

**DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**NEHİR GEÇİŞLERİNDE FORE KAZIK
UYGULAMASI
VE DİĞER KAZIK SİSTEMLERİYLE
KARŞILAŞTIRILMASI
(SAKARYA NEHRİ ÖRNEĞİ)**

Hüseyin Doğan CENGİZ

Ağustos, 2010

İZMİR

**NEHİR GEÇİŞLERİNDE FORE KAZIK
UYGULAMASI VE DİĞER KAZIK
SİSTEMLERİYLE KARŞILAŞTIRILMASI
(SAKARYA NEHRİ ÖRNEĞİ)**

Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Yüksek Lisans Tezi

Deniz Bilimleri ve Teknolojisi

Deniz Jeolojisi ve Jeofiziği

Hüseyin Doğan CENGİZ

Ağustos, 2010

İZMİR

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

HÜSEYİN DOĞAN CENGİZ, tarafından **PROF. DR. ERDENİZ ÖZEL** yönetiminde hazırlanan **“NEHİR GEÇİŞLERİNDE FORE KAZIK UYGULAMASI VE DİĞER KAZIK SİSTEMLERİYLE KARŞILAŞTIRILMASI (SAKARYA NEHRİ ÖRNEĞİ)”** başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

.....
Prof. Dr. Erdeniz ÖZEL

Danışman

.....
Prof. Dr. Doğan YAŞAR

Jüri Üyesi

.....
Prof. Dr. Yalçın ARISOY

Jüri Üyesi

.....
Prof.Dr. Mustafa SABUNCU

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Bu tezi oluşturmama yardımcı olan ve çalışma süresi boyunca desteklerini üzerimden esirgemeyen başta Sayın Prof. Dr. Erdeniz ÖZEL ve Sayın Öğr. Grv. Dr. Mustafa EFTELİOĞLU olmak üzere emeği geçen tüm hocalarıma teşekkür ederim.

İstanbul-Ankara Yüksek Hızlı Tren Projesi 2.Etap kapsamında çalışan başta TCDD 2.Grup Müdürü Sayın Aşkın GİCİR, ve diğer TCDD, TUMAS Müşavirlik ve Cengiz-İçtaş-Belen Konsorsiyumunda alışan çok değerli mühendis ağabeylerim ve arkadaşlarıma teşekkür etmek istiyorum.

Çalışma süresi boyunca teknik değerlendirmeleri, eleştirileri ve katkıları ile sürekli yardımlarını esirgemeyen Proje Müdürüm İnşaat Yük. Müh. Sayın Ertuğerul ASILOĞULLARI na teşekkür ederim

Bunun yanı sıra, bu tezi oluşturma aşamalarında manevi desteklerini hiçbir zaman üzerimden eksik etmeyen değerli aileme ve sevgili ağabeyim Sayın Jeoloji Yük. Müh. Cafer M. CENGİZ' e teşekkür ediyorum.

Hüseyin Doğan CENGİZ

NEHİR GEÇİŞLERİNDE FORE KAZIK UYGULAMASI VE DİĞER KAZIK SİSTEMLERİYLE KARŞILAŞTIRILMASI (SAKARYA NEHRİ ÖRNEĞİ)

ÖZ

Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Deniz Jeolojisi ve Jeofiziği Bölümü'nde Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanan bu çalışmada, Sakarya Nehri üzerinden geçen bir viyadük'ün temel kazıklarının yapım aşamaları anlatılmıştır.

Ayrıca kazık hesaplamaları ile zemin iyileştirme yöntemlerinden biri olan Jet-Grout çalışmaları anlatılmış ve bu çalışmalar birbirileriyle karşılaştırılarak uygulamadaki başarı tartışılmıştır. Uygulamaya yönelik olan fore kazık ve jet grout çalışmaları diğer kazık sistemleriyle karşılaştırılmış ve bu tez ile beraber kazık sistemleri arasında bir ilişki kurulmaya çalışılmıştır.

Anahtar kelimeler: Nehirler, Fore Kazık, Jet grouting, Testler, Kazıklar, Hızlı Tren

APPLICATION OF BORED PILES AT RIVER PASSAGE AND COMPERING WITH THE OTHER PILE SYSTEMS

ABSTRACT

Dokuz Eylül University, Institute of Science, Marine Science and Technology, Department of Marine Geology and Geophysics Department Master Thesis prepared in this study, the Sakarya River, passing over a viaduct of the pile of construction are discussed.

Moreover, calculations with piles of ground improvement methods are described in the Jet-Grouting work and success in implementing these studies were discussed by comparing each order. Fore implementing the jet grout piles and piles system compared with other studies and this thesis with the stakes have been trying to set up a relationship between systems.

Key words: Rivers, Bored Pile, Jet grouting, Tests, Piles, High Speed Train

İÇİNDEKİLER

Sayfa No.

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZ	iv
ABSTRACT.....	v
BÖLÜM BİR – GİRİŞ.....	1
BÖLÜM İKİ – MATERYAL VE METOD.....	6
2.1 Materyal.....	6
2.2 Metod.....	7
2.3 Arazi Çalışmaları.....	7
2.3.1 Sondaj Çalışmaları.....	7
2.3.2 Jeoteknik Çalışmalar.....	8
BÖLÜM ÜÇ - BULGULAR VE TARTIŞMA.....	9
3.1 Çalışma Alanının Genel Jeolojisi.....	9
3.1.1 Çaycuma Formasyonu (Tçk).....	10
3.1.2 Eski Alüvyon (Qae).....	11
3.2 Hidrojeoloji.....	11
3.3 Depremsellik.....	12
3.4 Yapısal Jeoloji.....	13
3.4.1 Eski Tektonik Dönem Yapıları.....	14
3.4.1.1 Uyumsuzluklar.....	14
3.4.1.2 Yapraklanma ve Dilinim.....	14
3.4.1.3 Kıvrımlar.....	14
3.4.1.4 Sürüklenme ve Bindirme Fayları.....	15
3.4.2 Yeni Tektonik Dönem Yapıları.....	15

3.4.2.1 Normal ve Verev Atımlı Normal Faylar.....	15
3.4.2.2 Doğrultu Atımlı Faylar.....	15
3.4.3 Aktif Faylar.....	16
3.5 Zemin Araştırmaları.....	16
3.6 Mühendislik Jeolojisi	17
BÖLÜM DÖRT – KAZIKLAR.....	19
4.1 Kazık Uygulamaları.....	19
4.2 Kazık Çeşitleri.....	21
4.2.1 Ahşap Kazıklar.....	24
4.2.2 Betonarme Kazıklar.....	25
4.2.2.1 Betonarme Çakma Kazıklar.....	25
4.2.2.2 Yerinde Dökme Betonarme Kazıklar.....	26
4.2.2.3 Betonarme Kazıkların Karşılaştırılması.....	29
4.2.3 Çelik Kazıklar.....	31
4.2.4 Karmaşık (Kompozit) Kazıklar.....	31
BÖLÜM BEŞ - JET GROUT.....	32
5.1 Jet Grout Zemin Enjeksiyonu.....	32
5.2 Jet Grout Teknikleri.....	39
5.3 Jet Grout Yönteminde Kullanılan İşletim Parametreleri.....	41
5.3.1 Enjeksiyon Basıncı.....	41
5.3.2 Dönme ve Çekme Hızı.....	42
5.3.3 Dozaj.....	43
5.4 Farklı Zeminlerde Jet Grout Uygulama Parametreleri.....	43

BÖLÜM ALTI – UYGULAMA.....	45
6.1 Zemin İncelemeleri.....	46
6.1.1 Yer Altı Suyu İncelemeleri.....	46
6.1.2 Numune Alınması, Arazi ve Laboratuar Deneyleri.....	46
6.1.2.1 Sondaj Çalışmaları.....	46
6.1.2.2 Standart Penetrasyon Testi (SPT).....	47
6.1.2.3 Koni Penetrasyon Testi (CPT)	48
6.2 Yerinde Dökme Betonarme (Fore) Kazık Yapımı.....	50
BÖLÜM YEDİ – JET GROUT UYGULAMASI.....	57
BÖLÜM SEKİZ – KAZIKLARDA EPOXY UYGULAMASI.....	63
BÖLÜM DOKUZ – KAZIK HESAPLARININ YAPILMASI.....	68
9.1 Uç Taşıma Yüğü (Q_p).....	71
9.2 SPT ile Kazık Taşıma Gücü.....	75
9.3 Kazıklarda Taşıma Gücü Hesabı.....	76
BÖLÜM ON – KAZIK YÜKLEME DENEYİ.....	81
BÖLÜM ONBİR – PILE INTEGRITY TESTLERİ.....	84
SONUÇLAR	87
KAYNAKLAR.....	91
ÖZGEÇMİŞ.....	94
EKLER.....	95

BÖLÜM BİR

GİRİŞ

Bu çalışma, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Deniz Bilimleri Anabilim Dalında, Deniz Jeolojisi ve Jeofiziği Mühendisliği Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır. Bu araştırma kapsamında, İstanbul-Eskişehir Yüksek Hızlı Tren Projesi Sakarya Nehri geçişinde kullanılan fore kazık sisteminin uygulama ve yapım aşamaları ile hesaplama yöntemleri ele alınmıştır. Çalışma alanı; Sakarya ili, Bozüyük-Mekece-Pamukova devlet karayolu üzerinde bulunan mevcut tünellerden Tünel-9-10-11-12-13 ve Tünel-14 ü birbirine bağlayacak olan Viyadük-14 ve Viyadük-15'in temel kazıklarının bulunduğu alan olarak tasarlanmıştır. Bunlardan çoğunlukla Viyadük-14 de yapılan temel kazıklar baz alınacaktır.

İstanbul-Eskişehir Yüksek Hızlı Tren Projesi 158 km lik bir hattan oluşmaktadır. Kesim-1 (Köseköy-Vezirhan Hattı) ve Kesim-2 (Vezirhan-İnönü Hattı) olmak üzere iki kesime ayrılmıştır. Kesim-1 olarak nitelendirilen hattın toplam uzunluğu 104 km, Kesim-2 olarak nitelendirilen hattın toplam uzunluğu ise 54 km dir

Güzergâh boyunca toplam 9 istasyon yer almaktadır. Bu istasyonlar sırasıyla Eskişehirden itibaren Çukurhisar, İnönü, Bozüyük, Bilecik, Vezirhan, Mekece, Pamukova, Arifiye ve Sapanca İstasyonları olarak isimlendirilmiştir (Şekil-1.1).

Bu proje kapsamında toplam 38711 m uzunluğunda 40 adet tünel, 8829 m. uzunluğunda 15 adet viyadük, 1370 m. uzunluğunda 17 adet köprü, 1610 m. uzunluğunda 3 adet aç-kapa tüneli ve bunların yanı sıra toprak işlerinde; Toplam Kazı: 9,2 milyon m³, Toplam Dolgu: 4,6 milyon m³ olarak projelendirilmiştir (Tablo-1.1).



Şekil 1.1 Çalışma alanı yer bulduru haritası ve İstanbul-Eskişehir Hızlı Tren Projesi güzergâh planı (Yüksel Proje, 2009)

Tablo 1.1 İstanbul-Eskişehir Yüksek Hızlı Tren Projesi kapsamında mevcut sanat yapıları ve tünel bilgileri (PMO Teknik Ofis)

	<i>KESİM 1</i>	<i>KESİM 2</i>	<i>TOPLAM</i>
TÜNEL (ADET)	17 ad. (16756 m.)	23 ad. (21955 m.)	40 ad. (38711 m.)
VİYADÜK (ADET)	4 ad. (2247 m.)	11 ad. (6582 m.)	15 ad. (8829 m.)
KÖPRÜ (ADET)	15 ad. (1170 m.)	2 ad. (200 m.)	17 ad. (1.370 m.)
AÇ – KAPA TÜNEL (ADET)	1 ad. (219 m.)	2 ad. (1360 m.)	3 ad. (1610 m.)
UZUNLUK (KM)	104 km.	54 km.	158 km.

Bu tez Vezirhan-Köseköy (Kesim-1) hattında yapılan fore kazık çalışmaları üzerine yapılmıştır. Kesim-1 bölümüne ait tabloda gösterilenlerin yanı sıra proje kapsamında 132 adet menfez, 21 adet üst geçit, 37 adet tarımsal amaçlı alt geçit bulunmaktadır.

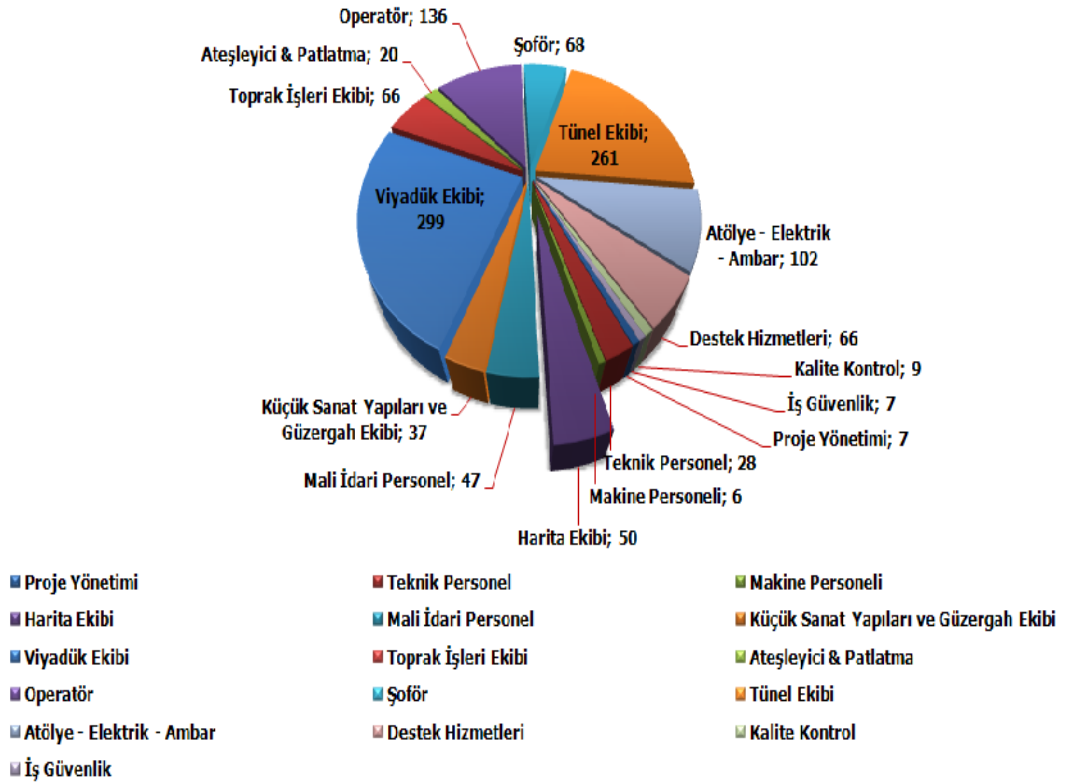
Yüksek Hızlı Tren'in saatte yapacağı hız 250 km/s., Minimum kulp yarıçapı 3500 m., eğimi ise ‰ 22,5 olarak projelendirilmiştir.

Bu çalışma km: 170 + 940 – 172 + 450 arasında yapımı gerçekleştirilen, 1510 m. uzunluğundaki Mekece-Pamukova-Sapanca arasındaki Viyadük Temel Kazık İnşaatı yapım aşamalarını ve Jeoteknik çalışmalarını içermektedir. Jeoteknik çalışmalar; Pamukova bölgesinin zemin karakteristiğinin çok zayıf olması dolayısıyla proje öncesinde yapılan çalışmanın yanı sıra proje yürütülme aşamasında da koni penetrasyon testi (CPT) ve ilave sondajların beraberinde Standart Penetrasyon Testleri yapıp bunların korelasyonu ile projeler yeniden revize edilmiş hatta kimi yerlerde kazık çalışmaları yetersiz ve yüksek maliyetli görülerek çeşitli zemin iyileştirme yöntemlerinden biri olan Jet-Grout yöntemine başvurulmuştur.

İstanbul-Eskişehir Yüksek Hızlı Tren Projesi çalışmaları 4 adet firmanın konsorsiyum oluşturması ile yürütülmektedir. Firmaların konsorsiyuma ait bilgileri şu şekildedir:

- CRCC - %32 – İnşaat ve elektromekanik işler (pilot firma)
- CMC - % 8 – Elektromekanik işler
- CENGİZ - %30 – İnşaat işleri
- IC İÇTAŞ - %30 – İnşaat işleri

Tablo 1.2 Hızlı Tren Şantiyesi konsorsiyuma ait bilgiler (Ank-İst.Hızlı Tren Projesi, bilgilendirme sunumu, 10.06.2009)





Şekil 1.2 Kesim-1 Osmaneli şantiyesi kamp alanı görünümü

BÖLÜM İKİ

MATERYAL VE METOD

2.1 Materyal

Bu Çalışma Ankara-Eskişehir Yüksek Hızlı Tren Projesi 1.Etap'ın devamı olarak 2.Etap İstanbul-Eskişehir Yüksek Hızlı Tren Projesi güzergahının Kesim-1 e ait Sakarya Nehri'ni kesen viyadük çalışmalarında gerçekleştirilmiş ve fore kazık çalışmaları yapım aşamaları, kazık hesaplamaları ile gerekli zemin iyileştirmeleri ve beraberinde jeoteknik uygulamaları kapsayacak şekilde hazırlanmıştır.

Sakarya ili, iklim özellikleri açısından Marmara ve Karadeniz Bölgesi iklim özelliklerini taşımaktadır. Sakarya ili, yağışlı ve rutubetli bir havaya ve ılıman bir iklime sahiptir. Kışlar bol yağışlı ve ılık, yazlar ise sıcak geçer.

Rüzgârlar genel olarak kuzeydoğudan poyraz, kuzeybatıdan da karayel olarak eser. Zaman zaman güneyden esen lodos, özellikle Adapazarı Ovasında sıcaklığın artmasına yol açmaktadır.

Sakarya iline ait yıllık yağış ortalaması 1.016 mm, sıcaklık ortalaması 14.4 ve nisbi nem % 73.9'dur.

İl toprakları coğrafi değerler bakımından, 29 derece, 57 dakika - 30 derece, 53 dakika doğu boylamları ile 40 derece 17 dakika - 41 derece, 13 dakika kuzey enlemleri arasında yer almaktadır. İl merkezi olan Adapazarı, İstanbul'a göre 1 derece, 25 dakika doğudadır. İl topraklarının şekli, güneyden kuzeye doğru bir dikdörtgene benzer.

Yönelim açısından doğudan Bolu'nun; Göynük, Mudurnu, Düzce ve Akçakoca ilçeleri, güneyden Bilecik'in Gölpaazarı ve Osmaneli ilçeleri, batıdan Kocaeli'nin; Kandıra, Merkez ve Gölcük ilçeleri, kuzeyden ise Karadeniz ile çevrilidir.

İlin merkezi olan Adapazarı, Akova adı ile anılan düzlükte, Sakarya havzasının aşığı kısmındadır. Doğudan Çamdağı, güney ve güneydoğudan Samanlı dağları, kuzeyden Karadeniz ile sınırlanan Sakarya ilinin batıdan belirgin bir doğal sınırı yoktur. Sakarya vadisinin Kocaeli platosu ve İzmit Körfezi'nin doğusunda da süren çöküntü alanı, ilin bu bölümüne girer. Denizden olan yüksekliği yaklaşık 31 m. dir.

2.2 Metod

İlk aşamada, çalışma alanı ile ilgili literatür taraması yapılmış ve arazi çalışması için veri tabanı oluşturulmuştur. Araştırma ile ilgili bilimsel yayın ve basılı dokümanlar incelenmiştir.

2.3 Arazi Çalışmaları

Arazi çalışmalarına; 2009 Ekim ayında, İstanbul-Eskişehir Yüksek Hızlı Tren projesi güzergâhı içerisinde mevcut Vezirhan-Köseköy hattı güzergâhı boyunca Sakarya Nehri üzerinden geçen Sakarya iline bağlı Pamukova-Mekece mevkiinde yapılan temel sondajlar ve arazi deneyleri ile başlanılmıştır. Zeminin karakteristiği açısından ek bilgi almak için Jeoteknik Çalışmalar ile devam edilmiştir. Bu yöntemler kendi aralarında karşılaştırılarak sonuçları değerlendirilmiştir.

2.3.1 Sondaj Çalışmaları

Çalışma güzergâhı boyunca yapılan temel sondajlarında, rotary sistem, hidrolik baskılı morsetli, dizel motorlu, kafes tipi kuleli, kamyonu monte mobil sondaj makineleri kullanılmıştır (Şekil 2.1). Bu çalışmalarda DSİ (1996)'da belirtilen şartnamelere uyulmuştur.



Şekil 2.1 Çalışma alanında yapılan temel sondaj çalışmaları ve sondaj makinesi

Temel sondajı çalışmalarında 1.50 metrelik manevra boyu ile ilerleme yapılmış ve her 1.50 metre de bir Standart Penetrasyon Testi yapılmıştır. Yine bu seviyelerden, laboratuvar deneylerinde kullanılmak üzere örselenmiş, örselenmemiş ve karot numuneler alınmıştır. Alınmış örselenmiş numuneler ağızları parafinlenmiş ve üzerleri etiketlenmiş kavanozlar içerisinde muhafaza edilmiştir. Karotlu ilerleme yapılan seviyelerden, yine aynı amaçla, minimum %75 karot randımanına sahip, karot numuneleri alınmış ve bu numuneler standartlarına uygun şekilde karot sandıklarına yerleştirilmiştir. Ayrıca kohezyonlu zeminlerden örselenmemiş numuneler alınarak, her iki tarafı parafinlenmiş ve üzerleri etiketlenmiş shelby tüpleri içerisinde muhafaza edilmiştir. Yapılan tüm bu çalışmalarla ilgili her türlü kayıt tutulmuş, sondaj logları hazırlanmış ve her lokasyon için zemin stratigrafik sütun kesiti hazırlanmıştır. Ayrıca alınan numuneler, gerekli testlerin yapılması için, laboratuvara nakledilmiş ve bu numuneler üzerinden zeminin karakteristik özelliklerini belirlemek amacıyla Zemin ve Kaya Mekaniği laboratuvar testleri yapılmıştır.

2.3.2 Jeoteknik Çalışmalar

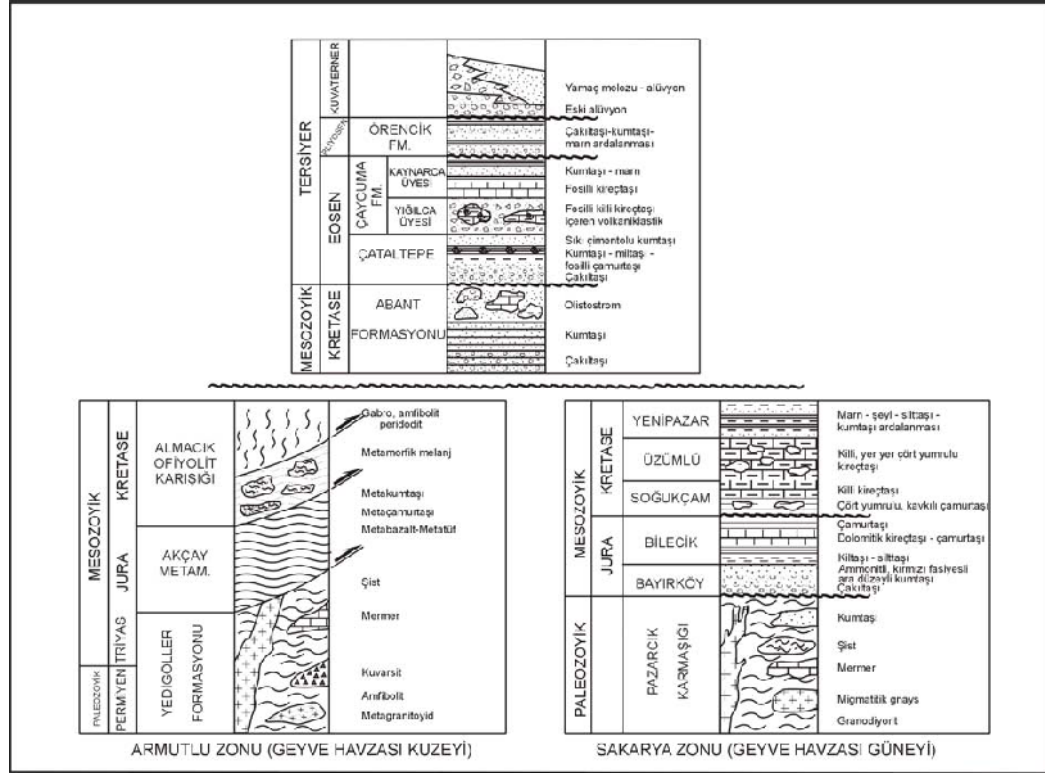
Presiyometre, Koni Penetrasyon Testi ve Standart Penetrasyon Testleri yapılarak zeminin karakteristiği açısından ek bilgi alınması hedeflenmiştir.

BÖLÜM ÜÇ

BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1 Çalışma Alanının Genel Jeolojisi

Eskişehir-Köseköy demiryolu güzergâhı boyunca ve yakın çevresinde güneyden kuzeye doğru Tavşanlı Zonu, Sakarya Zonu ve Armutlu yarımadasına ait birimler kesilmektedir. Eskişehir-İnönü fayı Tavşanlı zonu ile Sakarya zonu arasında bir sınır oluştururken, Kuzey Anadolu Fay Sisteminin güney kolu olan Geyve Fay Zonu Armutlu Yarımadasındaki birimlerle Sakarya zonu arasında bir sınır oluşturur. Tavşanlı zonuna ait birimler en güneyde ve güzergahın dışında kalmaktadır. Farklı metamorfizma koşullarında gelişmiş, Permilen öncesi Pazarcık Karmaşığı ve bunu kesen Bozüyük granitoyidi, Permilen yaşlı Derbent Kireçtaşı ile Alt Mesozoyik yaşlı Karakaya Grubu Sakarya Zonunun temelini oluştururken bu kayaları uyumsuzlukla örten ve Bayırköy formasyonu ile başlayarak, Bilecik Formasyonu, Soğukçam Kireçtaşı, Üzümlü formasyonu, Yenipazar Formasyonu, Abant Formasyonu, Sarısu volkanitleri, Çataltepe Formasyonu, Çaycuma Formasyonu ile devam eden Mesozoyik-Tersiyer yaşlı istif örtü kayalarını oluşturur. Güzergâhın kuzey kesiminde Paleozoyik-Mesozoyik yaşlı Yedigöller Formasyonu, İznik metamorfite, Almacık ofiyolitik karışığı, Akçay metamorfite ise Armutlu Yarımadasının temelini oluşturmaktadır. Bu metamorfite uyumsuzlukla örten Acıelma kireçtaşı Armutlu yarımadasının en yaşlı örtü kayacını oluşturur. Orta-Üst Miyosen yaşlı Porsuk Formasyonu, Akpınar Formasyonu, Karaköy volkanitleri ile Kuvaterner yaşlı eski alüvyon Bozüyük-Eskişehir kesiminin havza dolgularını oluştururken Pliyosen yaşlı Örencik Formasyonu ve diğer Kuvaterner çökeller Sakarya havzası'nın çökellerini oluşturur. İncelenen bölgeyi temsil eden stratigrafik istif Şekil 3.1 'de verilmiştir.



Şekil 3.1 İnceleme alanı stratigrafik dikme kesiti (Yüksel Proje Cilt: 1/9)

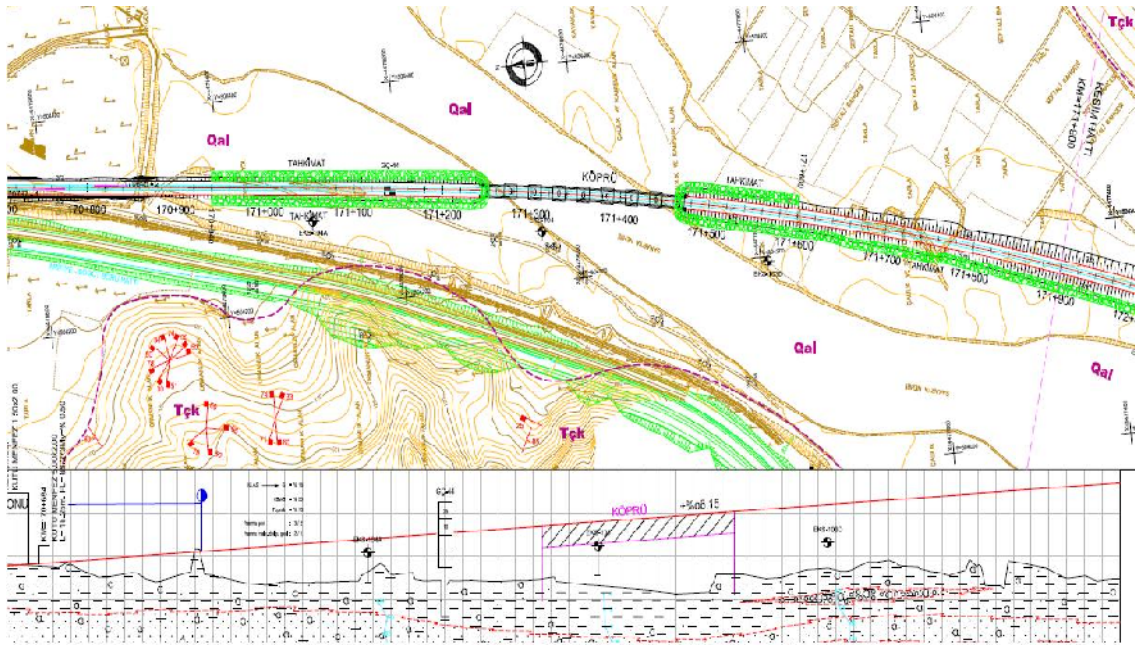
3.1.1 Çaycuma Formasyonu (Tçk)

Genelde çakıl taşı – kumtaşı – çamurtaşı – kiltası – silttaşı ardalanmasından kurulu Çaycuma Formasyonu ’nun Kaynarca üyesi (Tçk) içerisinde oluşturulacaktır. Kumtaşı – çakıltaşı ardalanması, sarımsı-açık kahve renkli, gri-yeşilimsi gri, sık eklemlü, ince-orta yer yer kalın tabakalı, az-orta derecede ayrıışmış, sert dayanımlı-orta dayanımlıdır. Eklemler, açık, dalgalı, pürüzlü, MnO boyalı yer yer kil dolguludur. Çamurtaşı; koyu gri-yeşilimsi gri, sık eklemlü, orta derecede ayrıışmış, orta zayıf-orta dayanımlıdır. Çatlaklar, açık, pürüzlü, dalgalı ve MnO/FeO boyalıdır. Silttaşı; koyu gri-mor, sık eklemlü, orta derecede ayrıışmış, orta zayıf dayanımlıdır. Çatlaklar, açık, mat, pürüzlü yer yer kil dolgululu ve FeO sıvalıdır.

Birime ait kayaçlar yeraltı suyu açısından genel olarak az geçirimli – geçirimsiz özellikler sunarlar. Ancak birim, içerdği süreksizliklerin nitel ve nicel özelliklerine bağlı olarak bir miktar yeraltı suyu dolaşımına izin verebilmektedir.

3.1.2 Eski Alüvyon (Qae)

Bu formasyon, kalınlığı 4.00 – 15.00 metre arasında değişen eski alüvyon örtüsü (Qae) esas olarak açık sarımsı kahverengi, kahverengi, gri renkli, ince – iri taneli, sıkı – çok sıkı, killi çakıllı kum ile açık kahverengi, çok katı, düşük – yüksek plastisiteli, çakıllı kumlu kil ve killi kumlu çakılın ardışık seviye ve merceklerinden kuruludur. Ana kayayı temsil eden Yenipazar Formasyonu (Ky) ise çakıltaşı, kumtaşı, siltaşı, çamurtaşı ve kiltası araldanmasından oluşur. Bu kayalar; açık gri – yeşilimsi gri, yeşilimsi, kıvı, kahverengi, sık eklemli, ince – orta katmanlı, orta – çok ayrışmış yer yer az ayrışmış, çok zayıf – zayıf dayanımlıdır. Çatlaklar, açık, pürüzlü yer yer parlak, dalgalı, FeO sıvalı yer yer kil – kalsit dolguludur (Şekil 3.2).



Şekil 3.2 Çalışma bölgesinin genel jeolojisi (Yüksel Proje, EKD-000-JE3-057-U-0 no.lu proje)

3.2. Hidrojeoloji

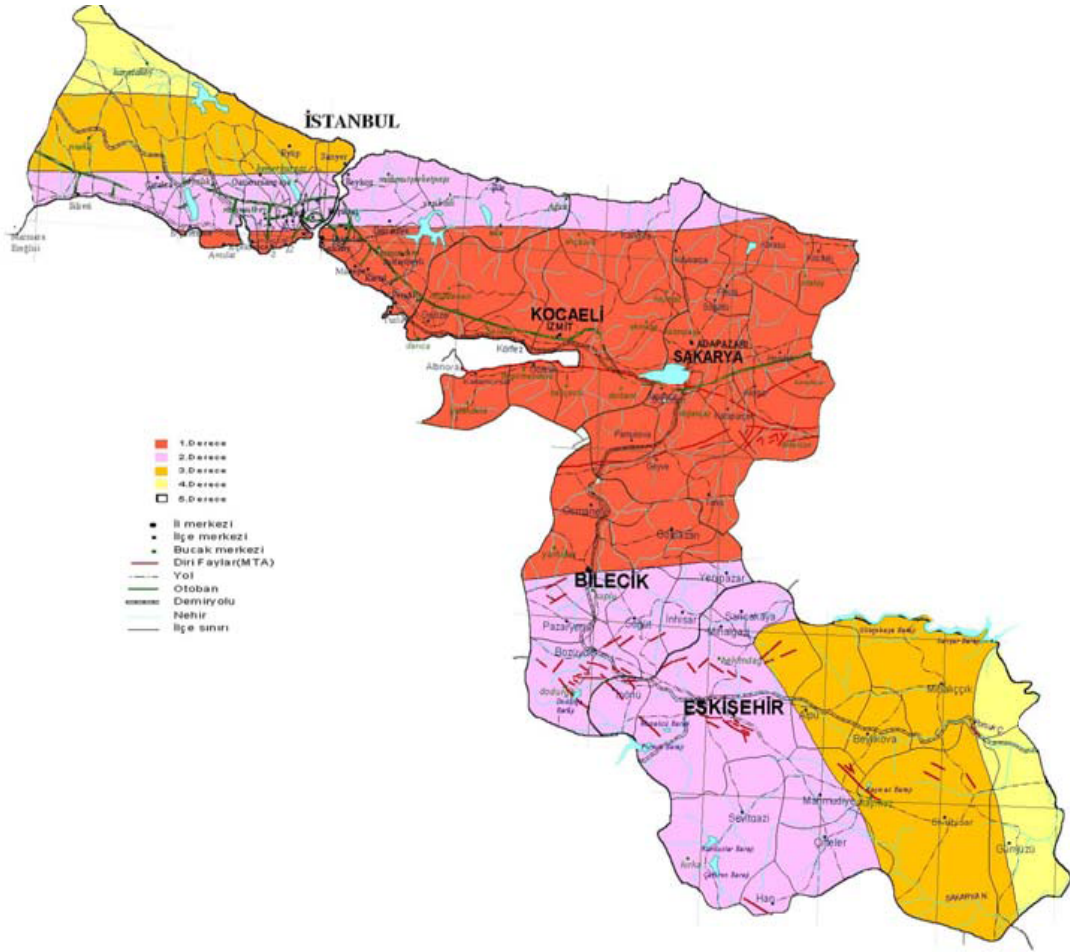
Km: 170+940 - 172+588 arasındaki bölge güncel alüvyonun izlendiği kesimlerdir. Bu bölgede yeraltı suyu derinliği 1.00 – 2.00 metre civarında iken bu değer eski alüvyonda 5.00 – 6.00 metreye kadar düşmektedir. Sakarya Nehri ve Karasu Çayının güncel alüvyonları genel karakter olarak kum, çakıl ve kilin ardışık mercek ve seviyelerinden kurulu olup granüler seviyeler baskındır.

3.3. Depremsellik

T.C.Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü Deprem Araştırma Dairesi tarafından hazırlanan 18.04.1996 tarih ve 96/8109 sayılı kararıyla yürürlüğe giren deprem yönetmeliğine göre; proje güzergahı genel olarak 1.derecede deprem riski taşımaktadır (Şekil 3.3, Şekil 3.4)



Şekil 3.3 Hızlı Tren güzergâhı ve çevresi diri fay haritası (TC Bayındırlık ve İskan Bakanlığı)



Şekil 3.4 Proje alanı ve çevresi deprem bölgeleri haritası (TC Bayındırlık ve İskan Bakanlığı)

3.4. Yapısal Jeoloji

Yoğunca deformasyona uğramış olan bölgedeki ana yapısal öğeler, yaşlarına göre iki ana grupta incelenebilir. Bunların ilki Pliyosen öncesinde oluşmuş Eskitektonik (Paleo-tectonic) dönem yapıları ve ikincisi daha sonra gelişmiş olan ya da nitelik değiştirerek etkinliğini sürdüren Yenitektonik (Neo-tectonic) dönem yapılarıdır. Eskitektonik dönem yapıları arasında yapraklanma, dilinim, kıvrım, bindirme ve sürüklenme fayları ile değişik tür uyumsuzluklar yer alır. Yenitektonik yapılar ise doğrultu atımlı faylar ile yer yer verev atımlı, dikçe eğimli normal faylardan oluşmaktadır.

