



**ZEMİN ARAŞTIRMALARI
TEKNİK ŞARTNAMESİ**

**ALTYAPI YATIRIMLARI
GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
2016**

AMAÇ

Yapılması düşünölen proje çerçevesinde hazırlanacak olan Uygulamaya Esas Jeolojik-Jeoteknik Rapor ile İmar planı çalışmalarına esas olmak üzere hazırlanacak olan Jeolojik-Jeoteknik Etüt Raporunun, zemin profilinin ve bu profile yer alan zemin tabakalarının cinslerinin, kalınlıklarının, tabakalanma konumlarının, yeraltı su seviyesinin ve mühendislik parametrelerinin belirlenmesi ve bunlara bağlı olarak projenin yapım maliyetini doğrudan etkileyen yer yapısının aydınlatılarak, tasarım parametrelerinin saptanması amacıyla hazırlanacaktır.

1. GENEL ŞARTLAR

1) İşin kontrolü, idarenin görevlendireceği eleman/elemanlar yanısıra İlgili Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü tarafından görevlendirilen uzman teknik eleman/elemanlar tarafından yapılır. (Bundan sonra Kontrollük ifadesinden, İdarenin görevlendireceği ve İlgili Çevre ve Şehircilik Müdürlüğü tarafından görevlendirilen uzman teknik eleman/elemanlar anlaşılacaktır).

2) Yüklenici; kontrollüğün, teknik şartlar, sözleşme ve eklerine göre gerekli göreceği konuları yerine getirmekle yükümlüdür.

3) Yüklenici, araştırmaların tümünün bu teknik şartnameye uygun olarak yapılmasından sorumludur.

4) Yüklenici iş ile ilgili konuları kontrollüğe yazılı olarak bildirecektir. Aksi takdirde yüklenici tarafından herhangi bir hak iddia edilemeyecektir.

5) Yüklenici firma, gerekli görülmesi halinde idare tarafından istenecek ilave sondajları (sayısı-metrajı), jeofizik ölçümleri, araştırma çukurlarını ve deneyleri sözleşme şartları ve sözleşme fiyatları içinde yapmak zorundadır. İdare ve/veya Çevre Şehircilik İl Müdürlüğü yetkilisi; gerekli gördüğü durumlarda sondaj lokasyon yeri, derinliği ile varsa jeofizik ölçümlerin yerini ve ölçüm aralığını ve amacını değiştirebilecektir. Tüm bu ilave işlemler için yükleniciye her ne isim altında olursa olsun ilave bir bedel ödenmeyecektir.

6) Sondaj makinesi ve teçhizatı ile sondaj ekibinin nakli (bağlı oldukları yerden iş yerine gidiş ve gelişi), her türlü makine (arazöz, kepçe vb.), enerji (akaryakıt, elektrik vb.), şoför vs. dâhil, yapılacak bütün sondajlara ait servis yollarının yapımı, sondaj yerinin tesviyesi veya servis yolu amacıyla iskele kurulması, sal-duba, çekici ve kayak temini vb. işler, her türlü taşıma ve boşaltmalar, numunelerin belirli bir laboratuvara nakli, yapılan sondaj çalışmalarını ile deneylere ait her türlü formların tutulması, raporların hazırlanması vb. işler yükleniciye aittir. Tüm bu işlemler, teklif fiyata dahil olup, bu işlemler için yükleniciye herhangi bir isim altında ilave bir bedel ödenmeyecektir.

7) Yüklenici, sondaj çalışmalarının proje iş programı süresinde yapılabilmesi için yeter sayıda sondaj makinesi, ekipman ve yedek parçaları ile deney aletlerini işyerinde bulunduracaktır.

8) Sondajlar, jeofizik etütler, araştırma çukurları, arazi ve laboratuvar deneyleri, yüklenici tarafından hazırlanmış ve idare tarafından onaylanan çalışma programına göre yapılacaktır. Programlar, çalışma yapılacak noktalara ait kot, koordinat, kmleri içerecek şekilde plan ve/veya profillere işlenmiş olarak verilecektir.

9) Yüklenici sahada olası altyapı ve üstyapı durumunun (doğalgaz, telefon, elektrik, kanalizasyon, içme suyu, batık vs.) belirlenmesinden ve yerlerinin tespitinden sorumludur.

Doğrudan ya da dolaylı olarak altyapı ya da üstyapı ile ilgili çıkabilecek her türlü sorunda sorumluluk yükleniciye aittir.

10) Şartnamelerde yer almayan konular, iş sırasında ortaya çıkan özel durumlar ve ilave çalışmalar için idarenin vereceği özel talimatlar geçerli olacaktır.

11) İşin durumu ve yapılan çalışmalar ile karşılaşılan güçlükler hakkında bilgi veren günlük çalışma raporları tutulacaktır.

12) Yapılan sondajların derinlikleri ile karot ve numuneler İdare ve yüklenici elemanlarınca beraber ölçülecektir. Kontrol mühendisinin uygun görüşü alınan sondaj logları 3 (üç) gün içinde idareye teslim edilecektir.

13) Suda yapılan sondajlarda; sondaj derinliği su tabanından itibaren ölçülecektir.

14) İhalenin birim fiyat üzerinden yapılması durumunda; suda yapılan sondajlar için sondaj yapılan noktadaki su tabanı ile su seviyesi arasındaki derinliğin 1 m.'den fazla olması halinde ödenecek derinlik su zammı (ödeme metre cinsinden) ölçülen su derinliğinden metrenin küsuru ile 1 m. tenzil edildikten sonra geriye kalan su derinliği üzerinden yapılacaktır.

15) Sondaj ve araştırma çukurlarından alınan numuneler üzerinde yapılacak laboratuvar çalışmaları idarenin görevlendirdiği kontrol elemanlarının denetiminde ve idare tarafından onay verilen laboratuvarda yapılacaktır.

16) Yüklenici, sahada yapılacak her türlü çalışmanın (sondaj, jeofizik, araştırma çukuru, arazi deneyleri vb.) sonunda bölgenin çevre temizlik ve düzenlemesini yapacaktır.

17) Yüklenici tarafından, karada yapılacak, derinliği 40 m'ye kadar olan tüm sondaj kuyularına, kuyu tabanından itibaren yüzeye kadar çapı minimum 5 cm olan delikli plastik boru (PVC) yerleştirilecektir.

18) Karada yapılacak sondajların kuyu ağızları 40x40x15 cm ebatlarında betonlanarak sondaj numarası yazılacak ve kuyu ağızları ilerde gerekli ölçümler yapılacak şekilde metal kapak ile kapatılacaktır. Kuyuya PVC boru indirilmesi dahil bu işler teklif fiyatına dahil olduğundan ayrıca bir ücret ödenmeyecektir.

19) Yüklenici, arazide yapılacak her türlü çalışmanın (sondaj, jeofizik etüt, araştırma çukuru, arazi deneyleri vb.) ve numunelerin fotoğraf ve video çekimlerini yaparak işin bitiminde hazırlanacak hem Uygulamaya Esas hem de İmar Planına Esas Jeolojik-Jeoteknik Raporlarına ek olarak idareye verecektir. Bu işler için ayrıca bir ücret ödenmeyecektir.

20) Yapılış amacına hizmet etmeyen ve yeterli derinliğe inmeyen sondajlar eksik kabul edilecek ve herhangi bir ödeme yapılmayacaktır. İdare bu sondajların yerine yenilerinin yapılmasını isteyebilecektir.

21) İhalenin birim fiyat üzerinden yapılması durumunda; karotlu sondaj çalışmalarında manevra boyları maksimum karot yüzdesi elde edilecek şekilde düzenlenecektir. Yüzde 70'in altında kalan karot yüzdeleri, kontrol mühendisinin yetkisi dahilinde belirli zeminler (şist v.b.) dışında kabul edilmeyecektir. Bu kesimlere ait metrajlara kayada karotsuz sondaj açım bedeli ödenecektir.

22) Yüklenici işin süresi boyunca her cins zemin ve kayada sondaj yapabilecek makine, numune alıcılar, tahlisiye takımları vb. ekipmanları iş başında hazır bulunduracaktır. Her şeye rağmen iri kaya bloklarına veya diğer bir engele rastlayarak sondajın ilerleyememesi, muhafaza borusunun kırılması ve aynı sebeple sondaj deliğinin düşeyden kaçması, kuyuda takım kalması ve benzeri sondaj güçlükleri ile karşılaşılması halinde kontrol mühendisinin onayı ile

yüklenici bu deliği terk edecektir. Bu takdirde kuyuda takımların (tij, muhafaza borusu, karotiyer, matkap, deney takımları vb.) kalması dahil her ne sebeple olursa olsun yükleniciye hiçbir ödeme yapılmayacaktır. İdarece gösterilecek diğer bir noktada yüklenici sondaja devam edecektir.

23) Kontrollük gerekli gördüğü hallerde sondajlardan alınan ve laboratuvarlarda deneylere tabi tutulacak numunelerin, numune miktarının en fazla %15'ini "Mukayese Amaçlı Numune" sıfatı ile idare laboratuvarlarında deneylerini yaptırabilecektir.

24) İdare ile yüklenicinin deney sonuçları projeyi etkileyebilecek düzeyde farklı çıkması durumunda idare bundan sonra deneylerin onay vereceği başka bir laboratuvarda yaptırılmasını yükleniciden isteyebilecektir.

25) Yüklenici, işin yürütölüp sonuçlandırılması ile ilgili olarak İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği'nde belirtilen tüm hükümleri yerine getirmekle sorumludur. İş esnasında gerekebilecek tüm kişisel koruyucu donanımların tamamını temin etmekle yükümlüdür.

2. JEOFİZİK ÇALIŞMALAR

2.1 Kullanılan Yöntemler

2.1.1 Elektrik Özdirenç (Rezistivite) Çalışmaları

Yeraltı durumunun araştırılmasında kullanılan elektrik özdirenç yöntemlerinde genellikle iki noktadan yere akım verilerek diğer iki noktadan potansiyel farkının ölçülmesi ilkesi ile çalışılmaktadır. Rezistivite çalışmalarında amaca göre idarenin uygun göreceği Schlumberger, Wenner, Dipol-Dipol, Pol-Dipol gibi elektrot dizilimleri de kullanılabilir. Yine rezistivite çalışmalarında amaca göre aşağıdaki yöntemlerden biri veya her ikisi birden uygulanabilir. Rezistivite ölçümlerinde açılımlar topografyadan kaynaklanan bozukluklardan en az etkilenecek şekilde seçilmelidir.

2.1.1.1 Düşey Elektrik Özdirenç Çalışmaları

Özellikle süreksizliklerin dalımının belirlenmesinde düşey elektrik sondaj çalışmaları tercih edilecektir. Yanal değişimlerden gelen anomalileri en aza indirmek için Schlumberger elektrot dizilimi kullanılacaktır. Schlumberger diziliminde elektrot aralığı (AB/2) inilmesi gereken derinliğin en az 3 (üç) katından fazla olmalıdır.

2.1.1.2 Çoklu Elektrot Özdirenç Çalışmaları

İki boyutlu elektrik özdirenç yönteminde, arazide ölçülen görünür özdirenç değerlerinden yeraltının gerçek model parametrelerine ulaşmak hedeflenmektedir. Akım ve gerilim elektrotlarının çeşitli kombinasyonlar ile karmaşık bir kesiti kablonun toplam boyuna bağlı olan en büyük araştırma derinliği ile elde edilmektedir. Bu çalışmalar idarenin gerekli gördüğü yerlerde ve idare tarafından belirlenecek yöntem (Wenner, Schlumberger, Dipol-Dipol vb.) kullanılarak yapılacaktır.

