ve analizinde doğru projeye yakın bir program önermesi çalışılmıştır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Erciş (Van) Atıksu Arıtma Tesisi Jet Grout uygulamasının jeofizik yöntemlerle kontrolüne yönelik hazırlanan bu tez çalışmasının ilk aşamasında, çalışma alanı ve yakın civarında farklı amaçlar için çalışmalar, hazırlanan raporlar, makaleler, konuyla ilgili internet sayfaları, yüksek lisans ve doktora tezleri incelenerek gözden geçirilmiştir.

Jet Grout uygulaması öncesinde atıksu arıtma tesisi alanında yapılan jeoteknik çalışmalar incelendikten sonra, zemini iyileştirilecek alanlarda Jet Grout öncesinde ve sonrasında yapılacak jeofizik çalışmalar ile Jet Grout sonrasında yapılacak jeoteknik çalışma alanları için en uygun yerler belirlenmiştir. Çalışma alanında Jet Grout öncesinde 3 noktada, Jet Grout sonrasında 4 noktada olmak üzere toplamda 7 noktada MASW (Çok Kanallı Yüzeysel Dalgası Analiz Yöntemleri) ölçümleri alınmıştır. Bu çalışmalara ek olarak Jet Grout uygulaması sonrası daha önce yapılan sondaj noktalarına yakın olacak şekilde 2 adet sondaj yapılmıştır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. İnceleme alanında yapılan arazi deneylerinin yerlerini gösteren kroki.

Jet Grout öncesinde ve sonrasında yapılan arazi çalışmalarından elde edilen SPT verileri, laboratuvar verileri ve MASW verileri ışığında zeminin Jet Grout sonrasında değişen zemin parametreleri belirlenmiştir. Belirlenen zemin parametreleri kullanılarak sıkışma zonunun oturma ve makaslama deformasyonları üzerindeki etkisi sonlu elemanlar yöntemi ile (RS^2 yazılımı) incelenmiştir.

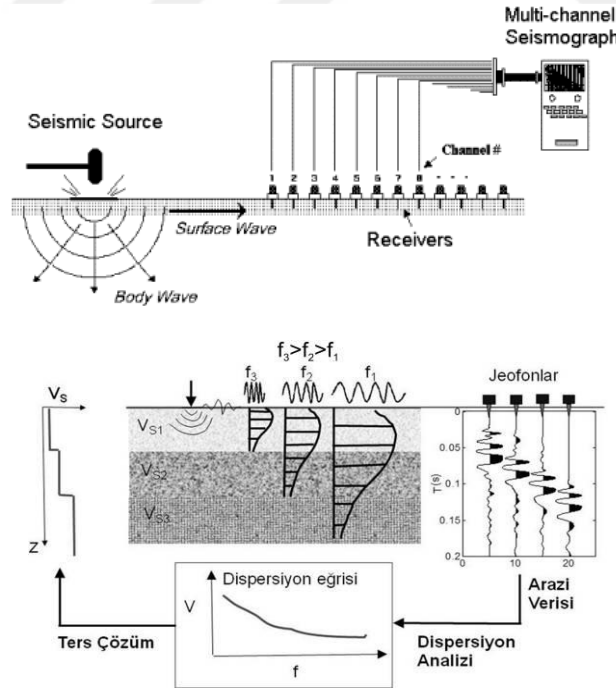
3.1. Yüzeysel dalgalarının çok-kanallı analizi (MASW) Yöntemi

Yüzeysel dalgası ölçüm yöntemlerinden birisi olan MASW (Yüzeysel dalgalarının çok-kanallı analizi) ağırlık düşürme, patlatma, vibroseis, çekiç ve balyoz gibi aktif kaynak kullanılmasıyla yapılmaktadır. Bu yöntem, Park ve ark. (1999) tarafından MASW adı verilmiş ve bu yöntem ilk olarak asfalt çalışmalarında kullanılmıştır. MASW yöntemiyle karmaşık bir yapıya sahip olan kılavuz dalgalarının örneğin asfalt gibi yüksek hız altında bulunan ve düşük hızlı bir ortamın özellikleri MASW yöntemi ile ortaya çıkarılmıştır (Ryden ve ark., 2003, 2004; Forbriger, 2003; Ryden ve Lowe, 2004).

Aktif kaynaklı MASW yöntemi ölçü alımı ve veri-işlem aşaması göreceli olarak kolay olan bir sismik yöntemdir ve güvenilir sonuçlar üretebilmektedir. Ölçü alımlarında ofset aralığının seçimi ve jeofon aralığı, serim uzunluğu, uzaysal katlamayı (spatial aliasing), araştırma derinliğini, yakın ve uzak etkiler dispersiyon eğrisinin elde edilmesinde çözünürlüğü etkileyen ana parametrelerdir. Ölçü alımında serim uzunluğu ve ofset seçimine bu sebeple dikkat etmek gerekir (Dikmen ve ark., 2010a-b). Yöntemin temel varsayımı, Rayleigh dalgasının kayıt edilmesi olduğundan, belirli bir kaynaktan oluşturulan ve yatay doğrultuda yayılan düzlem dalgası varsayımı yapılır. Rayleigh dalgası gibi yüzeysel dalgaları ancak kaynaktan belirli bir mesafeden sonra etkin olarak görülebildiğinden serim boyunun seçimi de oldukça önemlidir (Akkaya ve Özvan, 2016).

MASW yönteminde düşük frekanslı ($f < 10$ Hz) düşey jeofon kullanılmaktadır. Arazi ölçüm alımı ve düzeni klasik sismik kırılma yöntemine benzerlik gösterir (Park ve ark., 1999). Geleneksel sismik kırılma ölçümlerinde makaslama dalga hızı doğrudan ölçülebilmekteyken, yüksek sinyal/gürültü oranı elde etmek çok güçtür. Yalnızca ölçü alımında değil aynı zamanda veri – işlem aşamasında güçtür. MASW yöntemi ölçü alımında ve veri işleme kolaylığı olan sismik yöntem olmasının yanında güvenilir sonuçlar üretebilmektedir. Ölçü alımında parametre seçiminin diğer sismik yöntemlere

göre daha esnek olması, bunun yanında ölçüm alınırken düşey doğrultuda birkaç vuruş üst üste yığılmasıyla gürültünün bastırılabilmesinden dolayı yaygın kullanılmaktadır. Özellikle yerleşim alanlarında gürültünün çok olduğu yerlerdeki çalışmalarda aşırı yığma yapılarak sinyal/gürültü oranını azaltılabilir. Ölçüm yapılırken 4-5 yığma veya Sinyal/Gürültü oranının çok az değişimin olduğu seviyeye kadar yapılması uygundur. MASW yönteminde genel olarak 4.5 Hz frekanslı jeofonlar kullanılmaktadır. MASW yönteminde araştırma derinliği dalga boyuna bağlı olarak değişir. Güvenilir sonuçların alınabildiği en büyük derinlik en uzun dalga boyunun yarısıdır (Park ve ark., 1999; Xia ve ark., 2002). MASW yönteminde veri işleme temel üç adımda gerçekleşir. Birinci adımı belirli sayıda alıcı ile geçici bir kaynak kullanılmasıyla veri toplama aşamasıdır. İkinci olarak veriler kullanılarak dispersiyon eğrisinin çıkartılması gelir. Yüzey dalgası yöntemlerinde dispersiyon eğrilerinin belirlenmesi için farklı yöntemler geliştirilmiştir. Geliştirilen bu yöntemler arasında kesme zamanı – yavaşlık (τ -p) dönüşümü ve frekans-dalga sayısı (f-k), ile faz kayması veya uzaysal özilişki (SPAC) yaygın kullanılan yöntemlerdendir. Üçüncü adım ise belirlenen dispersiyon eğrisinin ters çözümü ile ortamın S dalga hız yapısının belirlenmesi oluşturur (Foti 2000; Okada 2003) (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. MASW yönteminde ölçü alım düzeni ve temel işlem adımları (Dikmen ve ark., 2010).

3.2. Standart Penetrasyon Deneyi (SPT)

Standart penetrasyon deneyi ilk olarak Fletcher ve Hanry A. Mohr tarafından numune kaşığı üzerine 63.6 kg ağırlığındaki tokmak 76.2 cm'den düşürülerek çakılması ile penetrasyon deneyi tanımlanmıştır (Sanglerat, 1972).

Zemin çalışmalarında yaygın olarak kullanılan SPT yöntemi basit bir uygulama olmasına rağmen çok fazla bilgi verir. SPT deneyi hangi derinlikte yapılacaksa o derinliğe kadar inilir. Toprak üstünde kalan kısmı 15 santimetre aralıklarla 3 ayrı dilime ayrılır. Sonrasında 63.6 kg ağırlığındaki tokmak 76.2 cm'den boru üzerine düşürülerek her 15 cm'lik dilimi kaç vuruşta ilerlediği not edilir. Çakılan zemin yumuşak ise vuruş sayısı az, zemin sert ise vuruş sayısı fazla olacaktır böylelikle zeminin sıklığı hakkında bilgi elde edilmiş olunur (Terzaghi ve Peck, 1967; Durgunoğlu, ve Toğrol, 1974; Nixon, 1982; Decourt, 1990).

3.3. Sonlu Elemanlar Yöntemi

Sonlu Elemanlar Analizi (FEA), herhangi bir fiziksel olayın Sonlu Elemanlar Yöntemi (FEM) adı verilen sayısal teknik kullanılarak yapılan simülasyonudur. Mühendislik tasarımlarında, fiziksel prototiplerin ve deneylerin sayısını azaltmak ve tasarım aşamalarındaki bileşenleri daha iyi ürünler geliştirmek için daha hızlı hale getirmek için kullanılmaktadır (<https://www.simscale.com/docs/content/simwiki/fea/whatisfea.html>).

Katı ve sıvıların davranışları, termal taşınım, dalga yayılımı, biyolojik hücrelerin büyümesi ve benzeri gibi fiziksel olayları kapsamlı bir şekilde anlayabilmek ve ölçüm yapabilmek için matematiği kullanmak gerekir. Bu işlemlerin çoğu Kısmi Diferansiyel Denklemler (PDE'ler) kullanılarak tanımlanır. Bununla birlikte, bir bilgisayarın bu PDE'leri çözmesi için, son yıllarda sayısal teknikler geliştirilmiştir ve günümüzde en önde gelenlerinden sayısal tekniklerden biri Sonlu Elemanlar Analizi'dir (<https://www.simscale.com/docs/content/simwiki/fea/whatisfea.html>).

Bu tez çalışması kapsamında sonlu elemanlar yöntemini temel alan RS2 yazılımı kullanılmıştır. Hem kaya hem de toprak için analiz yeteneklerine sahip olan RS2, şevleri, yüzey ve yeraltı kazılarını, yeraltı suyu sızmasını, konsolidasyonu ve çok daha fazlasını

modellemek ve analiz etmek için kullanabilen bir yazılımdır. FEA'nde özellikle jeolojik yapı modellerinde kompleks tasarımlar gerekebilir. Çok çekirdekli paralel işlemciler karmaşık sonlu elemanlar problemlerini hızlı ve kolay bir şekilde çözümlenmesine olanak tanır (<https://www.rocscience.com/software/rs2>).

RS2, toprak ve kaya uygulamaları için güçlü bir 2 Boyutlu (2B) sonlu eleman programıdır. Karmaşık, çok aşamalı modeller kolayca oluşturulabilir ve hızlı bir şekilde analiz edilebilir - zayıf veya eklemlili kayaçlardaki tüneller, yeraltı elektrik santrali mağaraları, açık ocak madenleri ve eğimler ve bentlerin analizleri bu yazılım ile yapılabilir. Ayrıca aşamalı başarısızlık, destek etkileşimi ve çeşitli başka problemler ele alınabilir (<https://www.rocscience.com/software/rs2>).

Bu tez çalışmasında V_s hızlarına bağlı olarak üretilen parametreler kullanılarak sıkışma zonunun oturma ve makaslama deformasyonları üzerindeki etkisi sonlu elemanlar yöntemi ile (RS2 yazılımı) incelenmiştir.



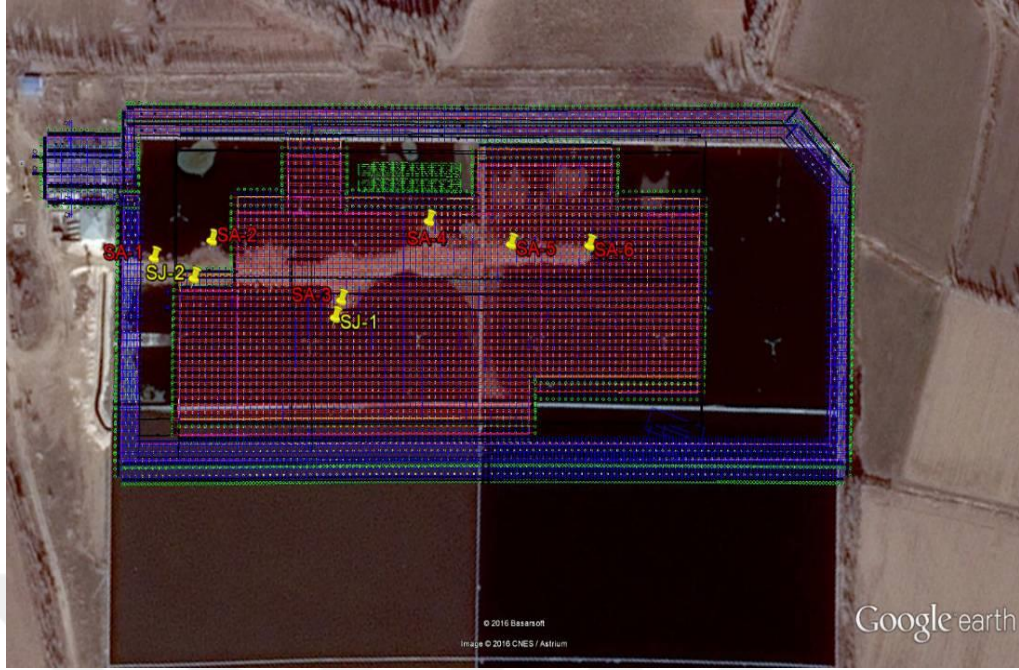
4. BULGULAR VE TARTIŞMALAR

4.1. Çalışma Alanının Jeolojisi

Erciş bölgesinde kabaca temeli oluşturan birim Alt Miyosen yaşlı Adilcevaz Kireçtaşı olarak da bilinen resifal karakterli kireçtaşı birimidir. Bu birimler üzerine gerek Etrüsk volkanına ve gerekse Girekol volkanına ait lavlar ve volkanosedimenter kırıntılar yerleşmiştir. Volkanizma Pliyosen'den Kuvaterner'e kadar farklı evrelerde ve farklı karakterlerdeki ürünler ile gerçekleşmiştir (Oyan, 2011). Tüm bu birimler üzerinde ise geniş alanlar boyunca çökelmiş Kuvaterner yaşlı kırıntılılar bulunmaktadır. Bu birimler jeolojik özellikleri birbirine çok yakın olan genellikle iri taneli malzemeden oluşmuş akarsu, delta ve göl kırıntılılarından ibarettir.

4.2. Arazi Deneyleleri ve Bulgular

Yapımı 1994 yılında tamamlanmış ve kullanım ömrünü tamamlamış eski teknolojiye sahip Erciş Atıksu Arıtma alanında son teknoloji ile daha sağlıklı arıtma sistemi oluşturmak için mevcut tesisin havuzları boşaltılarak yeni tesis bu alana projelendirilmiştir. Proje aşamasında çalışma alanında havuz doldurularak toplam 6 adet derinlikleri 20 ile 25 metre arasında değişen sondajlar yapılmıştır (Şekil 4.1) Ek-1 de sunulan jet grout öncesi sondaj loglarında zeminin 12 ile 18 metreler arasında düşük SPT değerlerine sahip olduğu belirlenmiş ve bu seviyelerde sıvılaşma olabileceği tespit edilmiştir. Çalışma kapsamında Jet Grout öncesinde ve sonrasında jeofizik çalışmaları yapılmıştır. Ayrıca Jet Grout sonrasında daha önce sondaj yapılan yerlere yakın alanlarda ve Jet Grout kolonlarının ortasına denk gelecek şekilde yeni sondaj çalışmaları yapılmıştır.



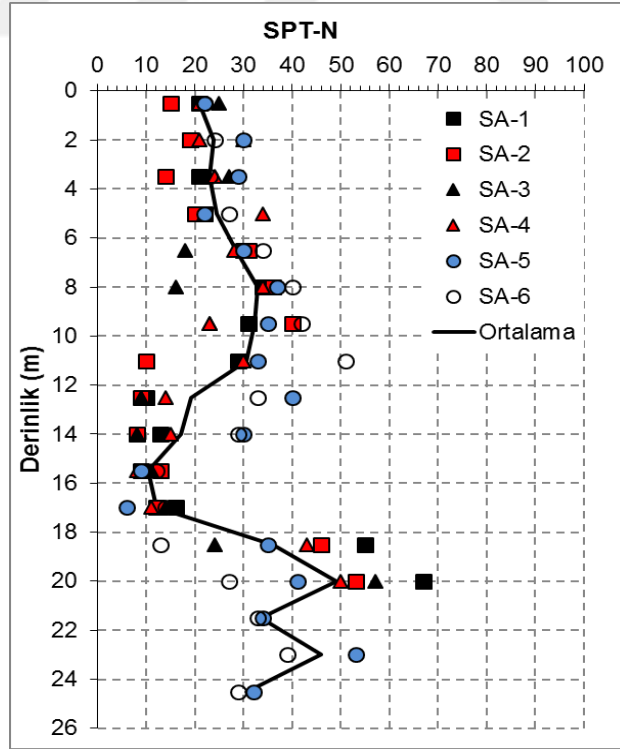
Şekil 4.1. Çalışma alanında açılan sondaj kuyularının arazideki konumlarını gösteren GoogleEarth görüntüsü.

4.2.1. Jet Grout öncesi gerçekleştirilen sondaj çalışmalar

Jet Grout öncesinde çalışma alanında toplam 6 adet sondaj yapılmıştır (Şekil 4.2). Açılan sondaj kuyularında çalışma alanı zemininin sıklığını tespit etmek amacıyla Standart Penetrasyon Deneyleri (SPT) yapılmıştır. Ek-2 de sunulan sondaj çalışmalarını neticesinde elde edilen zemin numuneleri üzerinde yapılan laboratuvar deney sonuçlarında; çalışma alanının temel zeminin siltli kum, kum (SW) ve siltli (ML) birimlerinden oluştuğu tespit edilmiştir. Ayrıca yer yer ince killi (CL) seviyelerde gözlenmiştir. Yapılan sondajlardaki sondaj verileri incelendiğinde çalışma alanı zemini SPT $N_{1(60)}$ darbe sayılarının yüzeyden itibaren ilk 18 metreye kadar çoğunlukla 30'un altında olduğu görülmüştür (Şekil 4.3). Sondaj çalışmalarında 12 ile 18 metre arasında SPT $N_{1(60)}$ darbe sayılarının 10 civarı olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.1). Bu düşük değerler zeminin gevşek-orta sıkı yapıda olduğunu göstermektedir. 18 metre sonrasında ise zeminin SPT $N_{1(60)}$ darbe sayılarının 40'ın üzerinde olduğu ve zeminin oldukça sıkı olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.2. Jet Grout öncesinde atıksu arıtma alanında yapılan sondaj çalışmalarına ait bir görüntü.



Şekil 4.3. İnceleme alanında açılan sondaj kuyularında SPT $N_{1(60)}$ değerlerinin derinliğe göre dağılımı.

Çizelge 4.1. Jet Grout öncesinde yapılan sondajlara ait SPT $N_{1(60)}$ değerleri

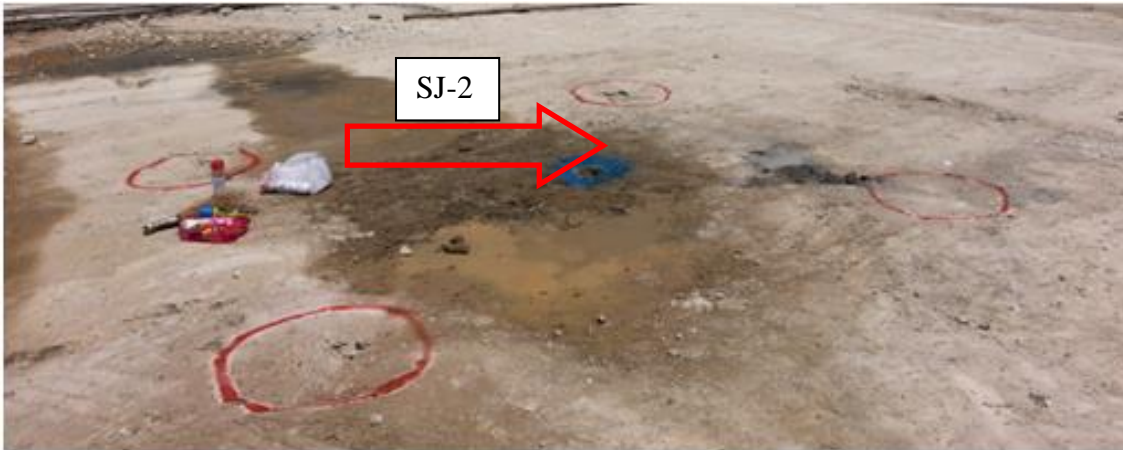
JET GROUT ÖNCESİ SPT DEĞERLERİ							
Derinlik (m)	Litholoji	SA-1	SA-2	SA-3	SA-4	SA-5	SA-6
0,50	Qal	21	15	25	21	22	22
2,00	Qal	19	19	30	21	30	24
3,50	Qal	21	14	27	24	29	23
5,00	Qal	22	20	22	34	22	27
6,50	Qal	30	31	18	28	30	34
8,00	Qal	34	36	16	34	37	40
9,50	Qal	31	40	23	23	35	42
11,00	Qal	29	10	30	30	33	51
12,50	Qal	10	9	9	14	40	33
14,00	Qal	13	8	8	15	30	29
15,50	Qal	9	13	11	8	9	12
17,00	Qal	16	12	14	11	6	14
18,50	Qal	55	46	24	43	35	13
20,00	Qal	67	53	57	50	41	27
21,50	Qal					34	33
23,00	Qal					53	39
24,50	Qal					32	29

4.2.2. Jet Grout sonrası jeoteknik çalışmalar

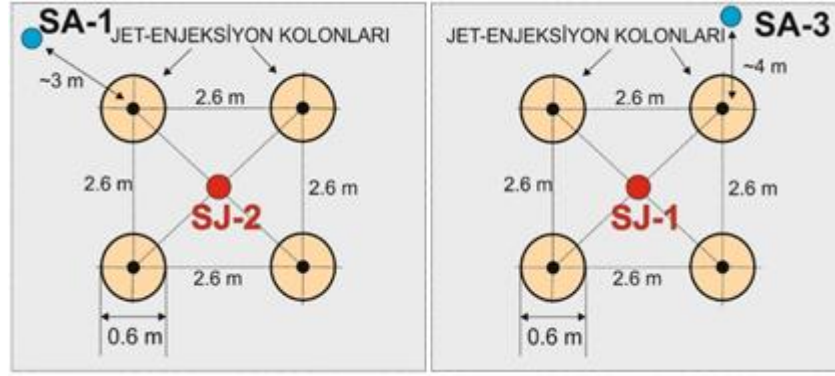
Atıksu arıtma tesisi inşaatı proje aşamasında yapılan 6 adet sondaj çalışmasına ilaveten Jet Grout ile iyileştirme sonrasında SA-1 ve SA-3 numaralı kuyuların hemen yakınına 4 adet Jet Grout kolonunun ortasında olacak şekilde SJ-1 ve SJ-2 sondajları açılmıştır (Şekil 4.4 – 4.6). Bu çalışma sayesinde Jet Grout zemin ıslahı sonrasında kolonlar arasındaki zeminin sıklık değişimi araştırılmıştır (Çizelge 4.2).



Şekil 4.4. SA-3'ün yanına açılan SJ-1 sondaj yerine ait bir görüntü.



Şekil 4.5. SA-1'in yanına açılan SJ-2 sondajı yerine ait bir görüntü.



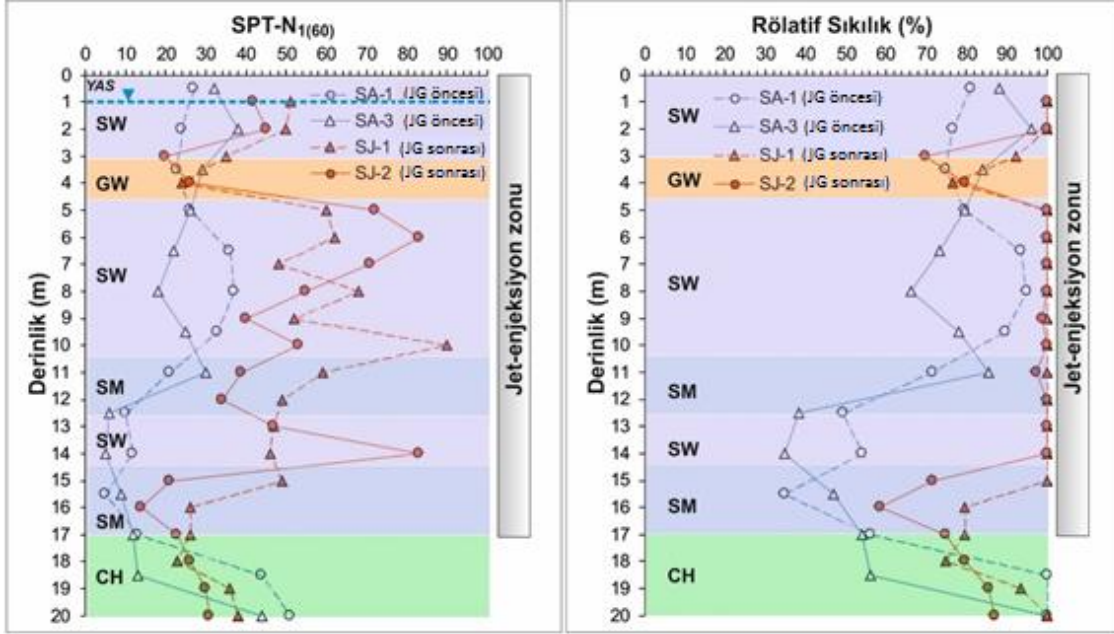
Şekil 4.6. Açılan SJ-1 ve SJ-2 sondajlarının konumlarını gösteren bir çizim.

Çizelge 4.2. Jet Grout sonrasında Jet Grout kolonları ortasında yapılan sondajların SPT- $N_{1(60)}$ değerleri

JET GROUT SONRASI SPT DEĞERLERİ			
Derinlik (m)	Litoloji	SJ-1	SJ-2
1,00		40	33
2,00		39	35
3,00		32	15
4,00		18	26
5,00		REFÜ	60
6,00		REFÜ	67
7,00		41	61
8,00		62	REFÜ
9,00		REFÜ	38
10,00		86	REFÜ
11,00		59	55
12,00		72	REFÜ
13,00		REFÜ	REFÜ
14,00		73	92
15,00		56	35
16,00		44	23
17,00		32	28
18,00		29	32
19,00		67	38
20,00		REFÜ	40

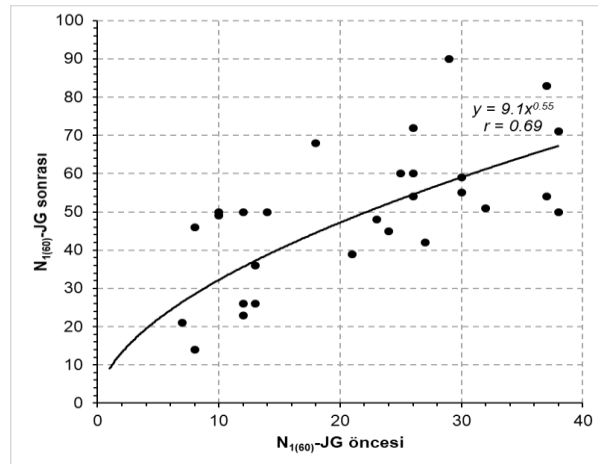
Ek-3’de sunulan jet Grout sonrasında yapılan sondaj logları incelendiğinde Jet Grout öncesinde ve sonrasında açılan kuyuların zemin profilleri açısından birbirleriyle uyumlu olduğu görülmüştür. Kumlu zeminlerde (SW-SM) SPT $N_{1(60)}$ değerlerinde belirgin bir artış olduğu göze çarpmaktadır. Rölatif sıklıkta yine kumlu zeminlerde

(SW-SM) ciddi bir artış olduğu belirlenmiştir. Fakat Kumlu zeminlerde görülen bu belirgin artış, çakıllı zeminlerde (GW) gözlenmemiştir (Şekil 4.7).



Şekil 4.7. Jet Grout öncesi ve sonrasında SPT- $N_{1(60)}$ ve Rölatif sıklık değişimi.

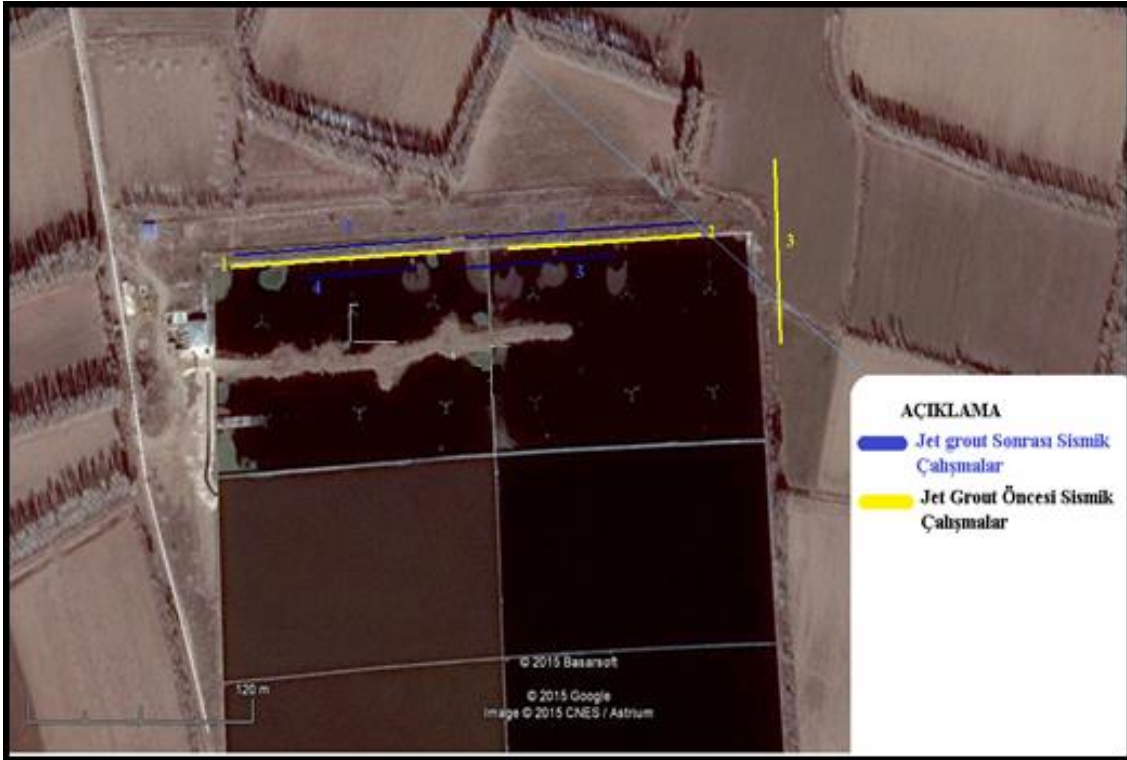
İyileştirme öncesi ve sonrası SPT $N_{1(60)}$ değerleri arasında yapılan regresyon analizinde orta düzeyde ($R^2=0.7$) bir ilişki ortaya çıkmıştır. Zemin türü açısından ayrı ayrı değerlendirildiğinde bu ilişkinin artabileceği düşünülmektedir (Şekil 4.8).



Şekil 4.8. Jet Grout öncesi ve sonrasındaki SPT $N_{1(60)}$ değerleri arasındaki korelasyon.

4.2.3. Jet Grout öncesi jeofizik çalışmalar

Erciş Atıksu Arıtma Tesis alanında zemin ıslahı kapsamında Jet Grout imalatı öncesinde zemin sismik hızlarını belirlemek için MASW ve Sismik kırılma ölçümleri alınmıştır. Sismik hızlardaki değişimlere göre elastik ve dinamik parametrelerindeki değişim belirlenmeye çalışılmıştır (Şekil 4.9).



Şekil 4.9. İnceleme alanında yapılan jeofizik çalışmaların arazi üzerindeki konumları.

Jeofizik arazi çalışmaları ölçümleri için DoReMi model sismik cihaz kullanılmıştır (Şekil 4.10). Jet Grout öncesinde Çizelge 3.3'de verilen koordinatlarda sismik ölçümler alınmıştır. Ölçümlerde jeofon aralığı 5 metre, uzak ofset 30 metre, yakın ofset 10 metre ve toplam serim uzunluğu 115 metre olacak şekilde ölçümler alınmıştır. Jet Grout öncesinde alınan ölçümlerde 1. Tabaka da V_p hızları 330-480 m/s aralığında V_s hızları ise 192-194 m/s aralığında ölçülmüştür. 2. Tabaka da V_p hızları 926-1112 m/s aralığında V_s hızları 230-262 aralığında ölçülmüştür (Çizelge 4.3 – 4.4).



Şekil 4.10. Jet Grout öncesinde atıksu arıtma alanında yapılan jeofizik çalışmalar.

Çizelge 4.3. Jet Grout öncesinde yapılan jeofizik çalışmaların koordinatları ve profil özellikleri

Jet Grout Öncesi Jeofizik Çalışmalar				
Ölçüm Adı	Koordinatlar		Profil Özellikleri	
	X	Y	Profil Uzunluğu	Hedef Derinlik
Ö_SİS-1	358447	4316289	115 m	38.3m
Ö_SİS-2	358578	4316331		
Ö_SİS-3	358670	4316349		

Çizelge 4.4. Jet Grout öncesine ait zeminden elde edilen sismik parametreler

JEOFİZİK ÇALIŞMALAR				
Çalışma Alanları		Jet Grout Öncesi		Litoloji
		Vp Hızı	Vs Hızı	
Ö_SİS-1	1. Tabaka	480	192	Qal - Dolgu
	2. Tabaka	926	250	Qal
Ö_SİS-2	1. Tabaka	330	194	Qal - Dolgu
	2. Tabaka	1112	262	Qal
Ö_SİS-3	1. Tabaka	362	194	Qal - Dolgu
	2. Tabaka	1080	230	Qal

4.2.4. Jet Grout Sonrası Jeofizik Çalışmalar

Erciş Atıksu Arıtma Tesisi alanının Jet Grout ile ıslahı sonrasında zeminin sismik hızlarını belirlemek amacıyla farklı noktalarda (Çizelge 4.5) Jet Grout öncesinde olduğu gibi MASW ve Sismik kırılma yöntemi ile Vp ve Vs dalgası ölçümleri alınmıştır. Sismik hızlardaki değişimlere göre elastik ve dinamik parametrelerindeki değişim belirlenmeye çalışılmıştır (Şekil 4.11).



Şekil 4.11. Jet Grout sonrası jeofizik çalışmalara ait bir görüntü.

Jet Grout sonrası alınan sismik ölçümlerde ise jeofon aralıkları 4 metre, uzak ofset 25 metre, yakın ofset 8 metre ve toplam serim boyu 92 metre ölçüm alınmıştır (Çizelge 4.5). Ham veriler Swan ve Seisimager yazılımı ile değerlendirilerek bir boyutlu derinlik-Vs hız değişimleri belirlenmiştir. Grout sonrasında alınan ölçümlerde 1. Tabaka

da V_p hızları 585-665 m/s aralığında V_s hızları ise 290-326 m/s aralığında ölçülmüştür. 2. Tabaka da V_p hızları 1246-1318 m/s aralığında V_s hızları 330-399 aralığında ölçülmüştür (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.5. Jet Grout sonrasında yapılan jeofizik çalışmalar koordinatları ve profil özellikleri

Jet Grout Sonrası Jeofizik Çalışmalar				
Ölçüm Adı	Koordinatlar		Profil Özellikleri	
	X	Y	Profil Uzunluğu	Hedef Derinlik
S_SİS -1	358442	4316292		
S_SİS -2	358562	4316332		
S_SİS -3	358548	4316312	92 m	25 m
S_SİS -4	358449	4316280		

Çizelge 4.6. Jet Grout sonrasında zeminden elde edilen sismik parametreler

JEOFİZİK ÇALIŞMALAR				
Çalışma Alanları	Jet Grout Sonrası	Litoloji		
		V_p Hızı	V_s Hızı	
S_SİS-1	1. Tabaka	630	290	Qal - Dolgu
	2. Tabaka	1246	330	Qal
S_SİS-2	1. Tabaka	585	326	Qal - Dolgu
	2. Tabaka	1318	332	Qal
S_SİS-3	1. Tabaka	604	306	Qal - Dolgu
	2. Tabaka	1288	399	Qal
S_SİS-4	1. Tabaka	665	300	Qal
	2. Tabaka	1304	345	Qal

İnceleme alanında yaklaşık aynı alanlarda yapılan Ö_SİS-1 (Jet Grout öncesi), S_SİS-1 ve S_SİS -4 (Jet Grout sonrası) ölçümlerle hesaplanan sismik hızlar ile dinamik elastik parametreler incelendiğinde; Ö_SİS-1 ölçümünde birinci tabaka $V_{p1}=480$ m/s ve $V_{s1}=192$ m/s hesaplanmıştır. Yaklaşık olarak aynı alana denk gelen S_SİS-1 ve S_SİS-4 ölçümlerinde ise $V_{p1}= 630-665$ m/s ve $V_{s1}=290-300$ m/s olarak hesaplanmıştır. Jet Grout öncesindeki ve sonrasındaki sismik hızların ilk tabaka için V_p hızlarının ortalama 150 m/s ve V_s hızlarının ise 100 m/s arttığı belirlenmiştir. Ö_SİS-1 ölçümünde ikinci tabakanın $V_{p2}= 926$ m/s ve $V_{s2}=250$ m/s hesaplanmıştır. Yaklaşık olarak aynı alana gelen S_SİS-1 ve S_SİS-4 ölçümlerinde $V_{p2}= 1246 - 1304$ m/s ve $V_{s2} = 330 - 345$ m/s olarak hesaplanmıştır. Jet Grout öncesindeki ve sonrasındaki sismik hızları ikinci tabaka için V_p

hızlarının ortalama 320 m/s ve Vs hızlarının ise ortalama 80 m/s arttığı belirlenmiştir.