3.4.1 Eskitektonik Dönem Yapıları

Bunlar çeşitli uyumsuzluklar, yapraklanma, dilinim, kıvrım, bindirme ve sürüklenme faylarından oluşur.

3.4.1.1 Uyumsuzluklar

Vezirhan-Köseköy arasındaki kesimde yer alan en önemli uyumsuzluk Erken-Orta Liyas yaşlı Bayırköy Formasyonu'nun tabanında ve tavanında (açısal uyumsuzluk) görülür. Ayrıca platform karbonatlarından oluşan Kalloviyen-Hotiriviyen yaşlı Bilecik Formasyonu ile Apsiyen-Erken Maastiştien yaşlı pelajik özellikli Soğukçam Kireçtaşı arasında kısa süreli bir zaman boşluğu (diskonformity) gözlenir (Koçyiğit vd. 1991). Bunların dışında Abant Formasyonu'nun tabanında, Eosen yaşlı birimlerin tabanında ve Pliyosen yaşlı Örencik Formasyonunun tabanında uyumsuzluklar görülür.

3.4.1.2 Yapraklanma ve Dilinim

Gerek Armutlu Yarımadasında gerekse Sakarya Zonunda yüzeyleyen ve temeli oluşturan metamorfik kayalarda, birincil tabakalanmaya paralel olarak gelişmiş veya kesen yapraklanma ve dilinim gözlenir.

3.4.1.3 Kıvrımlar

Bölgede yüzeyleyen Pliyosen öncesi birimler yeğin olarak kıvrımlanmıştır. Kıvrımlar mikroskopik boyuttan birkaç kilometre uzunluğa, açık kıvrımlardan mezoskopik ölçekli kapalı dik, kutu, açılı, yatık kıvrımlar şeklinde gözlenir. Sakarya Havzası'nın en yaşlı birimi olan Pliyosen yaşlı Örencik Formasyonu da KAFS'nin mekanizmasına bağlı olarak kıvrımlanmıştır.

3.4.1.4 Sürüklenim ve Bindirme Fayları

Güzergâh boyunca sık olarak rastlanamamasına rağmen, bölgesel olarak sürüklenim fayları genellikle Akçay Metamorfitleri ve Almacık ofiyolitik Karmaşığı arasında gelişmiştir.

3.4.2 Yeni tektonik Dönem Yapıları

Yeni tektonik dönem yapıları normal faylarla ve doğrultu atımlı faylarla karakterize edilir.

3.4.2.1 Normal ve Verev Atımlı Normal Faylar

Bunlar genellikle kısa, birbirine koşut-yarı koşut uzanımlı açılma türü yapılar olup, egemen olarak Sapanca güneyinde yoğunlaşmış durumdadır.

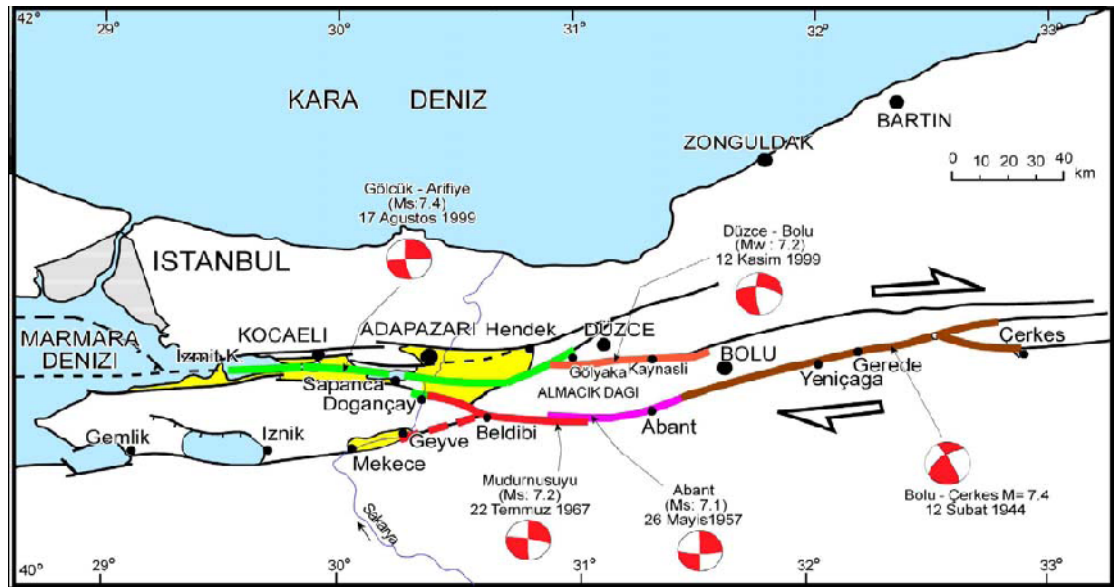
3.4.2.2 Doğrultu Atımlı Faylar

KAFS'nin değişik kolları bölgedeki en önemli doğrultu atımlı fayları oluşturmaktadır. Bolu'dan itibaren ikiye ayrılan KAFS'nin kuzey kolu Almacık Dağı'nın kuzey kenarını izleyerek ve Armutlu Yarımadası'nın kuzey kenarını kontrol ederek İzmit körfezine kadar uzanır. Bu kol aynı zamanda kompleks bir havza olan Sakarya havzası'nın güney kenarını da kontrol etmektedir. Bu kol 1999 yılında 7.4 büyüklüğündeki deprem ile kırılmıştır. Güzergah bu depremde oluşan yüzey kırığını Sapanca Gölü'nün batısında kesmektedir. Ayrıca KAFS'nin alt fay zonlarından bir bölümünü Arifiye İstasyonu'nun güneyinde Karaçam civarında da kesmektedir. Ayrıca Bolu'nun güneyinden geçen ve Abant gölünü takiben Dokurcuna kadar uzanan KAFS'nin güney kolu burada da ikiye ayrılır. Kuzey alt kol Doğançay'ın kuzeyine doğru uzanırken güney alt kol Geyve'ye doğru uzanır ve Geyve, Pamukova ve Mekece'nin de içinde yer aldığı Geyve çek-ayır havzasının gelişimine neden olur (Koçyiğit, 1988).

Kompleks bir yapıya sahip olan ve kuzey kenarı alüvyonla örtülü bir ters fayla kontrol edilen Geyve havzasının güney kenarı sağ yanal doğrultu atımlı Geyve Fay Zonu tarafından kontrol edilmekte ve Sakarya Nehri sağ yönde yaklaşık 22 km ötelenmektedir (Koçyiğit, 1988).

3.4.3 Aktif Faylar

Köseköy-Vezirhan Demiryolu Güzergahı'nın Mekece-Sapanca kesimi Kuzey Anadolu Fay Sistemi (KAFS)'nin aktif kollarını değişik kesimlerde kesmektedir. Buralarda hem 1999 Adapazarı Depremi'nin hem de 1967 Mudurnu Depremi'nin etkileri gözlenmektedir. Bolu'dan itibaren KAFS kuzey kol ve güney kol olmak üzere ikiye ayrılmaktadır (Şekil 3.5).



Şekil 3.5 Kuzey Anadolu Fay Sistemi'nin Çerkeş-Marmara Denizi arasındaki kesiminde 1944-1999 yılları arasında oluşmuş depremleri ve ilişkili yüzey kırıklarını (kalın renkli çizgiler) gösteren harita (Yüksek Proje, cilt:1/9).

3.5 Zemin Araştırmaları

Kilometre 170+940 - 172+450 arasında yapımı gerçekleştirilen, 1510 m. uzunluğunda Sakarya Nehri üzerinden geçmesi planlanan Viyadük-14 bölgesinde,

yapım öncesi zeminin mühendislik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla 9 lokasyonda karotlu sondaj yapılmıştır.

Yapılan bu temel sondajlardan, laboratuvar deneylerinde kullanılmak üzere, zeminin değişik seviyelerinden karot, örselenmiş ve örselenmemiş numuneler alınmış ve zeminin genel stratigrafik yapısı tayin edilmiştir. Alınan numuneler, zemin ve kaya mekaniği laboratuvarlarında analiz edilmiş ve zeminin karakteristik özellikleri tespit edilmiştir.

3.6 Mühendislik Jeolojisi

Km: 164+120 – 172+588 arasında Sakarya Nehri 'nin güncel alüvyonları (Qal) ve tabanında eski alüvyonları (Qae), Abant formasyonu (KTab) ve Çaycuma formasyonu (Tçk) bulunmaktadır. Güncel alüvyon (Qal); yeşilimsi – sarımsı – kırmızımsı kahverengi – yeşilimsi gri renkli, orta katı – çok katı, orta plastisiteli, çakıllı kumlu kil – silt, yeşilimsi – kırmızımsı kahverengi – gri renkli, gevşek – orta sıkı yer yer sıkı, çakıllı siltli kum ve yeşilimsi – sarımsı kahverengi, orta sıkı – sıkı, kumlu killi çakıl seviye ve mercekleri ile temsil edilir. Birime ait kırıntılar; yuvarlak – yarı yuvarlak, serpantin, radyolarit, kumtaşı, şist ve kireçtaşı kökenlidir. Birimin kalınlığı bu aralıkta yer yer 35.00 metreden fazladır. Bu aralıkta güncel alüvyon tabanında eski alüvyon (Qae) yer alır. Eski alüvyon (Qae); yeşilimsi – sarımsı kahverengi -kahverengimsi gri renkli, sıkı – çok sıkı, çakıllı siltli kum, yeşilimsi kahverengi – gri renkli, sert – çok katı, yer yer katı, orta plastisiteli, çakıllı kumlu kil – silt ve yeşilimsi – sarımsı kahverengi – gri renkli, sıkı – çok sıkı, kumlu siltli çakıl ile temsil edilir. Birime ait kırıntılar çoğunlukla kireçtaşı, çamurtaşı, kumtaşı kırıntılarından oluşur. Eski alüvyon (Qae) tabanında; Km: 169+080 – 170+632 ve Km: 171+920 – 172+588 aralıklarında kırmızımsı kahverengi – gri renkli, dağılgan – az sert, zayıf – orta dayanımlı, çok ayrılmış çamurtaşı – kumtaşı – silttaşı ile temsil edilen Abant formasyonu (KTab), Km: 170+630 – 171+920 aralığında ise; gri – koyu gri renkli, dağılgan – az sert, zayıf – orta dayanımlı, çok ayrılmış – yer yer zeminleşmiş çamurtaşı – kumtaşı – silttaşı – çakıltası ile temsil edilen Çaycuma formasyonu (Tçk) yer alır. Yapılan temel sondajlarında yeraltı suyu seviyesinin 2.40

– 9.70 metre civarında olduğu belirlenmiştir. Bu bölümde Km: 169+080, 169+992 ve 170+632 ‘de Kuzey Anadolul Fay Zonu ‘na ait bir grup fay yeralmaktadır.

Km: 172+588 – 173+142 kesiminde güzergah Abant formasyonu (KTab) yesi kumtaşı silttaşı ardalanmasından oluşur. Kumtaşı; grimsi-yeşil renkli, ince-iri taneli, ince-orta tabakalı, orta derecede ayrışmış, zayıf-orta dayanımlıdır. Tabaka kalınlıkları genelde 2-15 cm arasında değişmekte olup yer yer 30 cm’ye ulaşır. Silttaşı birimi ise gri-koyu gri, sık eklemlili, az-orta derecede ayrışmış ve zayıf-orta dayanımlıdır. Çatlaklar, açık-kapalı, dalgalı, az przli, yer yer kil dolgulu ve FeO / MnO boyalıdır. Mevcut yol yarmalarında bu birimlerin yer yer kireçtaşı olistolitleri içerdiği görülebilmektedir.

BÖLÜM DÖRT

KAZIKLAR

4.1 Kazık Uygulamaları

Kazıklar, esas olarak, yapı yüklerini zeminin derin tabakalarına taşıtmak amacıyla kullanılan bir *derin temel* çeşididir. Zeminin yüzüne yakın tabakalar, yapı yüklerini göçmeden veya aşırı oturmalar yapmaksızın taşıyabilecek bir yüzeysel temel teşkiline elverişli değilse derin temel tercih edilir. Kazıklı temellerin tasarımında, göçmeye karşı güvenliğin bulunduğu, ayrıca, servis yüklerinin meydana getireceği oturmaların kabul edilebilir bir sınırı aşmadığı görülmelidir.

Kazıkların başka kullanım yerleride vardır. Ankraj kazığı, gemi bağlama veya dolfen kazıkları olarak veya zemin hareketlerinin önlenmesinde yanal yüklere karşı kullanılan kazıklar vardır. Kazıklardan zemini sıkıştırmak için veya suyun kaldırma kuvvetine karşı çekme kazığı olarak da yararlanılır.

Kazık taşıma gücü, statik formüller ile veya kazığın çakma sırasında zeminden gördüğü dirence dayanılarak uygulanan dinamik formüller ile hesaplanmaktadır. Kazık taşıma gücünü belirlemenin en güvenilir yolu kazık yükleme deneyi yapılmasıdır.

Kazık yapımı, mühendislik çalışmalarının en güç uygulamalarından biridir. Meydana getirilen yapı, gözle görülemediği için tasarımcının yapımcıya, yapımcının tasarımcıya, işin sahibinin de her ikisine güvenmesini gerektirir. Leonard'a göre (1973) "Kazık yapımı, kazık yapılmasına karar verildiği andan son kazık yapılanaya kadar devam eden bir uzlaşma sürecidir." Yapılan işin kalitesi ise, mühendisin ve yüklenicinin bilgi ve tecrübesi ne kadar engin olursa olsun şantiyedeki işçiliğe bağlıdır. Arazide yapılan bir hataya daha sonraki aşamalarda çare bulmak çoğu kez mümkün olmaz.

Kazık yapımının üstlenilmesini zorlaştıran çok sayıda etken vardır (Toğol, E. Leonard, 1973) :

- Arazi profili ve zemin özellikleri hakkında bilgi yetersizdir.
- Projenin gerçekleştirilmesini sağlayacak kaynak yetersizdir.
- İşin kontrolünü üstlenenler kazık yapımındaki amaçları yeteri kadar anlamamıştır.
- Kazık yapımına uygulanabilecek veya açık yazılmış şartnameler yoktur.
- Ana yüklenici, kazık yapımında uzman taşeronu bir takım koşullar dayatmak istemektedir.
- Hava koşulları dikkate alınmamıştır, inşaat malzemesinin temininde güçlükler vardır.

Kazık yapımında karşılaşılabilecek bu güçlükler yeterli bilgi, tecrübe ve mühendisçe karar verme yeteneği olan kişiler tarafından kolaylıkla çözülebilmektedir.

Kazık yapımı ile ilgili teknik şartnamelerde aşağıdaki hususlarda açıklık olması gerekir (Tomlinson,1994) :

- Kazık yerlerinin tespitinden kimin sorumlu olduğu,
- Kazıkların çakılması sırasında meydana gelecek zemin kabarmasına veya sondaj kazığı yapımında meydana gelecek oturmaya karşı alınacak önlemler,
- Kazık yapımı sırasında gürültü ve titreşime karşı alınacak önlemler,
- Kazık yapımında uygulanacak sıra ve yapım programı,
- Kazık çakımında gözetilecek refü miktarları,
- Kazık yapımında uygulanacak çeşitli toleranslar,
- Kazık yapımı sırasında tutulacak kayıtların kapsamı ve sıklığı,
- Kazık uçlarında fazla olan kısımların kesilmesinden ana yüklenicinin mi yoksa kazık yapımı yüklenicisinin mi sorumlu olacağı,
- Hak ediş ve kesin hesapta kazık boylarının nasıl hesaplanacağı,

- Sondaj kazığı yapımı sırasında veya kazık başlarının kesilmesi vs. ile ortaya çıkacak döküntülerin kim tarafından kaldırılacağı açıkça belirtilmelidir.

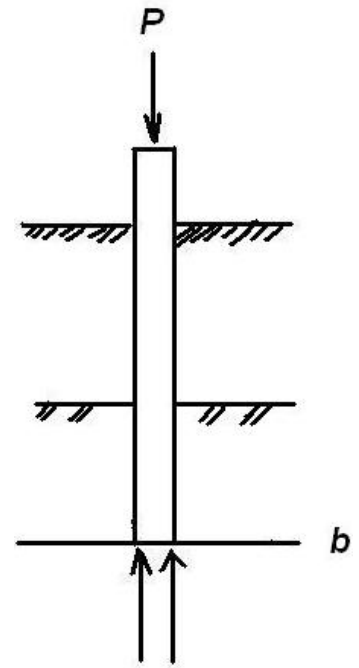
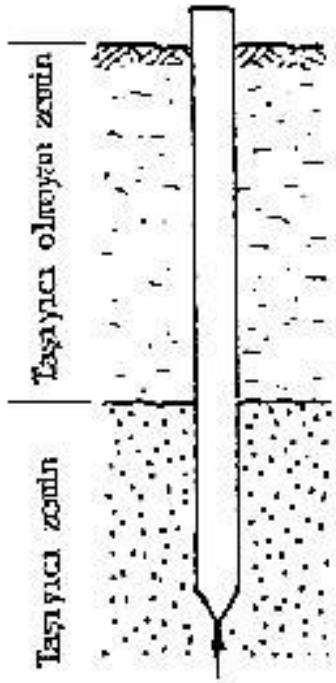
Kazıklı temellerin yapımında büyük ekonomi sağlanması için şu sebeplerin araştırılması gerekir:

- Zemin mekaniği alanındaki çalışmalar,
- Arazi incelemesi yöntemlerindeki detaylı araştırma çalışmalarının arttırılması,
- İşçilik kalitesindeki iyileştirmeler,
- Kullanılan kazık sayısının, kazıkların taşıyabileceği toplam yüke doğru hesaplarla oranlanabilmesi.

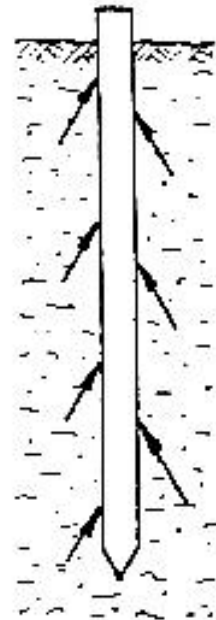
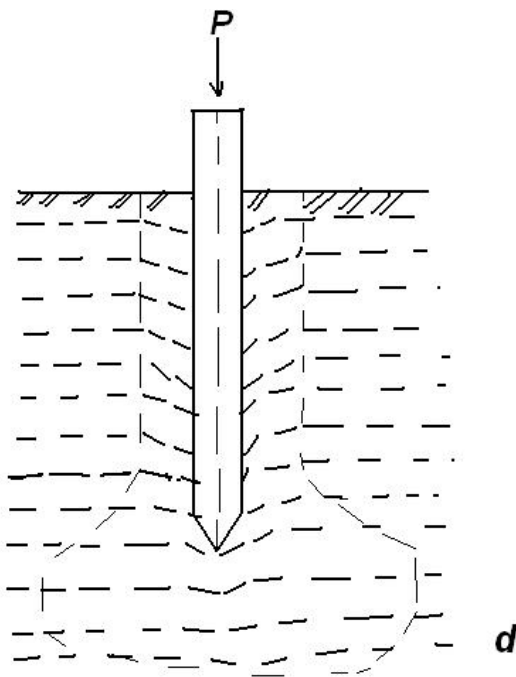
4.2 Kazık Çeşitleri

Kazıklar, kullanım amaçlarına göre, şu şekilde gruplandırılabilirler:

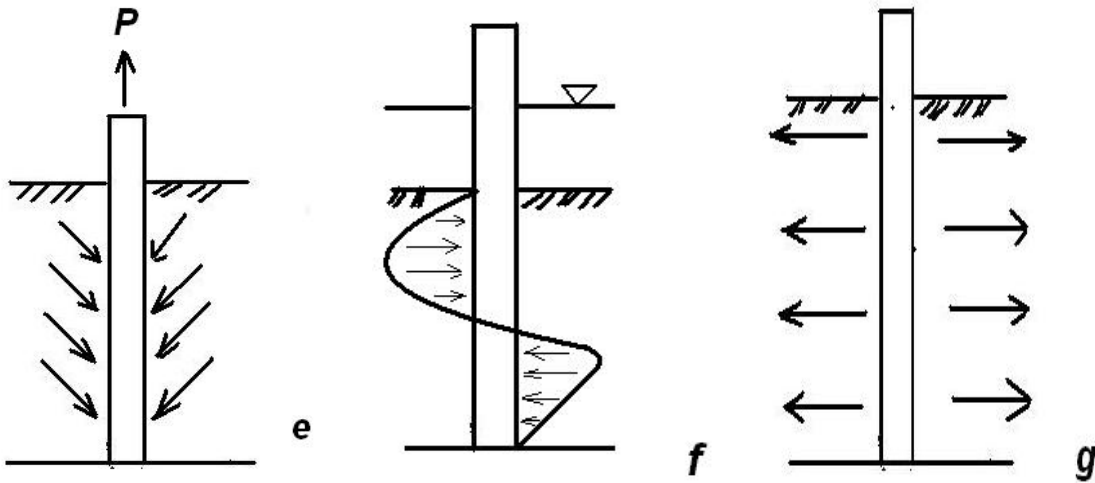
- Uç Kazığı
- Sürtünme Kazığı
- Kompaksiyon (Sıkıştırma) Kazığı
- Ankraj Kazığı
- Çekme Kazığı



Şekil a, b Uç kazık



Şekil c,d Sürtünme kazığı



Şekil e Çekme kazık

Şekil f Ankraj kazık

Şekil g Kompaksiyon kazık

Şekil 4.1 Kullanılma amaçlarına göre kazık tipleri (a,b) uç kazığı, (c,d) sürtünme kazığı, (e) çekme kazığı, (f) ankraj kazığı, (g) kompaksiyon (sıkıştırma) kazığı (Toğrol,E.)

Kazıklar başlıca beş amaçla kullanılır:

1. Yapı yüklerini su veya zayıf zemin altındaki sağlam tabakaya aktarmak için kullanılır. Görevi bu olan kazıklara “**uç kazık**” denir (Şekil 9 a,b),
2. Yapı yükleri, kazık çevresinde hasıl olan zemin sürtünmesi ile kısmen veya tamamen taşınıyorsa böyle kazıklara “**sürtünme kazığı**” denir (Şekil 9 c,d),
3. Suyun kaldırma kuvvetine maruz yapıları veya üst yapıya gelen yanal kuvvetler nedeniyle momente maruz temel sistemlerini güvenilir bir şekilde zemine tespit etmek için kullanılan kazıklara “**çekme kazığı**” denir (Şekil 9 e)
4. Yatay kuvvetlere karşı kullanılan kazıklardır. Palplanş perdelerinin yanal hareketini önlemek için kullanılan ankraj kazığı ile gemi bağlama veya dolfen kazıkları yanal kuvvetlere karşı kullanılır (Şekil 9 f,g),
5. Kazıklar, ayrık daneli zeminleri sıkıştırmak amacıyla da kullanılır. Böyle kazıklara “**sıkıştırma kazığı**” veya “**kompaksiyon kazığı**” adı verilir (Şekil-9 g).

Kazıkları imal edildikleri malzemenin cinsine göre dört gruba ayırabiliriz:

1. Ahşap kazıklar
2. Betonarme kazıklar
3. Çelik kazıklar
4. Karmaşık (Kompozit, genellikle kazığın alt kısmı ahşap veya çelik, üst kısmı betonarme olarak yapılan) kazıklar

4.2.1 Ahşap Kazıklar

Ahşaptan hem geçici hem de devamlı olarak kullanılacak kazıkların yapımında faydalanılabilir. Sağladığı taşıma gücüne oranla hafif oluşu, taşıma kolaylığı, boyunun kolayca ayarlanabilmesi, ahşap kazıkların üstünlükleridir.

Ahşap kazık imalatında kullanılacak ağaçlar dikkatle seçilmelidir. Ağaç üzerinde yarık, çatlak, büyük ve gevşemiş budaklar bulunmamalıdır. Kazık yapılmasında en çok kullanılan ağaç cinsleri, çam, köknar, sedir ve meşedir. TS 3169 özel dayanıklılık sağlanması istenen işlerde meşe kullanılmasını tavsiye etmektedir.

TS 3169 ahşap kazıkların ortalama çaplarını kazık boylarına göre tanımlamıştır: Boyu 6 m. den kısa kazıklarda ortalama çap $D = 25 \text{ cm} \pm 2 \text{ cm}$, boyu 6 m. den uzun kazıklarda ortalama çap $D = (20+L) \text{ cm} \pm 2 \text{ cm}$. Burada L metre cinsinden kazığın boyunu göstermektedir.

Ahşap kazıkların, ahşabın cinsine bağlı olarak, Amerikan şartnamelerine göre $4 \text{ N/mm}^2 - 6 \text{ N/mm}^2$ değerleri arasında bir basınç gerilmesi taşıyabildiği kabul edilmektedir. Building Code of the City of New York (1998) servis gerilmesi olarak, bazı çam cinsleri ve meşe için 8.3 N/mm^2 , sedir ve başka çamlar için 5.9 N/mm^2 değerlerini tavsiye etmektedir.

4.2.2 Betonarme Kazıklar

Betonarme kazıkları, betonarme çakma kazıklar ve betonarme yerinde dökme kazıklar olarak ikiye ayırmak mümkündür.

4.2.2.1 Betonarme Çakma Kazıklar

Betonarme çakma kazıklar, kazık dökülmesinde elverişli bir yerde hazırlanır, sonra çakılacakları yere nakledilir. İnşaat sahasının yeterli olması durumunda kazıklar şantiyede de dökülebilir. Betonarme çakma kazıklar, oldukça büyük yükleri, yumuşak veya gevşek zemin tabakaları altındaki, sağlam tabakaya taşımakta son derece kullanışlıdır. Genellikle, kare, daire veya sekizgen kesitli olarak imal edilirler. Kazık boyu ve çapı, imal ve çakım olanaklarına bağlı olarak seçilmektedir. Kazık ağırlığından tasarruf sağlanması amacıyla bazen içi boş kesitli olarak imal edilmektedir.

Betonarme çakma kazıkların kesitlerinin ve konulacak donatının miktarının hesaplanmasında, kazığın istiflenme ve taşınması sırasında maruz kalacağı gerilmeler rol oynar. Bu gerilmeler, kazığın kaldırılma şekli ile ilgilidir. Kazığa konulacak donatı, kazığın kaldırılması sırasında hasıl olacak eğilme momentini karşılayabilmelidir.

Standartlarda DIN 4026 ya göre (Toğrol, E.), 10m. den daha uzun kazıklarda boyuna donatı alanının kazık kesit alanının % 0.8 inden daha az olmamasını, kare kesitli kazıklarda köşelerde çapı 14 mm.den daha küçük olmayan dört demir, daire kesitli kazıkların çevresinde 14 mm.den küçük olmayan beş demir konulmasını istemektedir. New York City Building Code (1999) boyuna donatı alanının kazık kesit alanının en az % 0.2 si kadar ve en az 4 adet boyuna donatı konulması öngörülmüştür.

Çok sayıda kazık yapılmasının söz konusu olması ve zemin koşullarının elverişli bulunması halinde, donatı miktarının fazla olmasına rağmen, gerçekleştirilen çakım sürati sayesinde çakma kazıklar büyük ekonomi sağlar.

Tablo 4.1 Betonarme çakma kazıkların boyutları ve servis yükleri (Toğrol, E. Tomlinson, 1994)

<u>Kazık Kenar Uzunluğu (mm)</u>	<u>Servis Yüğü Q_E (kN)</u>	<u>Max.Kazık Boyu(m)</u>
250	200 – 300	12
300	300 – 450	15
350	350 – 600	18
400	450 – 750	21
450	500 – 900	25

4.2.2.2 Yerinde Dökme Betonarme Kazıklar

Betonarme yerinde dökme kazıklar, kaplama borusu veya kaplama borusuz sondaj deliğı içinde imal edilir. Ucu kapalı bir kaplama borusunun şahmerdan, hidrolik veya titreşimli bir çekiç vasıtası ile zemine sokulması ile yer hazırlanan kazıklara “**yerinde dökülen betonarme çakma kazık**” adı verilir. Ucu açık bir kaplama borusu zemine sokularak ve kaplama borusunun içi temizlenerek yeri hazırlanan kazıklara, kısaca “**sondaj kazığı**” veya “**fore kazık**” denilmektedir.

Yerinde dökülen betonarme kazıklar:

1. Kaplama borusuz kazıklar,
2. Kaplama borusu yerinde bırakılan kazıklar,
3. Kaplama borusu çıkarılan kazıklar olmak üzere üç gruba ayrılır.

Tablo 4.2 TS 3168 uzunluklarına göre betonarme yerinde dökme kazıkların çaplarının en küçük değerlerini vermektedir.

<u>Kazık Boyu, L (m)</u>	<u>En Küçük Kazık Çapı, D (mm)</u>
$L \leq 10$	300
$10 < L \leq 15$	350
$15 < L \leq 20$	400
$20 < L \leq 30$	500

Yerinde dökme betonarme kazıkların donatısı, önceden hazırlanmış donatı kafesinin, genellikle betonlama işlemine başlanılmasından önce, kazık çukuruna yerleştirilir. Betonlama, tiremie borusu ile kazık çukurunun altından başlanarak veya beton pompası ile yapılır. Betonun kazık çukurunu tamamen doldurması ve araya yabancı madde karışmamasına dikkat edilmelidir.

Yerinde dökme betonarme kazıkların bütünlüğünü etkileyen nedenler şöyle sıralanabilir:

1. Beton kalitesi yetersizdir. Dökülmesi sırasında beton segregasyona uğramış ve bu yüzden mukavemeti düşmüştür.
2. Öngörülen kazık kesiti sağlanamamıştır. Beton içine yabancı madde karışmış, kılıfın hızlı çekilmesi yüzünden kesite su hücumu gibi nedenlerle istenilen kazık kesiti her derinlikte sağlanamamıştır.
3. Kazık ucunun oturduğu zeminde örselenme meydana gelmiştir. Kazık çukurunun açılması sırasında, kazık ucunun yerleştirileceği zemin örselenmiş veya kazı döküntüleri ile dolmuştur. Kazık ucu altındaki örselenme, geniş bir kesimi kapsıyor olabilir.
4. Donatı kafesi yerinde değildir.

Yerinde dökme betonarme (fore) kazıkların yapımında dikkat edilecek hususlar şunlardır:

1. Kazık çukurlarının çeperlerinin stabilitesi sağlanmalıdır (muhafaza borusu, bentonit süspansiyonu).
2. Kazık çukuru betonlanmadan önce iyice temizlenmeli, zemin döküntüsü ve yabancı maddelerin betona karışması önlenmelidir.
3. Çukurun hazırlanması ile betonlama arasında geçen zaman en aza indirilmelidir.
4. Çukur kazısı kılıfın 1.00 m. altına kadar sürdürülür. Donatı kafesi, çukurun tabanına kadar indirilir, böylece kılıfın ucundan 1.00 m. aşağıya uzatılır. Betonlama sırasında bir yandan kılıf çekilirken çevreden zemin ve suyun girmesine engel olunurken bir yandan da kılıfın yukarı çekilmesi kolaylaştırılır.
5. Betonlamayı kolaylaştırmak için etriyeler arası uzaklıklar ile pas payları uygun değerlerde seçilmeli ve donatının kılıfa dokunmaması için pas payı takozları kullanılmalıdır.

Yerinde dökme betonarme kazıkların yapımında kullanılacak beton,

- Segregasyona karşı yeterli dayanıklılığı bulunmalı,
- Yüksek plastisitesi olmalı,
- Yıkıcılığı fazla olmalı,
- Kendi kendine sıkışabilmeli,
- Yerleştirme ve kaplama borusu çekilmesi sırasında işlenebilirliği yeterli olmalıdır.

4.2.2.3 Betonarme Kazıkların Karşılaştırılması

Hazır Çakma Kazıklar,

I. Avantajları

- 1) Kazık malzemesi zemine girmeden önce kontrol edilebilir.
- 2) Kazık malzemesi zemine girmeden önce kontrol edilebilir.
- 3) Yandaki kazıkların çakımı sırasında zemin genişlemesinden etkilenmez.
- 4) Yapım, yer altı suyundan bağımsızdır.
- 5) Bir bölümü zemin dışında bırakılabilir (iskele kazıkları)
- 6) İstenen uzunlukta çakılabilir.

II. Dezavantajları

- 1) Taşıyıcı katmanın değişebilecek kalınlık ve derinliğe göre boyu kolayca değiştirilemez.
- 2) Aşırı çakma sırasında zarar görebilirler ve bu zararın farkına kolayca varılamayabilir.
- 3) Eğer kesit hesabı alacağı yük yerine taşımadan oluşacak gerilmelere göre yapılıyorsa ekonomik olmaz.
- 4) Çakma sırasında çevrede gürültü ve zarar oluşturur.
- 5) Çakma sırasında kazık sayısı arttıkça yandaki yapılar zeminin kabarmasıyla hasar görebilir.
- 6) Büyük çaplı kazıklar çakılamaz ($D_{max} \approx 60\text{cm}$).
- 7) Kazık ucunda taşıma gücünün arttırılması için ampülü genişletmek olanaksızdır.
- 8) Tavan yüksekliği kısıtlı ise çakma mümkün değildir.

Fore kazıklarının üstünlükleri:

I. Avantajları

- Fore kazıklarının yapımı sırasında çevrede genellikle büyük sarsıntılar meydana gelmez.
- Kazık çukurunun açılması sırasında numune almak mümkün olduğu için geçilen tabakaların mükemmel bir profilinin elde edilmesi mümkündür.
- Çatı altı, teller altı vs..gibi çalışma yüksekliği az olan yerlerde dahi imal edilebilir.
- Kazık uzunluğu zemin koşullarına göre ayarlanabilir.
- Yalnız kaplama borusu çakılması gibi nispeten küçük bir kuvvet tatbiki gerektiği için kolayca büyük derinliklere ulaşılabilir.

II. Dezavantajları

- Kazık yeri zeminin oyulup çıkarılması ile hazırlandığı için kaplama borusu çevresindeki zeminde gevşeme olabilir. Kazma işlemi, kaplama borusunun alt ucundan 0.30 m – 0.50 m. daha derine kadar sürdürülmektedir ve bu yüzden killi zeminlerde dahi bir miktar ferahlama meydana gelir.
- Küçük kesitli fore kazıklarının yer altı su seviyesi altına dökülmesinde güçlükler vardır.
- Muhafaza borusu çıkarılan fore kazıklarında taze betonun da çekilmesi ihtimali vardır.
- Muhafaza borusunun çekilmesi sırasında gerekli itina gösterilmez ise, zemin çukura hücumu ile kazık kesitinin daralması ile “boğulma” meydana gelebilir.
- Beton dökülmesi sırasında tremie borusu kullanılmaması halinde beton içindeki iri malzeme ile ince malzeme ayrılır (segregasyon), kötü bir beton meydana gelir.

4.2.3 Çelik Kazıklar

Boru, kutu, H kesitli kazıklardır. Geniş flanşlı H kesitli veya I profilli kazıklarda kullanılmaktadır.

Çelik boru kazıklarda et kalınlığı, kullanılan çeliğin kalitesine bağlı olarak belirlenir. Aynı kazıkta et kalınlığı değişebilir, böylece malzemeden tasarruf sağlanabilir. Boru tipi çelik kazıklar, çelik levhaların boyuna kaynaklanması ile yapılabilineceği gibi levhaların spiral kaynaklanması ile de yapılabilir.

4.2.4 Karmaşık (Kompozit) Kazıklar

Karşılaşılan zemin koşulları ve yapı gereklerinin karşılanması için çeşitli malzemeden yapılan çakma kazıklar veya yerinde dökme kazıklar ile çakma kazıklar birlikte kullanılır.

BÖLÜM BEŞ

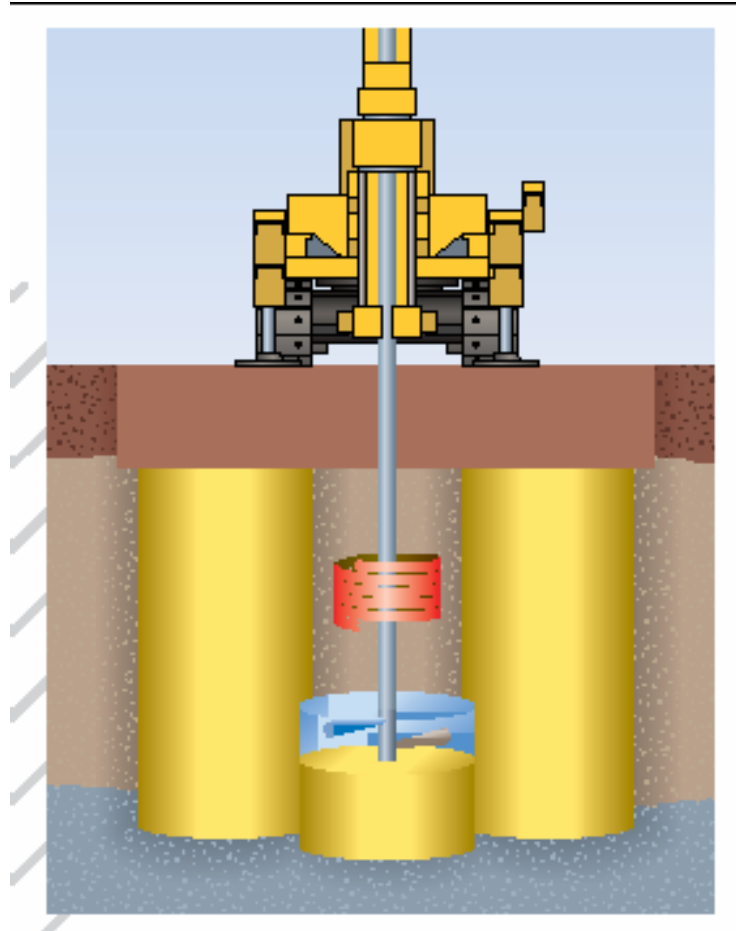
JET GROUT

5.1 Jet Grout Zemin Enjeksiyonu

Zemin ıslahı ana islev olarak zeminin mekanik mukavemet değerlerinin arttırılmasını hedefler, dolayısıyla taşıma kapasitesi ve elastisite modülü artar, geçirgenlik azalır. Jet Grout yöntemi bu amaca ulaşılmasında en iyi enjeksiyon metotlarından biridir.