2.1.2 Sismik Çalışmalar

2.1.2.1 Sismik Kırılma Çalışmaları

Sismik kırılma çalışmalarında amaç; boyuna dalga hızı (Vp) ve enine dalga hızı (Vs) değerlerinin ölçülerek zemin ve kayaların elastik parametrelerinin (poisson oranı, dinamik

elastisite modülü, makaslama modülü, bulk modülü gibi) elde edilmesi, zemin ve kayaların türü ve dağılımı, yeraltı su seviyesi, fay, kırık, çatlak, ayrışma durumu hakkında bilgilerin sağlanması, zeminlerin hakim titreşim periyotları ve sökülebilirliklerinin belirlenmesi, yapılacak mekanik sondajların yerlerinin ve derinliklerinin saptanmasıdır.

2.1.3 MASW Çalışmaları

Özellikle sismik kırılma çalışmalarının uygulanamadığı (yerleşim alanlarındaki yüksek çevresel gürültü veya arazi yapısının uygun olmaması) ve idarenin gerekli göreceği durumlarda MASW (Multi-Channel Analysis of Surface Waves) yöntemi uygulanarak yeraltı tabakalarının fiziksel özelliklerinin (makaslama modülü, elastisite modülü, bulk modülü, doğal salınım periyodu, sismik büyütmesi, poisson oranı v.b.) elde edilmesi, zemin ve kayaların cins ve dağılımı, yeraltı su seviyesi, fay, kırık, çatlak, ayrışma durumu hakkında bilgilerin sağlanmasıdır.

2.1.4 Yer Radarı (GPR) Yöntemi

Yer radarı (GPR) yöntemi, yakın yüzey araştırmalar için kullanılan yüksek frekanslı elektromanyetik, jeofizik yöntemdir. Yer içinde ilerleyen dalgalar anomali verecek herhangi bir nesne ile karşılaştıklarında yansıma veya saçılmaya uğrayarak tekrar yukarı çıkarlar ve yüzeydeki alıcı anten, kontrol ünitesi ve kayıtçı yardımı ile zamanın bir fonksiyonu olarak kayıt edilmektedirler. Ölçümler genellikle bir profil üzerinde, önceden belirlenmiş ölçüm noktalarında alınır. Her ölçüm noktasındaki izler yan yana getirilerek radagram adı verilen radar kesitleri elde edilir. GPR yöntemi zemin araştırmalarında, tünel araştırmalarının yanı sıra yapısal araştırmalarda, zemin stratigrafisinin ortaya çıkarılmasında, yüzeye yakın jeolojik birimlerin tespitinde, fay, kırık, çatlak ve heyelanların haritalanmasında, yeraltı karstik boşluklarının aranması ve yeraltı su seviyesinin tespitinde kullanılmaktadır.

2.1.5 Mikrotremör Yöntemi

Bu yöntem, zeminlerin deprem sırasındaki titreşimlerinin belirlenmesi, zemin yapı etkileşimi ve rezonans sonucunda meydana gelebilecek yıkımların önceden belirlenerek inşaat aşamasında gerekli önlemlerin alınabilmesi amacı ile kullanılır. Doğal Dönem ve Genlik ya da yapay etkenlerden oluşmuş, dönemi 0,005–2 saniye, genlikleri ise 0,01–1 mikron arasında değişen yer titreşimlerine mikrotremör denir. Mikrotremör, yerin çok küçük genlikli titreşimleridir. Mikrotremör yöntemi ekonomik ve uygulamada hızlı bir teknik olması nedeniyle zemin büyütme ve hakim titreşim frekansı belirleme çalışmalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Zemin hakim titreşim periyodu ve zemin büyütmesi olası bir deprem sırasında yerel zemin tabakalarının etkisine bağlı olarak zemin yüzeyinde oluşacak deprem hareketinin özelliklerinin saptanması ve zemin üzerindeki yapının tepkisinin belirlenmesi amacı ile kullanılan önemli parametrelerdir.

2.2 Jeofizik Çalışmalarda Kullanılacak Aletler ve Ekipmanları

2.2.1 Rezistivite Aletleri

Bu cihazlar yere elektrotlar vasıtasıyla doğru veya kare akım verebilen şekillerde bulunurlar. Elektrotlar paslanmaz çelikten olmalı, akım ve potansiyel kablosu olarak kullanılacak kablo sağlam ve kaliteli malzemeden yapılmış olmalıdır. Çok elektrotlu öz direnç yöntemi ise eşit aralıklı olarak çakılmış elektrotlar ile bunların bağlantısını sağlayan çoklu bir kablodan

oluşmaldır. Özdirenç ölçü aleti içinde bu elektrotların önceden tanımlanan ölçü alım sıralamasına göre değiştiren ve saklayan bir hafızası olmalıdır. Ayrıca ilgili cihaz farklı dizilimlerin ölçümünü elektrotların yerini değiştirmeden yapabilecek kapasitede olmalıdır.

2.2.2 Sismik Aletler

Bu cihazlar, araştırılan derinliğe göre en az 12 kanallı olacaktır. Oluşturulan sismik dalgaları jeofonlar yardımıyla algılayıp kayıt kâğıdına basabilecek ve sinyal biriktirme özelliği olan cihazlar kullanılmalıdır.

Sismik çalışmalarında enerji kaynağı olarak; sığ araştırma derinlikleri için balyoz, derin araştırmalarda (>40 m) ise; patlayıcı, ağırlık düşürme, airgun, piezoelektrik vb. kaynaklar kullanılmalıdır. Araştırma derinliğine ve cihazın özelliğine göre bunlardan birisi kontrol mühendisinin görüşü alınarak kullanılacaktır. Yapılacak serilimler araştırma derinliğinin en az 3 (üç) katından fazla olmalıdır.

Sismik kırılma çalışmalarında atışlar karşılıklı olarak yapılacaktır. Kontrol mühendisinin gerekli gördüğü durumlarda orta atışlar yapılacaktır. S dalga hızı ölçümlerinde polariteye dikkat edilecektir.

S dalga hızı ölçümlerinde; yaklaşık 2.5-3.0 m uzunluğunda, 30-40 cm eninde ve 10 cm yüksekliğinde kalasın üzerine araç çıkartılarak kalasın yerle teması sağlanacak ve kalasın her iki ucuna sırasıyla vurularak S dalgaları oluşturulacaktır. S dalgalarını oluşturmak için kontrol mühendisinin uygun bulması halinde benzer yöntemler de kullanılabilir.

P dalga hızı ölçümlerinde dikey (14 Hz.), S dalga hızı ölçümlerinde yatay (14 Hz.), MASW ölçümlerinde ise amaca uygun frekanslı jeofonlar kullanılacaktır.

Sismik çalışmalarında kullanılacak kablolar, araştırma derinliğine uygun ve tüm kanalları çalışır durumda olarak seçilmelidir.

2.2.3 Yer Radarı (GPR)

Yer radarı; verici anten, alıcı anten, kontrol ünitesi ve kayıtçıdan oluşmalıdır. Verici anten (transmitter) yatay doğrultuda elektrik alan vektörüne sahip olmalı ve birkaç nanosaniyeli bir elektromanyetik sinyal üretmelidir. Hedefin ve ortamın özellikleri, araştırma derinliği ve hedefin boyutu dikkate alınarak uygun merkez frekanslı antenin ve tipinin seçimi yapılmalıdır. Cihaz engebeli arazide çalışmayı kolaylaştıracak tekerlek veya taşınabilme sistemine sahip olmalıdır.

2.2.4 Mikrotremör Aletleri

Bu ölçümlerde partikül hızı algılayan geniş bantlı, 3 bileşenli sismometreler kullanılmalıdır.

Sismometreler ile kullanılan diğer aygıtlar arasındaki kablo bağlantılarına dikkat edilmeli ve sensörler için kablo gürültüsünü en aza indirmek amacıyla kablo boyları mümkün olduğunca kısa tutulmalıdır. Sismometre sistemini yere yerleştirirken ayakların yere tam dik oturmalarına dikkat edilmeli, yerle açı yapacak şekilde eğik olmamalarına özen gösterilmelidir. Sistemi düzlemek için sismometrenin ayaklarının dışında başka malzemelerle düzlemeye çalışılmamalıdır.

Ölçü alımında, Őehir merkezlerinde genellikle gündüz ölçü alınmamalı ve Őehrin yaratacağı gürültülerden kaçınmak amacıyla geceleri tercih edilmelidir. Eğer açık arazide ölçü alınıyor ise aşırı rüzgarlı ve yağışlı havalarda ölçü alınmamalı ya da ölçü alımında bu etkilerin getirileri dikkate alınmalıdır. Ölçümler en az 30 dakika süreyle alınmalıdır.

2.3 Jeofizik Çalışmalarının Yapılışı

2.3.1 Yarmalarda Jeofizik Çalışmalar

Yarmalarda jeofizik uygulamalarının amacı; yarmanın jeolojik yapısını ortaya koymak, "P" tipi dalga hızlarından faydalanarak küçük yarmalarda yarma tabanının davranışını saptamak, "P" dalgalarının yanı sıra yarmalarda yapılacak S dalgalarının tayini ile de zemine ait elastik parametreleri saptamaktır (dinamik elastisite, shear, bulk modülleri, poisson oranı gibi).

Yüksek yarmalarda ise yarma Őevleri stabilitesini değerlendirmek ve söz konusu hız değerleri ile zeminin sökülebilirliği ilişkisini yorumlamaktır. Sismik kırılma ve rezistivite uygulaması, yarma başlangıcının 50 m öncesi ile yarma çıkışının 50 m sonrasını kapsayacaktır.

Araştırma derinliği, yarma yüksekliğinin en az 1.50 katı olacak, fay olasılığı gibi durumlarda söz konusu yapıyı aydınlatmak amacıyla araştırma derinliği arttırılacaktır.

Yarmalarda yapılacak sismik kırılma çalışmalarında boy kesit ve en kesit üzerinde topografik koşullar uygun ise, tabakaların durumunu daha kesin biçimde belirlemek amacı ile ters atış yöntemi uygulanacak, bu yöntem uygulanamazsa atış noktası aralıkları en az 50 mm en çok 100 m olacaktır.

Kaya zeminlerde jeofon dizilim yönü eğer gözlemsel olarak saptanabilmişe, dizilimin tabakaların dalım yönüne uygun, kırık ve çatlak sistemleri yönüne dik olması sağlanacaktır.

Sismik bulguların temiz ve kırılma noktalarının kesin olarak belirlenmeye uygun olmasına dikkat edilecek, tüm kanallarda kırılma (first break) sağlanacaktır.

Elde edilen sismik bulguların değerlendirilmesinde kullanılacak hesap karneleri, zaman-uzaklık diyagramındaki tabaka sayısı ve değerlendirme yöntemine göre seçilecektir.

Uygulama boyutlarıncı saptanmış olan P tipi dalga hızı değerleri; Iliev, Bailey ve Singh vd. araştırmacılar ile Caterpillar, Komatsu gibi firmalarca hazırlanmış olan hız-sökülebilirlik ilişkisi tablolarına göre yorumlanacaktır. Buna göre sınıf değerleri ve her tabakanın sökülebilirlik yorumu özet olarak kesit üzerinde, ayrıntılı bilgi olarak rapor içerisinde belirtilecektir.

Özdirenç çalışmalarında boy kesit ve en kesit üzerinde yöntemler, ölçü noktası aralıkları, topografik koşullar ve jeolojik özelliklere göre seçilecektir.

Tabakalı zemin ve kayalarda, elektrot açılım yönünün eğer saptanabilmişe tabakaların doğrultusuna uygun olması sağlanacaktır.

Yer radarı (GPR) ve çoklu elektrot rezistivite çalışmaları idarenin uygun gördüğu kesimlerde yapılacaktır.