Ö_SİS-2, S_SİS-2 ve S_SİS-3 ölçümlerle hesaplanan sismik hızlar ile dinamik elastik parametreler incelendiğinde; Ö_SİS-2 ölçümünde ilk tabaka için $V_{p1}= 330$ m/s ve $V_{s1}= 194$ m/s hesaplanmıştır. S_SİS-2 ve S_SİS-3 ölçümlerinde $V_{p1}=585-604$ m/s ve $V_{s1}= 306-326$ m/s olarak hesaplanmıştır. Jet Grout öncesindeki ve sonrasındaki sismik hızların ilk tabaka için Vp hızlarının ortalama 255 m/s ve Vs hızlarının ise 112 m/s arttığı belirlenmiştir. S_SİS-2 ve S_SİS-3 ölçümlerinde $V_{p2}=1288 - 1318$ m/s ve $V_{s2}= 332 - 399$ m/s olarak hesaplanmıştır. Jet Grout öncesindeki ve sonrasındaki sismik hızlardan ikinci tabaka için Vp hızları ortalama 176 m/s ve Vs hızları ortalama 70 m/s arttığı belirlenmiştir (Çizelge 4.7 ve 4.8).

Çizelge 4.7. Jet Grout öncesi sismik hızlar ve dinamik-elastik parametreler

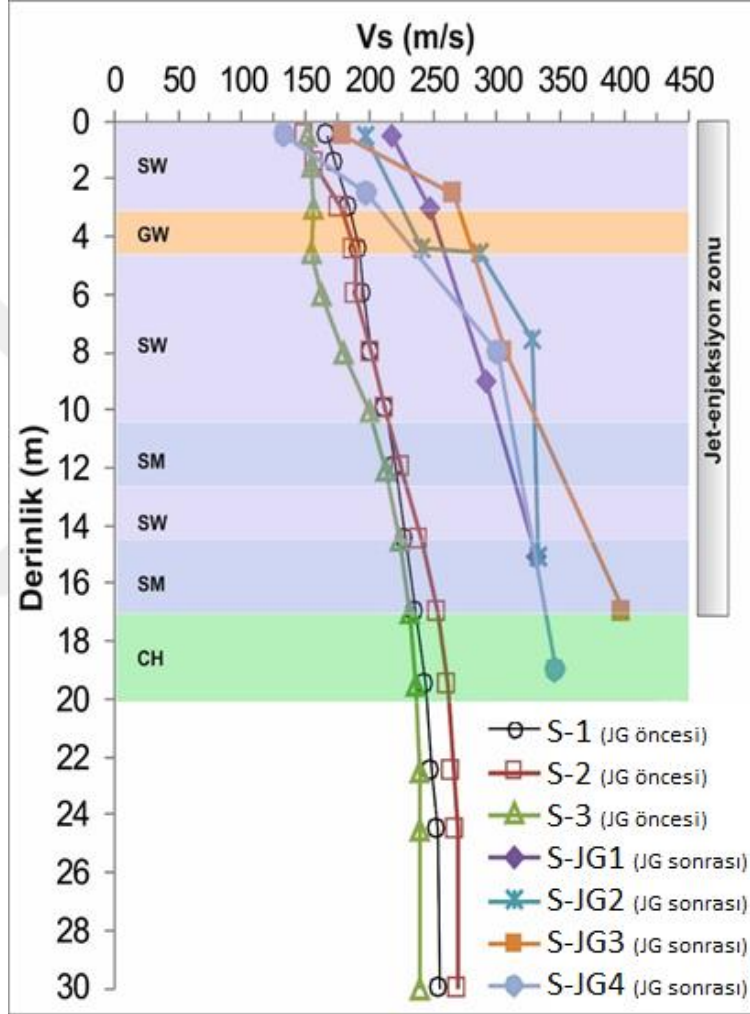
NO	Tabaka No	Vp m/s	Vs m/s	h (m)	ρ gr/cm ³	ν	Gmax kg/cm ²	Ed kg/cm ²	K kg/cm ²	Vs30 m/s	Litoloji
Ö_sis-1	1	480	192	0-13.2	1.45	0.40	534	1500	2625		Qal
	2	926	250	13.2 - ∞	1.71	0.46	1067	3117	13218	221	Qal
Ö_sis-2	1	330	194	0-14.7	1.32	0.24	496	1227	774		Qal
	2	1112	262	14.7 - ∞	1.79	0.47	1226	3608	20466	224	Qal
Ö_sis-3	1	362	194	0-12.2	1.35	0.30	508	1319	1091		Qal
	2	1080	230	12.2 - ∞	1.77	0.48	938	2771	19445	214	Qal

Çizelge 4.8. Jet Grout sonrası sismik hızlar ve dinamik-elastik parametreler

NO	Tabaka No	Vp m/s	Vs m/s	h (m)	ρ gr/cm ³	ν	Gmax kg/cm ²	Ed kg/cm ²	K kg/cm ²	Vs30 m/s	Litoloji
S_sis-1	1	630	290	0-12.3	1.55	0.37	1304	3561	4415		Qal
	2	1246	330	12.3 - ∞	1.84	0.46	2002	5856	25880	312	Qal
S_sis-2	1	585	326	0-9.8	1.52	0.27	1617	4124	3052		Qal
	2	1318	332	9.8 - ∞	1.86	0.47	2055	6027	29656	330	Qal
S_sis-3	1	604	306	0-12.5	1.53	0.33	1436	3814	3682		Qal
	2	1288	399	12.5 - ∞	1.85	0.45	2952	8542	26825	354	Qal
S_sis-4	1	665	300	0-14.1	1.57	0.37	1414	3882	5064		Qal
	2	1304	345	14.1 - ∞	1.86	0.46	2213	6475	28676	322	Qal

Çizelgelerde verilen Jet Grout öncesinde ve sonrasında yapılan çalışmalarla elde edilen dinamik-elastik parametreler ve sismik hızlar incelendiğinde, zeminde jet kolonların sıkıştırmasına bağlı olarak ciddi artışların olduğu görülmüştür. Jet Grout

kolonları arasında tekrarlanan sismik araştırmalar dikkate alındığında çevredeki zeminde sıkışma zonundaki yüksek basınçlı groutingden dolayı Vs büyük ölçüde artmıştır. İncelemede Jet Grout sonrasında Vs hızlarının 300 m/s üzerinde olduğu görölmüştür. Bu durum yüksek basınçlı Jet Grout uygulaması ile teşkil eden kolonların etrafındaki zeminlerde sıkışmanın etkisi ile iyileştirmenin meydana geldiği gösterilmektedir (şekil 4.12).



şekil 4.12. Jet Grout sonrası sıkışma zonunda S-Dalga hızı değerleri değişimi.

4.2.5. Sonlu Elemanlar Yöntemi ile Gerçekleştirilen Analizler

Elde edilen parametreler ile yeraltı zemin profili için MASW ölçümlerine dayalı olarak sonlu eleman analizleri ile modellemeler yapılmıştır. Modellemelerdeki her iki tabaka için deformasyon parametreleri proje alanında uygulanan sismik araştırmalardan

elde edilmiştir (Çizelge 4.9). Sonlu elemanlar analizindeki model sınırları yer altı zemin deformasyon karakterlerini etkilemeyecek şekilde iyileştirilmiş alan sınırlarından yeterince uzağa yerleştirilmiştir. Modellemeler 100 kPa zemin basıncı için hazırlanmıştır.

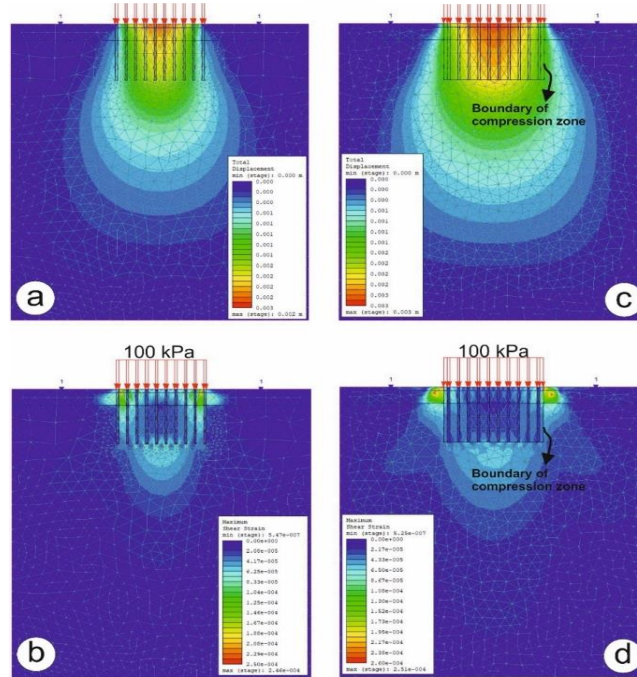
Çizelge 4.9. Analizlerde kullanılan parametreler

	Tabaka	E_m (MPa)	ν	c (kPa)	ϕ (°)	γ (kN/m ³)
Orijinal (JG Öncesi)	Tabaka-1 (0-5 m)	215	0.45	8	15	15
	Tabaka-2 (5-40 m)	441	0.46	7	23	16
İyileştirilmiş (JG Sonrası)	Tabaka-1 (0-5 m)	396	0.42	7	23	16
	Tabaka-2 (5-40 m)	627	0.45	7	35	17
	Soilcrete (17 m)	10417	0.40	10	45	25

Sıkışma zonunun oturma ve makaslama deformasyonları (0.3g) üzerindeki etkisi sonlu elemanlar yöntemi ile (RS2 yazılımı) incelenmiştir (Şekil 4.13).

Sıkışma zonu **YOK**

Sıkışma zonu **VAR**



Şekil 4.13. Sıkışma zonun oturma ve makaslama deformasyonları üzerindeki etkisi.

Sıkışma zonu olması durumunda makaslama deformasyonlarının iyileştirilmiş zon etrafında yoğunlaştığı görülmektedir (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.10. Toplam yer değiştirme ve makaslama deformasyonu değişimi değerleri

	Sıkışma Zonu YOK	Sıkışma Zonu VAR
En büyük toplam yer değiştirme (mm)	2	3
En büyük makaslama deformasyonu (%)	0.000246	0.000251

Sonlu elemanlar ile yapılan analizler sonucunda, sıkışma zonu varlığına göre elde edilen değerler ile sıkışma zonunun göz ardı edilmesi durumunda elde edilen sonuçlar arasında önemli bir fark olmadığı gözlenmiştir (Şekil 4.14).

4.2.6. Tartışma

Daha önce yapılan çalışmalardan Parlak (2017), “Temel Altı Zemin İyileştirme Yöntemi Olan Jetgrout Yöntemi ile İyileştirilen Zeminlerin Sonlu Elemanlar Yöntemiyle Sayısal Analizi” konulu tez çalışmasında jet grout öncesinde ve sonrasında yapılan geoteknik çalışmalardan elde edilen parametreler kıyaslanmıştır. Yapılan analizler neticesinde yer değiştirme değerlerinin iyileştirme sonrasında azaldığı tespit edilmiştir. Sayısal analizler ayrıca ekonomik olarak fayda sağlayabilecek proje uygulama süreç ve yöntemleri hakkında öneriler sunmuştur. Tarakçı (2017) tarafından yapılan bir diğer çalışma olan “Derin Kazılarda Yatay Jet Grout Uygulamasının Sonlu Elemanlar Yöntemi ile İncelenmesi” konulu yüksek lisans tez çalışmasında, yatay jet grout uygulaması ile derin kazı iksa sistemi oluşturulmuştur. Çalışmada iyileştirme yapılan ve yapılmayan zemin parametreleri kullanılarak sonlu elemanlar yöntemi ile modellerle analizler yapılmıştır. Hazırlanan modeller birbirleriyle ve kendi içlerinde düşey elamana etkileyen statik etkiler ve deplasmanlar açısından karşılaştırılarak sonuçlar değerlendirilmiştir.

Tez çalışması kapsamında daha önce yapılan çalışmalardan farklı olarak çalışma alanında uygulanan sismik araştırmalardan elde edilen parametreler ile sonlu elemanlar yöntemi kullanılarak makaslama deformasyonu ve toplam yer değiştirmenin iyileştirilmemiş zemindeki ve iyileştirilmiş zemindeki değerleri araştırılmıştır.



5. SONUÇLAR

Tez çalışmasında incelenen Erciş Atıksu Arıtma Tesisi alanı düz bir topografyada gevşek alüvyal çökeller üzerinde yer almakta olup, yeraltısuyu bölgede oldukça sığdır. Bölgenin tektonik yapısı ve sismik aktivitesine bağlı büyük deprem olma potansiyeli, yaşanabilecek depremlerde yüzey deformasyonlarının (yanal yayılma, sıvılaşma) oluşma riskini arttırmaktadır. Olası bu riskler gözetilerek çalışma alanı için İller Bankası Genel Müdürlüğüne zeminin iyileştirilmesi amacıyla Jet Grout uygulaması planlanarak uygulanmıştır.

Bu çalışmada Erciş Atıksu Arıtma Tesisi alanında yapılan jeolojik ve jeofizik deneyler ve değerlendirmeler sonucunda olası sıvılaşma problemlerinin ortadan kaldırılması için gerçekleştirilen Jet Grout (Jet Enjeksiyon) uygulamasının jeolojik ve jeofizik yöntemler ile kontrolü yapılmıştır. Jet Grout öncesinde ve sonrasında yapılan çalışmalar neticesinde zeminin sıkılığının ve taşıma gücünün artmasıyla birlikte elastik parametrelerin ve sismik hızların da Jet Grout sonrasında arttığı belirlenmiştir.

Arazi deney sonuçları, Jet Grout sıkışma zonundaki zeminlerde SPT darbe sayılarının ve S-dalga hızlarının ilksel değerlere oranla önemli ölçüde arttığını göstermektedir. Yüksek Jet Grout basınçları sıkışma zonundaki kumlu zeminlerin dayanımı üzerinde olumlu etkide bulunmuştur.

Sonlu elemanlar yöntemi ile gerçekleştirilen analiz sonuçlarına göre, yüksek basınçlı enjeksiyon sonucu sıkışma zonundaki rölatif sıkılık ve yoğunluk artışının temel zemindeki yerdeğiştirmeler üzerinde önemli bir etkisi olmamıştır. Bunun en önemli nedeni, yüksek modüllü Jet Grout kolonlarının birer kazık gibi davranarak temel yüklerini taşımada daha etkin rol oynamasıdır.

Jet Grout kolonları arasında sıkışma zonu kabulünün, iyileştirme projelerinde Jet Grout aralıklarının belirlenmesinde önemli bir role sahip olacağı belirlenmiştir.

Bu tez çalışması ile birlikte sıvılaşma potansiyeli yüksek alanlar için zemin iyileştirme çalışmalarının önemi bir kez daha vurgulanmıştır. Elde edilen sonuçlar, jet-grout uygulamasının zeminlerin SPT değerlerini, dinamik elastik parametrelerini ve sismik hızlarını artırarak daha sıkı/katı zeminler oluşturduğunu/oluşturabildiğini ortaya koymuştur. Bu durum birbirinden farklı sayısal veriler ve fiziksel parametrelerle desteklenmiştir.

Bu tez çalışmasında uygulanan Jet Grout basıncından daha düşük ve daha yüksek basınçlar ile teşkil edecek Jet Grout kolonlarının sıkıştırdığı zeminlerin jeoteknik ve jeofizik parametrelerindeki değişimlerin başka çalışmalarda mukayese edilmesi önerilmektedir.



KAYNAKLAR

- Acarlar, M., Bilgin, E., Elibol, E., Erkal., T., Gedik, İ., 1991. *Van Gölü Doğu ve Kuzeyinin Jeolojisi*. MTA Genel Müd, Arşiv No: 1061, Ankara.
- Akan, R., 2013. *Jet Grout Yönteminin Zemin İyileştirmesine Katkısının Ve Bu Yöntemde Kullanılan Parametrelerin Etkilerinin İrdelenmesi*, (yüksek lisans tezi, basılmamış). Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Akan, R., Keskin, N. S., 2014. Jet Grout yönteminin zemin iyileştirmesine katkısının ve bu yöntemde kullanılan parametrelerin etkilerinin irdelenmesi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, **18** (2): 22-26.
- Akin, M. K., 2016. Experimental Studies on the Physico–Mechanical Properties of Jet–Grout Columns in Sandy and Silty Soils. *Journal of African Earth Sciences*, **116**: 190-197, DOI:10.1016/j.jafrearsci.2016.01.011.
- Akın, M., Akkaya, İ., Akın, M., Özvan, A., AK, Y., 2019. Impact of Jet Grouting Pressure on the Strength and Deformation Characteristics of Sandy and Clayey Soils in the Copression Zone, *KSCE Journal of Civil Engineering*, www.springer.com/12205
- Akkaya, İ., Özvan, A., 2016. Jet Grouting (Jet-Enjeksiyon) Uygulamasının Jeofizik Yöntemlerle Kontrolü: Erciş Atıksu Arıtma Tesisi Örneği. **Proje No: 2015 HIZ-MIM281**: 2-32.
- Akkaya, İ., Özvan, A., Akın, M., Akın, M., Övün, U., 2018. Kayma Dalgası Hızı (Vs) Kullanılarak Erciş (Van) Yerleşim Alanının Sıvılaşma Potansiyelinin Değerlendirilmesi, *Ç.Ü. Yerbilimleri Dergisi*, **32** (3): 55-68.
- Akkaya İ., Özvan A., Akın M., Akın M., Övün U., 2018. Comparison of SPT and Vs-based liquefaction analyses: A case study in Erciş (Van,Turkey), *Acta Geophysica*, **66**: 21-38.
- Aksangür, Z., 2017. *Yüksek Modüllü Kolonların (Jet Grout) Zemin İyileştirmesinde Kullanılması Ve Hesap Yöntemleri*, (yüksek lisans tezi, basılmamış). Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
- Alpaslan, N. 2013. Zemin Sıvılaşması ve mekanizması. *Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi*, **3** (2): 67-88.
- Aydan, Ö., Ulusay, R., Kumsar, H., Konagai, K., 2012. Site investigation and engineering evaluation of the Van earthquakes of October 23 and November 9, 2011. *Japan Society of Civil Engineers*.
- Aydan, Ö., Ulusay, R., Kumsar, H., 2013. Seismic, ground motion and geotechnical characteristics of the 2011 Van-Ercis, and Van-Edremit earthquakes of Turkey, and assessment of geotechnical damages. *Bulletin of Engineering Geology and Environment*, DOI 10.1007/s10064-013-0526-z (article online).
- Burke, G. K., Peterson, J. H. and Smith, M. L., 2000. *Superjet Grouting and The Quality of Its Product*. Advances in Grouting and Groud Modification: ASCE Geotechnical special Publication No.104, Krizek, R. J. and Sharp, K., Eds, Reston, Virginia, 111-125.
- Çınar, H., 2014. *Zemin İyileştirilmesinde Jet Grout Yöntemi Ve Uygulamaya Yönelik Proje Çalışmaları*, (yüksek lisans tezi, basılmamış). Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.

- Çınar, M., Akkaya, A.B., 1994. Jet-grouting Uygulama Tekniği. http://www.maden.org.tr/resimler/ekler/7471fdc77b34352_ek.pdf, Erişim Tarihi: 30.05.2019.
- Decourt, L, 1990. The Standard Penetration Test: State-of the Art Report, *Norwegian Geotechnical Institute Publication*, Oslo, Norway. 179.
- Demiröz, A., Karaduman, M., O., 2009. Zemin İyileştirme Metotları. *Selçuk Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Selçuk – Teknik Dergisi*, 8 (2): 176-192.
- Dikmen, Ü., Arısoy, M. Ö., ve Akkaya, İ. 2010a. Offset and linear spread geometry in MASW method, *Journal of Geophysical and Engineering*, 7: 211-222.
- Dikmen, Ü., Başokur, A.T., Akkaya, İ., Arısoy, M.Ö. 2010b. Yüzey dalgalarının çokkanallı analizi yönteminde uygun atış mesafesinin seçimi, *Yerbilimleri*, 31(1): 23-32.
- Durgunoğlu, H.T., Toğrol, E., 1974. Penetration Testing in Turkey: State-of the Art Report, *Proceedings of the European Symposium on Penetration Testing*, Stockholm, Sweden, 137.
- Elias, V., Welsh, J., Warren, J., Lukas, R., Collin, J.G., and Berg, R.R. 2006. *Ground improvement methods. US Dept. of Transportation, Federal Highway Administration*. Volumes I and II, Publication No.'s FHWA NHI-06-019 and FHWA NHI-06-020.
- Erkan, İ.H., 2013. *Jet Grout Kolonların Performansını Etkileyen Faktörlerin Deneysel Olarak Araştırılması*, (doktora tezi, basılmamış). Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Fener, M., 2014. Van İli, Erciş ilçesi Atıksu Arıtma Tesisinin Zemin İyileştirme Raporu (Jet Grouting Yöntemi) (basılmış) Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Ankara.
- Fidan, B., 2015. *İnce Taneli Çimentonun Jet Grout Kolonların Performansı Üzerindeki Etkilerinin Deneysel Olarak Araştırılması*, (yüksek lisans tezi, basılmamış). Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Forbriger, T., 2003, Inversion of Shallow-Seismic Wavefields, Part 2: Inferring Subsurface Properties from Wavefield Transforms, *Geophysical Journal International*, 153: 719–734.
- Foti, S., 2000. *Multistation Methods for Geotechnical Characterization using Surface Waves*, Ph.D. Diss., Politecnico di Torino, Milano.230.
- Gül, S., 2015. *Zemin İyileştirmesinde Kullanılan Yöntemlerden Biri Olan Jet Grout Yöntemine İlişkin Bir Uygulama*, (yüksek lisans tezi, basılmamış). Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- İnternet Kaynağı: What is FEA | Finite Element Analysis? <https://www.simscale.com/docs/content/simwiki/fea/whatisfea.html> Erişim tarihi: 18.06.2019.
- İnternet Kaynağı: RS2. <https://www.roscience.com/software/rs2>. Erişim tarihi:18.06.2019.
- İTÜ, 2011. October 23 2011 M7.2 Tabanlı-Van earthquake. İTÜ Report of Faculty of Civil engineering. www.eedmi.itu.edu.tr/Van_Depremi/index.html
- JMO, 2011. Van depremleri (Tabanlı-Edremit) raporu. *TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası*, 110: 48.
- Kauschinger J. L., Hankour R., Perry E. B., 1992. *Methods to Estimate Composition of Jet Grout Bodies*. Proceedings of the conference of Grouting, Soil Improvement and Geosynthetics. New Orleans, 194 - 205, ASCE.

- Kızılaslan, H., 2014. Erciş Atıksu Arıtma Tesisi ve Kanalizasyon İnşaatı Zemin Etüt ve Değerlendirme Raporu Özge Proje Mühendislik Müşavirlik İnşaat ve Ticaret Limited Şirketi, Ankara. (40 sayfa)
- Koçyiğit, A., 2013. New field and seismic data about the intraplate strike-slip deformation in Van region, East Anatolian plateau, E. Turkey. *Journal of Asian Earth Sciences*, **62**: 586–605.
- Köse, Ö., Aras, A., Babayiğit, S., Mercan, Ç., 2011. Van Depremi (23 Ekim 2011, M:7.2), Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü Raporu.
- Küçükali, N., 2008. *Demiryolu Altyapısının Jet Enjeksiyon Yöntemi İle İyileştirilmesi*, (yüksek lisans tezi, basılmamış). Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Küsin, C.C., 2009. *Jet Grout Yöntemi İle İyileştirilen Zeminlerin Sonlu Elemanlar Yöntemiyle Sayısal Analizi*, (yüksek lisans tezi, basılmamış). Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- METU/EERC, 2011. 23 Ekim 2011 Mw 7.2 Van depremi sismik ve yapısal hasara ilişkin saha gözlemleri. Ankara, Rapor No: METU-EERC 2011-4, 76.
- Mollamahmutoğlu, M., Babuçcu, F., 2006. *Zeminlerde Sıvılaşma Analiz ve İyileştirme Yöntemleri*. Gazi kitapevi. Ankara.
- MTA, 2011. 23 Ekim 2011 Van Depremi Saha Gözlemleri ve Kaynak Faya İlişkin Ön Değerlendirmeler (http://www.mta.gov.tr/v2.0/deprem/2011_Van-Depremi_On-Degerlendirmeler.pdf)
- Nalçakan, M.S. 2004. Problemler Zeminlerde Geoteknik Çözümler. *TMH - Türkiye Mühendislik Haberleri Dergisi*, **430**: 29.
- Nixon, I.K., 1982. Standard Penetration Test: *State-of-the-Art Report, Proceedings of the 2nd European Symposium on Penetration Testing, Amsterdam, Netherlands*, 3-21.
- Okada, H., 2003. "The Microtremor Survey Method", Geophysical Monograph Series no. 12, SEG, Tulsa.
- Oyan, V. 2011. *Etrüsk Volkanı ve Çevresinin (Van Gölü Kuzeyi) Volkano stratigrafisi, Petrolojisi ve Magmatik Evrimi* (Basılmamış Doktora Tezi), YYU, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van, 375.
- Özkaymak, Ç., Sözbilir, H., Bozkurt, E., Dirik, K., Topal, T., Alan, H., Çağlan, D., 2011. 23 Ekim 2011 Tabanlı-Van Depreminin sismik jeomorfolojisi ve Doğu Anadolu'daki aktif tektonik yapılarla olan ilişkisi. *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, **35**(2): 175-200.
- Özvan, A., Şengül, M.A., Tapan, M., 2008. Van Gölü havzası neojen çökellerinin jeoteknik özelliklerine bir bakış: Erciş yerleşkesi, *Ç.Ü. Yerbilimleri Dergisi (Geosound)*, **52**: 297-310.
- Özturan, M., 2017. *Enjeksiyon Yöntemi İle Zemin İyileştirme*, (yüksek lisans tezi, basılmamış). Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Park, C.B., Miller, R.D., and Xia, J. 1999. "Multichannel analysis of surface waves", *Geophysics*, **64**(3): 800-808.
- Parlak, S., 2017. *Temel Altı Zemin İyileştirme Yöntemi Olan Jetgrout Yöntemi ile İyileştirilen Zeminlerin Sonlu Elemanlar Yöntemiyle Sayısal Analizi*, (yüksek lisans tezi, basılmamış). Bülent Ecevit Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak.

- Ryden, N., C. B. Park, P. Ulriksen, and R. D. Miller, 2004, Multimodal Approach to Seismic Pavement Testing, *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, **130**: 636–645.
- Ryden, N., and M. J. S. Lowe, 2004, Guided Wave Propagation in Three-Layer Pavement Structures, *Journal of the Acoustical Society of America*, **116**: 2902–2913.
- Ryden, N., C. B. Park, P. Ulriksen, and R. D. Miller, 2003. “Lamb Wave Analysis for Non- Destructive Testing of Concrete Plate Structures” Symposium on the Application of Geophysics to Engineering and Environmental Problems.
- Sanglerat, G, 1972. The Penetrometer and Soil Exploration, *Elsevier Publishing Co.*, Amsterdam.
- Seed, H.B., Idriss, I.M., 1971. Simplified Procedure for Evaluating Soil Liquefaction Potential. *Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division, ASCE*, **97**(9): 1249-1273.
- Seed, H.B., Idriss, I.M., Arango, I. 1983. Evaluation of Liquefaction Potential, Using Field Performance Data, *Journal of Geotechnical Engineering*, ASCE, Vol. 109, pp. 458-482, March.
- Şeflek, N., 2012. *Ceyhunkent Toplu Konutları (Ceyhan/ Adana) İnşa Sahasının Jet Grout Yöntemi İle Islahı*, (yüksek lisans tezi, basılmamış). Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Tarakçı, M., 2017. *Derin Kazılarda Yatay Jet Grout Uygulamasının Sonlu Elemanlar Yöntemi ile İncelenmesi*, (yüksek lisans tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Terzaghi, K. and Peck, R.B., 1967. *Soil Mechanics in Engineering Practice*, John Wiley, New York.
- Tunçdemir F., 2004. Temel Zeminlerinin Enjeksiyon Tekniğiyle İyileştirilmesi. *Türkiye Mühendislik Haberleri*, **430**(2): 59-64.
- Uyanık, O., 2002. *Kayma Dalga Hızına Bağlı Potansiyel Sıvılaşma Analizi Yöntemi*, (doktora tezi, basılmamış). Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Xia, J., Miller, R.D., Park, C.B., Hunter, J.A., Haris, J.B. and Ivanov, J. 2002. "Comparing shear-wave velocity profiles inverted from multichannel surface wave with borehole measurements", *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, **22**(3): 181-190.



EKLER

EK-1 JET GROUT ÖNCESİ LOGLAR

YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ										SONDAJ LOGU/BORING LOG									
PROJE ADI: Erçiş (Van) Atıksu Arıtma Tesisi					Sondaj No: SA-1					Başlama Tarihi: 24.01.2014									
					Derinlik (m): 20,00					Bitiş Tarihi: 24.01.2014									
					Koordinat (Y) N: 4317565 N					YER ALTI SU DURUMU									
					Koordinat (X) E: 618321 E					YAS Derinlik (m): 0,00									
					Kot (m):					Tarih: 30.01.2014									
h. - derinlik	h. deney d.	Örnek Adı	Standart Penetrasyon Deneyi (SPT)				Grafik	TCR-SCR	RQD (%)	Zemin Türü	Litoloji	Zemin Grubu	Zemin Durum	Tanımlama					
			0-15	15-30	30-45	N30													
0	0,50	SPT1	7	9	12	21							0,00-6,00 m						
1																			
2	2,00	SPT2	6	9	10	19					SW		Gri renkli Siltli - Çakıllı Kum						
3											SM								
4	3,50	SPT3	7	10	11	21							6,00-9,00 m						
5	5,00	SPT4	9	10	12	22													
6	6,50	SPT5	11	13	17	30					ML		Gri renkli killi Silt						
7																			
8	8,00	SPT6	14	15	19	34							9,00-12,00 m						
9																			
10	9,50	SPT7	12	13	18	31					SC		Gri-Kahverenkli Killi Kum						
11	11,00	SPT8	10	14	15	29							12,00-19,00 m						
12	12,50	SPT9	4	5	5	10													
13																			
14	14,00	SPT10	5	6	7	13					ML		Kahverenkli-gri killi Silt-siltli Kil						
15	15,50	SPT11	4	4	5	9					CL								
16																			
17	17,00	SPT12	6	7	9	16							19,00-20,00 m						
18	18,50	SPT13	17	23	32	55													
19																			
20	20,00	SPT14	20	28	39	67					SC		Gri renkli Killi Kum						
20													KUYU SONU=20 m						
TCR : Toplam karot %					Sondajdan sorumlu														
SCR : Çapı korunmuş karot %					Mühendis veya Mühendisler														
RQD : Çapı korunmuş 10 cm'den uzun karot %					Ad - Soyad / İmza														
SK : Sert kaya olduğu için SPT yapılmadı																			
B76 : Tekli Karot tüpü (76mm)																			
T76 : Çiftli Karot tüpü (76mm)																			
VU : Vidye Kron SS : Sulu Sondaj																			

EK-1 JET GROUT ÖNCESİ LOGLAR (devam)

YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ		SONDAJ LOGU/BORING LOG																			
Sondaj No		SA-2		Başlama Tarihi		25.01.2014															
Derinlik (m)		20,00		Bitiş Tarihi:		25.01.2014															
Koordinat (Y) N		4317586 N				YER ALTI SU DURUMU															
PROJE ADI: Erciş (Van) Atıksu Arıtma Tesisi		Koordinat (X) E		618325 E		YAS Derinlik (m)		Yok													
		Kot (m)				Tarih		30.01.2014													
h. : derinlik	h:deney d	Örnek Adı	Standart Penetrasyon Deneyi (SPT)				Grafik	Karot Tüpü	Uç	Sondaj Su	Ayrışma	Dayanım	TCR%	SCR%	RQD%	Grafik	Zemin Tar	Litoloji	Zemin Gr	Zemin Du	Tanımlama
			Darbe Sayısı	0-15	15-30	30-45															
0																				0.00-11.00 m	
0,50	SPT1		6	8	7	15															
2,00	SPT2		7	9	10	19															
3,50	SPT3		6	6	8	14															
5,00	SPT4		9	9	11	20															
6,50	SPT5		12	15	16	31															
8,00	SPT6		13	17	19	36															
9,50	SPT7		15	18	22	40															
11,00	SPT8		6	5	5	10														11.00-12.50 m	
12,50	SPT9		4	4	5	9														Gri renkli killi Silt	
14,00	SPT10		3	4	4	8														12.50-14.00 m	
15,50	SPT11		5	5	8	13														Gri renkli Siltli Kum	
17,00	SPT12		4	6	6	12														14.00-18.50 m	
18,50	SPT13		15	21	25	46														Kahverenkli kumlu Silt	
20,00	SPT14		19	23	30	53														18.50-20.00 m	
20																				Gri renkli Siltli Kum	
KUYU SONU=20 m																					
TCR : Toplam karot % SCR : Çapı korunmuş karot % RQD : Çapı korunmuş 10 cm'den uzun karot % SK : Sert kaya olduğu için SPT yapılmadı B76 : Tekli Karot tüpü (76mm) T76 : Çiftli Karot tüpü (76mm) VU : Vidye Kron SS : Sulu Sondaj										Sondajdan sorumlu Mühendis veya Mühendisler Ad - Soyad / İmza											

EK-1 JET GROUT ÖNCESİ LOGLAR (devam)

YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ										SONDAJ LOGU/BORING LOG																
PROJE ADI: Erciş (Van) Atıksu Arıtma Tesisi										Sondaj No	SA-3	Başlama Tarihi	26.01.2014	YER ALTI SU DURUMU												
										Derinlik (m)	20,00	Bitiş Tarihi:	26.01.2014													
PROJE ADI: Erciş (Van) Atıksu Arıtma Tesisi										Koordinat (Y) N	4317580 N	YAS Derinlik (m)		2,50	Tarih						30.01.2014					
										Koordinat (X) E	618359 E															
h : derinlik	h:deney d	Örnek Adı	Darbe Sayısı				Grafik				Karot Tüpü	Uç	Sondaj Su	Ayrışma	Dayanım	TCR%	SCR%	RQD%	Grafik	Zemin Tar	Litoloji	Zemin Gr	Zemin Du	Tanımlama		
			0-15	15-30	30-45	N30	10	20	30	40	50								TCR-SCR							
																			RQD (%)							
0	0,50	SPT1	8	11	14	25																		0.00-4.00 m Yol Dolgusu		
1																								4.00-12.00 m		
2	2,00	SPT2	10	13	17	30																				
3																										
4	3,50	SPT3	14	12	15	27																			Gri renkli Siltli - Çakıllı Kum	
5	5,00	SPT4	8	10	12	22																				
6	6,50	SPT5	7	8	10	18																				
7																										
8	8,00	SPT6	6	8	10	16																			12.00-13.50 m	
9	9,50	SPT7	7	10	13	23																			Kahverenkli Kil	
10																									13.50-18.00 m	
11	11,00	SPT8	9	12	18	30																			Gri renkli Siltli Kum	
12	12,50	SPT9	4	5	4	9																				
13																										
14	14,00	SPT10	3	3	5	8																			18.00-25.00 m	
15	15,50	SPT11	3	4	7	11																				
16																										
17	17,00	SPT12	5	5	9	14																			Gri-Kahverenkli killi Silt, Killi Kum	
18	18,50	SPT13	8	10	14	24																				
19																										
20	20,00	SPT14	17	25	32	57																			KUYU SONU=20 m	
TCR : Toplam karot %										Sondajdan sorumlu																
SCR : Çapı korunmuş karot %										Mühendis veya Mühendisler																
RQD : Çapı korunmuş 10 cm'den uzun karot %										Ad - Soyad / İmza																
SK : Sert kaya olduğu için SPT yapılmadı										Hakan KIZILASLAN																
B76 : Tekli Karot tüpü (76mm)																										
T76 : Çiftli Karot tüpü (76mm)																										
VU : Vidye Kron										SS : Sulu Sondaj																