Bu metot çok basit tarifıyla, zeminin min. 300 bar basınçla püskürtülen bir stabilizerle karıştırılmasıdır. Püskürtülen harç bir yandan zeminin örselenmesine, bir anlamda parçalanmasına yol açarken bir yandan da zemin-çimento kolonları oluşturarak zemin özelliklerini iyileştirmektedir. Jet grouting yöntemi, hemen her tür zayıf zemin tiplerinde ve kum, çakıl, kil gibi doğal zemin elemanlarının oluşturduğu kombinasyonlarda, diğer iyileştirme metotlarından (mini kazık, dinamik kompaksiyon, vip dren, zemin dondurulması vb.) daha hızlı, güvenilir, kalıcı ve ekonomik bir çözüm alternatifidir. Geleneksel enjeksiyon metotlarına karşı ise; zemin iyileştirici grout'un miktarı delme ve sevk işleminden önce hesaplandığı için, işin birim ve toplam maliyetlerine çok hassas yaklaşımlar mümkündür. Temel takviyesinde deformasyonların az oluşu, kolonların istenilen derinliklerde üretilebilmesi, arazi şartlarına göre inşaat süresini %30-60 kısaltabilmektedir. Jet Grout Yönteminin çok geniş uygulama alanları vardır. Ayrıca önceden geleneksel yöntemlerle çözülen birçok problem, zaman içerisinde jet grouting ile çözümlenebilmektedir. Yöntemin en çok kullanıldığı alanlar; derin temeller, tünel kazısı öncesi zemin ıslahı ve tünel duvar takviyeleri, yeni temellerin takviyesi, eski temellerin güçlendirilmesi, iksa duvarları, dip tapaları, zemin suyuna geçirimsiz perdeler, sev stabilizasyonu, zemin ankrajları, sık kazılarda şevlerin tutulması, kazı tabanından su gelmesinin önlenmesi, zemin iyileştirilmesi, yapı yüklerinin daha derin tabakalara aktarılması olarak özetlenebilir.

Sekil 5.1’de jet grout sistemi şematik olarak gösterilmiştir. Zeminde oluşturulan jet grout kolonlarla temel alt kotu arasında minimum 30 cm, maksimum 60 cm kalınlığında yastık tabakası görevini üstlenen stabilize dolgu malzemesinin serilmesi oluşan jet grout kolonlarında başlıkların temel altında kırılmasını engellemektedir.



Şekil 5.1 Jet grout sistemi şematik gösterimi

Jet Grout yapımında jet grout yapımı için uyarlanmış bir delgi makinesi, basınçlı püskürtme için gerekli enjeksiyon pompası, çimento silosu, su deposu, enjeksiyon işlemi için mikser ve dinlendirici kazanlarının bulunduğu bir santralin bulunduğu bir düzen kullanılır. Bu sistem Şekil 5.2 ve Şekil 5.3 ’ de gösterilmiştir.

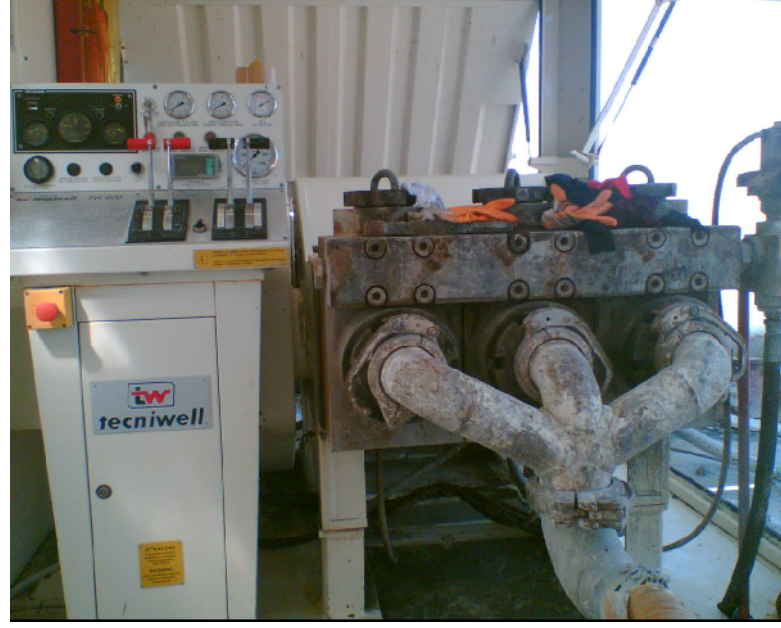


Şekil 5.2 Jet grout çimento silosu, pompa ve santral üniteleri



Şekil 5.3 Jet grout delgi makinesi (SM-405)

Jet grout kolonlarının yapımında 60 MPa da 150-450 lt/dk. arasında çimento harcı basabilen ve 8 saate kadar sürekli çalışabilen pompalar kullanılmaktadır.



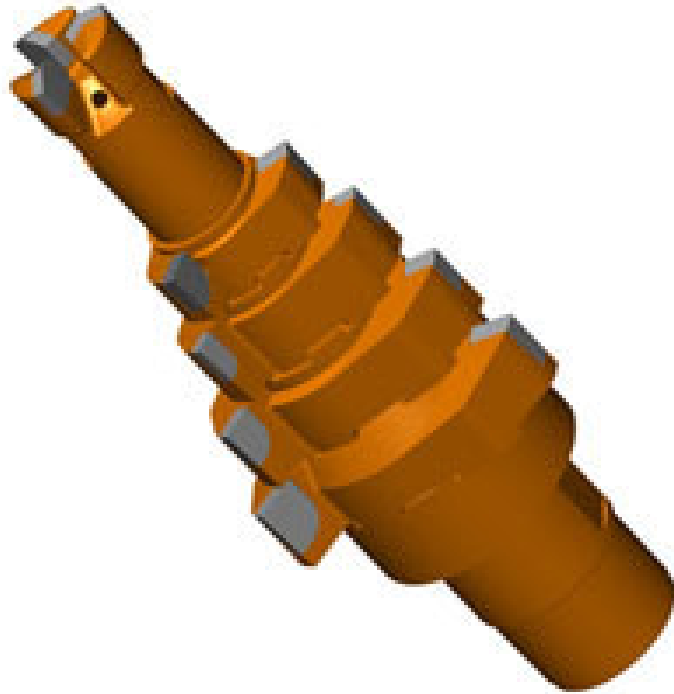
Şekil 5.4 Jet grout enjeksiyon pompası (Tw-600)

Jet Grout metodunun uygulanmasında delgi ve enjeksiyon olmak üzere iki aşama bulunmaktadır. Uygulamada Türkiye’de “TS EN 12716 Özel Geoteknik Uygulamalar – Jet Enjeksiyon” esas alınmaktadır. Öncelikle inşaat sahası ve yolları makine ve personelin verimli çalışarak planlanan günlük imalat miktarlarının yapılabilmesi ve imalat kalitesine ulaşılabilmesi için düzgün ve kuru tutulmalıdır. Delgi makinesi, paletli vinç, beton mikseri, beton pompası ve ağır iş makinelerinin 10 cm ’den fazla batmadan çalışmalarına imkân sağlayacak biçimde düzenlenmesi gerekir. Çalışma sahasında uygun yüzey drenaj sistemi tesis edilerek platformun kuru kalması sağlanmalıdır (Anonim, 2001).

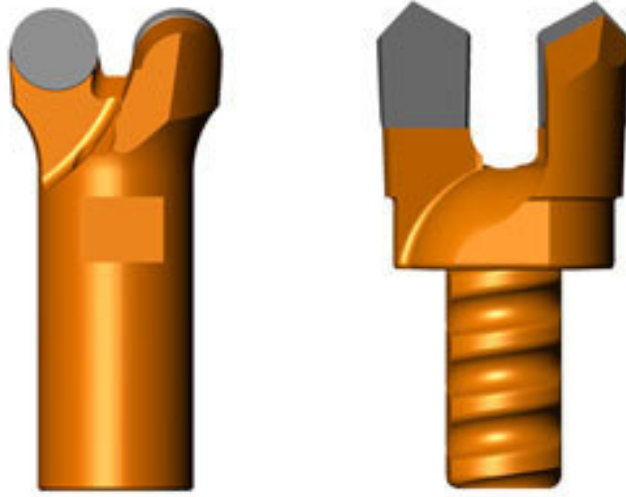
Jet grout kolonların imal edileceği noktaların zemine işaretlenmesi uzman ölçüm ekibi tarafından tek tek yapılır. Tüm jet grout kolonlar, uygulama projelerinde gösterilen merkez konumlarından en fazla 75 mm mesafe içinde kalacak şekilde oluşturulur. Jet grout kolon deliğinin oluşturulması esnasında, delgi ucu mümkün olduğunca düşey bir konumda tutulur ve düşeyden sapma 1/50’den daha fazla olmaması gerekmektedir. Önce projede istenilen derinliğe kadar delgi makinesi ile delgi yapılır, ardından delgi borusu kendi eksenini etrafında döndürülürken yukarı

doğru çekilir, püskürtülen harç ile zemin örselenirken zemin-çimento karışımı meydana getirilir.

Ortamin zemin veya kaya olmasına göre, uygun bir delici makine ve ilgili delici uç, matkap, vidye, tij, su başlığı gibi ekipman kullanılır. Delme işleminin çeşidi, delinecek zeminin özelliklerine bağlı olarak seçilir. Delme işleminin kolaylaştırılması, uç takımının soğutulması ve zeminin enjeksiyona hazırlanması maksadı ile delme sırasında çok çeşitli akışkanlar kullanılmaktadır. Bunlar su, hava, bentonit şerbeti, çimento şerbeti olabilmektedir. Delgi makinesi tijleri uç takımı olarak, yumuşak karakterli zeminlerde genellikle kil matkapları, sert karakterlerde ise kaya matkapları kullanılmaktadır. Delme borusu (tij) olarak da jet grout tijleri kullanılmaktadır; bunlar da yüksek basınca dayanıklı malzeme ve imalat tekniği ile imal edilmektedirler. Bağlantı manşonlarında da 500-600 bar'a dayanıklı sızdırmazlık elemanları (tij keçesi) kullanılmaktadır. Sekil 5.5'de alüvyonlu zeminlerde su ve hava ile delgide kullanılan kademeli matkap, Sekil 5.6'da yumuşak zeminlerde kullanılan kademeli olmayan delgi matkabı görölmektedir.



Sekil 5.5 Kademeli delgi matkabı



Sekil 5.6 Kademeli olmayan delgi matkabı

Jet Grout enjeksiyon ekipmanları mikser, dinlendirici, pompa, su tankı, çimento silosu, basınç göstergeleri, vanalar vb. ekipman, su saati, gidiş-dönüş hattı, ara hortumlar vb. ekipmanlardan oluşmaktadır. Enjeksiyon karışımı belirli orandaki suyun ve çimentonun mikserde birleştirilmesiyle oluşur. Uygulama alanına göre su/çimento oranı ayarlanır, çok miktarda hacim dolacaksa, pompanın basmasının mümkün olduğu oranda (%25 kadar) kum katılır. Geçirimsizlik ve ince çatlakların doldurulması bentonit karışımı ile sağlanır. Mikserde hazırlanan enjeksiyon karışımı, dinlendiriciye alınır ve oradan pompa vasıtasıyla hortumlar ile kuyuya verilir. Projede belirlenen derinliğe ulaşıldığında, delme ve su basma işlemi durdurulur, çelik bir bilye delme borusu içine bırakılır, uç kısmının hemen üstünde yer alan bir valf bu suretle kapatılmış olur. Valf kapanınca delme borusuna yollanacak grout'un yönü boru ucunda "monitör" diye adlandırılan ve jet grout nozzle'larını taşıyan takıma çevrilmiş olur. Yüksek basınçlı grout pompalanmaya başlanır ve enjeksiyon fazı başlamış olur. Yüksek basınçlı grout nozzle'lardan geçerken yüksek hız kazandırır. Yüksek hızlı grout zeminin doğal yapısını parçalayarak zeminle karışır. Delici takımın dönel hareketi sayesinde bu karışım daire kesitli bir kolon formunda oluşur ve zeminden çok farklı mekanik değerlere sahip jet grout kolon elde edilmiş olur.

Delici takımın dönme hareketi, önceden belirlenmiş ve sabit bir hızla çekme hareketi ile birleşince düşey kolonlardan oluşan bir yapı oluşturulur. Delici boru takımının çekilmesi esnasında, dönme hareketinin kısmi olarak uygulanması da mümkün olup, bu yolla çeşitli kesitlerde ince çimento perdeler elde edilebilir. Oluşacak kesitlerin ebatları, zemin özelliklerine bağlı olduğu gibi; dönüş hızı, çekme hızı, enjeksiyon basıncı, grout debisi (dakikada strok sayısı), nozzle çap ve adedi gibi jet grout parametrelerine bağlıdır. Basınçlı enjeksiyon esnasında, delici takımın etrafından dışarıya belirli bir miktar zemin materyali tasması uygun görülür. Bu durum groutla karıştırılan zemin içinde aşırı basınç oluşmadığına işaret eder. Çünkü aşırı basınç oluşması halinde, basıncın fazlası delme borusu çapı ile delinen delik çapı farkından oluşan boşluktan dışarı kaçar.

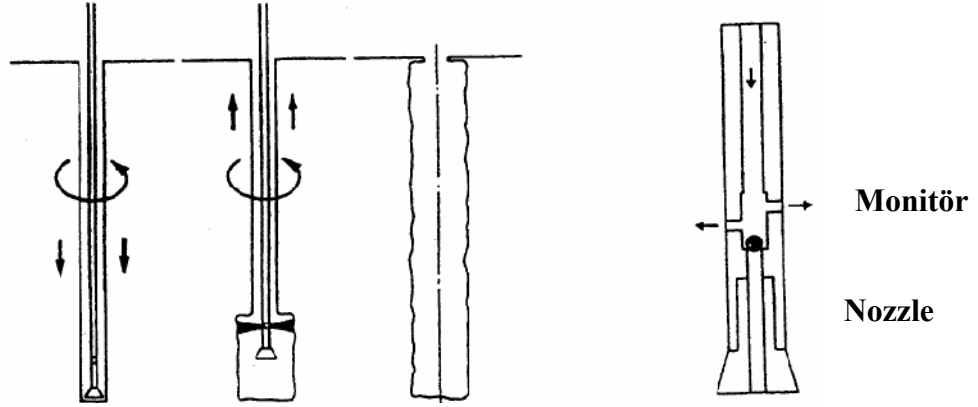
Aşırı basıncın oluşmasının istenmemesinin sebebi aşırı basıncın zeminde kırılmalara ve ayrıca zeminin kaldırılmasına sebep olmasıdır. Bu durum oluşturulan kolonlarda süreksizliğe ve mevcut yapıların konstrüksiyonlarında problemlere yol açar. Bu türden sorunların yaşanmaması için uygulamada; debi miktarının azaltılması, enjeksiyon basıncının düşürülmesi, masif kil özellikli zeminlerde, ön yıkamalı delme işlemi gibi tedbirler alınmaktadır. Basınçlı enjeksiyon sırasında tasan materyal miktarı, zeminin geçirgenliğine ve türüne bağlıdır. Bu miktar, killi zeminlerde daha fazla, kumlu-çakıllı zeminlerde daha az olacaktır, ortalama olarak enjekte edilen miktarın % 10'u alınabilir (Bakım,M.A. Melegary ve Garassino, 1997)

5.2 Jet Grout Teknikleri

Jet-Grout teknikleri zemin koşullarına, istenen jet grout kolon özelliklerine bağlı olarak değişebilmektedir. Amaçlarına ve kullanım sekline göre Jet1, Jet2, Jet3 yöntemleri olmak üzere üç çeşit jet grout yöntemi bulunmaktadır.

JET1 Yöntemi, en basit ve yaygın kullanılan tekniktir. İlk olarak 70' li yılların başında Japonya'da, 70 lerin ortalarında ise İtalya'da denenmiştir. Bu yöntemde, delme-enjeksiyon takımı tek çeperli bir borudan ibaret olup, grout bu boruda nozzle'lardan 300-600 bar basınçla basılmaktadır. Delgi makinesindeki tijler hem

kendi eksenini etrafında dönmekte ve aşağıdan yukarıya doğru çekilmektedir. Şekil 5.7'de jet1 yöntemi şematik olarak gösterilmiştir.

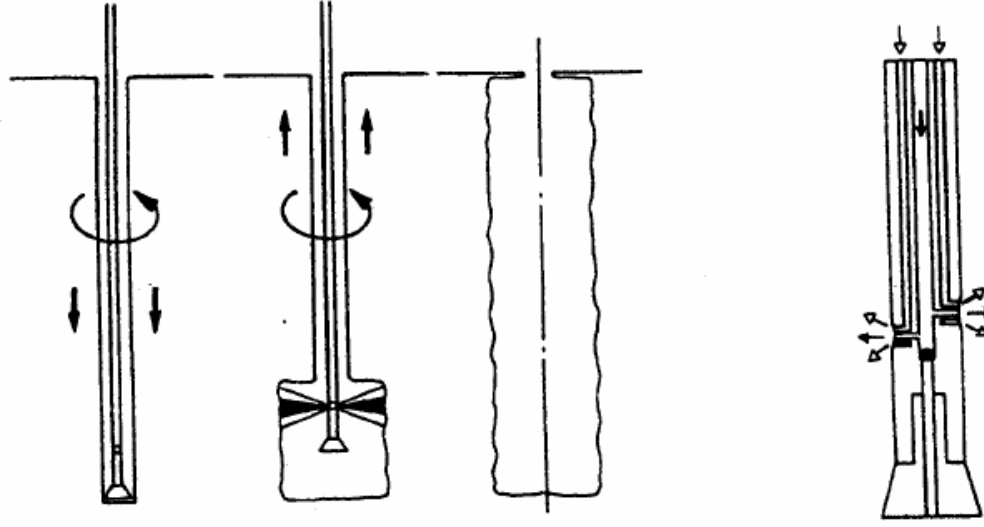


Şekil 5.7 Jet 1 yöntemi şematik gösterimi

Jet1 yönteminde genellikle 1 veya 2 nozle kullanılmaktadır. Nozle sayısının az olması enerji kaybının az olması demektir. Küçük çaplı nozle'larda ki enerji kaybı, jetin nozle'in hemen çıkışında oluşturduğu bulutlanmadan kaynaklanır. Nozle çapı arttırıldığı zaman bu bulutlanma da azalır. Bu metotla oluşan kolonlar zemin türlerine ve parametre aralıklarına göre yaklaşık olarak killi zeminlerde 600-800 mm, kumlu-çakıllı zeminlerde 1000 mm olarak oluşur. Tekli sistemle jet grout kolonu imalinde tek sınırlama aletten kaynaklanmaktadır. Çimento basan pompanın gücü ve sağladığı akış hızı kolon çapını etkiler.

Jet2 Yöntemi, çift çepirli bir boru takımının delici olarak kullanıldığı, çift akışkan kullanılan metottur. Bu metot da grout orta borudan, basınçlı hava (8-12 bar) dış borudan geçer. Basınçlı hava, Jet1 yöntemindeki kinetik enerji sürtünme kayıplarını kısmen azalttığı için, bu metotla oluşan kolon çapları Jet1'e kıyasla % 60-80 daha büyük olur.

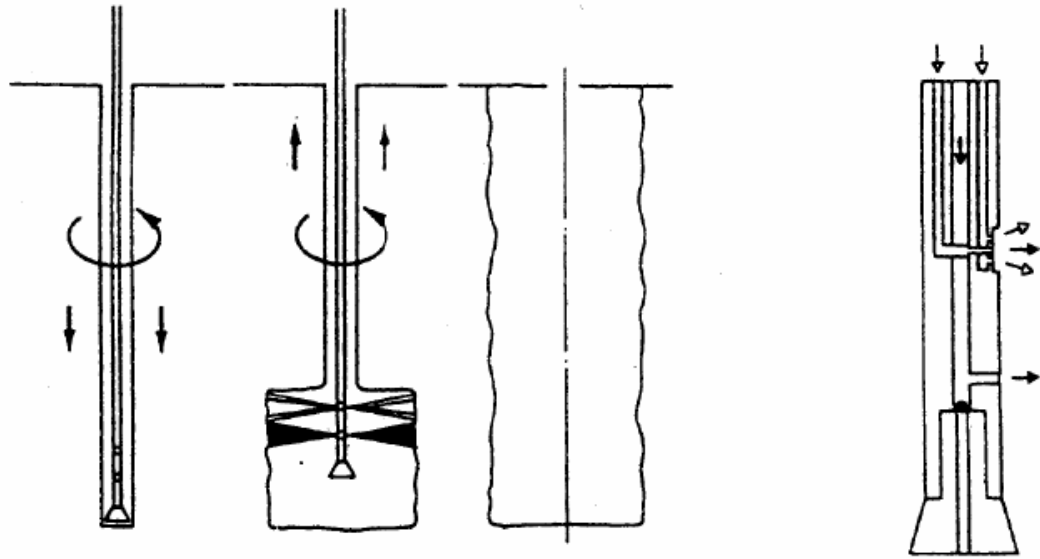
İkili sistemin önemli bir dezavantajı çimento basılan zeminin hava içeriğini arttırmasıdır. Elde edilen zemin-çimento karışımının mukavemeti ikili sistemde diğer sistemlerden daha düşüktür. Şekil 5.8' de Jet2 yöntemi şematik olarak gösterilmiştir.



Sekil 5.8 Jet2 yöntemi şematik gösterimi

Jet2 yönteminde genellikle bir nozzle kullanılmaktadır. Bunun sebebi iki hava nozzle'ından birinin tıkanması durumunun operatörün fark etmesindeki zorluktur. Bu da metodun amacına ulaşmasını zorlaştırmaktadır. Jet2 de kullanılan nozzle'ların çapı Jet1'e göre daha büyüktür (2.5-4.5 mm). Jet2 metodunda zemin kırılma riski daha azdır.

Jet3 yönteminde ise iç-içe 3 borulu takım kullanılarak, 400-600 bar basınçlı su ortadaki borudan, 8-12 bar basınçlı hava ara borudan, tıpkı Jet 2 deki gibi, nozzle'lardan basılmaktadır. 30-80 bar basınçlı grout ise en dış borudan ayrı bir nozzle'dan, su-hava karışımı içine enjekte edilmektedir. Jet grout kolonlarının çapları bu metodla 2 m 'nin üzerine kadar çıkabilmektedir. Sekil 5.9'da jet3 yöntemi şematik olarak gösterilmektedir.



Sekil 5.9 Jet3 yöntemi şematik gösterimi

5.3 Jet Grout Yönteminde Kullanılan İşletim Parametreleri

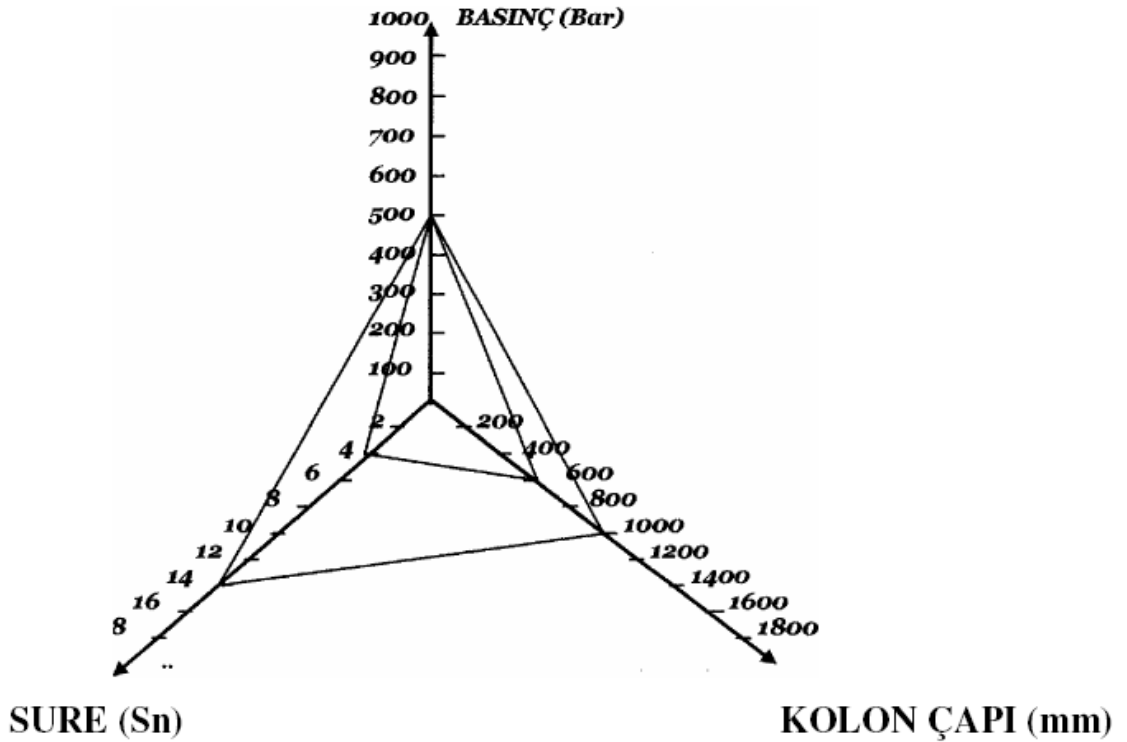
Çalışma parametreleri, zemin özelliklerine, elde edilmek istenen kolon çapına, kolonunun taşıma kapasitesine ve tercih edilen jet grout metoduna göre seçilmektedir. Bu parametrelerin başlıcaları; enjeksiyon basıncı, dozaj, çekme ve dönme hızı olarak gösterilebilir. Jet grout kolon imalatına başlanmadan önce farklı işletim parametreleri kullanarak test kolonları imal edilmektedir. Zemin yapısına uygun, istenen kolon çapının elde edildiği, kolonda sürekliliğin sağlandığı ve ekonomik olan parametreler tercih edilmektedir.

5.3.1 Enjeksiyon Basıncı

Enjeksiyon basıncının çalışma aralıklarına göre, jet grout işleri genel olarak; 200-250 bar aralığında çalışma düşük basınçlı, 300-400 bar aralığında çalışma orta basınçlı, 400-700 bar aralığında çalışma yüksek basınçlı çalışmalar olarak yapılmaktadır.

Basınç, elde edilmek istenen çapın oluşmasında en önemli parametredir. Sekil-5.10'da görüldüğü üzere basınç ile kolon çapı arasında direk bir bağlantı vardır. Basınç arttırıldığı zaman kolon çapı artar. Bununla beraber ulaşılmak istenen çapta

homojen bir kolon elde etmek için basınç değeri gerekli fakat yeterli değildir. Aynı çap ve homojenlikte kolon oluşması zaman faktörü ile de ilişkilidir. Bazı zemin şartlarında ise basıncı arttırmak, çapın artmasını sağlamayabilir.



Sekil 5.10 Basınç - Kademeli Bekleme Süresi - Hedeflenen Kolon Çapı ilişkileri (Bakım M.A., Melegary ve Garassino, 1997)

5.3.2 Dönme ve Çekme Hızı

Dönme ve çekme hızı jet grout yönteminde işletim parametrelerinin en önemlileri arasındadır. Dönme işlemi delgi makinesinde bulunan tijlerin belli bir hızla kendi eksenleri etrafında dönmesidir. Zemin ile enjeksiyon malzemesinin homojen bir karışım oluşturabilmesi için, tijlerin dönüş hızı belirli bir değerden fazla olmamalı, tij çekme hızı da ıslah edilen bölgenin tamamında sürekliliği sağlayacak şekilde ayarlanmalıdır. Dönüş hızı genellikle 10-20 devir/dak. değerleri arasında değişir. İstenilen çapın çok büyük olmadığı durumlarda 30 devir/dak.'ya kadar çıkabilmektedir.

Çekme işlemi ise delgi makinesinde bulunan tijlerin istenen jet grout alt kotuna inildikten sonra enjeksiyon başladığı anda kolon oluşumu için belli bir hızla aşağıdan yukarıya doğru çekilmesi işlemidir. Tij çekme işlemi, kademeli çekme ve sürekli çekme olmak üzere iki şekilde yapılabilmektedir. Bu iki ayrı tip çekme metodu, genellikle delici makinenin imal yöntemine bağlı olarak seçilir. Bazı makinelerde sadece kademeli, bazılarında ise hem kademeli hem de sürekli çekme düzeneği bulunmaktadır. Kademeli çekmede, her kademedede 4 cm ilerleme ve 6-10 saniye bekleme, en iyi neticeyi sağlamaktadır. Sürekli çekmede ise delgi makinesinde ayarlanan sabit bir çekme hızı ile tijlerin aşağıdan yukarıya çekilmesi sağlanmaktadır

Çekme hızı, zeminin özelliklerine ve birim hacme enjekte edilecek grout miktarına bağlıdır. Kohezyonlu zeminlerde, nozzle'lerden çıkan enjeksiyon malzemesinin zemini parçalama işlemi ve karışım oluşumunu sağlayabilmesi için genellikle daha uzun süreler gerekmektedir. Dönme ve çekme hızı optimizasyonu ıslah edilecek zemine ve kullanılan jet-grouting metoduna bağlıdır. Jet2 ve Jet3 metotları, daha büyük çaplar hedeflediği ve dolayısıyla ıslah edilen zemin hacmi daha büyük olduğu için, daha uzun sürelere ihtiyaç duyarlar.

5.3.3 Dozaj

Standart su/çimento oranı 1, özgül ağırlığı ise 1410-1570 kg/m³ dür. Bu oran seçilen metot, uygulanan ıslah yöntemi ve kolonların nihai mukavemetlerine göre değişebilir. Su/çimento oranının, su geçirmez plastik grout perde teşkili için karışımda bentonit kullanımının 0.7' nin altına inmesi uygun görülmez. 1m³ ıslah edilmiş zemin içindeki çimento miktarı 350-700 kg/m³ arasında değişir. Genelde, bu değer ortalama 450 kg/m³ alınabilir. Enjeksiyon karışımı içerisine bazı katkılar ilave etmek de mümkündür. Örneğin yüksek debili zemin suyu bulunan durumlarda %1-3 oranlarında sodyum silikat ilavesi prizın hızlandırılması için tavsiye edilebilir.

5.4 Farklı Zeminlerde Jet Grout Uygulama Parametreleri

Jet-grout metodu ile yapılacak zemin ıslahının başarısı, uygulama parametrelerinin çok dikkatli seçimine bağlıdır. Basınç değeri ve enjeksiyon süresi, ıslah edilecek tabii zeminin mukavemet değerine göre belirlenmektedir. Jet grout tekniğinin uygulanabilmesi ve en uygun jet grout tekniğinin seçilebilmesi için bazı araştırmaların

yapılması gerekmektedir. Bunlar; arazideki SPT, CPT deneylerinden elde edilen veriler ve rölatif sıklığın tayini, Kohezyonsuz zemin numunelerinin dane dağılımı, su muhtevası, doymun birim hacim ağırlıklarının belirlenmesi, kohezyonlu zeminlerinin kıvam limitlerinin tayini olarak sayılabilir. Bu veriler doğrultusunda en uygun jet grout tekniği ortaya koyulmaktadır. Killi zeminlerde, düzgün bir kolon elde etmek için, küçük çaplı nozzle kullanılmalıdır. Genellikle kullanılan nozzle adedi 2, çapları ise 1,6- 2.0mm dir. Basınç 500-600 bar değerlerde ve yüksek, grout debisi ise, sıkça rastlanılan zemin kırılmalarını engellemek amacıyla düşük tutulmalıdır (Melegary ve Garassino, 1997).

Eğer zemin konsolide kil gibi, karışım oluşturması zor özelliklere sahipse, nozzle adedi bire düşürülmelidir. Bu yolla, yüksek basınçla elde edilen kinetik enerjinin sürtünme kayıpları kontrol altına alınabilir. Bu halde enjekte edilen grout miktarı düşük ve kademede bekleme süresi uzun olmalıdır. Bu tür killi zeminlerde kum yoğunluğunu azaltmak amacıyla 250- 300 bar basınçlı su enjeksiyonu(ön yıkama) tavsiye edilmektedir. Çakıllı ve genellikle granüller karakterli zeminlerde, işletme parametreleri killi zeminlere nazaran farklıdır. Enjeksiyon basıncı genellikle 400-500 bar arasında, nozzle çapları ise 2.5-3.0 mm arasında tutularak, zemine daha fazla miktarda grout enjeksiyonu sağlanmaktadır. Bu genel kurallar seçilen jet sistemine uyarlanmalıdır.

BÖLÜM ALTI

UYGULAMA

İstanbul-Eskişehir Yüksek Hızlı Tren Projesi güzergâhı üzerinde bulunan Km: 170 + 940 – 172 + 450 arasında kalan bölgede VK-14 numaralı viyadük'ün temel kazıkları yapılmaktadır.

Bu bölgede fore kazıklar önce Ø1200 mm çapında dizayn edilmişti. Ancak bölgede tektonik faaliyetlerin yüksek olması ve bölgenin 1.dereceden deprem bölgesi olması dolayısıyla zemin araştırmaları ve sondajlar yeniden yapılmıştır. Daha sonradan yapılması kararlaştırılan ek jeoteknik etüt çerçevesinde belirtilen km ler arasında koni penetrasyon testleri ve 9 farklı lokasyonda sondaj çalışmaları yürütülerek ek etüt yapılmıştır. Bu sayede deprem hesapları ve benzeri jeoteknik hesaplar baz alınarak yeniden kazık hesaplamaları yapılmış ve bunun üzerine daha önce Ø1200 mm olarak tasarlanan kazıklar revize sonrası Ø1650 mm çapında kazıklar olarak değiştirilmiştir. Ayrıca revize sonrası kazıkların yalnızca çapları değil kazık boyu ve demir donatı toplam ağırlığı da değişmiştir. Bu revizede deprem hesaplarının önemli bir rol oynadığı bilinmektedir. Bu bölgede yapılan çalışmalar sırasıyla aşağıdaki gibidir;

- a) Zemin İncelemeleri**
- b) Fore Kazık Yapımı**
- c) Jet-Grout Yapımı**
- d) Kazıklarda Epoksi Uygulaması**
- e) Kazık Hesaplarının Yapılması**
- f) Kazık Yükleme Deneyinin Yapılması**
- g) Kazıklara uygulanan Pile-İntegrity Testleri**

6.1 Zemin İncelemeleri

6.1.1 Yer Altı Suyu İncelemeleri

Yer altı su seviyesinin, rejimin, basınç durumunun ve kimyasal yapısının araştırılması kazıklı temel tasarımı ve inşaatı için yapılacak zemin incelemelerinin en önemli parçalarından biridir. Yer altı su seviyesi ölçmelerinin inceleme bölgesinin en yağışlı döneminde yapılması en elverişsiz şartların ortaya çıkması açısından önemlidir.

Çalışma yapılan Viyadük-14 bölgesinde ki yer altı su seviyesinin Sakarya Nehri ile sınır olması dolayısıyla yapılan kazık forajlarından görüldüğü üzere 1.0-1.5 civarındadır.

6.1.2 Numune Alınması, Arazi ve Laboratuar Deneyleri

Kilometre 170 + 940 – 172 + 450 arasında zemin karakteristiğini belirlemek amacıyla bir takım zemin çalışmaları yapılmıştır. Bunlar; Sondaj çalışmaları, Koni Penetrasyon Testi, Standart Penetrasyon Testleri ve çeşitli Laboratuar Deneyleri şeklindedir.

6.1.2.1 Sondaj Çalışmaları

Kilometre 170+940 - 172+450 arasında 9 farklı lokasyonda sondaj çalışmaları yapılmıştır. Yapılan sondaj çalışmalarına ait Sondaj Logları EK-1 de verilmiştir. Kohezyonlu zeminlerden örselenmemiş numuneler alınarak, her iki tarafı parafinlenmiş ve üzerleri etiketlenmiş shelby tüpleri içerisinde muhafaza edilmiştir. Alınan numuneler, gerekli testlerin yapılması için, laboratuara nakledilmiş ve bu numuneler üzerinden zeminin karakteristik özellikleri belirlemek amacıyla Zemin ve Kaya Mekaniği laboratuar testleri yapılmıştır. Bu testlerin sonuçları EK-2 de verilmiştir.



Şekil 6.1 Kaya ve zemin mekaniği laboratuvarında elek analizi yaparken

6.1.2.2 Standart Penetrasyon Testi

Standart Penetrasyon Testi (SPT), zemin incelemelerinde en yaygın olarak kullanılan en eski deneydir. Deney esas olarak ayırık, iri daneli zeminlerden örselenmemiş numune alma zorluğu nedeniyle bu tür zeminlerin yerleşim sıklığının yerinde belirlenmesi amacıyla ortaya atılmış ve 1920 lerden beri kullanılmaktadır. 1930 larda standart hale gelmiştir. Deney, standart bir numune alıcı ucun 63.5 kg ağırlığındaki tokmağın 0.76 m den düşürülerek zemine çakılması ile yapılır. Sondaj çukuru tabanından itibaren yapılacak deneyde, uç zemine 150 mm lik üç aşamada toplam 0.45 m çakılır. Her bir 150 mm.lik ilerleme için gerekli darbe sayısı kaydedilir. İlk 150 mm giriş için gerekli sayı sondaj tabanında zeminde örselenme olduğu gerekçesiyle ihmal edilir, ikinci ve üçüncü 150 mm giriş adımları için alınan sayılar toplanarak standart penetrasyon sayısı veya standart penetrasyon direnci N_{30} olarak dikkate alınır.