2.3.2 Dolgularda Jeofizik Çalışmalar

Dolgularda jeofizik araştırmalar (sismik ve rezistivite) dolgu başlangıcından en az 50 m önce başlayıp dolgu sonundan 50 m sonra bitecek şekilde profil hattı boyunca olacaktır. İdare gerekli gördüğü takdirde sağ ve sol dolgu eteği sınırlarından geçecek şekilde ilave profiller belirleyebilecektir.

Jeofizik çalışmalarda inilecek araştırma derinliği; dolgu taban genişliğine, dolguyu oluşturan malzemenin altındaki jeolojik birimlerin fiziki özelliklerine bağlı olarak değiştirilmelidir.

Genellikle jeofizik çalışmalarla araştırılacak derinlikler dolgu taban genişliğine eşit, kritik kesimlerde ise dolgu taban genişliğinin 1.50 katı kadar alınmalıdır.

Rezistivite ölçüm noktaları arasındaki mesafe idarenin uygun gördüğü aralıkta seçilmelidir.

Sismik kırılma çalışmaları karşılıklı atış şeklinde yapılacak, boyuna (P) ve enine (S) dalga hızları hesaplanacaktır. Kırılma ölçümlerinin alınamadığı durumlarda MASW ölçümleri yapılacaktır.

Yer radarı (GPR) ve çoklu elektrot rezistivite çalışmaları idarenin uygun gördüğü yüksek dolgular, stabilite problemi olan yerler vb. kesimlerde yapılacaktır.

2.3.3 Güzergah Boyunca Jeofizik Çalışmalar

Güzergah boyunca zemin koşullarının saptanması amacıyla yapılacak jeofizik çalışmalar, en fazla 250 m aralıklı noktalarda, alüvyon, bataklık, yoğun ayrışma ve heyelan bölgelerinde ise daha sık aralıklı olarak belirlenecek enine ve boyuna profiller üzerinde en az 20 m derinliğe kadar yapılacaktır.

Güzergah boyunca yapılacak sismik çalışmalarda idarece uygun görülen jeofon aralıkları seçilecek, atışlar çift taraflı olarak yapılacaktır. Özellikle bataklık ve heyelan sahalarında amaca göre sık aralıklı, karşılıklı atışlı P ve S dalgası ölçümleri, MASW, çoklu elektrot ve yer radarı (GPR) ölçümlerinden bir veya birkaçı amaca uygun olarak idare tarafından belirlenecektir.

Güzergah boyunca belirlenen istasyon binalarının inşa edileceği ve jeolojik açıdan kritik bölgelerde idarenin belirleyeceği yerlerde sismik kırılma, MASW, yer radarı, elektrik özdirenç ve mikrotremör ölçümleri yapılacaktır.

Altındaki formasyonların tanınması, sondaj aralarının korele edilmesi, zeminlerin korozif özelliği, yeraltı su seviyesi, heyelanların kayma yüzeyi ve fay zonlarının belirlenmesi amacıyla sismik kırılma çalışmaları ile aynı yerlerde sığ rezistivite çalışmaları yapılacaktır. Sondaj lokasyonlarının yer ve derinlikleri jeofizik çalışmaların ışığında saptanacaktır.

2.3.4 Köprü-Viyadük Ayaklarında Jeofizik Çalışmalar

Karada köprü-viyadük ayakları civarında tamamlanması istenen jeofizik çalışmalar rezistivite, sismik ve yer radarı ile mikrotremör yöntemlerini içermelidir.

Bu çalışmalar sadece köprü-viyadük ayaklarının oturacağı noktaların yanı sıra zamanla köprü-viyadük ayağının meydana getirebileceği yüklerin yayıldığı sahaları da kapsmalıdır. Sismik çalışmalarda idarece uygun görülen jeofon aralığı kullanılacaktır.

Ayrıca atışlar mutlaka çift taraflı yapılıp, P dalga hızı ve S dalga hızı birlikte tayin edilecektir. Gerektiğinde eklemeli atışlar yapılacaktır.

Temel kaya derinliği, yeraltı su seviyesi, bozuşmuş seviyeler, fay ve kırık zonları sismik, çoklu elektrot özdirenç ve yer radarı yöntemleri ile belirlenecektir. Düşey elektrik rezistivite ölçüleri sismik atışların yapıldığı noktalarda alınacak, formasyonun elektrik ve sismik özelliği (veya dinamik özelliği) saptanacaktır.

Mikrotremör ölçümleri köprü ve viyadük ayaklarında idarenin uygun göreceği yerlerde yapılarak zemin hakim periyodu ve zemin büyütmesi belirlenecektir.

2.3.5 Tünellerde Jeofizik Çalışmalar

Tünel güzergahı boyunca amaca göre belirlenecek noktalarda jeofizik çalışmalar yapılarak jeolojik birimlerin dağılımı, kırık, çatlak, ezilme, fay zonları, boşluklar, yeraltı su seviyeleri hakkında bilgiler elde edilecektir. Bu çalışmaların sonucunda elde edilen veriler ışığında mekanik sondajların yer ve derinlikleri saptanacaktır.

a. Tünellerde Elektrik Özdirenç (Rezistivite) Çalışmaları

Tünel koridorunda yapılan ön jeolojik çalışmaların ışığı altında, özellikle olası süreksizliklerin ve tünel inşaatı sırasında kesilmesi beklenen litolojik birimlerin araştırılması amacı ile rezistivite çalışmaları yürütülecektir. Rezistivite uygulamaları sırasında topografik koşullar elverdiği ölçüde amaca göre tünel kotunun min. 25.0 m altına kadar inilecektir.

Rezistivite çalışmalarında uygulanacak yöntemler :

– Düşey elektrik özdirenç çalışmaları

Fay ve süreksizlik belirlemelerinde gerektiğinde yatay profillemeye yapılarak, bu çalışmalardan elde edilen verilerin yardımı ile düşey elektrik özdirenç çalışmaları yönlendirilecektir. Yanal değişimlerden doğacak anomalileri en aza indirmek için Schlumberger elektrot dizilimi tercih edilmelidir.

Jeolojik yapı yüzeyden itibaren tünel kotuna kadar araştırılacağı için, düşey elektrik sondajlarında elektrot açılımı bu derinliğin en az 3 katı olacak şekilde seçilmelidir.

– Çoklu elektrot özdirenç çalışmaları

Bu çalışmalarda tünel eksenini boyunca idarenin onay vereceği yerlerde arazide ölçülen görünür özdirenç değerlerinden faydalanarak yeraltının gerçek model parametrelerine 2 boyutlu olarak ulaşılmalıdır. Tünel boyunca karşılaşılan fay, yeraltı suyu seviyesi ve bozuşmuş zonlar vb. yerler belirlenecektir.

b. Tünellerde Sismik Kırılma ve MASW Çalışmaları

Sismik kırılma çalışmaları tünellerin üzerinde tünel ekseninin bir ucundan diğer ucunu kapsayacak şekilde bir ana profil ve idare uygun görürse bunu kesen yeterli sayıda yan profil

üzerinde yapılacaktır. Şartlar elverdiği ölçüde karşılıklı atışlı sismik kırılma çalışmaları yapılacak, boyuna (P) dalga hızları ölçülecektir. Özellikle tünelin giriş ağızlarında ve sığ kesimlerinde boyuna (P) ve enine (S) dalga hızları mutlak surette tayin edilecektir. Tünel kotundaki kayaçların hız dağılımları ve bunların elastik parametreleri hesaplanacaktır.

Tünel boyunca karşılaşılan düşük hız zonları, fay, ezilme zonları özellikle belirlenecek, daha sonra yapılacak mekanik sondajların yer ve derinlikleri saptanacaktır.

Tünellerde yapılacak sismik kırılma çalışmalarında serilim uzunlukları kırmızı kotun yeterince altına penetrasyon sağlayacak şekilde seçilecektir. Araştırma derinliği (x) m ise serilim uzunluğu (3x) m'den fazla olacaktır.

Arazi koşullarının uygun olduğu durumlarda jeofon altı derinlik hesaplarının yapılabilmesine olanak sağlayacak serilimler yapılacaktır.

Arazi şartları ve çevresel etkiler nedeniyle sismik kırılma çalışmalarının yapılamadığı durumlarda MASW ölçümleri yapılacaktır.

c. Tünellerde Yer Radarı (GPR) Çalışmaları

Bu çalışmalar özellikle tünel portallarında, yüzeye yakın jeolojik birimlerin tespitinde, fay, kırık ve çatlakların haritalanmasında, karstik boşlukların aranması ile yeraltı su seviyesinin tespitinde kullanılmak üzere tünel eksenini boyunca idarenin uygun göreceği yerlerde yapılacaktır.

d. Ultrasonik Çalışmalar

Tünel sondajlarından elde edilecek karot numuneleri üzerinde laboratuvarında ultrasonik ölçüm yöntemi kullanılarak V_p , V_s sismik dalga hızları ile dinamik parametreler ölçülecektir. Yerinde ve laboratuvarında hesaplanan bu hız değerleri oranlarından yararlanarak çatlaklık katsayıları hesaplanacaktır.

2.3.6 Malzeme Ocaklarında Jeofizik Çalışmalar

– Kum Çakıl Ocaklarında Jeofizik Çalışmaların Yapılışı

Kum-çakıl gibi granüler malzeme ocaklarının durumu ve hacmi hakkındaki bilgilerin sağlanmasında rezistivite çalışmaları araştırmaların en önemli kısmını oluşturmalıdır.

Uygun ölçekli (1/500 veya 1/1.000) jeolojik harita üzerinde alınacak ölçü noktaları bir profil çıkartılmasına olanak verecek şekilde düzenlenmelidir. Ölçü noktaları aralığı araştırılan sahanın büyüklüğü ve formasyonların yatay geçişleri göz önünde bulundurularak 10m ile 100m arasında seçilmelidir. Ölçü noktaları aralıklarının konumlarının saptanması etüt sahası gezildikten sonra yapılmalıdır.

Rezistivite açılımları topografik arızaları en düşük düzeye indirecek yönde seçilmelidir.

Şayet etüt sahası düzgün bir topoğrafyaya sahip ise açılımlar bütün noktalarda aynı yönlerde yapılmalıdır.

Çakıl, kum ve kil için saptanan kalınlıklar, 1/500 ölçekli harita ve kesitler üzerinde gösterilmelidir. Kesitler üzerindeki gerçek rezistivite değerlerinden çakıl ve kumda bulunan kil ve silt miktarının azlığı veya çokluğu ve ayrıca bloklu malzemelerin bulunabileceği kesimler işaret

edilmelidir. Sınırların tam olarak belirlenemediği yerlerde gerektiğinde, sismik kırılma çalışmaları yapılmalıdır.

Çoklu elektrot özdirenç çalışmalarında idarenin onay vereceği yerlerde arazide ölçülen görünür özdirenç değerlerinden faydalanarak yeraltının gerçek model parametrelerine 2 boyutlu olarak ulaşılmalıdır.

– Taş Ocaklarında Yapılacak Jeofizik alışmalar

Beton agregası, balast malzemesi, yapı taşı temin etmek amacıyla saptanan taş ocağı yerinde taşın rezerv durumunu ve yaklaşık fiziksel özelliklerini belirlemek için rezistivite ve karşılıklı atışlı sismik kırılma çalışmaları yapılacaktır. Taş ocağından alınan numuneler üzerinde ultrasonik hız ölçümleri yapılarak kayacın P ve S dalga hızları ve elastik sabitleri hesaplanacak, arazi ve laboratuvar verileri karşılaştırılarak ocağın tümünün ayrışma durumu, çatlaklık durumu, kalitesi, rezervi hakkındaki bilgiler raporda verilecektir.