EK-1 JET GROUT ÖNCESİ LOGLAR (devam)

YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ										SONDAJ LOGU/BORING LOG														
PROJE ADI: Erciş (Van) Atıksu Arıtma Tesisi					Sondaj No					SA-4					Başlama Tarihi					27.01.2014				
					Derinlik (m)					20,00					Bitiş Tarihi:					27.01.2014				
					Koordinat (Y) N					4317623 N					YER ALTI SU DURUMU									
					Koordinat (X) E					618401 E					YAS Derinlik (m)					0,00				
					Kot (m)										Tarih					30.01.2014				
h. : derinlik	h: deney d	Örnek Adı	Standart Penetrasyon Deneyi (SPT)				Grafik	Karot Tüpü	Uç	Sondaj Su	Ayrışma	Dayanım	TCR%	SCR%	RQD%	Grafik	Zemin Tar	Litoloji	Zemin Gr	Zemin D	Tanımlama			
			0-15	15-30	30-45	N30																10	20	30
0																				0.00-14.00 m				
0,50	SPT1		9	8	13	21																		
1																								
2,00	SPT2		8	10	11	21																		
2																								
3,50	SPT3		10	12	12	24																		
3																								
5,00	SPT4		13	16	18	34																		
5																								
6,50	SPT5		12	13	15	28																		
6																								
8,00	SPT6		15	16	18	34																		
8																								
9,50	SPT7		7	10	13	23																		
9																								
11,00	SPT8		10	14	16	30																		
11																								
12,50	SPT9		6	6	8	14																		
12																								
14,00	SPT10		7	8	7	15																		
14																								
15,50	SPT11		5	4	4	8																		
15																								
17,00	SPT12		3	5	6	11																		
17																								
18,50	SPT13		16	19	24	43																		
18																								
20,00	SPT14		20	22	28	50																		
20																								
										KUYU SONU=20 m														
TCR : Toplam karot %										Sondajdan sorumlu														
SCR : Çapı korunmuş karot %										Mühendis veya Mühendisler														
RQD : Çapı korunmuş 10 cm'den uzun karot %										Ad - Soyad / İmza														
SK : Sert kaya olduğu için SPT yapılmadı																								
B76 : Tekli Karot tüpü (76mm)																								
T76 : Çiftli Karot tüpü (76mm)																								
VU : Vidye Kron SS : Sulu Sondaj																								

EK-1 JET GROUT ÖNCESİ LOGLAR (devam)

YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ										SONDAJ LOGU/BORING LOG										
PROJE ADI: Erciş (Van) Atıksu Arıtma Tesisi					Sondaj No: SA-5					Başlama Tarihi: 28.01.2014										
					Derinlik (m): 24,50					Bitiş Tarihi: 29.01.2014										
					Koordinat (Y) N: 4317639 N					YER ALTI SU DURUMU										
					Koordinat (X) E: 618447 E					YAS Derinlik (m): 0,00										
					Kot (m):					Tarih: 30.01.2014										
h : derinlik	h: deney d	Örnek Adı	Standart Penetrasyon Deneyi (SPT)				Korot Tüpü	Uç	Sondaj Su	Ayrışma	Dayanım	TCR%	SCR%	RQD%	Grafik	Zemin Tan	Litoloji	Zemin Gr	Zemin Dk	Tanımlama
			0-15	15-30	30-45	N30														
0																			0.00-12.50 m	
0,50	SPT1		10	11	11	22														
1																				
2,00	SPT2		12	13	17	30														
3																				
3,50	SPT3		13	14	15	29														
4																				
5,00	SPT4		9	10	12	22														
6																				
6,50	SPT5		11	13	17	30														
7																				
8,00	SPT6		13	18	19	37														
9																				
9,50	SPT7		10	15	20	35														
10																				
11,00	SPT8		11	14	19	33														
12																				
12,50	SPT9		12	17	23	40														
13																				
14,00	SPT10		9	12	18	30														
14																				
15,50	SPT11		3	4	5	9														
16																				
17,00	SPT12		2	3	3	6														
18																				
18,50	SPT13		13	15	20	35														
19																				
20,00	SPT14		16	19	22	41														
20																				
21,50	SPT15		14	18	16	34														
TCR : Toplam karot %										Sondajdan sorumlu										
SCR : Çapı korunmuş karot %										Mühendis veya Mühendisler										
RQD : Çapı korunmuş 10 cm'den uzun karot %										Ad - Soyad / İmza										
SK : Sert kaya olduğu için SPT yapılmadı																				
B76 : Tekli Karot tüpü (76mm)																				
T76 : Çiftli Karot tüpü (76mm)																				
VU : Vidye Kron										SS : Sulu Sondaj										

EK-1 JET GROUT ÖNCESİ LOGLAR (devam)

YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ										SONDAJ LOGU/BORING LOG										
PROJE ADI: Erciş (Van) Atıksu Arıtma Tesisi					Sondaj No: SA-5					Başlama Tarihi: 28.01.2014										
					Derinlik (m): 24,50					Bitiş Tarihi: 29.01.2014										
					Koordinat (Y) N: 4317639 N					YER ALTI SU DURUMU										
					Koordinat (X) E: 618447 E					YAS Derinlik (m): 0,00										
					Kot (m):					Tarih: 30.01.2014										
h : derinlik	h: deney d	Örnek Adı	Standart Penetrasyon Deneyi (SPT)				Karot Tüpü	Uç	Sondaj Süz	Ayrışma	Dayanım	TCR%	SCR%	RQD%	Grafik	Zemin Tan	Litoloji	Zemin Gr	Zemin D	Tanımlama
			Darbe Sayısı	0-15	15-30	30-45														
22,50	23,00	SPT11	18	22	31	53											ML		21.50-24.50 m	
24,5	24,50	SPT11	15	16	16	32													Kahverenkli killi Silt	
																			KUYU SONU=24.50 m	
TCR : Toplam karot % SCR : Çapı korunmuş karot % RQD : Çapı korunmuş 10 cm'den uzun karot % SK : Sert kaya olduğu için SPT yapılmadı B76 : Tekli Karot tüpü (76mm) T76 : Çiftli Karot tüpü (76mm) VU : Vidye Kron SS : Sulu Sondaj										Sondajdan sorumlu Mühendis veya Mühendisler Ad - Soyad / İmza										

EK-1 JET GROUT ÖNCESİ LOGLAR (devam)

YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ										SONDAJ LOGU/BORING LOG													
PROJE ADI: Erciş (Van) Atıksu Arıtma Tesisi										Sondaj No	SA-6	Başlama Tarihi	29.01.2014										
										Derinlik (m)	24,50	Bitiş Tarihi:	30.01.2014										
Koordinat (Y) N										4317649 N	YER ALTI SU DURUMU												
										Koordinat (X) E	618477 E	YAS Derinlik (m)	0,00										
Kot (m)										Tarih			30.01.2014										
İh. derinlik	İh. deney d	Örnek Adı	Standart Penetrasyon Deneyi (SPT)					Karot Tüp	Uç	Sondaj Su	Ayrışma	Dayanım	TCR%	SCR%	RQD%	Grafik	TCR-SCR	RQD (%)	Zemin Tan	Litoloji	Zemin Gr	Zemin D	Tanımlama
			0-15	15-30	30-45	N30	10																
0																						0.00-12.50 m	
0,50	SPT1		9	10	12	22																	
1																							
2,00	SPT2		10	11	13	24																	
3																							
3,50	SPT3		10	11	12	23																	
4																							
5,00	SPT4		11	13	14	27																	
6																							
6,50	SPT5		14	15	19	34																	
7																							
8,00	SPT6		15	18	22	40																	
9																							
9,50	SPT7		14	18	24	42																	
10																							
11,00	SPT8		16	21	30	51																	
12																							
12,50	SPT9		13	15	18	33																	
13																							
14,00	SPT10		10	14	15	29																	
15																							
15,50	SPT11		4	5	7	12																	
16																							
17,00	SPT12		5	7	7	14																	
18																							
18,50	SPT13		6	7	6	13																	
19																							
20,00	SPT14		8	12	15	27																	
21,5	SPT15		10	14	19	33																	
TCR : Toplam karot %										Sondajdan sorumlu													
SCR : Çapı korunmuş karot %										Mühendis veya Mühendisler													
RQD : Çapı korunmuş 10 cm'den uzun karot %										Ad - Soyad / İmza													
SK : Sert kaya olduğu için SPT yapılmadı																							
B76 : Tekli Karot tüpü (76mm)																							
T76 : Çiftli Karot tüpü (76mm)																							
VU : Vidye Kron										SS : Sulu Sondaj													

EK-1 JET GROUT ÖNCESİ LOGLAR (devam)

YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ										SONDAJ LOGU/BORING LOG										
PROJE ADI: Erciş (Van) Atıksu Arıtma Tesisi		Sondaj No		SA-6	Başlama Tarihi		29.01.2014													
		Derinlik (m)		24,50	Bitiş Tarihi:		30.01.2014													
		Koordinat (Y) N		4317649 N		YER ALTI SU DURUMU														
		Koordinat (X) E		618477 E		YAS Derinlik (m)		0,00												
		Kot (m)				Tarih		30.01.2014												
h : derinlik	İndeney d	Örnek Adı	Standart Penetrasyon Deneyi (SPT)					Korot Tüpü	Uç	Sondaj Su	Ayrışma	Dayanım	TCR%	SCR%	RQD%	Zemin Tar	Litoloji	Zemin G	Zemin D	Tanımlama
			Darbe Sayısı			Grafik														
0-15	15-30	30-45	N30	10	20	30	40	50												
21,5	23,00	SPT1	13	19	20	39														21.50-24.50 m
24,5	24,50	SPT1	11	15	14	29														Gri renkli Siltli Kum
KUYU SONU=24.50 m																				
28.00																				
29.00																				
30.00																				
31.00																				
32.00																				
33.00																				
34.00																				
35.00																				
36.00																				
37.00																				
38.00																				
39.00																				
40.00																				
41.00																				
42.00																				
43.00																				
44.00																				
45.00																				
TCR : Toplam karot % SCR : Çapı korunmuş karot % RQD : Çapı korunmuş 10 cm'den uzun karot % SK : Sert kaya olduğu için SPT yapılmadı B76 : Tekli Karot tüpü (76mm) T76 : Çiftli Karot tüpü (76mm) VU : Vidye Kron SS : Sulu Sondaj										Sondajdan sorumlu Mühendis veya Mühendisler Ad - Soyad / İmza										

EK-2 JET GROUT ÖNCESİ LABORATUVAR SONUÇLARI

ADA - Z ZEMİN VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI												
<u>DENEY SONUÇ RAPORU</u>												
FİRMA ADI		AKIN JEOTEKNİK MÜŞ. MÜH. İNŞ. MAD. SAN. VE TİC. LTD. ŞTİ.				FİRMA ADRESİ : Sağlık-1 Sok. No: 31/17 Yenişehir - Çankaya / ANKARA						
PROJE ADI		: Erciş (Van) Atıksu Arıtma Tesisi ve Kanalizasyon İnşaatı										
LAB. KAYIT NO		: C-5183										
RAPOR TARİHİ		: 05,02,2014										
NUM. GEL. TARİHİ		: 29,01,2014										
DENEY STANDARTI		TS 1900-1	TS 1900-2	TS 1900-1		TS 1900-1			TS 1500	TS 1900-2		
Sondaj No	Numune No	Derinlik (m)	Su İçeriği (%)	Yoğunluk (g/cm ³)	Elek Analizi		Atterberg Limitleri			ZEMİN SINIFI	DENEYLER	
					No:4 Kalan (%)	No: 200 Geçen (%)	LL (%)	PL (%)	PI (%)		Direk Kesme (UU)	
											c (kgf/cm ²)	φ (°)
SA-1	SPT-1	4,50-4,95	15,6	1,80	9,8	5,2		NP		SW-SM	0,077	23
SA-1	SPT-2	6,00-6,45	17,0		12,4	3,9		NP		SW		
SA-1	SPT-3	7,50-7,95	17,1		14,2	4,6		NP		SW		
SA-1	SPT-4	9,00-9,45	17,3	1,77	16,7	6,3		NP		SW-SM	0,096	22
SA-1	SPT-5	10,50-10,95	33,4		4,7	68,4	35,9	29,1	6,8	ML		
SA-1	SPT-6	12,00-12,45	33,2		1,6	85,3	37,2	30,5	6,7	ML		
SA-1	SPT-7	13,50-13,95	24,3		6,1	30,7	32,9	19,3	13,6	SC		
SA-1	SPT-8	15,00-15,45	18,7		9,3	33,6	29,5	18,2	11,3	SC		
SA-1	SPT-9	16,50-16,95	38,9		4,3	76,3	41,3	29,5	11,8	ML		
SA-1	SPT-10	18,00-18,45	33,7		3,7	79,4	44,2	28,6	15,6	ML		
SA-1	SPT-11	19,50-19,95	34,8		2,6	82,6	39,7	26,2	13,5	ML		
SA-1	SPT-12	21,00-21,45	35,9		2,9	86,3	41,2	28,9	12,3	ML		
SA-1	SPT-13	22,50-22,95	19,4		3,7	71,2	33,9	17,5	16,4	CL		
SA-1	SPT-14	24,00-24,45	17,9		14,7	26,1	29,5	16,9	12,6	SC		

EK-2 JET GROUT ÖNCESİ LABORATUVAR SONUÇLARI (devam)

ADA - Z ZEMİN VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI												
<u>DENEY SONUÇ RAPORU</u>												
FİRMA ADI		AKIN JEOTEKNİK MÜŞ. MÜH. İNŞ. MAD. SAN. VE TİC. LTD. ŞTİ.				FİRMA ADRESİ : Sağlık-1 Sok. No: 31/17 Yenişehir - Çankaya / ANKARA						
PROJE ADI		Erciş (Van) Atıksu Arıtma Tesisi ve Kanalizasyon İnşaatı										
LAB. KAYIT NO		: C-5183										
RAPOR TARİHİ		: 05,02,2014										
NUM. GEL. TARİHİ		: 29,01,2014										
DENEY STANDARTI		TS 1900-1	TS 1900-2	TS 1900-1		TS 1900-1			TS 1500	TS 1900-2		
Sondaj No	Numune No	Derinlik (m)	Su İçeriği (%)	Yoğunluk (g/cm ³)	Elek Analizi		Atterberg Limitleri			ZEMİN SINIFI	DENEYLER	
					No:4 Kalan (%)	No: 200 Geçen (%)	LL (%)	PL (%)	PI (%)		Direk Kesme (UU)	
											c (kgf/cm ²)	φ (°)
SA-2	SPT-1	4,50-4,95	16,2	1,79	20,6	2,9		NP		SW	0,074	25
SA-2	SPT-2	6,00-6,45	18,5		13,8	5,6		NP		SW-SM		
SA-2	SPT-3	7,50-7,95	19,5		43,4	4,9		NP		SW		
SA-2	SPT-4	9,00-9,45	18,5		10,4	6,2		NP		SW-SM		
SA-2	SPT-5	10,50-10,95	19,0		8,6	21,6		NP		SM		
SA-2	SPT-6	12,00-12,45	20,6	1,78	15,3	8,4		NP		SW-SM	0,078	23
SA-2	SPT-7	13,50-13,95	17,7		10,4	29,4		NP		SM		
SA-2	SPT-8	15,00-15,45	33,6		5,3	78,1	42,6	30,2	12,4	ML		
SA-2	SPT-9	16,50-16,95	19,4		10,9	23,2		NP		SM		
SA-2	SPT-10	18,00-18,45	29,7		4,3	76,2	38,2	25,1	13,1	ML		
SA-2	SPT-11	19,50-19,95	31,1		3,1	71,6	37,2	26,3	10,9	ML		
SA-2	SPT-12	21,00-21,45	34,1		5,6	74,3	39,1	27,6	11,5	ML		
SA-2	SPT-13	22,50-22,95	3,7		27,4	14,3		NP		SM		
SA-2	SPT-14	24,00-24,45	9,1		5,7	71,3	31,9	18,7	13,2	CL		

EK-2 JET GROUT ÖNCESİ LABORATUVAR SONUÇLARI (devam)

ADA - Z ZEMİN VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI												
<u>DENEY SONUÇ RAPORU</u>												
FİRMA ADI		AKIN JEOTEKNİK MÜŞ. MÜH. İNŞ.				FİRMA ADRESİ : Sağlık-1 Sok. No: 31/17 Yenişehir - Çankaya / ANKARA						
		MAD. SAN. VE TİC. LTD. ŞTİ.										
PROJE ADI		: Erciş (Van) Atıksu Arıtma Tesisi ve Kanalizasyon İnşaatı										
LAB. KAYIT NO		: C-5183										
RAPOR TARİHİ		: 05,02,2014										
NUM. GEL. TARİHİ		: 29,01,2014										
DENEY STANDARTI			TS 1900-1	TS 1900-2	TS 1900-1		TS 1900-1			TS 1500	TS 1900-2	
Sondaj No	Numune No	Derinlik (m)	Su içeriği (%)	Yoğunluk (g/cm ³)	Elek Analizi		Atterberg Limitleri			ZEMİN SINIFI	DENEYLER	
					No:4 Kalan (%)	No: 200 Geçen (%)	LL (%)	PL (%)	PI (%)		Direk Kesme (UU)	
											c (kg/cm ²)	φ (°)
SA-3	SPT-1	4,50-4,95	18,7	1,79	17,4	4,9		NP		SW	0,093	22
SA-3	SPT-2	6,00-6,45	17,4		13,2	5,7		NP		SW-SM		
SA-3	SPT-3	7,50-7,95	13,7		25,4	2,7		NP		SW		
SA-3	SPT-4	9,00-9,45	19,7		12,7	3,7		NP		SW		
SA-3	SPT-5	10,50-10,95	18,6		5,3	12,4		NP		SM		
SA-3	SPT-6	12,00-12,45	18,8		5,7	61,7	32,4	20,5	11,9	CL		
SA-3	SPT-7	13,50-13,95	18,8		6,3	23,7		NP		SM		
SA-3	SPT-8	15,00-15,45	21,9	1,81	7,6	26,8		NP		SM	0,086	18
SA-3	SPT-9	16,50-16,95	19,7		4,9	12,7		NP		SM		
SA-3	SPT-10	18,00-18,45	36,2		0,0	90,4	39,2	28,9	10,3	ML		
SA-3	SPT-11	19,50-19,95	21,7		8,4	34,7	34,6	20,5	14,1	SC		
SA-3	SPT-12	21,00-21,45	34,8		3,6	78,3	36,9	25,1	11,8	ML		
SA-3	SPT-13	22,50-22,95	22,9		7,1	32,1	29,6	21,3	8,3	SC		
SA-3	SPT-14	24,00-24,45	31,0		6,2	63,4	37,2	24,9	12,3	ML		

EK-2 JET GROUT ÖNCESİ LABORATUVAR SONUÇLARI (devam)

ADA - Z ZEMİN VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI												
<u>DENEY SONUÇ RAPORU</u>												
FİRMA ADI		AKIN JEOTEKNİK MÜŞ. MÜH. İNŞ. MAD. SAN. VE TİC. LTD. ŞTİ.				FİRMA ADRESİ : Sağlık-1 Sok. No: 31/17 Yenişehir - Çankaya / ANKARA						
PROJE ADI		: Erciş (Van) Atıksu Arıtma Tesisi ve Kanalizasyon İnşaatı										
LAB. KAYIT NO		: C-5183										
RAPOR TARİHİ		: 05,02,2014										
NUM. GEL. TARİHİ		: 29,01,2014										
DENEY STANDARTI		: TS 1900-1 TS 1900-2 TS 1900-1 TS 1900-1 TS 1500 TS 1900-2										
Sondaj No	Numune No	Derinlik (m)	Su İçeriği (%)	Yoğunluk (g/cm ³)	Elek Analizi		Atterberg Limitleri			ZEMİN SINIFI	DENEYLER	
					No:4 Kalan (%)	No: 200 Geçen (%)	LL (%)	PL (%)	PI (%)		Direk Kesme (UU)	
											c (kgf/cm ²)	φ (°)
SA-4	SPT-1	4,50-4,95	18,5	1,78	16,9	7,6		NP		SW-SM	0,064	23
SA-4	SPT-2	6,00-6,45	16,7		12,3	9,4		NP		SW-SM		
SA-4	SPT-3	7,50-7,95	14,6		26,3	2,7		NP		SW		
SA-4	SPT-4	9,00-9,45	16,1		16,1	8,6		NP		SW-SM		
SA-4	SPT-5	10,50-10,95	15,4		18,7	7,4		NP		SW-SM		
SA-4	SPT-6	12,00-12,45	17,3		15,3	9,4		NP		SW-SM		
SA-4	SPT-7	13,50-13,95	20,2		10,6	11,7		NP		SW-SM		
SA-4	SPT-8	15,00-15,45	20,5		4,8	14,6		NP		SM		
SA-4	SPT-9	16,50-16,95	20,2		6,3	30,7		NP		SM		
SA-4	SPT-10	18,00-18,45	32,9	1,84	2,7	68,4	37,1	26,9	10,2	ML	0,174	11
SA-4	SPT-11	19,50-19,95	36,8		3,7	78,4	43,2	30,5	12,7	ML		
SA-4	SPT-12	21,00-21,45	33,4		3,1	74,6	39,7	28,7	11,0	ML		
SA-4	SPT-13	22,50-22,95	15,7		0,6	75,4		NP		ML		
SA-4	SPT-14	24,00-24,45	15,1		3,8	72,4		NP		ML		

EK-2 JET GROUT ÖNCESİ LABORATUVAR SONUÇLARI (devam)

ADA - Z ZEMİN VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI												
<u>DENEY SONUÇ RAPORU</u>												
FİRMA ADI		AKIN JEOTEKNİK MÜŞ. MÜH. İNŞ. MAD. SAN. VE TİC. LTD. ŞTİ.				FİRMA ADRESİ : Sağlık-1 Sok. No: 31/17 Yenişehir - Çankaya / ANKARA						
PROJE ADI		: Erciş (Van) Atıksu Arıtma Tesisi ve Kanalizasyon İnşaatı										
LAB. KAYIT NO		: C-5183										
RAPOR TARİHİ		: 05,02,2014										
NUM. GEL. TARİHİ		: 29,01,2014										
DENEY STANDARTI		: TS 1900-1 TS 1900-2 TS 1900-1 TS 1900-1 TS 1500 TS 1900-2										
Sondaj No	Numune No	Derinlik (m)	Su İçeriği (%)	Yoğunluk (g/cm ³)	Elek Analizi		Atterberg Limitleri			ZEMİN SINIFI	DENEYLER	
					No:4 Kalan (%)	No: 200 Geçen (%)	LL (%)	PL (%)	PI (%)		Direk Kesme (UU)	
											c (kg/cm ²)	φ (°)
SA-5	SPT-1	3,00-3,45	17,3	1,79	13,8	5,6		NP		SW-SM	0,071	24
SA-5	SPT-2	4,50-4,95	12,4		30,7	5,2		NP		SW-SM		
SA-5	SPT-3	6,00-6,45	16,5		8,4	5,9		NP		SW-SM		
SA-5	SPT-4	7,50-7,95	12,2		18,1	6,3		NP		SW-SM		
SA-5	SPT-5	9,00-9,45	24,7		10,7	4,4		NP		SW		
SA-5	SPT-6	10,50-10,95	16,1		9,3	6,3		NP		SW-SM		
SA-5	SPT-7	12,00-12,45	17,4	1,80	7,6	4,3		NP		SW	0,082	22
SA-5	SPT-8	13,50-13,95	16,5		16,1	5,9		NP		SW-SM		
SA-5	SPT-9	15,00-15,45	12,3		21,6	4,3		NP		SW-SM		
SA-5	SPT-10	16,50-16,95	21,3		6,2	68,4	32,9	18,7	14,2	CL		
SA-5	SPT-11	18,00-18,45	24,6		9,2	43,2	31,2	18,7	12,5	SC		
SA-5	SPT-12	19,50-19,95	21,8		7,5	47,4	29,5	18,2	11,3	SC		
SA-5	SPT-13	21,00-21,45	18,3		3,7	49,8	30,4	16,2	14,2	SC		
SA-5	SPT-14	22,50-22,95	20,8		0,0	73,4	36,2	20,1	16,1	CL		
SA-5	SPT-15	24,00-24,45	11,1		0,9	14,2		NP		SM		
SA-5	SPT-16	25,50-25,95	22,7		1,3	61,7		NP		ML		
SA-5	SPT-17	27,00-27,45	26,3		0,0	60,8		NP		ML		

EK-2 JET GROUT ÖNCESİ LABORATUVAR SONUÇLARI (devam)

ADA - Z ZEMİN VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI													
<u>DENEY SONUÇ RAPORU</u>													
FİRMA ADI		AKIN JEOTEKNİK MÜŞ. MÜH. İNŞ. MAD. SAN. VE TİC. LTD. ŞTİ.				FİRMA ADRESİ : Sağlık-1 Sok. No: 31/17 Yenişehir - Çankaya / ANKARA							
PROJE ADI		: Erciş (Van) Atıksu Arıtma Tesisi ve Kanalizasyon İnşaatı											
LAB. KAYIT NO		: C-5183											
RAPOR TARİHİ		: 05,02,2014											
NUM. GEL. TARİHİ		: 29,01,2014											
DENEY STANDARTI		TS 1900-1		TS 1900-2		TS 1900-1		TS 1900-1			TS 1500	TS 1900-2	
Sondaj No	Numune No	Derinlik (m)	Su İçeriği (%)	Yoğunluk (g/cm ³)	Elek Analizi		Atterberg Limitleri			ZEMİN SINIFI	DENEYLER		
					No:4 Kalan (%)	No: 200 Geçen (%)	LL (%)	PL (%)	PI (%)		Direk Kesme (UU)		
											c (kg/cm ²)	φ (°)	
SA-6	SPT-1	3,00-3,45	16,9	1,79	22,6	7,4		NP		SW-SM	0,096	22	
SA-6	SPT-2	4,50-4,95	14,6		21,4	4,3		NP		SW			
SA-6	SPT-3	6,00-6,45	22,2		5,9	7,1		NP		SW-SM			
SA-6	SPT-4	7,50-7,95	21,2	1,77	3,2	4,2		NP		SW	0,072	23	
SA-6	SPT-5	9,00-9,45	18,5		17,1	3,9		NP		SW			
SA-6	SPT-6	10,50-10,95	16,8		14,3	3,3		NP		SW			
SA-6	SPT-7	12,00-12,45	5,0		29,2	8,1		NP		SW-SM			
SA-6	SPT-8	13,50-13,95	17,1		5,4	4,4		NP		SW			
SA-6	SPT-9	15,00-15,45	16,7		7,7	6,5		NP		SW-SM			
SA-6	SPT-10	16,50-16,95	17,3		6,5	22,4		NP		SM			
SA-6	SPT-11	18,00-18,45	33,2		5,3	78,2	35,2	26,8	8,4	ML			
SA-6	SPT-12	19,50-19,95	36,9		0,8	82,4	41,6	26,9	14,7	ML			
SA-6	SPT-13	21,00-21,45	35,2		2,5	83,6	37,9	25,3	12,6	ML			
SA-6	SPT-14	22,50-22,95	20,3		3,1	69,2	30,2	19,7	10,5	CL			
SA-6	SPT-15	24,00-24,45	21,8		0,0	70,4	33,9	20,5	13,4	CL			
SA-6	SPT-16	25,50-25,95	23,0		0,0	38,4		NP		SM			
SA-6	SPT-17	27,00-27,45	15,2		6,2	31,6		NP		SM			

*NP:Non-Plastik

EK-3 JET GROUT SONRASI SONDAJ LOGLARI

YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ										SONDAJ LOGU/BORING LOG														
PROJE ADI: Erciş (Van) Atıksu Arıtma Tesisi										Sondaj No	SJ-1	Başlama Tarihi	22.10.2015											
										Derinlik (m)	20,00	Bitiş Tarihi:	22.10.2015											
										Koordinat (Y) N	-	YER ALTI SU DURUMU												
										Koordinat (X) E	-	YAS Derinlik (m)	0,00											
										Kot (m)		Tarih	22.10.2015											
h : derinlik	h:deney d.	Örnek Adı	Standart Penetrasyon Deneyi (SPT)				Grafik				Karot Tüpü	Sondaj Sü	Ayrıştırma	Dayanım	TCR%	SCR%	RQD%	Grafik	Zemin Tar	Litoloji	Zemin Grt	Zemin Dur	Tanımlama	
			0-15	15-30	30-45	N30	10	20	30	40	50							TCR-SCR						
																		RQD (%)						
0																							0.00-17.00 m	
1	0,50	SPT1	14	17	23	40																		
2	2,00	SPT2	13	18	21	39																		
3	3,50	SPT3	28	15	17	32																		
4	5,00	SPT4	29	10	8	18															SW		Gri renkli Siltli	
5	5,00	SPT5	15	50/10		R	R														SM		Çakıllı Kum	
6	6,00	SPT6	20	50/10		R	R																	
7	7,00	SPT7	17	20	21	41																		
8	8,00	SPT8	10	22	40	62																		
9	9,00	SPT9	15	30	50/13	R																		
10	10,00	SPT10	19	37	49	86																		
11	11,00	SPT11	18	24	35	59																		
12	12,00	SPT12	25	32	40	72																		
13	13,00	SPT13	33	50/10		R	R																	
14	14,00	SPT14	21	32	41	73																		
15	15,00	SPT15	18	26	30	56																		
16	16,00	SPT16	23	23	21	44																		
17	17,00	SPT17	13	15	17	32																		17.00-19.00 m
18	18,00	SPT18	15	14	15	29															CH		Az Siltli-Kil	
19	19,00	SPT19	25	29	38	67																		19.00-20.00 m
20	20,00	SPT20	27	28	50/8	R															SC		Gri renkli siltli Killi Kum	
20																								KUYU SONU=20,45 m.
TCR : Toplam karot %										Sondajdan sorumlu														
SCR : Çapı korunmuş karot %										Mühendis veya Mühendisler														
RQD : Çapı korunmuş 10 cm'den uzun karot %										Ad - Soyad / İmza														
SK : Sert kaya olduğu için SPT yapılmadı																								
B76 : Tekli Karot tüpü (76mm)																								
T76 : Çiftli Karot tüpü (76mm)																								
VU : Vidye Kron										SS : Sulu Sondaj														

EK-3 JET GROUT SONRASI SONDAJ LOGLARI (devam)

YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ										SONDAJ LOGU/BORING LOG											
PROJE ADI: Erciş (Van) Atıksu Arıtma Tesisi										Sondaj No	SJ-2	Başlama Tarihi	23.10.2015								
										Derinlik (m)	20,00	Bitiş Tarihi:	23.10.2015								
										Koordinat (Y) N	-	YER ALTI SU DURUMU									
										Koordinat (X) E	-	YAS Derinlik (m)	0,00								
										Kot (m)		Tarih	23.10.2015								
h : derinlik	h:deney d.	Örnek Adı	Standart Penetrasyon Deneyi (SPT)				Grafik	Karot Tüpü	Uç	Sondaj Süri	Ayrışma	Dayanım	TCR%	SCR%	RQD%	Grafik	Zemin Tar	Litoloji	Zemin Grüt	Zemin Duru	Tanımlama
h	d	Adı	0-15	15-30	30-45	N30															
0																				0.00-17.00 m	
1	0,50	SPT1	11	13	20	33															
2	2,00	SPT2	9	15	20	35															
3	3,50	SPT3	5	5	10	15															
4	5,00	SPT4	11	13	13	26															
5	5,00	SPT5	17	32	28	60															
6	6,00	SPT6	8	20	47	67															
7	7,00	SPT7	10	26	35	61															
8	8,00	SPT8	22	29	50/8	R															
9	9,00	SPT9	26	17	21	36															
10	10,00	SPT10	0/13	R	R	R												SW		Gri Renkli Siltli Çakılı Kum	
11	11,00	SPT11	16	26	29	55												SM			
12	12,00	SPT12	26	50	R	72															
13	13,00	SPT13	50	50	R	R															
14	14,00	SPT14	32	42	50	92															
15	15,00	SPT15	16	19	16	35															
16	16,00	SPT16	11	11	12	23															
17	17,00	SPT17	10	13	15	28														17.00-20.00 m	
18	18,00	SPT18	19	15	17	32															
19	19,00	SPT19	22	20	18	36												CH		Az Siltli Kil	
20	20,00	SPT20	16	16	24	40														KUYU SONU=20,45 m	
TCR : Toplam karot %										Sondajdan sorumlu											
SCR : Çapı korunmuş karot %										Mühendis veya Mühendisler											
RQD : Çapı korunmuş 10 cm'den uzun karot %										Ad - Soyad / İmza											
SK : Sert kaya olduğu için SPT yapılmadı																					
B76 : Tekli Karot tüpü (76mm)																					
T76 : Çiftli Karot tüpü (76mm)																					
VU : Vidye Kron										SS : Sulu Sondaj											

EK-4 JET GROUT SONRASI LABORATUVAR SONUÇLARI (devam)

NUMUNE		SU İÇERİĞİ					ATTERBERG (KIVAM) LİMITLERİ			ELEK ANALİZİ		HİDROMETRE		ZEMİN SINİFİ	KOMPAKS İYON		KALİFORNİYA TAŞIMA ORANI (CBR)		KONSOLIDASYON			DAVANIYIM DENEYLERİ									
		NUMUNE TİPİ	DERİNLİK (m)	%	g	g	g	g ₁	LL	PL	PI	+10 No	-100 No		Silt (75- μ m)	Kil (<2 μ m)	ρ_{max}	IV _{opt}	95%	100%	m	P_c	Şıma yatağı	q_v	E	c	ϕ	c	ϕ	I_{cv}	
ARASTIRMA ÇUKURU / SONDAJ		NUMUNE TİPİ	DERİNLİK (m)	%	t/m ³	t/m ³	gr/cm ³	%	%	%	%	%	%	%	g/cm ³	%	ρ_{max}	CBR	ρ_{max}	CBR	cm ² /kg	kg/cm ²	%	Mpa	kg/cm ²	kN/m ²	Derece	kgf/cm ²	Derece		
SK-2	SPT	1.00-1.45	8,0						NP			15,5	9,3		SW																
SK-2	SPT	2.00-2.45	6,3						NP			13,2	6,9		SW																
SK-2	SPT	3.00-3.45	11,3						NP			11,5	9,4		SW																
SK-2	SPT	4.00-4.45	11,0						NP			66,3	3,7		GV																
SK-2	SPT	5.00-5.45	13,6						NP			0,0	5,4		SW																
SK-2	SPT	6.00-6.45	12,0						NP			0,0	9,0		SW																
SK-2	SPT	7.00-7.45	6,8						NP			0,0	6,9		SW																
SK-2	SPT	8.00-8.45	8,3						NP			0,0	7,8		SW																
SK-2	SPT	9.00-9.45	12,1						NP			0,0	7,0		SW																
SK-2	SPT	10.00-10.45	8,9						NP			0,0	9,6		SW																
SK-2	SPT	11.00-11.45	11,0						NP			0,0	23,4		SM																
SK-2	SPT	12.00-12.45	10,1						NP			0,0	19,7		SM																
SK-2	SPT	13.00-13.45	8,2						NP			0,0	3,2		SW																
SK-2	SPT	14.00-14.45	8,3						NP			0,0	5,2		SW																
SK-2	SPT	15.00-15.45	13,1						NP			0,0	34,0		SM																
SK-2	SPT	16.00-16.45	13,0						NP			0,0	25,1		SM																
SK-2	SPT	17.00-17.45	18,2							53	21	32	0,0	71,1		CH															
SK-2	SPT	18.00-18.45	27,2							60	27	33	0,0	94,9		CH															
SK-2	SPT	19.00-19.45	22,1							54	25	29	0,0	96,0		CH															
SK-2	SPT	20.00-20.45	24,1							52	26	26	0,0	87,8		CH															



HABERCI JEOTEKNIK
İnşaat Gıda Turizm San. Tic. Ltd. Şti.