Çalışmanın yapıldığı bölgede daha önce yapılmış 9 adet sondaj lokasyonlarının tümünde her 1.5 metrede bir SPT yapılmış ve bulunan değerler Sondaj Loguna işlenmiştir. Bu değerler EK-1 de verilen Sondaj Loglarına işaretlenmiştir.

İnce daneli, killi zeminlerin serbest basınç mukavemeti q_u , ve birim hacim ağırlığı ile Standart Penetrasyon Direnci N_{30} arasında, deneysel olarak elde edilmiş yaklaşık ilişkiler Tablo 6.1 de verilmiştir.

Tablo 6.1 q_u , birim hacim ağırlığı ile Standart Penetrasyon Direnci N_{30} arasında, deneysel olarak elde edilmiş yaklaşık ilişkiler (Genç, D. Bowles, 1997)

<u>Kıvam</u>	<u>SPT N_{30}</u>	<u>q_u (kN/m²)</u>
Çok yumuşak	0 - 2	< 25
Yumuşak	3 - 5	25 - 50
Orta Katı	6 - 9	50 - 100
Katı	10 - 16	100 - 200
Çok Katı	17 - 30	200 - 400
Sert	> 30	> 400



Şekil 6.2 Yapılan Sondaj Sırasında Bazı Noktalardan Alınan SPT numuneleri

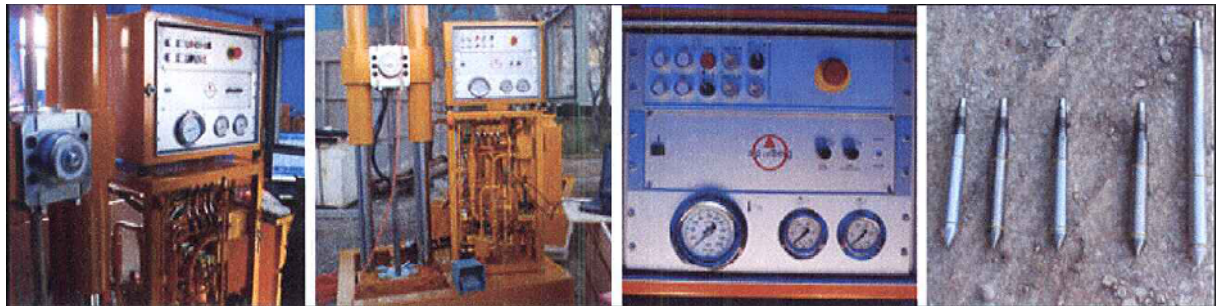
6.1.2.3 Koni Penetrasyon Testi

Arazi çalışmaları 06.02.2010 ile 14.02.2010 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Etüdlere kullanılan CPT ekipmanına ait fotoğraflar Şekil 6.3 ve Şekil 6.4'de verilmiştir.

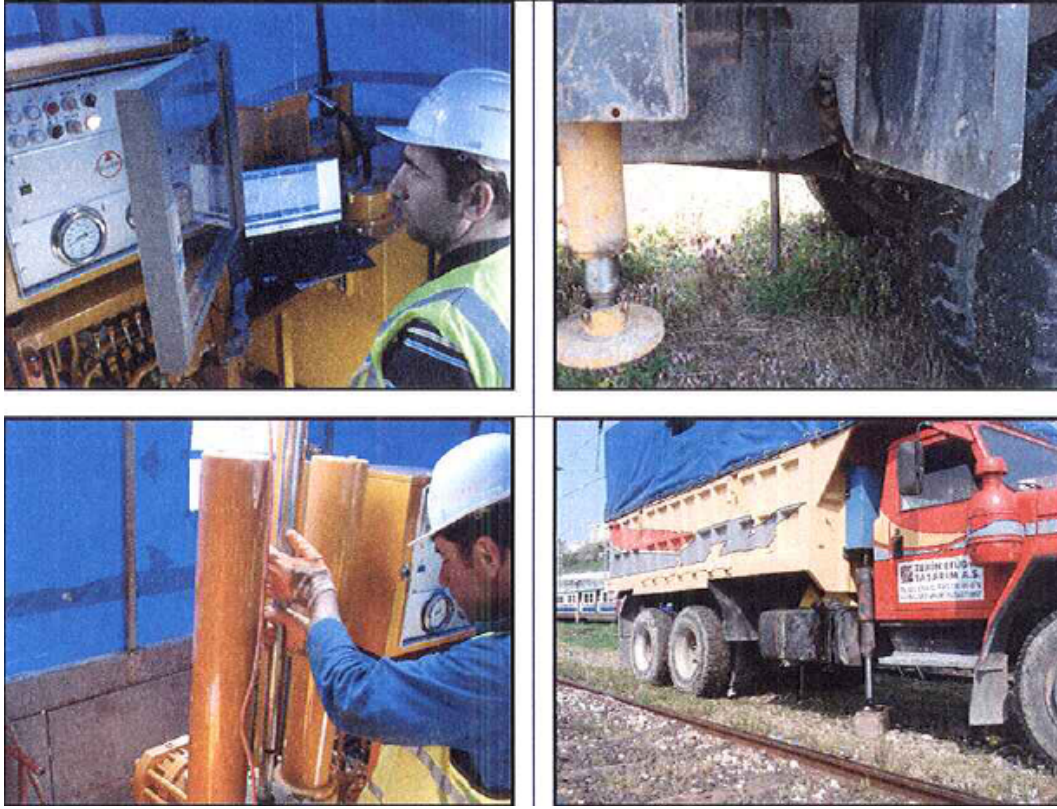
Mekanik koni penetrasyon aletinde 35.7 mm çapında (kesit alanı 1000 mm²) 60° konik bir uç ve aynı çapta 133.7 mm boyda (1500 mm² alanında) çevre sürtünmesini ayrı olarak ölçmek üzere silindirik gömlek vardır. Konik uç kısım ile gömlek birbirinden ayrı hareket etmektedir. İlk olarak konik uç 200 mm kadar 20 mm/s hızda statik kuvvet uygulanarak ilerletilmiştir, bu sırada uç direnci q_c ölçülür. Daha sonra gömlek aynı hızda ilerletilerek çevre sürtünmesi f_c ölçülür. Çevre sürtünmesi daha çok sürtünme oranı $R_f = f_c / q_c * 100$ olarak yüzde ile ifade edilir.

CPT deneyleri, sahada 22 farklı noktaya uygulanmıştır. Gerçekleştirilen 22 adet CPT deneyinde, yaklaşık 5.0 m ile 30.5 m. arasında ilerleme kaydedilmiştir.

Etütlerde kullanılan CPT ekipmanı Hollanda (A.P. vd BERG) yapımıdır. Elektronik veri toplama sistemine sahip olup 20 ton kapasitededir. Sondalama 10 cm² konik uç ve 150 cm² çevre alanına sahip elektronik bir cihazın hidrolik baskı yoluyla 2 cm/sn sabit hızla zemine penetre edilmesi ile yapılmış olup penetrasyon esnasında 2 cm ara ile ölçülen uç ve çevre mukavemeti verileri elektronik alıcı aracılığıyla ölçülüp bilgisayara kaydedilmiştir. Bu veriler zemin tabakalarının hassas bir şekilde tanımlanması, taşıma ve oturma özellikleri tayini, temel mühendisliğin tasarım parametrelerinin belirlenmesi için verileri oluşturmada olup kullanımı ve test yöntemi ISSMFE (International Society of Soil Mechanics and Foundation Engineering) tarafından ASTM'de önerilmektedir. (ISSMFE, 1989; ASTM D5778-95(2000)).



Şekil 6.3 Etütlerde kullanılan CPT ekipmanı



Şekil 6.4 Arazi çalışmalarına yönelik bazı görüntüler

Koni Penetrasyon Testi ile Standart Penetrasyon Testleri ve Sondaj Numuneleri alınarak elde edilen bu üç değerın korelasyonu yapılarak zemin karakteristiği hakkında bilgi edinilmeye çalışılmıştır. Elde edilen korelasyon sonucu tahmini bir jeolojik kesit çıkartılmıştır. Autocad 2008 programı ile çizilen bu kesit EK-3 de verilmiştir.

6.2 Yerinde Dökme Betonarme (Fore) Kazık Yapımı

Bu bölgede fore kazıklar $\text{Ø}1650$ mm çapında 28 m. ve 33 m. boylarında yapılmaktadır. Toplamda 32 adet ayak vardır. $\text{Ø}1650$ mm çapında tasarlanan fore kazıkların imalatında Soilmec tipi hidrolik kazık makinesi kullanılmıştır.

VK-14 Viyadük Temel Kazık İnşaatında fore kazık imalatından öncelikle fore kazık imalatının yapılacağı bölgede her türlü ekip ve ekipmanın eksiksiz bulunmasına ve her türlü emniyet tedbirinin alınmış olmasına özen gösterilmıştir.

Fore Kazık imalatına başlamadan önce daha önce o bölgeden geçen Sakarya Nehrinin üst kısmı sağlam sert dolgu malzemeleri ile doldurulmuş ve 21 m. bom uzunluğuna ve 80 ton ağırlığa sahip fore kazık makinesinin çalışabilmesi için uygun şekilde nehir dolgu çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Fore kazık makinesinin çalışacağı bölgenin stabil malzeme ile doldurulması çok önemlidir. Keza bu makine hassas bir dengede çalışmaktadır. Çalışılan bölgenin zemininde birkaç cm oturmanın oluşması bile fore kazık makinesinin devrilmesine hatta belki de can kaybına neden olabilecektir. Bu yüzden Nehir Geçişlerinde imalatı düşünülen fore kazık platformunun mutlaka stabil malzemeden oluşturulması ve sıkıştırma işleminin başarıyla gerçekleştirilmesi gerekmektedir.



Şekil 6.5 Sakarya Nehri üzerinde bulunan fore kazık noktaları için uygun platformun hazırlanması.

Fore kazık çalışmalarına başlamadan önce test çukurları açılmakta ve yer altı su seviyesi ile Sakarya nehrinden gelen suyun basıncı hakkında bilgi edinilmeye çalışılmaktadır. Ayrıca test forajı (delgisi) esnasında Sakarya Nehrinden sızan suyun betona etki değerini gözlemleyebilmek için su numuneleri alınmış ve içeriğinde bulunan mineral analizi için T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü III. Bölge Müdürlüğüne gönderilmiştir. Gönderilen su analizi içeriğinde çıkan mineral ağırlığına göre betona uygulanacak katkı belirlenecektir (Tablo-6.1). Test forajı sonunda kazık alt kotuna kadar genel jeolojik kesit çıkartılmış ve saha mühendisleri genel çalışma stratejisini belirlemişlerdir.

Tablo 6.1 Doğadaki suların zararlı etkinlik dereceleri için sınır değerleri (TS 3440/Mayıs 1982)

Sıra No.	İncelenen Özellik	Zararlı Etkinlik Derecesi		
		Zayıf	Kuvvetli	Çok Kuvvetli
1	pH değeri	6.5 - 5.5	3.5 - 4.5	< 4.5
2	Kireç Çözücü (CO ₂ mg/lit) (Heyer mermer deneyi ile)	15 - 30	30 - 60	> 60
3	Amonyum (NH ₄ ⁺) mg/lit	15 - 30	30 - 60	> 60
4	Mağnezyum (Mg ²⁺) mg/lit	100 - 300	300 - 1500	> 1500
5	Sülfat (SO ₄ ²⁻) mg/lit	200 - 600	600 - 3000	> 3000

DSİ III. Bölge Müdürlüğü Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürlüğünden gelen su analizleri EK-4 da verilmiştir. Buna göre Sakarya Nehri suyunda bulunan Sülfat oranı 200-220 mg/lit değerlerinde görülmektedir. Bu değer Tablo-6.1 den bakıldığı zaman suyun zararlı etkinlik derecesinin “zayıf” kategorisinde olduğu görülmektedir. Bu yüzden beton dökümü esnasında betonun sülfata dayanımı için dizayn çalışmalarında belli oranlarda “Sülfata Dayanıklı Çimento (SDÇ)” kullanılmıştır.

Fore kazık çalışmalarına başlarken kazıkların düşey doğrultudan sapmaması ve applike edilen noktadan düşey doğrultuya dik bir şekilde forajın gerçekleştirilebilmesi için belirli açılarla ucuna çarık kaynatılan 3-4 m.lik ağız

borusu kullanılmış ve daha sonra kuyu cidarının duranlığını sağlamak için bentonit süspansiyonu ile foraj çalışmalarına devam edilmiştir.



Şekil 6.6 Fore kazık uygulamasında bentonit kullanımı ve bentonit havuzu

Delgi işlemi esnasında zemin özellikleri dikkatle izlenilmiş ve daha evvel zemin hakkında edinilen bilgilerin doğruluğu kontrol edilmiştir. Ayrıca her bir kuyu için, kuyu bilgileri alınmış ve kuyu logları düzenlenmiştir.



Şekil 6.7 Kurulan platform üzerinde Sakarya Nehri geçişinde fore kazık imalatı ve bage ile foraj yapılması

Delgi işlerinin tamamlanmasından sonra takım dizisi geri manevra ile kuyu dışına alınmış ve önceden dışarıda hazırlanmış donatı, kuyu içerisine, vinç vasıtasıyla yerleştirilmiştir. Yerleştirme esnasında demirin kafes yapısının bozulmamasına, demir donatı alt ucunun kuyu tabanından 100 mm yukarıda olmasına dikkat edilmiştir. Ayrıca demir donatıyı zararlı zemin şartlarından ya da yer altı suyunun olumsuz etkilerinden korumak amacıyla, beton dış yüzeyi ile demir donatı arasında da 75 mm lik plastik pas payları konulmuştur. Pas payları TS 3168 de belirtildiği gibi her 2 m. de bir 4 er adet konularak demir donatı proje kotuna indirilmiştir (Şekil 6.8).



Şekil 6.8 Fore kazık demir donatının kuyu içerisine yerleştirilmesi

Fore kazıklarda betonlama işlemi, $\text{Ø}200$ mm çapındaki tremie boruları vasıtasıyla yapılmış ve beton dökümü esnasında tremie borusunun alt ucunun sürekli olarak betonun ortalama 2 m. içinde bulunmasına dikkat edilmiştir (Şekil-6.9).



Şekil 6.9 Fore kazıklarda Tremie borusu ile beton dökülmesi

Betonlama işlemi tamamlandıktan hemen sonra fore kazık makinesi vasıtasıyla ağız borusu ve muhafaza boruları zeminden çekilerek çıkarılmış ve bir sonraki imalat için hazır hale getirilmiştir. Bütün bu işlemler sonrasında bir adet fore kazığın imalatı tamamlanmıştır. Bir sonraki fore kazık imalatı için aynı işlemler tekrarlanarak çalışmalar sürdürülmüştür.

Kimi zaman kesişen fore kazık türü de kullanılır. Bu proje kapsamında da Tünel-26 ile Tünel-27 bölgeleri arasında yaklaşık 750 adet kesişen kazık kullanılmıştır. Söz konusu bu bölgede karasu nehri geçmektedir. Karasu nehrinin mevcut güzergâh üzerindeki hattı yoğunluk ve basınç altında toprak kayması ve su sızıntıları şeklinde etkileyebileceğini düşünen proje yapımcıları bu bölgede suyun kesilmesi amacıyla kesişen kazık önermişlerdir. İki tünel arası aç-kapa yapılması planlanan bölgede tünel boyuna kesitte, tünellerin giriş kısımlarına doğru ilerledikçe, derinliğin artması sebebiyle ve kazı taban kotunun yer altı su seviyesinin altında olması nedeniyle, fore kazıklar kesişen kazık olarak imal edilmiştir. Bu bölgede, fore kazıklar betonarme (donatılı) ve beton (donatısız) kazıklar olmak üzere iki ayrı türde imal edilmişlerdir.

Herhangi bir statik yüke maruz kalmayacak olan bu kazıkların temel amacı tren yolu güzergâhına dışarıdan gelecek etkileri by-pass edip, su ve toprak kayması gibi büyük ölçekli doğal etkilerin önüne geçebilmektir.

Beton kazıklar daha önce yapılmış gidaj kalıpları içerisine atlamalı olarak yapıp forajı tamamlanan kuyuya C-14 betonu dökülerek beton kazığın imalatı tamamlanır. Aradan 24 saat geçer ve bu sefer betonarme kazık imalatı için arada kalan kazığın her iki beton kazığı eşit oranda keserek forajı tamamlanır ve içine çelik donatı konulan kuyu C-25 betonu ile doldurularak betonarme kazık imalatı tamamlanmış olur. Gidaj kalıpları, kesen kazığın her iki yanında bulunan beton kazıkları eşit oranda kesmesi açısından son derece önemlidir.

BÖLÜM YEDİ

JET GROUT UYGULAMASI

Sakarya-Pamukova bölgesinin zemin etüt çalışmaları bitirildikten sonra bazı bölgelerde zemin direncinin oldukça düşük olduğu saptanmıştır. Bu bölgeler için zemin iyileştirme teknikleri uzun sürelerce maliyet ve teknik olarak incelenmiştir. Bu bölgenin zemin iyileştirilmesi için;

- Sert ve mukavemeti yüksek olan dolgularla geçilmesi,
- Diyafram Duvar ile geçilmesi
- Kesişen Fore Kazık ile geçilmesi
- Jet-Grout ile geçilmesi

maddelerden bölge jeolojisine en uygun teknik olmasının yanı sıra zaman, vakit ve ekonomik olması açısından Jet-Grout yöntemi ile zemin iyileştirilmesi yapılmıştır.

Hızlı Tren Projesi kapsamında en çok dikkat edilmesi gereken husus güzergâh üzerinde oluşabilecek oturmaların önüne geçmektir. Karayolu güzergâhlarında birkaç cm oturmanın gerçekleşmesi konforu etkileyebileceği gibi yeri ve bölgesine bağlı olarak önemli bir risk faktörü de oluşturabilir. Ancak hızlı tren güzergâhının 2 mm.bile oturması 250km/s hızla seyir halinde olacak olan bir hızlı trenin raydan çıkması ve olayın felaketle sonuçlanması için bir sebep sayılabilir. Bu yüzden Sakarya Nehrinin de geçtiği bölgede zemin ıslahının önemi, hızlı tren güzergâhı üzerinde oluşabilecek oturmaların önüne geçmek açısından oldukça önemlidir.

Pamukova bölgesinde proje yapımcıları JET-2 çalışmasını öngörmüştür. Buna istinaden bu bölgede deneme Jet kolonları yapılmıştır. Deneme Jet kolonu yapılması için bir jet grout çalışmasında;

- Tijin Dakikadaki Çekme Hızı
- Tijin Dakikadaki Devir Sayısı
- Nozzle Çapı
- Hava Basıncı (Jet-2 İçin)
- Enjeksiyon Basıncı
- Su/Çimento Oranı
- Viskozitesi
- Yoğunluğu

gibi parametreler belirlenerek deneme kolonları yapılır. Pamukova bölgesinde yapılan 7 adet jet kolonu parametreleri tablodaki gibi belirlenmiştir;

Tablo 7.1 Jet-Grout test kolonu parametreleri

	TEST KOLON NUMARASI						
	1	2	3	4	5	6	7
DENEY YAPILAN KOLON NO.	6882/1	6887/1	6882/11	6887/9	6892/1	6897/01	6902/01
YAPILAN FORAJ BOYU (m)	19,11	19,13	19,06	19,13	19,1	19,03	19,1
HEDEFLENEN JET-GROUT KOLON ÇAPI (cm)	80	80	80	80	80	80	80
DENEY SONRASI OLUŞAN JET-GROUT KOLON ÇAPI (cm)	92 cm	74 cm 90 cm	63 cm 90 cm	81 cm 94 cm	92 cm	101 cm	90 cm 97 cm
JET-2 VERİLEN HAVA BASINCI (bar)	10	10	8	8	10	8	10
VERİLEN ENJEKSİYON BASINCI (bar)	350	300	350	300	300	350	350
TİJ ÇEKME HIZI (cm/dk)	67	68	66	60	60	54.5	54
TİJİN DÖNME HIZI (devir/dk)	15	20	18	18	19	19	20
VERİLEN ENJEKSİYONUN YOĞUNLUĞU (kg/m³)	1,54	1,54	1,54	1,54	1,55	1,55	1,54
SU/ÇİMENTO ORANI	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
NOZZLE ÇAPI (mm)	3	3	3	3	3	3	3
NOZZLE ADEDİ	2	2	2	2	2	2	2
1 m. de JET-GROUT İMALATI İÇİN HARCANAN ÇİMENTO MİKTARI (kg)	178	208	250	195	208	229	221,52
TEK EKSENLİ BASINÇ DAYANIMI (Mpa) (7 günlük)	0,52	1,44	0,70	0,97	0,76	1,56	1,75



Şekil 7.1 Pamukova bölgesinde yapılan test kolonlarının 7 gün sonra açılması





Şekil 7.1 Pamukova bölgesinde yapılan test kolonlarının 7 gün sonra açılması

Test kolonu çalışmalarından sonra 80 cm çapına en yakın olan 6887-1 (2 numaralı kolon) deney kolonu parametreleri seçilmiştir. Bu bağlamda imal edilmesi planlanan 1 adet jet-grout kolonu için, zeminin düşey doğrultuda değişmesiyle beraber;

- Verilen hava basıncı 10 bar, Verilen eneksiyon basıncı 300 bar,
- Dönme hızı 20 devir/dakika,
- Çekme hızı 68 cm/dakika,
- Verilen enjeksiyonun yoğunluğu $1,54 \text{ kg/m}^3$
- Su/Çimento oranı 1,
- Nozzle Çapı 3mm, Nozzle adedi 2

parametreleri belirlenerek zemin iyileştirmeleri çalışmalarının başlanmasına karar verilmiştir.

BÖLÜM SEKİZ

KAZIKLARDA EPOXY UYGULAMASI

Fore kazık çalışmaları esnasında ve sonrasında kimi zaman birtakım aksaklıklarla karşılaşılır. Bu aksaklıklardan bazıları; demir donatının bozulması, muhafaza borusunun sıkışarak betonun içinde priz alması, içeride takım sıkışması, muhafaza borularını çekerken demir donatının beton içinden çıkarak muhafaza borusuyla beraber hareket etmesi, demir donatının beton içinde bozulması veya demir donatının kuyu tabanı kotundan bulunan zayıf zeminin içine doğru hareket ederek aşağı kaçması. İşte bu gibi istenmeyen durumlarda fore kazık imalatı ciddi zarar görür ve zahiyyatlar verilir.

Bir fore kazık çalışması ardından ekskavatör ile kazı çalışması yapılarak daha önce imal edilen fore kazıkların ortaya çıkartılması istenmiştir. Buna müteakip radye temel yapılacaktır. Böyle bir çalışma için tüm fore kazık uç donatıları çıkartılır ve gro-beton dökülerek radye temeli için hazır hale gelir. Bu aşamada, çalışılan bölgede yapılan kazı sonrasında 16 kazıklı bir ayakta 4 adet fore kazık filizinin aşağıda bulunan gevşek malzemeye doğru hareket ettiği tespit edilmiştir.



Şekil 8.1 Bir ekskavatör yardımı ile kazık imalatı yapılan aks açılarak imal edilen fore kazıklar ortaya çıkartılmıştır.



Şekil 8.2 Kazıklar açıldıktan sonra Sakarya nehri ile aynı kotta olan temel kazıklarında gelen mevcut su birkaç noktaya kurulan değişik kapasitelerdeki su pompaları ile Sakarya Nehrine boşaltılır.



Şekil 8.3 Su boşaltıldıktan sonra yaklaşık 20 adet kazıktan 5 adet kazık donatısının aşağıda bulunan gevşek malzeme içine doğru kaçtığı tespit edilmiştir.



Şekil 8.4 Ya da bazı kazıkların demir filiz boylarının birbirleriyle orantılı olmadığı dolayısıyla demir donatının kuyu içerisinde bozulmaya uğradığı tespit edilmiştir.

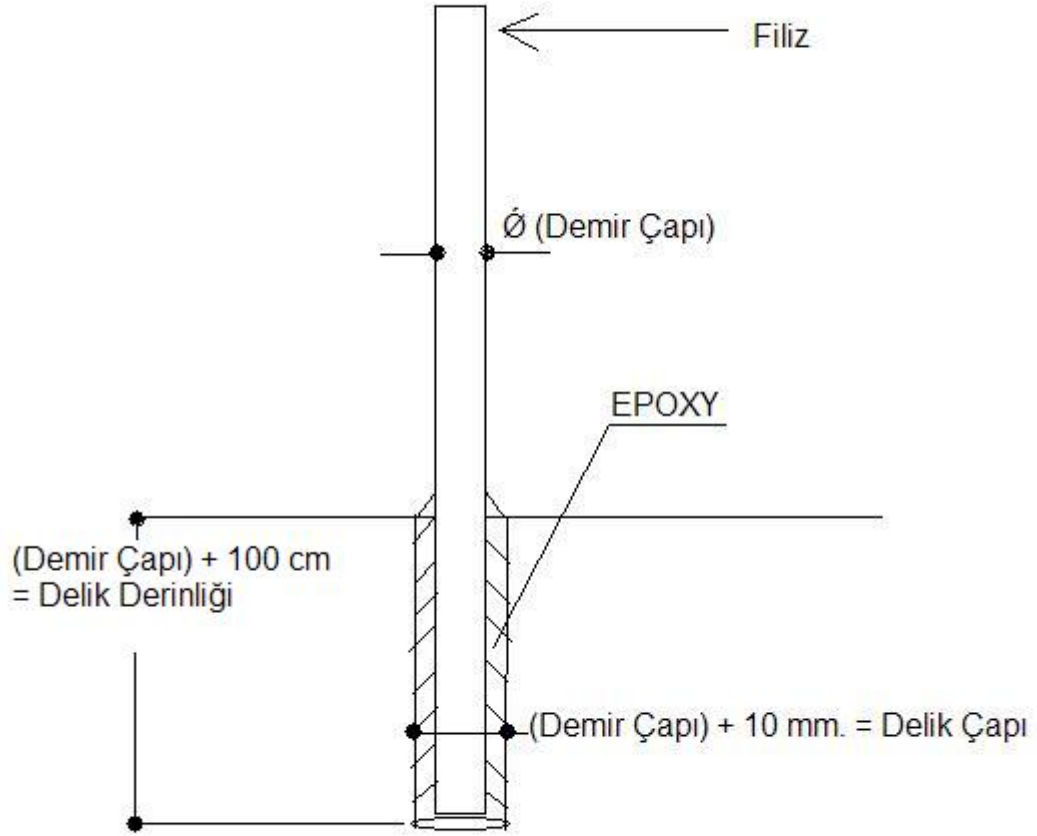
Bunun üzerine demir donatısı içine kaçan kazıklara epoksi uygulanmasına karar verilmiştir.

Epoksi uygulama Prosedürü;

1. Demirler projedeki ölçülere göre kesilmeden önce tüm ölçüler yerinde kontrol edilecektir.
2. Donatı yerleştirilecek yüzeylerdeki sıvalar tamamen temizlenecek ve yeni betonarme ile temas edecek yüzeyler pürüzlendirilip basınçlı hava ile toz kalmayacak şekilde temizlenecek.

3. Filizler için delik açılacak yerlerde yüzeyden pas payı sıyrılıp mevcut donatıların kesilmemesi için bakılacak ve delikler açıldıktan sonra basınçlı hava ile toz kalmayacak şekilde temizlenecek.
4. İkinci kademe dökülecek perde ve önce dökülmüş temel bağlantısına epoksi uygulanacak.
5. Filiz demirleri açılan deliklere takılırken Epoxy uygulanacak.
6. Filizlerin montajından sonra perde donatıları bağlanacak.

Demir Çapına Göre Delik Çapı Tespiti



Şekil 8.5 Filizlerin kaçtığı bu bölgede $\text{Ø}32$ lik demir kullanılmaktadır. Buna göre 42 mm. genişliğinde delik çapı, yaklaşık 1 metre boyunda da delik derinliği açılması uygun görülmüştür (TUMAŞ Arşiv).



Şekil 8.6 Filiz ekimi gerçekleştirilen kazığa epoxy uygulanmaktadır.

BÖLÜM DOKUZ

KAZIK HESAPLARININ YAPILMASI

Bir iskele tasarımı yaparken kazık hesapları yapabilmemiz için başlıca şu değerleri bilmemiz gerekmektedir:

- Ölü Yükler
- Hareketli Yükler
- Kren Yükleri
- Gemi Yanaşma Yükü
- Gemiye Etkiyen Rüzgar Kuvvetleri ve Gemi Bağlama Yükü
- Gemiye Etkiyen Akıntı ve Dalga Kuvvetleri
- Rüzgar Kuvvetleri
- Zemin İtkileri
- Suyun Kaldırma Kuvveti
- Deprem Yükleri

Kazık hesapları yapılırken başlıca şu konuların belirlenmesi gerekmektedir:

- 1) Üst Yapı Hesapları
 - a. Öngermeli Kiriş Hesabı
- 2) Alt Yapı Hesapları
 - a. Hesaplarda Kullanılacak Yük Kombinasyonları
 - b. Deprem Analizi
 - c. Isıl-Gerilme Analizi
 - d. Fren, Drenaj ve Rüzgar Analizi
 - e. Başlık Kirişi Hesapları
 - f. Kolon Hesapları
 - g. Temel Hesapları
 - h. Kenar Ayak ve Orta Ayak Hesapları
 - i. Kazık Hesapları

Yukarıda verilen maddeler sırasıyla, yapılacak olan sanat yapılarının hesaplama önceliğini göstermektedir. Yukarıda da görüldüğü gibi sanat yapılarına ait kazık hesapları yapılırken kazık boyu ve kazık çapını belirlemede Alt Yapı ve Üst Yapı hesaplarının etkili olduğunu görmekteyiz. Dolayısıyla belirli zemin parametrelerine uygun yapılması tasarlanan sanat yapıları için proje yükünün ve bölgede mevcut zemin parametrelerinin bilinmesi gerekmektedir.

Taşıma Gücü Hesapları için birçok yöntem geliştirilmiştir. Bunları aşağıdaki gibi sıralayabiliriz:

Yüzeysel Temellerin Taşıma Gücü

- a) Toprak Basınçlarına Dayanan Taşıma Gücü
- b) Kayma Yüzeyine Dayanan Taşıma Gücü
- c) Plastik Göçmeye Dayanan Yöntemler
 - Prandtl Teorisi
 - Terzaghi Taşıma Gücü Teorisi
 - Skempton Eşitliği ile Taşıma Gücü
 - Meyerhof Taşıma Gücü Eşitliği
 - Hansen Taşıma Gücü Eşitliği
- d) Yerinde Deneylere Dayanan Taşıma Gücü
 - SPT ile Taşıma Gücü
 - CPT ile Taşıma Gücü
 - Plaka Yükleme Deneyinden Taşıma Gücü
 - Presiyometre Deneyinden Taşıma Gücü
- e) Tabakalı Ortamın Taşıma Gücü
 - Meyerhof-Hanna Yöntemi
 - Buton Önerisi
- f) Deprem Durumunda Taşıma Gücü

Kazıklı Temellerin Taşıma Gücü

- a) Uç Taşıma Yüğü (Q_p)
 - Meyerhof Yöntemi

- Janbu Yöntemi
- Coyle-Castello Yöntemi
- b) Çevre Sürtünmesi (Q_s)
 - Kumda Q_s
 - Kilde Q_s
- c) SPT ile Kazık Taşıma Gücü
- d) Presiyometre Deneyi ile Kazık Taşıma Gücü
- e) Dinamik Kazık Formulleri
- f) Kazık Yükleme Deneyi
- g) Negatif Çevre Sürtünmesi

Kazıklı temeller, kazıkların seçilen en uygun olan yerleştirilme yöntemine göre çeşitli tipte, güçlü ve gelişkin makinelerle yapılır. Ayak ya da kazık temelin göçmeden taşıyabileceği maksimum aksenal yük taşıma gücü (Q_{ult}) olarak adlandırılır. Derin temellerin taşıma gücü üç etkenin sonucudur;

- 1) Kazık ya da ayak temelin ucu yüzeysel temelde olduğu gibi zeminin kayma direncine ve gömme derinliğine bağlı olarak direnç gösterir.
- 2) Sürtünmeli kazıklarda aşağı doğru hareket sonucu çevrede oluşan çevre sürtünmesi taşıma gücüne katkı sağlar.
- 3) Kazılan hacime eşdeğer zeminin oluşturduğu gerilme kalkacağından taşıma gücü artar. Bu etkenlere dayanarak kazığın taşıma gücü

$Q_{ult} = Q_p + Q_s + (\gamma L A_p) - W$ genel bağıntısı ile tariflenir.

Q_p : Kazık ucunun taşıyabileceği maksimum yük

Q_s : Çevre sürtünmesi ile taşınan yük

A_p : Kazık uç alanı

$(\gamma L A_p)$ ve W terimleri ihmal edilebilecek kadar küçük olduğu için eşitlik

$$Q_{ult} = Q_p + Q_s$$

Şeklinde yalınlaştırılır.

9.1 Uç Taşıma Yüğü (Q_p)

Meyerhof Yöntemi

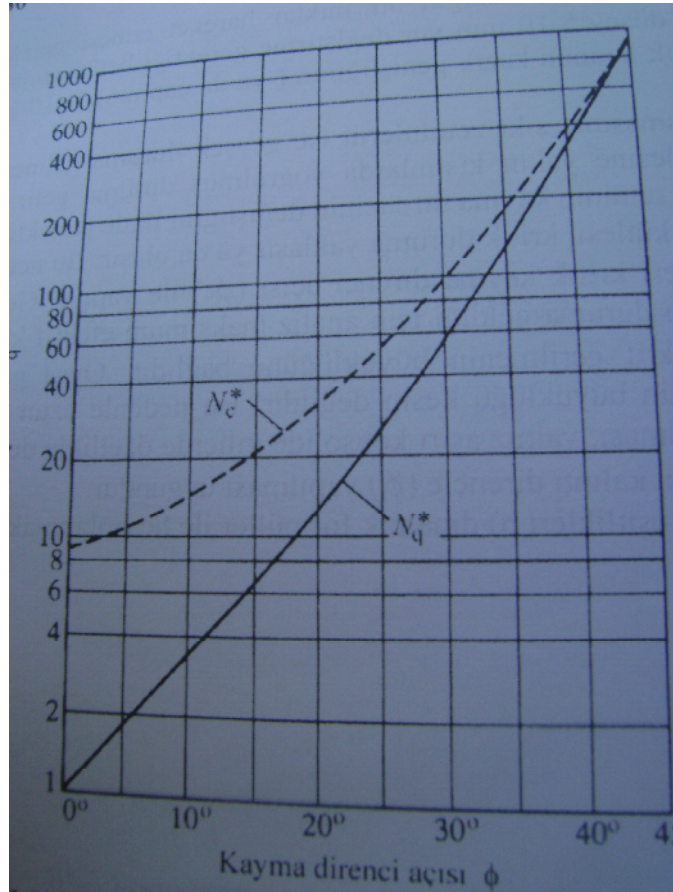
a) Kumda Q_p

Kuma yerleştirilen kazığın uç direnci gömme derinliği arttıkça artar ve gömme oranı $L_b/B = (L_b/B)_{cr}$ değerine ulaştığı zaman maksimum olur. Birçok durumda $L_b/B > 0.5$ $(L_b/B)_{cr}$ olduğundan maksimum N_c^* ve N_q^* değerleri kullanılır.

Kumda ($c=0$) uç taşıma gücü

$$Q_p = A_p q_p = A_p q' N_q^*$$

şeklinde tariflenir.



Şekil 9.1 Meyerhof tarafından önerilen maksimum N_c^* ve N_q^* değerleri (Genç, D., Das, M.B., 1999)

Q_p sınır (limit) değer ya da $A_p q_1$ değerinden küçüktür.

$$Q_p = A_p q' N_q^* \leq A_p q_1$$

Sınır uç direnci $q_1 = 50 N_q^* \tan \varphi$ (kN/m²)

ile ifade edilir. Meyerhof uç direncini düzeltilmiş SPT darbe sayısı ile

$$q_1 = 40 N' (L / R) \leq 400 N'$$

şeklinde ilişkilendirmiştir.

N' : Kazık ucundan yaklaşık 10R altında ve 4R üstündeki aralıktaki değerlerin ortalamasıdır.

b) Kilde ($\varphi = 0$) Q_p

Meyerhof doymun killerde drenajsız koşulda uç taşıma gücünü

$$Q_p = c_u N_c^* A_p = 9 c_u A_p$$

ile tariflemiştir.