– Altyapı Dolgu Malzemesi (Ariyet) Ocaklarında Yapılacak Jeofizik alışmalar

Altyapı dolgu malzemesi ocaklarının rezerv durumunun ve yerindeki yaklaşık fiziksel özelliklerinin belirlenmesi amacıyla jeofizik etütler yapılacaktır. Bu etütlerin en önemli kısmını rezistivite çalışmaları oluşurmaktadır. Jeofizik çalışmaların sonucuna göre gerekli yerlerde araştırma çukurları açılarak numune alınacaktır.

Uygun lekli (1/500 veya 1/1000) jeolojik harita üzerinde belirlenecek ölçü noktaları çeşitli yönlerde profil çıkartmaya olanak verecek şekilde düzenlenmelidir. l noktaları aralığı araştırılan sahanın büyüklüğü ve formasyonların yatay geçişleri dikkate alınarak 10 m ile 100 m arasında seçilmelidir. Uygulanacak yöntem ve ölçü noktaları aralıklarının konumları, etüt sahası gezildikten sonra belirlenmelidir.

Rezistivite açılımları topografik düzensizlikleri en düşük düzeye indirecek yönde seçilmelidir. Eğer etüt sahası düzgün bir topografyaya sahip ise açılımlar bütün noktalarda aynı yönlerde yapılmalıdır.

Çoklu elektrot özdirenç çalışmalarında idarenin onay vereceği yerlerde arazide ölçülen görünür özdirenç değerlerinden faydalanarak yeraltının gerçek model parametrelerine 2 boyutlu olarak ulaşılmalıdır.

Altyapı dolgu malzemeleri için saptanan kalınlıklar, 1/500 ölçekli harita ve kesitler üzerinde gösterilmelidir.

2.3.7. Suda Yapılacak Jeofizik alışmalar

Bu çalışmalarda amaç araştırma sahasının deniz tabanındaki ve onun altındaki güncel tabakaların ve temel kayanın konumlarının belirlenmesi, mevcut sismik birimler arasındaki süreksizliklerin saptanması, sismik birimlerin sinyal analizlerini inceleyerek bu birimlerin muhtemel litolojik yapılarının saptanması ve sahada mevcut aktif fayların olup olmadığının saptanmasıdır.

– Yandan Taramalı Sonar Ölçümleri

Bu yöntem ile towfish, verici ve alıcısı yüksek frekanslı ses sinyalleri gönderip almak sureti ile deniz tabanının haritası görüntülenir.

Proje sahasının tamamını kaplayacak şekilde, yandan taramalı sonar ölçümleri yapılarak, deniz tabanı yüzeyinin morfolojisi veya bölgede olası enkaz, batık gibi çalışmayı/projeyi etkileyecek durumlar belirlenmelidir.

Deniz tabanının akustik görüntüleri koordinatlı olarak kaydetmek ve mevcut zemin topoğrafyası eksiksiz olarak tespit etmek amacı ile proje sahasında %100 kaplama ile yandan taramalı sonar ölçümü gerçekleştirilecektir.

Yandan Taramalı Sonar, çift frekansla deniz tabanındaki deformasyonları yüksek ayrımlı olarak gösterebilmelidir.

– Sığ Sismik Ölçümleri

Bölgenin deniz tabanı düşey devamlılığının bilinmesine yönelik olarak sahayı karakterize edecek ve kıyıya dik olacak şekilde; kıyı bandı içinde sismik hatlar ve bu hatları dik olarak kesecek şekilde kontrol hatları çekilmek suretiyle yapılacaktır.

Deniz tabanı ve tabanaltı litolojisini oluşturan birimlerin stratigrafik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla proje sahasını kaplayacak şekilde ölçümler gerçekleştirilecektir.

Sığ Sismik Araştırmalarda Chirp Sinyalleri deniz tabanı ve tabanaltı litolojisine ait problemleri çözümlenmede yeterli cevabı üretmediği için “Boomer sismik kaynağı” kullanılarak Sub-Bottom Profiler (Tabaka Altı Profil) ölçümü gerçekleştirilecektir.

Çalışmalarda iletim hattı boyunca kıyıya dik ve paralel profiller alınır. Profillerin sayısı, hattın uzunluğuna göre idarenin onayı alınarak belirlenir.

Jeofizik çalışmalar sonucunda elde edilen sismik kesitler 2 ve 3 boyutlu olarak hazırlanır. Elde edilen sismik kesitler üzerinde jeolojik birimler ile yapısal özellikleri belirtilerek genel yaklaşımlar ile varsa su içerisinde gerçekleştirilecek sondaj çalışmalarından elde edilen veriler de göz önünde bulundurularak gerekli değerlendirmeler yapılır.

2.4 Jeofizik Verilerin Kaydı ve Değerlendirilmesi

2.4.1 Elektrik Özdirenç (Rezistivite) Verilerinin Değerlendirilmesi

Arazide yapılan düşey elektrik özdirenç ölçümlerinden elde edilen değerler ölçü formlarına işlenecektir. Bu değerler şeffaf, çift logaritmik kağıtlara apsiste elektrot açılımı $AB/2$, ordinatta rezistivite değerleri olmak üzere işaretlenecektir. Gerekli filtrasyon işlemleri yapıp eğriler üzerindeki sıçrama ve gürültüler yok edilecektir.

Değerlendirmede bilgisayar programları kullanılabilir. Bu durumda kullanılacak bilgisayar programı için idareden uygun görüş alınmalıdır.

Tüm sahaya ait değerlendirme tamamlandığında rezistivite değerleri profil üzerine işlenip jeofizik kesitlerin çizimine geçilmelidir.

Çoklu elektrot öz direnç çalışmalarında arazide elde edilen görünür öz direnç verileri değerlendirilerek yeraltının gerçek 2 boyutlu kesitleri elde edilecektir.

2.4.2 Sismik Verilerin Değerlendirilmesi

Arazide alınan P ve S dalga hızı kayıtlarından ilk varış zamanları duyarlılıkla okunacaktır. Bu ilk varış zamanlarından yararlanılarak P ve S dalgaları ile ilgili yol-zaman grafikleri birebir ölçekte çizilecektir. Yol-zaman grafikleri üzerinde hızlar ve kesme (intercept) zamanları belirtilecektir.

MASW çalışmalarında ise S hızı değişimleri duyarlılıkla okunarak Vs30 ve gerekirse Vs40 ile Vs50 değerleri doğru bir şekilde hesaplanacaktır.

Her jeofon altındaki tabakaların kalınlık, derinlik ve eğimlerini elde etmek amacı ile en yeni ve güvenilir yorum yöntemleri kullanılacaktır. Değerlendirmede kullanılacak bilgisayar programları için idareden uygun görüş alınacaktır.

2.4.3 Jeoradar Verilerinin Değerlendirilmesi

Bu çalışmalar sonucu elde edilen işlenmemiş yer radarı kesitleri hiçbir zaman yeraltının iki boyutlu jeolojik kesitlerine karşılık gelmez. Bu nedenle ham verilere uygun veri işlem yöntemleri uygulanarak gerçek kesitler elde edilmelidir. Değerlendirmede kullanılan bilgisayar programları için idareden uygun görüş alınacaktır.

2.4.4 Mikrotremör Verilerinin Değerlendirilmesi

Bu çalışmalar sonucu elde edilen verilere uygun değerlendirme teknikleri uygulanarak zemin büyütme ve zemin hakim periyodu belirlenecektir.

2.5 Jeofizik Sonuçların ve Raporların Teslimi

Jeofizik çalışmalar sonucunda idareye teslim edilmesi gereken dökümanlar aşağıda belirtilmiştir:

- Rezistivite ölçü karneleri ve eğrileri
- Sismik kırılma kayıt örnekleri
- Yol-zaman grafikleri
- Jeofizik ölçü noktalarının yerlerini gösterir haritalar
- Rezistivite (bir boyutlu ve iki boyutlu) ve sismik kesitler
- Yer radarı ham veri ve gerçek kesitleri,
- Sismik kırılma, MASW, mikrotremör, yer radarı ve rezistivite verilerini içeren CD

Jeofizik arazi çalışmaları sonucunda, idarenin istediği ölçekte olmak üzere tabaka kalınlıklarının işlendiği jeofizik kesitler ile dinamik elastik parametreler, sökülebilirlik, titreşim periyodu gibi mühendislik özelliklerini de içeren "Jeofizik Etütler Sonuç Raporu" verilecektir.

Elde edilen tüm veriler, uygulama noktalarını içeren boy kesit üzerine işlenecek, eğer varsa korelasyonu sağlamak amacıyla arazi üzerindeki araştırma çukuru, el burgusu, mekanik ve elektrik sondaj verileri de kesitlerde gösterilecektir.

3. SONDAJ ÇALIŞMALARI

Sondaj çalışmalarının amacı, mühendislik yapıları, yarma-dolgu gibi inşası planlanan tesislerin bulunacağı sahada yapılacak inşaatların temel statik ve mukavemet hesaplarına esas olacak mühendislik jeolojisi parametrelerini belirlemek için zemin ve kaya tabakalarının derinlik, cins, kalınlık, jeoteknik özelliklerini tayin ve tespit etmek, yeraltı su seviyesini belirlemek, arazi ve laboratuvar deneyleri için gerekli numuneleri almaktır.

Tüm sondajlar, 10 m den daha az olmayacaktır. Sondajlar;

- a. Üstte alüvyon, altta kaya bir birimin olması halinde; zayıf kaya (düşük karot verimli, parçalı-çok kırıklı, çok ayrışmış vb.) içerisinde en az 5 (beş) m, sağlam kaya (yüksek karot verimli, az kırıklı, az ayrışmış vb.) içerisinde ise en az 3 (üç) m ilerlendikten sonra,
- b. İnce taneli (kil-silt) zeminlerde, arka arkaya, en az dört kez, $N_{30} \geq 30$, iri taneli (kum-çakıl) zeminlerde arka arkaya, en az dört kez, $N_{30} \geq 50$ koşulu sağlandıktan sonra,
- c. Molozlu-bloklu ortama girildiği andan itibaren en az 7.5 m ilerlendikten sonra,

idarenin onayı ile sonlandırılabilir.

- d. Tünel sondajları kırmızı kotun en az 5 m altında ve yarma sondajları kırmızı kotun en az 3 m altında olacak şekilde yapılacaktır.
- e. Köprü ve viyadük sondajları; (a), (b), ve (c) maddelerinin sağlanmaması durumunda max. 50 m yapılacaktır.
- f. Dolgu sondajları ise, sondaj derinliği killi, siltli, ince taneli SPT $N_{30} \leq 10$ zeminlerde dolgu yüksekliğinin 3 katı olarak yapılacaktır. Ancak sondaj derinliği 50 metreyi geçmeyecektir. (a), (b), ve (c) maddelerinin sağlanmaması durumunda sondaj dolgu yüksekliğinin en az 1.5 katına kadar yapılacaktır.
- g. Kontrollüğün gerekli görmesi halinde sondaj yer ve derinlikleri değiştirilebilir.

Sondajlarda rotary sistem kullanılacaktır. Zemin ve kaya cinsinin değişmesi halinde uygulanan sondaj yöntemi iyi sonuç vermiyorsa sondaja en uygun yöntemle devam edilecek, ancak bu yeni yöntem için kontrol mühendisine bilgi verilerek onay alınacaktır.

Sondaj derinliği boyunca kaya içinde çapı 87 mm olan karot alınacaktır. Kontrol mühendisi gerekli gördüğü hallerde bu çapı 54 mm'ye kadar düşürebilir. Çapta yapılan değişikliğin gerekçesi raporda belirtilecektir.