Şerefiye Mahallesi Milli Egemenlik Caddesi No:24/C İpekyolu VAN
Telefaks : 0432 210 19 65
Email : www.habercijeoteknik@gmail.com

HABERCI JEOTEKNIK
ZEMİN VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI

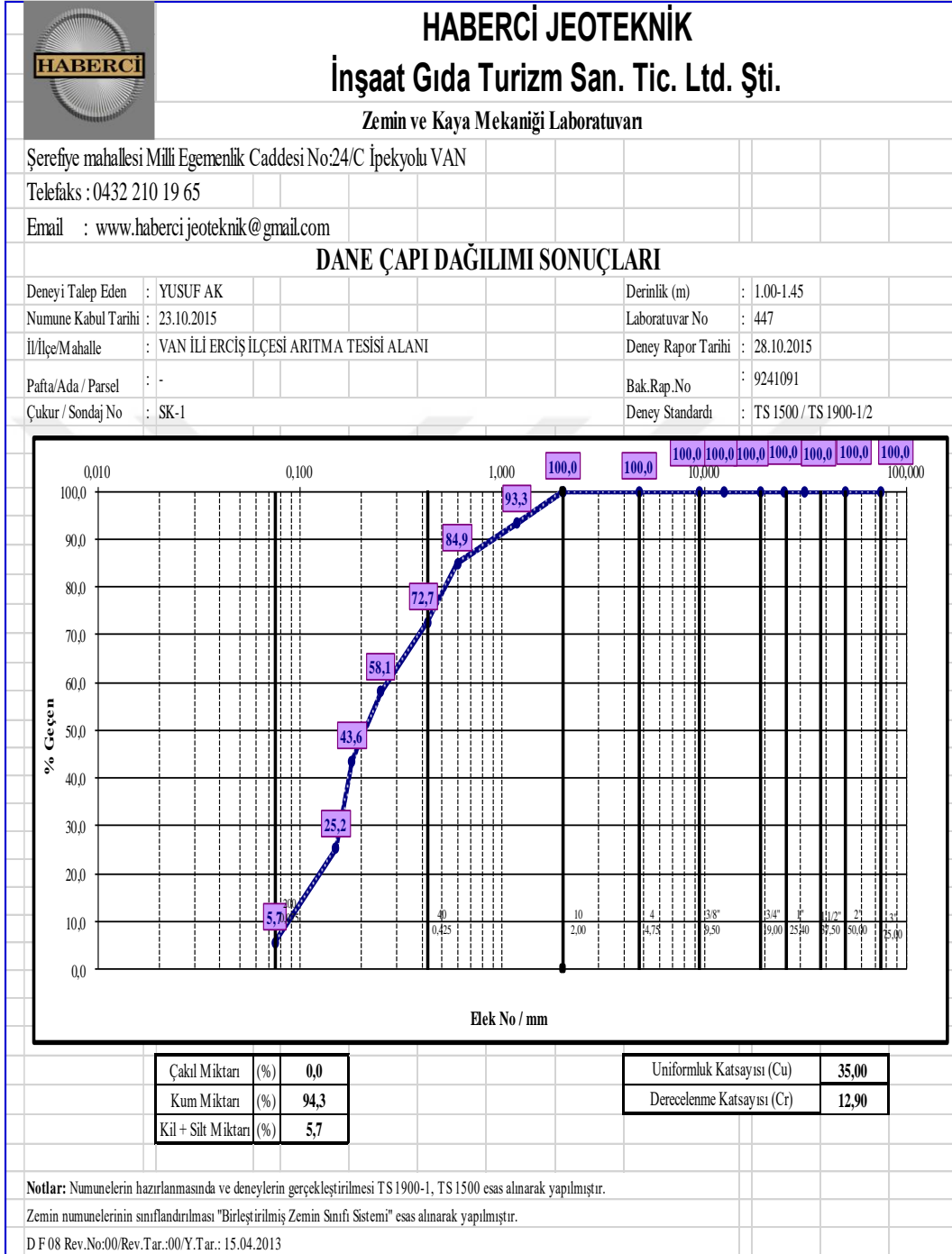


LABORATUVARIMIZ ÇEVRE ŞEHİRCİLİK
BAKANLIĞI ONAYLIDIR.

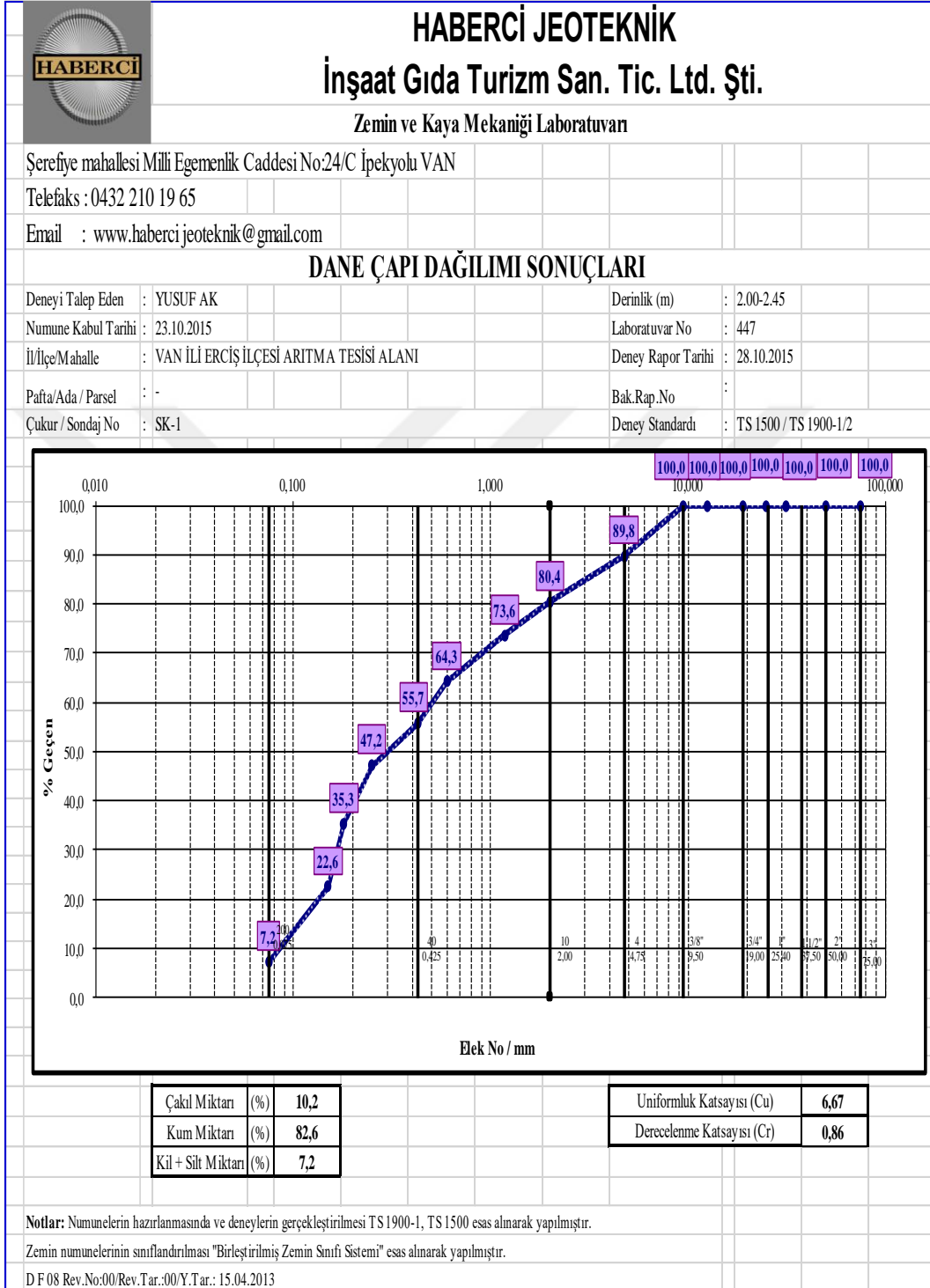
DENEY SONUÇ RAPORU

NUMUNE VE DENEYLERE
BAZILARININ FOTOĞRAFLARI
KİMLİKLERİ

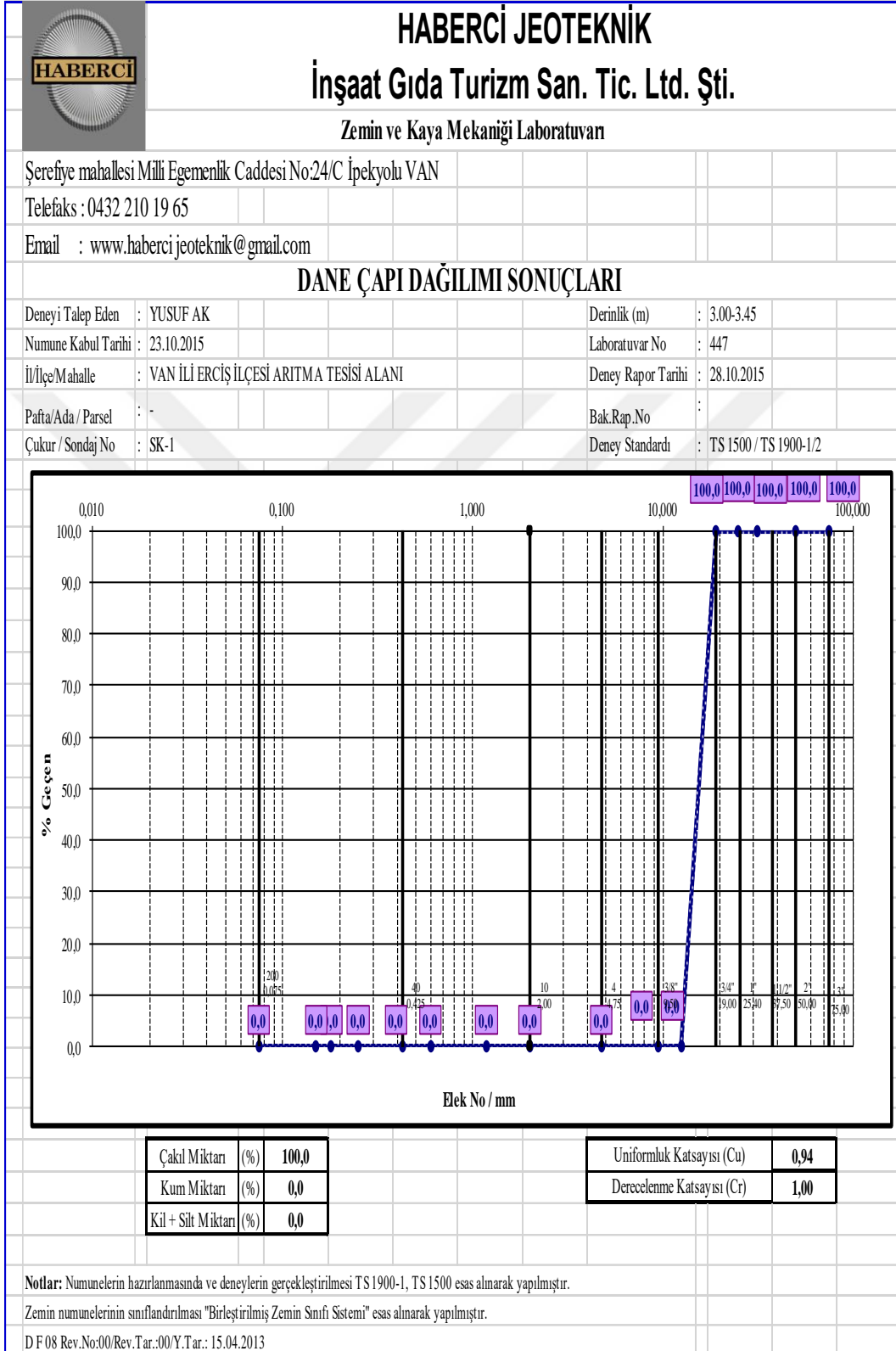
EK-5 JET GROUT SONRASI LABORATUVAR ANALİZLERİ



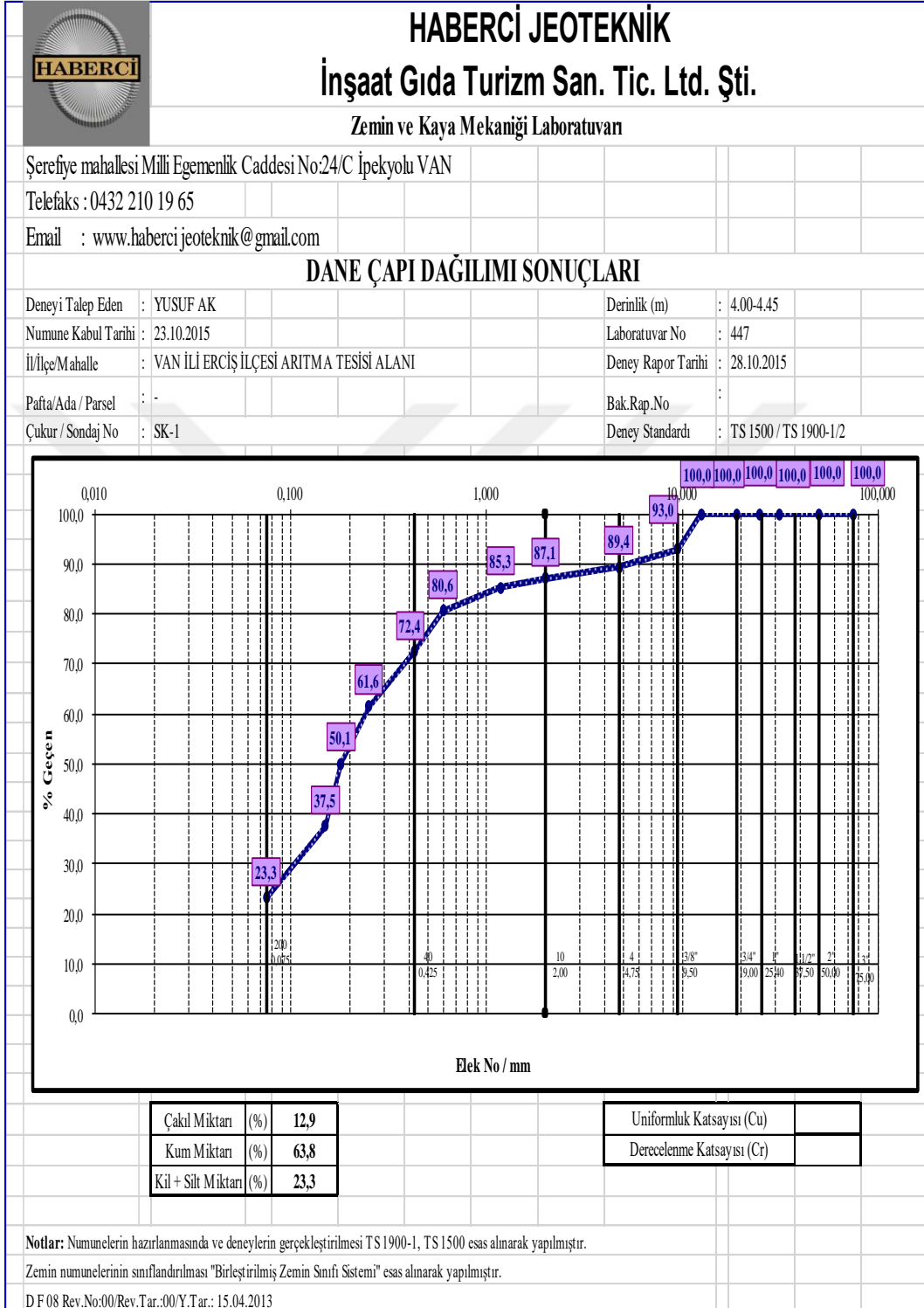
EK-5 JET GROUT SONRASI LABORATUVAR ANALİZLERİ (devam)



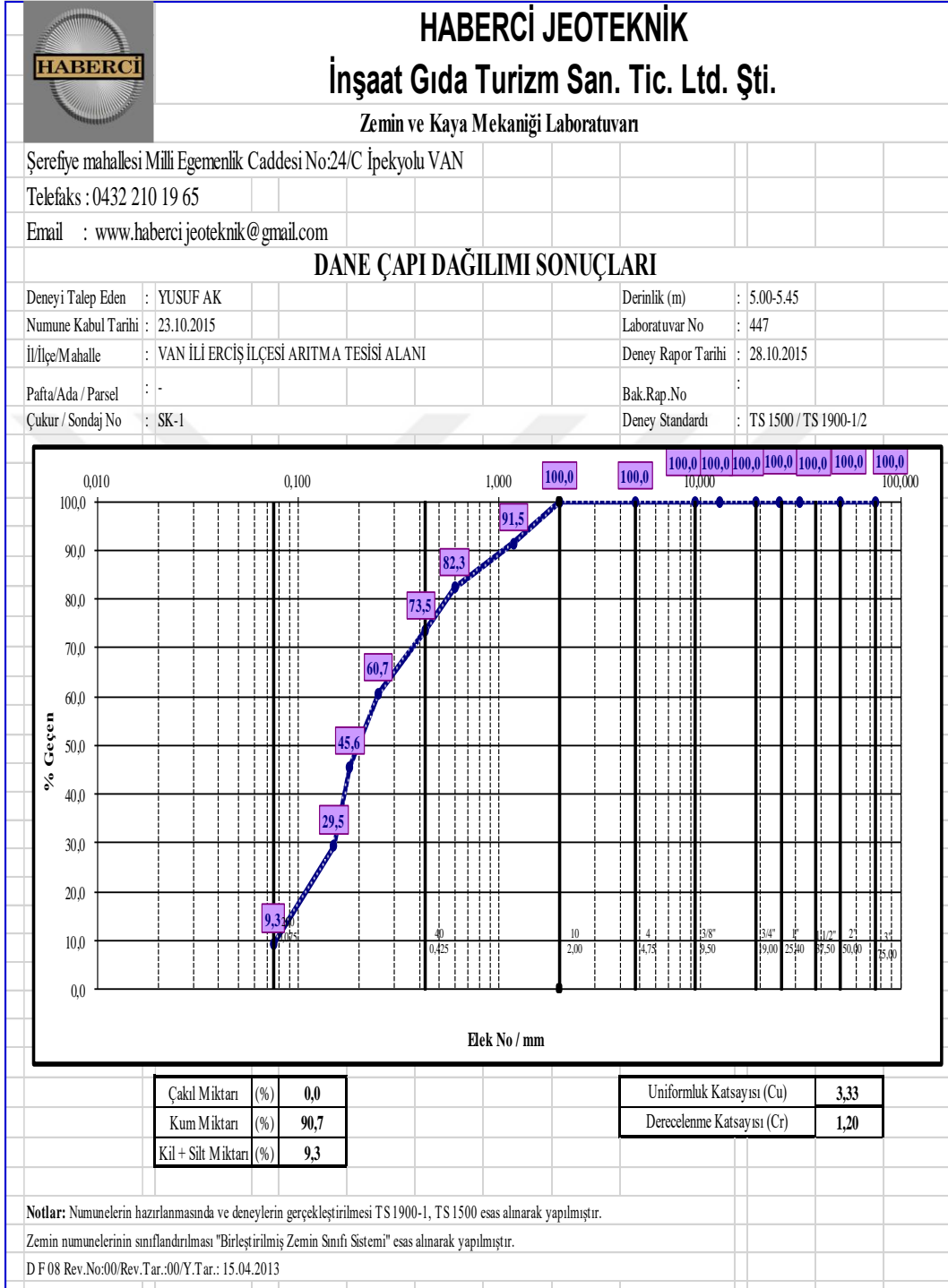
EK-5 JET GROUT SONRASI LABORATUVAR ANALİZLERİ (devam)



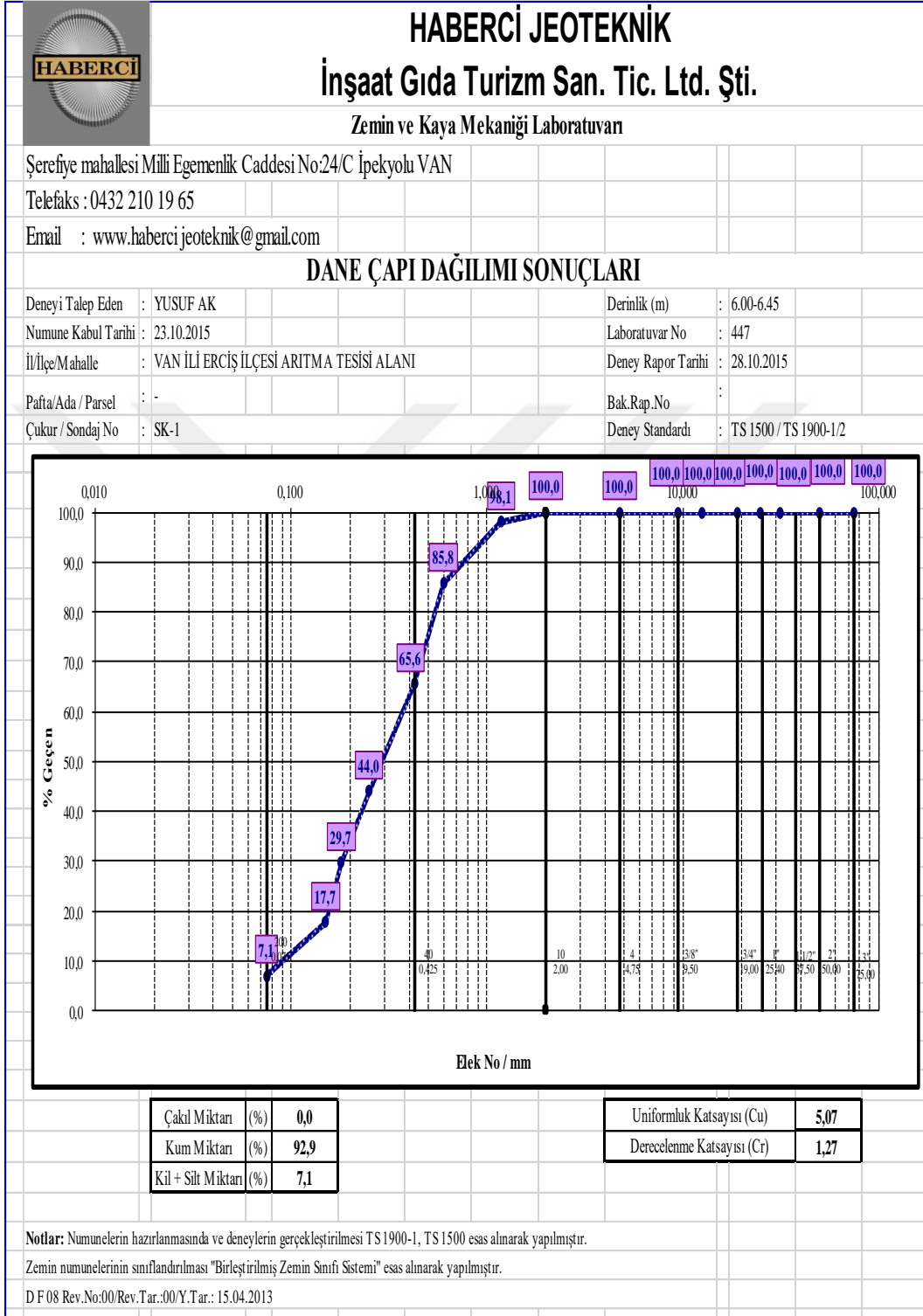
EK-5 JET GROUT SONRASI LABORATUVAR ANALİZLERİ (devam)



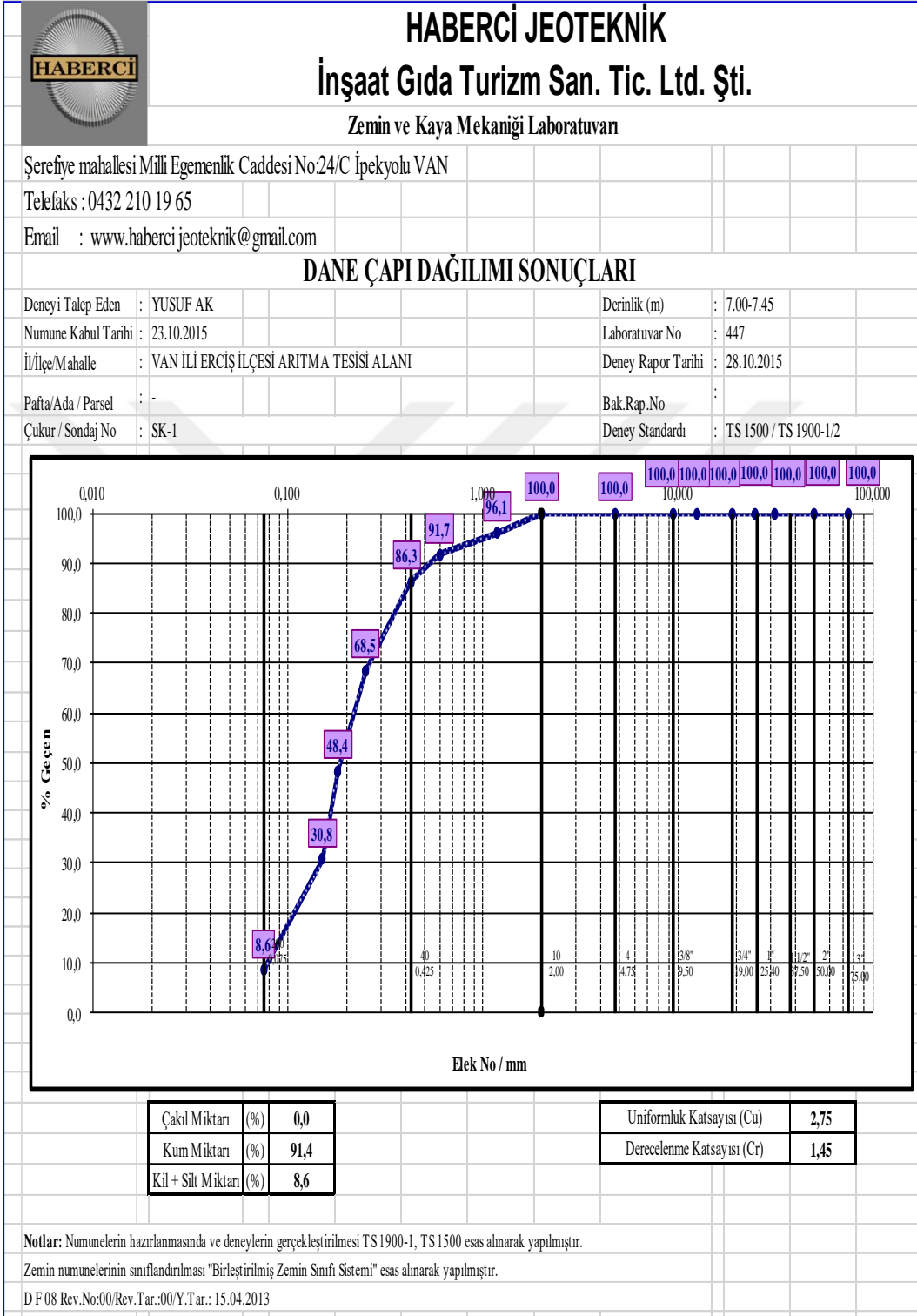
EK-5 JET GROUT SONRASI LABORATUVAR ANALİZLERİ (devam)



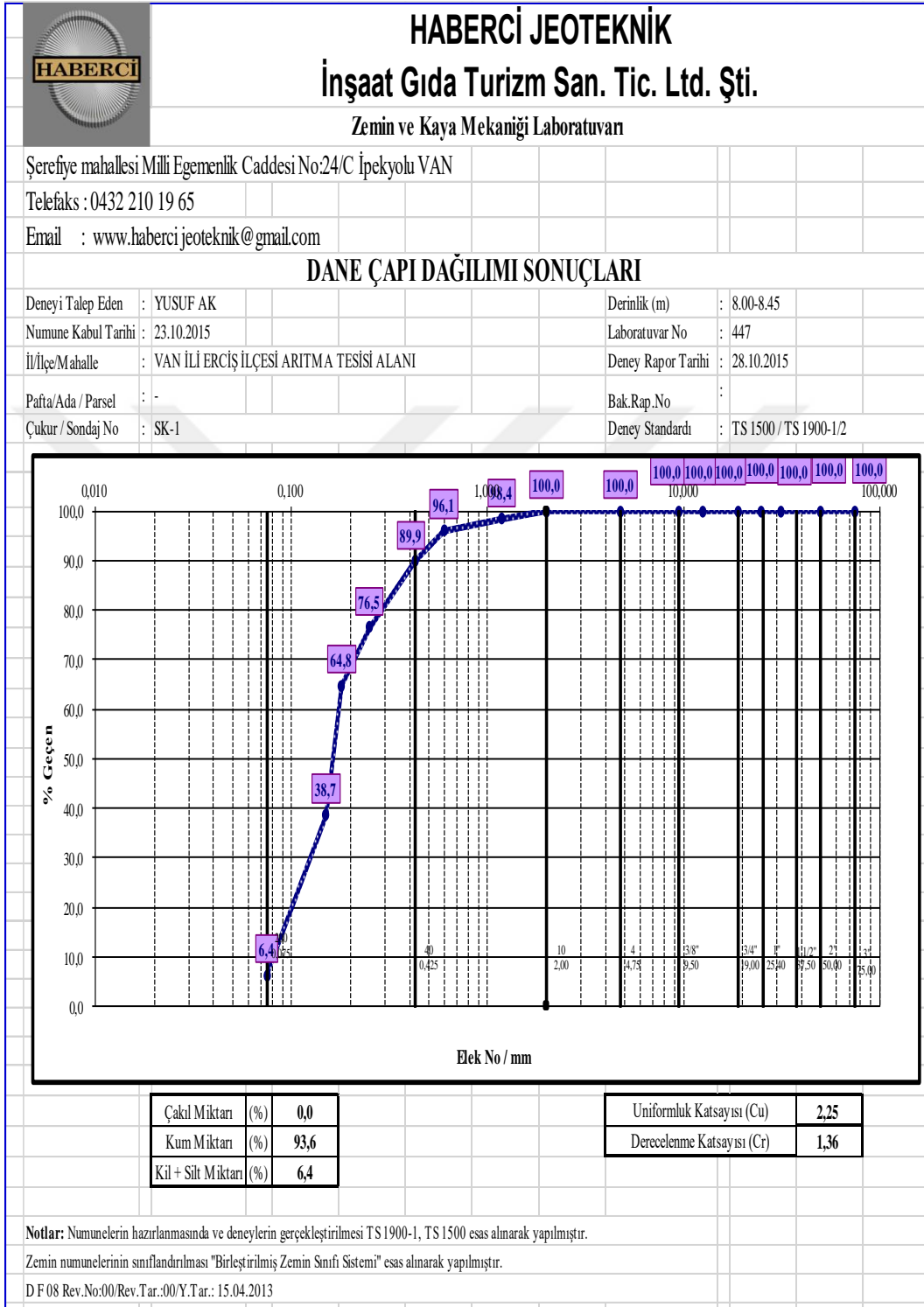
EK-5 JET GROUT SONRASI LABORATUVAR ANALİZLERİ (devam)



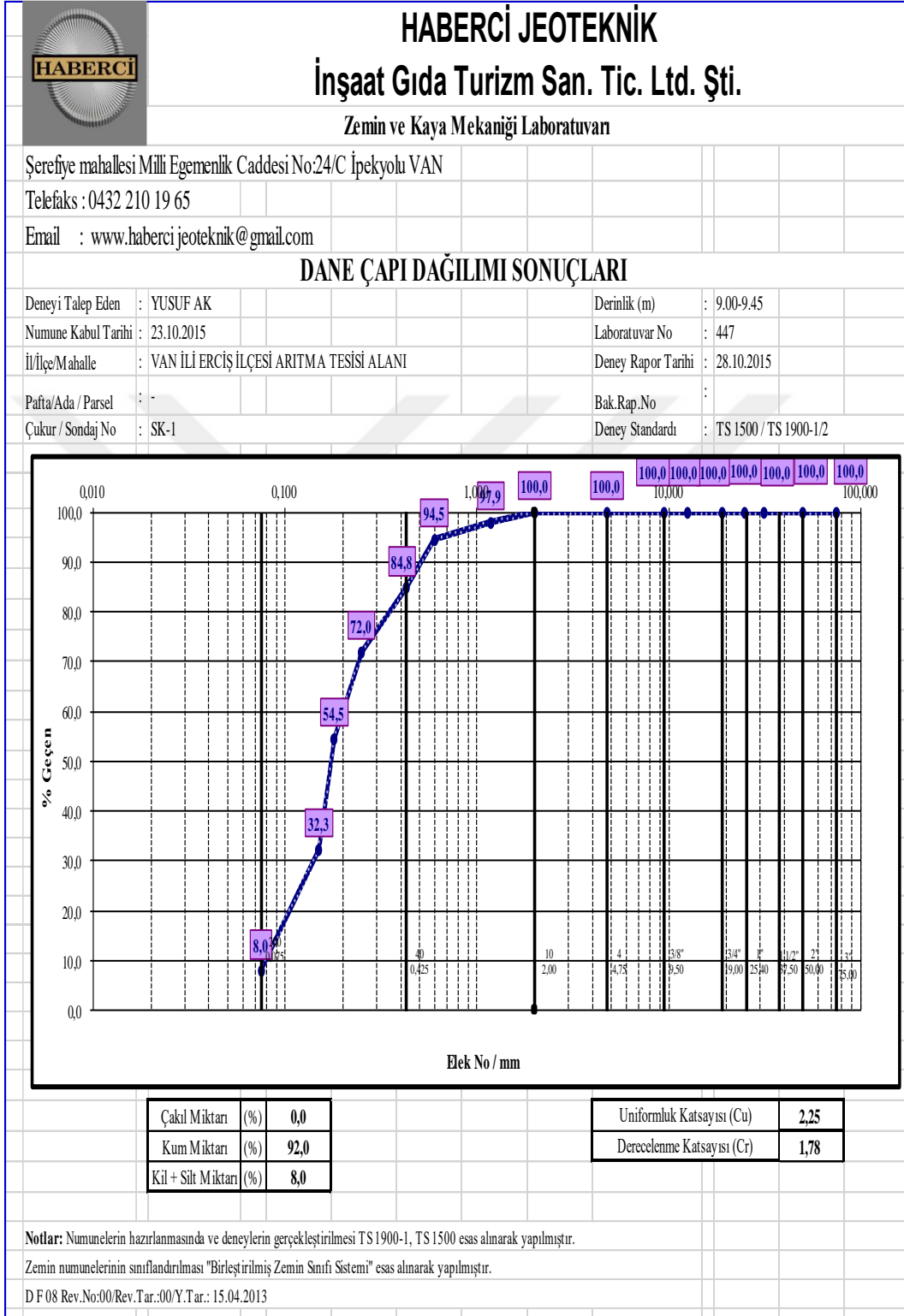
EK-5 JET GROUT SONRASI LABORATUVAR ANALİZLERİ (devam)



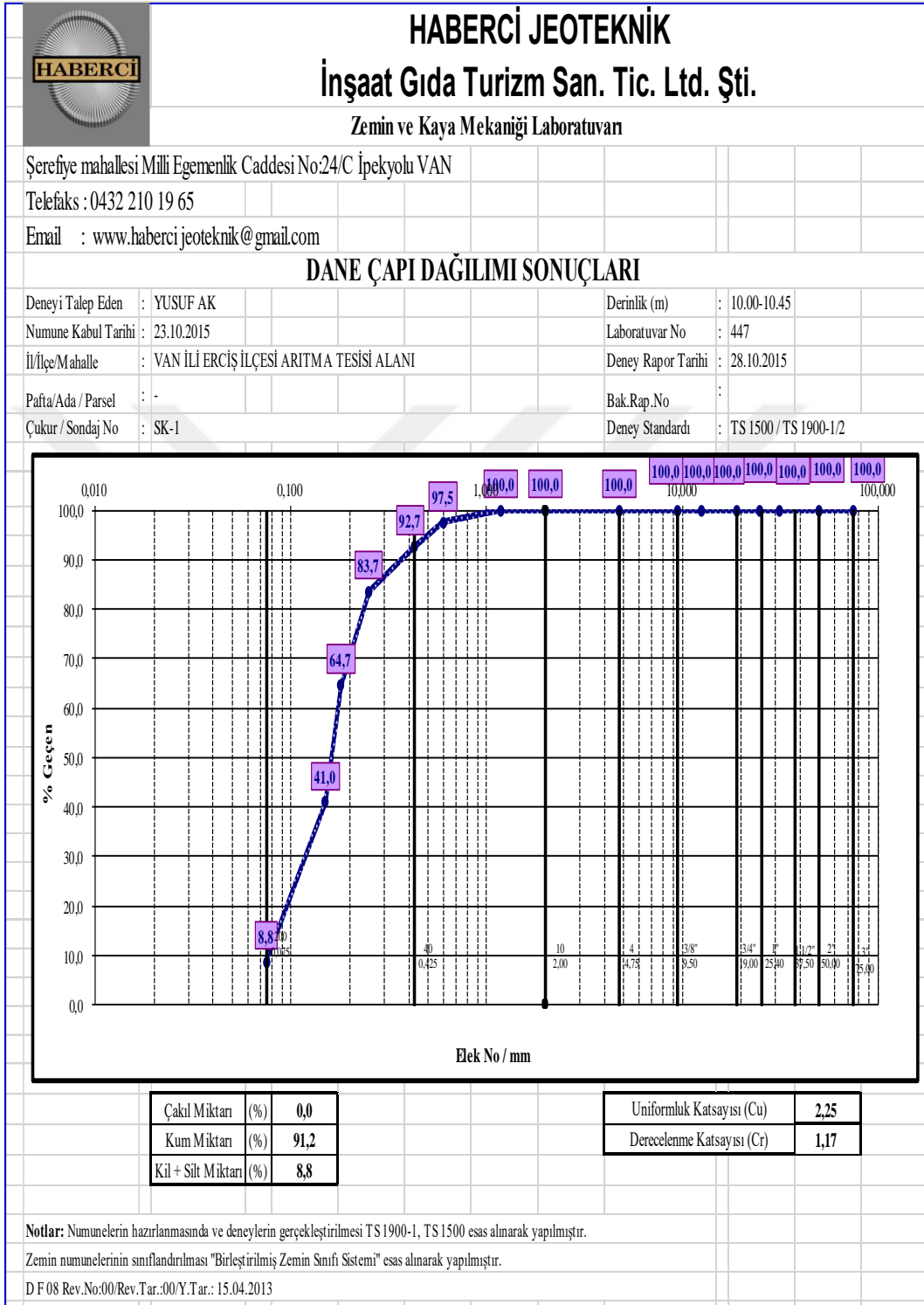
EK-5 JET GROUT SONRASI LABORATUVAR ANALİZLERİ (devam)