Uzunluğu (L) 15m. olan 0.4*0.4 m kesitli betonarme kazığın 17.3 kN/m³ birim hacim ağırlığı (γ) ve 30° kayma direnci açısı (φ) olan kuma çakılabileceği bildirilmiş olsaydı Meyerhof yöntemi ile hesaplayabileceğimiz uç taşıma yükü şöyle olucaktı,

$\Phi = 30^\circ$ için Şekil- ? dan $N_q^* = 55$

$$Q_p = (0.4*0.4)(17.3*15)(55) = 2284 \text{ kN}$$

Sınır değer

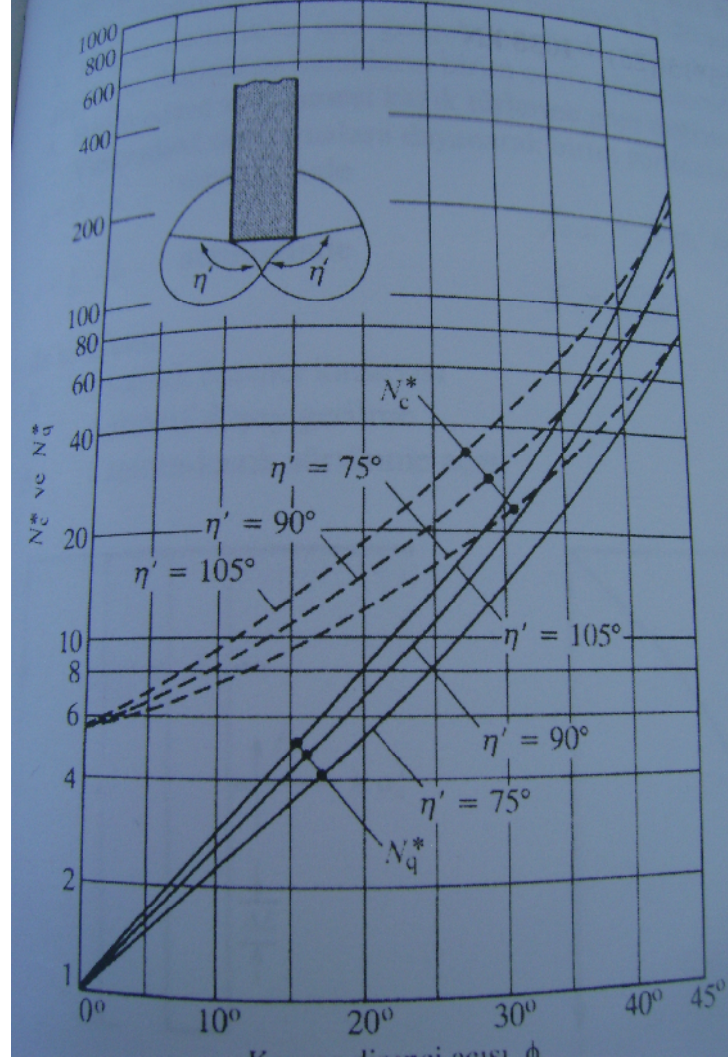
$$A_p q_1 = (0.4*0.4) (50) (55) \tan 30 = 254 \text{ kN olurdu}$$

Uç taşıma yükü sınır değerden küçük olması gerekir (2284 < 254)

Dolayısıyla

$$Q_p = 254 \text{ kN} \quad \text{olarak belirlenir.}$$

Yukarıda ki örneğe ek olarak $\eta = 90^\circ$ için uç taşıma yükünü Janbu yöntemi ile bulalım:



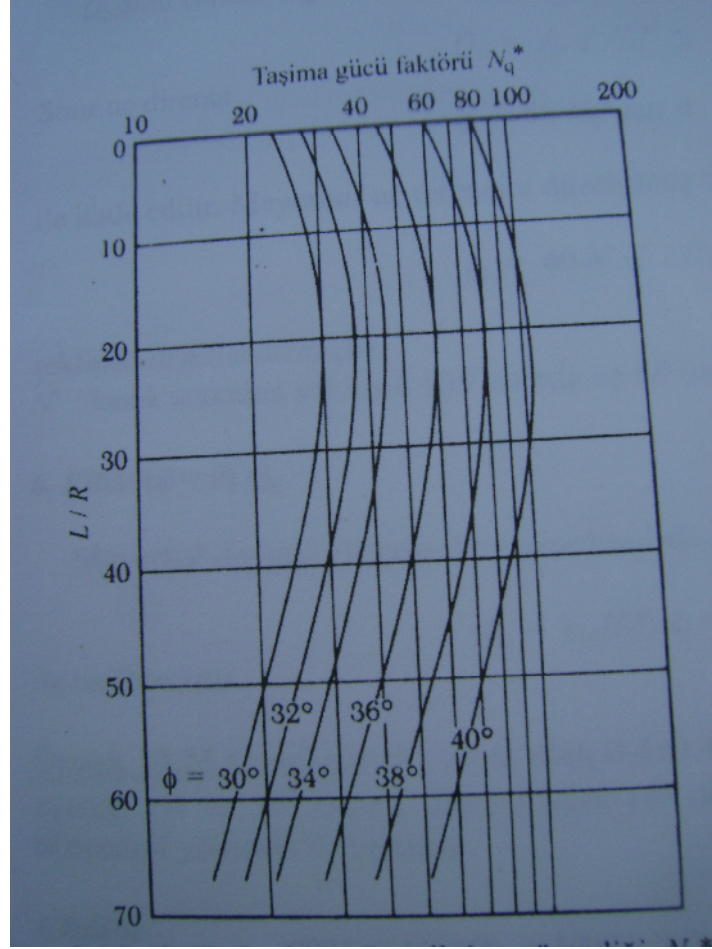
Şekil 9.2 Janbu'nun kazıklı temeller için önerdiği taşıma gücü faktörleri (Genç, D., Das, M.B., 1999)

$$\Phi = 30^0 \text{ ve } \eta' = 90^0 \text{ için } N_q^* = 19 \quad (\text{Şekil-? den})$$

$c = 0$ olduğu için $Q_p = A_p (c N_c^* + q' N_q^*)$ (Janbu) eşitliğindeki uç taşıma yükü

$$Q_p = A_p (q' N_q^*) = (0.4 \cdot 0.4)(17.3 \cdot 15)(19) = 789 \text{ kN olarak belirlenir.}$$

Yukarıda verilen değerlerle uç taşıma yükünü Coyle ve Castello yöntemiyle bulmaya çalışırsak;



Şekil 9.3 Coyle ve Castello'nun önerdiği N_q^* değerleri (Genç, D.)

$$L / R = 15 / 0.4 = 37.5$$

$\Phi = 30^0$ ve $L / R = 15 / 0.4 = 37.5$ için Şekil-? Den $N_q^* = 25$ olarak belirlenir.

Coyle ve Castello kumda gerçekleştirdikleri kazık yükleme deneylerinden benzer

$Q_p = A_p q' N_q^*$ eşitliğini önermiştir. Bu eşitlikten yola çıkarak,

$$Q_p = (0.4 \cdot 0.4)(17.3 \cdot 15) \cdot (25) = 1038 \text{ kN} \quad \text{değeri bulunur.}$$

9.2 SPT ile Kazık Taşıma Gücü

Meyerhof uç direnci ile düzeltilmiş SPT darbe sayısı arasında

$$q_1 = 40 N' (L / R) \leq 400 N'$$

bağıntısını önermiştir.

$Q_p = q_p \cdot A_p$ ile tariflenir. Meyerhof ortalama birim sürtünme direnci (f_{av}) ile ortalama düzeltilmiş darbe sayısı (N') arasında

$$f_{av} = A + B \cdot N_{av}' \quad (\text{kPa})$$

genel ifadesini $A = 0$, $B = 2$ değerleri ile

$$f_{av} = 2N'$$

şeklinde yakınlaştırmıştır. Düşük yer değiştiren kazıklar için bu ilişki

$$f_{av} = N' \text{ dir.}$$

Çevre sürtünmesi ise $Q_s = p \cdot L \cdot f_{av}$ ile ifade edilir.

Eğer çapı 0.4 m. olan kazığın homojen bir kum tabakasına 10.5 m. çakıldığı şeklinde tasarlırsak, kumda yapılan 15.m derinliğe kadar yapılan Standart Penetrasyon Deneylelerinden düzeltilmiş darbe sayıları

Derinlik (m):	1.5	3.0	4.5	6.0	7.5	9.0	10.5	12.0	13.5	15.0
N'	: 26	24	28	30	33	32	35	39	42	46

olsun.

- Son Taşıma Yükünü
- 4 Güvenlik sayısı için izin verilebilir yükü bulalım.

Kazık ucunda (10.5 m.) SPT- $N' = 35$ için uç direnci eşitlik $q_1 = 40 N' (L / R) \leq 400$

$$N' \text{ den } q_p = (40)(35)(10.5/0.4) = 36750 \text{ kN/m}^2$$

Toplam uç yükü

$$Q_p = (36750)(\pi \cdot 0.2^2) = 4618 \text{ kN}$$

$Q_p \leq 400 N A_p$ sağlanması gerekir.

$$400 \cdot 35 \cdot (\pi \cdot 0.2^2) = 1759 \text{ kN}$$

$Q_p (4618) > 400 N A_p (1759)$ olduğu için uç taşıma gücü

$$Q_p = 1759 \text{ kN olur.}$$

Ortalama darbe sayısı (kazık gömme derinliğine kadar)

$$N_{av}' = (26+24+28+30+33+32+35) / 7 = 30 \text{ olur.}$$

Birim sürtünme direnci

$$f_{av} = 2N' \text{ eşitliğinden } f_{av} = 2*30 = 60 \text{ olur.}$$

Çevre sürtünme direnci

$$Q_s = p.L.f_{av} \text{ eşitliğinden } Q_s = (\pi*0.4)(10.5)(60) = 792 \text{ kN}$$

Son taşıma yükü

$$Q_{ult} = 1759 + 792 = 2551 \text{ kN olarak bulunabilir.}$$

4 güvenlik sayısı için izin verilebilir yük

$$Q_a = 2551 / 4 = 638 \text{ kN olarak hesaplanabilir.}$$

9.3 Kazıklarda Taşıma Gücü Hesabı

Bir bölgede temel zemininin 20 m. kalınlığında alüvyal kum-çakıl birimler ve tabanda yer alan ayrılmış kaya biriminin oluşturduğunu düşünelim. Bu kesimde belirli bir uzunlukta viyadük inşa edilecek olsun ve kaya sınırının yüzeye yaklaştığı bölgelerde temellerin ayrılmış üst seviyeler geçilerek yüzeysel temeller şeklinde projelendirilmesi düşünölsün.

Ayrılmış kayaya oturacak yüzeysel temellerde net emniyetli taşıma gücü değeri için belirlenen hesap yöntemi şu şekilde özetlenebilir.

$$q_{em_{net}} = N_c.c_u / FS$$

$q_{em_{net}}$ = Net emniyetli taşıma gücü değeri

$N_c = 6.25$ (Skempton) (Kare Temellerde)

$FS =$ Güvenlik Katsayısı = 3.0

Ayrılmış kayanın üst seviyelerinde SPT(N) ortalaması 32 olup killeşmiş birim için $c_u=160$ kPa seçilmiştir. Bu durumda yukarıda açıklanan yöntemle yapı temelleri için net emniyetli taşıma gücü değeri aşağıda hesaplanmıştır.

$$q_{em_{net}} = 6.25 * 160 / 3 = 333 \text{ kPa olup,}$$

Yüzeyden 4m. derinliğe oturacak temellerde

$$q_{em} = 333 + 4*18 = 405 \text{ kPa olarak hesaplanmıştır.}$$

Ayrıca yüzeysel temeller için emniyetli taşıma gücü değeri presiyometre deney sonuçları kullanılarak aşağıdaki gibi hesaplanabilir.

$$q_{em} = k \cdot P_{ln} / 3 \text{ (Baguelin, 1978)}$$

k: Temel boyutlarına bağlı katsayı (= 0.8 minimum)

P_{ln} : Net limit basınç

$$P_{ln}: 15.0 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_{em} = 0.80 \cdot 15.0 / 3 = 4.0 \text{ kg/cm}^2 \text{ olarak hesaplanmaktadır.}$$

Bu durumda yüzeysel temeller için emniyetli taşıma kapasitesi değerinin $q_{em} = 4.0 \text{ kg/cm}^2$ alınması önerilir.

Orta ayak bölgelerinin bir kısmında viyadükten zemine aktarılacak yüklerin yüzeyde yer alan kum-çakıl birimine oturtulan yüzeysel temellere taşıtılması mümkün görülmemektedir. Bu nedenle temellerin yükleri taşıma gücü yüksek tabandaki birimlere aktaracak kayaya soketli kazıklar üzerine oturtulması önerilir.

Betonarme fore kazıkların taşıma gücü hesabı aşağıda açıklandığı şekilde yapılmıştır (NAVFAC DM 7.2., 1986).

$$Q_{em} = Q_s / G_s + Q_{uç} / G_{uç}$$

$$Q_s = f_s \cdot A_s \cdot L_s$$

Sürtünme Direnci

$$\text{Kilde} \quad f_s = \alpha \cdot c_u$$

$$\text{Kum-Çakılda} \quad f_s = \sigma_{vo}' \cdot K \cdot \tan(2\phi'/3)$$

Uç Direnci

$$\text{Kilde} \quad Q_{uç} = 9 \cdot c_{u \text{ uç}} \cdot A_p$$

$$\text{Kum-Çakılda} \quad Q_{uç} = \sigma_v' \cdot N_q \cdot A_p$$

$$\text{Presiyometre deney sonuçları kullanılarak} \quad Q_{uç} = k \cdot P_{ln} \cdot A_p$$

Burada:

Q_{em} = Emniyetli kazık taşıma kapasitesi (kN)

Q_s = Kazık sürtünme kapasitesi (kN)

$Q_{uç}$ = Kazık uç direnci (kN)

f_s = Birim sürtünme direnci (kN/m^2)

A_s = Kazık çevre alanı (m^2)

L_s = Sürtünme boyu (m)

c_u = Kil biriminin drenajsız kohezyon değeri (kN/m^2)

α = Adhezyon faktörü

G_s = Sürtünme direncine uygulanan güvenlik katsayısı

G_u = Uç direncine uygulanan güvenlik katsayısı

σ_{vo}' = Sürtünme bölgesi boyunca ortalama efektif düşey toprak basıncı (kN/m^2)

σ_v' = Kazık ucundaki efektif düşey toprak basıncı (kN/m^2) (maksimum $20D$ derinlikte)

K = Yanal toprak basıncı katsayısı (Basınç durumunda $K=0.7$)

Φ' = Zeminin içsel sürtünme açısı ($^\circ$)

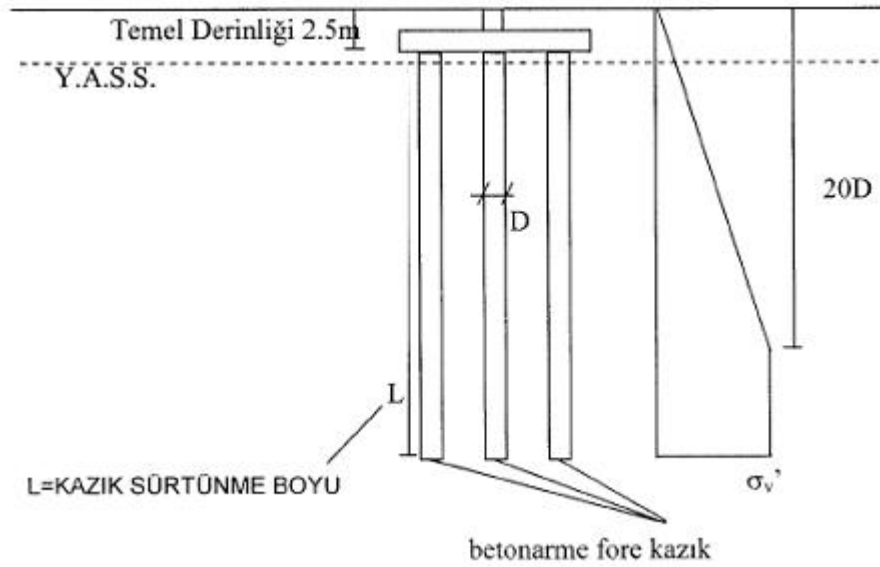
$C_{u\ u\ \text{uç}}$ = Kazık ucundaki birimin drenajsız kohezyon değeri (kN/m^2)

N_q = Uç taşıma kapasitesi faktörü

k = Kazık taşıma gücü katsayısı

P_{ln} = Net limit basınç

A_p = Kazık uç alanı (m^2)



Şekil 9.4 Betonarme kazığın zemin içinde ki davranışı (Yüksel Proje, Kazık Taşıma Gücü Hesabı Cilt: 1/9)

Kazıkların yatay yükler altındaki davranışının incelenmesi için gerekli olan zemin yatay yatak katsayısı değerleri zemin profillerinde yer alan her birim için aşağıda sunulan yöntemle belirlenmiştir.

Kilde $k_h = 67.c_u / D$ (kN/m³) (Genç, D. Canadian Foundation Eng.Manual)

$D =$ Kazık çapı

Kumda $k_h = nh.z / d$ (t/m³) (Genç,D. Canadian Foundation Eng.Manual)

$z =$ Yüzeyden olan derinlik (m)

$D =$ Kazık çapı

$nh = 130$ t/m³ Gevşek kumlar için (SPT (N) < 10)

$nh = 440$ t/m³ Orta sıkı kum-çakıl birimi için (10 < SPT(N) < 30)

$nh = 1100$ t/m³ Sıkı kum-çakıl birimi için (30 < SPT (N))

Zemin profilini oluşturan birimler için kazık taşıma gücü hesabında kullanılacak jeoteknik parametreler aşağıdaki gibi hesaplanmıştır. Ayrıca kazıkların yatay yükler altındaki davranışının incelenmesi için gerekli olan zemin yatay yatak katsayısı değerleri zemin profilinde yer alan her birim için aşağıda sunulmuştur.

0-20 m. Kum-Çakıl (Alüvyon)

Birim hacim ağırlık, $\gamma = 18$ kN/m³

Yatay yatak katsayısı $k_h = 110 z$ t/m³ olarak seçilmiştir.

Tabanda Kaya

Birim hacim ağırlık, $\gamma = 20$ kN/m³

$c' = 0, \varphi = 38^\circ$

Yatay yatak katsayısı $k_h = 10.000$ t/m³ seçilmiştir.

Kayaya soketlenecek kazıklarda kayanın üst seviyelerinin ayrılmış olması nedeniyle kayada soket boyu uzatılarak üst yapıdan kazıklara gelecek yükler karşılanmaya çalışılmıştır. Kayaya soketlenecek kazıkların taşıma gücü sadece kayadaki sürtünme dirençleri dikkate alınarak hesaplanmıştır. Emniyetli tarafta kalınarak presiyometre deney sonuçlarından ortalama $P_{ln}=20$ kg/cm² belirlenmiş ve

ayrışmış kayada sürtünme direnci için $f_s=240$ kPa seçilmiştir. Sürtünme direncine 2.0 güvenlik uygulanması durumunda birim sürtünme direnci

$$\begin{aligned} & \pi \cdot D \cdot F_s / 2.0 \\ & = \pi \cdot (1.2) \cdot (240) / 2.0 \\ & = 45.2 \text{ t/m olup} \end{aligned}$$

350 ton ile yüklenecek kazıklarda soket boyu en az $350 / 45.2 = 7.74$ m. olmalıdır.

Bu durumda ayrışmış kayaya soketlenecek kazıklarda soket boyu 8m. seçilebilir. Bu durumda $D = 1.20$ metre çapında betonarme fore kazıkların tabandaki ayrışmış kaya birimine 8 m. soketlenmesi durumunda emniyetli kazık taşıma gücü değeri $Q_{em}=350$ t alınması uygun olur.

Böyle bir çalışma için, tasarlanan yapıya ait temel sistemi, idealize zemin profili, kazık boyu, yatay yatak katsayıları, emniyetli taşıma gücü Tablo-? Da özetlenebilir.

Tablo-9.1: km:141+900'de yer alan yapının taşıma gücü özet tablosu

Başlangıç km.si	Zemin Profili	Yatay yatak katsayısı (t/m^3) Statik (Deprem)	Temel Sistemi	Tahmini Kazık Boyu	Kazık Çapı $\phi 120$ cm
141+900	20 m. Çakıllı Kum Ayrışmış Kaya	110z 10000	Kazıklı Temel Yüzeysel Temel $q=4.0 \text{ kg/cm}^2$	22 m. (Kayaya soket 8m.)	350 ton

BÖLÜM ON

KAZIK YÜKLEME DENEYİ

Ankara-İstanbul Hızlı Tren Projesi 2.Etap Köseköy – Vezirhan (Kesim-1) Hattı VK-16 Viyadükü Aks 6 Temeli çalışmaları kapsamında imal edilen fore kazıklar üzerinde, proje yükleri altındaki kazık davranışının belirlenmesi için bir adet eksenel statik basınç yükleme deneyi gerçekleştirilmiştir.

Proje kapsamında VK-16 Viyadükü Aks 6 Temeli' nde imal edilen $\phi 120$ cm. çapında ve 20 m. boyundaki E-4 numaralı fore kazık üzerinde yükleme deneyi gerçekleştirilmiştir. Kazıklar için proje yükü proje firması tarafından 292 ton olarak verilmiş, kazık yükleme deneyi maksimum olarak proje yükünün %150' sine kadar (438 ton) gerçekleştirilmiştir. Deney sırasında deney kazığının etrafında imal edilen dört adet kazık (E3, D4, E5 ve F4 numaralı kazıklar) çekme kazıkları olarak kullanılmıştır. Bu kazıklardan alınan reaksiyon kuvveti ile deney kazığına basınç yükü aktarılmıştır. Çekme kazıkları da deney kazıklarıyla aynı boyda ve çapta imal edilmiştir.



Şekil 10.1 Kazık yükleme testi 4 farklı kazığı çekme kazık olarak, ortadaki kazığı ise oturma kazığı olarak tayin edildiği şeklinin genel görünümü

Eksenel statik basınç yükleme deneyi ASTM D1143 standardına ve gerekli şartnamelere uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Basınç yüklerinin temininde çekme kazıkları yöntemi uygulanmıştır. Deney kazıklarına yük aktarımı için 2 adet çelik kiriş ve 1 adet hidrolik kriko ile pompa kullanılmıştır. Deplasman ölçümleri 4 adet 0,01 mm hassasiyetli komparatör ile yapılmıştır. Deneyler süresince 4 komparatörden ölçümler alınarak deney kazıklarının deplasmanları bunların ortalaması olarak belirlenmiştir. Yapılan ölçümlerin sağlıklı olması için, komparatörlerin üzerine yerleştirildiği, basınç kazığının deplasmanlarından etkilenmeyecek bir mesafede mesnetlenen bağımsız referans kirişleri kullanılmıştır. Referans kirişlerinin bir ucu sabit, diğer ucu ise kayıcı mesnet olarak teşkil edilmiştir.



Şekil 10.2 Seçilen bir kazığa yük uygulanması ve kalibre edilmiş 0.01 mm hassasiyetli oturmaya gösteren ölçüm saati

Deney kazığına yük, proje yükünün %25' i esas alınarak kademeli olarak uygulanmıştır. Her yük kademesinde en az 1 saat olmak üzere deplasmanların sabit hale gelmesi beklenmiştir. Yük kademelerinin uygulanması sırasında, oturma hızı kriteri olarak 0,25 mm/saat dikkate alınmıştır. Bütün ara beklemler sırasında standartlarda belirtilen okuma aralıkları ile düzenli olarak deplasman ölçümleri yapılmıştır. Proje yükünün %150' si olarak belirlenen maksimum yükte 12 saat beklenmiş ve deplasman ölçümleri kaydedilmiştir. 12 saatlik beklemin ardından ölçülen deplasmanların oturma kriterini sağladığı görülerek boşaltmaya geçilmiştir. Yük boşaltımı, yine aynı kademelerle yapılmış ve okumalar alınmıştır. Kazık yükleme deneyi toplam olarak 23 saat sürmüştür.

Yükleme deneyi sırasında alınan okumalar ve deney sonuçlarına göre çizilen yük – zaman, yük -deplasman ve deplasman – zaman grafikleri Ek 5' de verilmiştir. Buna göre maksimum yükte oluşan nihai oturma değeri 2.35 mm ve yük boşaltımından sonra oluşan nihai kalıcı oturma değeri 1.45 mm olarak ölçülmüştür. Yükleme deneyinden elde edilen sonuçlar Tablo-10.1 ' da özetlenmiştir.

Tablo 10.1 Kazık yükleme deneyi sonucu

Yük Kademesi	Toplam Oturma (mm)	Kalıcı Oturma (mm)
<i>Proje Yüğü</i>	1,10	-
<i>Maksimum Yüğü</i>	2,35	1,45

BÖLÜM ONBİR

PILE INTEGRITY TESTLERİ

Ankara-İstanbul Hızlı Tren Projesi 2.Etap Köseköy – Vezirhan (Kesim-1) Hattı VK-16 Viyadükü Aks 6 Temeli çalışmaları kapsamında imal edilen fore kazıklar üzerinde, imalatı tamamlanmış kazık kolonlarının kesitinde çeşitli nedenlerle ortaya çıkabilen değişimlerin belirlenmesi için 18 farklı fore kazık kolonunda kolon bütünlülük deneyleri yapılmıştır.

Söz konusu kolonlar üzerinde yapılan integrity deneylerinde her bir kolonda dört ayrı kayıt alınmış elde edilen kayıtlar incelenerek değerlendirmeler ve sonuçlar grafik olarak EK-6 da verilmiştir.



Şekil 11.1 Pile-integrity ölçüm cihazı (Peli 1500 Case TDR2 - Pile Signal Analyser)

Kolon bütünlülük deneyleri süreksizliklerin materyal eksikliklerinin belirlenmesinde ve kolon boylarının tespitinde kullanılan bir deney yöntemidir. Bu deneyden elde edilen bulgularla kolon cidarı boyunca ortaya çıkan süreksizlikler tespit edilir ve kolon kalitesinin kontrolü sağlanır. Integrity deneyi kazık başında 0,5 kg ağırlığında özel bir çekiçe oluşturulan darbenin yine kolon başına yerleştirilen bir ivmeölçerle kaydedilmesi esasına dayanmaktadır. İvmeölçerle kaydedilen sinyal

belirli büyütme değerleri kullanılarak dijital hale çevrilir. Sahada portatif bir bilgisayar vasıtasıyla alınan kayıtlar bu iş için özel olarak geliştirilen yazılımlar kullanılarak analiz edilmekte ve sonuçlar grafik olarak elde edilmektedir. Ayrıca integrity deneyi, kolon betonu dökümünden en az yedi gün sonra yapılmalıdır. Integrity deneyinde her kolon için dört ayrı kayıt alınarak deney süresince ortamdaki çevresel değişikliklerin etkisi en aza indirilmelidir.

Integrity deneyinden elde edilen sonuçların yorumunda zemin yapısı, kolon tasarım özellikleri, kolon imalat yönetimi ve imalat yönetiminin kolon formuna olası etkileri göz önüne alınmalıdır.



Şekil 11.2 Kazık a gönderilen sismik bir dalga bir adet sinyal alıcı (jeofon) suretiyle dalganın kazık içinde ki yayılımı ve dağılımı incelenmektedir. Bu dalganın hız-zaman değerleri elde edilerek basit bir sismik mantığı ile kazık bütünlülüğü ve sürekliliği tespit edilmektedir.

İmal edilen 18 adet fore kazık kolon üzerinde integrity deneyi yapılarak kolon bütünlülüğü hakkında bilgi edinilmeye çalışılmıştır. Uygulamada her kolon için dört ayrı kayıt alınmıştır. Integrity deneyinden alınan sinyal kayıtları kullanılarak elde edilen sonuçlarda kolon boylarının bir miktar farklılık gösterdiği bilinmektedir. Bu farklılıklar; kolon boylarının ölçülmesinde titreşim dalgasında kolon içerisinde ilerleme hızından yararlanılması ve bu hız değerinin her kolon için bağımsız olarak ölçülmeyle ortalama bir hız değeri kullanılmasından kaynaklanan beklenen bir sonuçtur. Derinlik boyunca zemin tabakalanmasında meydana gelen değişimlerin ve kolon tasarım özelliklerinin integrity deney sonuçlarına etkisi olduğu bilinmektedir. Kayıtlarda görülen küçük sapmaların nedeni bu metrelerde zemin yapısının değişim göstermesidir. Elde edilen test kayıtları operatörden kaynaklanan \pm % 2 hata payları göz önüne alınmalıdır. Fakat yapılan deneylerde yukarıda bahsedilen sorunlar gözlenmemiştir.

İmal edilen 18 kolonda yapısal sorun ve süreksizlik gözlenmemektedir. Bu kazıklara ait loglar EK-6 da verilmiştir.

SONUÇLAR

İmal edildikleri malzeme türlerine göre 5 adet farklı kazık türü vardır. Bunlar; Ahşap kazıklar, Çelik kazıklar, Karmaşık (Kompozit) kazıklar, Çakma kazıklar ve Yerinde Dökme Betonarme (fore) kazıklardır.

1. Bu proje kapsamında Sakarya Nehri üzerinden geçecek olan Viyadük'ün temel ayaklarının kazık seçiminde ahşap kazıklar tercih edilmemiştir. Çünkü;

- Ahşap kazıklar su seviyesi altında ömürleri uzun olmasına rağmen su seviyesi üstünde mantar ve bazı böcekler tarafından tahrip edilirler. Bu nedenle, üzerlerinde özel işlem yapılması gerekir ki buda zaman kaybına yol açacaktır.
- Ahşap kazıkları, sert zeminlere, sıkı kum-çakıl tabakalarına çakmak zordur. Aşırı çakma halinde uçları veya gövdeleri çatlayabilir veya kırılabilir.
- Ahşap kazıkların taşıma gücü yüksek değildir. Yaklaşık 20-25 cm çaplı bir kazığın taşıyacağı yük 200-300 kN civarındadır.

Yukarıda sayılan sebepler düşünüldüğünde Nehir geçişlerinde Ahşap kazık uygulamasının doğru bir yöntem olmayacağı kanaatine varılmıştır.

2. Çelik kazıklar yüksek yük taşıma kapasitesine sahip uç kazıkları olarak kullanılabilirler. Ancak yer altı suyunun zararlı madde içermesi halinde ve nehir içinde çabuk çürürler. Çürüme, oksijenin varlığına bağlıdır. Bu nedenle bu tür kazıkların ömürleri kumlu zeminlerde uzun olmamaktadır. Sert ve katı killerde ise oksijenin azlığı nedeniyle uzun süre yaşayabilirler.

Sakarya nehri jeolojisi bakımından sert katı ve kilden ziyade kumlu-çakıllı bir birim olduğu ve kazıkların Sakarya nehri içine yapılacağı düşünüldüğünde Çelik

kazık sisteminin de uygun olmadığı anlaşılmıştır.

3. Karmaşık (kompozit) kazıklar ise farklı türde malzeme kullanılarak imal edilen kazık çeşitleridir. Genellikle bu tip kazıkların alt kısmı ahşap, üst kısmı da beton veya çelikten oluşur. Bir nebze ahşap kazık ve çelik kazıklar için söylenenler bu kazık türü içinde söylenebilir ve dolayısıyla nehir içinde imal edildikleri taktirde aynı risk faktörlerini göstereceklerdir. Literatür de bu tip kazıkların uygulama alanı geniş olmadığı gibi hızlı tren projesinde de böyle bir kazık türü imalatı tercih edilmemiştir.

4. Çakma Kazıklar bu tür proje kapsamında tercih edilmez. Çünkü;

- Betonarme kazıkların boylarını inşaat sırasında ayarlamak, yani kesmek, kısaltmak veya ek yaparak uzatmak çok zor bir işlemdir.
- Kimi zaman kazık boyunu tam ayarlamak fabrikada mümkün olmayabilir bu tür durumlarda kazık boyunu düşürme veya uzatma yöntemlerine gidilebilir ancak bu uygulama aderansı önemli ölçüde etkileyeceğinden tercih edilmeyecek bir uygulama olacaktır.
- Bölgede 1650 mm.lik kazıkların yapıldığı düşünüldüğünde çakma şeklinde yapılamayacağı en bariz özelliğidir. Çünkü 1650 mm.çapında 33 m. uzunluğa sahip bir çakma kazığın sahip olduğu demir ve beton ağırlığı oldukça fazla olacaktır.
- Bazı özel durumlarda, (örneğin yer altı suyunun betona zararlı madde içermesi, kazığın mevsimlik donma-çözülme olayı yaşanan bir yerde ve zeminin bulunması, devamlı akarsu ve dalga etkisine uğraması v.b.) kazık ömrü kısalmır. Böyle bir durumda yerinde müdahale oldukça zordur (betonu zararlı maddelere dayanıklı hale getirerek değiştirmek gibi).
- Tavan yüksekliği kısa olan yerlerde veya şehir elektriğini sağlayan teller altında imalatın yapılması neredeyse imkânsızdır. Bölgede de şehir elektriğini sağlayan tellerin olduğu düşünüldüğünde bu uygulama da yine sonuç vermeyecektir.

- Çok fazla gürültü ve titreşim oluşturacağından 24 saat çalışma sorunu oluşacaktır.
- Sakarya Nehri geçişinde çakma kazık uygulaması yapılırken betonun zararlı suyla teması kesilememiş olacaktır. Buda imalatı daha önceden tamamlanmış olan kazıkların ömrünü etkileyecektir.
- Çalışma yapılan sahada getirilen kazıklar önemli ölçüde yer kapladığından şantiye sahasının tasarruflu kullanımı açısından da olumsuz bir durum oluşturacaktır.
- Kazık çakımı sırasında lokal (mercek) halde sert bir yapıyla karşılaşması durumunda kazık ucu veya gövde kısımlarında çatlamlar veya kırılmalar olabilir ki buda yine kazık imalatında başarısızlıkla sonuçlanır.
- Çakma sırasında düşey doğrultuya dik bir şekilde kazık imalatı gerçekleşse dahi yinede sapmalar olabilecektir. Bu da düşey doğrultuda olmayan kazıklara gelecek olan proje yükünün efektif dağılımında sorun oluşturacaktır.

5. Bu proje kapsamında Nehir geçişlerinde yerinde dökme betonarme (fore) kazık sistemi tercih edilmiştir. Çünkü;

- Fore kazıklar yapım sıralamasında temel kazısı yapılmadan önce de delinip yapılabilirler. Bu işlem inşaat işine hız kazandırır
- Yapılan imalatların çapı 1650 mm. olması ve kazık uzunluğunun 33m. olması dolayısıyla tercih edilen bir yöntemdir. Yani yüksek çap ve uzunlukta imalatı rahatlıkla yapılabilir.
- Nehir geçişlerinde uygulanan fore kazık imalatı ile muhafaza borusu kullanılarak nehir suyunda olabilecek olası zararlı sulardan korunur ve alt kısımda kuyu içinden çıkabilecek kumlu siltli birim ile betonun

karışmamasını da beton dökümü esnasında tiremie boruları ile sağlanabilir.

- Zemin içinde Çakma Kazıkların çakılmasına engel olan taş ve bloklar, fore kazıklar için delme işlemi yapılırken uygun teçhizat kullanılarak geçilebilirler.
- Delik açılması ve betonlama sırasında çevrede önemli titreşim, sarsıntı yaratmazlar. Bu nitelik çevre yapıların bu tür etkilere karşı hassas olduğu durumlarda büyük bir avantajdır.
- Kazıklar yerinde yapıldığı için, malzeme kum, çakıl, su, çimento, demir olup şantiyede bunların elde edilmesi kolaydır.
- Gerektiğinde kazık dibinde enjeksiyon veya aşırı tokmaklama ile genişletilmiş bir bölge (soğan) oluşturularak taşıma gücü artırılabilir. Bu işlem kazığın çekmeye karşı dayanımını da arttırır.
- Sondaj deliğinden çıkan zeminin incelenmesi ile istenen derinliğe inildiği ve istenen sağlam tabakaya erişildiği kolayca kontrol edilebilir.
- Fore kazıkların boyu delme sırasında çıkarılır incelenen zeminin niteliği göz önüne alınarak kolayca ayarlanabilir. Bu özellik, çakma kazıklarına göre büyük bir avantajdır.

Bu gibi avantajlardan dolayı Nehir geçişlerinde yerinde dökme beton (fore) kazık çalışması imalatı diğer 4 farklı kazık türüne nazaren tercih edilmiştir.

KAYNAKLAR

Ankara-İstanbul Yüksek Hızlı Tren Projesi, *Bilgilendirme Sunumu* (10.06.2009)

Bakım, M.A.(2007). *Enjeksiyon Yöntemleriyle Zemin İyileştirilmesi*, Isparta: Yüksek Lisans Tezi

Cengiz, C.M. (2002). *Adana Metrosu Aç-Kapa Tünel İnşaatı Jeoteknik Uygulamaları*, Adana

Cengiz-İçtaş-Belen Mühendislik (2009) *Project Manager Office Proje Arşivi (2009)*, Bilecik

Genç, D. (2008). *Zemin Mekaniği ve Temeller* (Yayın No: 100). Ankara: Türkiye Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları

Gören, H. (2007) *Kazıkların Taşıma Gücü* (<http://www.betonarme.com/pdf>)

International Society of Soil Mechanics and Foundation Engineering,

(ISSMFE, 1989; ASTM D5778-95(2000)).

İnşaat Mühendisliği Ders Notları (2010). Osmangazi Üniversitesi, Mühendislik Fak.

İnşaat Mühendisliği Ders Notları (2010). Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fak.