Kullanılacak karotiyerler sondaj yapılan birimin özelliğine göre tek tüplü, çift tüplü veya üç tüplü (split) oynar başlıklı veya karniyarık karotiyerler olacaktır.

Sondaj kuyusunda zeminden dolayı yıkıntı ve/veya su kaçağı varsa, muhafaza borusu kullanılacaktır. Yükleniciye kullandığı muhafaza boruları için ödeme yapılmayacaktır.

Sondaj sırasında su bulunan tabakalar gözden kaçırılmayacak, karşılaşılan anormal durumlar, yıkama suyu kaybı ve metresi, yeraltı suyu yükselmesi, malzemenin yukarıya doğru hareketi, artezyen durumu, sondaj suyunun renginin değişmesi gibi dikkat edilmesi gereken konular sağlıklı bir şekilde kaydedilecektir.

4.1. Sondaj Ekibi

Her sondaj makinesinden sorumlu deneyimli bir teknik eleman (jeoloji mühendisi, jeofizik mühendisi, maden mühendisi);

Her bir jeofizik ekibinin başında sorumlu deneyimli bir jeofizik mühendisi;

Sondaj çalışmalarında, her sondaj makinesi için deneyimli bir sondör;

bulundurulması zorunludur. Tüm bu teknik elemanlar, mücbir sebepler ve kontrol mühendisinin izni olmadan iş mahallini terk etmeyecektir.

Yüklenicinin herhangi bir teknik elemanı, idare tarafından yetersiz görülür ya da o elemanın işin başında bulunmasının işin sözleşmesi ve eklerine uygun olmadığı tespit edilmesinde, yüklenici idareye hiç bir masraf veya talepte bulunmaksızın bu elemanı bildirim gününden başlayarak en fazla 2 (iki) gün içinde bu görevden uzaklaştırıp, yerine idareye uygun görülen yeter nitelikte bir elemanı atayacaktır. Belirtilen sürenin aşılması durumunda, her türlü arazi çalışması koşullar yerine getirilene kadar durdurulacaktır. Bu tür hallerin olmasında; işte olacak her türlü gecikme, intika, kaza ve tazminatlardan yüklenici sorumlu olacaktır. Bu nedenle yüklenici herhangi bir hak talebinde bulunamayacaktır.

Yüklenici tarafından; kontrol elemanlarına arazi çalışmaları için idarenin uygun göreceği, büro çalışmaları için teknik donanıma (bilgisayar, telefon, faks, modem vb.) sahip geçici bir işyeri ve yine idarenin uygun göreceği bir konaklama yeri temin edilecektir.

4.2. Sondaj Makinesi ve Yardımcı Ekipmanlar

Her sondaj malzemesi; kullanıldığı yer, iş ve gördüğü görev gereğince teknik nitelik ve özellikleri taşımalıdır.

Jeoteknik amaçlı temel sondaj makinesi asgari 100 m derinlikte sondaj yapacak kapasitede, motor devir sayısı >1000 devir/dakika ve motor torku >1000 Nm nitelikte olacaktır.

Jeoteknik amaçlı tünel sondaj makinesi asgari 100 m'den daha derin sondaj yapacak kapasitede, motor devir sayısı >1400 devir/dakika ve motor torku >2000 Nm nitelikte olacaktır.

Jeoteknik amaçlı sondaj makinesi, işin özelliğine uygun her eğim ve doğrultuda çalışılabilecek özellikte olacaktır.

Kullanılacak olan kesiciler, karotiyerler, tijler, muhafaza boruları ve diğer yardımcı ekipmanlar DCDMA (Diamond Core Drilling Manufacturers Association) Standartlarına ve bu Teknik Şartname hükümlerinde belirtilen işin özelliğine uygun çap ve derinlikte çalışabilecek kapasitede olacaktır.

İşin özelliğine uygun, yeterli çalışma basıncına ve debiye sahip çift tesirli, dubleks veya tripleks tipi, gerektiğinde sondaj çamuru da basabilen pompalardan yeterli miktarda iş yerinde bulundurulacaktır.

Su ihtiyacının karşılanması için en az 3 ton su kapasiteli su tankı/arazöz kullanılacaktır.

Örselememiş numuneler minimum 3½" çapında soğuk çekme çelikten yapılmış tüplerle veya gelişmiş (pistonlu, Denison, v.b.) numune alıcılarla alınacaktır. Tüpler deforme olmamış, ince cidarlı, temiz, yağlı, minimum 70 cm boyunda ve kesici uçlu olacaktır.

Standart Penetrasyon Testinde (SPT) sağlıklı değerlerin elde edilebilmesi için, otomatik sistemli şahmerdan kullanılacaktır.

Suda yapılan sondajlarda kullanılacak duba; işin sağlıklı, güvenli işlemesine uygun, teknik olarak yeterli büyüklükte ve özellikte olmalıdır. Çalışma kapsamında İdare tarafından uygun görülen duba kullanılacaktır.

Yüklenici, deniz sondajlarında sondaj ekibinin ihtiyaçları doğrultusunda kullanılmak üzere sondaj esnasında sürekli olarak bulunacak bir hizmet teknesi sağlamakla yükümlüdür.

Kontrol mühendislerinin arazide ulaşımını sağlayacak yeterli sayıda, arazi aracı, sürücüleri ile birlikte yüklenici firma tarafından temin edilecek ve bu araçlar yalnızca kontrollük hizmetleri için kullanılacaktır.

4.3. Kayada Sondaj

Kayalar rotary sistemle ve karotlu sondaj makineleri ile delinecek ve sondajlar aşağdaki esaslar içinde yapılacaktır.

1- Kayada sondaj tamamen karotlu yapılacaktır.

2- Karot yüzdelerinin yüksek olabilmesi için, eğri tij, aşınmış matkap ve karot tutucu (segman) ile kirli dolaşım suyu kullanılmayacaktır.

3- Kıltaşı, silttaşı, kumtaşı gibi zayıf çimentolu yumuşak formasyonlar ile çok kırıklı ve çatlaklı formasyonlarda karot yüzdesi ve kaya kalitesi (RQD) yüzdesini arttırmak için çift veya üç tüplü karot alıcılar ile sirkülasyon suyunun numune üzerindeki etkisini azaltmak için su yolları uçta olan elmas matkap tipleri kullanılacaktır.

4- Karot çapları 87 mmden küçük olmayacak, ancak gerektiği hallerde kontrol mühendisinin görüşü alınarak karot çapları 54 mm (2 1/8 inç)'e kadar düşürülebilecektir.

5- Karotlarda RQD değerlerinin tespiti yapılacak, Deere&Miller sınıflamasına göre kaya kalitesi bulunacaktır.

6- Karot yüzdesini arttırmak için manevra boyları kısaltılacak, % 50'nin altında karot gelmesi durumunda manevra bitiminde SPT yapılarak geçilen birim tanımlanacaktır.

4.4. Zeminde Sondaj

Kaya dışında kil, silt, kum, çakıl, blok ve bunların değişik oranlardaki çimentosuz karışımlarından meydana gelen formasyon ya da birimlere zemin; bu cins birimlerde yapılan sondajlara da zemin sondajı adı verilmektedir.

Zemin sondajlarında sulu veya susuz (burgulu) yöntemle ilerleme yapılacaktır. Kuyu çapı ya da kuyuya muhafaza borusu sürülmüş ise muhafaza borusu çapı örselenmemiş numune alımı için Shelby tüpü sığacak genişlikte olacaktır. SPT ile numune alınamayan veya çok az numune alınan kesimlerde kuru baskı ile karot numune alınacaktır.

5. ARAŞTIRMA ÇUKURU ÇALIŞMALARI

Araştırma çukurları, proje kapsamında kazı sırasında geçilecek zemin ve ileri derecede/tamamen ayrırmış kaya birimlerin jeoteknik özelliklerinin belirlenmesi, yeraltısuyu durumunun araştırılması, duraylılık ve kazı sınıfları hakkında fikir edinilmesi amacıyla 4 m derinliğinde açılacaktır. Araştırma çukurlarının yeri, sayısı, derinlikleri ve aralıkları jeolojik formasyonların en iyi saptanacağı yerlere göre belirlenecektir. Açılan her araştırma çukurunun içi

ve çukurdan çıkan malzemeler fotoğraflanacaktır. Araştırma çukurlarından alınacak örselenmiş örnekler üzerinde zemin sınıflama deneyleri yapılacaktır. Çukur koordinatı, derinliği, varsa yeraltı suyu derinliği, geçilen jeolojik birimlerin genel tanımlamaları, kazı duraylılığı ve çukura ait kazı sınıfı gibi bilgiler araştırma çukuru loglarına işlenecektir. Zemin yapısının uygun olduğu durumlarda, idarenin istemesi halinde örselenmemiş örnek alınacaktır.

Araştırma çukurları iş bitiminde idarenin onaylaması üzerine eski haline getirilecektir.

6. YERALTI SU SEVİYESİNİN TAYİNİ

Kara sondajlarında, sondaj kuyusunun açılması esnasında sabah ve akşam su seviye ölümleri yapılarak kuyu kayıt formlarına işlenecektir. Sondaj bitiminde Bailer kovası ile kuyudaki su boşaltılacak ve formasyonun özelliğine göre uygun bir süre beklenerek kuyu içindeki su seviyesi llerek kaydedilecektir. Ayrıca kuyu bittikten en az bir hafta sonra olmak üzere kontrol mühendisinin talimatları doğrultusunda toplamda en az 3 kez değişik dönemlerde seviye ölümleri yapılacaktır.

7. NUMUNE ALMA İŞLEMLERİ

Sondajın ana amaçlarından biri incelenen sahayı temsil edecek numuneler almaktır. Bu yüzden numune alma işlemleri aşağıda belirtilen esaslar içinde ve çok dikkatli olarak yapılmalıdır.

7.1. Kayada Numune Alma

Kayada sondaj yapılırken iki türde numune alınacaktır:

7.1.1. Sediman Numuneler

Bu tip numuneler sondaj sirkülasyon suyu ile yüzeye çıkarılan kırıntılardan derlenecek, her litoloji değişiminde, kırıklı ve çatlaklı karot yüzdesi 50'nin altında olan kesimlerde her 1 m de bir numune alınacak ve naylon poşet içerisine konularak karot sandıklarında muhafaza edilecektir. Bu numuneler için ayrıca ücret ödenmeyecektir.

7.1.2. Karot Numuneler

Karot numuneleri “Kayada Sondaj” başlığı altında belirtilen şekilde alınacaktır.

Dolaşım suyundan aşınmayacak sertlikte olan masif kayalarda tek tüplü; çatlaklı, kırıklı ve yumuşak olan kayalarda ise çift veya üç tüplü karot alıcıları kullanılacaktır.

Matkap türleri de kayaların sertlik derecesine göre olacaktır. Çok sert ve aşındırıcı formasyonlarda emprenye elmaslı matkaplar, sert ve kırıksız formasyonlarda ince taneli elmas matkap, kırıklı ve çatlaklı sert formasyonlarda iri taneli elmas matkap, yumuşak kaya formasyonlarda da sertleştirilmiş elik uçlu matkaplar (vidye) kullanılmalıdır.

Her kuyu bitiminde, karotların sandıklara yerleştirilip etiketlenmesinden sonra fotoğrafları çekilecektir.

Karot alma işlemine başlamadan önce, karot alıcının iyi çalışır durumda olup olmadığı, matkaptaki elmas veya elik uçların keskinliği denetlenmelidir.

Karot alıcının delikten çıkarılması sırasında, karotun düşmemesi için büyük zen gösterilmeli ve takım sarsılmamalıdır.