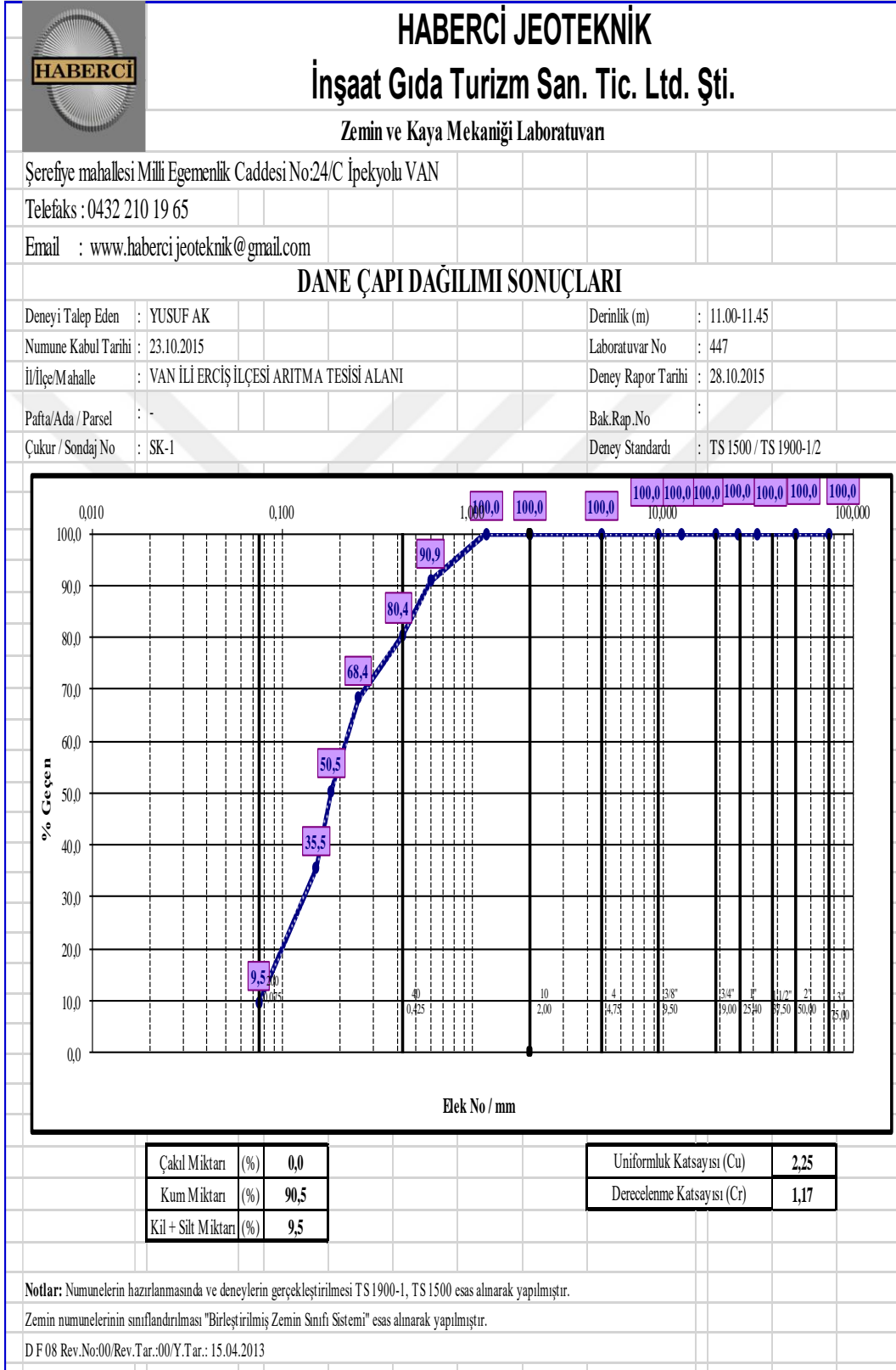
EK-5 JET GROUT SONRASI LABORATUVAR ANALİZLERİ (devam)



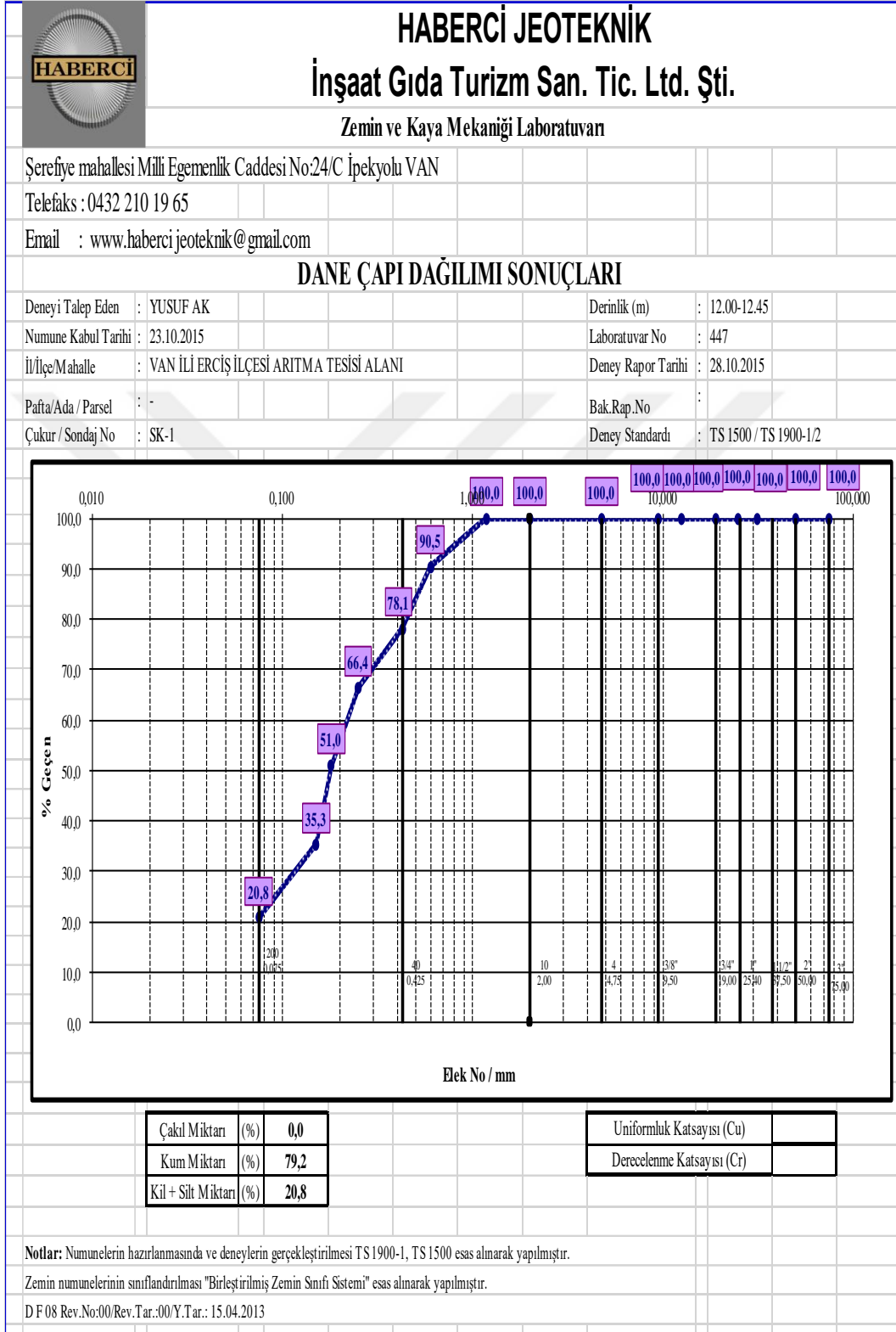
EK-5 JET GROUT SONRASI LABORATUVAR ANALİZLERİ (devam)



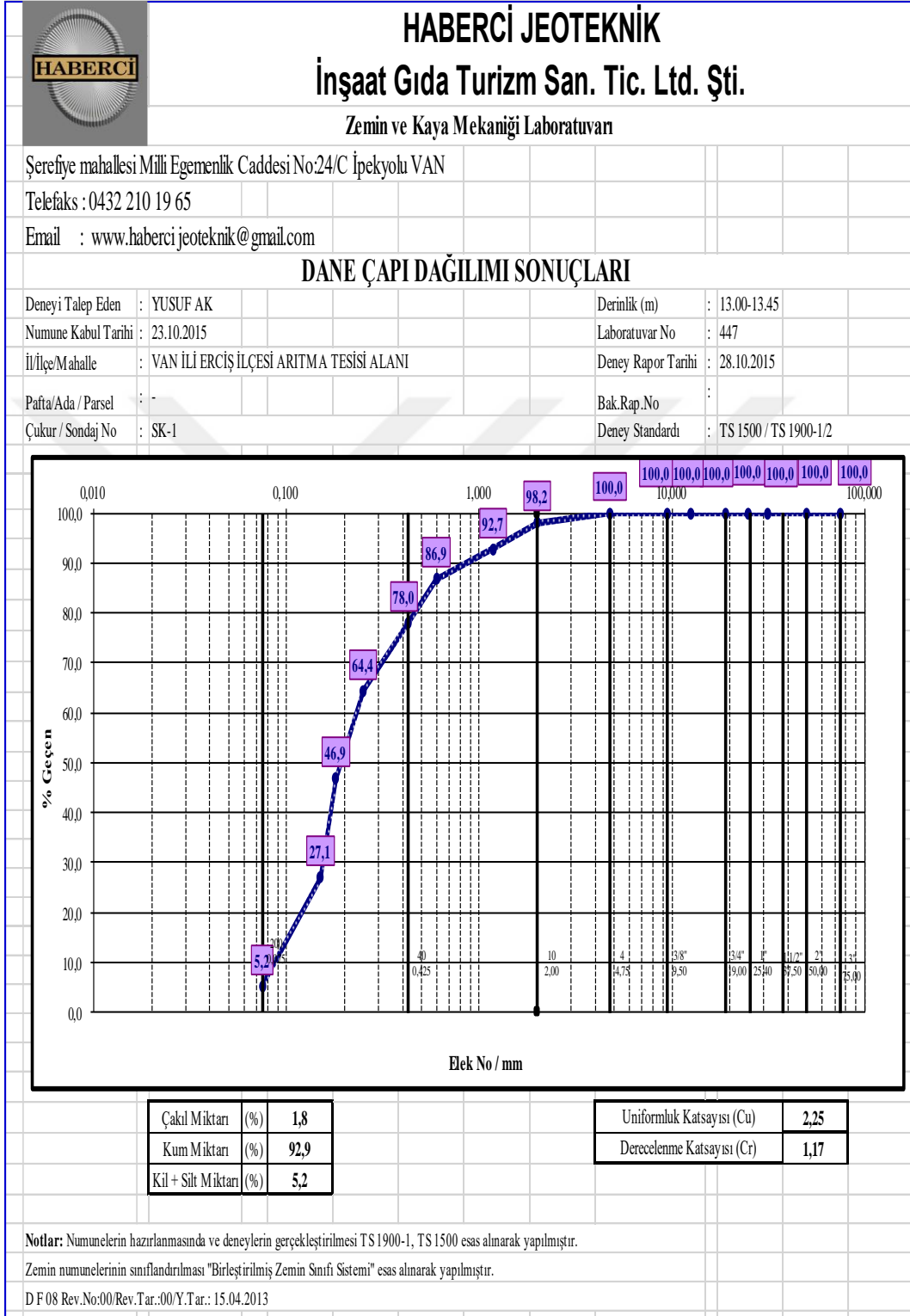
EK-5 JET GROUT SONRASI LABORATUVAR ANALİZLERİ (devam)



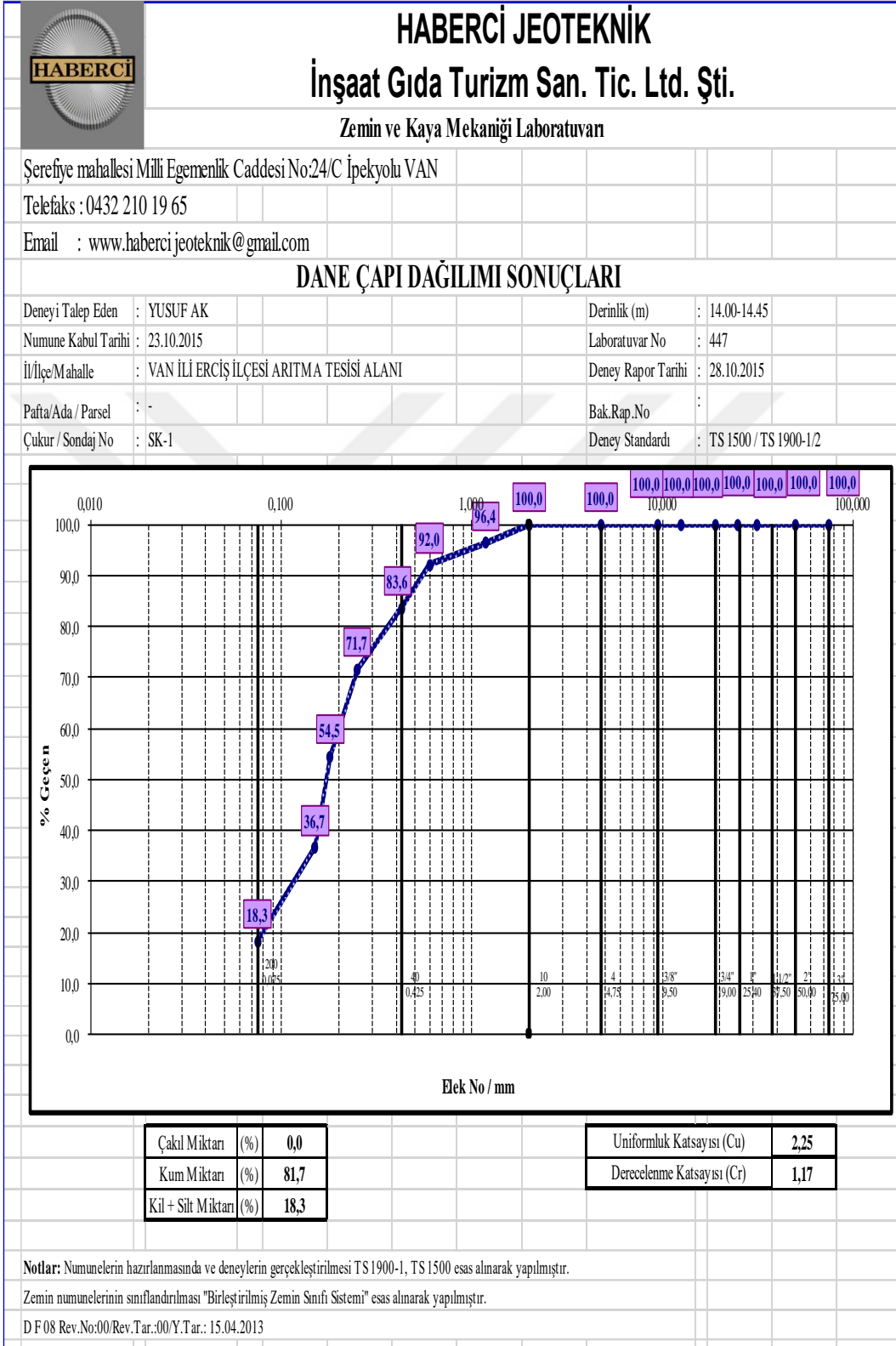
EK-5 JET GROUT SONRASI LABORATUVAR ANALİZLERİ (devam)



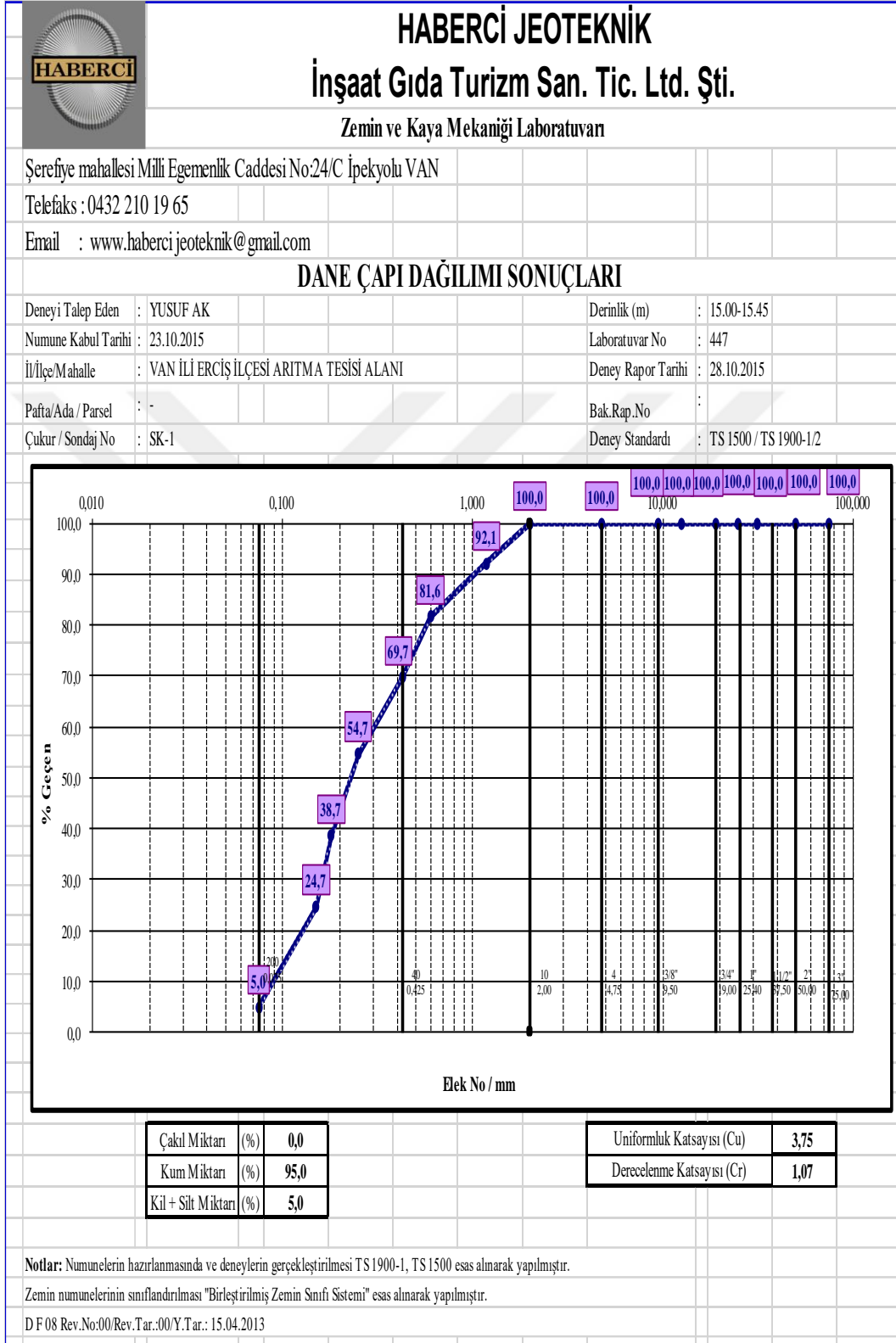
EK-5 JET GROUT SONRASI LABORATUVAR ANALİZLERİ (devam)



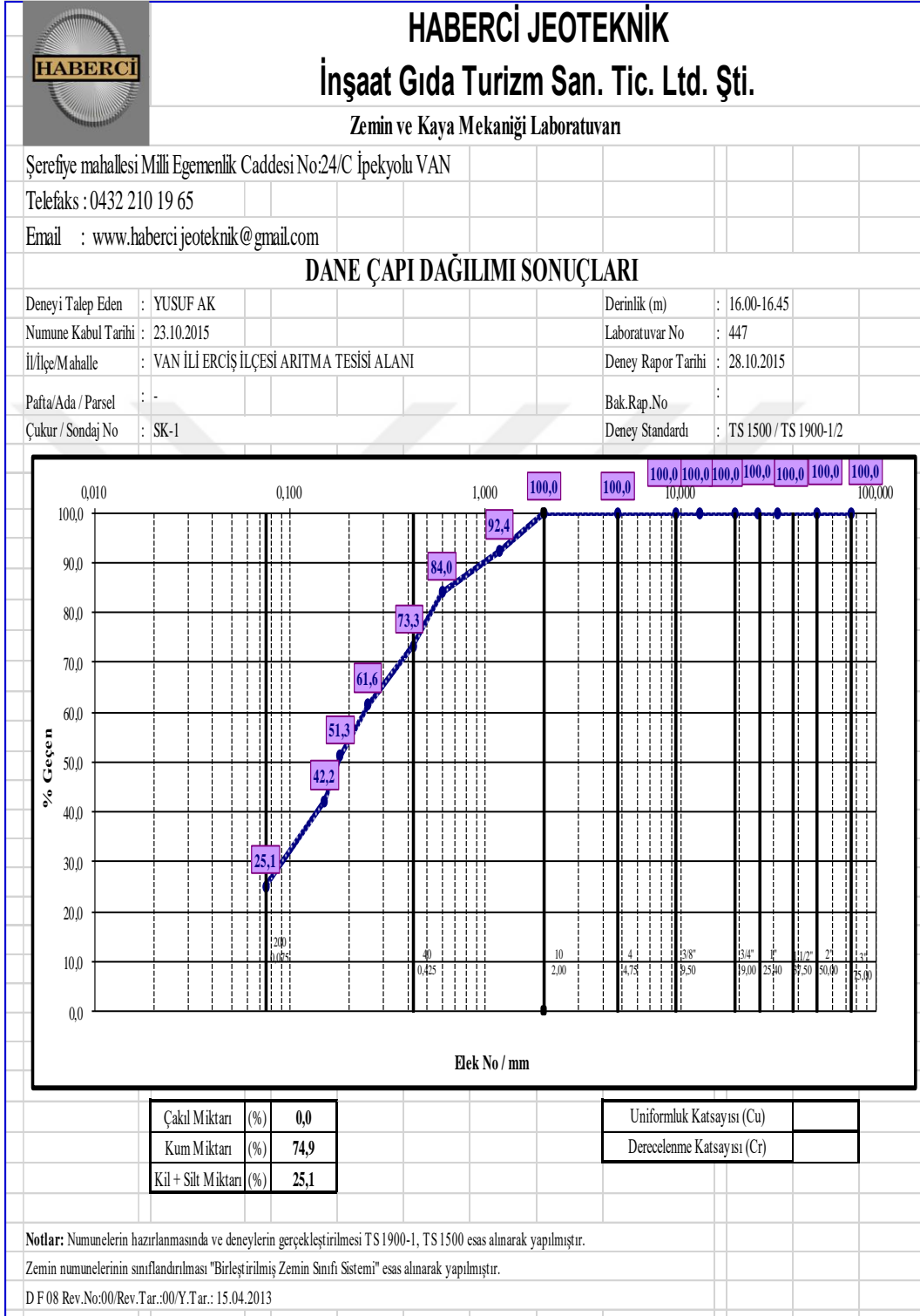
EK-5 JET GROUT SONRASI LABORATUVAR ANALİZLERİ (devam)



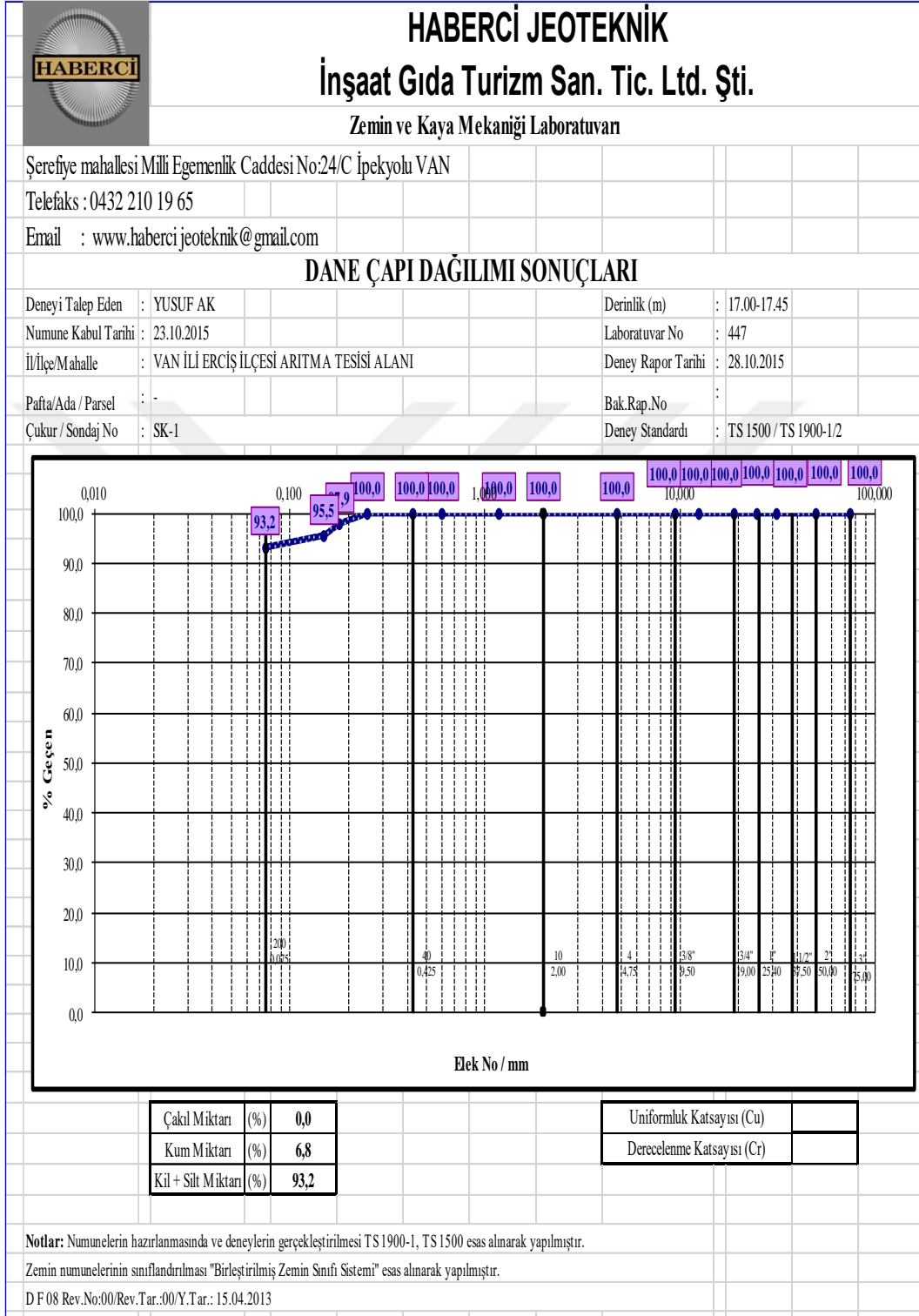
EK-5 JET GROUT SONRASI LABORATUVAR ANALİZLERİ (devam)



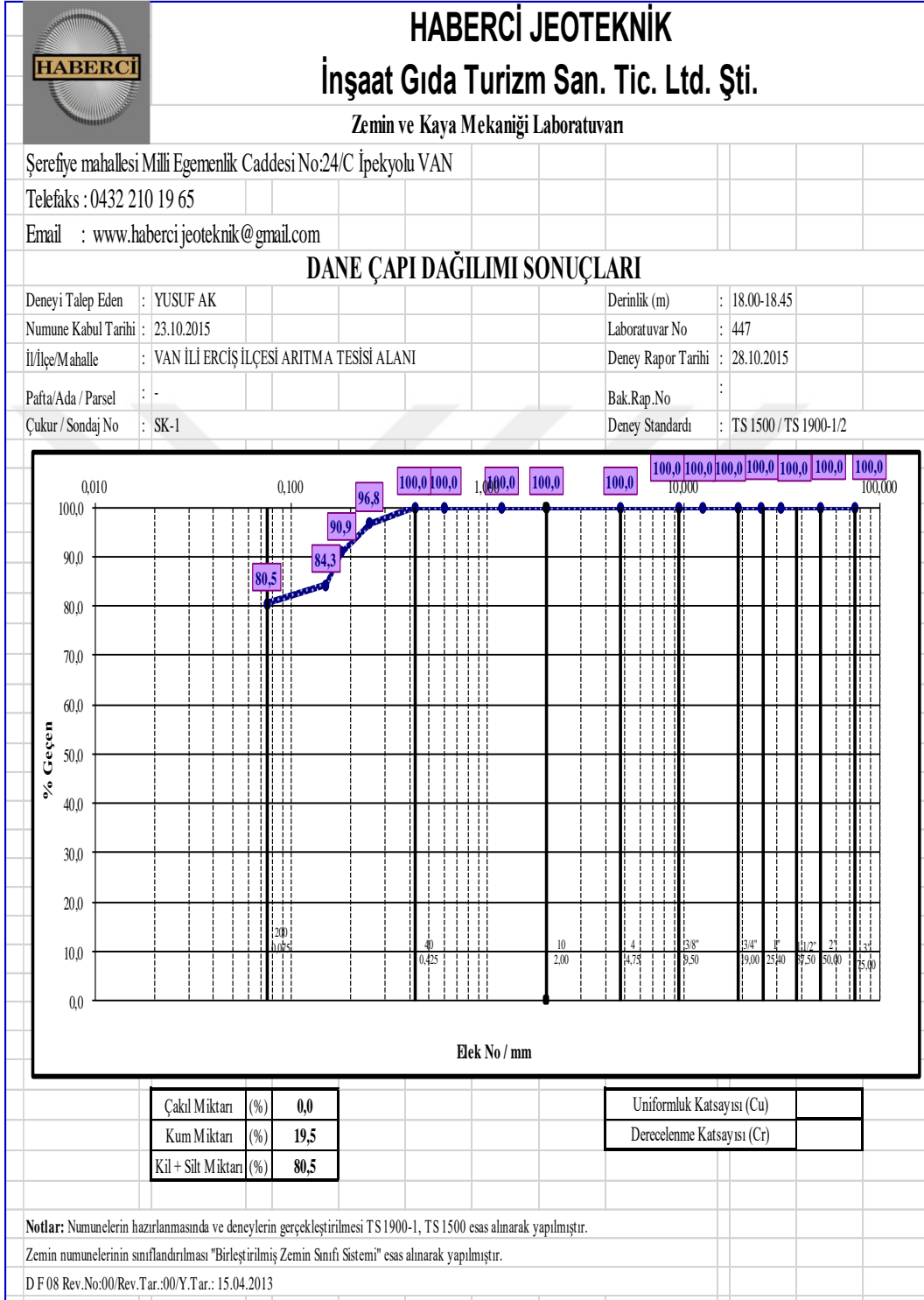
EK-5 JET GROUT SONRASI LABORATUVAR ANALİZLERİ (devam)



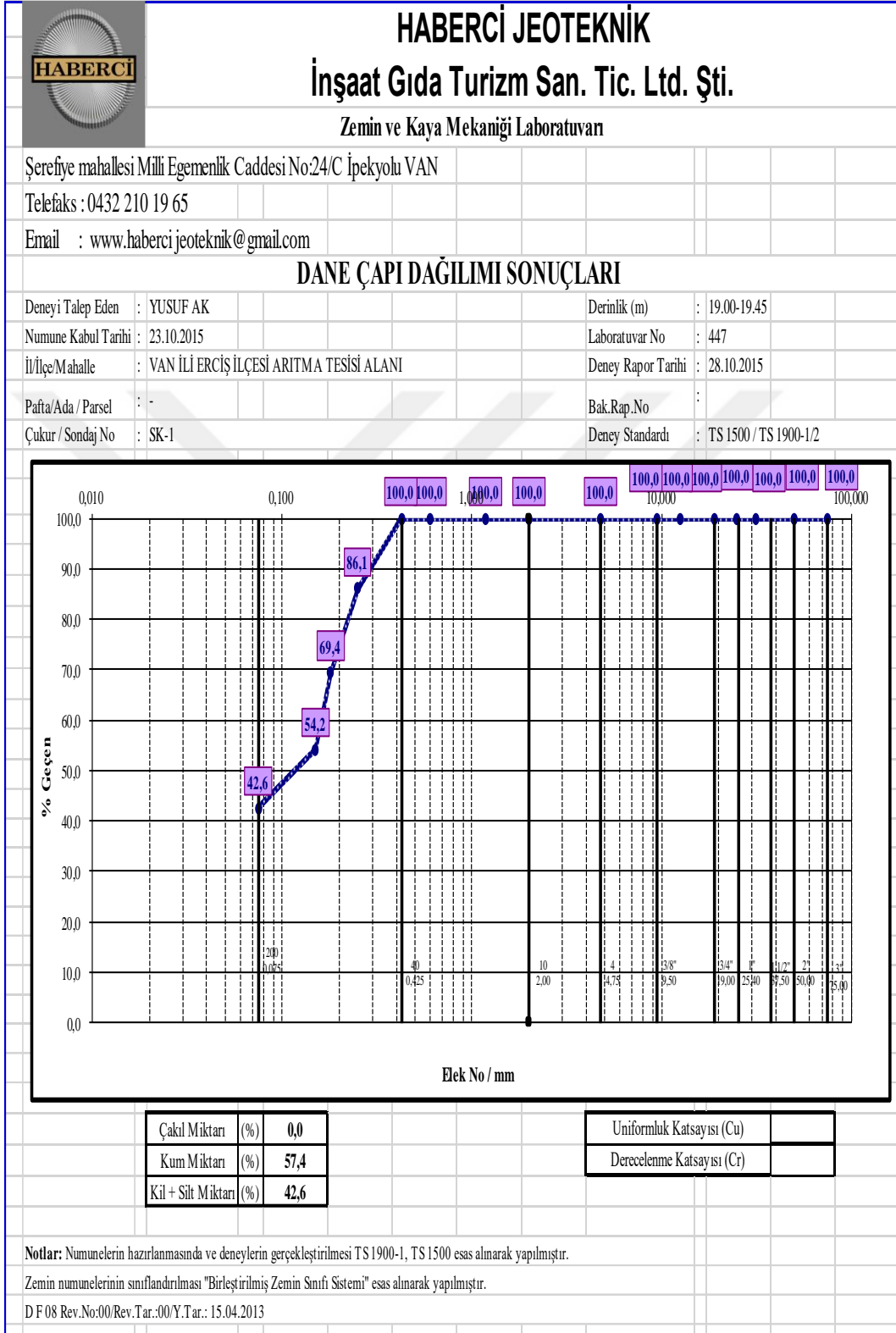
EK-5 JET GROUT SONRASI LABORATUVAR ANALİZLERİ (devam)



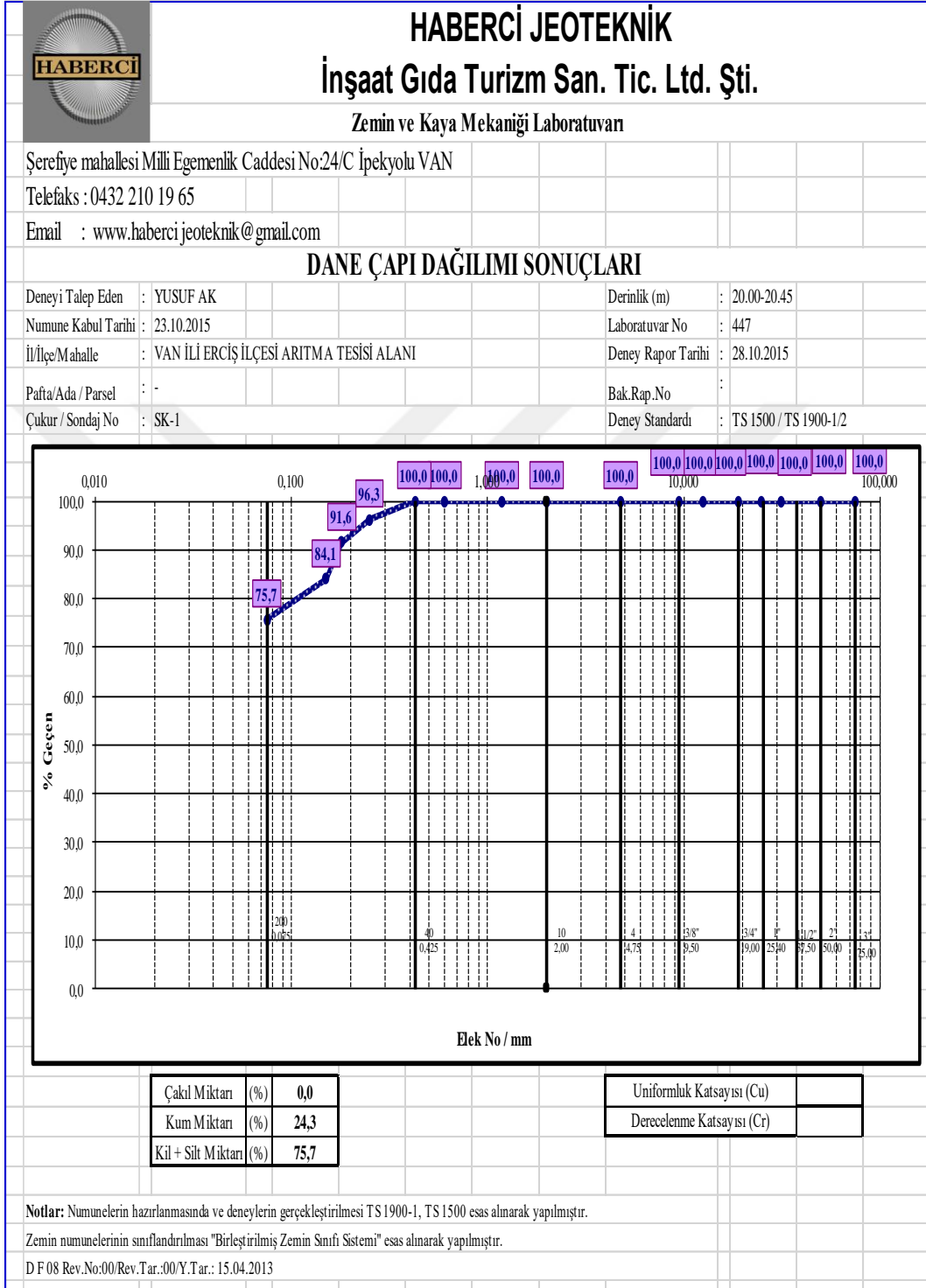
EK-5 JET GROUT SONRASI LABORATUVAR ANALİZLERİ (devam)