Sonuvar, M.M. *Kazık Yükleme Deneyi Prosedürü*, 6.Ulusal Kıyı Mühendisliği Sempozyumu, Ankara

Şimşek, O., SIAL Mühendislik Proje ve Raporları, Ankara

Şenol, A. ve Deneç, G. *Sinyal Eşleme Yöntemi Kullanılarak Kazık Süreklilik Deneylerinin Değerlendirilmesi ve Kazık Kalitesinin Belirlenmesi*, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul

T.C.Bayındırlık ve İskan Bakanlığı (2010)

<http://www.bayindirlik.gov.tr/turkce/makaleliste.php>

Toğrol, E. Ve Tan O. (2003) *Kazıklı Temeller* İstanbul: Birsen Yayınevi

Tomlinson, M.J. (1993), *Pile Design and Construction Practice*, Boundary Row, London

Türk Standartları (Nisan 1978), *Kazıklı Temellerin Hesap ve Düzenlenmesinde Genel Kurallar* (TS 3167) Türk Standartları Enstitüsü, Ankara

TSE 3168 *Delme Kazıklar Tasarım, Yapım ve Uygulama Kuralları* Türk Standartları Enstitüsü, Ankara

Türk Standartları (Nisan 1978), *Çakma Kazıklar Tasarım Yapım ve Uygulama Kuralları* (TS 3169) Türk Standartları Enstitüsü, Ankara

TSE EN 12716 *Özel Jeoteknik Uygulamalar- Jet Enjeksiyon*, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara

TSE 3440 ASTM D 1143 *Statik Basınç Yük Altındaki Derin Temeller İçin Standart Test Yöntemleri* (Şubat, 2007)

Umakant D., Ph.D., P.E., Thomas S. Lee, P.E., G. E., and Randy Anderson, P.E,
Jet Grouting Experience at Posey Webster Street Tubes Seismic Retrofit Project

Yüçetürk, G. (2002). *Farklı Zemin Özelliklerine Göre Uygulanan derin Temeller*
Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta

Yüksel Proje (2010) *İstanbul-Eskişehir Yüksek Hızlı Tren Projesi Raporları,*
Yüksel Proje Jeolojik-Jeoteknik Etüt Rapor Cilt:1/9 (Ankara)

ÖZGEÇMİŞ

21.04.1985 yılında Erzurum da doğdum. 2002 yılında İzmir Eşrefpaşa Lisesinden mezun oldum. 2003 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeofizik Mühendisliği bölümünü kazandım. 4 sene süren bu eğitimimin ardından 2007 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeofizik Mühendisliği bölümünden mezun oldum. 2007-2008 öğretim yılında İzmir Dokuz Eylül Üniversitesi Yabancı Diller Yüksekokulunda 1 yıl yabancı dil hazırlık eğitimi aldım. 2008-2010 yılları arasında İzmir Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Anabilim dalında, Deniz Jeolojisi ve Jeofiziği Mühendisliği Bölümü Yüksek Lisans Eğitimi aldım. 2007-2009 yılları arasında EL-KA Temel Kazık ve İnşaatı firmasında şantiye şefi olarak çalıştım. 2009 dan itibaren Ankara-İstanbul Yüksek Hızlı Tren Projesi 2.Etap kısmında hala görevime devam etmekteyim.

EKLER

EK-1: SONDAJ LOGLARI

EK-2: ZEMİN VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUAR TESTLERİ

EK-3: CPT-SPT VE KAROTLU SONDAJ KORELÂSYONU (AUTOCAD-2008)

EK-4: DSİ III. BÖLGE MÜD. SAKARYA NEHRİ SU ANALİZ RAPORU

EK-5: KAZIK YÜKLEME DENEYİ SONUÇLARI

EK-6: PİLE-İNTEGRİTY TEST SONUÇLARI

EK-1

**YERSON LTD.ŞTİ**

Yerli İnşaat ve Tic. Ltd.Şti

**SONDAJ LOGU
BORING LOG**

Sayfa/Page :1/2

PROJE ADI / Project Name :	CIB-HIZLI TREN (ESKİŞEHİR-KOŞEKÖY)		
SONDAJ YERİ / Boring Location :	KM: 170+580 İ.L.E 172+450 ARASI		
KUYU NO/Hole no :	170+940	MUH.ROB. DER./Casing Depth :	
SONDAJ DER./Boring Depth :	40,00 m	BAS. BİT. TARİHİ /Start-Finish Date :	07-08-09/05/2009
SONDAJ KOTU /Elevation :	85,38 m	KOORDİNAT /Coordinate (N-S) y :	504320,95
YER ALTI SUYU /Groundwater :	6,00 m	KOORDİNAT /Coordinate (E-W) x :	4478408,88

Sondaaj Derin. (m) Boring Depth (m)	Müsvet Derin. (m)	Sıvamaç Çukuru Sample Type	STANDART PENETRASYON TESTİ Standard Penetration Test					GRAFIK (Graph)	JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description	Profil Profile	PRESİVON YERİ Level No Core Recovery RQD %
			DARBE SAYISI Num. Of Blows								
			N ₆₀ (cm)	N ₁₀₀ (cm)	N ₁₅₀ (cm)	N ₃₀₀ (cm)	N ₆₀₀ (cm)				
1,00	1,50							0,00-0,30m NEBATİ TOPRAK			
2,00	1,95	SPT-1	3	3	4	7		0,30-2,00m Kahve, gri renkli, çakıllı siltli, gevşek KUM			
3,00	2,00	SPT-2	3	5	7	12		2,00-3,50m Kahverenkli, yüksek plastisiteli, katı KİL			
4,00	2,30	LD						3,50-9,00m Kahverenkli, düşük plastisiteli katı KİL		P1	
5,00	2,50	LD									
6,00	2,60	SPT-3	6	7	7	14		9,00-10,50m Koyu gri renkli, çakıllı, siltli, çok sıkı KUM		P2	
7,00	2,70	LD									
8,00	2,80							10,50-12,00m Alacalı renkli, az killi, az kumlu yuvarlak, sıkı ÇAKIL		P3	
9,00	2,90	SPT-4	16	22	40	62					
10,00	3,00							12,00-15,50m Koyu gri renkli, çakıllı, siltli orta sıkı KUM			
11,00	3,10										
12,00	3,20							15,50-20,00m Alacalı renkli, siltli, kumlu yuvarlak, sıkı ÇAKIL			
13,00	3,30										
14,00	3,40										
15,00	3,50	SPT-5	7	8	14	22					
16,00	3,60										
17,00	3,70										
18,00	3,80	SPT-6	22	50/4							
19,00	3,90										
20,00	4,00										

DÜŞÜNÜMLÜK - Strength

I- DAVANIMLI	Sıvıg
II- ORTA DAVANIMLI	M. Sıvıg
III- ZAYIF	M. Weak
IV- ÇOK ZAYIF	Weak
V- ÇOK ZAYIF	V. Weak

İZLENİMLİLİK - Consistency

I- ZARIF	Fresh
II- AZ AYRIMLI	Slightly W.
III- ORTA DER. AYR.	Mod. Weath.
IV- ÇOK AYR.	Highly W.
V- TAM AYRIMLI	Comp. Weath.

İNCE DANE Lİ - Fine Grained

Sp-1 ÇOK YUMUŞAK	V. Soft
Sp-2 YUMUŞAK	Soft
Sp-3 ORTA KATI	M. Stiff
Sp-4 KATI	Stiff
Sp-5 ÇOK KATI	V. Stiff
Sp-6 SERT	Hard

İRİ DANE Lİ - Coarse Grained

Sp-14	V. Loose
Sp-5-10	Loose
Sp-11-20	M. Dense
Sp-21-30	Dense
Sp-31	V. Dense

**YERSON LTD.ŞTİ**

Yerleşik Sondaj İşleri ve Tic. Ltd.Şti

**SONDAJ LOGU
BORING LOG**

Sayfa/Page :2/2

PROJE ADI / Project Name :	CIB-HIZLI TREN (ESKİŞEHİR-KOŞEKÖY)		
SONDAJ YERİ / Boring Location :	KM: 170+940 İLE 172+450 ARASI		
KUYU NO/Hole no :	170+940	MUH.BOR.DER./Casing Depth :	
SONDAJ DER. / Boring Depth :	40,00 (m)	BAS. BT. TARİHİ /Start-Finish Date:	07-08-09/05/2009
SONDAJ KOTU / Elevation :	85,38 (m)	KOORDİNAT /Coordinate (N-S) y :	514320,95
YER ALTI SUYU /Groundwater :	5,00 (m)	KOORDİNAT /Coordinate (E-W) x :	4475408,68

Sondaj Derinliği (m) Boring Depth (m)	Mevcutta boyu m	Sıvıman Çiğir Sample Type	STANDART PENETRASYON TESTİ Standard Penetration Test					GRAFİK(Graph)	JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description	Profil Profile	PERİMETRE Perim %	Geri Kazanım Geo.Recovery	KCU %
			DARBE SAYISI Num. Of Blows										
			N ₆₀	N ₁₀	N ₃₀	N ₄₅	N ₆₀						
20,00								20,00-27,00m Kahve, gri renkli, yer yer çakıllı düşük plastisiteli, katı KİL.	P4				
20,45													
21,00		SPT-8	6	6	8	14							
21,45													
22,00													
23,00													
24,00		SPT-9	5	5	7	12							
24,45													
25,00		SPT-10	5	5	8	13							
25,95													
26,00													
27,00		SPT-11	5	8	9	17							
27,45													
28,00		SPT-12	6	8	10	18							
28,95													
29,00													
30,00		SPT-13	11	11	12	23							
30,45													
31,00		SPT-14	10	12	12	24							
31,95													
32,00													
33,00		SPT-15	9	10	14	24							
33,45													
34,00		SPT-16	10	12	13	25							
34,95													
35,00													
36,00		SPT-17	3	10	14	24							
36,45													
37,00													
38,00													
39,00													
40,00													
KAROT								36,00-36,45m Gri renkli, orta sıkı KUM	P11				
								36,45-40,00m Alacalı renkli, siltli, yuvarlak, çok sıkı ÇAKIL					
								KUYU TABANI: 40,00m					

DAYANIMLILIK - Strength			İNCE DANELİ - Fine Grained			GÜÇLÜ DANELİ - Coarse Grained		
I - DAYANIMLI	Strong	I-FAZLİ	Frak	So-2 ÇOK YUMUŞAK	Soft	So-0-4		V. Loose
II - ORTA DAYANIMLI	M. Strong	II-AZ AVRİŞMİŞ	Slightly W.	So-4 YUMUŞAK	Soft	So-4-10		Loose
III - ORTA ZAVIF	M. Weak	III-ORTA DER. AVR.	Mod. Weather.	So-8 ORTA KATI	M. Stiff	So-10-30		M. Dense
IV - ZAVIF	Weak	IV-ÇOK AVRİŞMİŞ	Higly W.	So-15 KATI	Stiff	So-30-50		Dense
V - ÇOK ZAVIF	V. Weak	V-YAM AVRİŞMİŞ	Comp. Weather.	So-30 ÇOK KATI	V. Stiff	So-50		V. Dense
				So-50 KERT	Hard			
KAYA KALİTESİ - RQD			KIRINLAR - Blm-Fracture			OBANLAR - Prosoctura		

**YERSON LTD.ŞTİ**

Yerli İmar/Sondaj İşleri Ta. Ltd.Şti

**SONDAJ LOGU
BORING LOG**

Sayfa/Page :2/3

PROJE ADI / Project Name :	ÇİBHİZLİ YERİN İSKİNEHİÇ-KOŞEKÖYÜ		
SONDAJ YERİ / Boring Location :	KM 170+840 LE 172+480 ARAS		
KUYU NO/Well no :	S7-109	MUH.BÖR. DER./Cutting Depth :	34,50
SONDAJ DER. / Boring Depth :	41,50 m.	BAS. BİT. TARİHİ/Start-Finish Date :	16-17-18-19-20/07/2009
SONDAJ KOTU / Elevation :	85,14 m.	KORDİNAT (Coorinate (N-S)) y :	504296,09
YER ALTI SUYU / Groundwater :	0,00 m.	KORDİNAT (Coorinate (E-W)) x :	4478241,58

Sondaj Derinliği (m) Boring Depth (m)	Mühürleme Boyu (m) Sealing Length (m)	STANDART PENETRASYON TESTİ Standard Penetration Test										JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description	Profil Profile	SOLUNUM HIZI PERMEABİLİTE (DENEY) RESİSTANS SOLUNUM HIZI SOĞUTULMUŞ HAVA C.A. TRAK. SIKIĞI Sıcaklık Geotemperatür	MÜHÜR Seal No	MÜHÜR Seal No		
		SARMAÇ SAYISI Blow Count		GRAFIK (Graph)														
		N ₆₀	N ₉₀	0	10	20	30	40	50	60	70							
2,00	21,00	S7T-14	23	26	26	32												
2,00	23,00	S7T-15	50/10															
2,00	25,00	S7T-16	30	34	38	72												
2,00	27,00	S7T-17	28	35	41	76												
2,00	29,00	S7T-18	23	20	17	37												
2,00	31,00	S7T-19	3	3	2	5												
2,00	33,00	S7T-20	2	4	3	7												
2,00	35,00	S7T-21	4	3	2	5												
2,00	37,00	S7T-22	6	5	3	6												
2,00	39,00	S7T-23	50/5															
2,00	41,00	S7T-24	26	32	34	66												
2,00	43,00	S7T-25	38	41	50/4													
2,00	45,00	S7T-26	40	50/6														

DAYANIMLIK - Strength	AYRISMA DEREJESİ	İSCELİ HAZIRLIK - Fine Grained	BUZANILMA - Coarse Grained
I - DAYANIMLI II - ORTA DAYANIMLI III - ORTA ZAYIF IV - ZAYIF V - ÇOK ZAYIF	I - FAZLİ II - AZ AYRISMIŞ III - ORTA DER. AYR. IV - ÇOK AYR. V - TAM AYRISMIŞ	SW-1 ÇOK YUMUŞAK SW-4 YUMUŞAK SW-9 ORTA KATI SW-15 KATI SW-20 ÇOK KATI SW-30 KATI	SW-4 SW-10 SW-15 SW-20 SW-30
KAYI KAP. DİŞİ - SPT	KIRILMA DEREJESİ	GRANÜLER - Fragmentation	GEÇİRLİLİK - Permeability
SP-1 ÇOK ZAYIF SP-4 ZAYIF SP-7 ORTA SP-10 İYİ SP-15 ÇOK İYİ	41 - KUYUK 43 - ORTA 45 - İYİ 47 - ÇOK İYİ 50 - PARÇALI	W-1 W-2 W-3 W-4 W-5	41 - GEÇİRLİ 43 - AZ GEÇİRLİ 45 - GEÇİRLİ 47 - ÇOK GEÇİRLİ
SPT STANDART PEN. DİŞİ Standard Penetration Test E. OKSELENMİŞ NUMUNE Disturbed Sample ED. OKSELENMEMİŞ NUMUNE Undisturbed Sample	SONDÖR/Driller EROL İŞİK	SONDAJ MÜHENDİSİ Drilling Engineer EMRE SARI	KONTROL



YERSON LTD.ŞTİ

Yardımlar Köyü Başarve Te. Ltd.Şti

SONDAJ LOGU
BORING LOG

Sayfa/Page :1/3

PROJE ADI / Project Name :	CIBİHLİ TREN (ESKİSEHİR-KÖSEKÖY)		
SONDAJ YERİ / Boring Location :	KM 170+840 LE 172-450 ARASI		
KUYU NO/Well no :	071-466	MUH.BÖR. DER./Casing Depth :	39,00
SONDAJ DER. / Boring Depth :	42,00 m	BAS. BİT. TARİHİ /Start-Finish Date:	30.06.2009(01-10),07.2009
SONDAJ KÖTÜ / Elevation :	86,17	KORDİNAT /Coordinate (N-S) y :	504299,45
VERİ ALTI KUYU /Groundwater :	2,00	KORDİNAT /Coordinate (E-W) x :	447788,42

Sondaj Derinliği (m) Boring Depth (m)	Miyandaç Derinliği (m)	Sondaj Çapı (cm)	STANDART PENETRASYON TESTİ Standard Penetration Test										JEOLOJİK TANIMLAMA Geotechnical Description	Profil Profile	PESİMLERİN ÇİZİMİ Drawing	YERİNİN DURUMU Situation	KAYI KESİMLERİ Core Samples	Sondaj No Boring No	KUYU NO Well No		
			DARBE SAYISI Num. Of Blows																		
			GRAFIK/Graph																		
			0 10 20 30 40 50 60										0,00-0,30m NEBATİ TOPRAK								
1,00	1,00	SPT-1	2	3	4	7							0,30-4,50m	Kahverenkli, düşük plastisiteli orta kat SİLT-KİL							
2,00	2,00												4,50-6,00m	Kahverenkli, silili, orta sıkı KUM							
3,00	3,00	U10-1											6,00-7,50m	Kahverenkli, killisilili çakıllı orta sıkı KUM							
4,00	4,00	SPT-2	5	5	6	11							7,50-10,50m	Açık kahverenkli, düşük plastisiteli orta kat ,halçık görümlü KİL							
5,00	5,00												10,50-13,50m	Koyu gri,kahverenkli, kütü derecelenmiş, orta sıkı KUM							
6,00	6,00	SPT-3	9	10	10	20							13,50-16,50m	Alacalı renkli, az kumlu,az killi sıkı, yuvarlak şekilli ÇAKIL							
7,00	7,00	SPT-4	2	3	5	8							16,50-17,00m	Koyu gri renkli, kütü derecelenmiş,sıkı KUM							
8,00	8,00												17,00-25,50m	Alacalı renkli, kumlu yuvarlak şekilli ÇAKIL							
9,00	9,00	SPT-5	3	4	4	8															
10,00	10,00	SPT-6	4	7	10	17															
11,00	11,00																				
12,00	12,00	SPT-7	5	12	16	28															
13,00	13,00																				
14,00	14,00	SPT-8	11	15	19	32															
15,00	15,00																				
16,00	16,00	SPT-9	14	14	20	34															
17,00	17,00																				
18,00	18,00	SPT-10	7	18	21	39															
19,00	19,00																				
20,00	20,00	SPT-11	8	17	20	37															
		SPT-12	10	16	22	38															

DURUMUNLUK - Strength		AVRISMA DERİGESİ		İSPİTLENİMLİ - Fine Grained		İSPİTLENİMLİ - Coarse Grained	
I-DAVAYANMILI	Strong	I-AZ	Faah	SP-1 ÇOK YUMUŞAK	V. Soft	SP-1	ÇOK YUMUŞAK
II-ORTA DAVAYANMILI	M. Strong	II-AZ AVIRISMA	Slightly W.	SP-4 YUMUŞAK	Soft	SP-4	ORTA YUMUŞAK
III- ORTA ZAYIF	M. Weak	III-ORTA DER. AYR.	Mod. Weak	SP-8 ORTA KATI	M. Soft	SP-8	ORTA KATI
IV- ZAYIF	Weak	IV-ÇOK AYR.	Highly W.	SP-16 KATI	Stiff	SP-16	ÇOK KATI
V- ÇOK ZAYIF	V. Weak	V-TAM AYRISMA	Comp. Weak	SP-16-20 ÇOK KATI	V. Stiff	SP-16-20	ÇOK KATI
				SP-20 KATI	Stiff	SP-20	ÇOK KATI
KAYA KALİTESİ - RQD		KIRIKLANMISLIK - Fragmentation		GİRİMLİLİK - Fragmentation		GİRİMLİLİK - Fragmentation	
SP-1 ÇOK ZAYIF	V. Poor	1	B. YAKA	Wid	N-5	F. AZ	Slightly
SP-40 ZAYIF	Poor	1-2	ORTA	Medium	N-1-15	AZ	Little
SP-70 ORTA	Fair	3-10	KIRIK	Clase	N-15-25	ÇOK	Vary
SP-80 İYİ	Good	10-15	ÇOK KIRIK	Intense	N-25 >	VE	And
SP-100 ÇOK İYİ	Excellent	16	PARÇALI	Chamber			
SPT (STANDART) PEN. DERİNEYİ		SONDÖR/Detail		SONDAJ MÜHENDİSİ		MONTAJ	
Standard Penetration Test				Drilling Engineer			
U-10 ORNEKLEME NÜMUNE		EROL İŞİK		EMRE SARI			
Undersized Sample							
U-10 ORNEKLEME NÜMUNE							
Undersized Sample							



YERSON LTD.ŞTİ

Yardımlar Sondaj İşleri ve Tic. Ltd. Şti

SONDAJ LOGU
BORING LOG

Sayfa/Pages :2/3

PROJE ADI / Project Name	CIBHİZLİ TREN (EKİŞEHİR-KÖSEKÖY)		
SONDAJ YERİ / Boring Location	KM 170+840 LE 172+480 ARABİ		
KUYU NO/Well no	071-466	MUH.BOR. DER./Casing Depth	39,00
SONDAJ DER. / Boring Depth	42,00 m	BAS. BİT. TARİHİ/Start-Finish Date:	31.08.2009/01-10.07.2009
SONDAJ KOTU / Elevation	86,17 m	KORDİNAT /Coordinate (N-S) y :	504259,45
YER ALTI KUYU /Groundwater	2,00 m	KORDİNAT /Coordinate (E-W) x :	4477886,42

Sondaj Derinliği (m) Boring Depth (m)	Mürettep No (m)	Mürettep Çapı Sample Type	STANDART PENETRASYON TESTİ Standard Penetration Test										JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description	Profil Profile	PESİMLERİN İZLENİMİ Remarks	ADRESİNİN ADDRESS	BÖLGE VE İLİNİN İZLENİMİ Region and Province	KAYIT NO Record No	KURUMUNUN İZLENİMİ Company	YERİN İZLENİMİ Location	
			DARBE SAYISI Num. Of Blows																		
			GRAFIK (Graph)																		
2,00	21-00	SPT-15	11	16	22	28								17,00-25,50m Alacalı renkli, kumlu sıkı, yuvarlak şekilli ÇAKIL							
2,00	22-00	SPT-14	10	15	21	36															
3,00	23-00	SPT-15	10	15	13	38															
3,00	24-00	SPT-16	12	14	19	33															
4,00	25-00	SPT-17	10	17	19	36															
5,00	26-00	SPT-18	14	19	22	41															
6,00	27-00	SPT-19	18	22	30	52															
7,00	28-00	SPT-20	8	19	13	32															
8,00	29-00	SPT-21	14	18	21	39															
9,00	30-00	SPT-22	16	24	26	50															
10,00	31-00	SPT-23	13	28	25	53															
11,00	32-00	SPT-24	19	21	28	49															
12,00	33-00	SPT-25	50/3																		
13,00	34-00																				
14,00	35-00																				
15,00	36-00																				
16,00	37-00																				
17,00	38-00																				
18,00	39-00																				
19,00	40-00																				
20,00	41-00																				
21,00	42-00																				

DÜZENLİLİK - Strength		AYRIMA DERİJESİ		İŞKİLİ ANI - Fine Grained		İZLENİM - Coarse Grained	
I - DAYANIMLI II - ORTADAYANIMLI III - ORTA ZAYIF IV - ZAYIF V - ÇOK ZAYIF	Strong M. Strong M. Weak Weak V. Weak	I - AZI II - AZ AYRIRMISLIĞI III - ORTA DER. AYR. IV - ÇOK AYR. İlgili W. V - TAM AYRIRMISLIĞI Comp. Wash.	Rightly W. Mod. Wash. Highly W. Comp. Wash.	SW - ÇOK YUMUŞAK V. Soft WL - YUMUŞAK Soft WP - ORTA KATI M. Soft WP - İK KATI Soft SH - ÇOK KATI V. Soft OH - SERT Hard	SW - I WL - II WP - III SH - IV OH - V	V. Loose Loose M. Dense Dense V. Dense	
KAYA KALİTESİ - RQD		KIRIKLANMA DURUMU		DURUM - Fragmentation		GİRİŞİMLİLİK - Permeability	
NI - İYİ ÇÜR ZAYIF NII - ORTA ZAYIF NIII - FAZLA ZAYIF NIV - ÇOK ZAYIF NV - ÇOK İYİ	F. Poor Fair Fair Good Excellent	1 - KESİK 2 - KESİK 3 - KESİK 4 - KESİK 5 - KESİK	Wdg Medium Clean Stony Chipped	1 - S 2 - S 3 - S 4 - S 5 - S	PK - AZ İlgili L - Little V - Çok Vary A - And	1 - GÜÇLÜ 2 - GÜÇLÜ 3 - GÜÇLÜ 4 - GÜÇLÜ 5 - GÜÇLÜ	V. Low Low M. Dense Dense V. Dense
SPT - STANDART PEN. DENEYİ Standard Penetration Test Etkin baş Kuyuyu ED - GÖRÜLEBİLİR NÜMUNE Uygulanabilir Kuyuyu		SİNDİRİMLER		SONDAJ MÜHENDİSİ Drilling Engineer		KİMYETİP	
		EROL İŞİK		EMRE SARI			

**YERSON LTD.ŞTİ**

Yerli Sondaj Logları ve Tic. Ltd.Şti

**SONDAJ LOGU
BORING LOG**

Sayfa/Page :1/2

PROJE ADI / Project Name	: CIB-HIZLI TREN (ESKİŞEHİR-KOSEKOY)		
SONDAJ YERİ / Boring Location	: KM: 170+540 İLE 172+450 ARASI		
KILYU NO/ Hole no	: 171+600	MUH.BÖL.DER./Casing Depth	: 40,00
SONDAJ DER./ Boring Depth	: 40,00 m	BAS. BİT. TARİHİ /Start-Finish Date:	03-04-05-06/05/2009
SONDAJ KOTU /Elevation	: 86,86 m	KOORDİNAT /Coordinate (N-S) y :	514234,31
YER ALTI SUYU /Groundwater	: 2,00 m	KOORDİNAT /Coordinate (E-W) x :	417754,30

Sondaj Derin. (m) Boring Depth (m)	Mikserin boyu Run	Numaralı Çivili Sample Type	STANDART PENETRASYON TESTİ Standard Penetration Test				GRAFİK(Graph)	JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description	Profil Profile	PERMEABİLİTE Permeability	Geri Kazanım Recovery %	RQD %
			DARBE SAYISI Num. Of Blows									
			60 cm	30 cm	15 cm	N ₆₀						
1,00	1,45						0,00-0,30m NEBATİ TOPRAK					
2,00	1,95	SPT-1	5	5	5	10	0,30-4,50m Kahverenkli, az çakıllı düşük plastisiteli, katı KİL	P1				
3,00	2,45	SPT-2	4	4	5	9	4,50-6,00m Kahve, gri renkli çakıllı, siltli sıkı KUM	P2				
4,00	2,95	SPT-3	15	16	17	33	6,00-7,50m Kahve, gri renkli, çakıllı, siltli çok sıkı KUM					
5,00	3,45	SPT-4	30	50/10			7,50-9,00m Kahve, gri renkli, çakıllı siltli sıkı KUM					
6,00	3,95	SPT-5	15	15	24	39	9,00-15,00m Alacalı renkli, kumlu, siltli, yuvarlak şekilli çok sıkı ÇAKIL					
7,00	4,45	SPT-6	50/10				15,00-16,50m Kahve, gri renkli, az çakıllı, siltli orta-sıkı KUM					
8,00	4,95	SPT-7	50/8				16,50-24,50m Açık kahverenkli, düşük plastisiteli çok katı KİL	P3				
9,00	5,45	SPT-8	50/5					P4				
10,00	5,95	SPT-9	50/6									
11,00	6,45	SPT-10	4	7	7	14						
12,00	6,95	SPT-11	5	8	9	17						
13,00	7,45	SPT-12	7	8	8	16						
14,00	7,95	SPT-13	7	8	10	18						
15,00	8,45											
16,00	8,95											
17,00	9,45											
18,00	9,95											
19,00	10,45											
20,00	10,95											

DAYANIMLILIK - Strength

I- BAYANIMLI
II- GİRTE BAYANIMLI
III- GİRTE ZAYIF
IV- ZAYIF
V- ÇOK ZAYIF

I-TAZE FRAK

II-AZ AYRIMLIŞ Sığılıy W.
III-GİRTE DER. AVR. Mod.Waath.
IV-ÇOK AYR. Highly W.
V-TAM AYRIMLIŞ Comp.Waath.

İNCE DANELİ - Fine Grained

No-2 ÇÜK YUMUŞAK V. Katt
No-4 Y. İNERAK Katt
No-8 ORTA KATI Silt
No-15 KATI Silt
No-30 ÇÜK KATI V. Silt
No0 SERT İler

İÜ DANELİ - Coarse Grained

No-4 V. Lova
No-10 Lova
No-20 M. Dama
No-40 Dama
No-60 V. Dama

KAYA KALİTESİ - RQD

KIRIKLAR-30cm-Fractures

DUZANLAR - Protuberances



YERSON LTD.ŞTİ

Yerleşimci Sondaj İşleri ve Tic. Ltd.Şti

SONDAJ LOGU
BORING LOG

Sayfa/Page :2/2

PROJE ADI / Project Name	: CIB-HIZLI TREN (ESKİŞEHİR-KOŞEKÖY)		
SONDAJ YERİ / Boring Location	: KM: 170+340 İLE 172+450 ARASI		
KUYU NO/Hole no	: 171+600	MUH.BOR.DER./Casing Depth	: 40,00
SONDAJ DER. / Boring Depth	: 40,00 (m)	BAS. BİT. TARİHİ /Start-Finish Date:	: 03-04-05-06/05/2009
SONDAJ KOTU / Elevation	: 86,86 (m)	KOORDİNAT /Coordinate (N-S) y :	: 514234,31
YER ALTI SUYU /Groundwater	: 2,00 (m)	KOORDİNAT /Coordinate (E-W) x :	: 447754,80

Sondaj Derinliği (m) Boring Depth (m)	Mühürleme Boyunu (m)	Numaralı Çukurluk Numaralı Tüpe	STANDART PENETRASYON TESTİ Standard Penetration Test					GRAFIK(Graph)	JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description	Profil Profile	PRESERVASYON DURUMU Soil % Core Recovery RQD %
			DARBE SAYISI Num. Of Blows								
			635 mm	762 mm	914 mm	1067 mm	N ₆₀				
21,00	21,00	SPT-14	6	8	11	19		16,50-24,50m Açık kahverenkli, düşük plastisiteli çok katı KİL	P5		
22,00	22,00	SPT-15	6	7	12	19					
23,00	23,00										
24,00	24,00	SPT-16	5	8	13	21					
25,00	25,00										
26,00	26,00										
27,00	27,00	SPT-17	14	34	35	70					
28,00	28,00										
29,00	29,00										
30,00	30,00										
31,00	31,00										
32,00	32,00										
33,00	33,00										
34,00	34,00										
35,00	35,00										
36,00	36,00										
37,00	37,00										
38,00	38,00										
39,00	39,00										
40,00	40,00						KUYU TABANI: 40,00m				

DAYANIMLILIK - Strength		FAZLE FREN		İNCE DANELİ - Fine Grained		KÜRESEL DANELİ - Coarse Grained	
I - DAYANIMLI	Strong	I - FAZLE FREN	Very High	N ₆₀ 0-30	Very Soft	N ₆₀ 0-4	Very Loose
II - ORTA DAYANIMLI	M. Strong	II - AZ AYRIRMIS	Slightly W.	N ₆₀ 31-40	Soft	N ₆₀ 5-10	Loose
III - ORTA ZAYIF	M. Weak	III - ORTA DER. AYR.	Mod. Weath.	N ₆₀ 41-50	M. Stiff	N ₆₀ 11-20	M. Dense
IV - ZAYIF	Weak	IV - ÇOK AYR.	Highly W.	N ₆₀ 51-60	Stiff	N ₆₀ 21-30	Dense
V - ÇOK ZAYIF	V. Weak	V - TAM AYRIRMIS	Comp. Weath.	N ₆₀ 61-70	V. Stiff	N ₆₀ 31-40	V. Dense
				N ₆₀ 71-80	Hard	N ₆₀ 41-50	



YERSON LTD.ŞTİ

Yardımlar Sondağ İnşaat Ta. Ltd. Şti

SONDAJ LOGU
BORING LOG

Sayfa/Page :1/3

PRJZE ADI / Project Name :	CIBELİZİTREN / ESKİŞEHİR KÖSEKÖYÜ		
SONDAJ YERİ / Boring Location :	KM 170+640 LE 172+480 ARAS		
KUYU NO/ Hole no :	71-850	MUH. BÖL. DER./Cutting Depth :	39,00
SONDAJ DER. / Boring Depth :	42,00 m	BAS. BİT. TARİHİ /Start-Finish Date :	10-11-12-13-14/07/2009
SONDAJ KOTU / Elevation :	85,76 m	KORDİNAT / Coordinate (N-S) y :	504174.03
VERİ ALTI KUYU / Groundwater :	2,10 m	MERDİNAT / Coordinate (E-W) x :	4477512,24

Sondağ Derinliği (m) Boring Depth (m)	Manivela Boyu (m)	Sürme Çukuru Sample Type	STANDART PENETRASYON TESTİ Standard Penetration Test										JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description	Profil Profile	PESİMLERİN YERİ Location of Samples	PESİMLERİN ADI Name of Samples	PESİMLERİN YERİ Location of Samples	PESİMLERİN ADI Name of Samples	PESİMLERİN YERİ Location of Samples	PESİMLERİN ADI Name of Samples							
			DARBE SAYISI Num. Of Blows					GRAFIK/Graph																			
			1	2	3	4	5	0	10	20	30	40									50	60					
1,00	1,00	SPT-1	3	5	5	10											0,00-0,30m NEBATI TOPRAK										
2,00	1,99																0,30-4,00m Kahverenkli, düşük plastisiteli katı SİL.T-KİL.										
3,00	3,00	UD-1																									
4,00	3,99																4,00-6,00m Kahverenkli, yüksek plastisiteli, balçık görülmümlü yumuşak KİL.										
5,00	4,99	SPT-2	1	1	2	3											6,00-7,50m Kahverenkli, düşük plastisiteli, silili, katı KİL.										
6,00	5,99	SPT-3	2	4	5	9											7,50-9,00m Kahverenkli, düşük plastisiteli, balçık görülmümlü yumuşak KİL.										
7,00	6,99	SPT-4	1	1	1	2											9,00-12,50m Koyu gri renkli, kilili-silili orta sıkı KUM										
8,00	7,99																12,50-13,50m Kahverenkli, az kumlu düşük plastisiteli, katı KİL.										
9,00	8,99	SPT-5	7	12	15	27											13,50-18,50m Kahverenkli, az kumlu düşük plastisiteli, çok katı KİL.										
10,00	9,99	SPT-6	5	11	14	25																					
11,00	10,99																										
12,00	11,99	SPT-7	2	4	5	9																					
13,00	12,99	SPT-8	5	8	11	19																					
14,00	13,99																										
15,00	14,99	SPT-9	6	6	7	13																					
16,00	15,99	SPT-10	9	7	10	17																					
17,00	16,99																										
18,00	17,99	SPT-11	5	8	13	21																					
19,00	18,99	SPT-12	17	50	8																						
20,00	19,99																										

DAYANIMLIK - Strength		AYRISMA DERECESİ		İŞLİ HANLI - Fine Grained		İŞLİ HANLI - Coarse Grained	
I - GAYANIMLI II - ORTAYANIMLI III - ORTA ZAVIF IV - ZAVIF V - ÇOK ZAVIF	Kıyık M. Strong M. Weak Weak V. Weak	I - AZI II - AZ AYRISMA III - ORTA DER. AYR. IV - ÇOK AYR. İlgly W. V - TAM AYRISMA & Comp. Wahta	SW - ÇOK YUMUŞAK V. Soft WL - YUMUŞAK WP - ORTA KATI WU - İKATI WS - ÇOK KATI SH - SERT	SM - ÇOK GÜÇLÜ SW - GÜÇLÜ WL - Orta Sıkı WP - Sıkı WU - Çok sıkı WS - Çok sıkı	SM - ÇOK GÜÇLÜ SW - GÜÇLÜ WL - Orta Sıkı WP - Sıkı WU - Çok sıkı WS - Çok sıkı	SM - ÇOK GÜÇLÜ SW - GÜÇLÜ WL - Orta Sıkı WP - Sıkı WU - Çok sıkı WS - Çok sıkı	SM - ÇOK GÜÇLÜ SW - GÜÇLÜ WL - Orta Sıkı WP - Sıkı WU - Çok sıkı WS - Çok sıkı
KAYA KALİTESİ - RQD		KIRILIM DURUMU - Fractures		ORANLAR - Proportions		GÜRÜMLÜLÜK - Permeability	
RU - İYİ ÇOK ZAVIF RZ - ZAVIF R3 - İYİ ORTA R4 - İYİ R5 - ÇOK İYİ	V. Poor Poor Fair Good Excellent	41 - KIRIK 53 - ORTA 5-10 - KIRIK 10-40 - ÇOK KIRIK 50 - PARÇALI	U ₁₅ U ₃₀ U ₁₅₋₃₀ U ₃₀	U ₁₅ U ₃₀ U ₁₅₋₃₀ U ₃₀	U ₁₅ U ₃₀ U ₁₅₋₃₀ U ₃₀	U ₁₅ U ₃₀ U ₁₅₋₃₀ U ₃₀	U ₁₅ U ₃₀ U ₁₅₋₃₀ U ₃₀
SPT STANDART PEN. DİSKİ Standard Penetration Test		SONDÜR/Driller		SONDAJ MÜHENDİSİ Drilling Engineer		KONTROL	
E. ÖRNEKLEME NUMUNE Düzenli ve Kesikli UD - ÖRNEKLEME NUMUNE Undisturbed Sample		EROL İŞİK		EMRE SARI			

**YERSON LTD.ŞTİ**

Yerli İnşaat Sanayi ve Tic. Ltd.Şti

**SONDAJ LOGU
BORING LOG**

Sayfa/Page :1/2

PROJE ADI / Project Name	: CIB-HIZLI TREN (ESKİŞEHİR-KOŞEKÖY)
SONDAJ YERİ / Boring Location	: KM: 170+940 İLE 172+450 ARASI
KILYU NO/ Hole no	: 172+100
SONDAJ DER. / Boring Depth	: 40,00 m
SONDAJ KOTU / Elevation	: 86,50 m
YER ALTI SUYU / Groundwater	: 3,50 m
MUH.BOR.DER./Casing Depth	: 36,00
BAS. BİT. TARİHİ /Start-Finish Date	: 02-03-04-05-06/05/2009
KOORDİNAT /Coordinate (N-S) y	: 50496,58
KOORDİNAT /Coordinate (E-W) x	: 4477274,39