7.2. Zeminlerde Numune Alma

7.2.1 Örselenmiş Numune

Sondaj esnasında örselenmiş numune alımı gerekirse uygun çapta auger (burgu), karotiyer yardımıyla (susuz baskı ile) ve SPT ile örselenmiş numune şeklinde olacaktır.

Homojen zeminlerde her 1.5 m de bir, tabakalı zeminlerde her tabaka değişiminde bir örselenmiş numune alınacaktır.

7.2.2 Örselenmemiş Numune (UD)

Genel kural olarak homojen zeminlerde her 3 m de bir, tabakalı zeminlerde her zemin değişiminde bir adet örselenmemiş numune alınacaktır. Numune alıcının iç çapı hiç bir surette 3.5 inçten, boyu ise 70 cm'den daha küçük olmayacaktır. Alınan örselenmemiş numune boyu 20 cm'den az olmayacaktır.

Örselenmemiş numune alınması aşağıda açıklandığı gibi olacaktır:

- a) Numune almada ince çeperli tüp (Shelby) kullanılacaktır.
- b) Tüplerde kaynak dikişleri bulunmamalı, iç yüzeyleri temiz, düzgün, passız ve yabancı maddelerden arınmış olmalıdır.
- c) Tüpler tornada keskinleştirilmiş ve 10° eğimli kesici uçlara sahip olmalıdır. Kesici uçları yuvarlaklaşmış tüpler kesinlikle kullanılmayacaktır.
- d) Numune alma işlemine başlamadan önce sondaj kuyusunun dibi çamur, üstten düşen parça ve kazıntılardan tamamen temizlenmelidir.
- e) Numune alıcı tüp, sabit hızla kesintisiz bir şekilde zemine itilmeli ve bu hareket sırasında tüp kesinlikle döndürülmemelidir.
- f) Batma bittikten sonra numune alıcı çıkarılmadan önce en az 10 dakika yerinde bekletilmelidir. Daha sonra tüp iki veya üç kere yerinde döndürülmeli ve sondaj takımı yavaşça yukarı doğru çekilmelidir. Bu esnada hızla çekme, şok ve vibrasyon olmamasına özellikle dikkat edilmelidir.
- g) Mumlamadan önce varsa örselenmiş kısım dikkatlice temizlenmeli ve numune boyu ölçülmelidir. Tüp çeperleri temizlenerek, dökülecek mumun tüp kenarlarına iyice yapışması sağlanmalıdır. % 50 parafin, % 50 petrol mumu içeren karışım en iyi mumlama aracıdır.
- h) Numune tüpü üzerine sondaj numarası, alındığı yer ve derinlik, örselenmemiş numune boyu, numune numarası ve zemin cinsi yazılmalıdır. Numune kuyudan çıkarıldıktan sonra ve taşınması esnasında aşırı sıcak ve soğuktan korunmalıdır.

7.3. Yeraltı Suyu Numuneleri

Sanat yapılarına yönelik yapılan sondaj kuyularında, sondaj bittikten sonra kuyudaki mevcut su Bailer kovanı ile dışarı atılacaktır. Su, statik seviyeye çıktıktan sonra tekrar dışarı atılacaktır. Böylece kuyunun formasyondan gelen taze su ile dolması sağlanacaktır. Su statik seviyeye geldikten sonra 5 litrelik temiz bidonlara hava kalmayacak şekilde doldurulup ağzı iyice kapatıldıktan sonra etiketlenip korunacaktır. Alınan bu yeraltı suyu numunelerinde yüksek asitlilik veya sülfat içeriği tayinleri yapılacaktır. Kuyudan su numunesi alımı ve deneyleri için ayrıca bir ücret ödenmeyecektir.

8. ZEMİNLERİN TANIMLANMASI

Zeminlerin tanımlanması TS 1500 Standardına göre yapılacaktır. TS 1500'e göre zemin sınıflandırılması ile diğ er standartlara ait sınıflandırılmaların karşılaştırılması aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Örnek	Tanımlama	BS 5930/81	DIN 18196/88	ASTM 2487-90	TS 1500/2000
BLOK	İri	>200	>100	300	>200
	Orta	60	63	75	200-60
ÇAKIL	İri	20	20	19	<60
	Orta	6	6.3	-	
	İnce	2	2	4.75	
KUM	Kaba	0.6	0.63	2.00	
	Orta	0.2	0.200	0.425	≤2
	İnce	0.06	0.060	0.075	
SİLT	Kaba	0.020	0.020	<0.075	0.076
	Orta	0.006	0.006		
	İnce	0.002	0.002		
KİL		<0.002	<0.002	<0.075	<0.002

9. ARAZİ DENEYLERİ

Yerinde deneyler (SPT, arazi vane, pressiyometre, BST, CPT vb.); Eurocode 7: Jeoteknik Tasarım, Bölüm 3, Arazi Deneyleri Yardımıyla Tasarım Standardı kurallarına uygun olarak yapılacaktır. Bunun dışında idarenin onayı ile TSE, ASTM, BS vb. standartlar da kullanılabilir.

9.1. Penetrasyon Deneyleri

9.1.1. Standart Penetrasyon Deneyi (SPT)

Standart Penetrasyon Deneyi, örselenmemiş örnek alınması hemen hemen imkânsız olan kohezyonsuz zeminlerin mühendislik özelliklerinin belirlenmesine olanak sağlamakta, taşıma gücü ve sıvılaşma analizleri için girdi parametrelerini vermektedir. Zeminlerin, özellikle kumlu zeminlerin özelliklerinin arazide belirlenmesi amacıyla yaygın şekilde kullanılan bir deneydir.

ASTM D-1586 ve TS-5744'e göre yapılacak Standart Penetrasyon Testi (SPT), sağlıklı değerlerin elde edilebilmesi için, otomatik sistemle yapılacaktır. SPT uygulamalarında numune alınmadığı (dökülme, akma) durumlarda segman (numune tutucu) kullanılarak aynı seviyeden numune alınacaktır.

Deneye başlanmadan önce, deney yapılacak seviyeye kadar kuyu temizlenecektir. Çarığın iri çakıl veya bloklara rastlamasından dolayı yanıltıcı sonuç elde edilip edilmediğini belirlemek için penetrasyon deneyi bittikten sonra kuyu dibi temizlenirken çıkan malzeme içinde iri çakıl ve kaya parçaları bulunup bulunmadığı, kırılmış durumda mı yoksa tek parça mı olduğu sondaj loguna işlenecektir.

SPT deneyinde numune alıcı çakılırken, arada tokmağın darbelerini engelleyecek herhangi bir tertibat bulunmayacak, tijler tamamen sıkılmış durumda olacak ve eğri tij kullanılmayacaktır.

Penetrasyon uygulaması, türü değişen her farklı zemin tabakasında ve kalınlığı fazla olan tabakalarda 1.5 metrede bir yapılacaktır. Su içinde yapılacak sondajlarda ilk SPT uygulaması deniz tabanından başlayacaktır. Ancak takım kendi ağırlığı ile batıyorsa durduğu ilk seviyede deney yapılacaktır. İlk SPT yapılmadan önce muhafaza borusu sabitlenmeli ve içi boşaltılırken daha derine gitmesi engellenmelidir.

9.1.2. Konik Penetrasyon Testi (CPT)

Zeminlerin özelliklerinin yerinde belirlenmesi için kullanılan arazi deneylerinden biri de CPT' dir. CPT deneyinden elde edilen veriler, zemin profilinin tanımlanması, zeminlerin bazı jeomekanik parametrelerinin arazide tayininde, oturma ve sıvılaşma analizlerinde kullanılmaktadır. Deneyin en önemli özelliği sürekli ölçüm alınabilmesi olup; sondajlar arası korelasyonun yapılabilmesi amacıyla kullanılması yaygındır.. Test, ASTM (D 5778-95(2000)) Standardına göre yapılacaktır.

9.2. Presiyometre Deneyi

Presiyometre deneyi ile yerinde zeminin elastisite modülü, taşıma gücü, temel oturmaları ile kohezyon, içsel sürtünme açısı, makaslama dayanımı gibi zemin parametreleri hesaplanabilmektedir. Deney, Eurocode 7 ve ASTM D 4719 Standartlarına uygun olarak gerçekleştirilecektir.

Bu deney her 2 metrede bir yapılarak; E_N , P_0 , P^*_1 değerleri hesaplanıp presiyometre loguna işlenecektir.

Deney yapılacak seviyenin örselenmeden açılmış olması ve bu seviyede enjeksiyon yapılmamış olması gerekmektedir. Mümkün olduğu kadar deney yapılacak seviyede su ile çalışılmamaya özen gösterilecektir. Presiyometre deneyi kuyu açılırken yapılmalıdır. Herhangi bir nedenle deneyin 24 saat içerisinde yapılmaması durumunda, sondaj yeniden yapılacaktır. Terk edilen kuyu için yükleniciye ayrıca bir ödeme yapılmayacaktır.

9.3. Basınçlı Su Testi (BST)

BST' de amaç, açılan sondaj kuyusundaki su kaçaklarının dolayısı ile formasyonun geçirimsizlik durumunu saptamaktır. Bu test, BS 5930:1999 Standardına göre yapılacaktır.

Kuyu çapına uygun boyutta takım kullanılacaktır (HQ, NQ v.b). Kontrol mühendisinin bilgisi ve onayı ile tek Packer veya çift Packer ile yapılacaktır. Basınçlı Su Testi (BST) yapılırken basıncı sabit tutabilmek için kullanılacak manometre diyaframalı olacaktır.

Deneyde 2, 4, 6, 8, 10, 8, 6, 4, 2 kg/cm^2 veya 3, 6, 10, 6, 3 kg/cm^2 lik basınçlar uygulanacaktır. Her basınç, çıkışta ve inişte iki defa 5'er dakikadan 10'ar dakika olarak sürdürülmektedir.

Şayet aynı basınçta iki 5 dakikadaki su gidişinde anormal bir fark var ise, ya bir boşluğun dolması ya da geniş çatlak ağızlarının açılması gibi bir durumla karşılaşmış olabilir. Deney aynı basınçla bir 5 dakika daha sürdürülür ve üç tanesinden birbirine yakın olan ikisi esas alınacaktır. Her basınçta giden su miktarları formlara dikkatle işlenecektir.

BST, tünel seviyesinin (kırmızı kotun) en az 40 m üstü ile 5 m altı arasında kalan zonda yapılacaktır. BST, kuyu tabanında son deney yapılacak şekilde 2'şer m'lik zonlar (4 m delgi, 2 m packer tarafından tıkalı, 2 m deney zonu) halinde planlanacaktır.

Deneyler genellikle 2 m'lik zonlarda yapılacak Şayet su kaçağı çok fazla ise bu durumda lastik tıkaçlar arası mesafe azaltılacaktır. Ancak bu aralık değerı 1 m'den az olmayacaktır.

Basıncı sabit tutabilmek için kullanılacak manometre diyaframlı olmalıdır. Verilen su mutlaka temiz olmalıdır.

Pompa, su saati ve manometre doğru ve kusursuz çalışmalı, lastikler iyi tutturulmuş olmalıdır. Tij bağlantı yerlerinde su kaçağının olmamasına özellikle dikkat edilecektir. Bozuk formasyonlarda deney yapılmadan önce lastik tutturma zorlukları veya kuyu göçmesini önlemek amacıyla hiç bir Şekilde su kaçağını önleyecek Şekilde malzeme kullanılmayacaktır. Kuyu ağzından suyun gelmesi, basıncın yükselmemesi durumunda deney sonlandırılacaktır.

9.4. Kanatlı Kesici (Vane) Deneyi

Yumuşak ve örselenmeye karşı hassas kohezyonlu zeminlerin drenajsız makaslama dayanımın arazide belirlenmesi amacıyla tercih edilmektedir. İdarece gerekli görölen zeminlerde kayma dayanımını yerinde ölçmek amacıyla ASTM D2573-01 ve TS-5744 Standartlarına göre yapılacaktır.