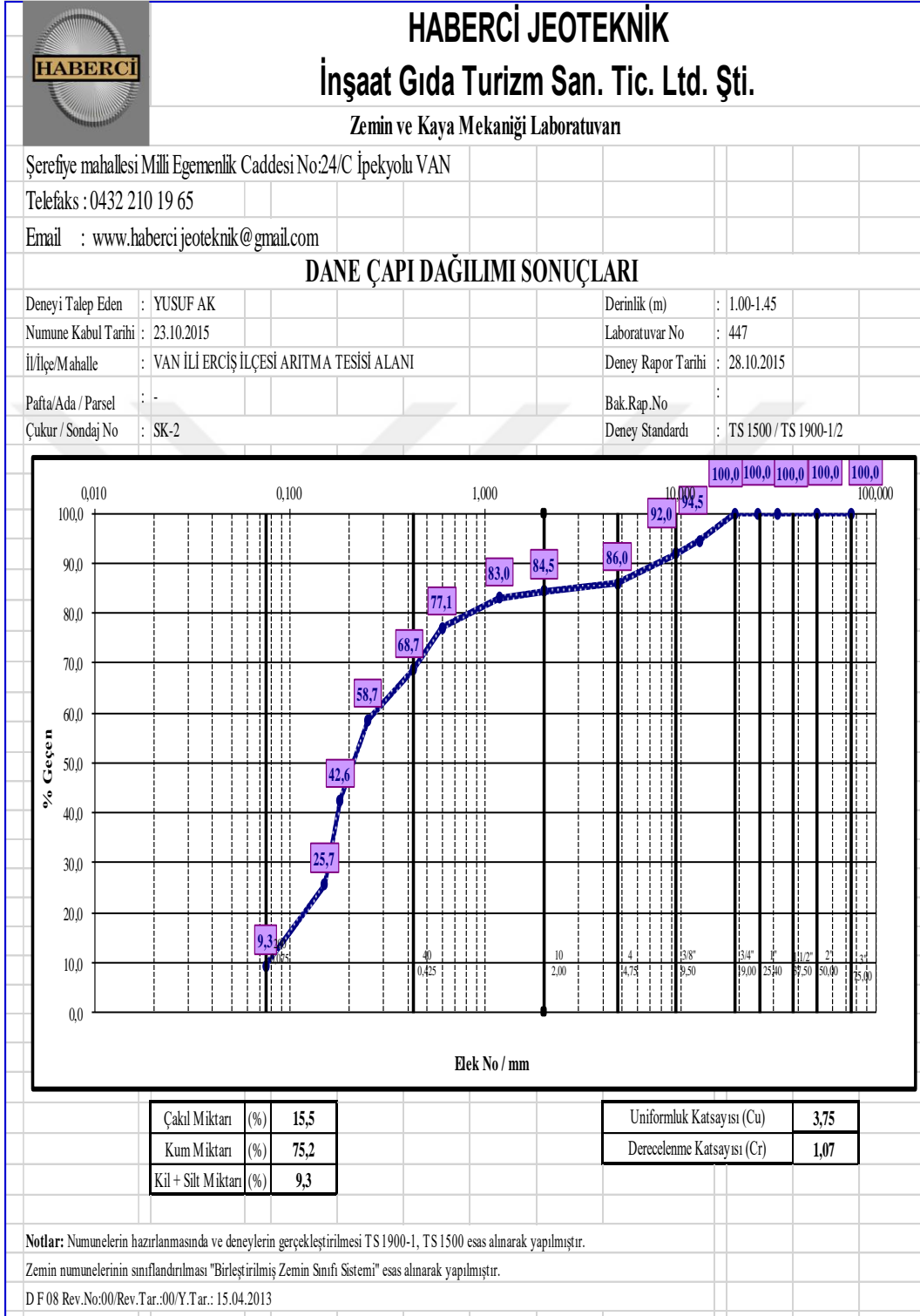
EK-5 JET GROUT SONRASI LABORATUVAR ANALİZLERİ (devam)



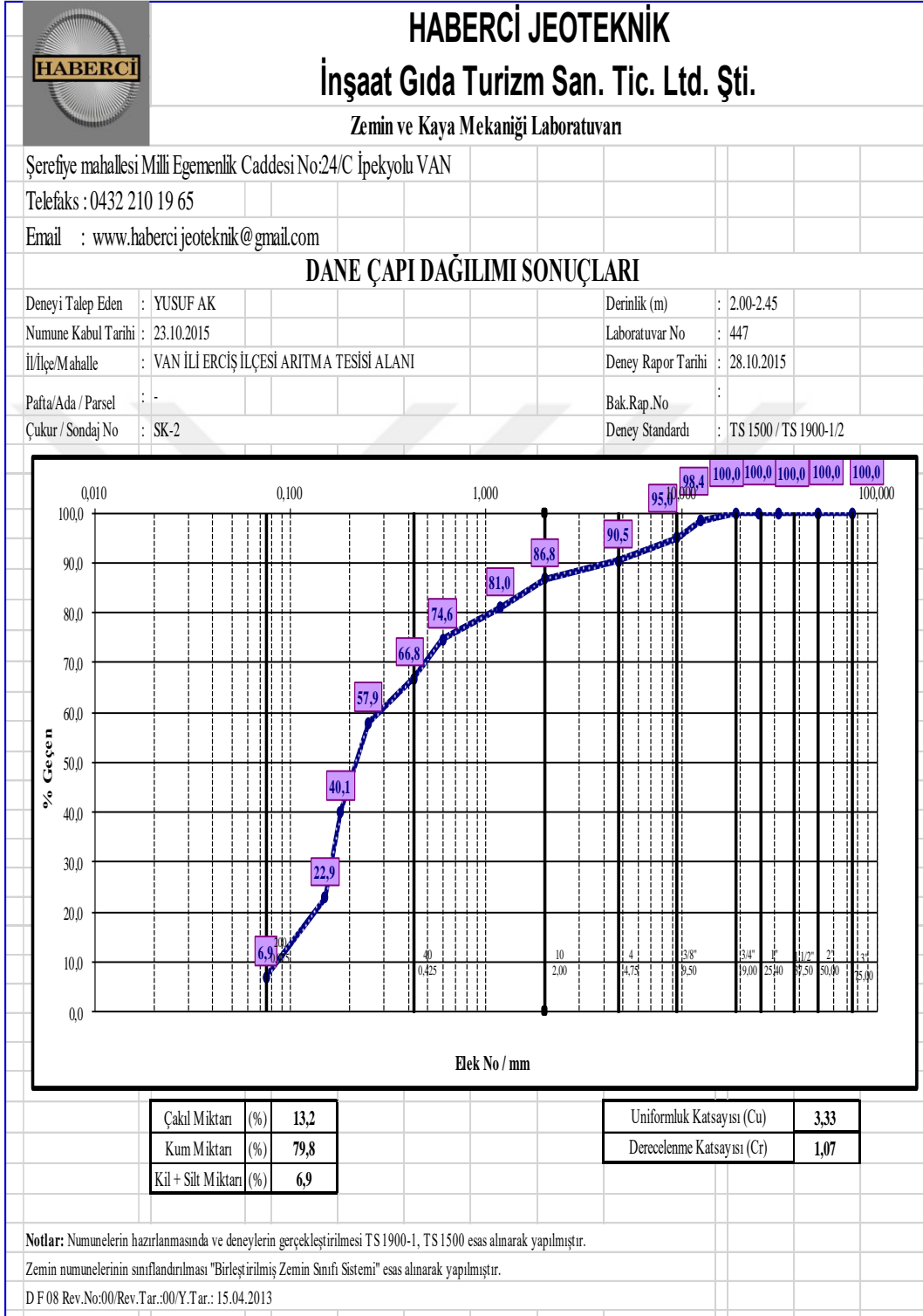
EK-5 JET GROUT SONRASI LABORATUVAR ANALİZLERİ (devam)



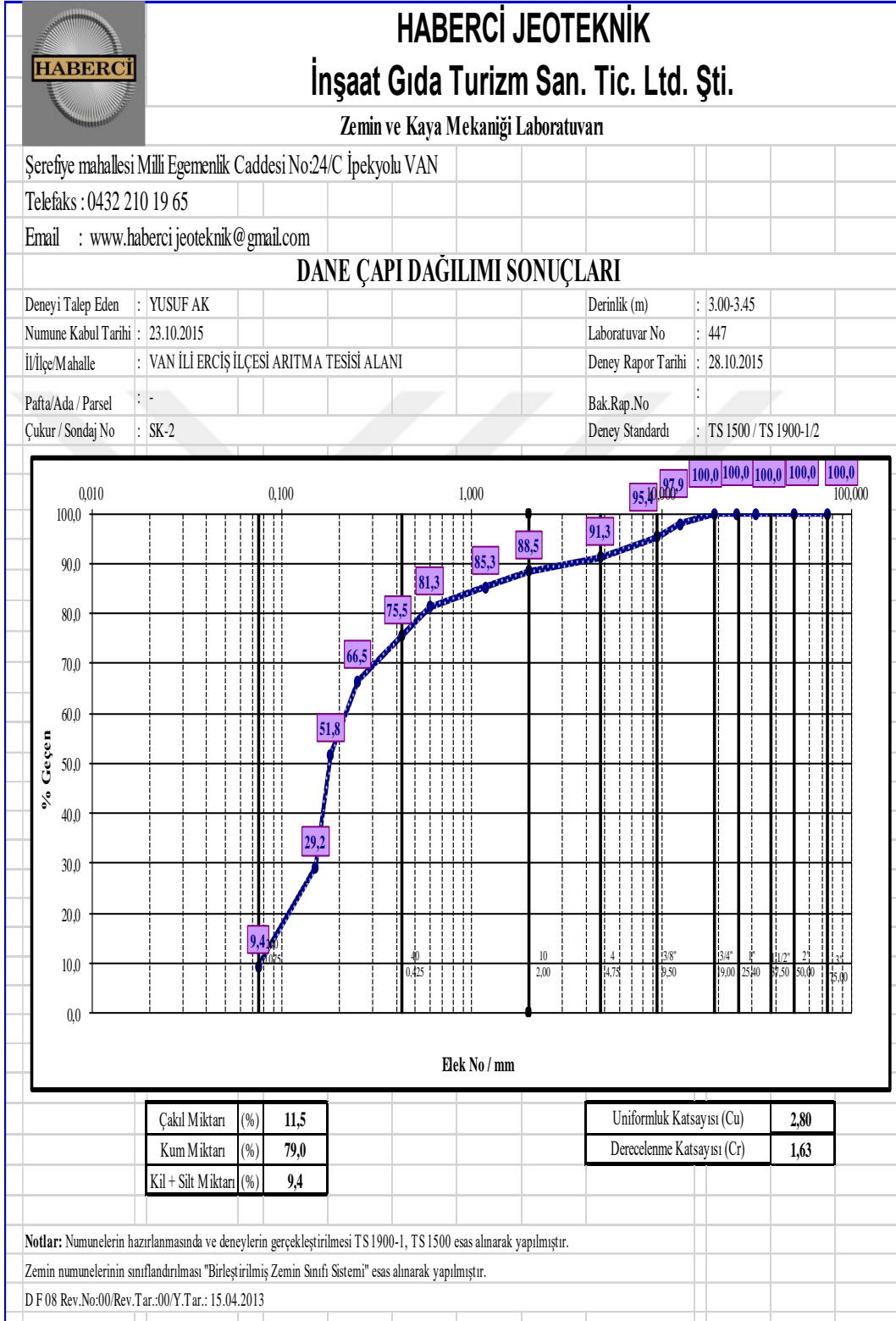
EK-5 JET GROUT SONRASI LABORATUVAR ANALİZLERİ (devam)



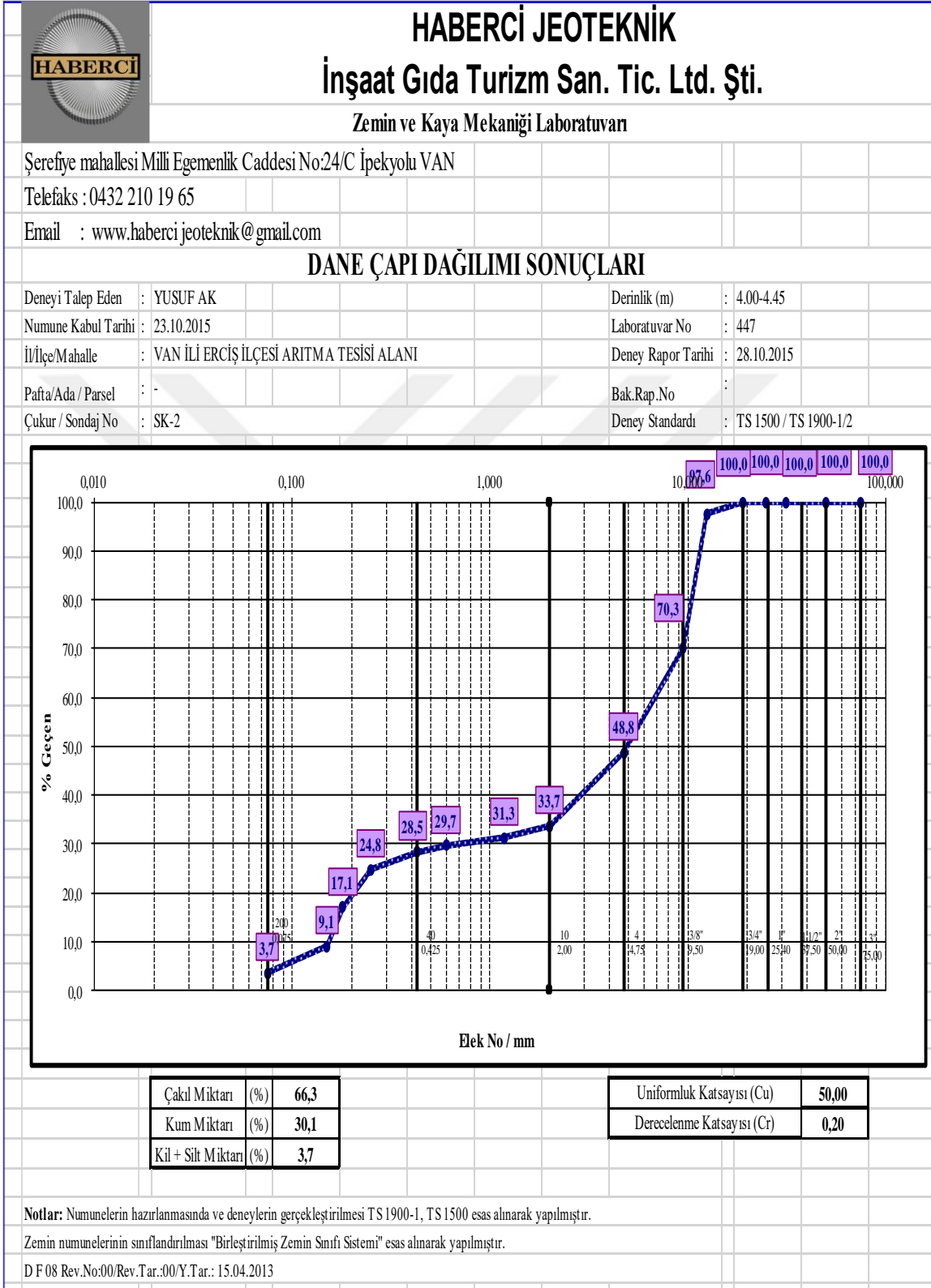
EK-5 JET GROUT SONRASI LABORATUVAR ANALİZLERİ (devam)



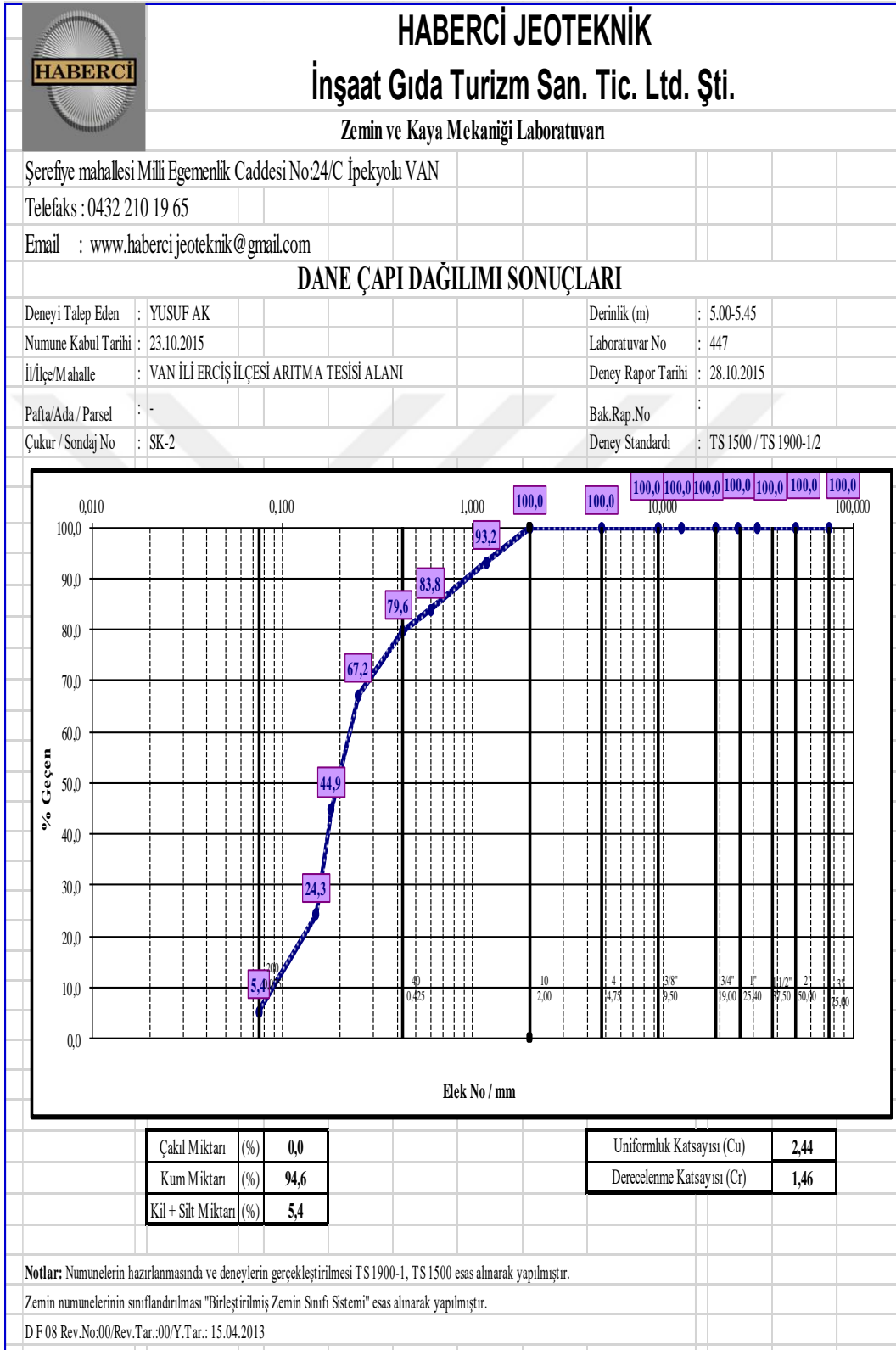
EK-5 JET GROUT SONRASI LABORATUVAR ANALİZLERİ (devam)



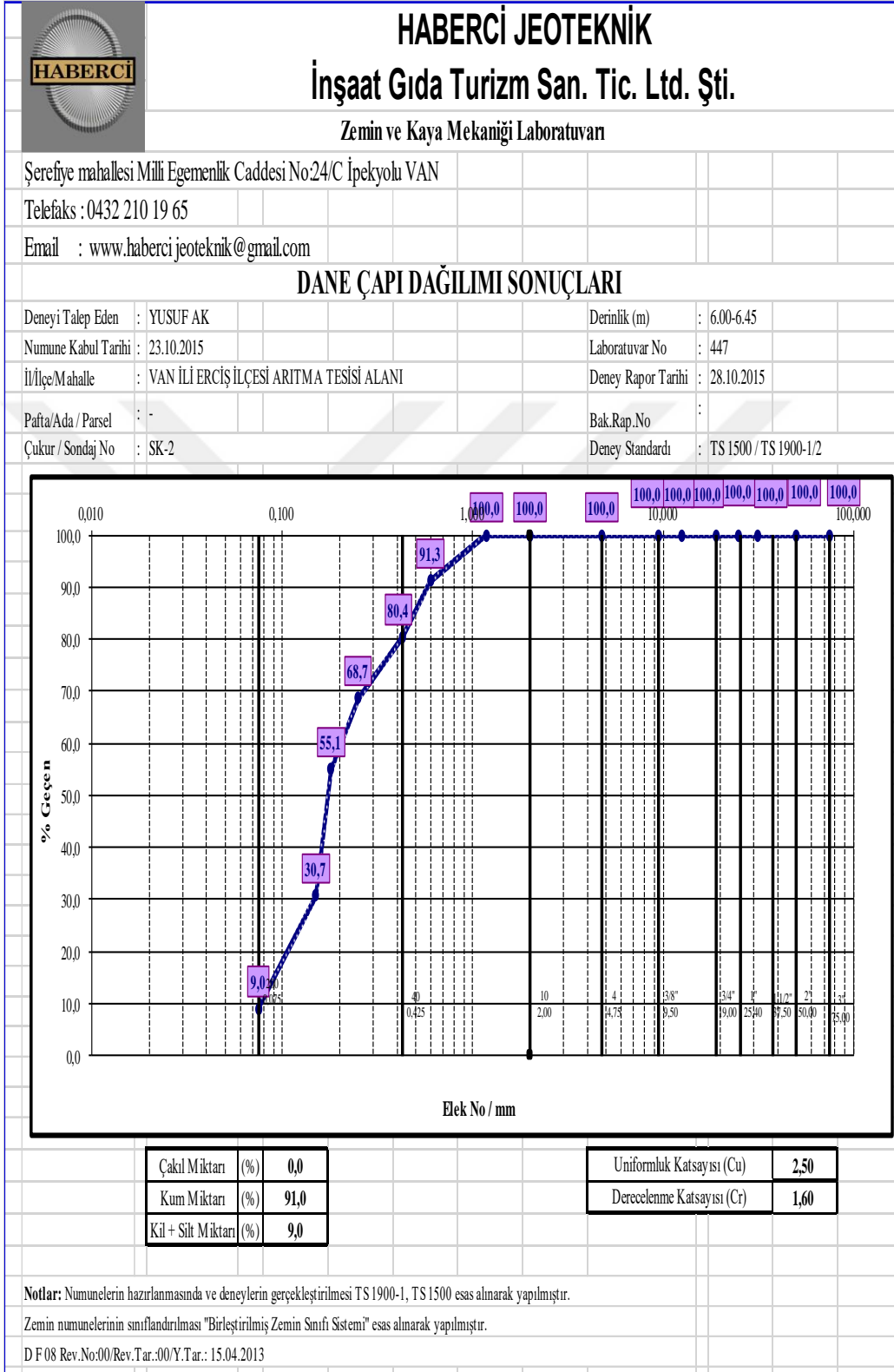
EK-5 JET GROUT SONRASI LABORATUVAR ANALİZLERİ (devam)



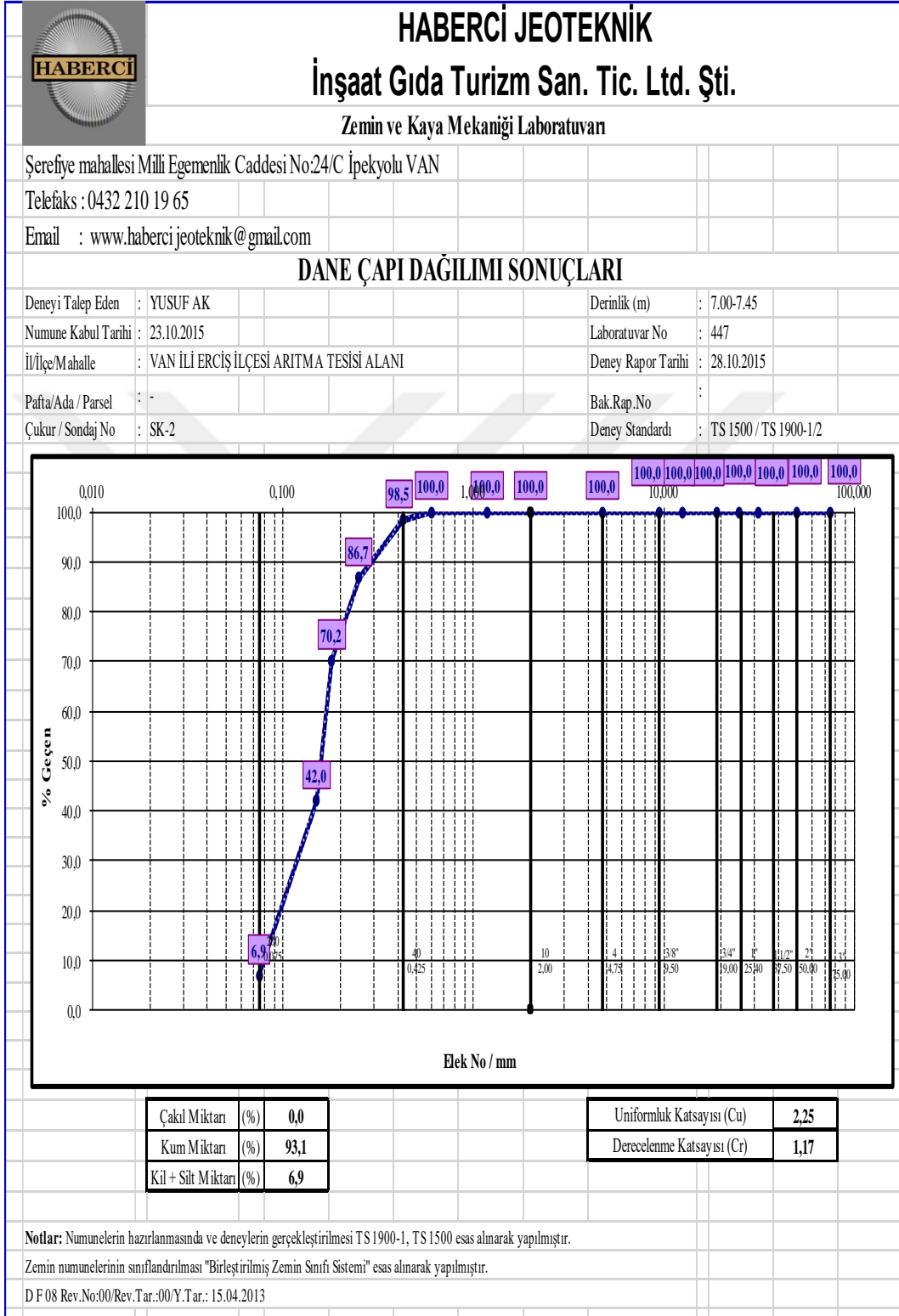
EK-5 JET GROUT SONRASI LABORATUVAR ANALİZLERİ (devam)



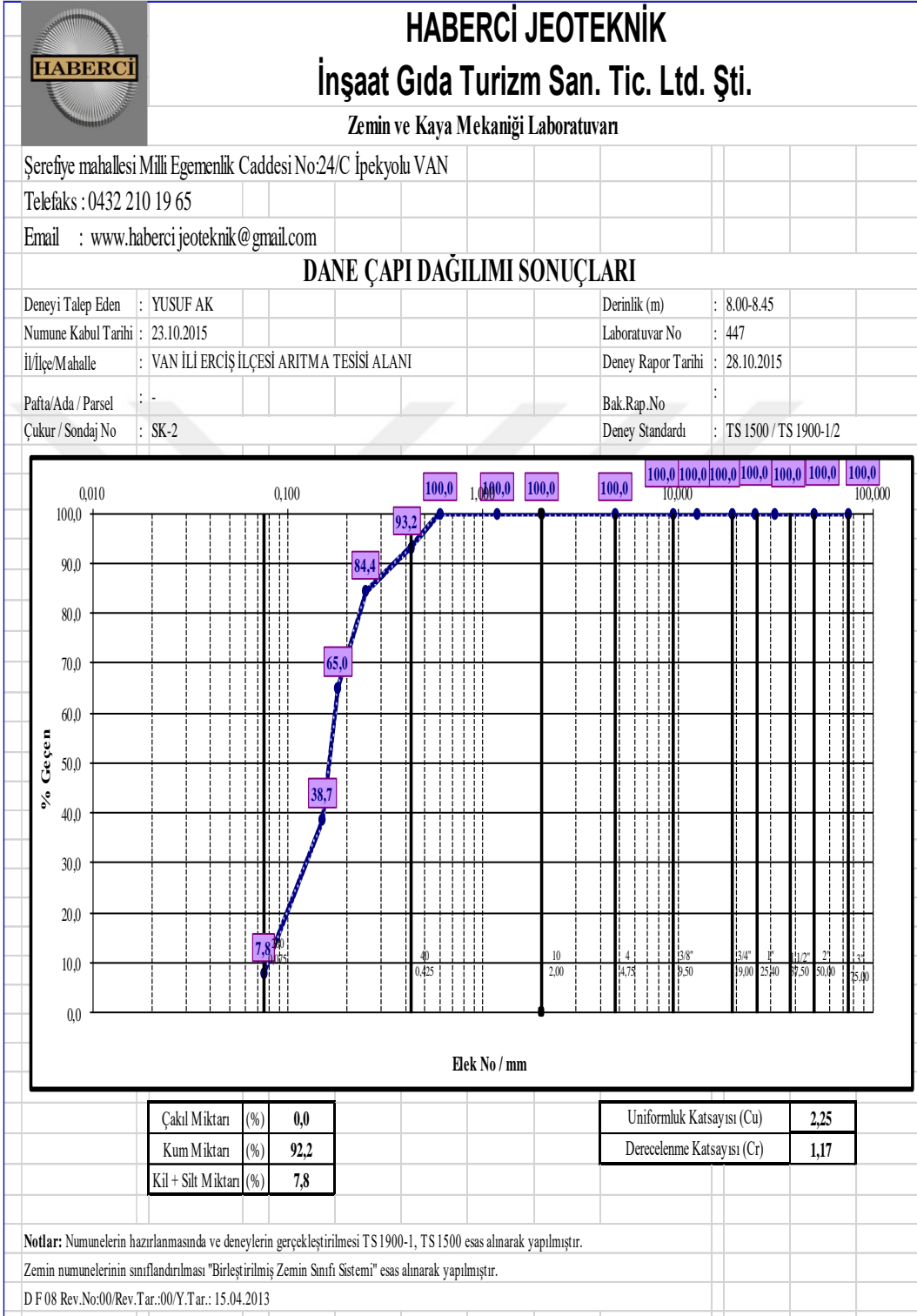
EK-5 JET GROUT SONRASI LABORATUVAR ANALİZLERİ (devam)



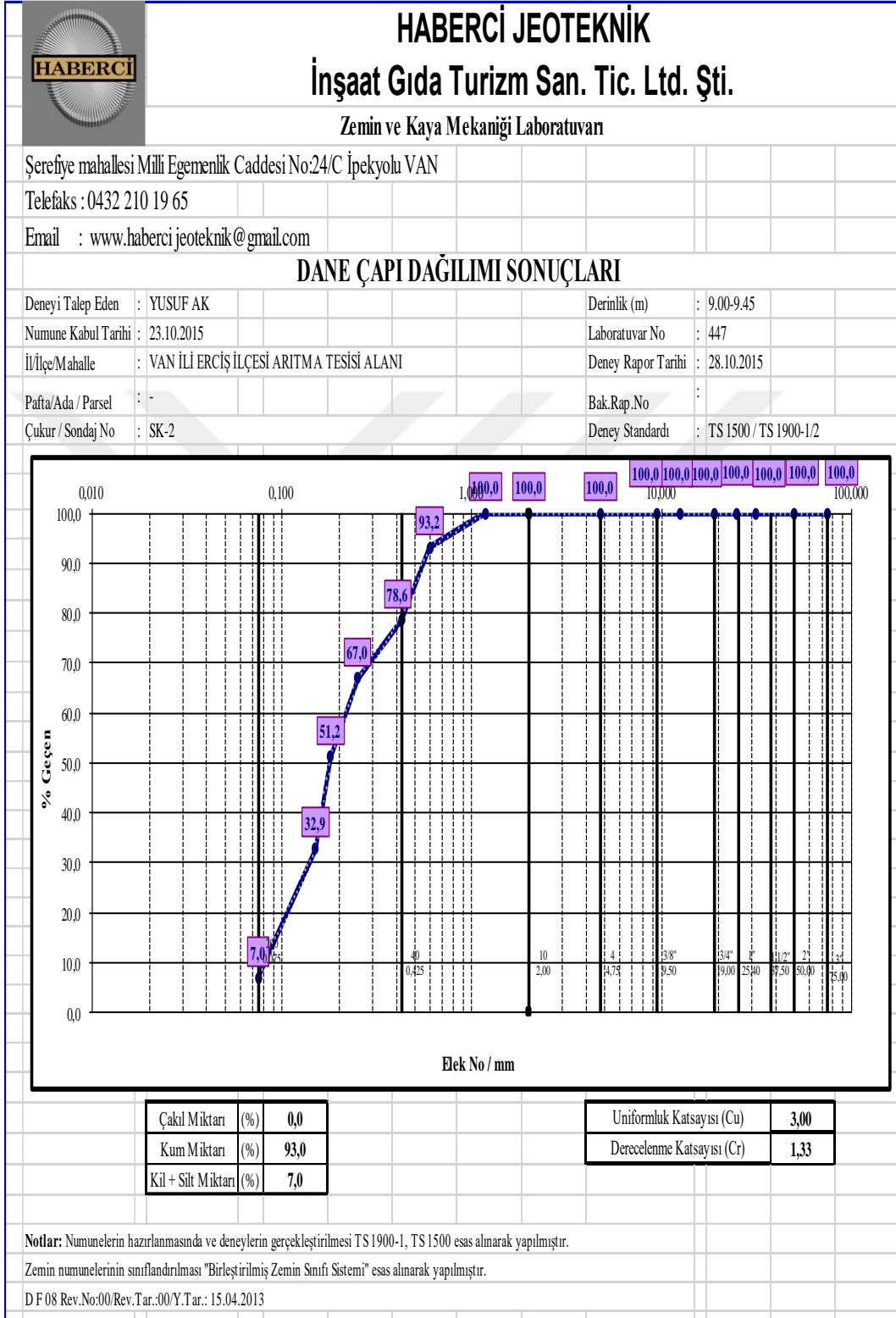
EK-5 JET GROUT SONRASI LABORATUVAR ANALİZLERİ (devam)