Sondaaj Derinliği (m) Boring Depth (m)	Mühürleme Boyun mm	Sondaaj Çapı mm	STANDART PENETRASYON TESTİ Standard Penetration Test				GRAFIK (Graph)	JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description	Profil Profile	PRESERVASYON DURUMU Borings No Core Recovery RQD %
			DARBE SAYISI Num. Of Blows							
			N ₆₀	N ₁₀	N ₃₀	N ₁₅				
1,00	(1,5)						0,00-0,30m NEBATI TOPRAK			
2,00	(2,5)	SPT-1	1	1	1	2	0,30-4,50m Açık kahverenkli, düşük plastisiteli siltli, yumuşak-çok yumuşak KİL	P1		
3,00	(3,0)	LD						P2		
4,00	(4,5)									
5,00	(5,0)	SPT-2	2	3	5	8	4,50-7,50m Açık kahverenkli, düşük plastisiteli siltli, orta katı KİL	P3		
6,00	(6,5)	LD						P4		
7,00	(7,5)									
8,00	(8,0)	SPT-3	2	3	7	10	7,50-12,00m Açık kahverenkli, düşük plastisiteli siltli, katı KİL	P5		
9,00	(9,5)							P6		
10,00	(10,5)	SPT-4	2	4	7	11		P7		
11,00	(11,5)									
12,00	(12,5)	SPT-5	3	5	8	13	12,00-18,00m Açık kahverenkli, düşük plastisiteli siltli, çok katı KİL	P8		
13,00	(13,5)							P9		
14,00	(14,5)	SPT-6	3	8	10	18		P10		
15,00	(15,5)									
16,00	(16,5)	SPT-7	4	9	11	20				
17,00	(17,5)									
18,00	(18,5)	SPT-8	3	10	13	23	18,00-20,00m Açık kahverenkli, düşük plastisiteli siltli, katı KİL			
19,00	(19,5)	SPT-9	4	8	11	19				
20,00	(20,5)	SPT-10	4	7	6	13				

DAYANIMLILIK - Strength		İÇİLE DANELE - Fine Grained		İÇİ DANELE - Coarse Grained	
I - İYİ DAYANIMLI	Strong	I - AZ AYRIMLI	Slightly W.	N ₆₀ -2 ÇOK YUMUŞAK	V. Soft
II - ORTA DAYANIMLI	M. Strong	II - ORTA DER. AYR.	Mod. Weath.	N ₆₀ -4 YUMUŞAK	Soft
III - ZAYIF	Weak	III - ÇOK AYR. HİÇ AYR.	Highly W.	N ₆₀ -8 ORTA KATI	M. Stiff
IV - ÇOK ZAYIF	V. Weak	IV - TAM AYRIMLI	Comp. Weath.	N ₆₀ -15 KATI	Stiff
				N ₆₀ -30 ÇOK KATI	V. Stiff
				N ₆₀ SERT	Hard
				N ₆₀ -4	V. Loose
				N ₆₀ -10	Loose
				N ₆₀ -1-30	M. Dense
				N ₆₀ -1-50	Dense
				N ₆₀	V. Dense

**YERSON LTD.ŞTİ**

Yerleşimli Sondaj İşleri ve Tic. Ltd.Şti

**SONDAJ LOGU
BORING LOG**

Sayfa/Page :2/2

PROJE ADI / Project Name	: CIB-HIZLI TREN (ESKİŞEHİR-KOŞEKÖY)
SONDAJ YERİ / Boring Location	: KM: 170+940 TL E 172+450 ARASI
KUYU NO/Hole no	: 172+100
MUH.BOR.DER./Casing Depth	: 36,00
SONDAJ DER./ Boring Depth	: 40,00 m.
BAS. BİT. TARİHİ /Start-Finish Date:	
SONDAJ KOTU /Elevation	: 86,50 m.
KOORDİNAT /Coordinate (N-S) y :	: 514096,58
YER ALTI SUYU /Groundwater	: 3,50 m.
KOORDİNAT /Coordinate (E-W) x :	: 419294,90

Sondaj Derin. (m) Boring Depth (m)	Mühürleme Boyu (m)	Numaralı Çukuk Sample Type	STANDART PENETRASYON TESTİ Standard Penetration Test:				GRAFIK (Graph)	JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description	Profil Profile	PRESİYONLİRE Blow No Core Recovery SQM %
			DARBE SAYISI Num. Of Blows							
			0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	N ₆₀				
21,00							20,00-27,00m Alacalı renkli, yuvarlak şekilli az kumlu, killi, yer yer kireçtaşı blokları içeren sıkı ÇAKIL.			
22,00										
23,00										
24,00										
25,00							27,00-40,00m Koyu gri renkli, çatlaklı, kil arabantlı, orta dayanımlı yer yer zemin görünümülü SİLT TAŞI-KİL TAŞI			
26,00										
27,00										
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										

KAROTAJ BİRLİME

KUYU TABANI: 40,00m

DAYANIMLILIK - Strength		YAZI - Firm		İSLE DANELİ - Fine Grained		DÜZ DANELİ - Coarse Grained	
I - DAĞANIMLI	Strong	I-YAZI	Firm	Nº2-ÇUKU	YUMUŞAK	V. Katt	V. Loose
II - ORTA DAYANIMLI	M. Strong	II-AZ AYRIMLI	Slightly W.	Nº3-4	YUMUŞAK	Katt	Loose
III - ORTA ZAYIF	M. Weak	III-ORTA DER. AVR.	Med. Weak	Nº5-8	ORTA KATI	M. Stiff	M. Dense
IV - ZAYIF	Weak	IV-ÇUKU AVR.	Highly W.	Nº9-15	KATI	Stiff	Dense
V - ÇUKU ZAYIF	V. Weak	V-TAM AYRIMLI	Comp. Weak	Nº16-30	ÇUKU KATI	V. Stiff	V. Dense
				Nº30	SEKİ	Hard	

**YERSON LTD.ŞTİ**

Yerli Yabancı Sondaj İşleri ve Tic. Ltd.Şti

**SONDAJ LOGU
BORING LOG**

Sayfa/Page :1/2

PROJE ADI / Project Name	: CIB-HIZLI TREN (ESKİŞEHİR-KOŞEKÖY)
SONDAJ YERİ / Boring Location	: KM: 170+900 İLE 172+250 ARASI
KUYU NO/Hole no	: 172+350
SONDAJ DER. / Boring Depth	: 30,00 m
SONDAJ KOTU / Elevation	: 88,09 m
YER ALTI SUYU / Groundwater	: 3,50 m
MUH.BOR. DER./Casing Depth	: 27,00
BAS. BİT. TARİHİ /Start-Finish Date:	: 30.04.2009/01-02/05/2009
KOORDİNAT /Coordinate (N-S) y:	: 514102,38
KOORDİNAT /Coordinate (E-W) x:	: 447704,08

Sondaj Derin. (m) Boring Depth (m)	Mançurete Derin. m	Sondaj Çukuru Nümuneler Sayısı No. of Samples	STANDART PENETRASYON TESTİ Standard Penetration Test					GRAFIK (Graph)	JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description	Profil Profile	PESİMLERİ Blow No. Blow Recovery BQR %
			DARBE SAYISI Num. Of Blows								
			N ₆₀ (m)	N ₁₀ (m)	N ₁₅ (m)	N ₃₀ (m)	N ₆₀ (m)				
1,00	1,50	L/D						0,00-0,30m NEBATI TOPRAK			
2,00	2,00							0,30-5,00m Açık kahverenkli, düşük plastisiteli siltli, orta-katı KİL	P1		
3,00	3,00	SPT-1	3	4	4	8			P2		
4,00	4,50	L/D									
5,00	5,00										
6,00	6,00	SPT-2	5	6	8	14		5,00-7,50m Açık kahverenkli, düşük plastisiteli siltli, katı KİL	P3		
7,00	7,50	SPT-3	7	7	13	20		7,50-9,00m Kahve-gri renkli, siltli orta sıkı KUM			
8,00	8,00							9,00-10,50m Açık kahverenkli, düşük plastisiteli, siltli, çok katı KİL	P4		
9,00	9,00	SPT-4	7	11	12	23		10,50-11,50m Alacalı renkli, yuvarlak, killi, orta sıkı ÇAKIL			
10,00	10,50	SPT-5	6	6	8	14			P5		
11,00	11,00										
12,00	12,00	SPT-6	5	6	8	14		11,50-13,50m Açık kahverenkli, düşük plastisiteli siltli, katı KİL	P6		
13,00	13,50	SPT-7	6	7	8	15					
14,00	14,00										
15,00	15,00	SPT-8	5	8	9	17		13,50-18,00m Açık kahverenkli, düşük plastisiteli siltli, çok katı KİL	P7		
16,00	16,50	SPT-9	5	8	10	18					
17,00	17,00										
18,00	18,00	SPT-10	4	8	11	19		18,00-19,00m Kahve-gri renkli, killi, orta sıkı KUM	P8		
19,00	19,50							19,00-20,50m Açık kahverenkli, düşük plastisiteli siltli, sert KİL	P9		
20,00	20,00	SPT-11	8	17	18	35					

DİJİTALİZASYON - Stratiği

I - DAYANIMLI

II - GİRTE DAYANIMLI

N - ZAYIF

V - ÇOK ZAYIF

P-AGZİ - Fırtın

II-AZ AYRIMLI

II-ORTA DER. AYR.

IV-ÇOK AYR. Yüksek

V-TAM AYRIMLI

İNCE DANELİ - Fırtın

Nö-2 ÇOK YUMUŞAK

Nö-4 YUMUŞAK

Nö-8 ORTA KATI

Nö-15 KATI

Nö-30 ÇOK KATI

Nö-60 SERT

İRİ DANELİ - Çirkin

Nö-10

Nö-15

Nö-20

Nö-30

Nö-60

**YERSON LTD.ŞTİ**

Yerleşim: Sondaj İşleri ve Tic. Ltd.Şti

**SONDAJ LOGU
BORING LOG**

Sayfa/Page :2/2

PROJE ADI / Project Name	: CIB-HIZLI TREN (ESKİŞEHİR-KOŞEKÖY)
SONDAJ YERİ / Boring Location	: KM: 170+500 İ.L.E. 172+250 ARASI
KUYU NO/ Hole no	: 172+350
SONDAJ DER. / Boring Depth	: 30,00 m
SONDAJ KOTU / Elevation	: 88,09 m
YER ALTI SUYU / Groundwater	: 3,50 m
MUH.BOR.DER./Casing Depth	: 27,00
BAS. BİT. TARİHİ /Start-Finish Date	: 30.04.2009/01.02/05/2009
KOORDİNAT /Coordinate (N-S) y :	: 50402,38
KOORDİNAT /Coordinate (E-W) x :	: 447704,08

Sondaj Derin. (m) Boring Depth (m)	Mühürleme Boyun (m)	Sondaj Tipi Sample Type	STANDART PENETRASYON TESTİ Standard Penetration Test						GRAFIK (Graph)	JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description	Korunabilirlik Protectible	PRESİNSİYONLAR Blow No. Case Recovery SPT No.
			DARBE SAYISI Num. Of Blows									
			60-15	15-30	30-45	45-60	60-75	N ₆₀				
21,00	21,00	SPT-12	10	10	13	23		20,50-22,50m Kahve-gri renkli, kili, orta sıkı KUM	[Kum]			
22,00	22,50	SPT-13	30	30	32	62						
23,00	23,00							22,50-27,00m Alacalı renkli, yuvarlak, siltli, çok sıkı ÇAKIL	[Çakıl]			
24,00												
25,00												
26,00								27,00-30,00m Koyu gri renkli, çatlaklı, kil arabantlı, orta dayanımlı SİLTAŞI-KİLTAŞI	[Silttaş-Kiltaş]	P10	25	6
27,00												
28,00												
29,00										P11	20	6
30,00												
31,00								KUYU TABANI: 30,00m				
32,00												
33,00												
34,00												
35,00												
36,00												
37,00												
38,00												
39,00												
40,00												

DAYANIMLILIK - Strength

I - DAYANIMLI Strong
 II - ORTA DAYANIMLI M. Strong
 III - ZAYIF Weak
 IV - ZAYIF Weak
 V - ÇOK ZAYIF V. Weak

YAZI - Fract

I-AZ AYRIMLI Slightly W.
 II-ORTA DER. AYR. Mod. Weath.
 III-ÇOK AYR. Highly W.
 IV-TAM AYRIMLI Comp. Weath.

İNCE DANE Lİ - Fine Grained

Nº1-2 ÇOK YUMUŞAK V. Soft
 Nº3-4 YUMUŞAK Soft
 Nº5-8 ORTA KATI M. Stiff
 Nº9-15 KATI Stiff
 Nº16-30 ÇOK KATI V. Stiff
 Nº31 SERT Hard

ORTA DANE Lİ - Coarse Grained

Nº1-4 V. Loose
 Nº5-10 Loose
 Nº11-20 M. Dense
 Nº21-50 Dense
 Nº51 V. Dense

**YERSON LTD.ŞTİ**

Yerleştirilen Sondaj İşlet ve Tic. Ltd.Şti

**SONDAJ LOGU
BORING LOG**

Sayfa/Page :1/2

PROJE ADI / Project Name	CIB-HIZLI TREN (ESKİŞEHİR-KÖSEKÖY)		
SONDAJ YERİ / Boring Location	KM: 170+800 L.E: 172+450 ARKASI		
KUYU NO/Hole no	172+450	MUH.BOR.DER./Casing Depth	30,00
SONDAJ DER. / Boring Depth	30,00	BAS. BT. TARİHİ /Start-Finish Date:	29-30.04.2009/01.05.2009
SONDAJ KOTU /Elevation	89,94	KODRDENAT /Coordinate (N-S) y :	503960,11
YER ALTI SUYU /Groundwater	3,40	KODRDENAT /Coordinate (E-W) x :	4476152,46

Sondaj Derin. (m) Boring Depth (m)	Mançure boyu m	Numune Çukuru Sample Type	DARBE SAYISI Num. Of Blows				GRAFIK(Graph)	JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description	Profil Profile	PRESİYONLÜRE Barot. % Core Recovery	RQD %
			STANDART PENETRASYON TESTİ Standart Penetration Test:								
			60	30	15	N ₆₀					
1,00	1,50						0,00-0,30m NEBATI TOPRAK				
2,00	1,95	SPT-1	4	5	6	11	0,30-2,00m Kahve,yeşilimsi renkli, çakıllı, killi, orta sıkı KUM				
3,00	2,00	LD					2,00-6,00m Açık kahverenkli, az çakıllı, siltli düşük plastisiteli, orta katı KİL				
4,00	2,50										
5,00	2,95	SPT-2	3	2	3	5					
6,00	3,00						6,00-7,50m Alacalı renkli, kumlu, killi orta sıkı ÇAKIL				
7,00	3,45	SPT-3	2	7	7	14					
8,00	3,90						7,50-9,00m Kahve, grimsi renkli, çakıllı, siltli çok sıkı KUM				
9,00	4,35	SPT-4	10	16	24	40					
10,00	4,80						9,00-10,50m Kahve, grimsi renkli, çakıllı, killi orta sıkı KUM				
11,00	5,25	SPT-5	4	4	7	11					
12,00	5,70						10,50-11,00m Gri renkli, çakıllı killi çok sıkı KUM				
13,00	6,15	SPT-6	16	50	14		11,00-12,50m Alacalı renkli siltli, ÇAKIL				
14,00	6,60						12,50-19,00m Kahve, grimsi renkli az çakıllı, killi KUM (yer yer bloklu)				
15,00	7,05										
16,00	7,50										
17,00	7,95										
18,00	8,40										
19,00	8,85										
20,00	9,30										

DAYANIMLI LIK - Strength
 I- DAVANIMLI Strong
 II- ORTA DAVANIMLI M. Strong
 III- ZAVIF Weak
 IV- ÇUK ZAVIF V. Weak

FAZELİ Fazil
 I- AZ AYRIMLI Highly W.
 II- ORTA DER. AYR. Mid. Weath.
 III- ÇUK AYR. Highly W.
 IV- TAM AYRIMLI Comp. Weath.

İNCE DANELİ - Fine Grained
 No-2 ÇÜK YUMUŞAK V. Soft
 No-4 YUMUŞAK Soft
 No-8 ORTA KATI M. Stiff
 No-15 KATI Stiff
 No-30 ÇÜK KATI V. Stiff
 No-60 SERT Hard

TRİ DANELİ - Coarse Grained
 No-60 V. Loose
 No-40 Loose
 No-20 M. Dense
 No-10 Dense
 No-5 V. Dense

**YERSON LTD.ŞTİ**

Yerli/İçerik Sondaj İşletme ve Tic. Ltd.Şti

**SONDAJ LOGU
BORING LOG**

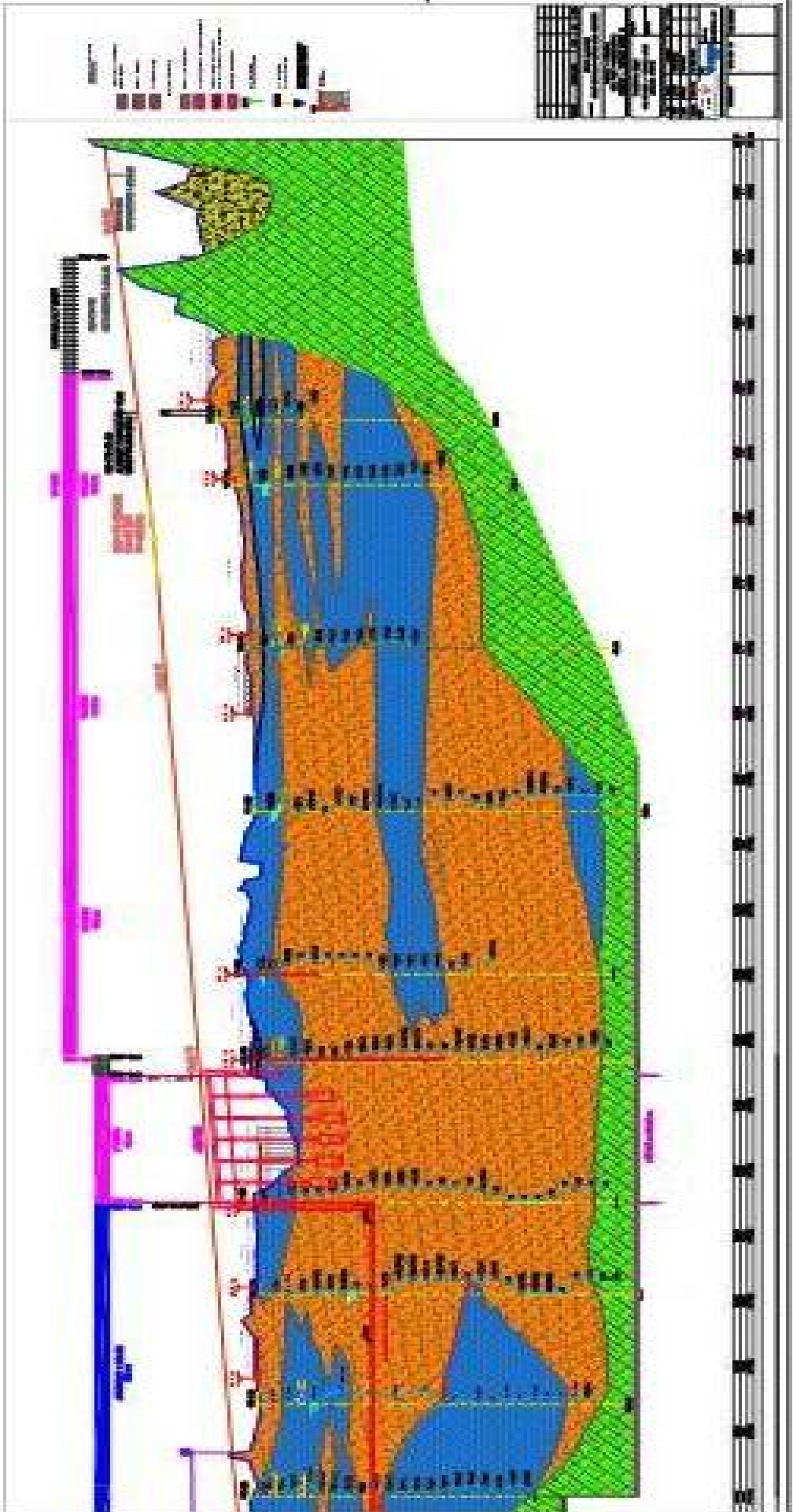
Sayfa/Page :2/2

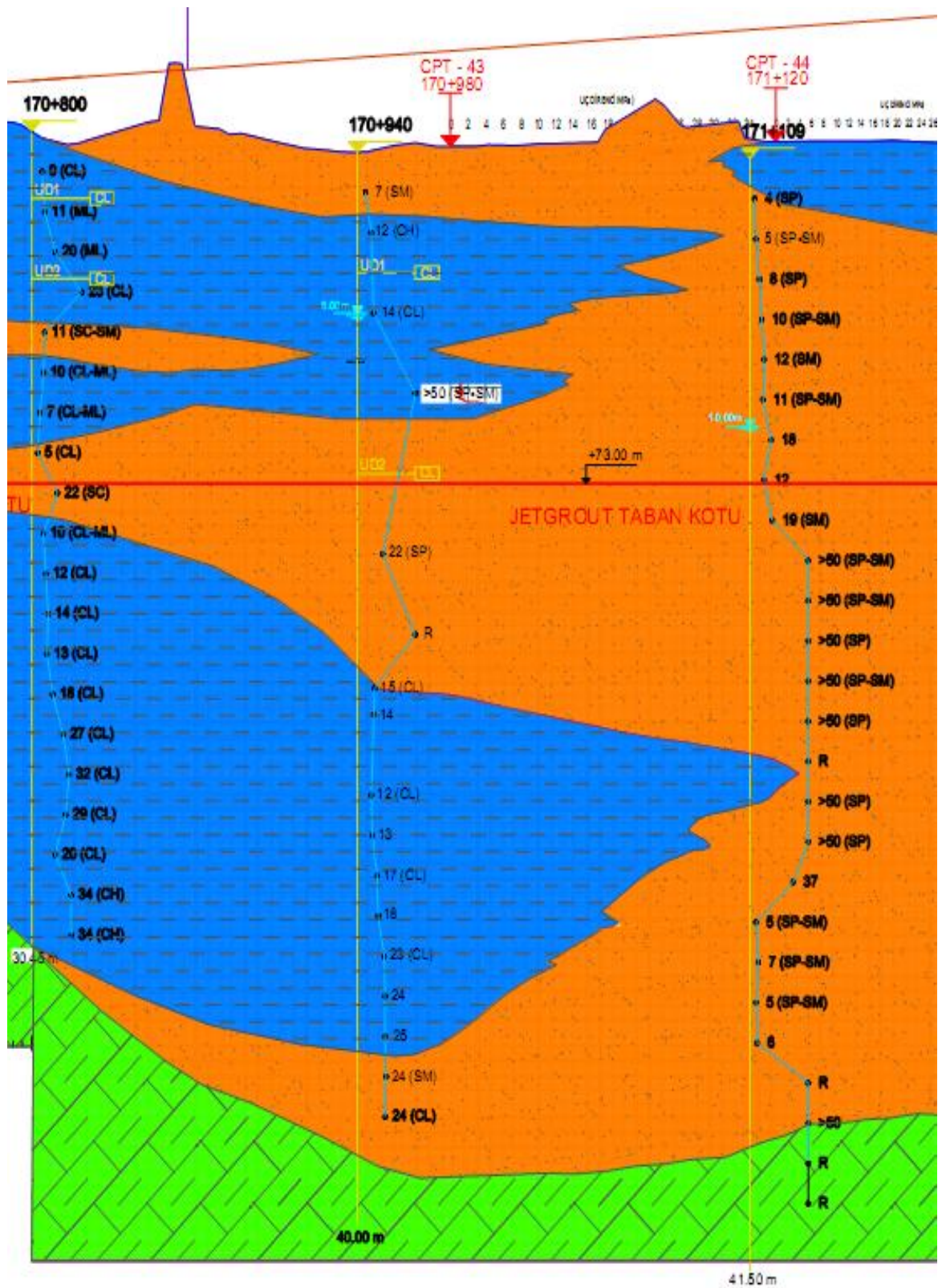
PROJE ADI / Project Name	: CIB-HIZLI TREN (ESKİŞEHİR-KOŞEKÖY)
SONDAJ YERİ / Boring Location	: KM: 170+240 İLE 172+250 ARASI
KUYU NO/Hole no	: 172+450
SONDAJ DER. / Boring Depth	: 30,00 (m)
SONDAJ KOTU / Elevation	: 89,94 (m)
YER ALTI SUYU / Groundwater	: 3,40 (m)
MUH. BOR. DER./Casing Depth	: 30,00
BAS. BT. TARİHİ /Start-Finish Date:	: 24.04.2009/01.05.2009
KOORDİNAT /Coordinate (N-S) y :	: 503960,11
KOORDİNAT /Coordinate (E-W) x :	: 445952,46

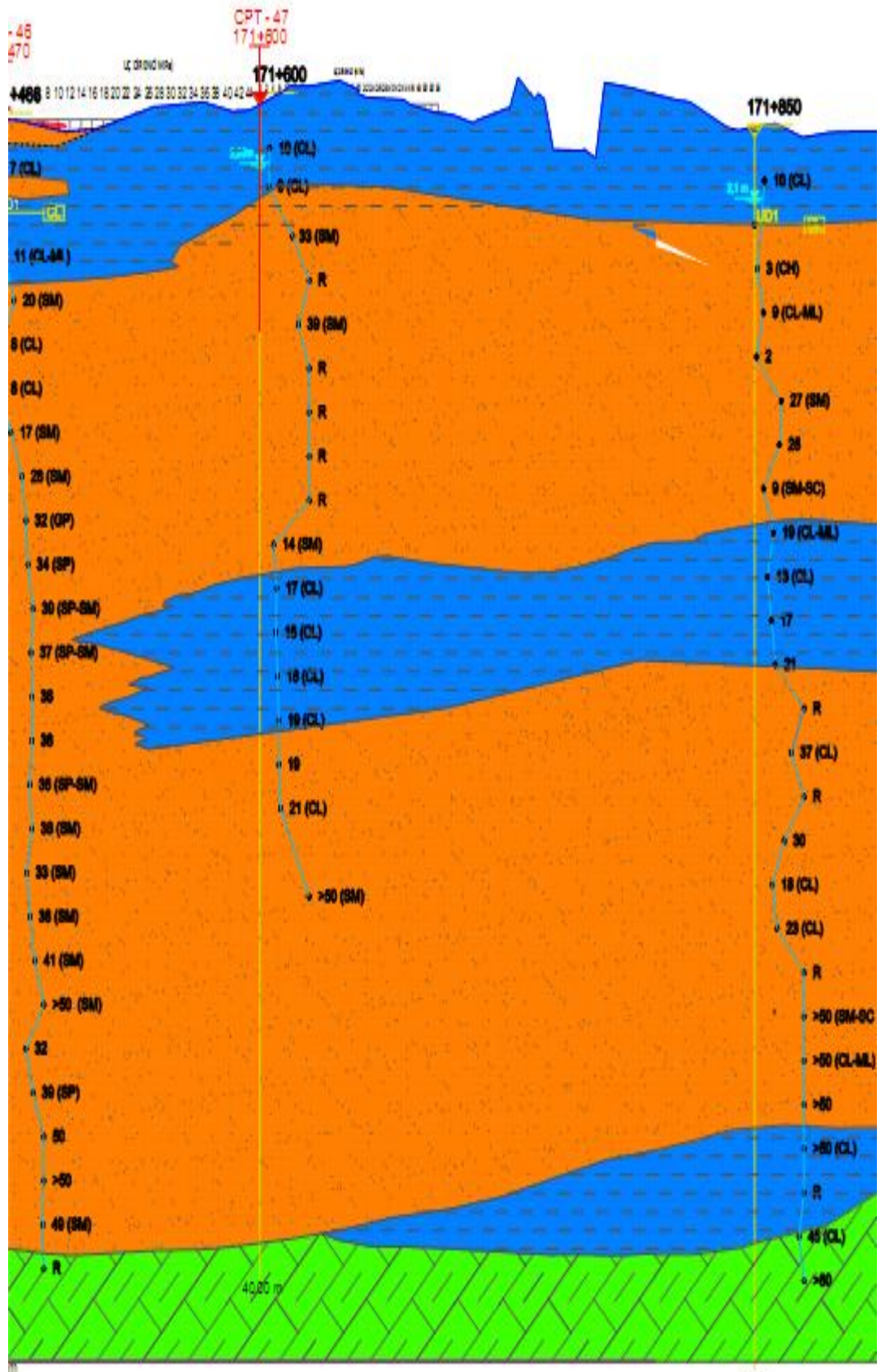
Sondaj Derinliği (m) Boring Depth (m)	Mücevver Boyu (m)	Numaralı Çiğir Sample Type	STANDART PENETRASYON TESTİ Standard Penetration Test		GRAFIK (Graph)	JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description	Profil Profile	PERMEABİLİTE Permeability	Geri Kazanım % Core Recovery	RQD %
			DARBE SAYISI Num. Of Blows							
			N ₆₀	N ₁₀₀						
21,00										
22,00										
23,00										
24,00										
25,00										
26,00										
27,00										
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										
DAYANIMLILIK - Strength			İNCE DANELİ - Fine Grained			İRİ DANELİ - Coarse Grained				
I - DAYANIMLI	Strong	I-AZİ - Firm	No-2 ÇOK YUMUŞAK V. Soft			No-4	V. Loose			
II - ORTA DAYANIMLI	M. Strong	II-AZ AYRILMIŞ - Slightly W.	No-4 YUMUŞAK			Soft	Loose			
III - ORTA ZAYIF	M. Weak	III-ORTA DER. AYR. - Mod. Weath.	No-8 ORTA KATI			M. Stiff	M. Dense			
N - ZAYIF	Weak	IV-ÇOK AYRILMIŞ - Highly W.	No-15 KATI			Stiff	Dense			
V - ÇOK ZAYIF	V. Weak	V-TAM AYRILMIŞ - Comp. Weath.	No-30 ÇOK KATI			V. Stiff	V. Dense			
			No-60 SERT			Hard				

EK-2

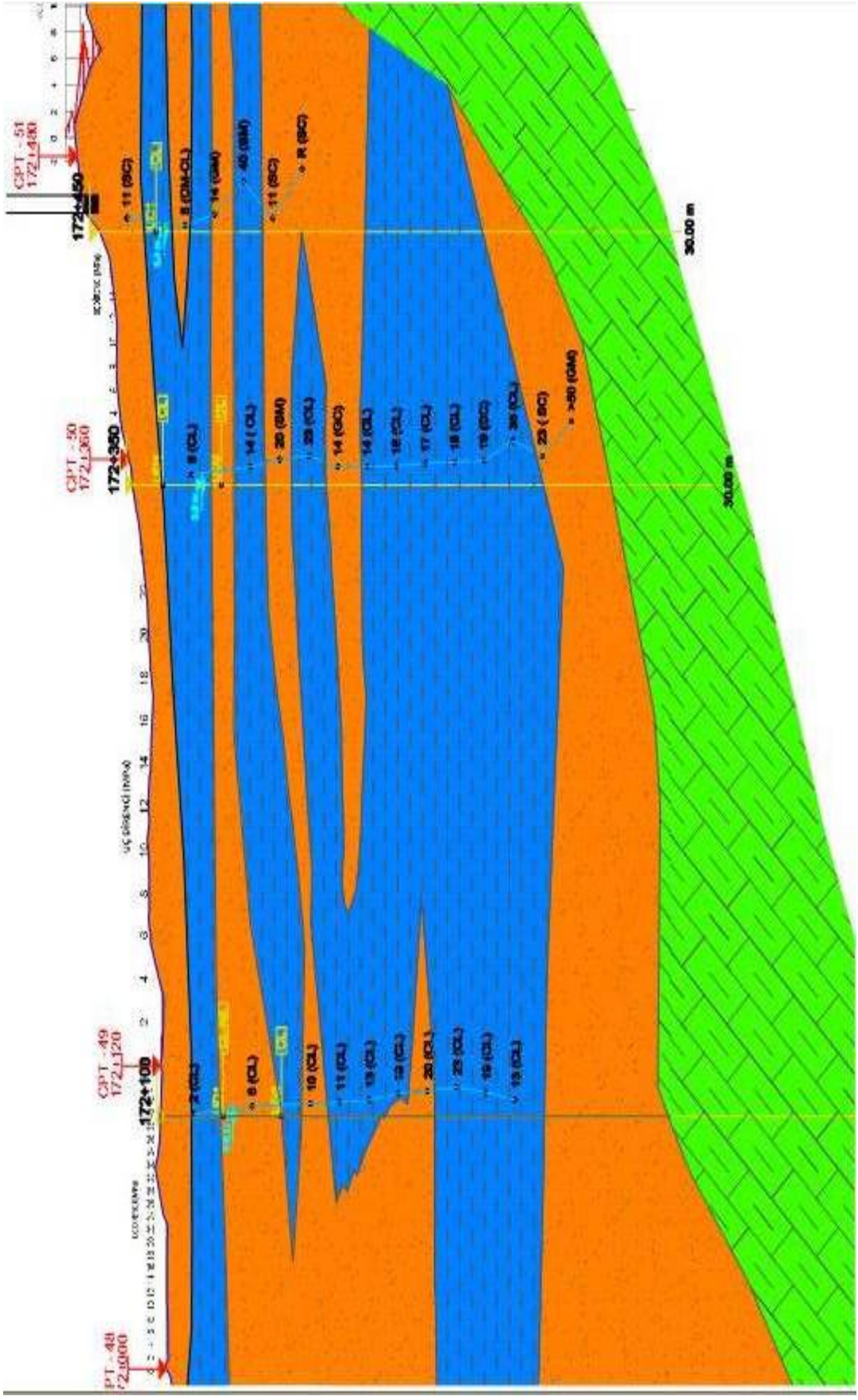
EK-3

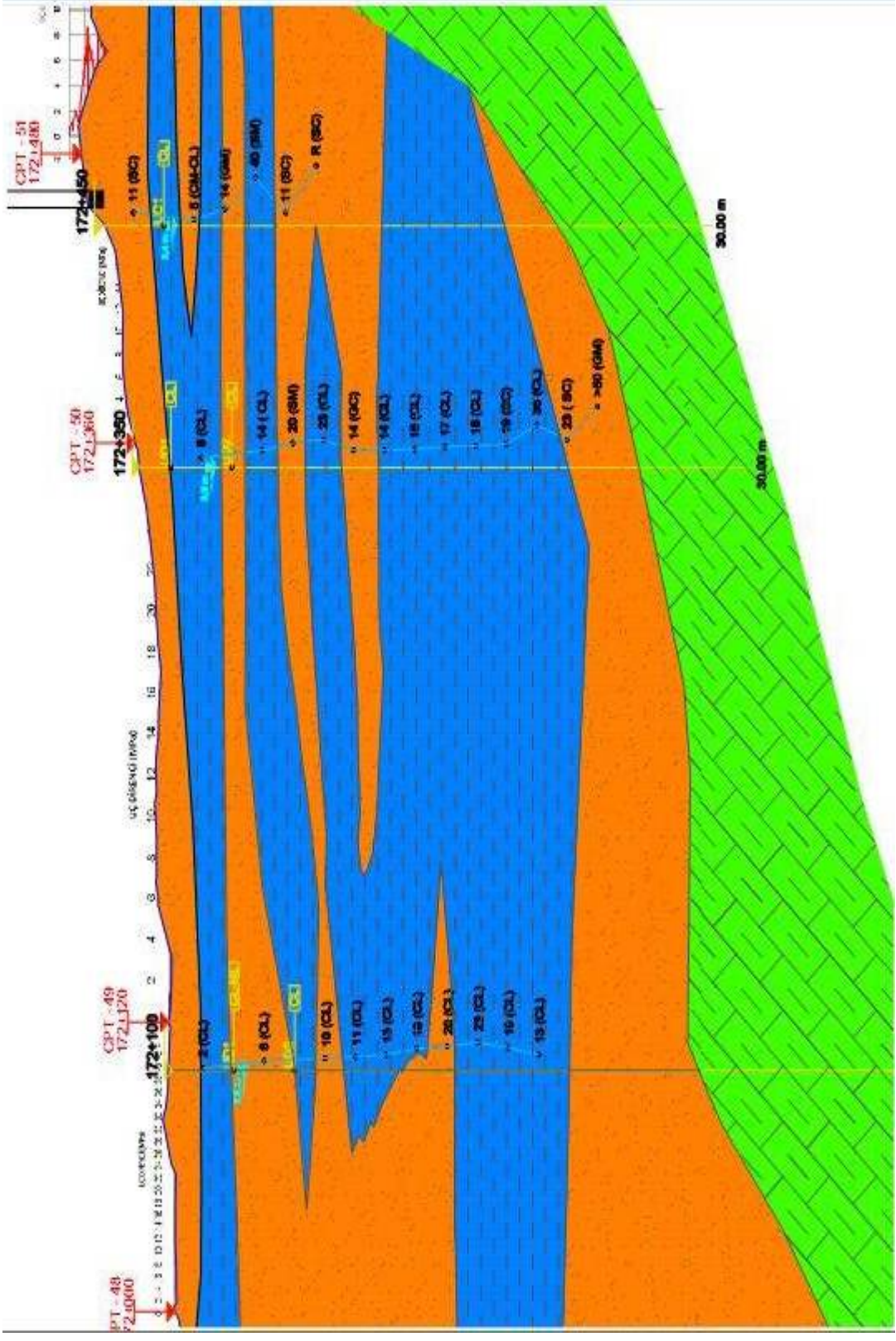


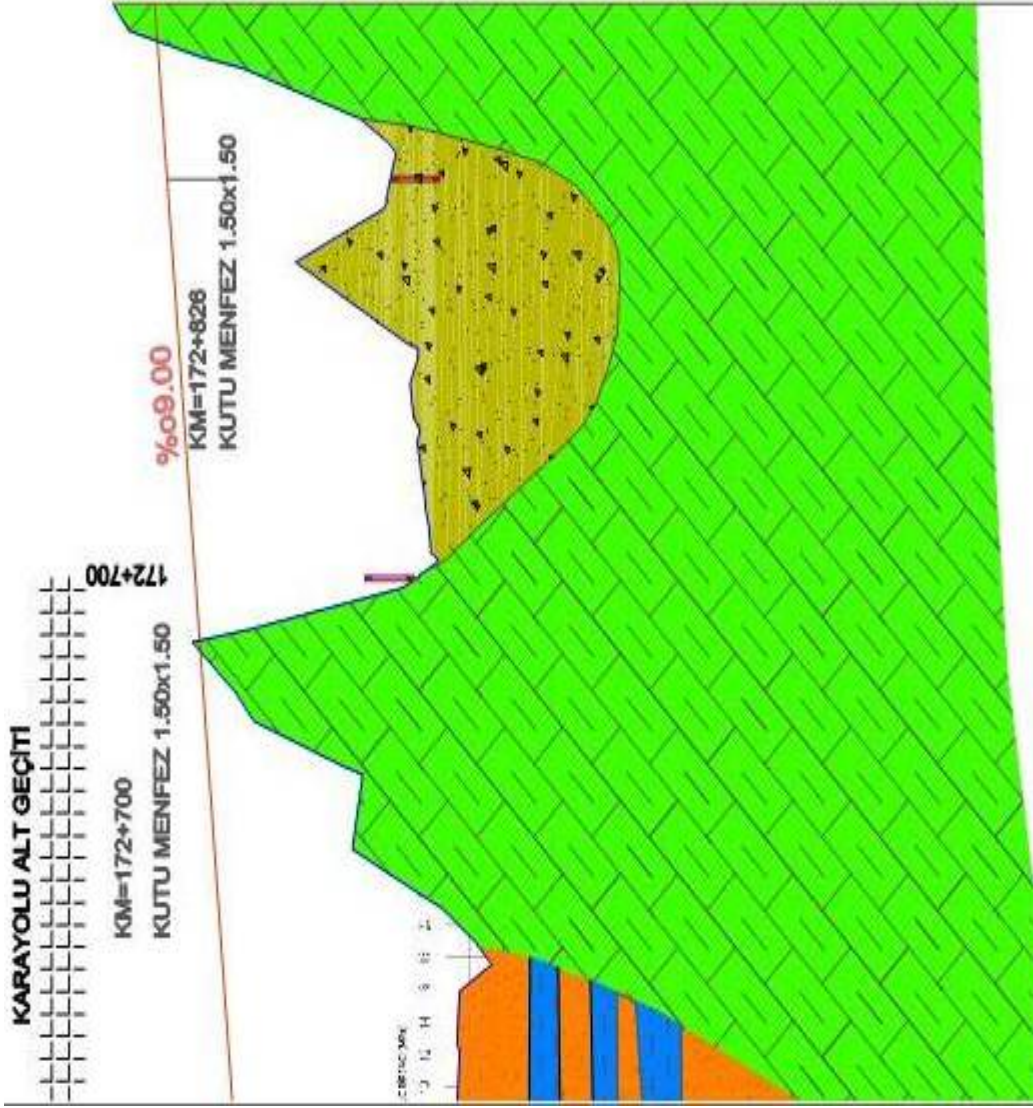




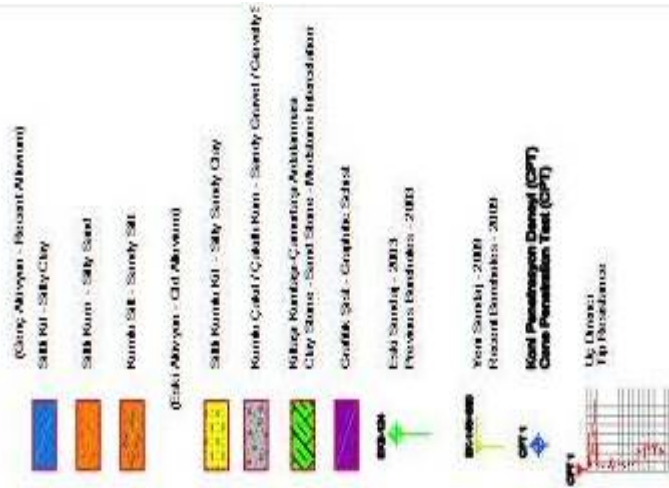
42.00 m







AKRİTİK KUMLU ALI - ERYANLI BÖLGE



EK-4


Sayfa 2 / 2 Page	DSİ İL BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ KALİTE KONTROL VE LAB.ŞB. MÜDÜRLÜĞÜ		AB-0010-T
	Tasköprü Caddesi No:4 26020 ESKİŞEHİR		09-204
	Telefon : (0222) 226 23 10 Fax : (0222) 226 08 53 e-posta : dsi3@dsi.gov.tr Elektronik ağ: www.dsi.gov.tr		08-09
Numuneyi Gönderen	: Cengiz İtaş Belen Adi Ortaklığı	Numune Kabul Tarihi	: 24.08.2009
Air Olduğu Proje	: Eskişehir-İstanbul Hızlı Tren Projesi (Bozyük Kısmı)	Deney Başlama Tarihi	: 26.08.2009
Numune Tanfı	: Su Numunesi (4 Adet,8 Lt)	Deney Bıtış Tarihi	: 26.08.2009