Kil tabakalarındaki vane deneyleri, sondaj muhafaza borusu ucu kuyu tabanından 15 cm kadar aşağıda bulunduğu durumda sondaj deliği tabanından 65 cm kadar aşağıda yapılacaktır.

Cıvık ve yumuşak killerde 75 mm, orta karakterdeki killerde 50 mm ve katı killerde 40 mm çapındaki kesme pervaneleri kullanılacaktır.

Vane deneylerine başlamadan önce aletin kalibrasyonu yapılmış olacaktır.

İçinde iri çakıl, midye, kök gibi organik malzeme veya moloz bulunan killi tabakalarda vane deneyi yapılmayacaktır.

9.5. Kaliforniya Taşıma Oranı (CBR)

Kaplama kalınlıkları tasarımına altlık teşkil edecek doğal zemin arazi CBR deneyi TS-5744 ve ASTM D4429 Standartlarına göre yapılacaktır.

Bu deney arazide temel, temel altı ve zemin malzemelerinin taşıma gücü değerini belirlemek için kullanılacaktır.

9.6. Plaka Yükleme Deneyi

Plaka yükleme deneyi, kaya ve toprak zeminlerin taşıma gücü ve deformasyon özelliklerinin arazide tahmin edilmesi için geliştirilmiş bir deneydir.

Plaka yükleme deneyi ASTM D 1196/1196M-12 ve TS 5744:1998 Standartları doğrultusunda yapılacaktır. Plaka yükleme deneyi; kum, çakıl ve dolgu gibi kohezyonsuz zeminler, katı ve duyarlı olmayan killer gibi kohezyonlu zeminler, sık eklemli kaya kütleleri ile bağlayıcısı zayıf veya ayrışmış aglomera, konglomera gibi litolojik birimlerde uygulanacaktır. Deneylerde, belirli bir zaman aralığı süresince sabit yük artışı sağlanarak zemin yüzeyinde oluşacak deformasyonların ölçülmesi sonucunda taşıma kapasitesi, oturma, yatak katsayısı ve elastisite modölü gibi parametreler belirlenecektir.

9.7. İnklinometre Deneyi

Jeoteknik amaçlı araştırmalar kapsamında, dolgularda, yarmalarda, heyelanlı alanlarda, derin temel kazılarında, kazık duvarlarda, istinat yapılarında ve yeraltı açıklıklarında meydana gelebilecek yatay ve/veya düşey yer hareketlerinin ölçümü veya belli bir süre gözlenmesi amacıyla kullanılmaktadır.

İnklinometre deney borusunun indirileceği kuyu, taban kotuna kadar en düşük 101 mm çapında olacaktır. Kendini tutamayan birimlerde açılan kuyularda 101 mm çapında muhafaza borusu kullanılacaktır. Muhafaza boruları, sondaj kuyularına indirilirken borunun etrafına çimento/bentonit karışımının basılacağı yarıklı plastik hortumlar sabitlenecektir. Hareketin muhtemel yönüne gelecek şekilde borunun ölçüm pozisyonu ayarlanacaktır. Beton prizini aldıktan sonra okuma ünitesi ile referans ölçümler alınarak periyodik olarak ölçümlere başlanacaktır. Ayrıca verileri depolamak, bilgisayara aktarmak ve verileri değerlendirmek amacıyla cihazla uyumlu bilgisayar programları kullanılacak ve derinliğe bağlı deformasyon miktarlarını gösteren grafikler oluşturulacaktır.

10. ZEMİN MEKANİĞİ VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVAR DENEYLERİ

Üzerinde deney yapılacak numune ve karot örnekleri kontrol mühendisi ile birlikte belirlenecektir. Zemin ve kayacın özellikleri göz önünde bulundurularak kontrol mühendisinin öngördüğü deney ve deney grupları seçilebilecek, yeni deneyler ilave edilebilecektir.

Türk Standartlarında mevcut olmayan ve henüz standartlaşmamış olan konularda, idarece uygun görülen diğer standartlar (ASTM, AASHTO, ISRM v.b.) geçerlidir.

10.1. Zemin Mekanîği Laboratuvar Deneyleri

Zeminin yerinde belirlenen özelliklerinin yanı sıra, indeks, fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesinde laboratuvar deneylerinden de yararlanılacaktır. Deneyler TS EN ISO 22475-1 (2012) Standardına göre alınan örnekler üzerinde uygulanacaktır. Alınan numuneler üzerinde aşağıda uygun standardı verilmiş olan deneyler uygulanmalı, ayrıca istenen zemin özellikleri tespit edilmelidir.

- a) Doğal Su İçeriği TS-1900
- b) Elek Analizi TS-1900, AASHTO T-27, T-11, ASTM E-11
- c) Likit Limit TS-1900, AASHTO T-89, ASTM D-4318
- d) Plastik Limit TS-1900, AASHTO T-90, ASTM D-4318
- e) Plastisite İndeksi TS-1900, AASHTO T-91, ASTM D-4318
- f) Hacimsel Büzülme (Rötre) Limiti AASHTO T-92, ASTM D-427
- g) Hidrometre Analizi TS-1900, AASHTO T-88, ASTM D-422
- h) Özgül Ağırlık TS-1900, AASHTO 85-60, T-100, ASTM C-128-59, D 854-58
- i) Konsolidasyon Deneyi TS-1900, AASHTO T-216, ASTM D-2435-4546
- j) Doğal, Kuru ve Doygun Birim Hacim Ağırlık TS-1900
- k) Tek Eksenli Sıkışma Dayanımı TS-1900, AASHTO T-208, ASTM D-2166
- l) Üç Eksenli Sıkışma Dayanımı TS-1900, ASTM D-2850
- m) Makaslama Dayanımı AASHTO T-236, ASTM D-3080
- n) Kanatlı Kesici (Vane) Deneyi ASTM D2573-01, TS-5744
- o) Serbest Şişme Miktarı ve Şişme Basıncı Tayini (Konsolidasyon Aletinde) ASTM D-4546

- p) Doygunluk Derecesi TS 1900
- q) Boşluk Oranı ve Porozite TS 1900
- r) Kompaksiyon (Proktor) TS-1900, AASHTO T-99, T-134, T-180, ASTM D-558, 560, 698, 1557
- s) Laboratuvarında CBR Deneyi TS-1900, AASHTO T-193, ASTM D-1883
- t) Aşınma (Los Angeles) TS-3694, AASHTO T-96, ASTM C-131
- u) Dona Dayanıklılık Deneyi (Sodyum Sülfat) (Na₂SO₄) TS-3655, AASHTO T-104, ASTM C-88

10.2. Kaya Mekaniği Laboratuvar Deneyleri

Kaya mekaniği laboratuvar deneyleri kayaçların fiziksel, indeks ve mekanik özelliklerini saptamak için yapılacaktır. Deney standardı olarak TS EN ISO 22475-1 (2012) kullanılacaktır.

- a) Birim Hacim Ağırlık ISRM (2007)
- b) Kayaçlarda Su Oranının (Su İçeriğinin) Tayini TS-1900
- c) Kayaçlarda Su Emme Oranının Tayini TS-699
- d) Boşluk Oranı, Porozite ve Yoğunluk Derecesi Tayini ISRM (2007)
- e) Doygunluk Derecesi ISRM (2007)
- f) Tek Eksenli Sıkışma Dayanımı TS-2028-2020
- g) Kayaçlarda Üç Eksenli Sıkışma Dayanımı TS-2029
- h) Kayaçlarda Direk Makaslama Deneyi ISRM (2007)
- i) Nokta Yüğü Dayanım İndeksi ISRM (2007)
- j) Aşınma Oranı Tayini (Los Angeles) TS-3694, AASHTO T-96, ASTM C-131
- k) Dona Dayanıklılık Deneyi (Sodyum Sülfat) (Na₂SO₄) TS-3655, AASHTO T-104, ASTM C-88
- l) Elastisite Modülü ve Poisson Oranı Tayini TS-2028, 2029, 2020
- m) Suda Dağılmaya Karşı Duyarlılık İndeksi Deneyi ISRM (2007)
- n) V_p ve V_s Dalga Hızı Ölçümü ve Dinamik Özelliklerin Belirlenmesi (ASTM (1994); ISRM (2007); CANMET (1977b))

11. NUMUNELERİN ETİKETLENMESİ, MUHAFAZASI, NAKLİ VE TESLİMİ

11.1. Numunelerin Ambalajı

Örselenmemiş numuneler her biri 4 (dört) tüp alabilen sandıklarda, kenarları ve üstleri talaşla veya benzeri malzemeler ile donatılmış bir şekilde paketlenmelidir. Paketler üzerine "Soğuktan ve Sıcaktan Korunmalıdır", "Dikkatli Taşınmalıdır" ibareleri yazılacaktır.

Karot numuneleri ise 1 m veya 1.5 m boyunda 5 (beş) sıra karot alacak şekilde bölmeli tahta/plastik sandıklara konulacaktır. Sandığın derinliği ve bölmelerin genişliği kapak kapandığı zaman karotlar oynamayacak şekilde ayarlanacaktır. Zayıf çimentolu veya kırıklı karotlar naylona sarılarak muhafaza edilecektir. Her manevrada alınan karotların başına ve sonuna bir küçük tahta/plastik bölme konulacak, bunlara manevranın üst ve alt derinlikleri yazılacaktır.

Sandık kapaklarının iç ve dışında iş/proje adı, sondaj yeri, sondaj numarası, sandıktaki karotların alt ve üst kotları ve sondajı yapan yüklenici firmanın adını belirten etiketler bulunacaktır.

Ayrı kuyulardan alınan karotlar aynı sandığa konmayacaktır.

Bütün zemin numuneleri, donma, çarpma ve sallantıdan korunmalı, serin bir odada muhafaza edilmelidir.

Arazide karot sandıkları bir örtü altında bulundurulmalı, aşırı sıcak ve soğuktan korunmalıdır.

11.2. Etiketlerde Belirtilecek Hususlar

Bütün numuneler hiç bir şüpheye yer bırakmayacak şekilde etiketlenmelidir. Etiketler; proje adı, numune sıra numarası, sondaj numarası, alındığı tarih ve derinlik, zeminin cinsi, darbe sayısı ile ilerleme miktarı gibi bilgileri içerecektir. Bütün etiketler hava ve aşınmaya karşı dayanıklı olmalı ve silinmez kalem ya da mürekkeple yazılmalıdır.

Numunelerin sevkiyat için hazırlanması, ambalajı, gereken bütün masraflar ve sevkiyatı yükleniciye aittir. Bu işler için ayrıca ücret ödenmeyecektir.

12. SONDAJ VE ARAŞTIRMA ÇUKURU VERİLERİNİN KAYDI

Yüklenici firma sondaj için aşağıda belirtilen konularda bilgi veren sondaj logları hazırlayacaktır.

Jeolojik harita, kesit ve sondajlarda karışık jeolojik tanımlamalardan kaçınılacak, daha ziyade yaygın terimler kullanılacaktır.