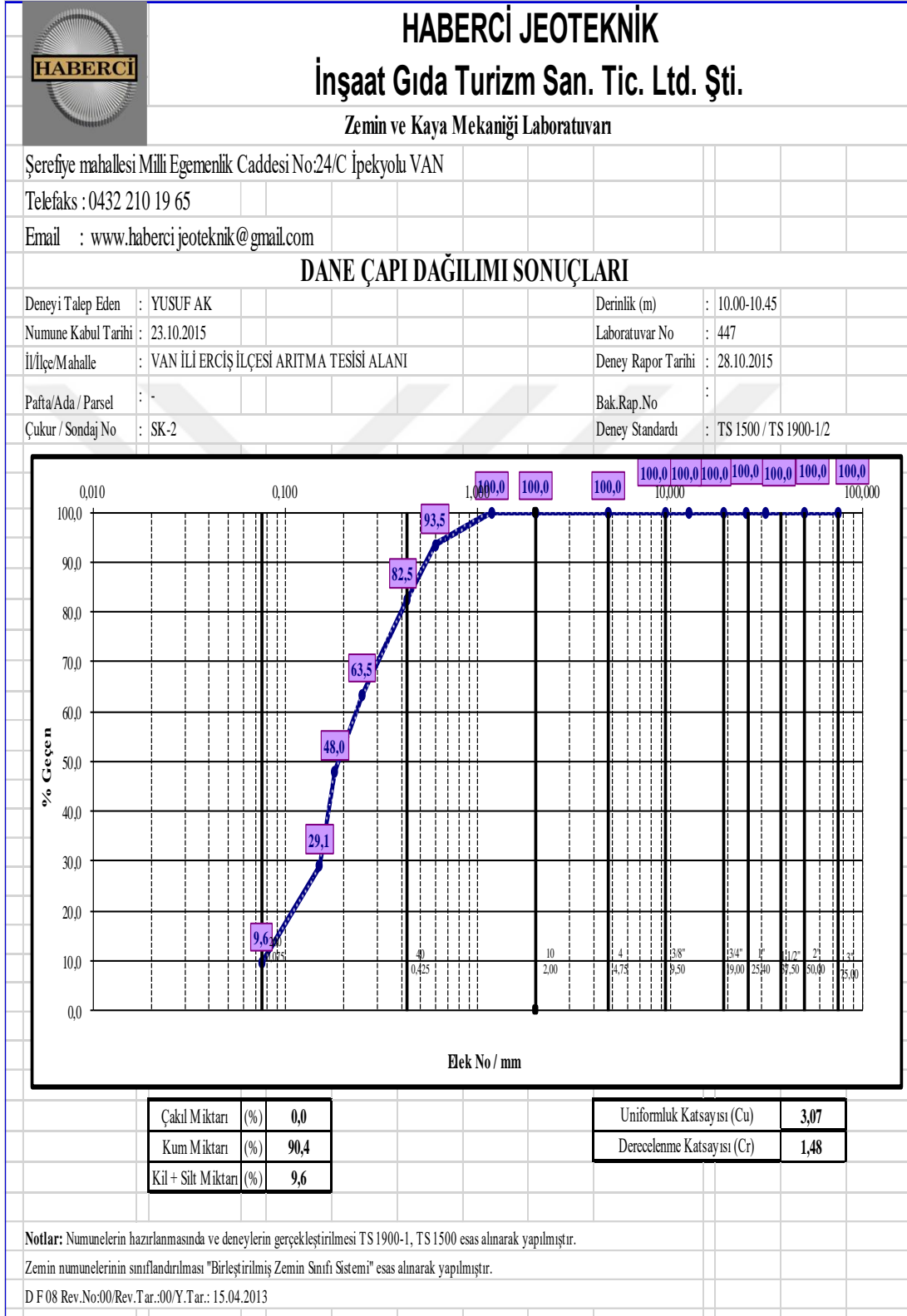
EK-5 JET GROUT SONRASI LABORATUVAR ANALİZLERİ (devam)



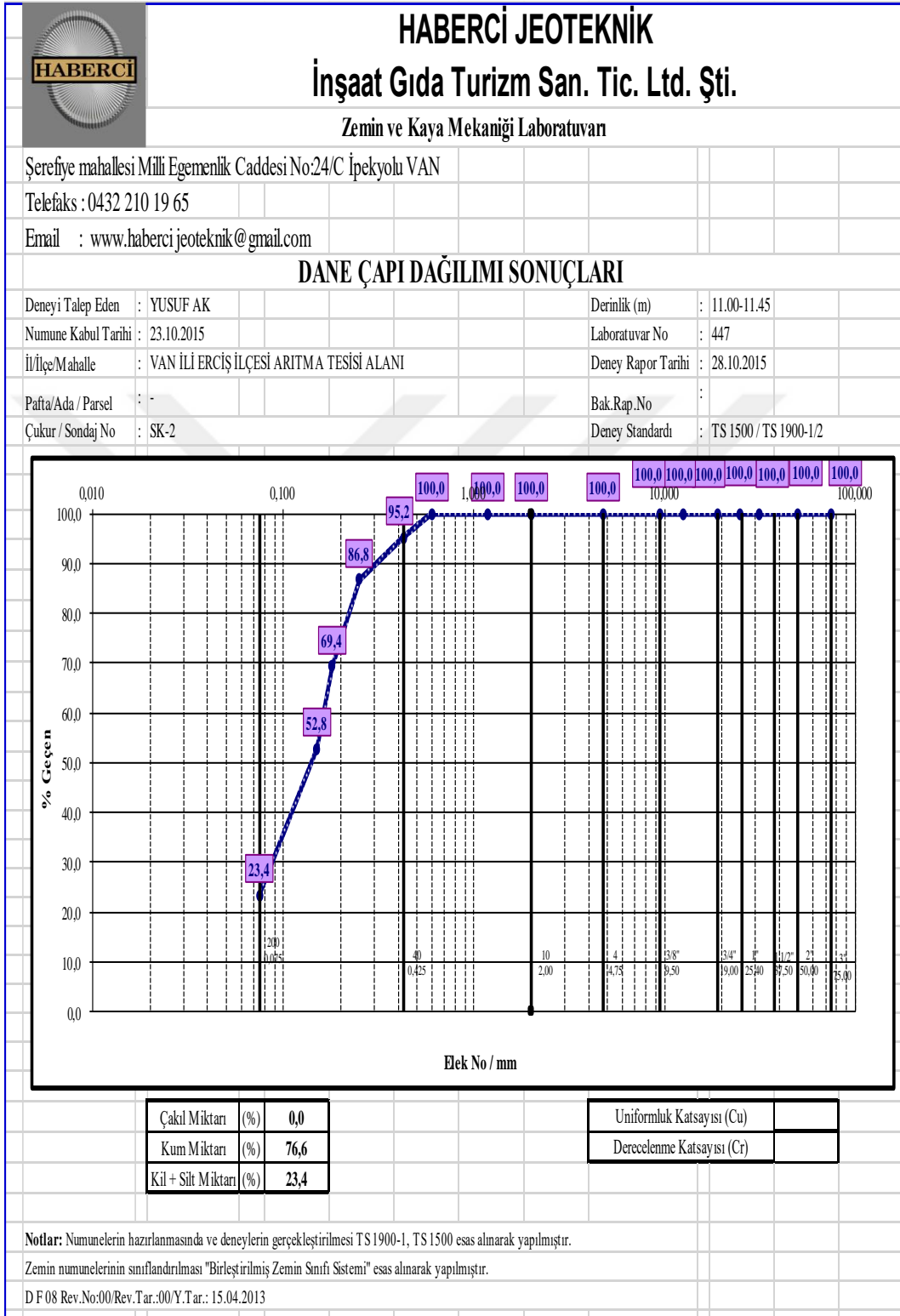
EK-5 JET GROUT SONRASI LABORATUVAR ANALİZLERİ (devam)



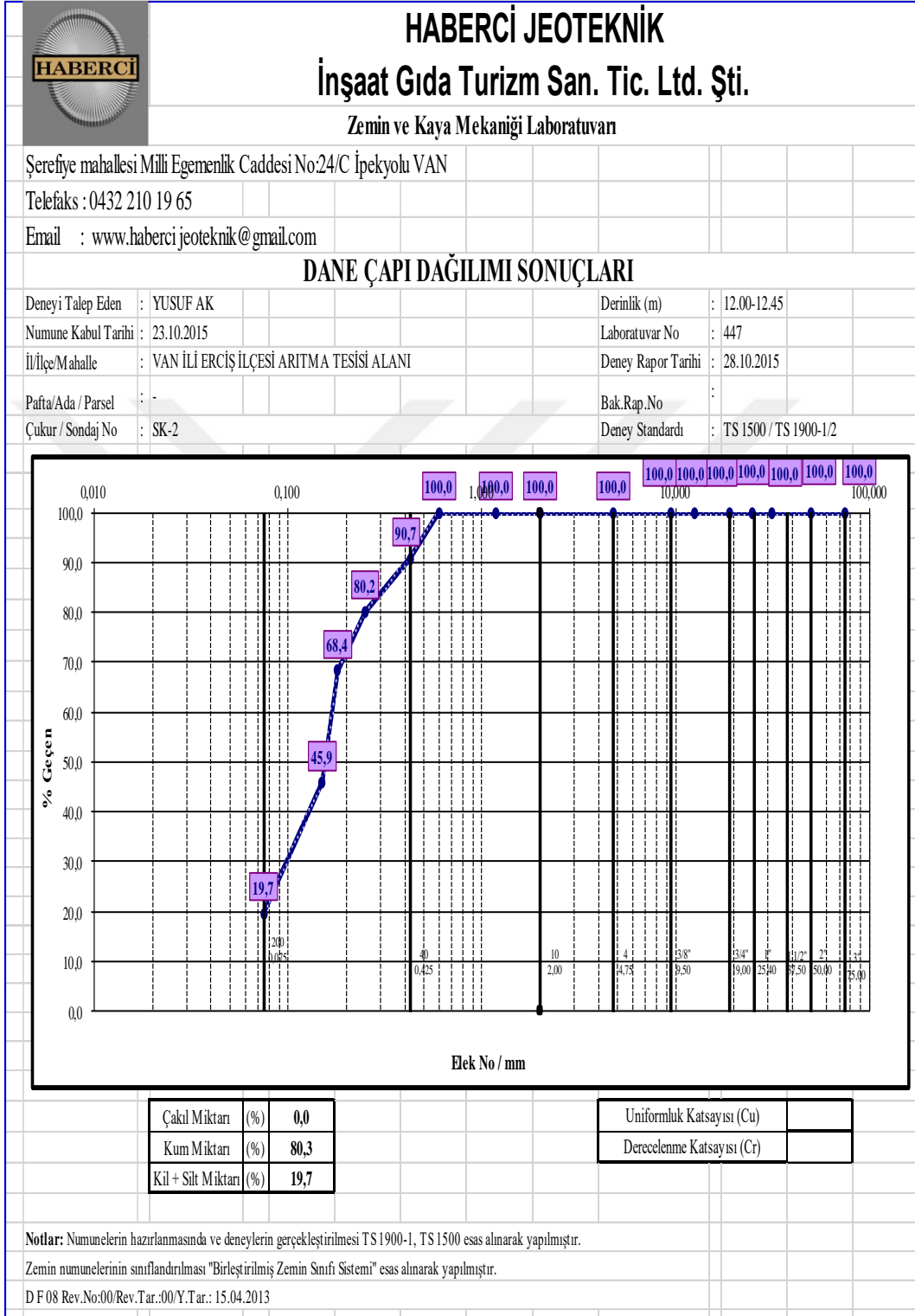
EK-5 JET GROUT SONRASI LABORATUVAR ANALİZLERİ (devam)

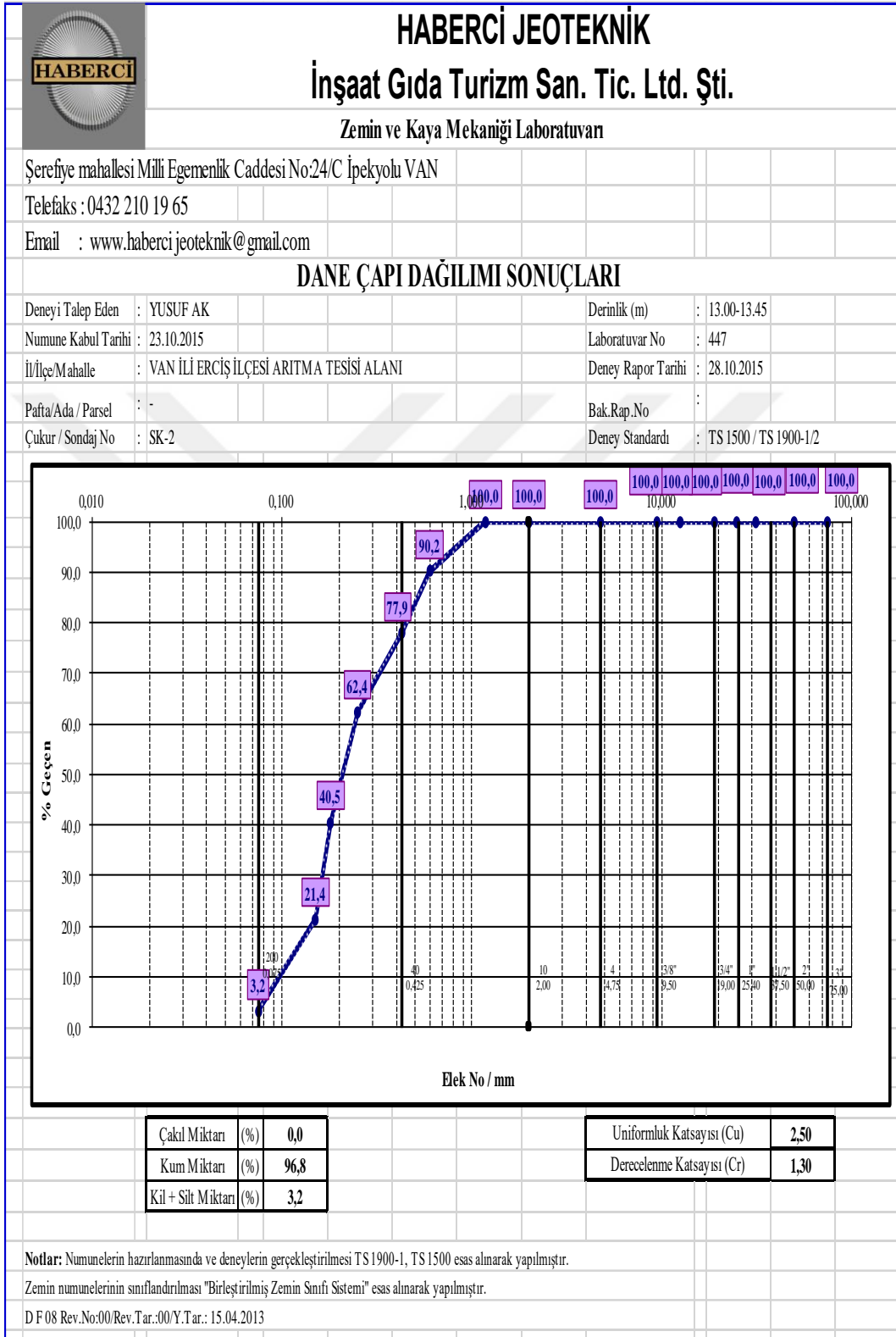


EK-5 JET GROUT SONRASI LABORATUVAR ANALİZLERİ (devam)

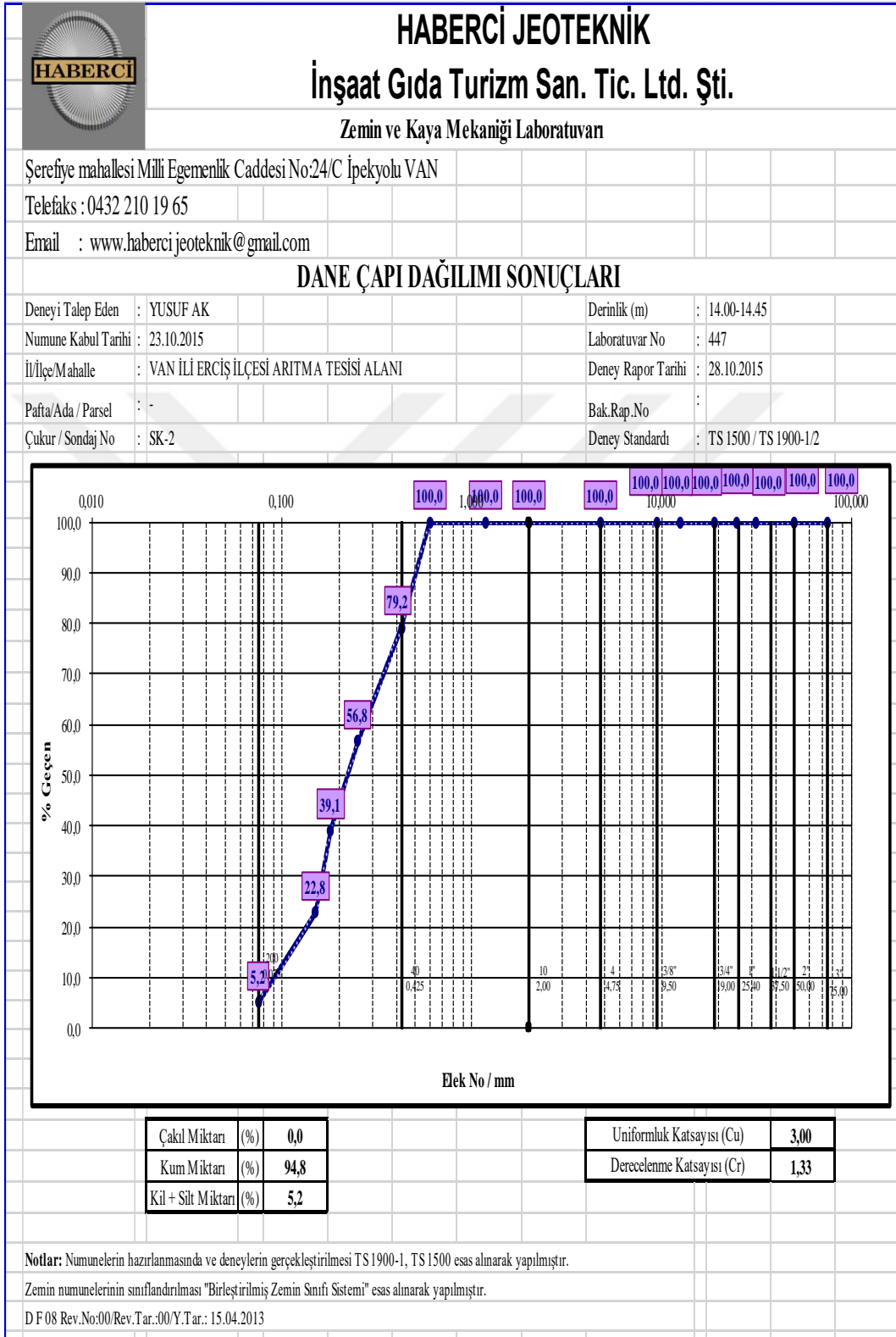


EK-5 JET GROUT SONRASI LABORATUVAR ANALİZLERİ (devam)

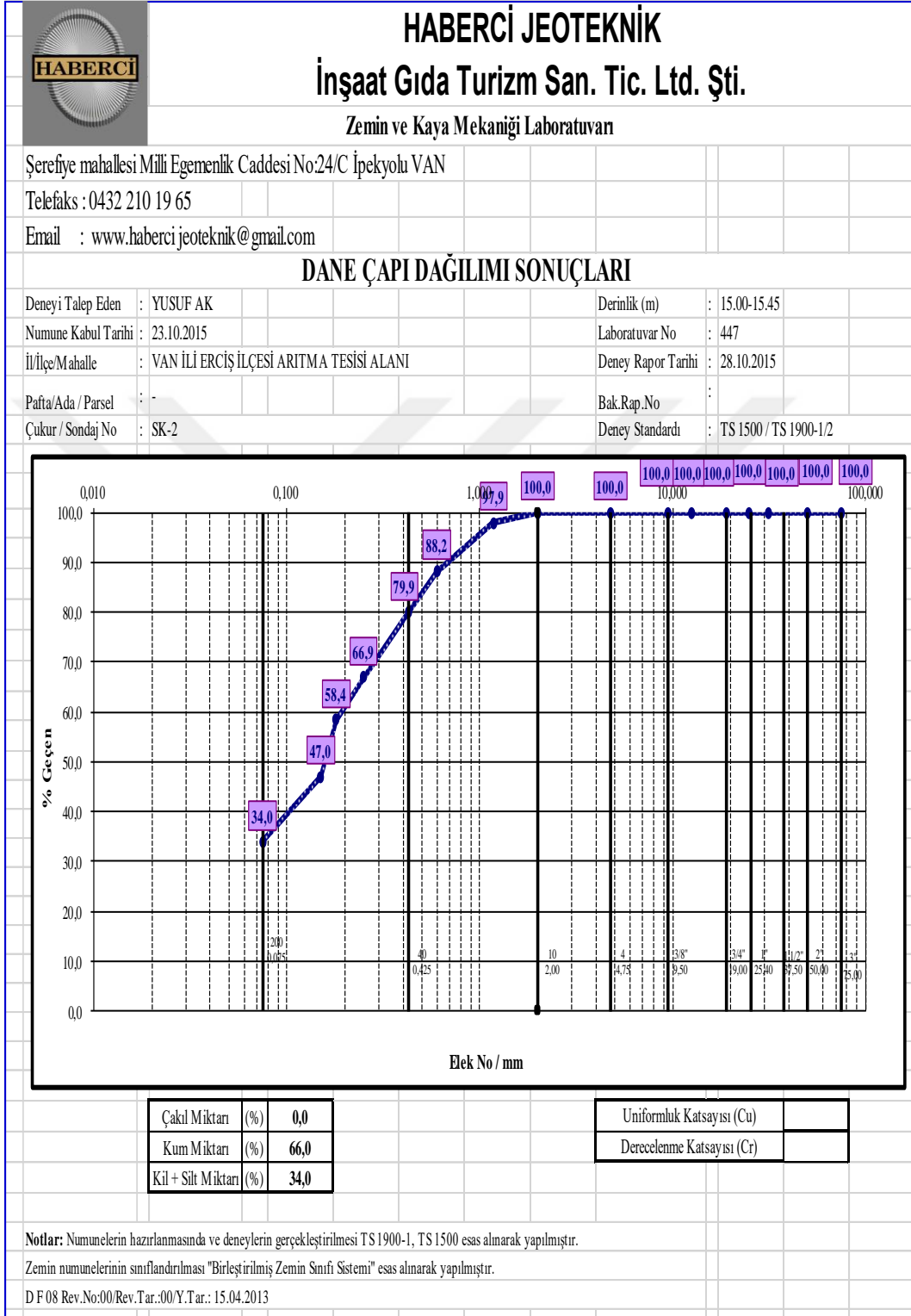


EK-5 JET GROUT SONRASI LABORATUVAR ANALİZLERİ (devam)

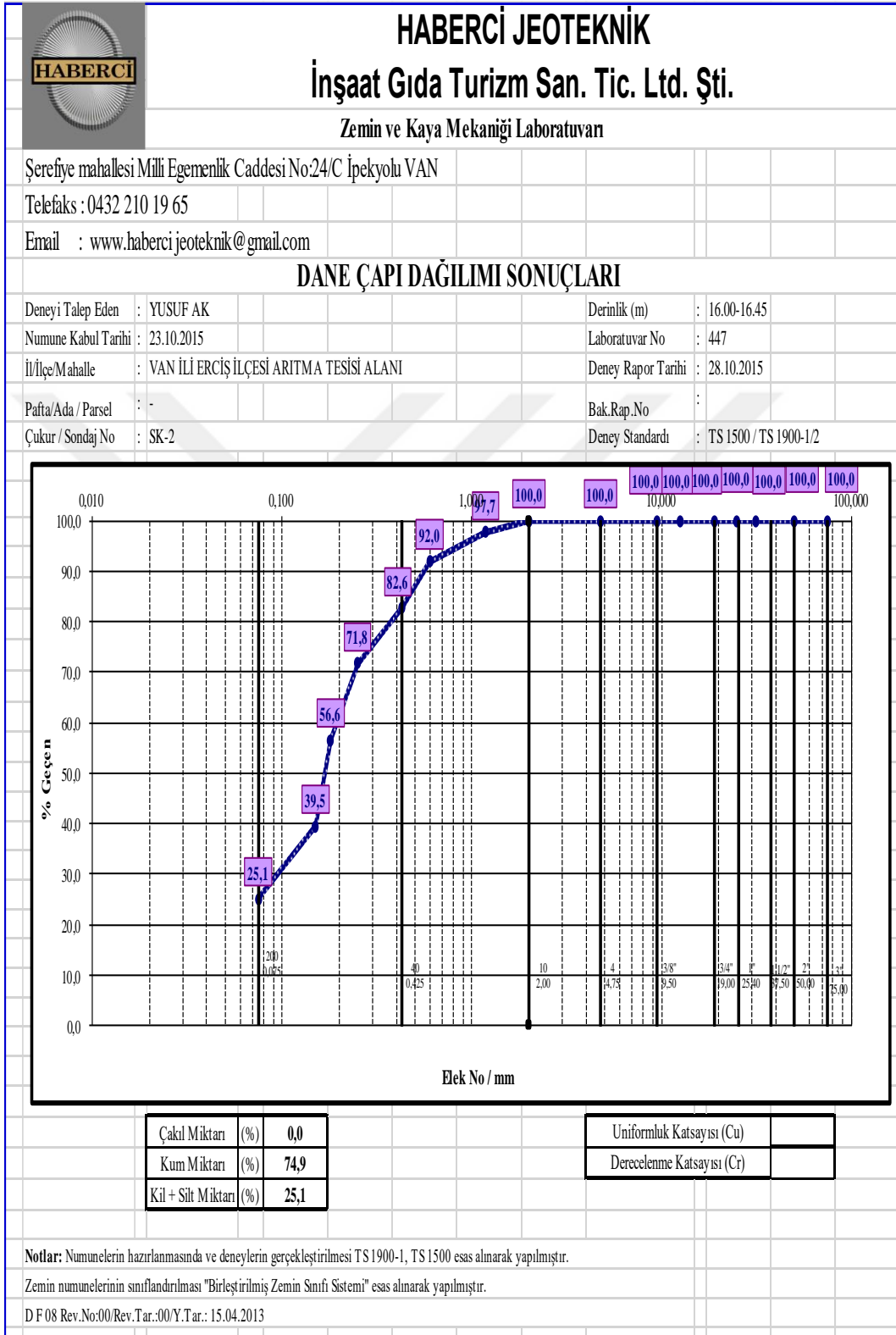
EK-5 JET GROUT SONRASI LABORATUVAR ANALİZLERİ (devam)



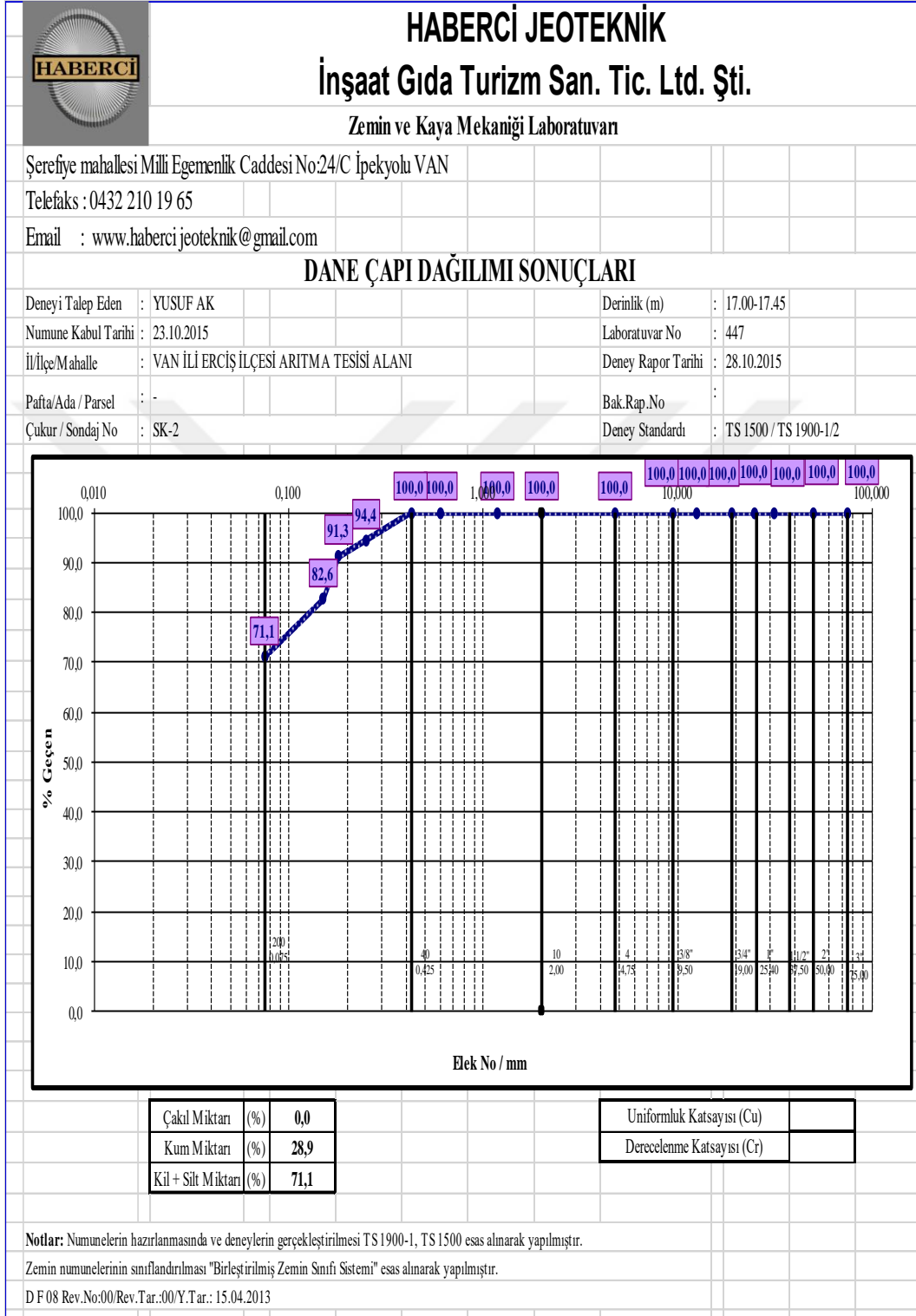
EK-5 JET GROUT SONRASI LABORATUVAR ANALİZLERİ (devam)



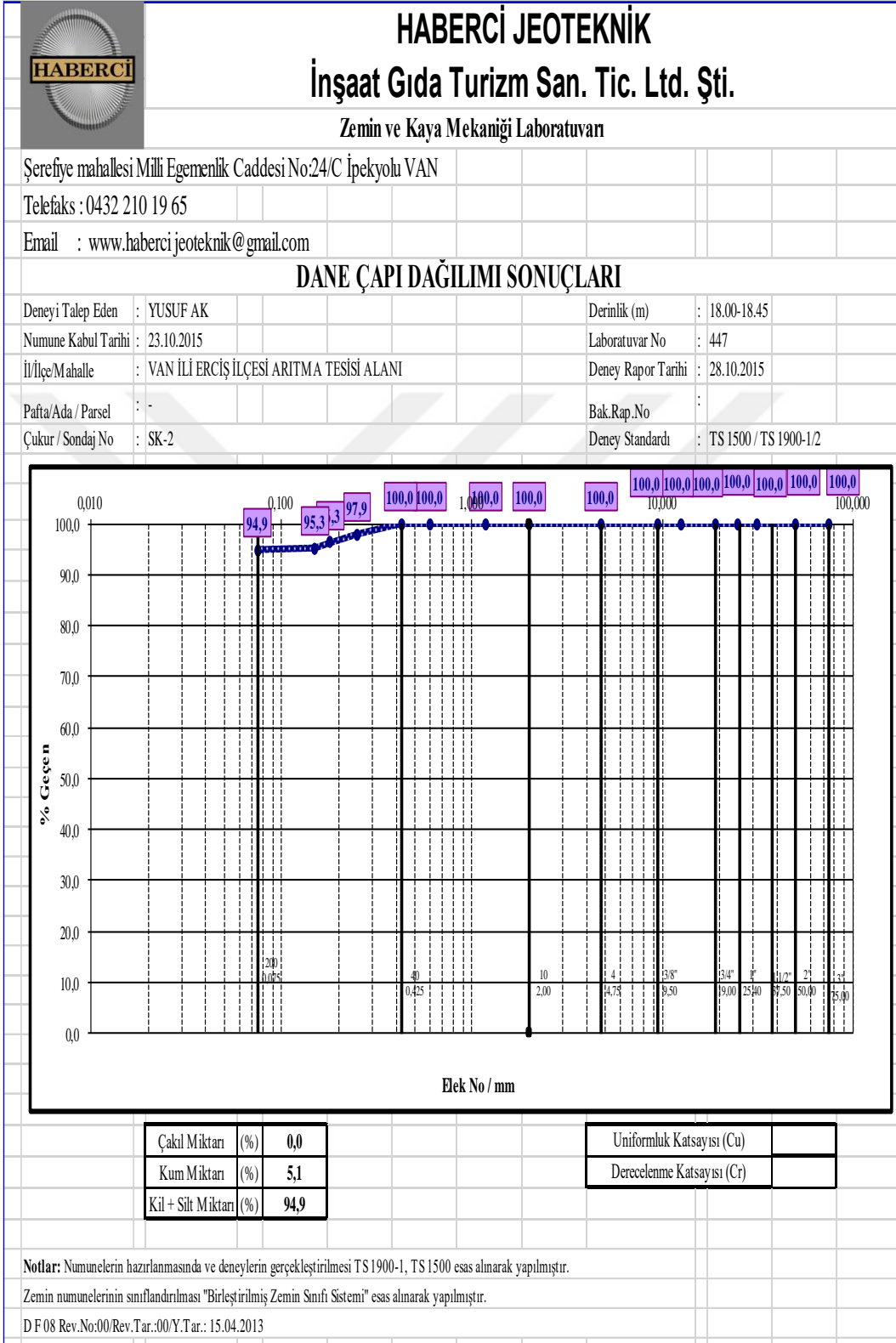
EK-5 JET GROUT SONRASI LABORATUVAR ANALİZLERİ (devam)



EK-5 JET GROUT SONRASI LABORATUVAR ANALİZLERİ (devam)



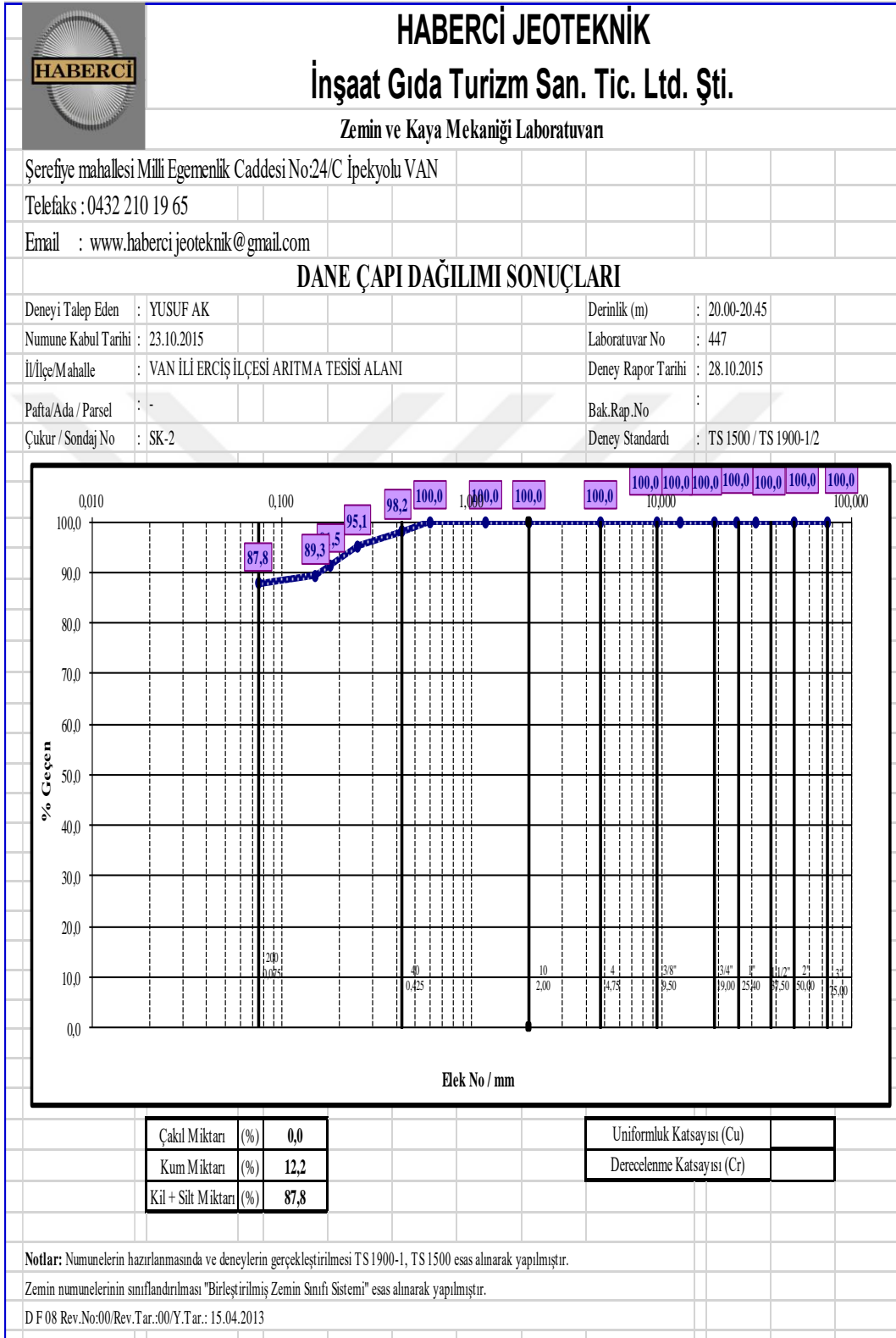
EK-5 JET GROUT SONRASI LABORATUVAR ANALİZLERİ (devam)



EK-5 JET GROUT SONRASI LABORATUVAR ANALİZLERİ (devam)



EK-5 JET GROUT SONRASI LABORATUVAR ANALİZLERİ (devam)



EK-5 JET GROUT SONRASI LABORATUVAR ANALİZLERİ (devam)



HABERCİ JEOTEKNİK

İnşaat Gıda Turizm San. Tic. Ltd. Şti.