DENEY SONUÇLARI

Numunenin Adı/No	VK 15 TEMEL ELEVASYON SAKARVA	VK 15 KAZIK	VK 16-17 TEMEL ELEVASYON KARASU	DT 13 A-B ÇIKIŞ SU ÖRNEĞİ
Ölçüm Sıcaklığı °C	21	21	21	21
pH(SıcaklıkDüzeltilmesi)(25°C)	(1) 8,10	8,10	7,47	10,25
Elektriksel İletkenlik (Sıcaklık Düzeltilmesi)(25°C) mS/m	(2) 108,7	108,1	118,3	360,0
Katyonlar mg/L	(3) 90,64	94,72	99,32	659,00
Sodyum	(3) 7,12	7,36	3,60	42,20
Potasyum	(3) 83,56	86,68	113,04	31,00
Kalsiyum	(3) 40,88	42,12	33,84	99,20
Magnezyum	(4) 0,00	0,00	0,00	20,40
Anyonlar mg/L	(4) 272,10	279,40	451,40	96,40
Karbonat	(5) 93,84	80,52	88,40	161,80
Bikarbonat	(5) 200,60	220,40	140,40	1536,00
Klorür	(6) 68	71	48	15
Sülfat	(6) 37,70	39,00	42,20	48,50
Bulanıklık NTU	(3) 0,250	0,190	3,140	1,107
Sertlik (F.S.)	(7) 4,00	4,00	10,00	0,00
Amonyum mg/L	(8) 3,28	2,94	2,34	1,76
Serbest CO₂ mg/L				
Permanganat İndeksi mg/L				

Kullanılan Metodlar : (1) TS - 3263 ISO 10523, (2) TS - 9748 EN 27888, (3) TS EN ISO 14911/NİSAN 2000, (4) TS 3790 EN ISO 9963-1, (5) TS EN ISO 10304-1/NİSAN 1997, (6) TS 5091 EN 7027, (7) STMD 2005, (8) TS 6288 ISO EN 8467

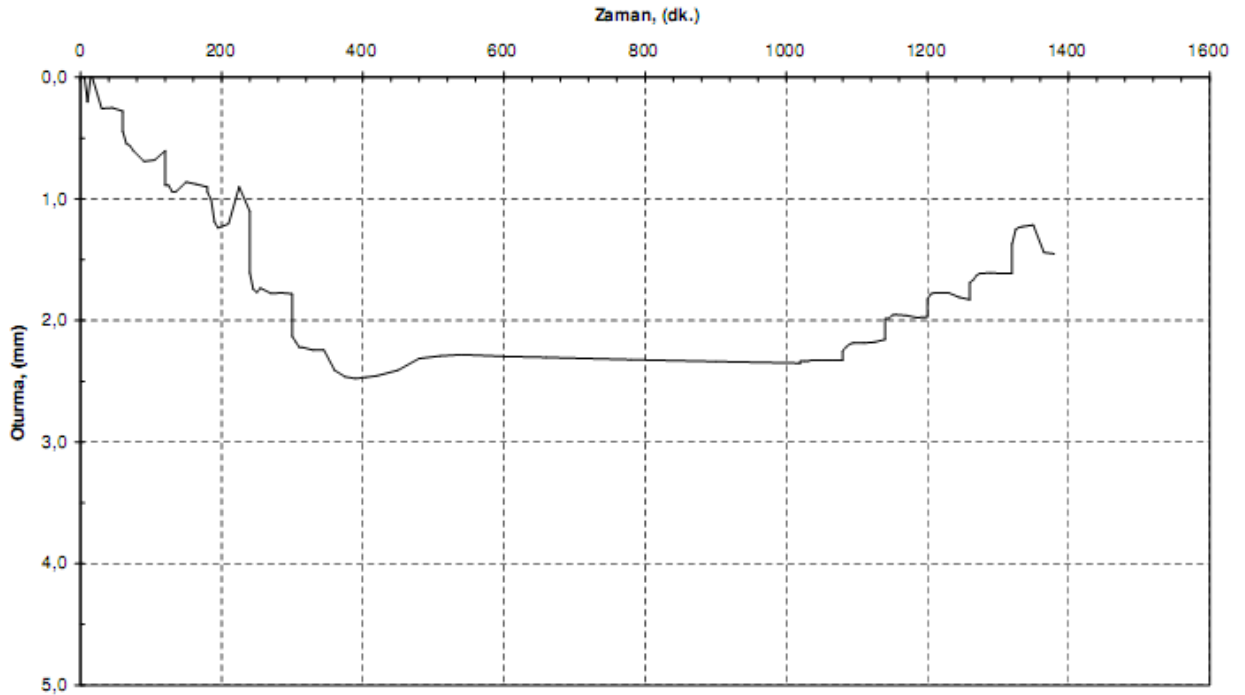
EK-5

YAPIMCI FİRMA/CONTRACTOR		 <i>Geoteknik Mühendislik</i> <i>Mimarlık</i>					ŞANTİYE/SITE			
ALTERNATİF ZEMİN							ANKARA-İSTANBUL HIZLI TREN PROJESİ 2 ETAP KÖSEKÖY-VEZİRHAN (KESİM 1) VK-16 VİYADÜĞÜ AKS 6			
PROJE YÜKÜ/Design Load (Ton)		292	KAZIK NO/Pile No.			E4				
MAKSİMUM YÜK/Applied Load (Ton)		438	KAZIK BOYU-ÇAP/İ/Pile Length-Dia. (m)			2,0 / 1,20				
			KAZIK CİNSİ/Type of Pile			FORE				
DENEY YÜKÜ Test Load		OTURMA OKUMALARI SETTLEMENT MEASUREMENTS					ZAMAN/İME			
POMPA/Pump Bar	UYGULANAN/Applied Ton	S1 mm	S2 mm	S3 mm	S4 mm	ORTALAMA AVERAGE	OKUMA SÜRESİ (dk)	TOPLAM SÜRE (dk)	SAAT Time	
0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	11:55	
48	73	-0,20	0,02	0,00	0,16	-0,01	0	0	11:55	
48	73	-0,20	-0,17	0,28	-0,10	-0,05	5	5	12:00	
48	73	-0,18	0,32	0,32	0,35	0,20	5	10	12:05	
48	73	-0,20	-0,13	0,18	0,02	-0,03	5	15	12:10	
48	73	-0,20	0,50	0,42	0,31	0,26	15	30	12:25	
48	73	-0,19	0,43	0,38	0,38	0,25	15	45	12:40	
48	73	0,00	0,48	0,15	0,48	0,28	15	60	12:55	
96	146	0,20	0,49	0,38	0,71	0,45	0	60	12:55	
96	146	0,32	0,56	0,50	0,80	0,55	5	65	13:00	
96	146	0,32	0,57	0,52	0,83	0,56	5	70	13:05	
96	146	0,35	0,65	0,58	0,84	0,61	5	75	13:10	
96	146	0,36	0,82	0,74	0,85	0,69	15	90	13:25	
96	146	0,30	0,86	0,76	0,80	0,68	15	105	13:40	
96	146	0,25	0,80	0,69	0,68	0,61	15	120	13:55	
144	219	0,45	1,18	1,03	0,90	0,89	0	120	13:55	
144	219	0,44	1,17	1,03	0,92	0,89	5	125	14:00	
144	219	0,49	1,21	1,07	0,99	0,94	5	130	14:05	
144	219	0,50	1,19	1,07	1,00	0,94	5	135	14:10	
144	219	0,22	1,06	1,10	1,06	0,86	15	150	14:25	
144	219	0,23	1,08	1,12	1,09	0,88	15	165	14:40	
144	219	0,23	1,10	1,15	1,13	0,90	15	180	14:55	
192	292	0,27	1,18	1,16	1,17	0,95	0	180	14:55	
192	292	0,33	1,27	1,22	1,19	1,00	5	185	15:00	
192	292	0,56	1,58	1,42	1,20	1,19	5	190	15:05	
192	292	0,60	1,64	1,50	1,22	1,24	5	195	15:10	
192	292	0,57	1,68	1,35	1,22	1,21	15	210	15:25	
192	292	0,30	1,20	1,20	0,90	0,90	15	225	15:40	
192	292	0,38	1,65	1,44	0,94	1,10	15	240	15:55	
240	365	0,79	2,18	2,00	1,45	1,61	0	240	15:55	
240	365	1,05	2,30	2,10	1,52	1,74	5	245	16:00	
240	365	1,06	2,33	2,16	1,53	1,77	5	250	16:05	
240	365	1,07	2,25	2,11	1,50	1,73	5	255	16:10	
240	365	1,08	2,35	2,18	1,50	1,78	15	270	16:25	
240	365	1,08	2,35	2,16	1,50	1,77	15	285	16:40	
240	365	1,08	2,35	2,16	1,53	1,78	15	300	16:55	
288	438	1,45	2,85	2,38	1,84	2,13	0	300	16:55	
288	438	1,54	2,80	2,44	1,92	2,18	5	305	17:00	
288	438	1,60	2,78	2,51	1,99	2,22	5	310	17:05	
288	438	1,60	2,76	2,51	2,02	2,22	5	315	17:10	
288	438	1,62	2,79	2,55	2,02	2,25	15	330	17:25	
288	438	1,62	2,78	2,55	2,02	2,24	15	345	17:40	
288	438	1,85	2,90	2,64	2,25	2,41	15	360	17:55	
288	438	1,93	2,96	2,65	2,31	2,46	15	375	18:10	
288	438	1,95	2,97	2,66	2,33	2,48	15	390	18:25	

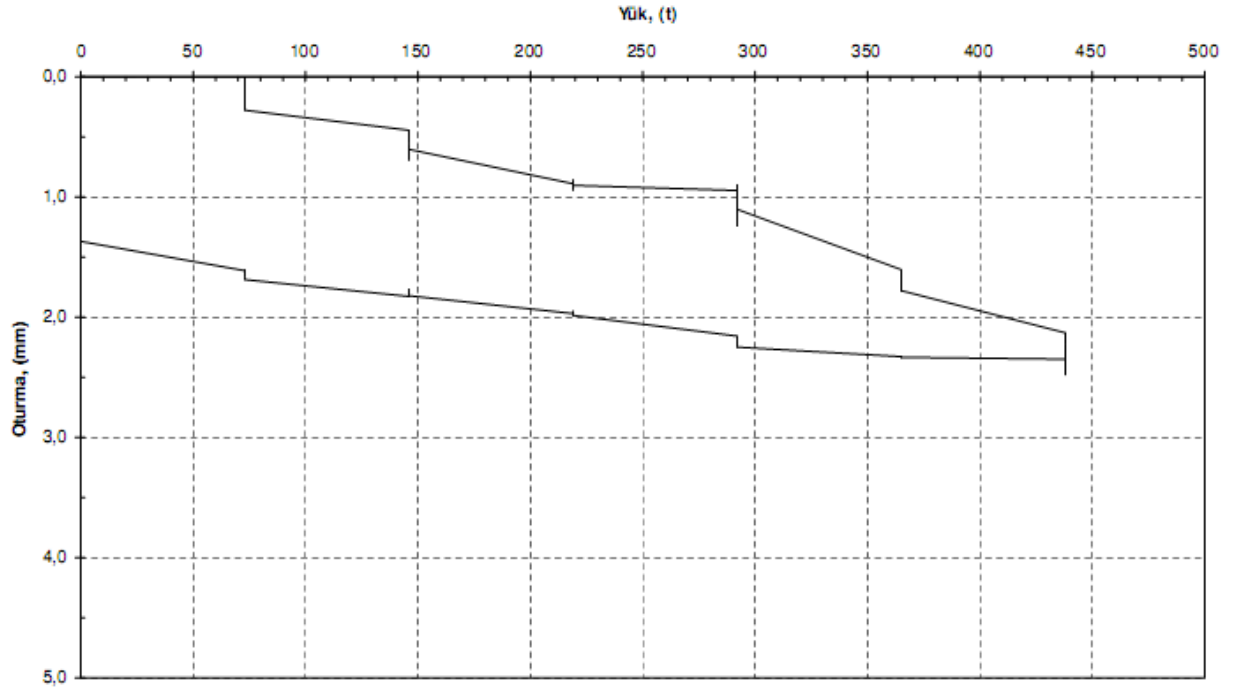
YAPIMCI FİRMA/CONTRACTOR		 GEA <i>Gecelekin Mühendislik</i> <i>Mimarlık</i>				ŞANTIYE/SITE				
ALTERNATİF ZEMİN						ANKARA-İSTANBUL HIZLI TREN PROJESİ 2 ETAP KÖSEKÖY-VEZİRHAN (KESİM 1) VK-16 VİYADÜĞÜAKS 6				
PROJE YÜKÜ/Design Load (Ton)		292	KAZIK NO/Pile No.			E4				
MAKSİMUM YÜK/Applied Load (Ton)		438	KAZIK BOYU-ÇAP/Pile Length-Dia. (m)			2,0 / 1,20				
DENEY YÜKÜ Test Load		OTURMA OKUMALARI SETTLEMENT MEASUREMENTS				ZAMAN/TIME				
POMPA/Pump Bar	UYGULANAN/Applied Ton	S1 mm	S2 mm	S3 mm	S4 mm	ORTALAMA AVERAGE	OKUMA SÜRESİ (dk)	TOPLAM SÜRE (dk)	SAAT Time	
28	438	1,97	2,95	261	2,34	247	15	405	18:40	
28	438	1,97	2,95	258	2,32	246	15	420	18:55	
28	438	1,96	2,90	253	2,25	241	30	450	19:25	
28	438	1,85	2,80	240	2,20	231	30	480	19:55	
28	438	1,82	2,75	240	2,20	229	30	510	20:25	
28	438	1,80	2,73	239	2,20	228	30	540	20:55	
28	438	1,82	2,74	240	2,22	230	60	600	21:55	
28	438	1,83	2,75	240	2,23	230	60	660	22:55	
28	438	1,84	2,77	243	2,25	232	120	780	00:55	
28	438	1,85	2,80	243	2,27	234	120	900	02:55	
28	438	1,88	2,80	243	2,29	235	120	1020	04:55	
20	365	1,88	2,78	240	2,28	234	0	1020	04:55	
20	365	1,88	2,78	240	2,28	234	5	1025	05:00	
20	365	1,88	2,78	240	2,28	234	5	1030	05:05	
20	365	1,87	2,76	240	2,28	233	5	1035	05:10	
20	365	1,87	2,76	240	2,28	233	15	1050	05:25	
20	365	1,87	2,76	240	2,28	233	15	1065	05:40	
20	365	1,87	2,76	240	2,28	233	15	1080	05:55	
02	292	1,87	2,60	231	2,22	225	0	1080	05:55	
02	292	1,77	2,59	231	2,20	222	5	1085	06:00	
02	292	1,74	2,56	229	2,18	219	5	1090	06:05	
02	292	1,74	2,56	226	2,18	219	5	1095	06:10	
02	292	1,74	2,56	226	2,18	219	15	1110	06:25	
02	292	1,73	2,55	225	2,18	218	15	1125	06:40	
02	292	1,72	2,53	223	2,15	216	15	1140	06:55	
04	219	1,62	2,30	201	2,01	199	0	1140	06:55	
04	219	1,62	2,30	201	2,01	199	5	1145	07:00	
04	219	1,62	2,24	196	2,00	196	5	1150	07:05	
04	219	1,62	2,24	196	1,99	195	5	1155	07:10	
04	219	1,62	2,24	199	1,99	196	15	1170	07:25	
04	219	1,62	2,24	201	2,03	198	15	1185	07:40	
04	219	1,62	2,24	200	2,02	197	15	1200	07:55	
06	146	1,50	2,02	178	1,99	182	0	1200	07:55	
06	146	1,45	1,97	173	1,97	178	5	1205	08:00	
06	146	1,44	1,97	172	1,96	177	5	1210	08:05	
06	146	1,44	1,97	172	1,96	177	5	1215	08:10	
06	146	1,44	1,97	172	1,96	177	15	1230	08:25	
06	146	1,47	1,99	175	2,03	181	15	1245	08:40	
06	146	1,48	2,00	176	2,07	183	15	1260	08:55	
08	73	1,42	1,74	159	2,00	169	0	1260	08:55	
08	73	1,40	1,72	155	1,99	167	5	1265	09:00	
08	73	1,34	1,70	153	1,94	163	5	1270	09:05	
08	73	1,31	1,69	153	1,92	161	5	1275	09:10	
08	73	1,30	1,69	153	1,92	161	15	1290	09:25	
08	73	1,30	1,69	154	1,92	161	15	1305	09:40	

YAPIMCI FIRMA/CONTRACTOR		SANTİYE/SITE							
ALTERNATİF ZEMİN		GEA Geoteknik Mühendislik Mimarlık		ANKARA-İSTANBUL HIZLI TREN PROJESİ 2.ETAP KÖSEKÖY-VEZİRHAN (KESİM 1) VK-16 VİYADÜĞÜ AKS 6					
PROJE YÜKÜ/Design Load (Ton)	292	KAZIK NO/Pile No.		E4					
MAKSİMUM YÜK/Applied Load (Ton)	438	KAZIK BOYU-ÇAP/İ/Pile Length-Dia. (m)		2,0 / 1,20					
		KAZIK CİNSİ/Type of Pile		FORE					
DENEY YÜKÜ Test Load		OTURMA OKUMALARI SETTLEMENT MEASUREMENTS				ZAMAN/TIME			
POMPA/Pump Bar	UYGULANAN/Applied Ton	S1 mm	S2 mm	S3 mm	S4 mm	ORTALAMA AVERAGE	OKUMA SÜRESİ (dk)	TOPLAM SÜRE (dk)	SAAT Time
4	73	1,30	1,69	1,54	1,92	1,61	15	1320	09:55
0	0	1,08	1,38	1,35	1,67	1,37	0	1320	09:55
0	0	0,89	1,28	1,26	1,57	1,25	5	1325	10:00
0	0	0,85	1,27	1,25	1,56	1,23	5	1330	10:05
0	0	0,83	1,27	1,25	1,56	1,23	5	1335	10:10
0	0	0,83	1,27	1,25	1,51	1,22	15	1350	10:25
0	0	0,95	1,52	1,51	1,78	1,44	15	1365	10:40
0	0	0,96	1,54	1,53	1,78	1,45	15	1380	10:55
TARİH/Date		SAAT/Time							
BAŞLAMA/Start		11.07.2009		11:55					
BİTİŞ/End		12.07.2009		10:55					
İMZA/Signature									

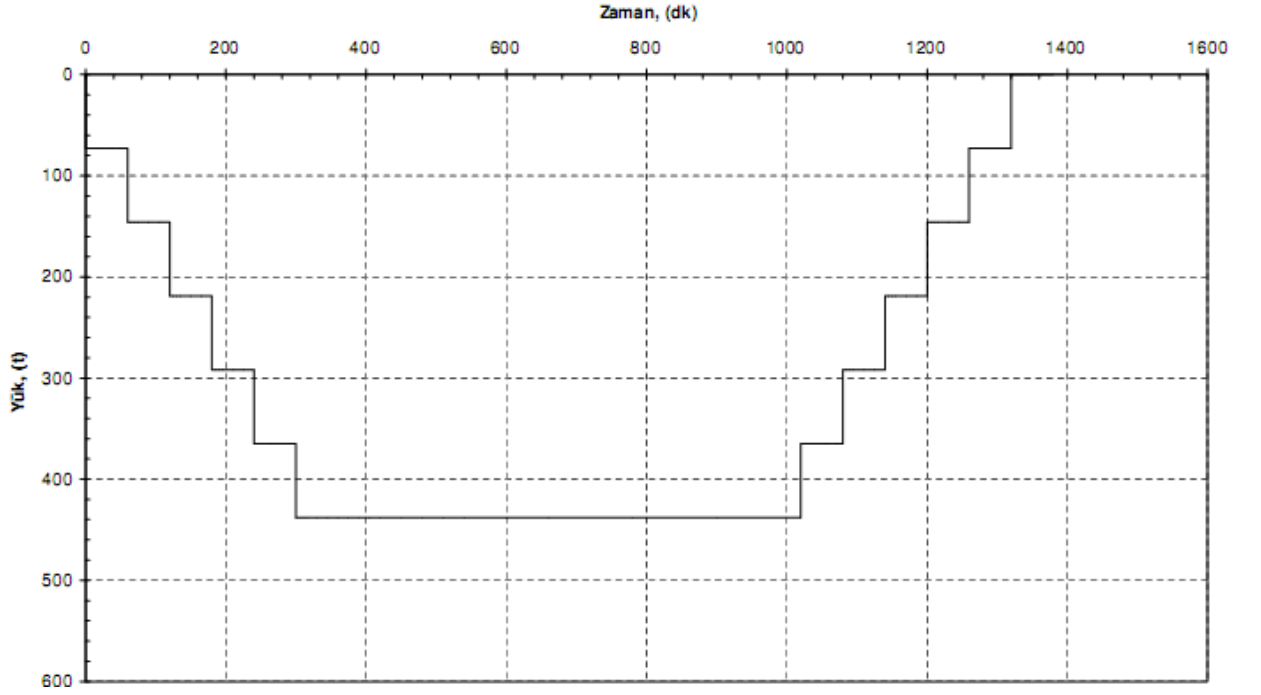
Oturma-Zaman Grafiki



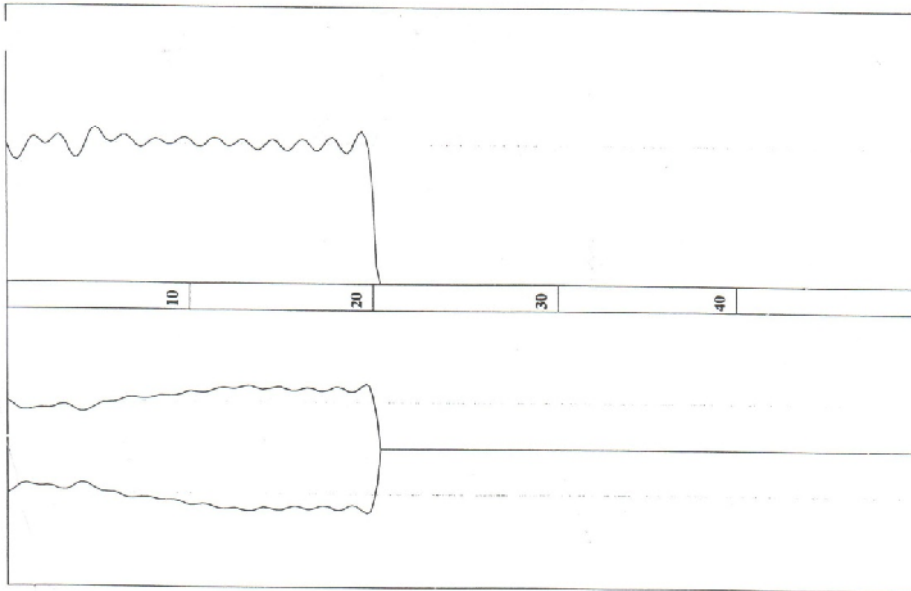
Yük-Oturma Grafı



Yük-Zaman Grafı

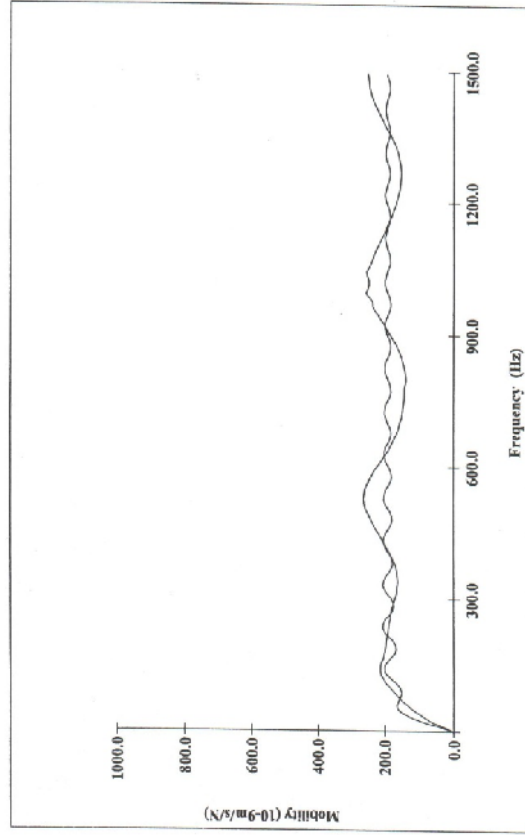


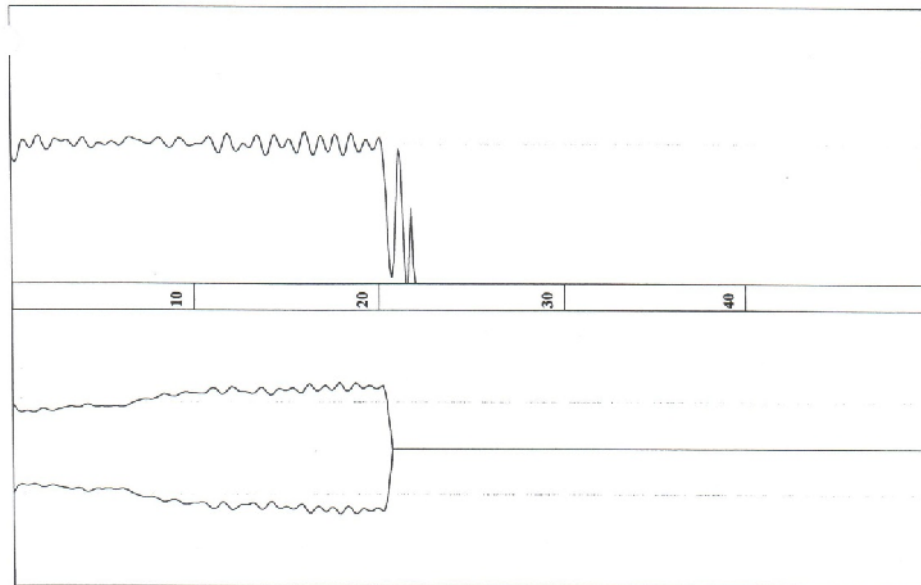
EK-6



Nominal pile properties		
Diameter mm	Velocity m/s	Density Kg/m ³
1200	4000	2400
Out of soil length (cm)		
20		
Soil properties		
Length m	Velocity m/s	Density Kg/m ³
20.0	100	1800
50.0	2000	1800

Pile data	
Date	07/2009
Site	BILECIK
Job N°	21V
Pile N°	A2
Pile type	FORE KAZIK
Diameter	1200 mm
Given length	20 m

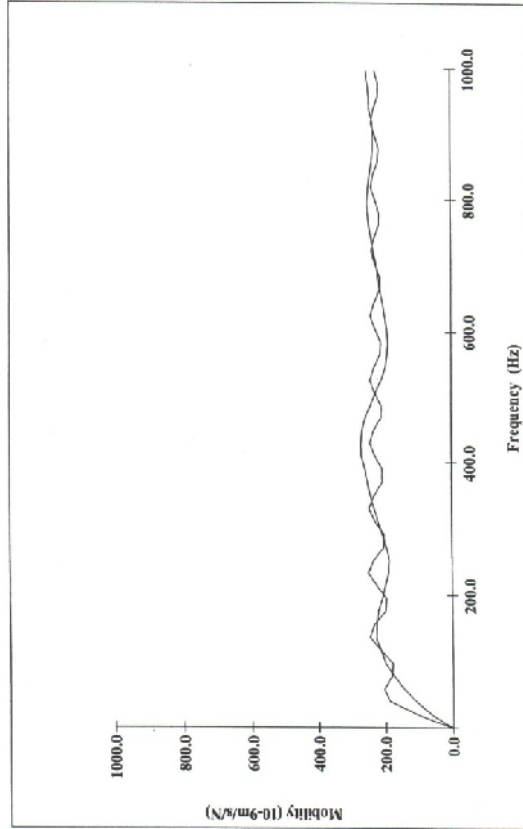


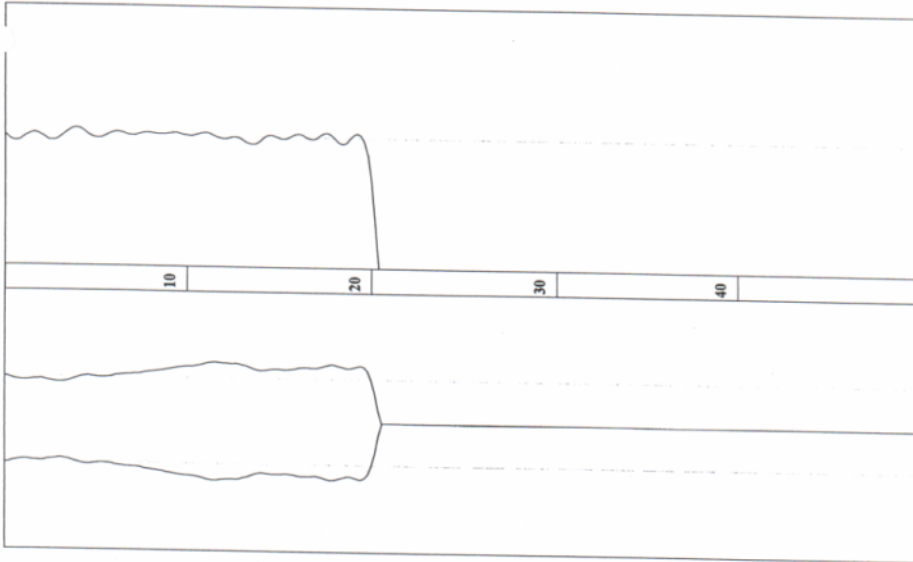


Nominal pile properties		
Diameter	Velocity	Density
mm	m/s	Kg/m ³
1200	4000	2400
Out of soil length (cm)		
20		
Soil properties		
Length	Velocity	Density
m	m/s	Kg/m ³
20.0	100	1800
50.0	2000	1800

Pile data

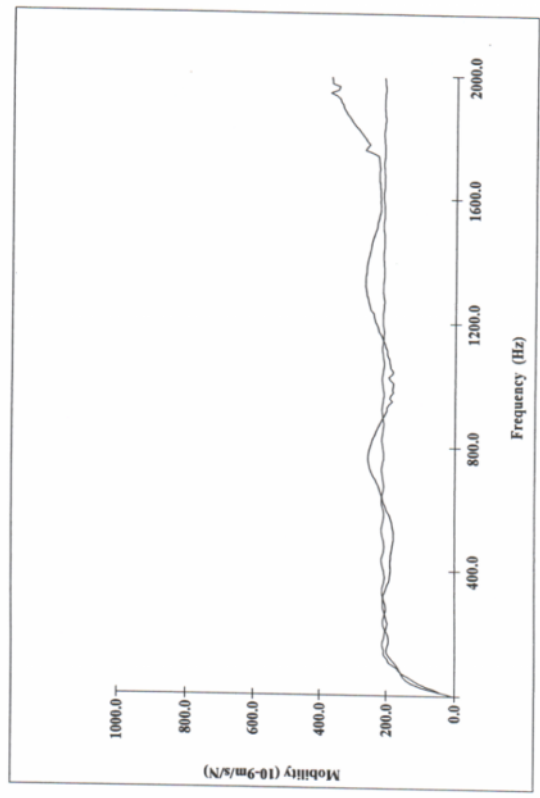
Date 07/2009
Site BILECIK
Job N° 21V
Pile N° B1
Pile type FORE KAZIK
Diameter 1200 mm
Given length 20 m





Nominal pile properties		
Diameter	Velocity	Density
mm	m/s	Kg/m ³
1200	4000	2400
Out of soil length (cm)		
20		
Soil properties		
Length	Velocity	Density
m	m/s	Kg/m ³
20.0	100	1800
50.0	2000	1800

Pile data
Date 07/2009
Site BILECIK
Job N° 21V
Pile N° C2
Pile type FORE KAZIK
Diameter 1200 mm
Given length 20 m



Pile data
Date 07/2009
Site BILECIK
Job N° 21V
Pile N° F2
Pile type FORE KAZIK
Diameter 1200 mm
Given length 20 m

Nominal pile properties		
Diameter	Velocity	Density
mm	m/s	Kg/m ³
1200	4000	2400
Out of soil length (cm)		
20		
Soil properties		
Length	Velocity	Density
m	m/s	Kg/m ³
20.0	100	1800
50.0	2000	1800