12.1. Loglarda İstenen Bilgiler

- Proje adı
- Mevkii
- Sondaj metodu
- Sondaj çapı (mm)
- Borulama tipi, çapı (mm) ve uzunluğu
- Sondaj makinesi marka ve modeli
- Sondaj numarası
- Sondaj kotu
- Sondaj başlangıç ve bitiş tarihi
- Sondajın koordinatları
- Yeraltı su seviyesi
- Numune derinlikleri
- Geçilen birimlerin derinlik ve tanımları
- Sirkülasyon suyu cinsi, artış ve azalma durumu ve derinliği
- Yerde gerçekleştirilen deneylerin derinlikleri, tipleri ve sonuçları
- Sondajı yapan firmanın sondaj mühendisi ve sondörü ile şantiye şefi ve kontrol mühendisinin isim ve imzaları
- İlgili diğer bilgiler

12.2. Kaya Sondajı İçin Ek Bilgiler

- Her karot alma işleminin başlangıç ve bitiş derinlikleri (manevralar)
- Çıkarılan karot uzunluğu, TCR, RQD ve SCR yüzdesi

- Eklem sıklığı, eklem açısı, eklem yüzeyleri tanımı, süreksizlik açıklığı, süreksizlik aralığı, pürüzlülük, devamlılık, dayanımlılık, ayrışma derecesi, dolgu maddesi, erime boşlukları vb.

12.3. Zemin Sondajı İçin Ek Bilgiler

- SPT değerleri
- Numune boyları

12.4. Araştırma Çukurları İçin Ek Bilgiler

- Çukurun km ve koordinatları
- Çukur numarası
- Çukur kot ve derinliği
- Yeraltı su seviyesi
- Alınan numunelerin derinlikleri
- Çukur içi birimlerin tanımları

13. ARAZİ ÇALIŞMALARI SIRASINDA İSTENEN BELGE VE DÖKÜMANLAR

Arazi çalışmaları sırasında aşağıda belirtilen belge ve dokümanlar her kontrollük hizmeti sonunda 3'er nüsha olarak kontrol mühendisine teslim edilecektir.

13.1. Tutanaklar

Yapılan işlerin kontrolü ve teslimi için hazırlanan tutanaklar ile idarenin gerekli gördüğü hususlarla ilgili hazırlanan tutanaklardır. Bu tutanaklar idare ve yüklenicinin yetkili elemanınca, yerinde hazırlanarak imza altına alınacaktır.

13.2. Günlük Çalışma Raporları

Günlük raporlarda, arazide gün bazında yapılan tüm çalışmalar (jeofizik, sondaj, araştırma çukuru ve deneyler) hakkında detaylı bilgilerle birlikte tarih, hava durumu ve arazide karşılaşılan özel şartları da içerecek şekilde hazırlanarak yüklenici ve kontrol mühendisi tarafından imzalanacaktır.

13.3. Sondaj ve Araştırma Çukuru Logları

Yapılan sondaj ve araştırma çukurlarının logları sondaj mühendisi tarafından çalışma esnasında özenle ve eksiksiz hazırlanacak ve kuyu bitiminde kontrol mühendisinin görüşüne sunulacaktır.

13.4. Jeofizik Veriler ve Dokümanlar

Yapılan jeofizik çalışmalara ait ölçü karneleri, kayıt ve grafikler gün bazında kontrol

mühendisinin görüşüne sunulacaktır.

13.5. Arazi Deneyleri

Arazide yapılan tüm deneylere ait tüm föy ve belgeler deney sonunda kontrol mühendisinin görüşüne sunulacaktır.

14. JEOLJİK-JEOTEKNİK RAPORLARIN HAZIRLANMASI VE İÇERİĞİ

Yapılan zemin sondajları ve laboratuvar deneyleri sonucunda Madde14.1 ve 14.2’de tanımlanan raporlar hazırlanacaktır.

14.1. İmar Planına Esas Jeolojik-Jeoteknik Etüt Raporu

İmar Planına Esas Jeolojik-Jeoteknik Etüt Raporu aşağıda belirtilen hususlarla sınırlı kalmaksızın Çevre ve Şehircilik Bakanlığınca istenilen “İmar Planına Esas Jeolojik-Jeoteknik Etüd Raporu Formatı” esas alınarak düzenlenecektir.

- Amaç ve kapsam,
- İnceleme alanının tanıtılması, mevcut plan, yapılaşma durumu ve çalışma yöntemleri,
- Coğrafi konum ve morfoloji,
- Jeolojik çalışmalar,
- Jeolojik amaçlı sondaj çalışmaları, arazi deneyleri ve laboratuvar deneyleri,
- Zemin ve kaya türlerinin jeolojik özellikleri,
- Hidrojeolojik Özellikler,
- Doğal afet tehlikelerinin değerlendirilmesi,
- İnceleme alanının yerleşime uygunluk değerlendirmesi sonuçları,

Hazırlanan raporda, firma kaşesi ile düzenleyenin adı, soyadı, imzası, bütün eklerde hazırlayanlar ile laboratuvar deneyleri yapanların adı, soyadı, unvanı ile imzaları bulunacaktır.

İmar Planına Esas Jeolojik-Jeoteknik Etüt Raporu Çevre ve Şehircilik Bakanlığının ilgili birimlerine onaylatılacak olup, raporla ilgili olarak istenilen her türlü değişiklik düzeltme veya istenilen sayıda kopyalama işlemleri yüklenici tarafından bedelsiz olarak gerçekleştirilecektir.

14.2. Uygulamaya Esas Jeolojik-Jeoteknik Etüt Raporu

Uygulamaya Esas Jeolojik-Jeoteknik Etüt Raporu; kesin veya uygulama projelerine esas olacak şekilde varsa jeofizik etüt, sondaj çalışmaları ve laboratuvar deneylerinden ortaya çıkacak zemin parametrelerini kullanarak, zeminin taşıma gücü, ani oturma-konsolidasyon oturması, toptan göçme (şev stabilite analizleri) (deprem hali dahil), kazık taşıma gücü hesapları vb. içerecektir. Çalışma alanı için sıvılaşma riski varsa sıvılaşma analizleri yapılmalıdır. Zemin iyileştirmesi gerekiyorsa, iyileştirme yöntemleri önerilmelidir.

Jeolojik-Jeoteknik Etüt Raporu, idare tarafından proje özelliğine göre ilave yapılması istenebilecek parametreleri de içerebilecektir.

Bu amaçla, inceleme alanının da yer aldığı bölgenin jeolojisi özet olarak açıklanacak ve çevrede yer alan yapısal birimler (kıvrım, tabakalanma, fay (diri/ölü) vb.) ve duraysızlıklara değinilecektir. Bölgenin depremselliği değlendirilecektir.

İnceleme alanındaki birimlerin yatay ve düşey yöndeki değışimi ve bunların jeolojik özellikleri ayrıntılı olarak verilecek ve jeolojik yapı eksiksiz tanımlanarak sondaj ve arazi çalışmalarına katılan personelin gözlemlerine yer verilecektir.

Bu rapor, zemin araştırmalarına ait lokasyon planı, kayıtlar, formlar, loglar, deney sonuçları, değlendirme grafik ve formları, harita ve jeolojik kesitler ile arazi fotoğraflarını içermelidir.

Eğer yapılması gerekiyorsa, jeofizik arazi çalışmalarını yapılacak ve bu çalışmaların sonucunda, İdarenin istediği ölçekte tabaka kalınlıklarının, V_p ve V_s hız değlerinin işlendiği jeofizik kesitler ile dinamik elastik parametreler, sökülebilirlik, hakim titreşim periyodu gibi mühendislik özelliklerini de içeren Jeofizik Etütler Sonuç Raporu ve ilgili ekleri ayrı bir rapor olarak sunulacaktır.

Uygulamaya Esas Jeolojik-Jeoteknik Etüt Raporu, zemin araştırmalarına ait lokasyon planı, kayıtlar, formlar, loglar, deney sonuçları, değlendirme grafik ve formları, harita ve jeolojik kesitler ile arazi fotoğraflarını içermelidir. Bu Jeolojik-Jeoteknik rapor ile birlikte idareye verilecek olan her türlü harita, plan-profil paftaları kesitler vb. dökümanlar İdare tarafından belirlenen ölçeklerde teslim edilecektir.

Uygulamaya Esas Jeolojik-Jeoteknik Etüt Raporu idarece onaylanacaktır.

Tüm rapor ve ekleri ayrıca dijital ortamda da teslim edilecektir.

EK**STANDARTLAR**

Jeoteknik etüt ve araştırmalarda kullanılacak ulusal ve uluslararası standartlar aşağıda verilmektedir.

TS 10324	Jeoteknik Deneş Metotları - Kayaç Süreksizliklerinin Doğrudan Makaslama Dayanımının Yerinde Tayini
TS ENV 1997-1	Jeoteknik Tasarım- Bölüm 2: Genel Kurallar (Eurocode 7)
TS ENV 1997-2	Jeoteknik Tasarım - Bölüm 2: Laboratuvar Deneyleri ile Desteklenen Tasarım (Eurocode 7)
TS EN ISO 14688-1	Jeoteknik Etüt ve Deneyler – Zeminlerin Tanımlanması ve Sınıflanması –Bölüm 1: Tanımlama ve Tarif
TS EN ISO 14688-2	Jeoteknik Araştırmalar ve Deneyler - Zeminlerin Tanımlanması ve Sınıflandırılması - Bölüm 2: Sınıflandırma İlkeleri (ISO/FDIS 14688-2: 2004)
TS EN ISO 14689-1	Jeoteknik Araştırmalar ve Deneyler - Kayaçların Tanımlanması ve Sınıflandırılması - Bölüm 1: Tanıtım (ISO 14689-1: 2003)
TS EN 1997-1	Eurocode 7 : Jeoteknik Tasarım- Bölüm 2: Genel Kurallar
TS EN ISO 22476-2	Jeoteknik Etüt ve Deneyler - Arazi Deneyleri - Bölüm 2: Dinamik Probe Deneyi
TS EN ISO 22476-3	Jeoteknik Etüt ve Deneyler - Arazi Deneyleri - Bölüm 3: Standart Penetrasyon Deneyi
TS EN ISO 14688-1/AC	Jeoteknik Etüt ve Deneyler – Zeminlerin Tanımlanması ve Sınıflanması – Bölüm 1: Tanımlama ve Tarif
TS EN ISO 22475-1 (2012)	Jeoteknik Etüt ve Deneyler-Numune Alma Yöntemleri ve Yeraltı Suyu Ölçümleri-Bölüm 1: Teknik Uygulama Esasları
TS 2756-0 ISO 2859-0	Muayene ve Deneş İçin Numune Alma Metotları
TS 8853	Yamaç ve Őevlerin Dengesi ve Hesap Metotları
TS 1900	İnşaat Mühendisliğinde Zemin Laboratuvar Deneyleri
TS 5744	İnşaat Mühendisliğinde Temel Zemini Özelliklerinin Yerinde Ölçümü
TS 5962	Zemin ve Kaya Mekaniği-Terimler ve Semboller - Jeolojide ve Madencilikte Kullanılan
TS 1500	İnşaat Mühendisliğinde Zeminlerin Sınıflandırılması

Zemin Araştırmaları Teknik Şartnamesi

TS EN ISO 14688-1	Geoteknik Mühendisliği-Zeminlerin Tanımlanması ve Sınıflandırılması
TS EN ISO 22476-3 ASTM D- 1586-99	Standart Penetrasyon Deneyi
ASTM D-4719-00	Presiyometre Deneyi
ASTM D-6230-98	İnklinometre Deneyi
ASTM D-4394-04	Plaka Yükleme Deneyi
ASTM D-4554-02	Kayada Doğrudan Makaslama Dayanımı Deneyi
ASTM D-4645-87	Yassıveren Deneyi (Hydroulic Flat Jack)
ASTM D-2573-01	Kanatlı Kesici Deneyi (Vane Test)
ASTM D-5873-05	Schmidt Sertlik Çekici Deneyi (Schmidt Hammer Test)

TS : Türk Standartları

TS EN : Türk Standartları

ASTM : American Society for Testing and Materials (Amerikan Test ve Malzeme Derneği)

ISRM : International Society for Rock Mechanics (Uluslararası Kaya Mekaniği Derneği)