Şerefiye Mahallesi Milli Egemenlik Caddesi No:24/C İpekyolu/ VAN

Telefaks : 0432 210 19 65

Ezmail : habercijeoteknik@gmail.com

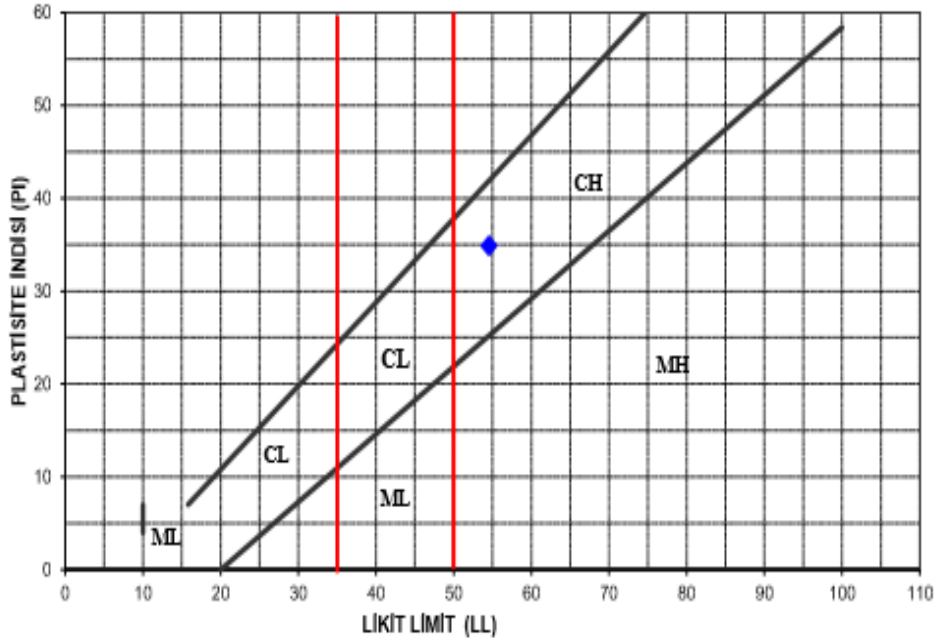
ATTERBERG LİMİTLERİ TAYİNİ

Deneyi Talep Eden :	YUSUF AK	Çukur-Sondaj No :	SK-1
Alındığı Tarih :	24.10.2015	Derinlik (m) :	17.00-17.45
Alındığı Yer :	VAN İLİ ERCİŞ İLÇESİ ARITMA TESİSİ ALANINDA YAPILAN ZEMİN ETÜT PROJESİ	Deney Tarihi :	28.10.2015
Ada / Parsel :	-	Deney Standardı :	TS(900-1)

	LL			PL
	1	2	3	1
Vuruş Adedi	25			----
Kap No	56			58
Kap Ağırlığı (gr)	31.5			33
Kap + Yaş Numune Ağı (gr)	74			53
Kap + Kuru Numune Ağı (gr)	59			50
Kuru Numune Ağı (gr)	27.5			17
Su Ağırlığı (gr)	15			3
Su Nemliliği %	54.5			20

Likit Limit	55
Plastik Limit	20
Plastisite İndisi	35

ATTERBERG LİMİTLERİ SINIFLANDIRMA TABLOSU



Not: Numaraların alındığı yere ait bilgiler eksikse boyanabilir ve deneyi yapılan numuneler için geçerlidir. Bu rapor çıktı ile bir bütüldür. Laboratuvarın yazılı izni olmadıkça kimselere ya da kurumlarına verilmemelidir.

EK-5 JET GROUT SONRASI LABORATUVAR ANALİZLERİ (devam)



HABERCİ JEOTEKNİK

İnşaat Gıda Turizm San. Tic. Ltd. Şti.

Şerefiye Mahallesi Milli Egemenlik Caddesi No:24/C İpekyolu/ VAN

Telefaks : 0432 210 19 65

Email : habercijeoteknik@gmail.com

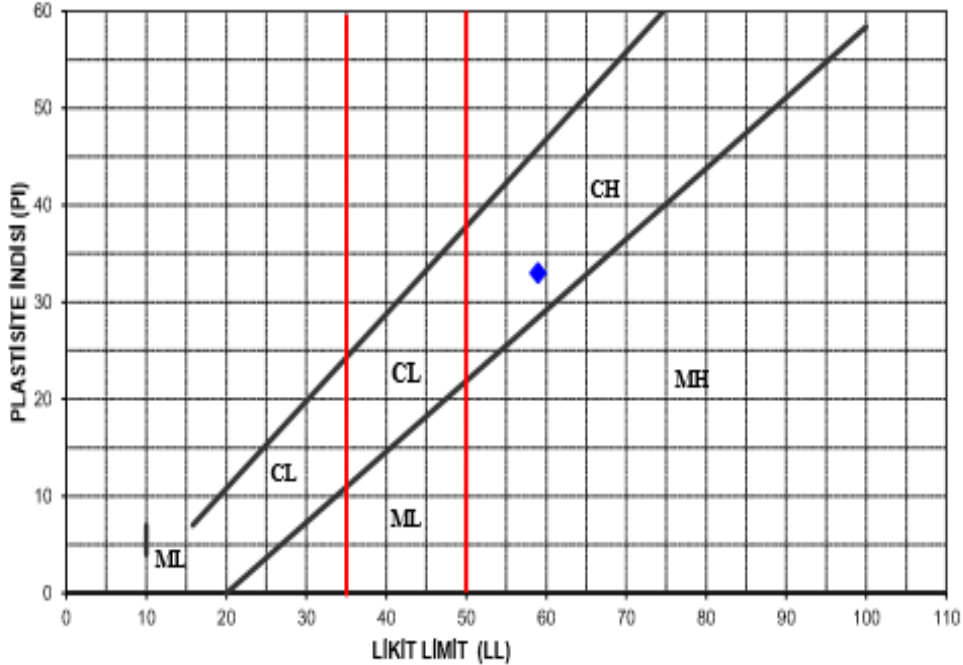
ATTERBERG LİMİTLERİ TAYİNİ

Deneyi Talep Eden :	YUSUF AK	Çukur-Sondaj No :	SK-1
Alındığı Tarih :	24.10.2015	Derinlik (m) :	18.00-18.45
Alındığı Yer :	VAN İLİ ERCİŞ İLÇESİ ARITMA TESİSİ ALANINDA YAPILAN ZEMİN ETÜT PROJESİ	Deney Tarihi :	28.10.2015
Adı / Presel :	-	Deney Standardı :	TS1900-1

	LL			PL	
	1	2	3	1	
Vuruş Adedi	25			-----	
Kap No	52			61	
Kap Ağırlığı (gr)	31			32	
Kap + Yaş Numune Ağı. (gr)	72.33			53	
Kap + Kuru Numune Ağı. (gr)	57			48	
Kuru Numune Ağı. (gr)	26			17	
Su Ağırlığı (gr)	15.33			4	
Su Mühtevası %	59.0			26	

Likit Limit	59
Plastik Limit	26
Plastisite İndisi	33

ATTERBERG LİMİTLERİ SINIFLANDIRMA TABLOSU



Not: Numaraları alındığı yere ait bilgiler süjüri boyaxadır ve deneyi yağılan numaneler için geçerlidir. Bu rapor okları ile bir bölümdür. Laboratuvarın yanısı izni olmadıkça kimsen yada kurumca çoğaltılamaz.

EK-5 JET GROUT SONRASI LABORATUVAR ANALİZLERİ (devam)


HABERCİ JEOTEKNİK
 İnşaat Gıda Turizm San. Tic. Ltd. Şti.

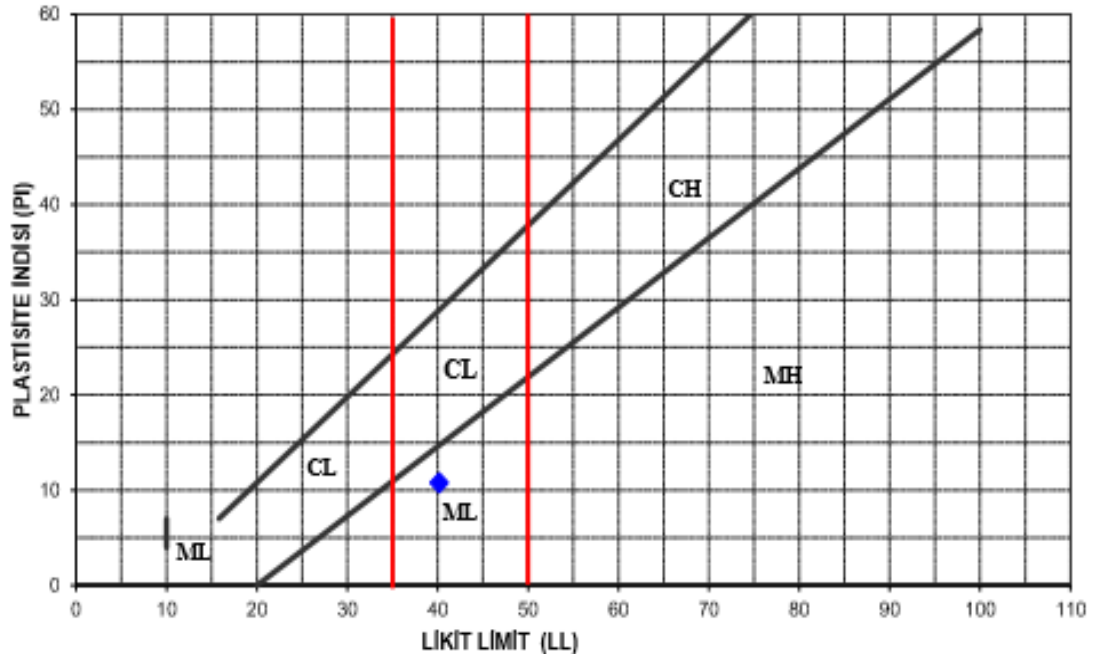
Şerefiye Mahallesi Milli Egemenlik Caddesi No:24/C İpekyolu/ VAN
 Telefaks : 0432 210 19 65
 Email : habercijeoteknik@gmail.com

ATTERBERG LİMİTLERİ TAYİNİ

Deneyi Talep Eden : YUSUF AK Çukur-Sondaj No : SK-1
 Alındığı Tarih : 24.10.2015 Derinlik (m) : 19.00-19.45
 Alındığı Yer : VAN İLİ ERCİŞ İLÇESİ ARITMA TESİSİ ALANINDA YAPILAN ZEMİN Deney Tarihi : 28.10.2015
 Adı / Parçesi : - Deney Standardı : TS(900-1)

	LL			PL	
	1	2	3	1	
Vuruş Adedi	25			-----	
Kap No	54			62	
Kap Ağırlığı (gr)	18			22	
Kap + Yaş Numune Ağ. (gr)	71.26			53	
Kap + Kuru Numune Ağ. (gr)	56			46	
Kuru Numune Ağ. (gr)	38			25	
Bu Ağırlığı (gr)	15.26			7	
Bu Nispeti %	40.2			29	

Likit Limit	40
Plastik Limit	29
Plastisite Indisi	11

ATTERBERG LİMİTLERİ SINIFLANDIRMA TABLOSU


Not: Numaraların alındığı yere ait bilgiler mülkleri boyanmış ve deneyi yapılan örnekler için geçerlidir. Bu rapor okuru ile bir bittir.
 Laboratuvarın yazılı izni olmadıkça kâğıda ya da tamamen çoğaltılamaz.

EK-5 JET GROUT SONRASI LABORATUVAR ANALİZLERİ (devam)



HABERCI JEOTEKNİK

İnşaat Gıda Turizm San. Tic. Ltd. Şti.

Şerefiye Mahallesi Millî Egemenlik Caddesi No:24/C İpekyolu/ VAN

Telefaks : 0432 210 19 65

Email : habercijeoteknik@gmail.com

ATTERBERG LİMİTLERİ TAYİNİ

Deneyi Talep Eden : YUSUF AK

Alındığı Tarih : 24.10.2015

Alındığı Yer : VAN İLİ ERCİŞ İLÇESİ ARITMA TESİSİ ALANINDA YAPILAN ZEMİN

ETÜT PROJESİ

Ada / Parsel : -

Çukur-Sondaj No : SK-1

Derinlik (m) : 20.00-20.45

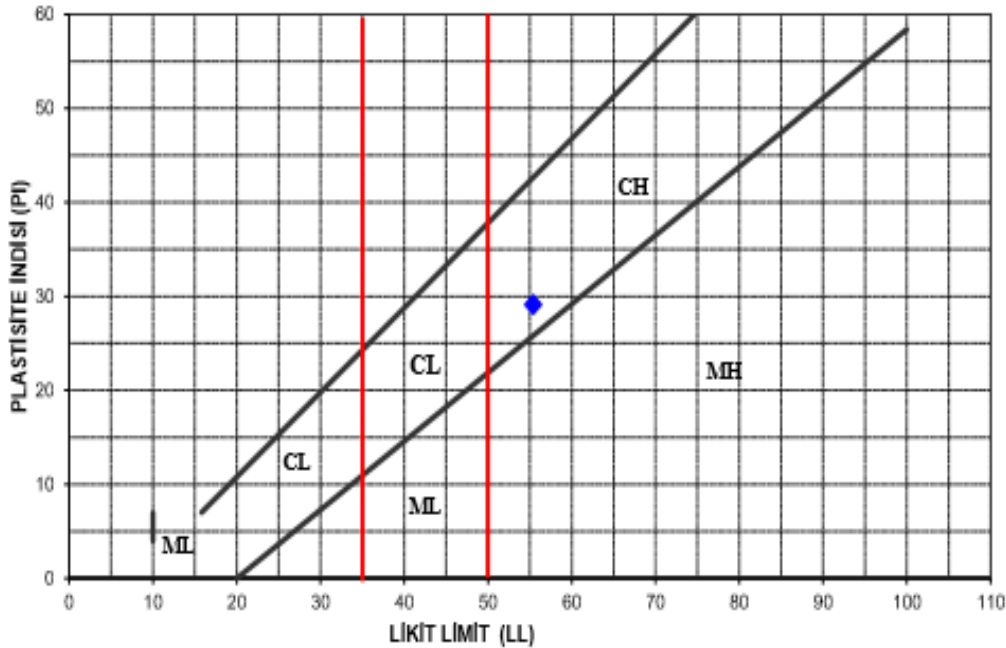
Deney Tarihi : 28.10.2015

Deney Standardı : TS(900-1)

	LL			PL	
	1	2	3	1	
Vuruş Adedi	25			----	
Kap No	67			61	
Kap Ağırlığı (gr)	32,5			32	
Kap + Yağ Numune Ağı. (gr)	68,78			53	
Kap + Kuru Numune Ağı. (gr)	55,85			48	
Kuru Numune Ağı. (gr)	23,35			17	
Su Ağırlığı (gr)	12,93			4	
Su Muhtevası %	55,4			26	

Lıkt Lımt	55
Plastik Lımt	26
Plastisite Indisi	29

ATTERBERG LİMİTLERİ SINIFLANDIRMA TABLOSU



Not: Numanelerini alndığı yere ait bilgiler ölçüleri boyanında ve deneyi yaptılan numaneler için geçerlidir. Bu rapor oldırı ile bir bılırdır. Laboratuvarın yazılı izni olmaksızın kuzere yada tamamına çoşıtılmaz.

EK-5 JET GROUT SONRASI LABORATUVAR ANALİZLERİ (devam)



HABERCI JEOTEKNİK

İnşaat Gıda Turizm San. Tic. Ltd. Şti.

Şerefiye Mahallesi Milli Egemenlik Caddesi No:24/C İpekyolu/ VAN

Telefaks : 0432 210 19 65

Email : habercijeoteknik@gmail.com

ATTERBERG LİMİTLERİ TAYİNİ

Deneyi Talep Eden : YUSUF AK

Alındığı Tarih : 24.10.2015

Alındığı Yer : VAN İLİ ERCİŞ İLÇESİ ARITMA TESİSİ ALANINDA YAPILAN ZEMİN ETÜT PROJESİ

Ada / Parsel : -

Çukur-Sondaj No : SK-2

Derinlik (m) : 17,00-17,45

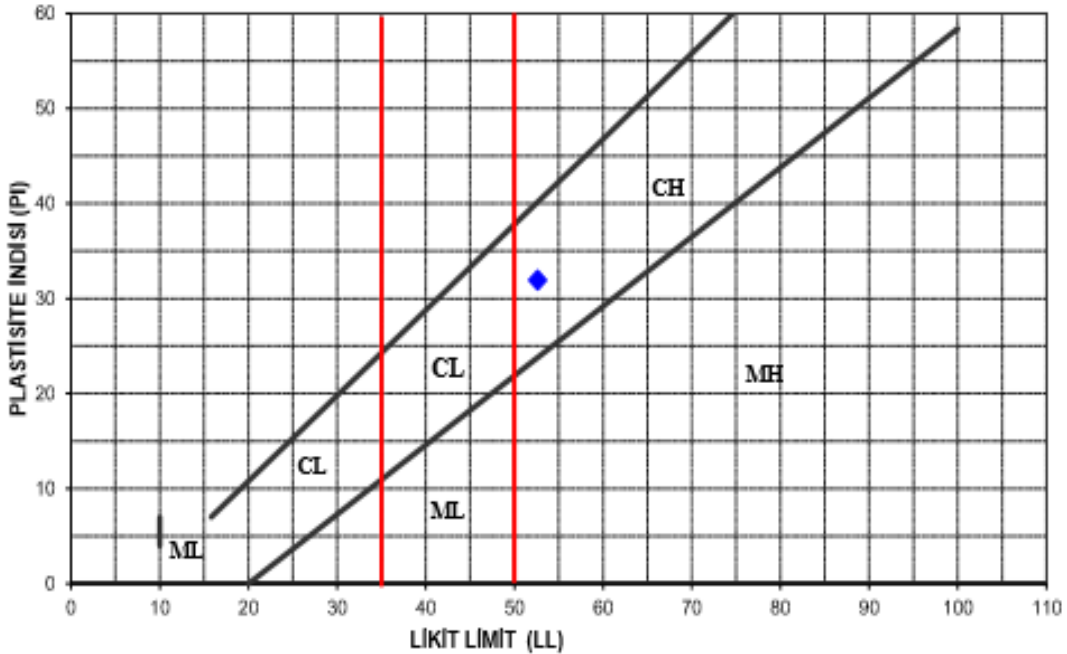
Deney Tarihi : 28.10.2015

Deney Standardı : TS(900-1)

	LL			PL	
	1	2	3	1	
Vuruş Adedi	25			----	
Kap No	45			42	
Kap Ağırlığı (gr)	32,5			31	
Kap + Yağ Numune Ağı (gr)	62,26			49	
Kap + Kuru Numune Ağı (gr)	52			46	
Kuru Numune Ağı (gr)	19,5			15	
Su Ağırlığı (gr)	10,26			3	
Su Mühtevası %	52,6			21	

Likit Limit	53
Plastik Limit	21
Plastisite İndisi	32

ATTERBERG LİMİTLERİ SINIFLANDIRMA TABLOSU



Not: Numunelerin alındığı yerin ait bilgiler mümkün olduğunda ve deneyi yaptırılan kurumların için geçerlidir. Bu rapor okları ile bir bütündür. Laboratuvarın yanısır izni olmadıkça kimsenin yada kurumunun çoğaltılması.

EK-5 JET GROUT SONRASI LABORATUVAR ANALİZLERİ (devam)



HABERCI JEOTEKNİK

İnşaat Gıda Turizm San. Tic. Ltd. Şti.

Şerefiye Mahallesi Milli Egemenlik Caddesi No:24/C İpekyolu/ VAN

Telefaks : 0432 210 19 65

Email : habercijeoteknik@gmail.com

ATTERBERG LİMİTLERİ TAYİNİ

Deneyi Talep Eden : YUSUF AK

Alındığı Tarih : 24.10.2015

Alındığı Yer : VAN İLİ ERCİŞ İLÇESİ ARITMA TESİSİ ALANINDA YAPILAN ZEMİN ETÜT PROJESİ

Ada / Parsel : -

Çukur-Sondaj No : SK-2

Derinlik (m) : 18.00-18.45

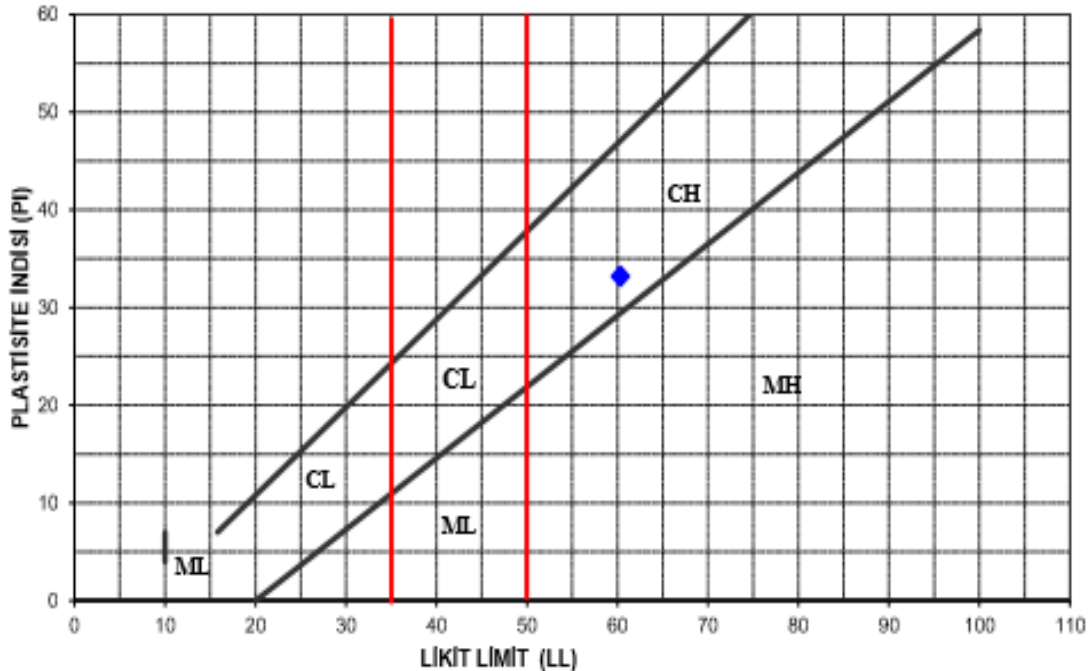
Deney Tarihi : 28.10.2015

Deney Standardı : TS1900-1

	LL			PL	
	1	2	3	1	
Vuruş Adedi	25			----	
Kap No	54			56	
Kap Ağırlığı (gr)	18			32	
Kap + Yaş Numune Ağı. (gr)	61.48			51	
Kap + Kuru Numune Ağı. (gr)	45.12			47	
Kuru Numune Ağı. (gr)	27.12			16	
Su Ağırlığı (gr)	16.36			4	
Su Nemliliği %	60.3			27	

Likit Limit	60
Plastik Limit	27
Plastisite İndisi	33

ATTERBERG LİMİTLERİ SINIFLANDIRMA TABLOSU



Not: Numunelerin alındığı yere ait bilgiler mülhürü boyanmış ve deneyi yapılan numuneler için geçerlidir. Bu rapor oldırı ile bir bittir.
Laboratuvarın yanısı tami olmadığıa kuzme yada tannamne çoğıltılrmm.

EK-5 JET GROUT SONRASI LABORATUVAR ANALİZLERİ (devam)



HABERCİ JEOTEKNİK

İnşaat Gıda Turizm San. Tic. Ltd. Şti.

Şerefiye Mahallesi Milli Egemenlik Caddesi No:24/C İpekyolu/ VAN

Telefaks : 0432 210 19 65

Email : habercijeoteknik@gmail.com

ATTERBERG LİMİTLERİ TAYİNİ

Deneyi Talep Eden : YUSUF AK

Alındığı Tarih : 24.10.2015

Alındığı Yer : VAN İLİ ERCİŞ İLÇESİ ARITMA TESİSİ ALANINDA YAPILAN ZEMİN ETÜT PROJESİ

Adı / Parsel : -

Çukur-Sondaj No : SK-2

Derinlik (m) : 19.00-19.45

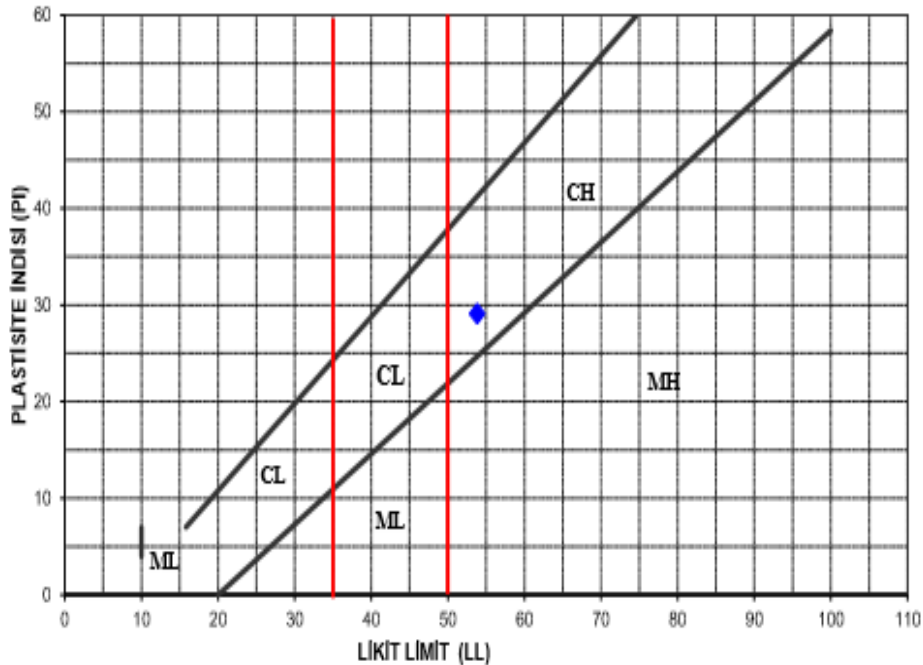
Deney Tarihi : 28.10.2015

Deney Standardı : TS1900-1

	LL			PL
	1	2	3	1
Vuruş Adedi	25			-----
Kap No	63			72
Kap Ağırlığı (gr)	23,5			33
Kap + Yaş Numune Ağı (gr)	64,26			53
Kap + Kuru Numune Ağı (gr)	50			49
Kuru Numune Ağı (gr)	26,5			16
Su Ağırlığı (gr)	14,26			4
Su Nemliliği %	53,8			25

Likit Limit	54
Plastik Limit	25
Plastisite İndisi	29

ATTERBERG LİMİTLERİ SINIFLANDIRMA TABLOSU



Not: Numaraları alındığı yere ait bilgiler olduğu boyanmış ve deneyi yapılan numuneler için geçerlidir. Bu rapor diğer ile bir tutulmamalıdır. Laboratuvarın yanlış izni olmadıkça kurtarılmaz ya da tamamı değiştirilmez.

EK-5 JET GROUT SONRASI LABORATUVAR ANALİZLERİ (devam)



HABERCI JEOTEKNİK

İnşaat Gıda Turizm San. Tic. Ltd. Şti.

Şerefiye Mahallesi Milli Egemenlik Caddesi No:24/C İpekyolu/ VAN

Telefaks : 0432 210 19 65

Email : habercijeoteknik@gmail.com

ATTERBERG LİMİTLERİ TAYİNİ

Deneyi Talep Eden : YUSUF AK

Alınış Tarihi : 24.10.2015

Alınış Yeri : VAN İLİ ERCIŞ İLÇESİ ARITMA TESİSİ ALANINDA YAPILAN ZEMİN ETÜT PROJESİ

Adı / Parsel : *

Çukur-Sondaj No : SK-2

Derinlik (m) : 19.00-19.45

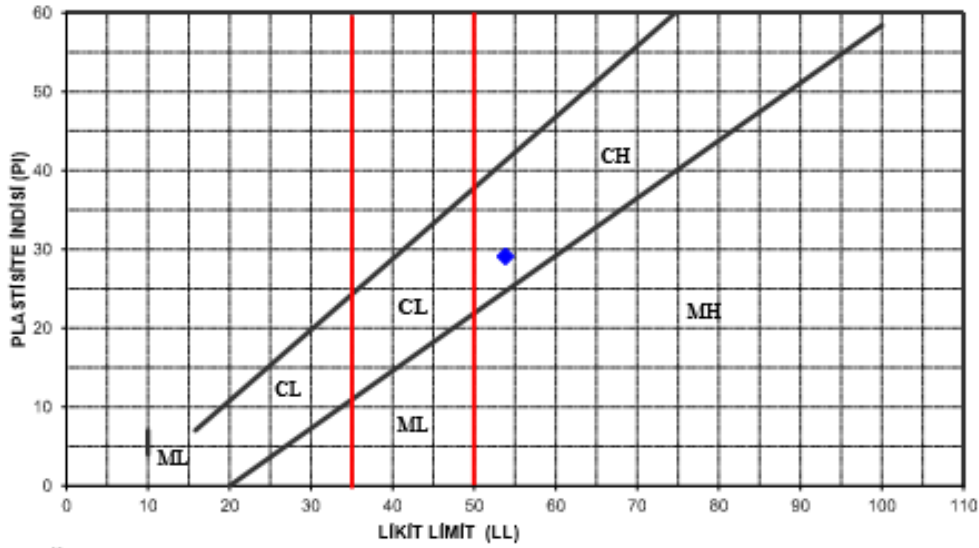
Deney Tarihi : 28.10.2015

Deney Standardı : TS1900-1

	LL			PL	
	1	2	3	1	2
Wuruy Adedi	25				
Kap No	63			72	
Kap Ağırlığı (gr)	23.5			33	
Kap + Yağ Numune Ağı. (gr)	64.26			53	
Kap + Kuru Numune Ağı. (gr)	50			49	
Kuru Numune Ağı. (gr)	26.5			16	
Su Ağırlığı (gr)	14.26			4	
Su Muhtevaatı %	53.8			25	

Likit Limit	54
Plastik Limit	25
Plastisite İndisi	29

ATTERBERG LİMİTLERİ SINIFLANDIRMA TABLOSU



Not: Neresinde olduğu yerde ait bilgiler ilişkin boyanabilir ve deneyi yapılan numuneler için geçerlidir. Bu rapor diğer ile bir tutulmalıdır. Laboratuvarın yazılı imi olmadan başka kurum ya da şahsa verilmemelidir.

Z.DF.01 Rev.No:00 Rev.Tar.:00/Y.Tar.: 01.02.2013

Deneyi Yapan

Deneyi Onaylayan

EK-5 JET GROUT SONRASI LABORATUVAR ANALİZLERİ (devam)



HABERCI JEOTEKNİK

İnşaat Gıda Turizm San. Tic. Ltd. Şti.

Şerefiye Mahallesi Milli Egemenlik Caddesi No:24/C İpekyolu/ VAN

Telefaks : 0432 210 19 65

Email : habercijeoteknik@gmail.com

ATTERBERG LİMİTLERİ TAYİNİ

Deneyi Talep Eden : YUSUF AK

Alındığı Tarih : 24.10.2015

Alındığı Yer : VAN İLİ ERCİŞ İLÇESİ ARITMA TESİSİ ALANINDA YAPILAN ZEMİN

ETÜT PROJESİ

Adı / Pasesi : -

Çukur-Bonaj No : SK-2

Derinlik (m) : 20.00-20.45

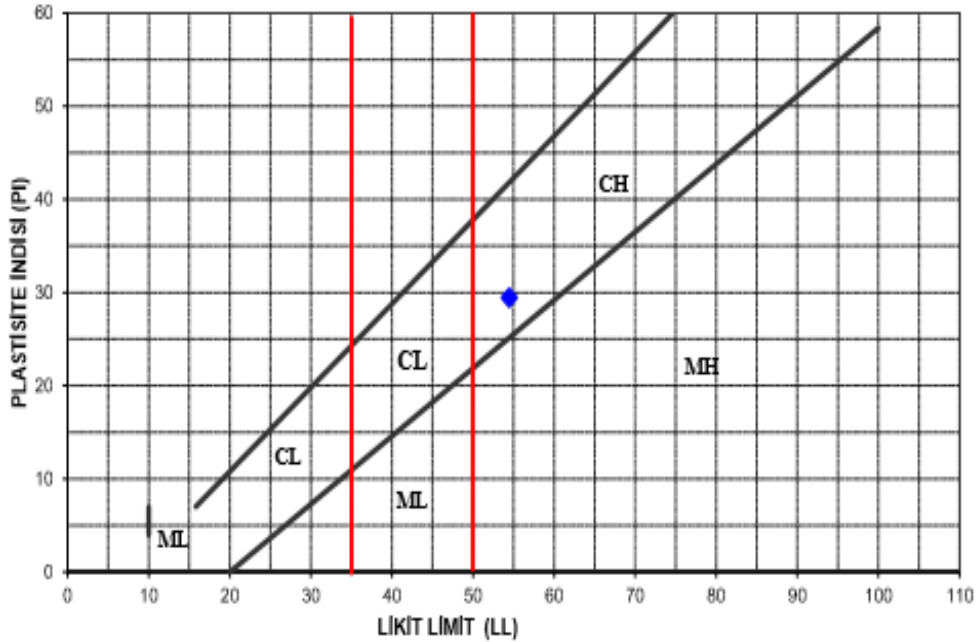
Deney Tarihi : 28.10.2015

Deney Standardı : TS(900-1)

	LL			PL	
	1	2	3	1	
Vuruş Adedi	25			-----	
Kap No	68			75	
Kap Ağırlığı (gr)	21			31	
Kap + Yağ Numune Ağı (gr)	66.88			57	
Kap + Kuru Numune Ağı (gr)	50.7			52	
Kuru Numune Ağı (gr)	29.7			21	
Su Ağırlığı (gr)	16.18			5	
Su Mühtevası %	54.3			25	

Likit Limit	54
Plastik Limit	25
Plastisite İndisi	29

ATTERBERG LİMİTLERİ SINIFLANDIRMA TABLOSU



Not: Numaraların alındığı yere ait bilgiler müdürlüğe boyanmış ve deneyi yapılan numuneler için geçerlidir. Bu rapor okları ile bir büründür.
Laboratuvarın yanlış izni olmadıkça kimse yada kurumun çoğaltılamaz.

ÖZ GEÇMİŞ

02.08.1984'de Ankara'da doğdu. İlk ve ortaöğretimini Ankara'da tamamlamıştır. Lisans eğitimini de Ankara'da devam edip, Orta Doğu Teknik Üniversite'sinde 2011 yılında mezun olmuştur. İş hayatına 2011 yılında Geosistem Sondaj İnşaat Mühendislik'te başlayıp, 2012 yılında Geoteklab Zemin Kaya Mekaniği ve Agregat Laboratuvarı ve yine 2012 yılında Toker Son. ve İnş. Müh. Akkuyu Nükleer Santrali'de devam etmiştir. 2012 yılında İller Bankası Van Bölge Müdürlüğünde atanmış ve kariyerine 2016'da uzmanlık unvanını alarak devam etmiştir. 2019 yılından itibaren İlbank Genel Müdürlüğünde görevine devam etmektedir. 2014 yılında Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans yapmaya hak kazanmıştır. Yüksek lisans eğitimine devam etmektedir.

T.C.
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
LİSANSÜSTÜ TEZ ORJİNALLİK RAPORU

Tarih: 01/08/2019

Tez Başlığı / Konusu: *Jet Grout (Jet-Enjeksiyon) Uygulamasının Jeoteknik Yöntemlerle Kontrolü: Erçiş (Van) Atıksu Arıtma Tesisi Örneği*

Yukarıda başlığı/konusu belirlenen tez çalışmamın Kapak sayfası, Giriş, Ana bölümler ve Sonuç bölümlerinden oluşan toplam 47 sayfalık kısmına ilişkin, 01/08/2019 tarihinde şahsım/tez danışmanım tarafından TURNITIN intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtreleme uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 1 (Bir) tir.

Uygulanan filtreler aşağıda verilmiştir:

- Kabul ve onay sayfası hariç,
- Teşekkür hariç,
- İçindekiler hariç,
- Simge ve kısaltmalar hariç,
- Gereç ve yöntemler hariç,
- Kaynakça hariç,
- Alıntılar hariç,
- Tezden çıkan yayınlar hariç,
- 7 kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç (Limit inatch size to 7 words)

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Lisansüstü Tez Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılmasına İlişkin Yönergeyi inceledim ve bu yönergede belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini bilgilerinize arz ederim.

Yusuf AK
01/08/2019

Adı Soyadı: Yusuf AK

Öğrenci No: 139101110

Anabilim Dalı: Jeoloji Mühendisliği

Programı: Yüksek Lisans

Statüsü: Y. Lisans

Doktora

DANIŞMAN ONAYI
UYGUNDUR



Doç.Dr. Ali ÖZVAN
(Unvan, Ad Soyad, İmza)

ENSTİTÜ ONAYI
UYGUNDUR


(Unvan, Ad Soyad, İmza)
Prof. Dr. Ali ÖZVAN
Enstitü Müdürü